

ATLAS

DE PELIGROS Y RIESGOS

MUNICIPIO DE TETEPANGO, HIDALGO



CONTENIDO.

FASE I. Marco Teórico.	1
I.1. Introducción.	1
I.2. Antecedentes.	5
I.3. Objetivos.	6
I.3.1. General.	6
I.3.2. Específicos.	6
I.4. Mapa Base.....	6
I.4.1. Localización.	6
I.5. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica.	7
I.5.1. Mapa base a nivel estado.	7
I.5.2. Mapa base a nivel municipal.....	10
I.5.3. Mapa base a nivel zona urbana.	11
I.5.4. Mapa base a nivel AGEB y manzana.....	12
I.6. Caracterización de los Elementos del Medio Natural.....	13
I.6.1. Fisiografía.....	13
I.6.2. Geomorfología.	15
I.6.3. Geología.	17
I.6.4. Edafología.....	21
I.6.5. Hidrografía.	24
I.6.6. Clima.....	34
I.6.7. Uso de Suelo y Vegetación.....	38
I.6.8. Áreas Naturales Protegidas.....	40
I.7. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos.	43
I.7.1. Dinámica demográfica.....	43
I.7.2. Características sociales.	47
I.7.3. Características de la vivienda.	70
I.7.4. Empleo e Ingresos.....	81
I.7.5. Reserva territorial.	88
I.8. Inventario de Bienes Expuestos.....	90
I.8.1. Población.....	90
I.8.2. Vivienda y Edificación	93
I.8.3. Bienes inmuebles de la infraestructura hospitalaria, educativa, comunicaciones y transporte.....	98
I.8.4. Puentes.	102
I.8.5. Cultivos.	102
I.8.6. Ganadería.....	105



FASE II. Identificación de Amenazas y Peligros, ante Fenómenos Perturbadores de Origen Natural y Químico-Tecnológicos..... 106

II.1. Fenómenos Naturales de Origen Geológico.	106
II.1.1. Inestabilidad de laderas.	106
II.1.2. Deslizamiento de laderas.	109
II.1.3. Flujo de lodos.	112
II.1.4. Caídos o derrumbes.	115
II.1.5. Sismos.	118
II.1.6. Tsunamis.	122
II.1.7. Vulcanismo.	124
II.1.8. Hundimientos y subsidencia.	137
II.1.9. Agrietamientos.	140
II.1.10. Erosión.	141
II.2. Fenómenos Naturales de Origen Hidrometeorológico.	144
II.2.1. Ondas cálidas.	144
II.2.2. Ondas Gélidas.	153
II.2.3. Sequías.	162
II.2.4. Heladas.	176
II.2.5. Tormentas de granizo.	185
II.2.6. Tormentas de nieve.	194
II.2.7. Ciclones tropicales.	194
II.2.8. Tormentas eléctricas.	199
II.2.9. Vientos fuertes y tornados.	207
II.2.10. Lluvias extremas.	209
II.2.11. Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres.	233
II.3. Fenómenos Químico-Tecnológicos.	243
II.3.1. Incendios forestales.	244
II.3.2. Almacenamiento de sustancias peligrosas.	255
II.3.3. Transporte de sustancias peligrosas.	262
II.3.4. Transporte por ductos.	266
II.3.5. Riesgos Sanitario - Ecológico.	270

FASE III. Vulnerabilidad. 273

III.1. Vulnerabilidad Física.	273
III.1.1. Vulnerabilidad física de la vivienda.	273
III.1.2. Vulnerabilidad física ante inundación.	277
III.2. Vulnerabilidad Social.	290
III.2.1. Indicadores socioeconómicos.	290
III.2.2. Capacidad de respuesta.	296
III.2.3. Percepción local.	297
III.2.4. Obtención del grado de vulnerabilidad social.	300
III.3. Vulnerabilidad Global.	301



III.4. Consideraciones finales.....	302
FASE IV. Riesgo / Exposición.....	303
IV.1. Riesgo por fenómenos geológicos.....	304
IV.1.1. Riesgo por deslizamiento de laderas.....	305
IV.1.2. Riesgo por caídos y derrumbes.....	308
IV.2. Riesgo por fenómenos hidrometeorológicos.....	311
IV.2.1. Riesgo por sequías.....	311
IV.2.2. Riesgo por vientos fuertes y tornados.....	312
IV.2.3. Riesgo por inundación.....	314
IV.3. Riesgo por fenómenos antropogénicos.....	321
IV.3.1. Riesgo por almacenamiento de sustancias peligrosas.....	321
FASE V. Propuesta de Estudios, Obras y Acciones.....	334
V.1. Propuestas de estudios y obras por deslizamiento de laderas.....	335
V.2. Propuestas de estudios y obras por caídos y derrumbes.....	335
V.3. Propuestas de estudios y obras por inundación.....	337
V.4. Propuestas de estudios y obras por fenómenos antropogénicos....	340
V.5. Propuestas Generales.....	340
Bibliografía.....	342



FASE I. MARCO TEÓRICO.

I.1. Introducción.

A nivel mundial en las últimas décadas se ha presentado un aumento en la intensidad y frecuencia de los fenómenos naturales, vinculados al cambio climático, lo que ha generado importantes desastres que impactan en el medio ambiente y en las actividades humanas, ocasionando cuantiosas pérdidas económicas y sociales. La ubicación geográfica del país y su dinámica de desarrollo, lo expone año con año al impacto de fenómenos naturales y antropogénicos, esto implica una condición de peligro y riesgo para la población.

Para hacer frente a esta situación es necesario implementar un proceso coordinado para identificar, reducir, prevenir y responder a eventuales emergencias y desastres, en el marco de un desarrollo humano integral, equitativo y sostenible, para lo cual el Centro Nacional de Prevención de desastres (CENAPRED) ha implementado en su marcos normativos la Gestión Integral de Riesgos (GIR), la cual se define como: el conjunto de acciones encaminadas a la identificación, análisis, evaluación, control y reducción de los riesgos, considerándolos por su origen multifactorial y en un proceso permanente de construcción, que involucra a los tres niveles de gobierno, así como a los sectores de la sociedad, lo que facilita la realización de acciones dirigidas a la creación e implementación de políticas públicas, estrategias y procedimientos integrados al logro de pautas de desarrollo sostenible, que combatan las causas estructurales de los desastres y fortalezcan las capacidades de resiliencia o resistencia de la sociedad. Involucra las etapas de: identificación de los riesgos y/o su proceso de formación, previsión, prevención, mitigación, preparación, auxilio, recuperación y reconstrucción (México, 2021).

Siendo el punto de partida de la GIR realizar una identificación y diagnóstico de riesgos, conociendo las características de los eventos que pueden tener consecuencias desastrosas y determinar cómo afectan estos eventos a la población, la infraestructura y el entorno; una de las formas más efectivas para integrar la información y ponerla a disposición de la sociedad es por medio de un atlas, donde se expongan de manera integral los agentes perturbadores y daños esperados, resultado de un análisis espacial y temporal sobre la interacción entre los peligros, la vulnerabilidad y el grado de exposición de la sociedad y su entorno.

El municipio es el principal nivel de atención a la regulación territorial, donde se concretan las políticas de ordenamiento territorial, dadas sus atribuciones de zonificación del uso de suelo y competencia sobre los servicios básicos y equipamiento de infraestructura. de igual forma le corresponde al municipio otorgar los servicios de protección civil y ser el primer responsable en términos

de estructura gubernamental de prevenir, gestionar y mitigar los riesgos ante los peligros naturales y antropogénicos.

Por lo anterior, los Atlas de Riesgos municipales son el instrumento que permite identificar los distintos tipos de riesgo asociados a peligros naturales, convirtiéndose en herramientas útiles para implementar medidas de reducción de vulnerabilidad y mitigación de dichas amenazas, y que a su vez se constituyen como un instrumento para el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos.

La creación del presente Atlas, tiene como finalidad, generar la información básica de la ubicación y cuantificación de las zonas de peligros y riesgo por fenómenos geológicos, hidrometeorológicos y antropogénicos; con la finalidad de establecer una estrategia de manera conjunta con la sociedad para la prevención de desastres, reducción de riesgos y autoprotección. Por lo anterior, es necesario realizar un análisis de riesgos con una estrecha interrelación entre los especialistas, el municipio y la población.

Para el desarrollo del presente documento se tomó como base la metodología establecida en la "Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos", desarrollada por el Centro Nacional de Prevención y desastres (CENAPRED) y los Niveles de Análisis, que se establecen en el documento desarrollado por la Secretaría de desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) "Términos de Referencia para la Elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos 2016". Se utilizan métodos básicos de interpretación de datos y productos cartográficos, como son las imágenes de satélite, ortofotos, fotografías aéreas y modelos digitales de terreno y superficie, de los cuales se extrae la información relativa a nivel municipal y regional de los peligros causados por fenómenos naturales y antropogénicos (Figura I.1).

Los fenómenos perturbadores analizados en el presente Atlas de Riesgo Municipal son los geológicos, hidrometeorológicos y los relacionados con actividades antrópicas que pudieran dar origen también a algún tipo de desastre, como son: químicos tecnológicos, sanitario - ecológicos y socio - organizativos.

Dentro de los fenómenos naturales tenemos a los geológicos, son en los que tiene como causa directa las acciones y movimientos de la corteza terrestre. Así como los hidrometeorológico, que se genera por la acción de los agentes atmosféricos.

Los fenómenos antrópicos se clasifican en químico-tecnológico, que se genera por la acción violenta de diferentes sustancias derivadas de su interacción molecular o nuclear. Los fenómeno sanitario-ecológico, que se genera por la acción patógena de agentes biológicos que afectan a la población, a los animales y a las cosechas, causando su muerte o la alteración de su salud; así como la contaminación del aire, agua, suelo y alimentos. Por último, tenemos los fenómenos Socio-Organizativo, que se genera con motivo de errores



humanos o por acciones premeditadas, que se dan en el marco de grandes concentraciones o movimientos masivos de población.

Fenómenos Geológicos	Fenómenos Hidrometeorológicos	Fenómenos Químico - Tecnológicos	Fenómenos Sanitario - Ecológicos	Fenómenos Socio - Organizativos
Agrietamiento del terreno	Ondas gélidas y cálidas	Almacenamiento de sustancias peligrosas	Contaminación de suelo, aire o agua	Demostraciones de inconformidad social
Hundimientos	Ciclón tropical	Autotransporte y transporte ferroviario de sustancias peligrosas		Concentración masiva de población
Inestabilidad de laderas	Inundaciones			Terrorismo
Licuvación de suelos	Tormentas de nieve			Sabotaje
Karstificación	Tormentas de granizo	Transporte por ductos		Vandalismo
Sismos	Tormentas eléctricas		Epidemias o plagas	Accidentes aéreos, marítimos y terrestres
Tsunamis	Tormentas de polvo	Incendios forestales		Interrupción de servicios básicos e infraestructura estratégica
Erupciones Volcánicas	Sequías			
Fenómenos astronómicos	Heladas			

Figura I.1. Fenómenos perturbadores de origen natural y antrópico.

El presente documento, se encuentra dividido en cinco capítulos denominados Fases. La Fase I marco teórico, donde se desarrolla los conceptos básicos, se realiza una revisión de la literatura y la cartografía existente sobre los riesgos y los fenómenos perturbadores que pueden afectar al municipio de Tetepango, tomando en cuenta al Atlas Nacional de Riesgos y el Atlas Estatal de Riesgos del Estado de Hidalgo; se determinan los niveles de análisis, se realiza una caracterización del medio natural, así como de los elementos sociales, económicos y demográficos del municipio.

La Fase II, consiste en identificar las amenazas y peligros ante fenómenos perturbadores de origen natural se desarrollará con la mayor seriedad el análisis de cada uno de los fenómenos perturbadores, identificando su periodo de retorno o probabilidad de ocurrencia, área de incidencia, intensidad del fenómeno representada en varios escenarios y nivel de impacto de la población, viviendas, infraestructura y equipamiento afectado por cada uno de los escenarios.

La Fase III, se analiza la vulnerabilidad del municipio ante la presencia de los fenómenos perturbadores que constituyen un riesgo para la población y el medio ambiente.

La Fase IV, consiste en estimar y valorar las pérdidas o daños probables sobre los agentes afectables y su distribución geográfica, con base en el análisis de

amenaza - peligro de cada fenómeno perturbador presente en el municipio de estudio y su vulnerabilidad, desarrollado en los capítulos anteriores.

Por último, la Fase V planea una serie de propuestas de estudios, obras y acciones que permitan la prevención y mitigación del riesgo.

Para cada uno de los tipos de fenómenos perturbadores analizados, se aplica la metodología señalada por CENAPRED y SEDATU, realizando adecuaciones de acuerdo al área de estudio, condiciones del terreno, así como las necesidades del proyecto. Para el análisis y la elaboración de la cartografía se emplea el Sistema de Información Geográfica Qgis 3.22.

Las actividades ejecutadas para la realización del Atlas de Riesgos se dividen en tres etapas: La primera consiste en el análisis de información; la segunda contempla la verificación y obtención de datos en campo; y la tercera etapa enfocada en el procesamiento de información y análisis de resultados, la metodología general de trabajo se presenta en la Figura I.2.

Los productos obtenidos en el Atlas de Riesgos son mapas de peligro para cada uno de los fenómenos a los que se encuentra expuesto el municipio y mapas de vulnerabilidad de la población.

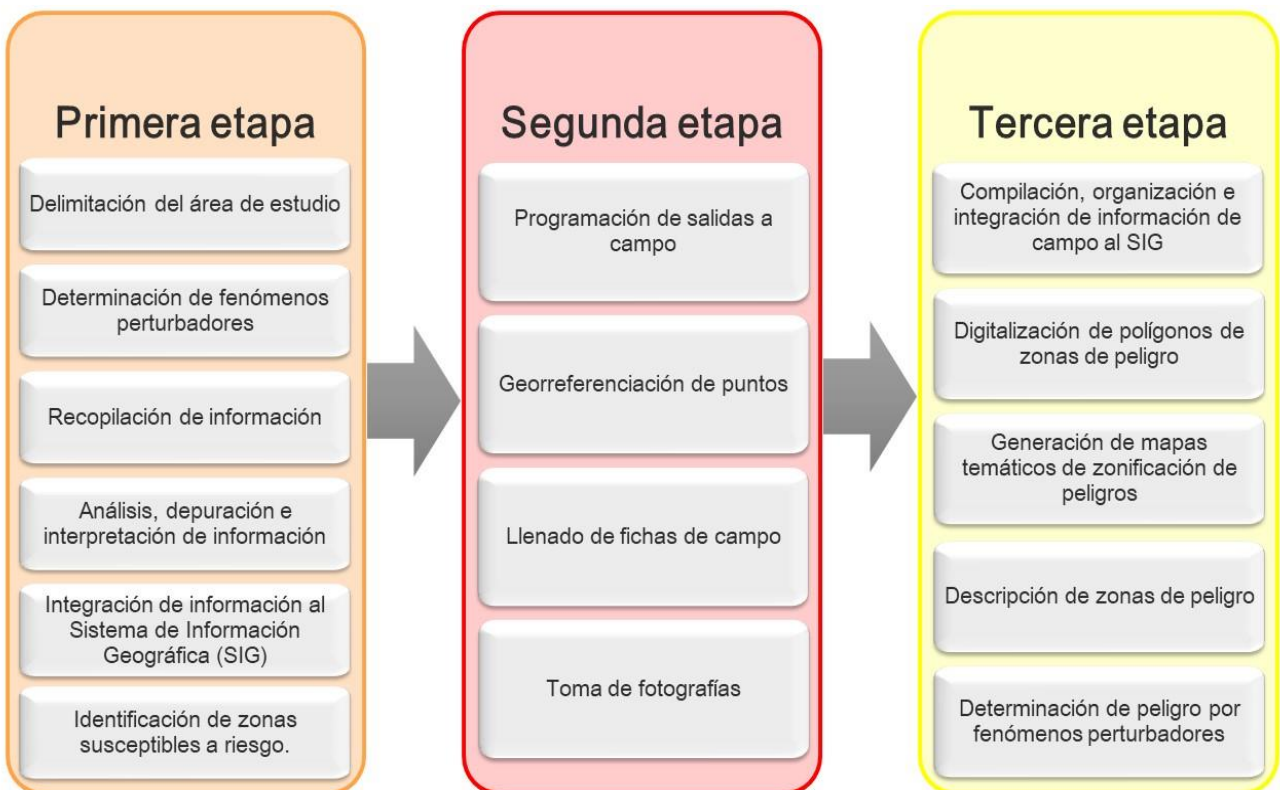


Figura I.2. Metodología general de trabajo.



I.2. Antecedentes.

El estado de Hidalgo a lo largo del tiempo se ha visto afectado por la presencia de diversos fenómenos naturales y antropogénicos, los cuales han ocasionado desastres a nivel económico y social, siendo los fenómenos naturales del tipo hidrometeorológico los principales y que recurrentemente llegan a causar daño, como son las sequías, heladas, lluvias extremas, inundaciones pluviales, entre otros.

El municipio de Tetepango no es ajeno a la presencia de estos fenómenos perturbadores, sin embargo, ninguno de ellos ha sido catastrófico, de acuerdo con datos históricos se han presentado dos declaratorias de emergencia las cuales se describen a continuación:

- Se tienen dos declaratorias de emergencia por la presencia de un fenómeno hidrometeorológico del tipo heladas en el municipio, registradas el 18 de diciembre del 2000 y 23 de octubre del 2007, de acuerdo con el sistema de consulta de declaratorias del CENAPRED.
- El 6 de septiembre del 2021, en Tetepango, vecinos de la zona que colinda con Ajacuba reportaron el desbordamiento de los jagüeyes en la zona, así como del canal, lo que causó que el agua fluyera hacia la carretera estatal que comunica a dichas demarcaciones (Villeda, 2021).

Mediante entrevistas con funcionarios y pobladores del municipio, mencionaron algunos sucesos que se han presentado en el municipio:

- La presencia de un ducto de PEMEX en los límites del municipio ocasiona constantes fugas y derrames por tomas clandestinas.
- En la cabecera municipal se han presentado inundaciones en la parte del centro, afectando viviendas y vialidades.
- Se han presentado granizadas, las cuales solamente han afectado algunas áreas de cultivo.
- Con respecto a los sismos, el municipio se encuentra en una zona con la presencia de sismos poco frecuentes; con respecto al terremoto de México de 1985, el terremoto de Guerrero de 2011, los terremotos de Guerrero-Oaxaca de 2012 y el terremoto de México de 2017, no se presentaron repercusiones en el municipio. Del 17 al 21 de mayo de 2010, se presentaron 22 sismos en la región de Actopan, que se sintieron levemente en el municipio.



I.3. Objetivos.

I.3.1. General.

Desarrollar el Atlas de Riesgo del Municipio de Tetepango, mediante identificación, diagnóstico y cuantificación de los peligros asociados a fenómenos perturbadores a los que se encuentra expuesto el municipio y que pueden afectar a la población y a la infraestructura, que sirva como una herramienta estratégica para la planeación y desarrollo, estableciendo medidas de prevención y mitigación que contribuyan a disminuir el riesgo de desastres dentro del municipio.

I.3.2. Específicos.

- Zonificar los peligros por fenómenos perturbadores en el municipio de acuerdo a su origen.
- Identificar y elaborar un inventario de vulnerabilidad de bienes expuestos e infraestructura estratégica, susceptible a ser dañados por fenómenos perturbadores dentro del municipio de Tetepango, Hidalgo.
- Generar y diseñar un sistema de información geográfica confiable, de fácil manejo y en formato digital de los peligros y riesgos ocasionados por fenómenos perturbadores.

I.4. Mapa Base.

I.4.1. Localización.

El municipio de Tetepango se localiza geográficamente entre las coordenadas 20°03' y 20°09' de latitud norte, 99°11' y 99°06' de longitud oeste, con una altitud entre 2,020 a 2,600 metros sobre el nivel del mar, ubicado en la región oriente de México y al sur del estado de Hidalgo, perteneciente a la región geográfica denominada como Valle del Mezquital.

Tetepango colindan al Norte con los municipios de Ajacuba y Mixquiahuala de Juárez, al este con Ajacuba, al sur con Ajacuba; y al oeste con Tlahuelilpan, Tlaxcoapan y Atitalaquia. El municipio de Tetepango cuenta con 12.3 km de carreteras estatales, que cruzan su territorio entre las que se encuentran la carretera estatal Tula – Pachuca vía Ajacuba que cruza el territorio de Este a Oeste en la parte Sur, así como la carretera Tlahuelilpan – San Agustín Tlaxiaca, la cual cruza de Sur a Norte el municipio y que comunica a las tres principales localidades del municipio Tetepango, Ulapa de Melchor Ocampo y Juandhó.



I.5. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica.

La cartográfica es la base para la representación de la información espacial del proyecto que comprende el diseño y elaboración de mapas temáticos. Sobre estos se definen los niveles de información y se construyen de acuerdo al tipo de elementos gráficos requeridos, así como a los datos vectoriales o ráster de diversos niveles de información, utilizando el formato "shapefile" (.shp) para los datos vectoriales y GeoTIFF (.tif) para la información en formato ráster.

Para el presente Atlas se toma como base la cartografía topográfica nacional de INEGI, a escala 1:50,000, carta topográfica F14C89 en la cual está comprendida la totalidad de la superficie del municipio.

La proyección cartográfica utilizada es el Sistema Geodésico Nacional ITRF2008 época 2008 asociado al elipsoide de referencia definido en el GRS80, de acuerdo a lo establecido por el INEGI en la Norma Técnica para el Sistema Geodésico Nacional.

Las escalas de representación cartográfica utilizadas para este trabajo se encuentran definidas por la superficie del municipio y de las áreas urbanas que lo integran, para el caso del nivel municipal la escala que se maneja es de 1:75,000 y para el caso nivel localidad 1:35,000, con lo que respecta al nivel estatal la escala que se emplea es 1:1,700,000. Cada una de estas escalas se utiliza en función al análisis del fenómeno perturbador, por lo cual se utilizaron diversas escalas a nivel localidad, municipal y estatal.

El presente trabajo se compone de un conjunto de información geoespacial de los fenómenos perturbadores, vulnerabilidades, riesgos y peligros a los que está expuesto el municipio. Toda esta información se encuentra ordenada y clasificada en un Sistema de Información Geográfica (SIG) con archivos en formato shapefile, ligados a bases de datos en formato *.dbf, así como archivos GeoTIFF *.tif, los cuales muestran las características y atributos de cada capa de información generada, considerando datos bibliográficos y la información recabada a partir de visitas de campo.

I.5.1. Mapa base a nivel estado.

Se elaboró una plantilla a nivel estatal para representar la información a nivel estatal, ya que existen fenómenos perturbadores que afectan de manera regional y que requieren ser mostrados a una mayor escala, por ello se representan a nivel estado a una escala de 1: 1,700,000, como se muestra en la Figura I.4.





Figura I.3.Localización.

ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.

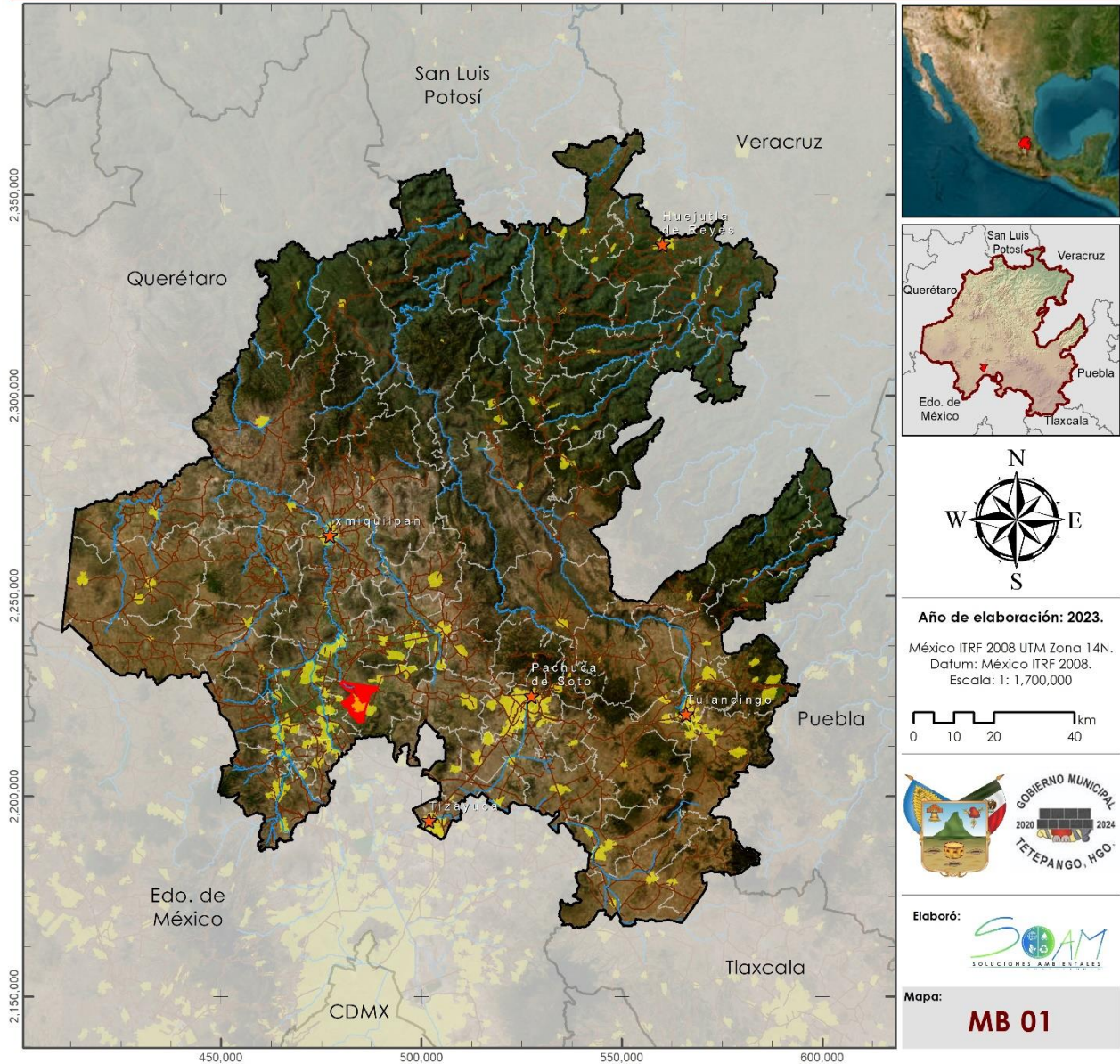
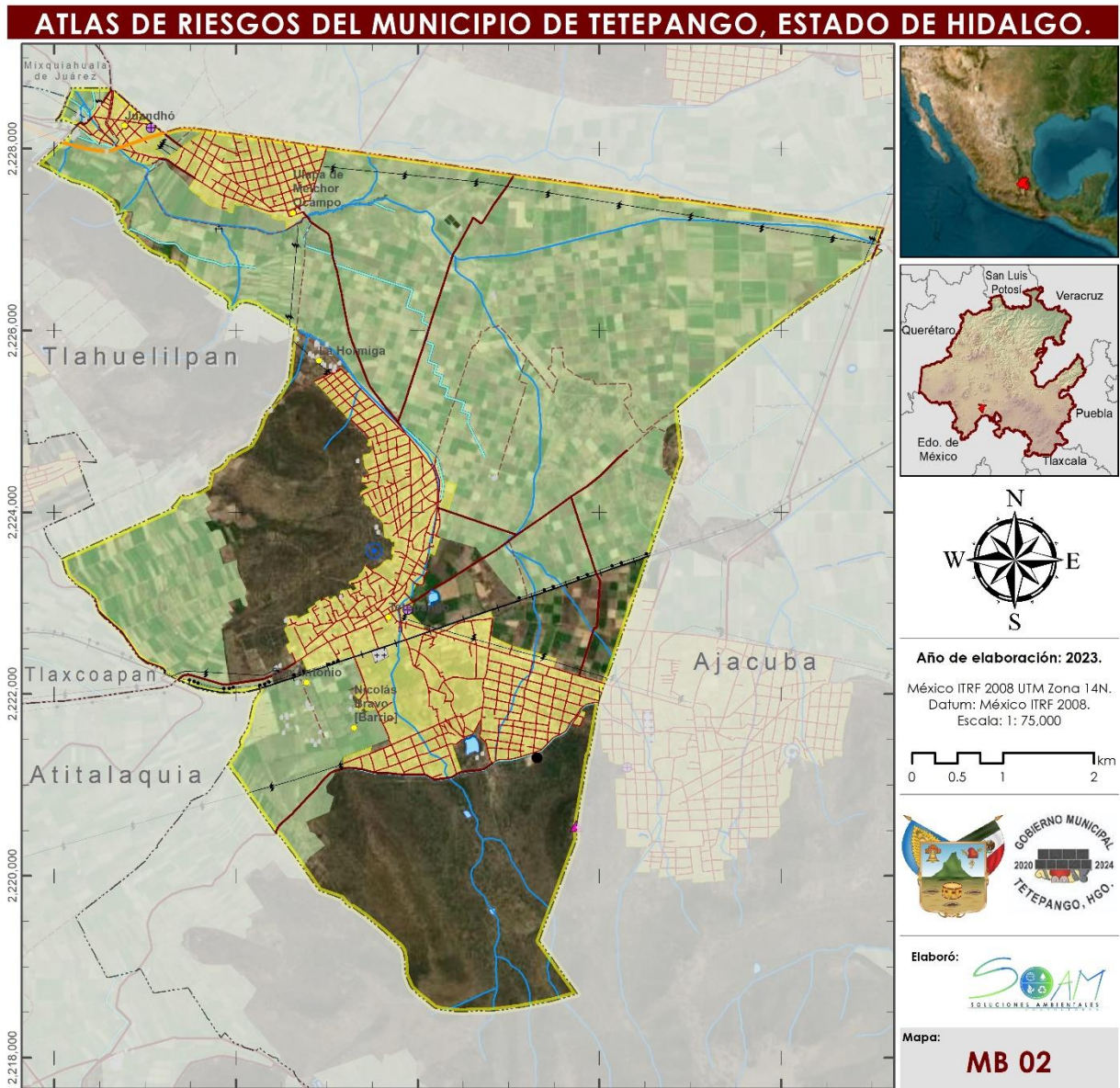


Figura I.4. Mapa Base Estatal.

1.5.2. Mapa base a nivel municipal.



Mapa Base Municipal

Simbología

Marco Geoestadístico.	Hidrología	Infraestructura	Uso de Suelo
Localidades	Corriente de agua	Casa	Zona Urbana
Municipios Aledaños	Canal	Cementerio rural	Área de cultivo
Límite Municipal	Cuerpo de Agua	Relleno sanitario	
		Instalación deportiva	
		Rasgo arqueológico	
		Tanque de	
		Bordo	
		Línea de comunicación	
		Línea de transmisión	
		Gasoducto	
		Carretera	
		Calle	
		Camino	
		Vía férrea	
		Cementerio	

Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Figura 1.5. Mapa base a nivel municipal.

1.5.3. Mapa base a nivel zona urbana.

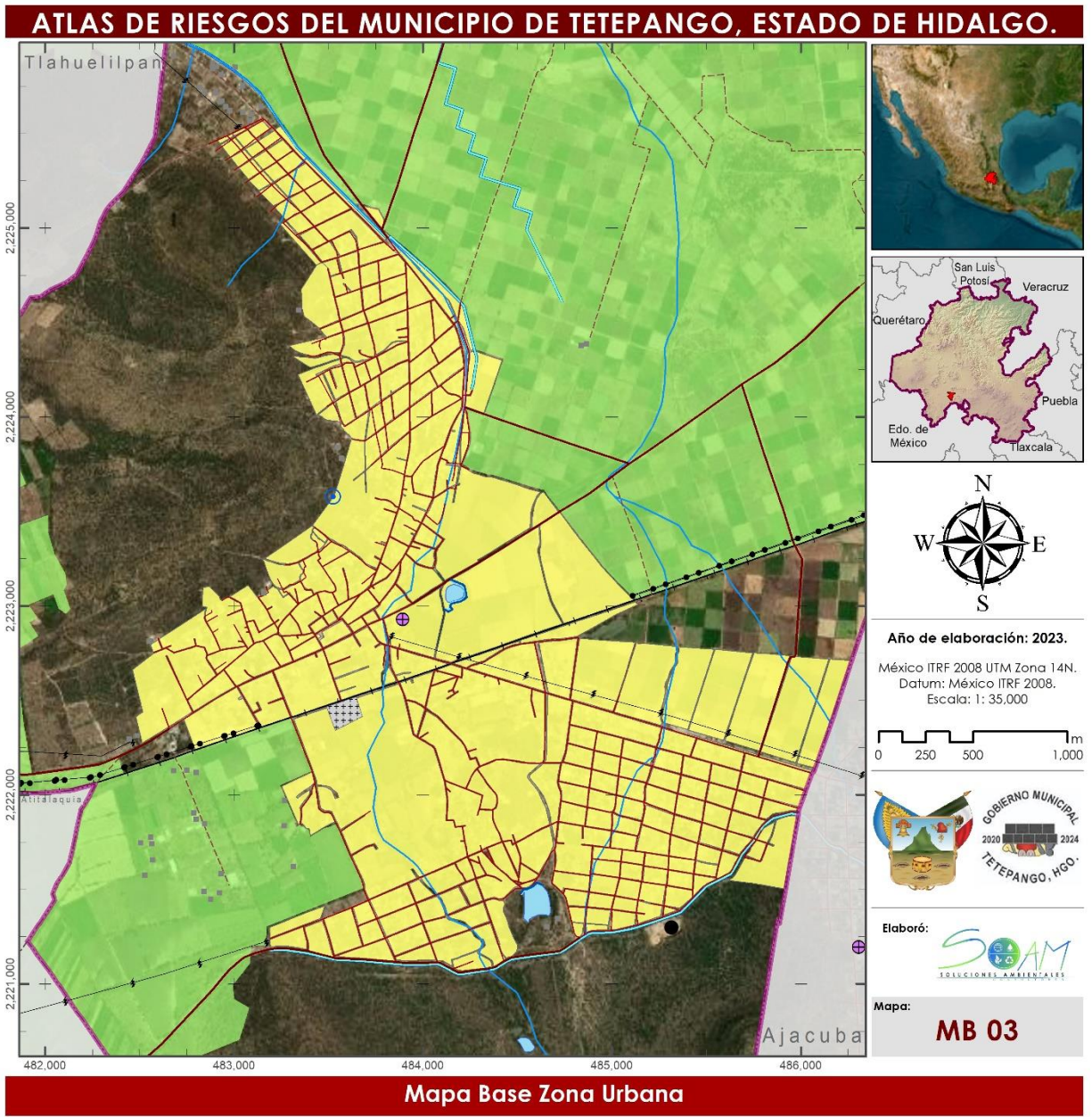
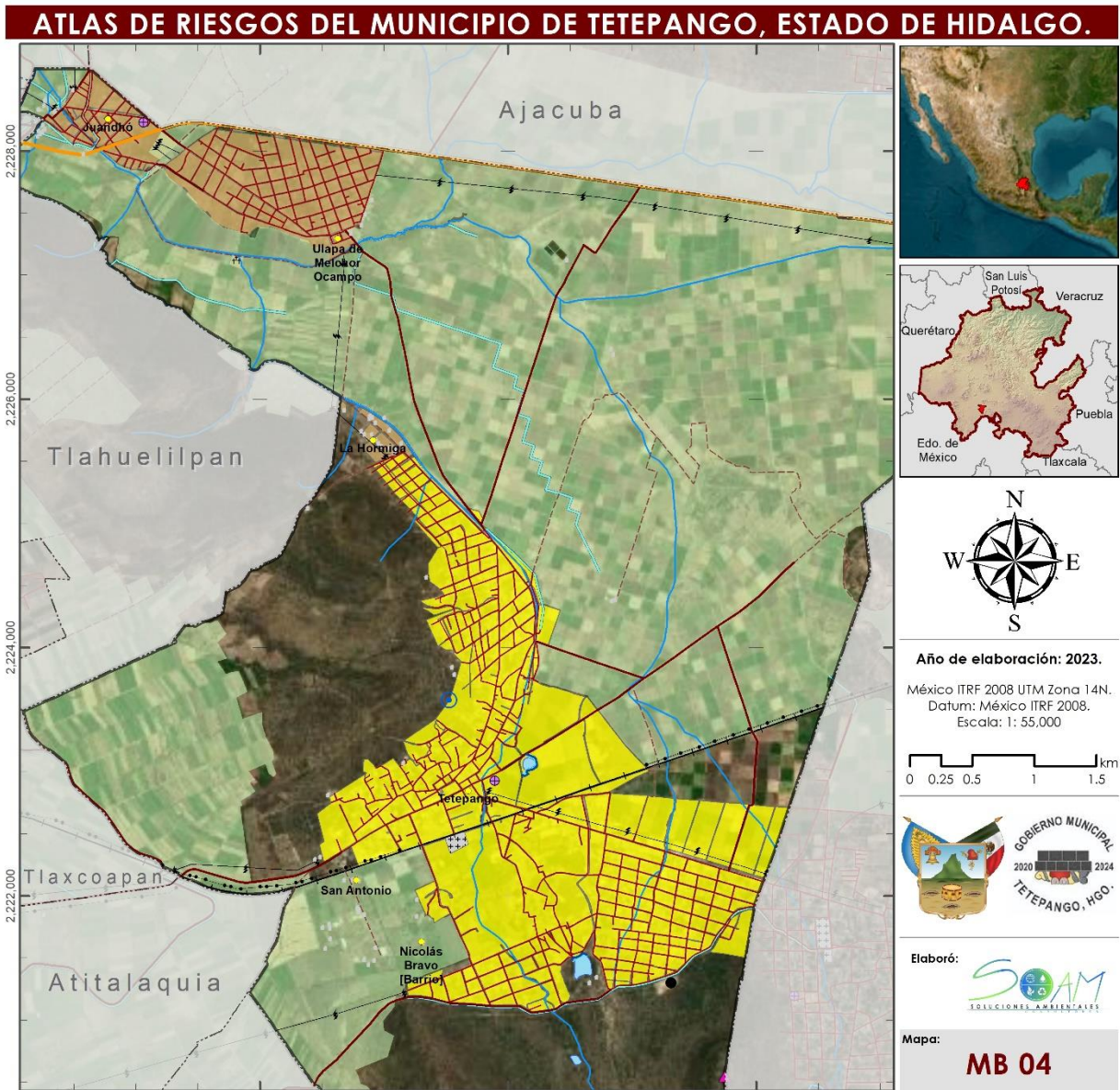


Figura I.6. Mapa base Zona Urbana.

1.5.4. Mapa base a nivel AGEB y manzana.



Mapa Base Manzanas AGEB

Simbología

Marco	Hidrología	Infraestructura	Uso de Suelo
<ul style="list-style-type: none"> Localidades Municipios Aledaños Límite Municipal 	<ul style="list-style-type: none"> Corriente de agua Canal Cuerpo de Agua 	<ul style="list-style-type: none"> Casa Cementerio rural Relleno sanitario Instalación deportiva Rasgo arqueológico Tanque de Bordo Línea de comunicación Línea de transmisión Gasoducto 	<ul style="list-style-type: none"> Área de cultivo
Manzanas AMBITO <ul style="list-style-type: none"> Rural Urbana 		<ul style="list-style-type: none"> Carretera Calle Camino Vía férrea Cementerio 	

Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Figura I.7. Mapa base a nivel centro poblacional.

I.6. Caracterización de los Elementos del Medio Natural.

I.6.1. Fisiografía.

México cuenta con una variedad de características topográficas, las cuales participan en las características climáticas, suelo y vegetación. Este está dividido en 15 regiones fisiográficas, conocidas como: Península de Baja California, Llanura Sonorense, Sierra Madre Occidental, Sierras y Llanuras del Norte, Sierra Madre Oriental, Grandes Llanuras de Norteamérica, Llanura Costera del Pacífico, Llanura Costera del Golfo Norte, Mesa del Centro, Eje Neovolcánico, Península de Yucatán, Sierra Madre del Sur, Llanura Costera del Golfo Sur, Sierras de Chiapas y Guatemala y Cordillera Centroamericana (INEGI, 2003).

El municipio de Tetepango Hidalgo se encuentra dentro de la provincia fisiográfica del Eje Volcánico la cual abarca parte de los estados de Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, México, Hidalgo, Colima, Puebla y Veracruz; así como todo el estado de Tlaxcala y el Distrito Federal, dentro de la subprovincia de llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo que se diferencia por la edificación de significativos espesores lávicos y piroclásticos característicos del mismo Eje Neovolcánico.(Figura I.8)

Esta región está integrada por grandes sierras volcánicas y coladas lávicas, conos dispersos o en enjambre, amplios escudo-volcanes de basalto y depósitos de arenas y cenizas, entre otras formaciones, que se encuentran dispersos entre llanuras. Incluye la cadena de grandes estratovolcanes (INEGI, 1992).

Se caracteriza como una enorme masa de rocas volcánicas de todos los tipos, acumulada en innumerables y sucesivas etapas, desde mediados del Terciario (unos 35 millones de años atrás) hasta el presente.



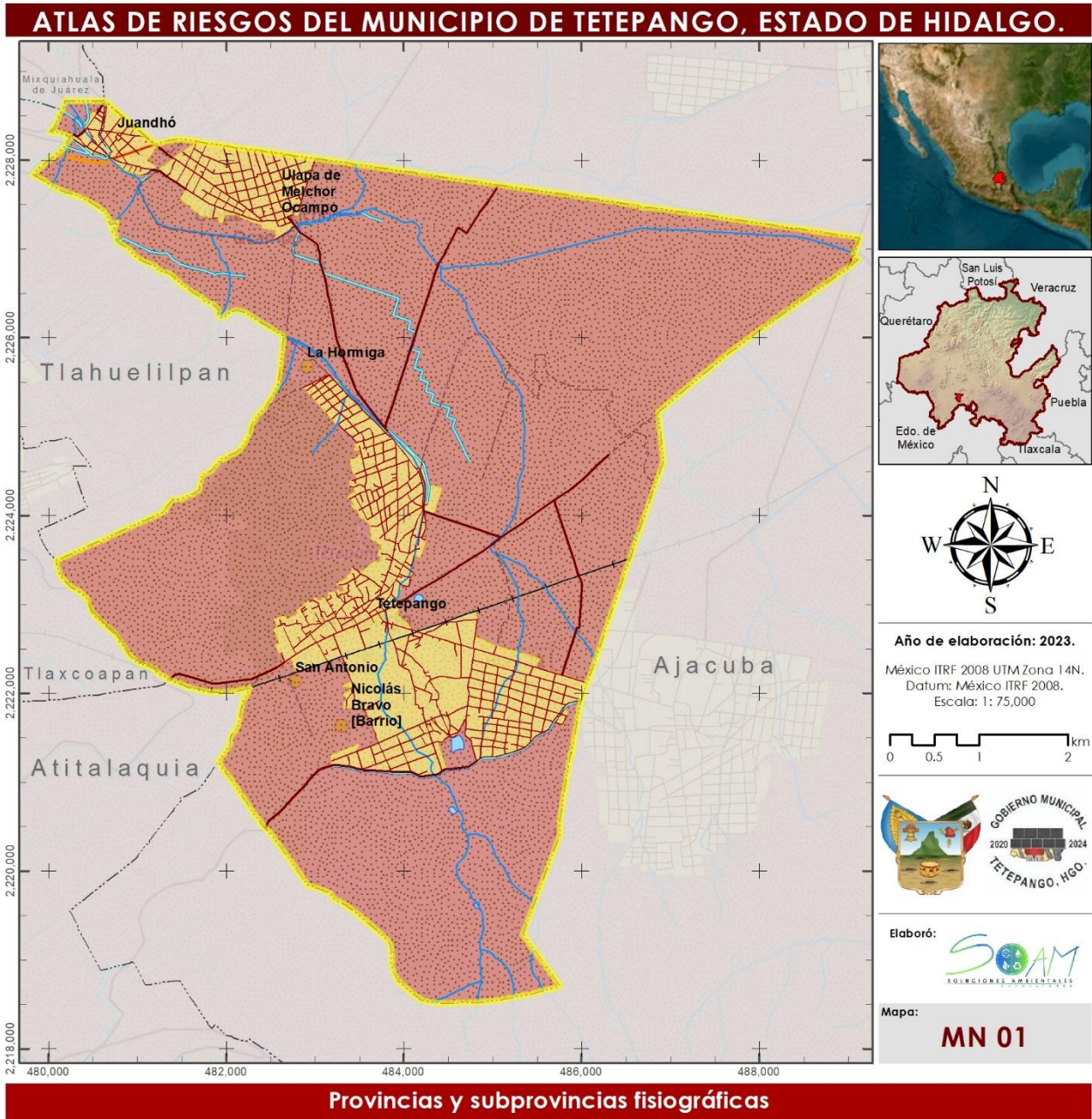


Figura I.8. Provincias y Subprovincias Fisiográficas.

1.6.2. Geomorfología.

La geomorfología es una ciencia natural que se encarga del estudio del relieve de la superficie terrestre. Las formas del relieve terrestres surgen por la interacción de las rocas sobre la superficie terrestre dando como resultado el relieve (Infante, 2000).

La geomorfología corresponde el estudio del relieve de la Tierra, que incluye las formas y estructuras de todas las dimensiones, desde continentes y cuencas oceánicas a estrías agregando los procesos que crean y modifican el relieve, como se trata de una disciplina geológico-geográfica es necesario incluir los términos geológicos principales relacionados con la constitución del relieve (minerales, rocas), con su construcción (estructuras), con su evolución en el tiempo y otros. El relieve se relaciona también con los elementos físico geográficos, como el suelo y el clima, principalmente. (Hubp, 2011).

El relieve va evolucionando en la dinámica del ciclo geográfico mediante una serie de procesos constructivos y destructivos, esta serie de procesos hacen que el relieve transite por diferentes etapas Los factores desencadenantes de los procesos geomorfológicos pueden categorizarse en cuatro grandes grupos. descritos en la Tabla I.1.

El municipio de Tetepango se encuentra rodeado por zonas de llanuras, mesetas y sierras (Figura I.9); de acuerdo a sus características, dentro de los límites municipales se encuentran las topoformas de sierra en la parte Sur del municipio; mientras que en la parte central y Norte se tiene llanura, en esta topoforma se ubican las tierras de cultivo y parte de las zonas urbanas del municipio.

Tabla I.1. Factores de los procesos geomorfológicos.

Factores geográficos	Factores bióticos	Factores geológicos	Factores antrópicos
Entre los que se consideran los factores abióticos, tales como el relieve, el suelo, el clima tanto la presión, temperatura, vientos y los cuerpos de agua.	El efecto de los factores bióticos sobre el relieve suele oponerse a los procesos del modelado, especialmente considerando la vegetación, sin embargo, existen animales que colaboran con el proceso erosivo.	Ejemplo de esto es la tectónica, el diastrofismo, la orogénesis y el vulcanismo, son procesos constructivos y de origen endógeno que se oponen e interrumpen el ciclo geográfico.	La acción del hombre sobre el relieve es muy variable, dependiendo de la actividad que se realice, pudiendo incidir a favor o en contra de los procesos erosivos.

Fuente: Elaboración propia con base en SEDATU, 2015.



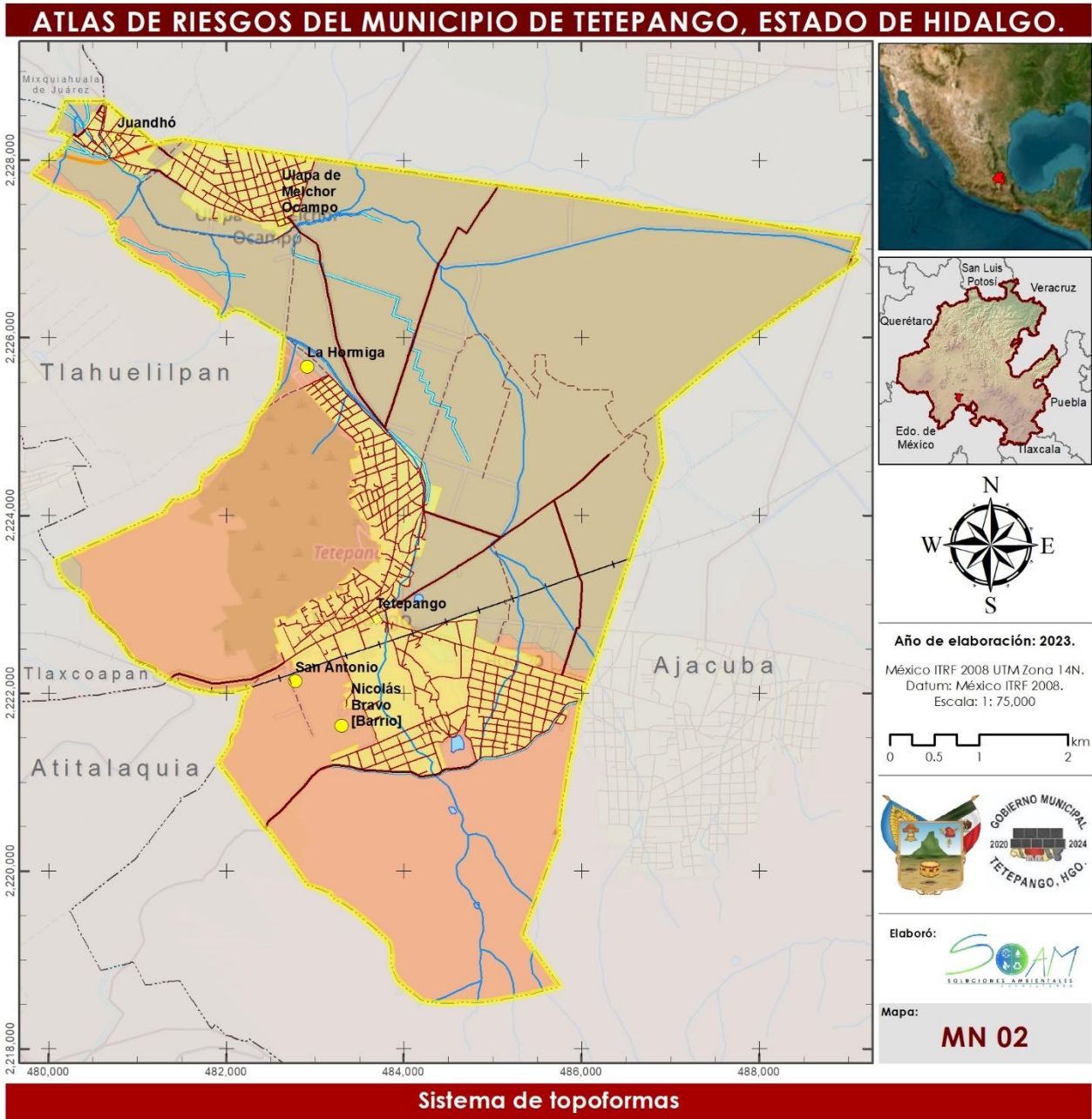


Figura I.9. Sistema de Topoformas.

Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.

Carta Topográfica FI4C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

1.6.3. Geología.

La geología se define como la ciencia de la tierra que tiene por objeto entender la evolución del planeta y sus habitantes, mediante el análisis de las rocas. La geología física se encarga de estudiar los materiales que componen la tierra buscando comprender los procesos que actúan en la por debajo y en la superficie terrestre por otro lado la geología histórica trata de comprender el origen de la tierra y su evolución por el paso del tiempo (Tarbuck, Lutgens, & Tasa, 2005).

La superficie del proyecto se encuentra cubierta en un 77.39% por suelos lacustres, los cuales se ubican en la planicie y parte de la sierra al sur del municipio; 12.02% de la superficie del municipio se afloran basaltos, ubicados en la sierra Oeste del municipio; también encontramos rocas de la Formación San Cristóbal que cubren el 6.52% del territorio, aflorando en la parte de la Sierra al Sur del municipio y por último solo el 4.07% de la superficie del municipio encontramos aluviones, en la planicie al Oeste del municipio (Figura 1.11).

Tabla 1.2. Tabla con porcentaje de los tipos de rocas que afloran en la superficie del Municipio.

Características	Descripción	Superficie %
Geología	Lacustre (TplQpt Ia)	77.39 %
	Basalto (TplQpt B)	12.02 %
	Aluvión (Qho al)	6.52 %
	Fm San Cristóbal (Tpl A-B)	4.07 %

Fuente: Elaboración propia con base en carta geológica F14-11 del SGM, 1997.

1. Marco Geológico.

1.1. Lacustres.

El proyecto se ubica sobre un suelo lacustre, este tipo de suelos fueron formados por depósitos lacustres (Arellano, Vachard, Yussim, & Flores de, 1998), de manera general las características de estos suelos son:

- Litologías: areniscas, arcillas de grano fino, calizas y evaporitas.
- Mineralogía: variable, pero en su mayoría son de granulometría fina.
- Textura: arenas moderadamente bien clasificadas
- Geometría de la cama: a menudo muy delgada.
- Estructuras sedimentarias: laminación muy fina y paralela.
- Paleo corrientes: pocos de significado paleo ambiental; fósiles de algas y moluscos de microbios.
- Color: variable, pero puede ser de color gris oscuro en la profundidad del lago y más amarillas o blancas en las orillas o bordes del lago.
- Asociaciones de facies: comúnmente ocurren con depósitos fluviales, evaporitas y asociado con facies eólicas.



Estos sedimentos lacustres, representa el relleno de valles y cuencas lacustres cerradas por corrientes fluviales que transportaron materiales producto de la erosión y formaron grandes abanicos aluviales, así como acumulaciones fluvio-lacustres acompañadas por intensa actividad ígnea. La unidad es de carácter semipermeable y permeable.

Lacustre (Ia). Es un suelo integrado por depósitos recientes que ocurre en lagos. Generalmente está formado por arcillas y sales.

1.2. Basalto.

Rocas volcánicas más comunes en el planeta de color oscuro, negro o gris, grano fino y compuesta principalmente de minerales con abundancia de plagioclasa y piroxeno.

Se forma como una roca extrusiva, como un flujo de lava, pero también puede formarse en pequeños cuerpos intrusivos, como diques. Tiene una composición similar al gabro a diferencia de que el basalto es una roca de grano fino, mientras que el gabro es una roca de grano grueso además de que el basalto se produce sobre la superficie terrestre o próxima a ella mientras que el gabro lo hace en profundidad.

1.3. Formación San Cristóbal (Tpl A-B).

Su nombre fue propuesto por Geyne (1963) y proviene del cerro San Cristóbal, ubicado al Norte de la ciudad de Pachuca. Es una unidad representada por basaltos de olivino y andesitas con estructura compacta y vesicular, en derrames densos de composición variable, intercalados con brechas, con tonos de intemperismo color rojo oscuro y pardo. Su espesor es muy variable pero no excede los 400 m.

Yace discordantemente sobre las unidades terciarias anteriores, al NE del distrito minero Pachuca-Real del Monte. Se interdigita con la Riolita Navajas y con la Formación Atotonilco el Grande. Sus afloramientos se restringen a la porción Norte del área, dentro de las fronteras del acuífero al SW de la ciudad de Pachuca, en la vecindad de la población de Acayuca, donde están representados por depósito piroclásticos de composición basáltica permeables.

1.4. Aluvión.

Corresponde a sedimentos aluviales y fluviales, constituidos por arenas arcillas y gravas acumuladas sobre la superficie actual del valle y a lo largo del lecho y márgenes de ríos y arroyos. En afloramientos y cortes de pozos, se le han medido espesores de 1 a 10 metros. En la parte superficial se ha desarrollado una capa de suelo residual, constituida por la agricultura intensiva que se ha desarrollado, con abundante materia orgánica. Tiene un espesor de 20 a 150 centímetros.



2. Estratigrafía.

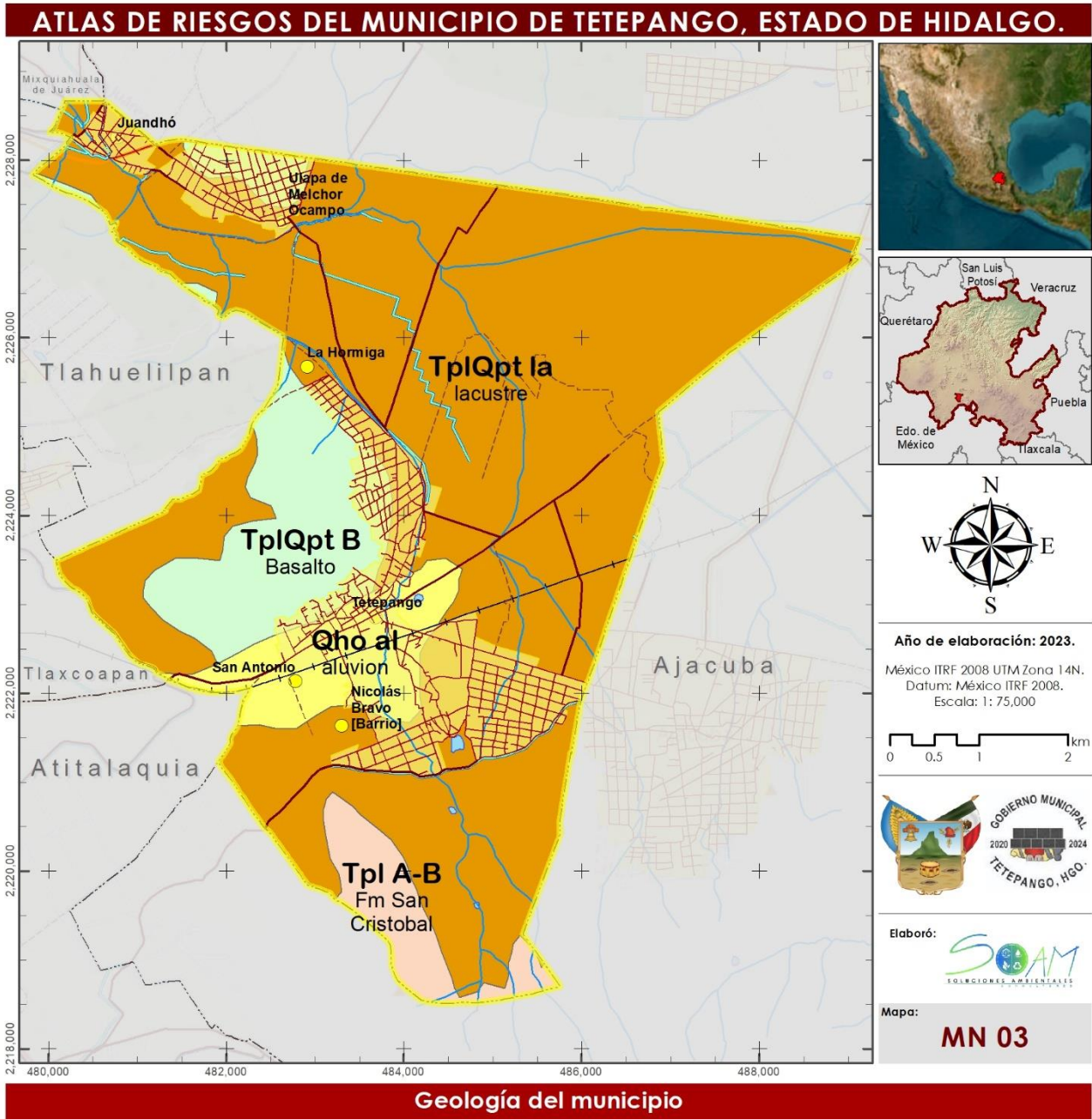
Geológicamente, en el municipio de Tetepango prevalecen los depósitos lacustres, los cuales en su mayoría son utilizados para el desarrollo de actividades agrícolas, al sur del municipio se tiene la presencia de la formación San Cristóbal, la cual son rocas de origen ígneo extrusivo originadas en la era Cenozoico en el periodo terciario, en la época del plioceno. Tanto los basaltos como los depósitos aluviales y Lacustres son del periodo cuaternario, de las épocas del pleistoceno y reciente.

El municipio de Tetepango no cuenta con rasgos geológicos como fallas, fracturas o hundimientos, existentes desprendimientos de bloques en las zonas donde afloran los basaltos, estos desprendimientos son de origen natural.

ERA	PERIODO	EPOCA	SIGLAS EN MAPA	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	LITOLOGIA		
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	Qal			Depositos Aluviales		
		PLEISTOCENO	Qb			Basalto y Andesita		
	TERCIARIO	PLIOCENO	Tv	Tarango	Atotonilco	77777	Arena Basalto	
					San Cristobal	77777	Toba Andesita	
					Tezuantla	VVVVV	Basalto Andesita	
					Zumate	>>>>	Toba Arena	
					Don Guiño	<<<< >>>> <>>>	Toba Riolitica	
		OLIGOCENO	Tm	Grupo Pachuca	Las Espinas		Dacitica	Basaltos Andesitas Riolitas Lahares Brechas Dacitas
							Andesita	
	SUPERIOR	Ks			Grupo El Marro		Conglomerado Polimictico	
					Formación Chicontepec		Areniscas, Lutitas y Marga	
					Formación Mendez		Lutitas Calcareas	
				Formación San Felipe		Caliza Margosa		
				Formación Agua Nuevo		Caliza - Lutita		
			Formación Mezcala		Roca Calcareo - Arcilloso			
			Formación Soyatal		Lutitas			

Figura I.10. Columna geológica generalizada del Estado de Hidalgo (SGM).





Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.

Carta Topográfica FI 4C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura I.11. Geología del Municipio de Tetepango.

1.6.4. Edafología.

La edafología estudia el suelo desde todos los puntos de vista: morfología, composición, propiedades, formación y evolución, taxonomía y distribución, utilidad, recuperación y conservación (Morales, y otros, 2011).

La superficie del municipio se encuentra principalmente cubierta por suelos de tipo vertisol pélico, los cuales abarcan la parte centro y norte, con una superficie del 45.04% y de tipo litosol con un 44.56% al Sur y al Este; estos son los suelos más abundantes y representativos, juntos cubren el 89.6 % del total de la superficie del municipio. Además, también se encuentran en menor proporción suelos del tipo rendzina (7.04%) y Feozem háplico (3.37%).

Tabla 1.3. Porcentaje de superficie que cubren los tipos de suelo aflorantes en el municipio

Características	Descripción	Superficie %
Edafología	Vertisol Pélico	45.04 %
	Litosol	44.56 %
	Rendzina	7.04 %
	Feozem Háplico	3.37 %

Fuente: Elaboración propia con información de Casta edafológica del INEGI serie II.

1. Vertisol pélico.

Los Vertisoles son suelos de climas semiáridos a subhúmedos y de tipo mediterráneo, con marcada estacionalidad de sequía y lluvias. La vegetación natural que se desarrolla en ellos incluye sabanas, pastizales y matorrales. Se pueden encontrar en los lechos lacustres, en las riberas de los ríos o en sitios con inundaciones periódicas. Se caracterizan por su alto contenido de arcillas que se expanden con la humedad y se contraen con la sequía, lo que puede ocasionar grietas en esta última temporada. Esta propiedad hace que, aunque son muy fértiles, también sean difíciles de trabajar debido a su dureza durante el estiaje (INEGI, 2004).

2. Litosol.

Los Litosoles, del griego Lithos, piedra. Actualmente representan suelos con menos de 25 cm de espesor o con más de 80% de su volumen ocupado por piedras o gravas. Son muy susceptibles a la erosión. Se localizan generalmente en las zonas montañosas con más de 40% de pendiente. Los tipos de vegetación más relacionados con los afloramientos rocosos son el matorral desértico rosetófilo, la selva baja caducifolia y el bosque de encino. El uso principal de este suelo es para agostadero (INEGI, 2015).



3. Rendzina.

El nombre de Rendzina viene del polaco rzedzic, que significa ruido. Hace referencia a suelos someros que producen ruido con el arado por su pedregosidad. Estos suelos se presentan en climas semiáridos, tropicales o templados. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal; son suelos moderadamente susceptibles a la erosión.

4. Feozem Háptico.

Este tipo de suelos se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas. Es el cuarto tipo de suelo más abundante en México; se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los Chernozems y los Castañozems, pero sin presentar las capas ricas en cal con las que cuentan estos dos tipos de suelos.

Los Feozems son de profundidad muy variable. Cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal, para el cultivo de granos, legumbres u hortalizas, con rendimientos altos. Los Feozems menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con más facilidad, sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables. El uso óptimo de estos suelos depende en muchas ocasiones de otras características del terreno y sobre todo de la disponibilidad de agua para riego (INEGI, 2004).



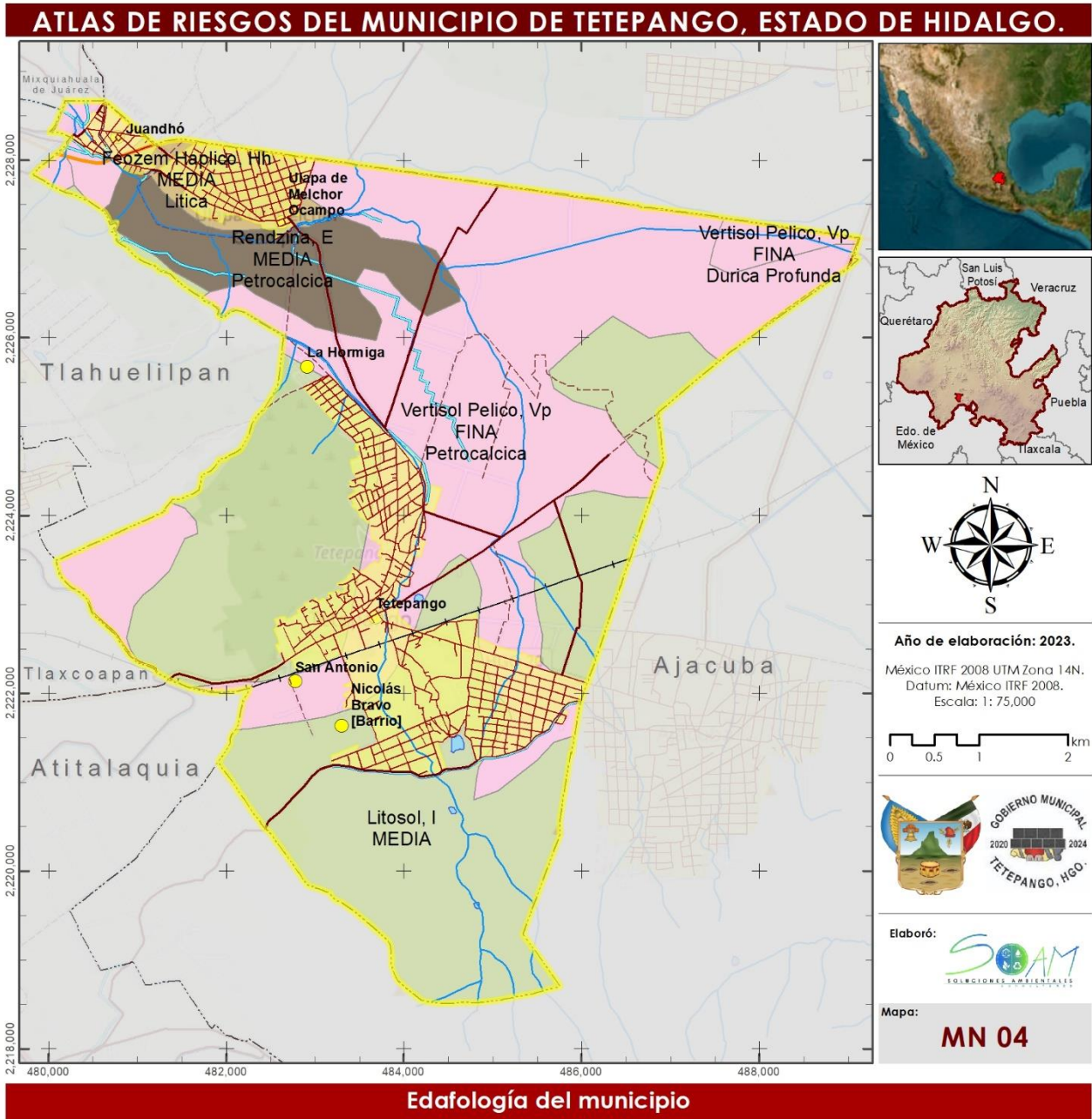


Figura I.12. Edafología del Municipio de Tetepango Hgo.

I.6.5. Hidrografía.

1. Hidrología superficial.

1.1. Corrientes superficiales.

En el municipio de Tetepango hay tres corrientes de agua superficial principales, dos de ellas drenan el agua del municipio con dirección Norte a Sur, son del tipo intermitente, mientras que la tercera se ubica en la parte Norte del municipio, tiene un flujo de Este a Oeste y recibe el agua de las otros dos corrientes superficiales, todas las corrientes son del tipo intermitente y solo presentan un flujo de agua constante en la época de lluvia.

Además, dentro del municipio se ubican canales de riego que cruzan las parcelas de cultivo; de igual forma se tiene en la parte Sur del municipio el canal denominado principal Ajacuba, el cual conduce parte de las aguas residuales de la Ciudad de México que son enviadas al Valle del Mezquital, las cuales llegan a través del río Salado, el canal se encarga de proporcionar agua al distrito de riego 112 Ajacuba.

1.2. Cuerpos de agua.

Los cuerpos de agua dentro del límite municipal de Tetepango, son cuatro del tipo intermitente, dos ubicados en la sierra al Sur del municipio donde captan los escurrimientos superficiales y funcionan como presas rompe picos, regulando las avenidas; los otros dos se ubican en la planicie del municipio y son utilizados para almacenamiento de agua para las actividades agrícolas.

1.3. Cuencas y Subcuencas.

El municipio de Tetepango se localiza en la región hidrológica RH26 Panuco la cual es una de las regiones hidrológicas más importantes de la república mexicana pues el volumen de sus corrientes superficiales se sitúa dentro de las cinco más grandes de país. De igual manera Tetepango se localiza dentro de la cuenca Rio Moctezuma, el municipio se ubica entre dos sub cuencas, el 85.75% del territorio se ubica dentro de la subcuenca del Rio Tula, mientras que el 25.15% se ubica dentro de la subcuenca del Rio Salado (INEGI, 2010; CONAGUA, SINA, 2019 - 2020).

El territorio del municipio se encuentra dividido en 4 microcuencas, tres de estas se ubican dentro de la subcuenca del río Tula, mientras que la otra corresponde a la subcuenca del río Salado.

La micro cuenca 1 cubre el 49.65% de la superficie del municipio, presentando un flujo de Sur a Norte; le sigue la micro cuenca 2 que cubriendo el 20.48% de la superficie, presenta un flujo de Sur a Norte; la microcuenca 4 recibe la

descarga de ambas subcuencas y su flujo es de Este a Oeste. Por su parte la microcuenca 3 pertenece a la subcuenca del río salado, se ubica al Oeste del municipio, con un flujo de Este a Oeste.

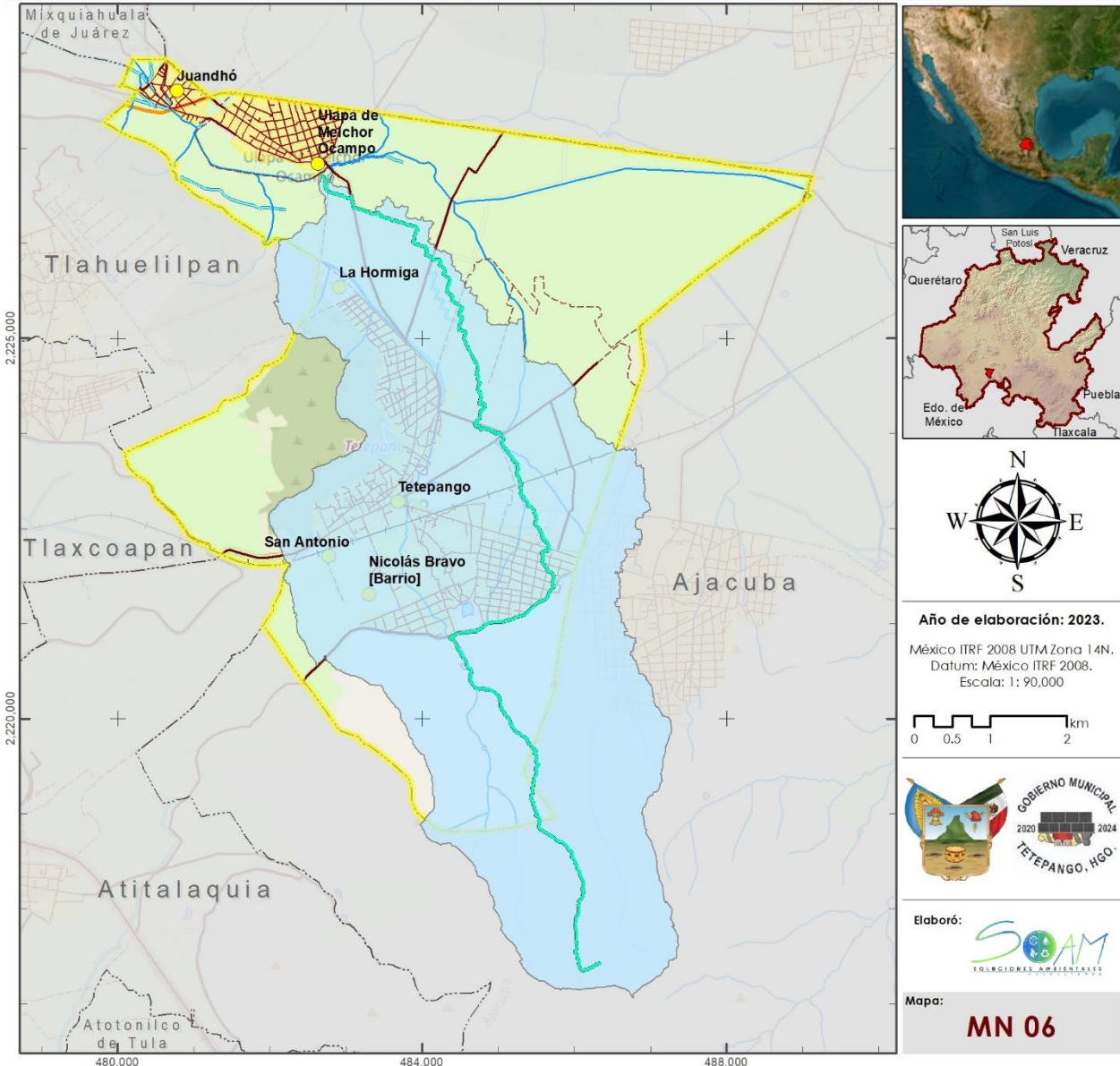
Tabla I.4. Superficie de microcuencas y porcentaje de superficie del municipio.

Características	Cuenca	Subcuenca	Micro cuenca	Superficie (ha)	% superficie del municipio
Hidrología	Río Moctezuma	Río Tula	1	3,258.86	49.65%
			2	7,364.37	20.48%
			4	19,991.03	15.82%
		Río Salado	3	4,045.64	14.04%

Fuente: Elaboración propia.



ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Localización de la microcuenca 1

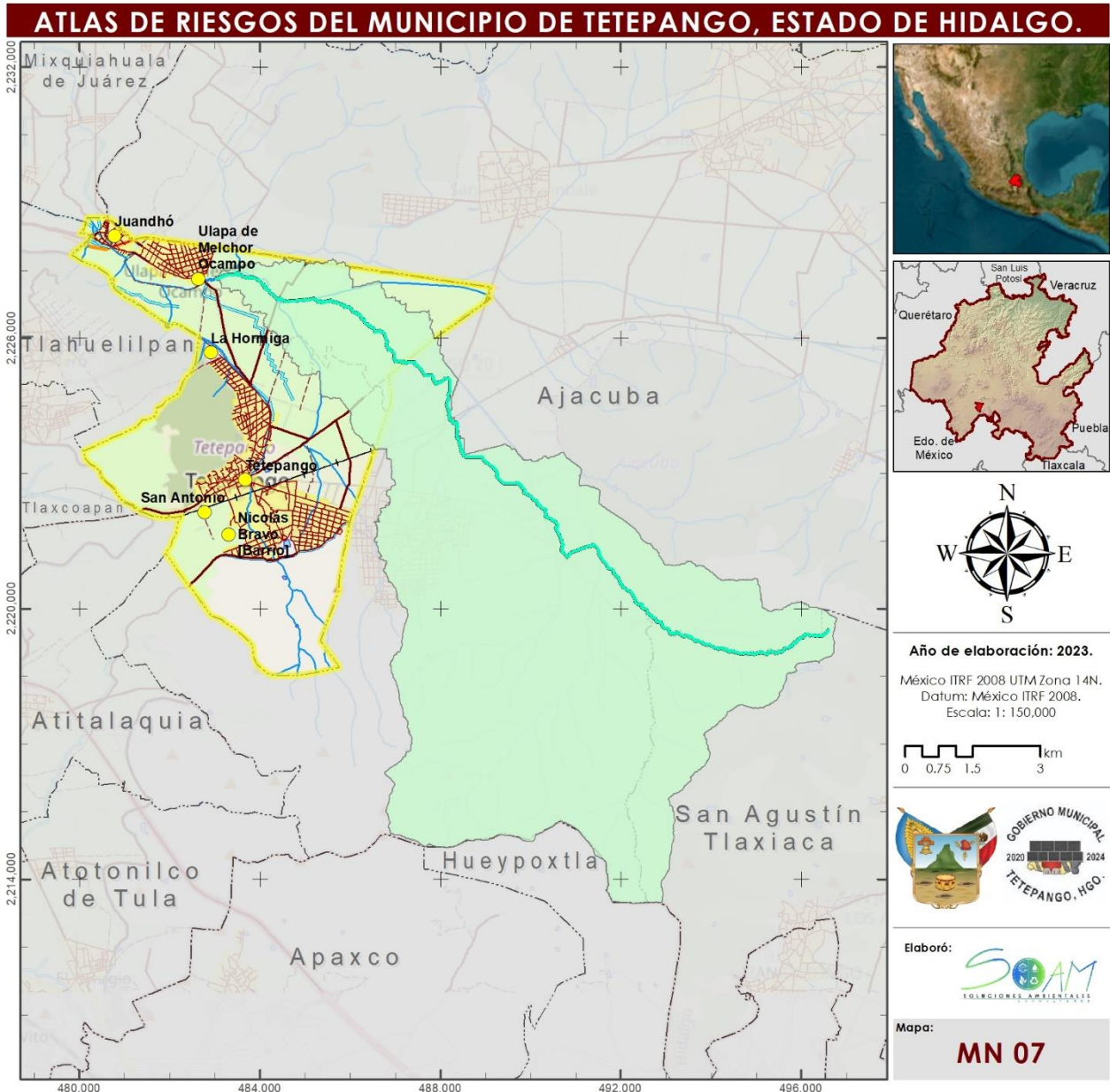
Marco Geoestadístico.		Hidrología		Infraestructura		Simbología	
	Límite Municipal		Cauce Principal 1		Carretera		Zona Urbana
	Municipios Aledaños		Microcuenca 1		Calle		Área de cultivo
	Estado de Hidalgo		Corriente de agua		Camino		
	Localidades		Canal		Vía ferrea		
			Cuerpo de Agua		Casoducto		

Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
MDE, 1:50,000

Carta Topográfica FI 4C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura I.13 Mapa De Subcuenca 1.



Localización de la microcuena 2

Marco Geoestadístico.	Hidrología	Infraestructura	Simbología
Límite Municipal	Cauce Principal 2	Carretera	Zona Urbana
Municipios Aledaños	Microcuena 2	Calle	Área de cultivo
Estado de Hidalgo	Corriente de agua	Camino	
Localidades	Canal	Vía ferrea	
	Cuerpo de Agua	Gasoducto	

Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
MDE, 1:50,000

Carta Topográfica FI 4C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura I.14 Mapa De Subcuena 2.

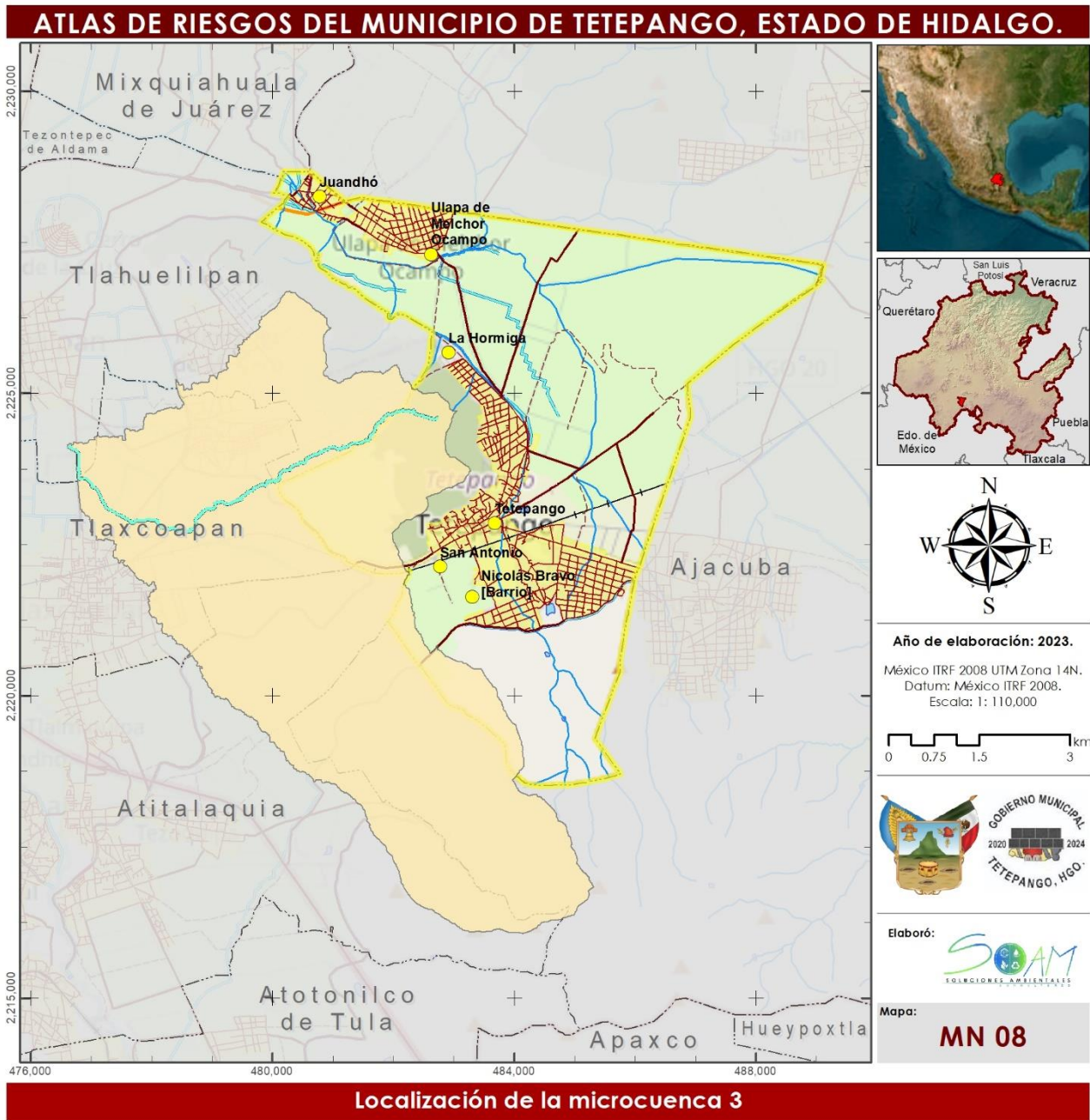
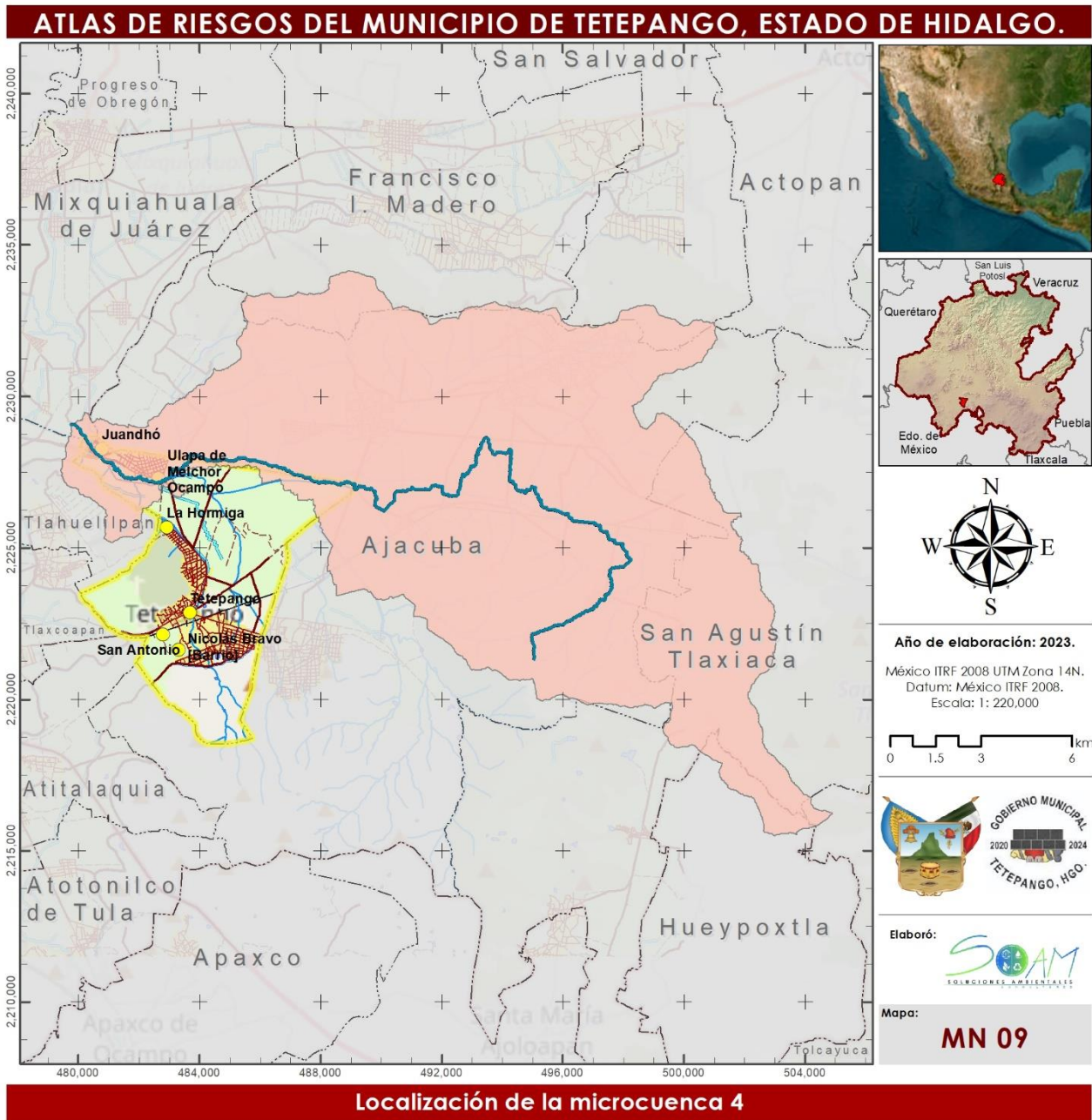


Figura I.15 Mapa De Subcuenca 3.



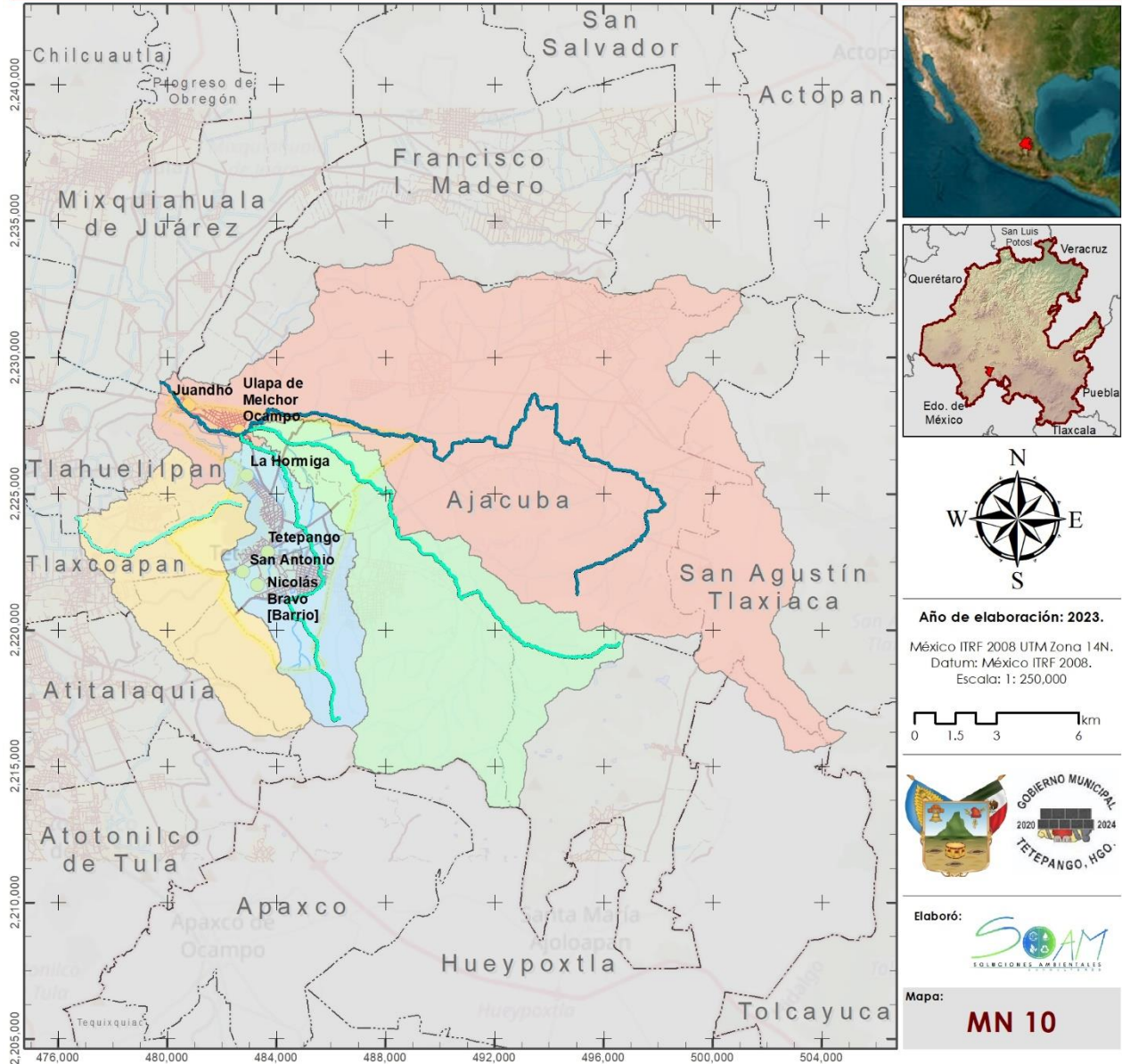
Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
MDE, 1:50,000

Carta Topográfica FI 4C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura I.16 Mapa De Subcuenca 4.

ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Localización de las microcuencas

Marco Geoestadístico.		Hidrología		Infraestructura		Uso de Suelo	
	Límite Municipal		Cauce Principal 1		Carretera		Zona Urbana
	Municipios Aledaños		Cauce Principal 2		Calle		Área de cultivo
	Estado de Hidalgo		Cauce Principal 3		Camino		
	Localidades		Cauce Principal 4		Vía férrea		
			Microcuenca 1		Gasoducto		
			Microcuenca 2				
			Microcuenca 3				
			Microcuenca 4				
			Corrente de agua				
			Canal				
			Cuerpo de Agua				

Fuentes:
 Marco Geoestadístico del INEGI, 2022. MDE, 1:50,000.
 Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.
 © OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA. Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura I.17 Mapa de Microcuencas.

2. Hidrología subterránea.

En lo referente al agua subterránea el municipio de Tetepango se ubica dentro del límite geográfico de dos acuíferos, Ajacuba y Valle del Mezquital (Figura I.18).

2.1. Acuífero Valle del Mezquital.

El acuífero del Valle del Mezquital cubre el 56.32% de la superficie del municipio, el acuífero cuenta con una superficie aproximada de 2,714 km², está constituido por una alternancia de piroclásticos, lavas y sedimentos lacustres conocidos como Formación Tarango del Terciario. Se encuentran cubiertos por una delgada capa de aluviones del Cuaternario. Las sierras que bordean el valle, están formadas por rocas volcánicas principalmente lavas y en menor proporción tobas del Terciario. La Sierra al norte del Valle del Mezquital y algunos puntos de Bomintzhá, están constituidos por sedimentos marinos calcáreos del Cretácico.

Además, se presentan dos horizontes acuíferos, uno somero y otro profundo. El acuífero somero presenta un nivel estático de 10 metros, mientras que el nivel estático del acuífero profundo se ubica 40 metros por debajo del acuífero somero. Los 2 horizontes acuíferos en algunos sitios pueden estar interconectados, en otros aislados. El aspecto más importante es que la contaminación directa por el agua de los canales afecta principalmente al acuífero somero y en menor proporción al horizonte profundo. (CEAA & Lesser, 2010).

El acuífero presenta una recarga de 515 hm³/año, con una descarga natural comprometida de 293 hm³/año y un volumen de agua concesionado de acuerdo con el registro público de derechos de agua de 184.426 hm³/año; por lo cual la disponibilidad media anual del acuífero es de 37.574 hm³/año, colocándolo en una situación de subexplotación.

2.2. Acuífero de Ajacuba.

El acuífero Ajacuba representa el 43.68% de la superficie del municipio, se localiza en la porción sur del Estado de Hidalgo, cubriendo una superficie de 270.67 km². Debido a que la región presenta pequeños valles, el acuífero no tiene continuidad lateral, pues queda separado por una elevación topográfica. Los valles se encuentran cubiertos por materiales granulares intercalados con productos volcánicos de permeabilidad variada.

En lo referente a los niveles del agua subterránea, debido a la heterogeneidad de los materiales, se detectaron dos horizontes saturados con diferentes niveles piezométricos, uno somero con valores de profundidad al nivel estático



entre 10 y 20 metros y otro profundo con niveles estáticos entre 80 y 180 metros de profundidad.

La porción inferior del acuífero está conformada por materiales volcánicos, principalmente basaltos, tobas y andesitas, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento. Las fronteras que representan barreras al flujo subterráneo, así como el basamento hidrogeológico del acuífero, están representadas por las mismas rocas volcánicas al desaparecer el fracturamiento a profundidad.

La recarga del acuífero se da por la infiltración del agua de lluvia que ingresa verticalmente a las capas saturadas del subsuelo y por la entrada por flujo de aguas subterráneas que provienen de otras zonas fuera del valle; existe la recarga incidental procedente del retorno de las aguas al acuífero producto del exceso de agua con la que se riegan los campos de cultivo, a base de inundación de canales y parcelas, y un mínimo por las fugas en las redes de distribución de agua potable.

Las descargas del acuífero ocurren a través de la extracción por bombeo, evapotranspiración en las zonas donde los niveles saturados del acuífero se encuentran someros y por flujo subterráneo hacia el acuífero vecino Valle del Mezquital. Se calculó la extracción del agua subterránea a partir de los datos del censo de aprovechamientos para el acuífero Ajacuba, la cual ascendió a 5.104 millones de metros cúbicos por año.

Tabla I.5. Superficie del municipio de Tetepango por acuífero.

Características	Acuífero	Superficie (ha)	Porcentaje
Agua Subterránea	Ajacuba	1,961.04	43.68%
	Valle del Mezquital	2,528.80	56.32%

Fuente: Elaboración Propia con información de CONAGUA, 2022.

Tabla I.6. Disponibilidad de agua subterránea por acuífero.

Acuífero	Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea	Descarga Natural Comprometida	Recarga Media Anua	Volumen de Extracción
	Millones de m ³ / año			
Ajacuba	4.996	15.600	25.700	5.104
Valle del Mezquital	37.574	293.000	515.000	184.426

Fuente: Elaboración Propia con información de CONAGUA, 2022.



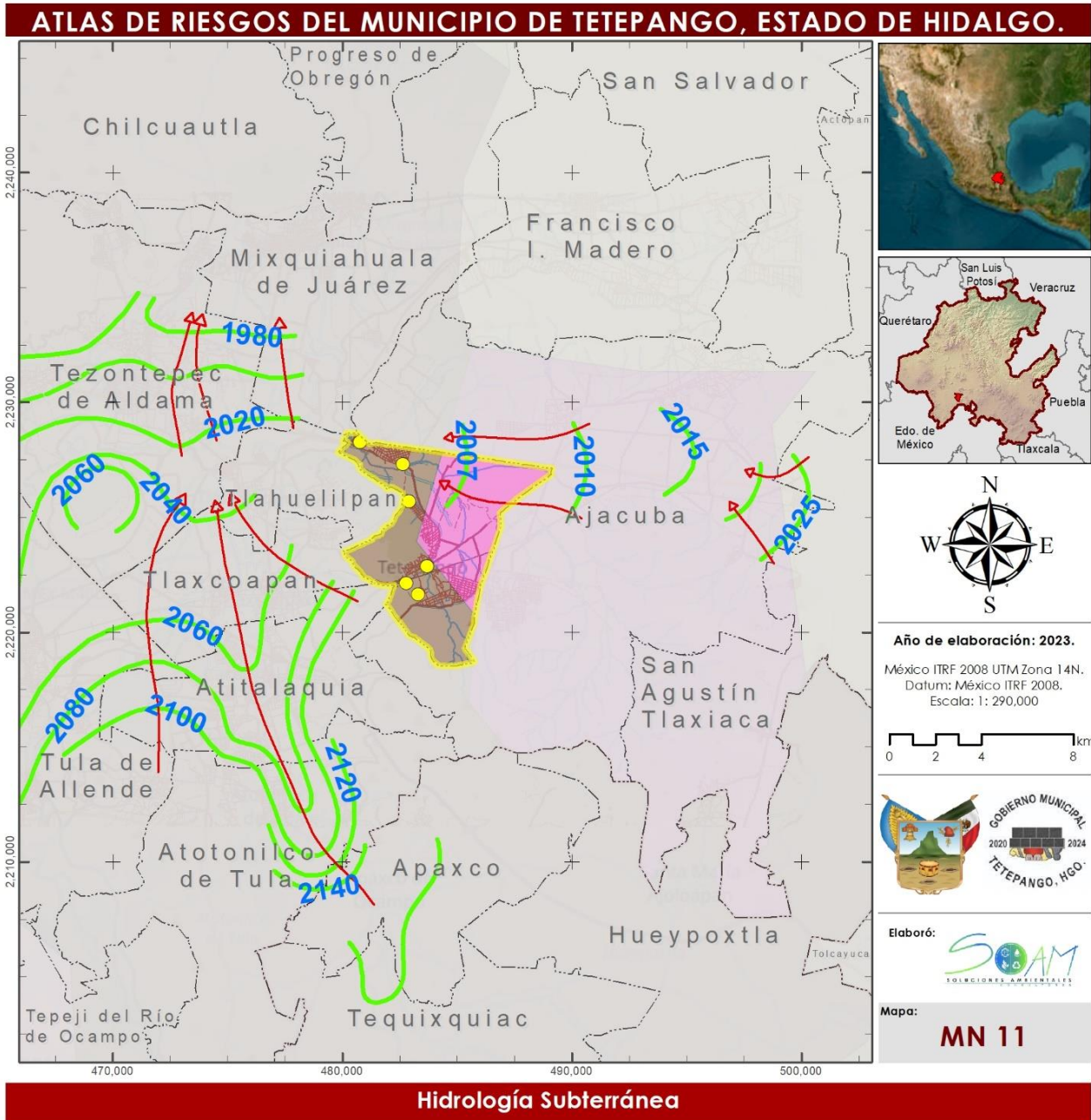


Figura I.18. Hidrología subterránea.

1.6.6. Clima.

Los criterios de clasificación climática del sistema de Köppen modificado por E. García para México. El clima correspondiente para el proyecto es BSkw del tipo de clima Semiárido, templado.

Con una temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C, lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual (García, 1973).

A continuación, se presenta la información de la estación meteorológica más cercana y con mayor influencia sobre el territorio municipal, denominada con el nombre Ajacuba (DGE) con la clave 13111.

1. Temperatura.

La temperatura media anual reportada por la estación es de 17.6° C, presentándose una oscilación de 3.5° C, con una temperatura mínima registrada de 7.7° C y una máxima de 27.6° C (Tabla 1.7), siendo los meses de noviembre a febrero los que presentan las menores temperaturas, siendo el mes de enero el más frío. Mientras que de marzo a junio se registran las mayores temperaturas, siendo el mes de mayo el más cálido (Schwarz, 2017), como se muestra en la Figura 1.19.

Tabla 1.7. Temperatura mensual.

Temperatura	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Media	15.9	16.3	17.8	19.0	19.4	18.8	18.1	18.3	17.6	17.2	16.0	16.3
Mínima	7.7	8.2	9.5	10.9	11.2	11.3	10.9	11.0	10.4	9.9	8.5	8.4
Máxima	24.1	24.4	26.2	27.1	27.6	26.4	25.2	25.6	24.8	24.4	23.5	24.1

Fuente: Elaboración propia con información del Servicio Meteorológico Nacional.

2. Precipitación.

El municipio presenta una precipitación anual de 440 mm, presentándose la época de lluvia de junio a septiembre, mientras que de noviembre a marzo las precipitaciones son menores a los 15 mm (Schwarz, 2017), como se puede apreciar en la Tabla 1.8. En el mes de julio se registran las mayores precipitaciones, mientras que en el mes de diciembre se registran las menores precipitaciones (Figura 1.20).



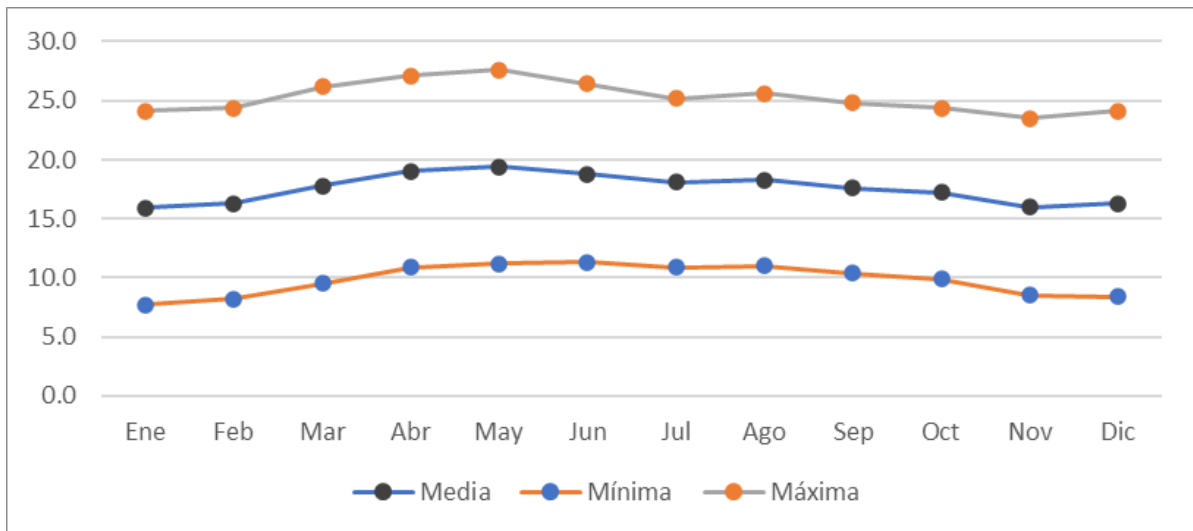


Figura I.19. Gráfica de temperaturas mensuales

Tabla I.8. Precipitación mensual.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación (mm)	9.5	9.3	11.1	31.5	34.0	76.2	85.5	69.3	74.8	27.3	8.2	3.3
Evaporación (mm)	78.7	83.0	107.7	114.0	110.0	106.1	101.6	102.8	96.7	88.9	78.8	81.5

Fuente: Elaboración propia con información del Servicio Meteorológico Nacional.

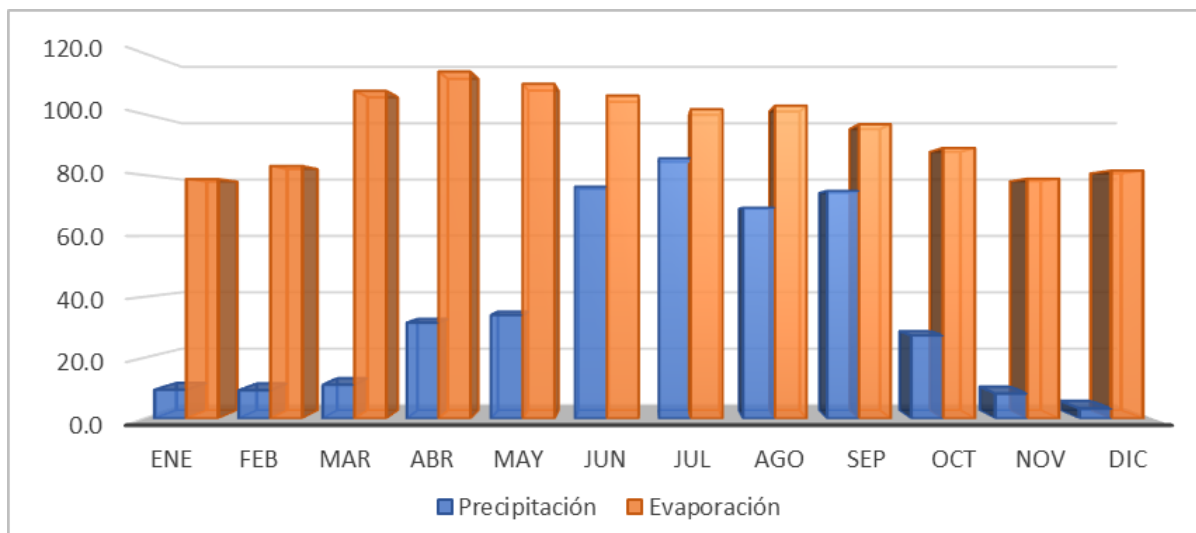


Figura I.20. Gráfica de precipitación mensual.



3. Climograma.

Los climogramas son diagramas que representan las precipitaciones y temperaturas medias mensuales. Se basan en dos sistemas de coordenadas superpuestos, uno para las precipitaciones y otro para las temperaturas. Tradicionalmente las precipitaciones mensuales se representan por medio de barras, y las temperaturas medias mensuales por una línea.

Se generó el climograma para el área de estudio como se muestra en la Figura I.21, la oscilación térmica que se presenta en el sitio es de 3.5° C, entre el mes más cálido y el mes más frío, de igual forma podemos apreciar un periodo de aridez entre los meses de noviembre a marzo.

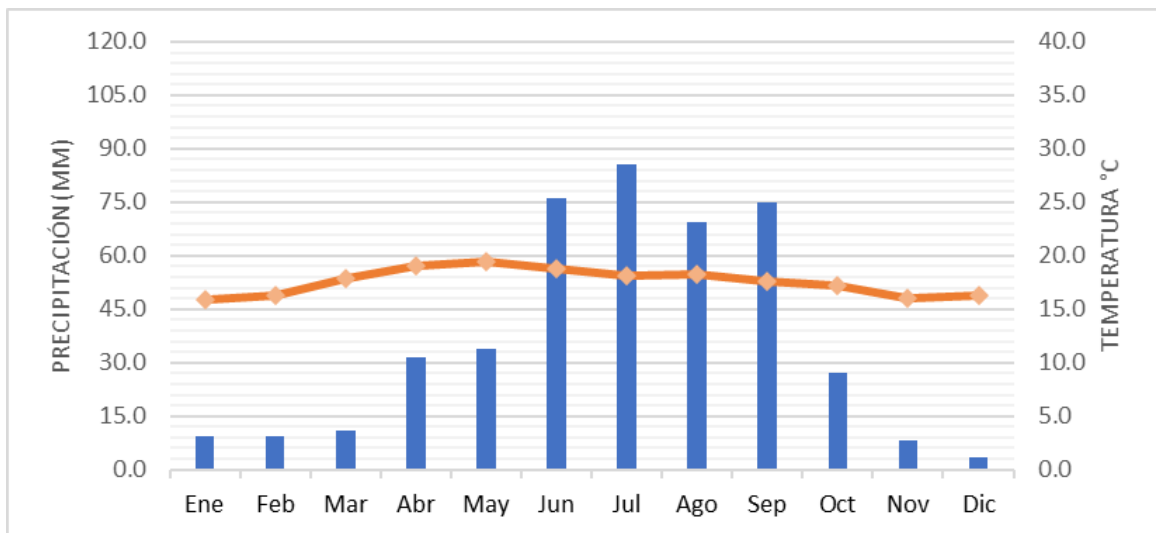


Figura I.21. Climograma del área de estudio.



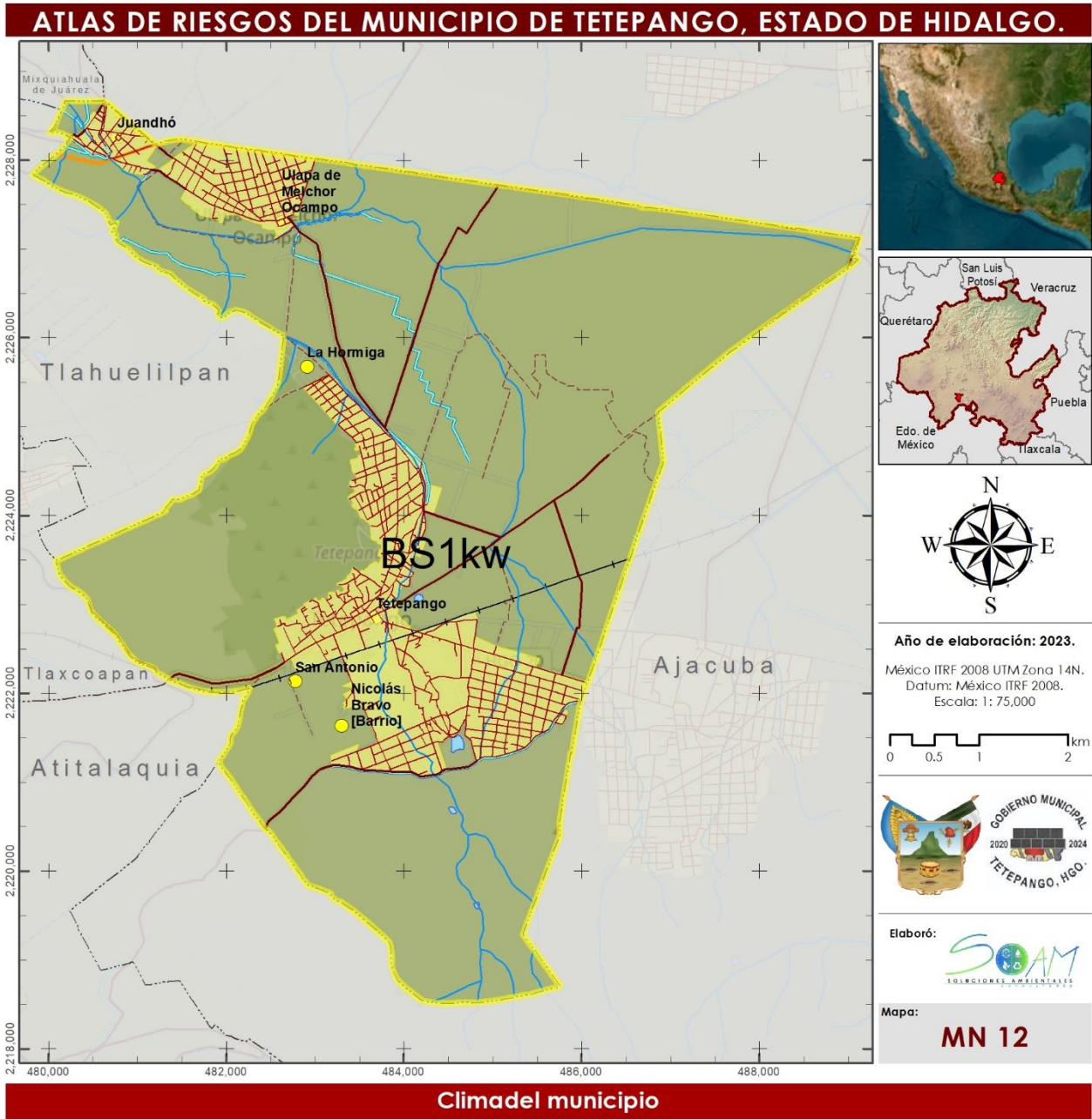


Figura I.22. Clima del Municipio de Tetepango Hgo.

I.6.7. Uso de Suelo y Vegetación.

El uso de suelo en el municipio se encuentra sumamente alterado a causa de las actividades antrópicas, encontrando, en su mayoría sitios destinados a la agricultura de riego, seguido de vegetación secundaria arbustiva, zona urbana y finalmente en menor proporción, para la agricultura de temporal (Figura I.23).

La mayor parte del municipio está cubierta por suelos del tipo agricultura de riego anual y semipermanente; los cuales constituyen hasta el 60.4 % de la superficie municipal, ubicándose en su mayoría en la parte norte y sur del municipio. El siguiente tipo de suelo predominante en el municipio está cubierto por vegetación secundaria arbustiva de Matorral Crasicaule (21.2%), seguido de la superficie destinada para los asentamientos humanos (13.3%) (Tabla I.9).

Tabla I.9. Porcentaje de superficie que cubren los tipos de suelo aflorantes en el municipio.

Características	Descripción	Superficie %
Uso de suelo y vegetación	Agricultura de Riego Anual y Semipermanente	60.4%
	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule	21.2%
	Asentamientos Humanos	13.3%
	Agricultura de Temporal Anual	5.0%
	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	0.2%

Fuente elaboración Propia con información de Cartografía de uso de suelo vegetación serie VII del INEGI, 2018.



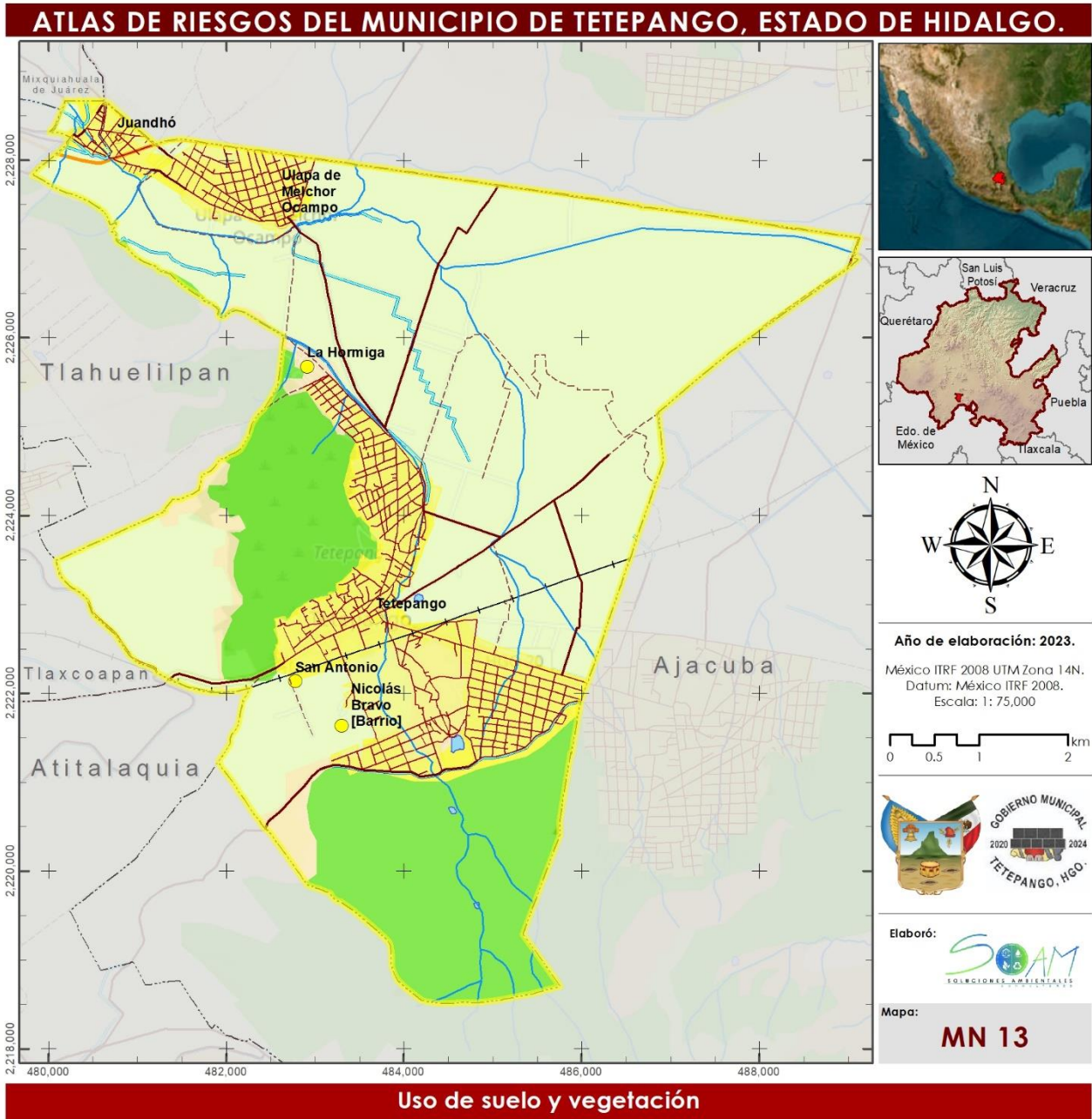


Figura I.23. Uso de suelo y Vegetación INEGI (serie VII).

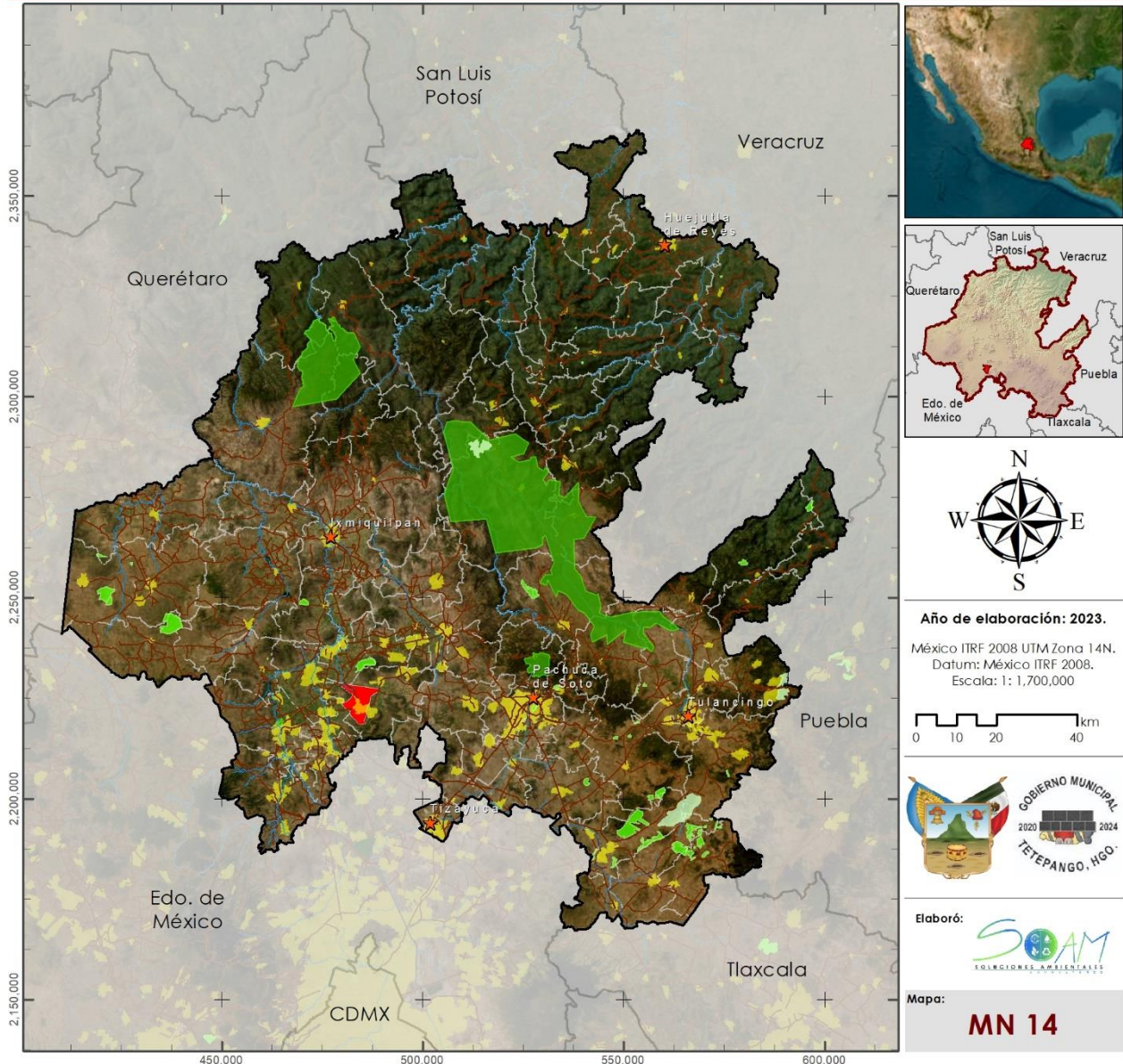
I.6.8. Áreas Naturales Protegidas.

En Hidalgo existen 39 Áreas Naturales Protegidas reportadas en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP), divididas en tres categorías de manejo (federal, estatal y municipal) y el Instituto Nacional de Ecología (INE) informa que Hidalgo ocupa el decimocuarto lugar en biodiversidad del país.

En Tetepango existen zonas con clasificación de Conservación de acuerdo con el Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo, las que se recomienda no alterar y evitar en la medida de lo posible el cambio de uso a urbano. El área de mayor importancia con este uso, es el Área Natural Protegida nombrada El Tigre y el Laurel con vegetación del tipo Matorral Xerófilo (Figura I.24 y Figura I.25).



ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Áreas naturales protegidas a nivel estado

Simbología			
Marco Geostatístico.	Hidrología	Infraestructura	Uso de
★ Ciudades	~ Corriente de agua	— Vías de comunicación	■ Zona Urbana
□ Estado de Hidalgo.			
□ Límites estatales			
■ Límite Municipal			
□ Límites municipales			
			Simbología temática
			■ Sitio RAMSAR
			■ ANP Estatales
			■ ANP Federales

Fuentes:
Marco Geostatístico del INEGI, 2022.
CONANP, 2023.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GE User Community

Figura I.24. Áreas Naturales Protegidas.

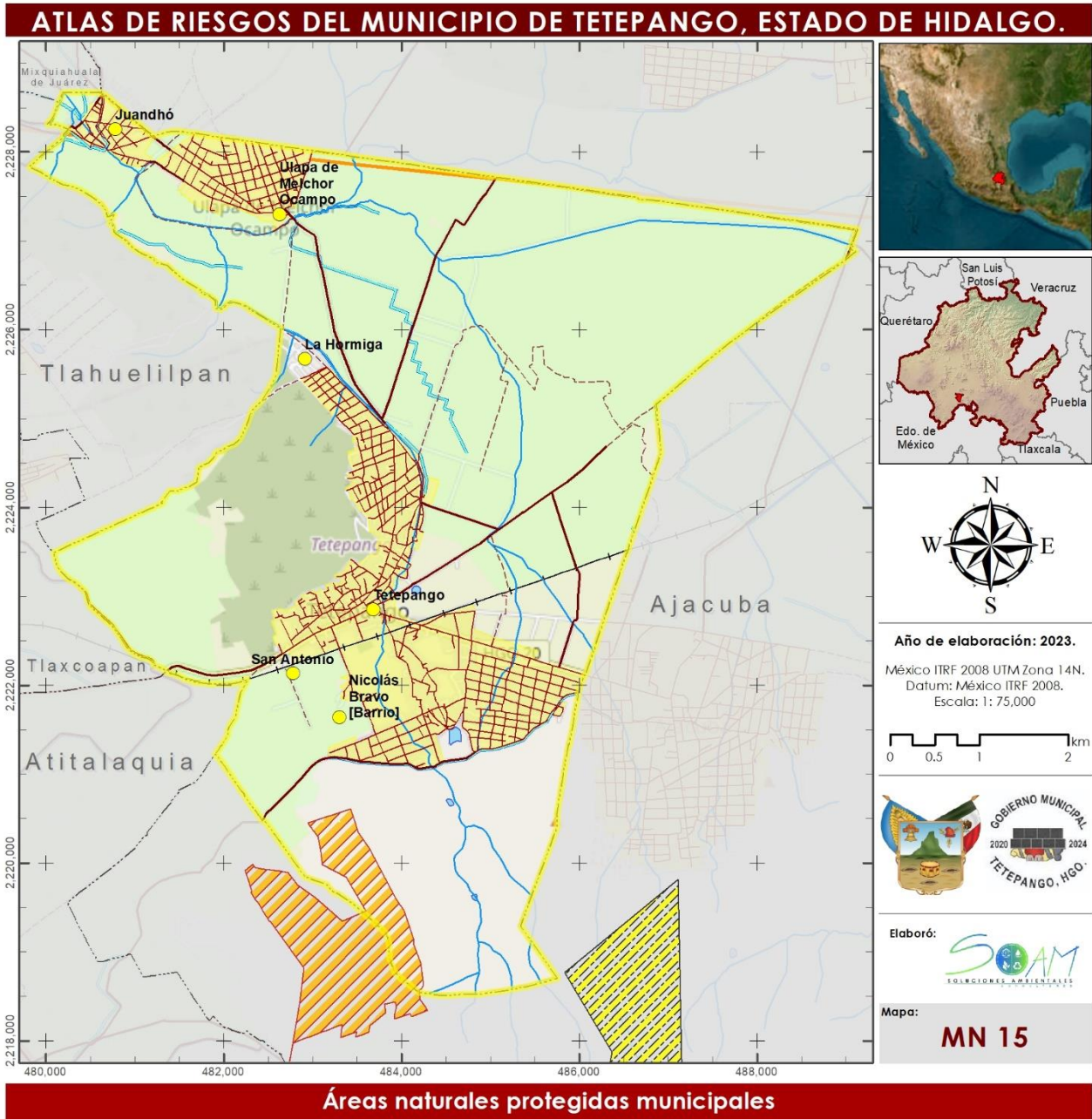


Figura I.25. Áreas Naturales Protegidas Municipales.

I.7. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos.

I.7.1. Dinámica demográfica.

Dentro de los límites municipales de Tetepango, se localizan 6 localidades que albergan a 11,768 habitantes (INEGI 2020); de los cuales el 51.2% fueron mujeres y el 49.8% hombres.

Se observa la evolución de la población del municipio y la entidad en el periodo de 1990-2020 (Tabla I.10). Después del año 2010, el municipio presenta una disminución en su tasa de crecimiento anual

disminuyó hasta el año 2020, mientras que el crecimiento del estado redujo su crecimiento y se mantuvo en un valor constante (2010-2020). Por otra parte, el municipio presenta una densidad poblacional de 261.9 habitantes por km².

Tabla I.10. Comparación de la evolución demográfica del municipio y la entidad.

Descripción	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Hidalgo	1,888,366	2,112,473	2,235,591	2,345,514	2,665,018	2,858,359	3,082,841
T. C.	-	2.27%	1.14%	0.96%	2.59%	1.41%	1.52%
Tetepango	6,871	8,805	8,935	9,697	11,112	11,624	11,768
T. C.	-	5.09%	0.29%	1.65%	2.76%	0.90%	0.25%

T. C.: Tasa de crecimiento poblacional anual.

Fuente: Elaboración propia con información de Censos de población del INEGI.

Por otro lado, durante el periodo de 1990-2020 la población del Tetepango y del estado de Hidalgo casi se duplicó, esto como consecuencia del progresiva crecimiento poblacional y económico de la zona.

El crecimiento poblacional en Tetepango muestra dos incrementos importantes (Figura I.26), el primero en el periodo de 1990 a 1995, donde la población aumento en 1,934 habitantes y la segunda en el periodo de 2005 a 2010 con un crecimiento de 1,415 habitantes.

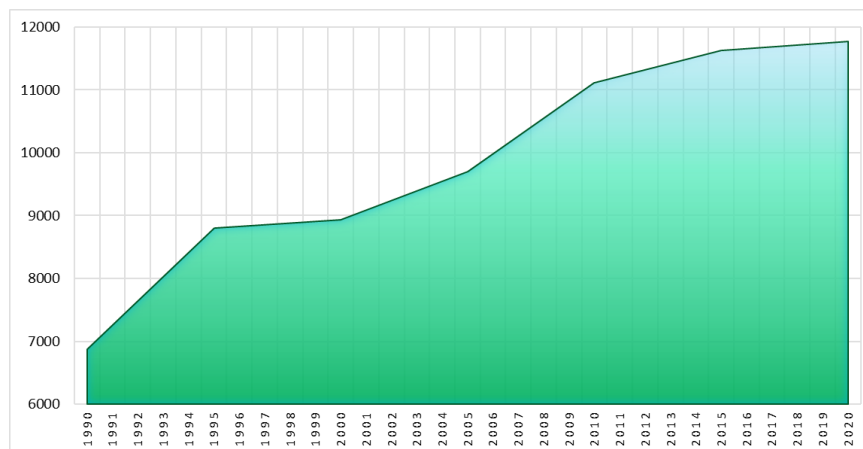


Figura I.26. Tasa de crecimiento Municipal (1990-2020 INEGI 2020)



El Municipio de Tetepango cuenta con seis localidades activas, de las cuales solo la cabecera municipal es reconocida como urbana al tener una población mayor a 2,500 habitantes. Mientras que Ulapa de Melchor Ocampo y Juandhó son localidades rurales en crecimiento, contando con 1,824 y 755 habitantes respectivamente. Las localidades de La Hormiga, Barrio Nicolás Bravo y San Antonio son consideradas localidades rurales, con una población menor a 100 habitantes (Tabla I.11).

De las seis localidades reconocidas actualmente, solo la cabecera municipal, Ulapa de Melchor Ocampo y Juandhó cuentan con los datos necesarios para realizar la proyección a futuro.

Tabla I.11. Distribución de población por localidad.

	Población Total	Población Femenina	Población Masculina	Relación Hombre/Mujer
Municipio	11,768	6,028	5,740	95.20%
Tetepango	9,145	4,692	4,453	94.90%
Ulapa de Melchor Ocampo	1,824	922	902	97.80%
Juandhó	755	394	361	91.60%
La Hormiga	24	10	14	71.40%
Barrio Nicolás Bravo	15	*	*	*
San Antonio	5	*	*	*

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI 2020.

Se consideró un crecimiento poblacional de acuerdo con los pronósticos de la CONAPO (2020), proyectado al año de 2040, donde el municipio presentará un crecimiento aproximado de 5,331 habitantes en 20 años (266 habitantes/año), equivalente a una tasa de crecimiento anual del 1.89%, en cuanto a las localidades, la localidad de Ulapa de Melchor Ocampo presenta el mayor crecimiento poblacional (62%), seguido de la cabecera municipal (42%) y finalmente la localidad de Juandhó (16%).

La pirámide poblacional del municipio de Tetepango muestra que el rango de población predominante en el municipio está conformado por los grupos de 5 a 9 años en mujeres y de 15 a 19 en hombres, seguido de la población entre 10-14 años en mujeres y de 5 a 9 en hombres; mientras que la población de adultos mayores conformada por los grupos de 85 años y más, es muy baja, en comparación con los demás rangos de edad (Figura I.28). Dicha información permite tener un panorama de los procesos sociales que se han dado en Tetepango durante los últimos periodos; estas estadísticas funcionan como indicadores en la necesidad de vivienda y equipamientos de la población actual y futura.



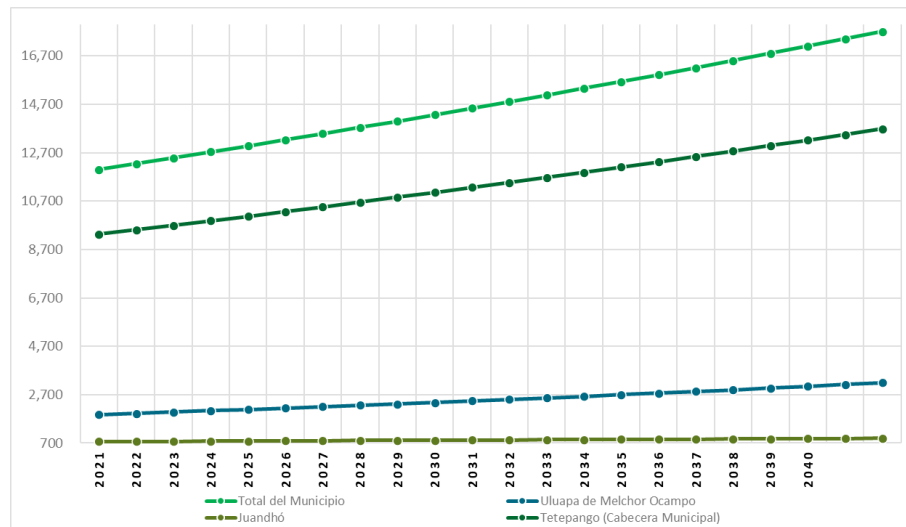


Figura I.27. Proyección de las localidades y el municipio para el año 2040 (CONAPO 2020).

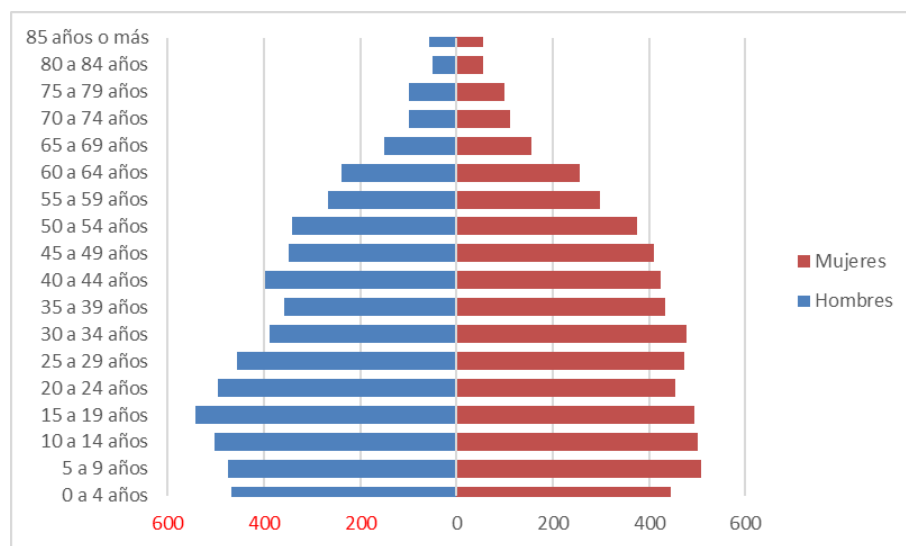


Figura I.28. Pirámide Poblacional del Municipio (INEGI 2020).

El municipio de Tetepango presenta una densidad poblacional de 261.9 habitantes por km². La densidad poblacional en el Municipio a nivel de AGEs, se obtuvo a través de la división de la población por manzana entre la superficie de la misma, como se puede observar en la Figura I.29, las manzanas con mayor densidad se encuentran distribuidas en la localidad de Tetepango, mientras que en las periferias de estas la densidad es menor.



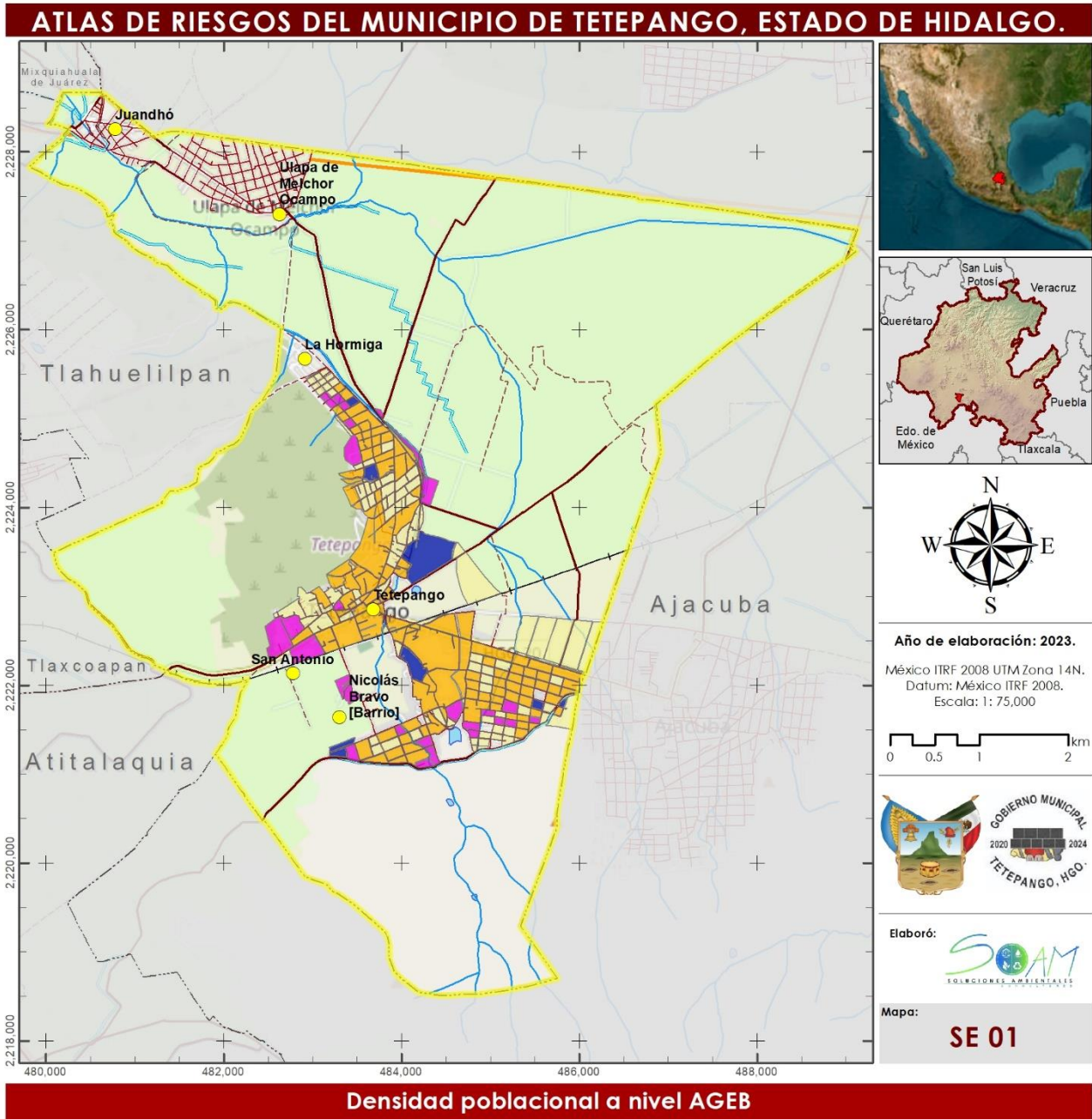


Figura I.29. Densidad Poblacional a nivel AGEB.

Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Censo poblacional INEGI, 2020.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GE User Community

1.7.2. Características sociales.

1. Analfabetismo.

El municipio de Tetepango presenta una tasa de analfabetismo promedio de 5.03% (INEGI 2020). Del total de la población analfabeta, 41.7% corresponde a hombres y 58.3% a mujeres. En hombre y mujeres, el rango de edad de 75 a 79 años presentó el valor más elevado de población analfabeta, seguido del rango de 60 a 65 años en mujeres y 85 años y más en hombres, situación que demuestra una relación positiva entre analfabetismo y personas de edad avanzada, mostrando muy bajo grado de analfabetismo en la población joven (Figura 1.30).

El municipio de Tetepango el porcentaje de población según nivel de escolaridad, es de 0.53 % con preescolar, el 26.77 % con primaria, el 33.26 % con secundaria, el 18.74 % con preparatoria o bachillerato general, 11.65 % con licenciatura y el 0.65% con algún posgrado (Maestría o Doctorado) o especialidad.

En cuanto al porcentaje de la población con estudios en escuelas normales, el 6.20 % cuenta con bachillerato tecnológico o normal básica, el 0.71 % con estudios técnicos o comerciales con primaria terminada, el 0.38 % con estudios técnicos o comerciales con secundaria terminada, el 1.02 % con estudios técnicos o comerciales con preparatoria terminada, el 0.16 % con normal con primaria o secundaria terminada y el 0.46 % cuenta con escuela normal de licenciatura (Figura 1.31).

1. Población con discapacidad.

En el municipio se registran un total de 518 habitantes con algún tipo de discapacidad, dato que representa el 4.4% de la población total de Tetepango, lo cual indica que la mayor parte de la población no tiene dificultad para el desempeño y/o realización de tareas en la vida cotidiana, la población con discapacidad se distribuye de en el municipio como se observa en la Figura 1.32.

En el municipio el 0.7% de la población presenta discapacidad mental, la población con discapacidad motora para realizar actividades como vestirse, bañarse o comer (0.8%) y para realizar actividades como caminar, subir o bajar (2.2%). En cuanto a la población con dificultad para oír, hablar y ver, representan el 1.0%, 0.6% y 1.8% respectivamente.

1. Población de habla indígena.

En el municipio la población de habla indígena es reducida, solamente 31 personas de 3 años y más hablan alguna lengua indígena, de los cuales 15 son mujeres y 16 hombres (Figura 1.33), su distribución en el municipio se presenta



en la Figura I.36. En el municipio no se registra población habla indígena que no hable el idioma español (INEGI 2020).

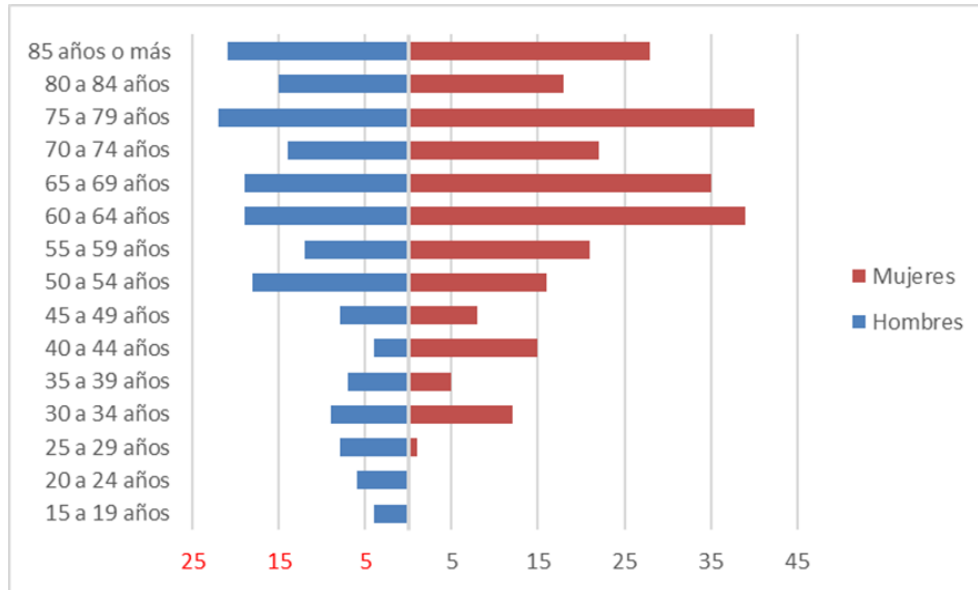


Figura I.30. Distribución de la población analfabeta en el municipio.

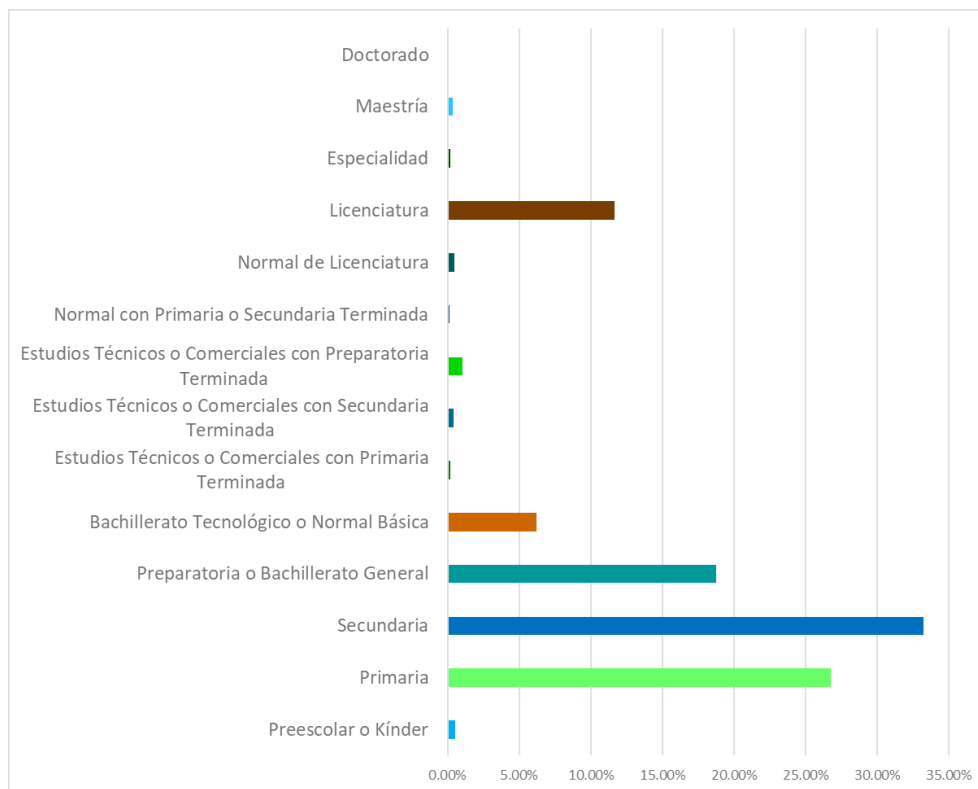


Figura I.31. Porcentaje de población según su nivel de educación.



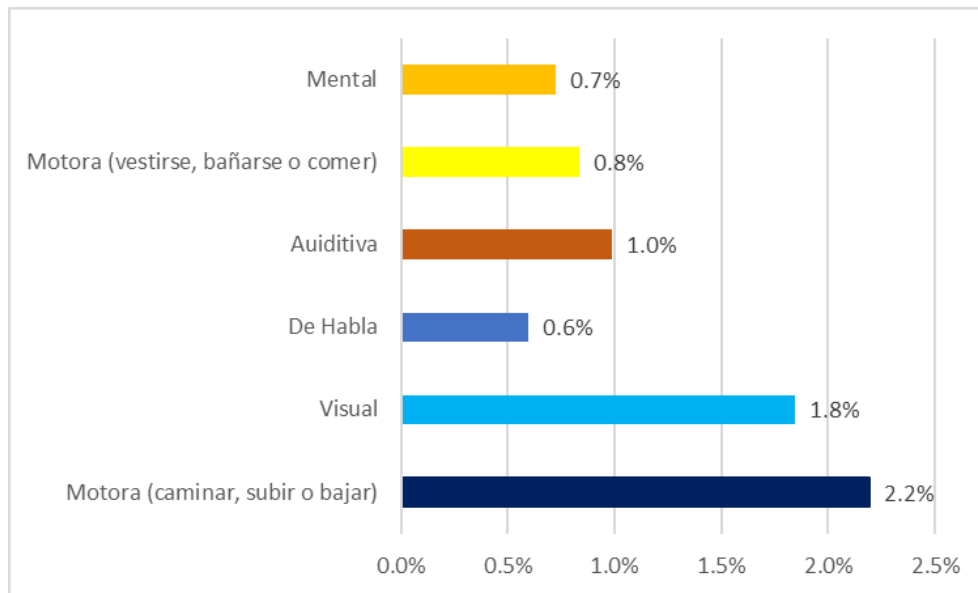


Figura I.32. Población por tipo de discapacidad.

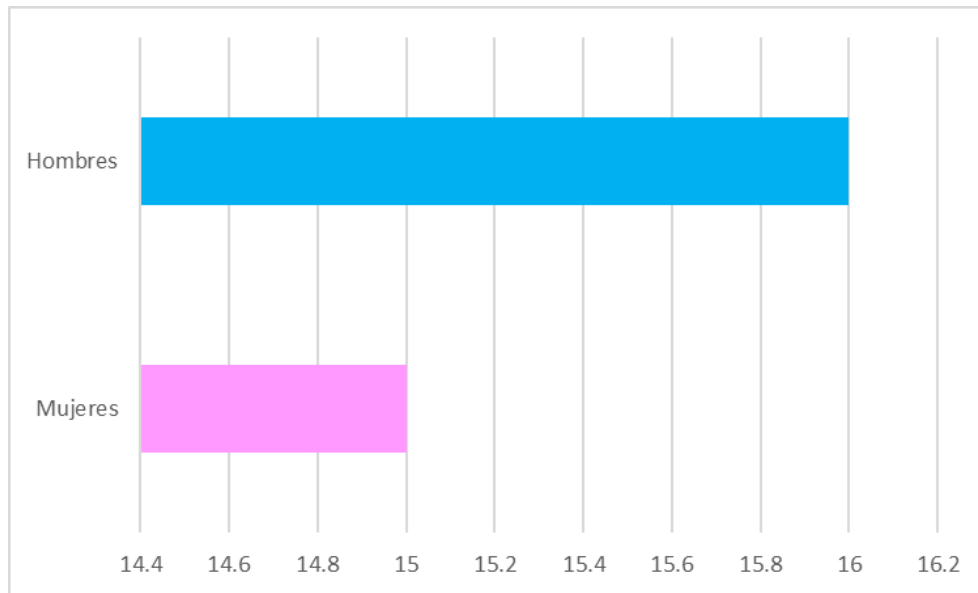


Figura I.33. Población de habla indígena en el municipio por género.



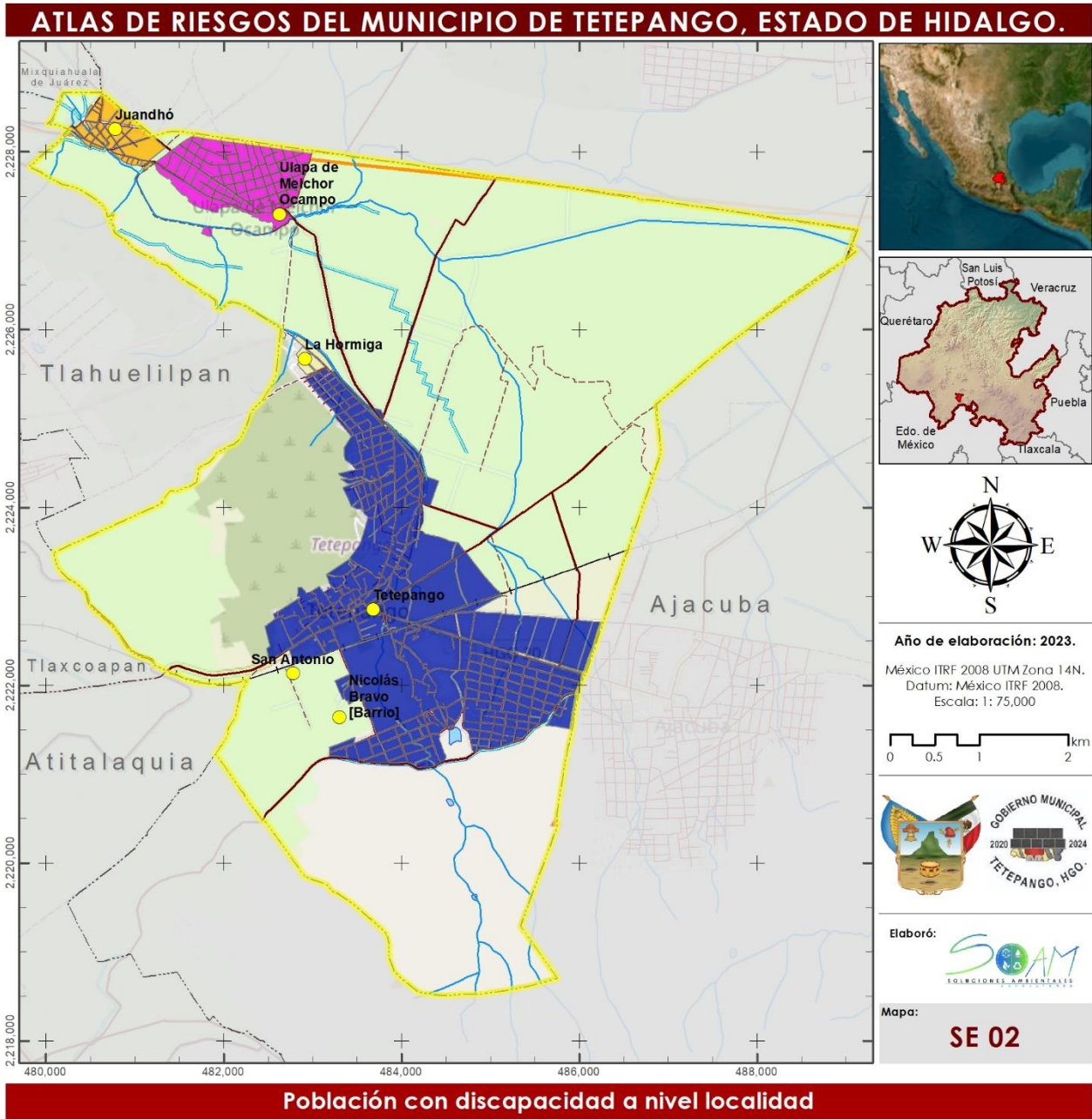
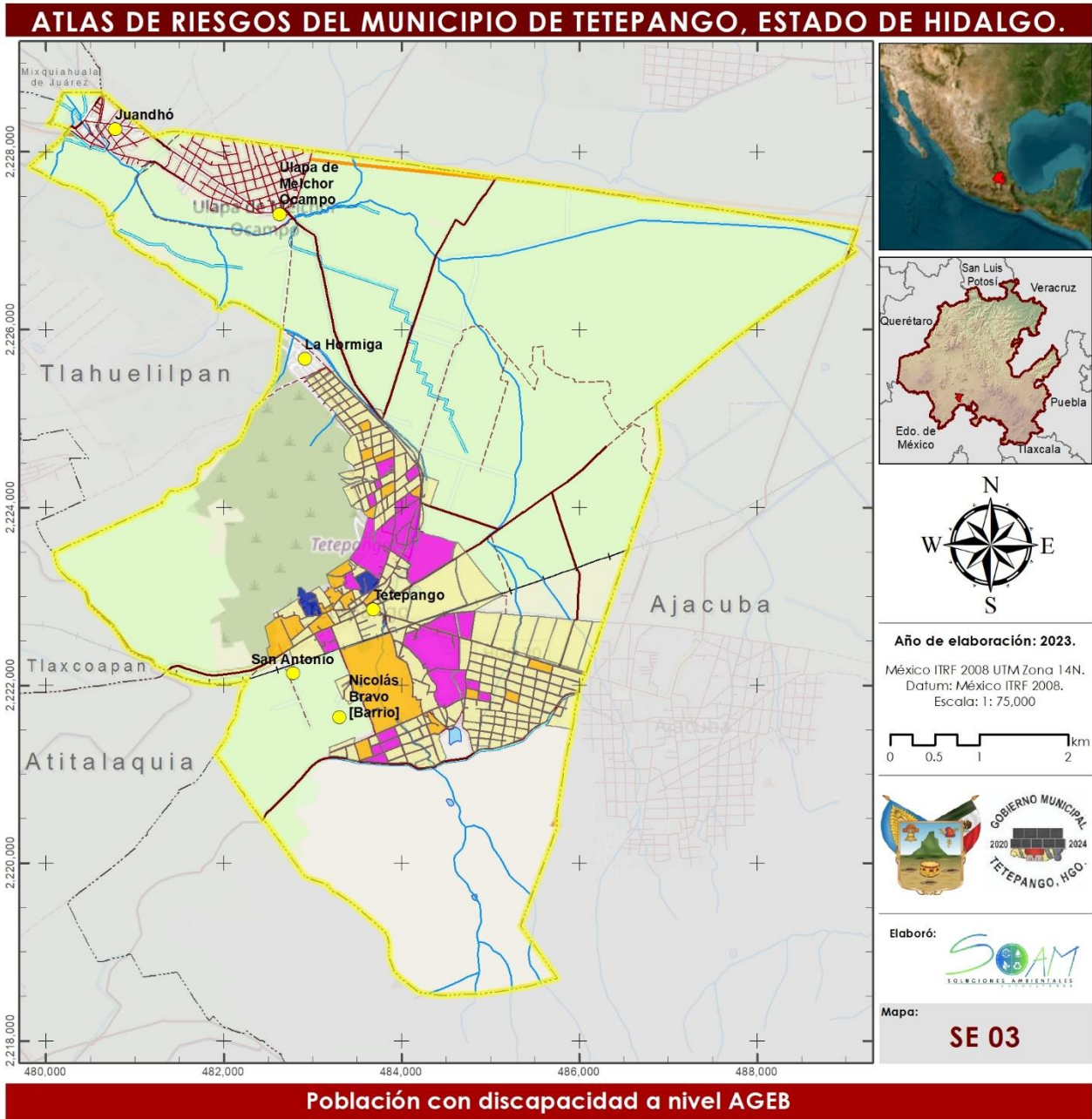


Figura I.34. Población con discapacidad a nivel localidad.

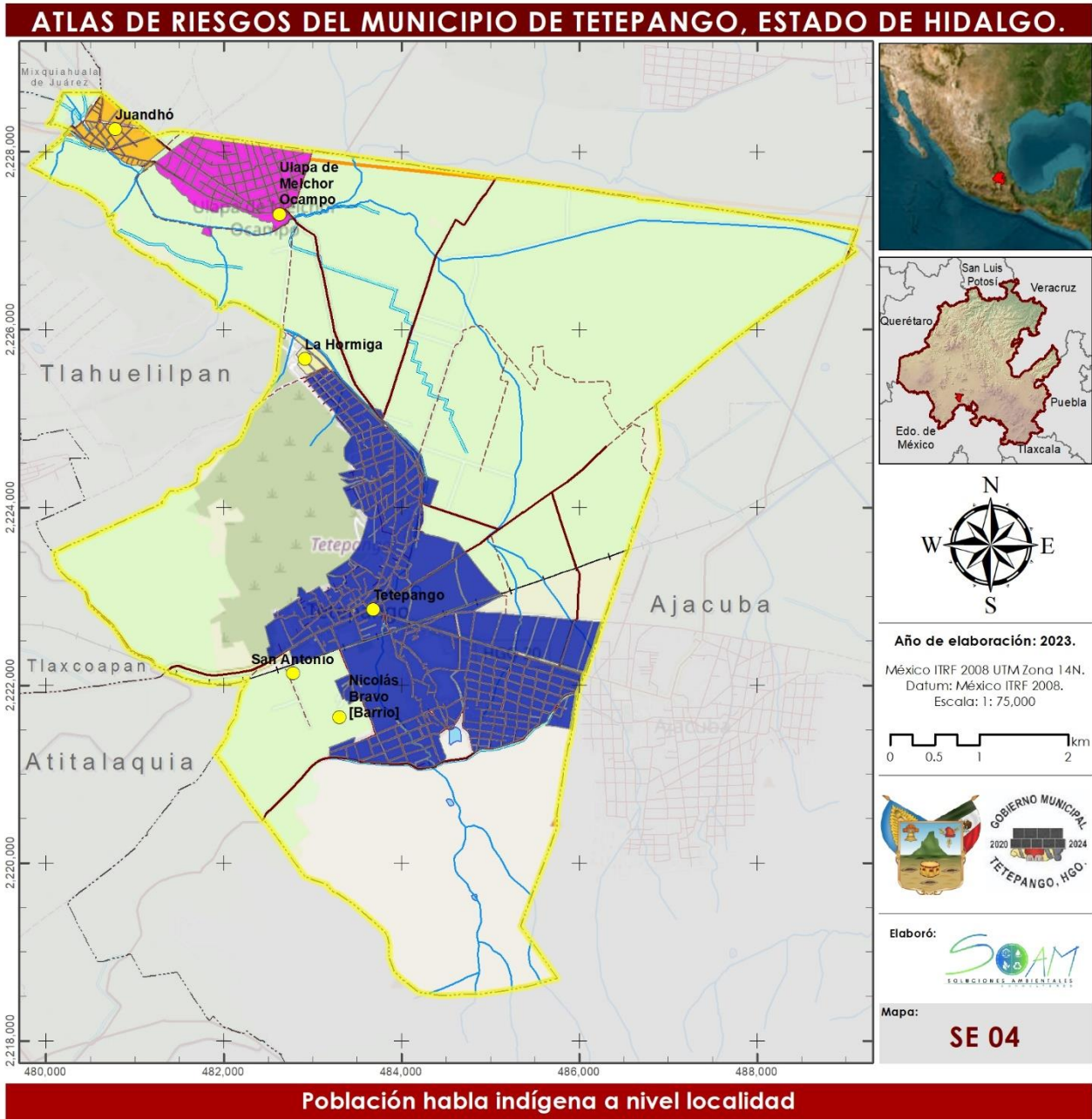


Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Censo poblacional INEGI, 2020.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GE User Community

Figura I.35. Población con alguna discapacidad por AGEB.



Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Censo poblacional INEGI, 2020.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GE User Community

Figura I.36. Población habla indígena a nivel localidad.

2. Salud.

En el municipio, el porcentaje de personas sin afiliación a servicios de salud fue del 33%, equivalente a 3,876 personas, mientras que las personas afiliadas representan el 67% equivalente a 7,876 cómo se observa en la Figura I.37.

En 2020 registró un total de 7,913 derechohabientes en las instituciones públicas y privadas de seguridad social; de los cuales 2,679 corresponden al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), 433 al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), 145 personas pertenecen a PEMEX, Defensa o Marina, 4,524 al Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI), 114 se encuentran afiliados a una institución privada y 18 a otra institución, como se muestra en la Figura I.38.

El municipio cuenta con dos centros de salud y una Unidad Básica de Rehabilitación (UBR), en cuanto al porcentaje de unidades médicas en el municipio el 33% se encuentran en zonas urbanas (un centro de salud) y el 77% en sitios urbanos, un centro de salud y UBR (Figura I.39).

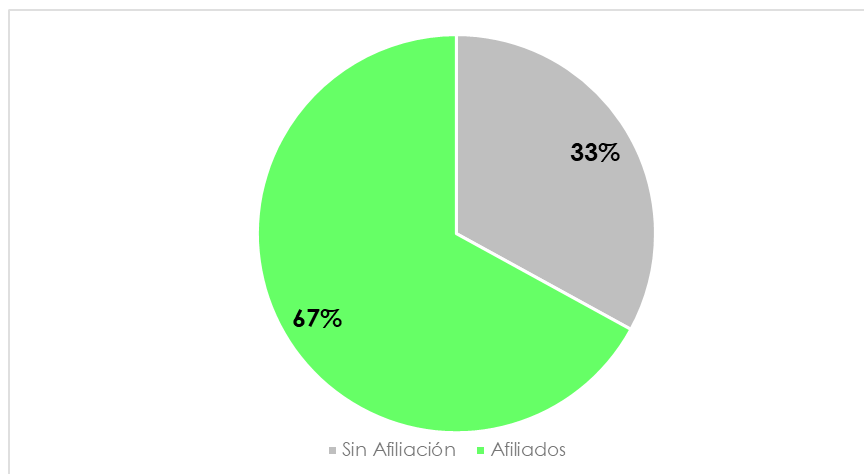


Figura I.37. Personas afiliadas a servicios de salud

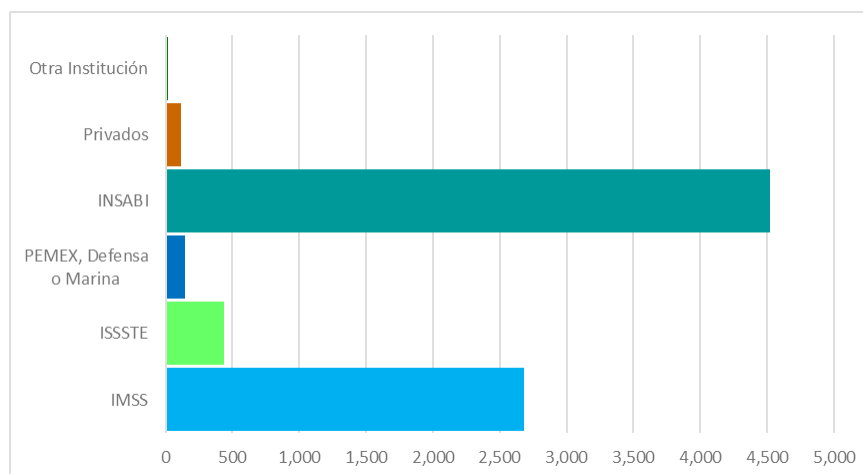


Figura I.38. Números de unidades de Salud.



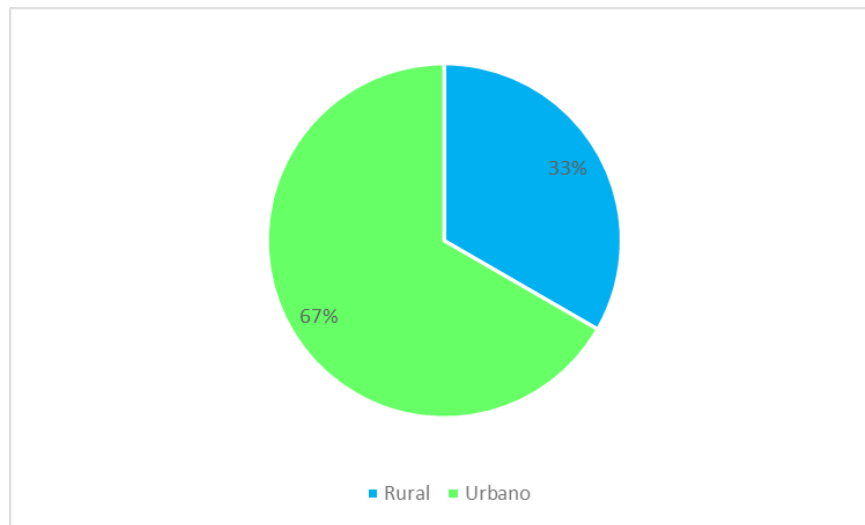


Figura I.39. Distribución de unidades médicas por estrato.

3. Pobreza.

La pobreza está definida cuando una persona tiene al menos una carencia social, definida a través de rezago educativo, servicios de salud, acceso a seguridad social, habitabilidad de la vivienda y acceso a alimentación; y su ingreso no le es suficiente para adquirir los bienes y servicios necesarios (CONEVAL, 2019).

Para el caso de Tetepango el 71.6% de la población se encontraba en situación de pobreza para el año 2010, situación que mejoró para el año 2015 reduciendo en un 14% la pobreza en el municipio (Tabla I.12). Para el 2015 el 50.7% se encuentra en situación de pobreza moderada y el 6.6% en pobreza extrema, siendo mayores estas cifras en comparación con el año 2010. En este sentido, el 26.1% de la población del municipio se encuentra vulnerable ante alguna carencia social y el 6.2% tiene alguna vulnerabilidad por la disminución de sus ingresos. No obstante, solo el 10.4% de la población del municipio se encuentra en óptimas condiciones sin estar susceptible a alguna carencia social.

Tabla I.12. Porcentaje de Pobreza en el municipio, comparativo 2010-2020.

Años	Pobreza	Pobreza extrema	Pobreza Moderada	Vulnerables por carencia social	Vulnerables por ingreso	No pobres y no vulnerables
2010	71.6	13.4	58.2	17.1	4.5	6.8
2015	57.3	6.6	50.7	26.1	6.2	10.4
2020	53.9	4.8	49.1	28.1	6.8	11.2

Fuente: CONEVAL 2020.



Otra forma de medir la pobreza es a través de indicadores como el rezago de acceso a servicios como: educación, alimentación, servicios básicos de la vivienda, calidad y espacios de la vivienda, acceso a la seguridad social, servicios de salud.

El municipio presenta condiciones desfavorables en términos de carencia social, ya que el para el año 2015, el 16.7% de la población presenta rezago en el acceso a los servicios educativos; el 17.7% de la población carece de acceso a servicios de salud; 5.8% requiere de una mejora en la calidad y espacio en la vivienda: el 13.9% carece de acceso a los servicios básicos de la vivienda y el 22.9% presenta carencias por acceso a alimentación. Es importante recalcar que más de la mitad de la población no tiene acceso a seguridad social, es decir, la población carece de protección social ante alguna situación que afecte su bienestar. Se puede observar una disminución considerable de los rezagos de acceso a servicios del año 2015 en comparación con el año 2010 (Tabla I.13).

Tabla I.13. Rezago de acceso a servicios (%).

Años	Rezago educativo	Carencia por acceso a:				
		Servicios de salud	Seguridad social	Calidad y espacios de la vivienda	Servicios básicos de la vivienda	Alimentación
2010	25.1	25.5	79.6	11.1	20.0	31.4
2015	16.7	17.7	71.8	5.8	13.9	22.9
2020	15.2	33	72.4	6	6.1	21.8

Fuente: CONEVAL, 2020.

El coeficiente de Gini mide la desigualdad económica de una sociedad de acuerdo a la concentración y distribución de los ingresos; éste toma valores entre 0 y 1, mientras el valor se acerca más a 1 refleja una desigualdad en la distribución del ingreso. Por el contrario, cuando se acerca a 0, refleja mayor equidad en la distribución de los ingresos. Asimismo, Tetepango presenta un valor de 0.39, lo cual define a que el municipio no presenta condiciones desfavorables en la distribución del ingreso. Por otra parte, la población del municipio con ingreso inferior a la línea de bienestar ha disminuido en un 12.6% en el periodo 2010-2015 (Tabla I.14).



Tabla I.14. Bienestar y Coeficiente de Gini, 2010-2015.

Años	Población con ingreso inferior a la línea de bienestar	Población con ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo	Coeficiente de Gini
2010	76.1	35.3	0.41
2015	63.5	23.6	0.35
2020	60.7	19.3	0.31

Fuente: CONEVAL, 2020.

4. Hacinamiento.

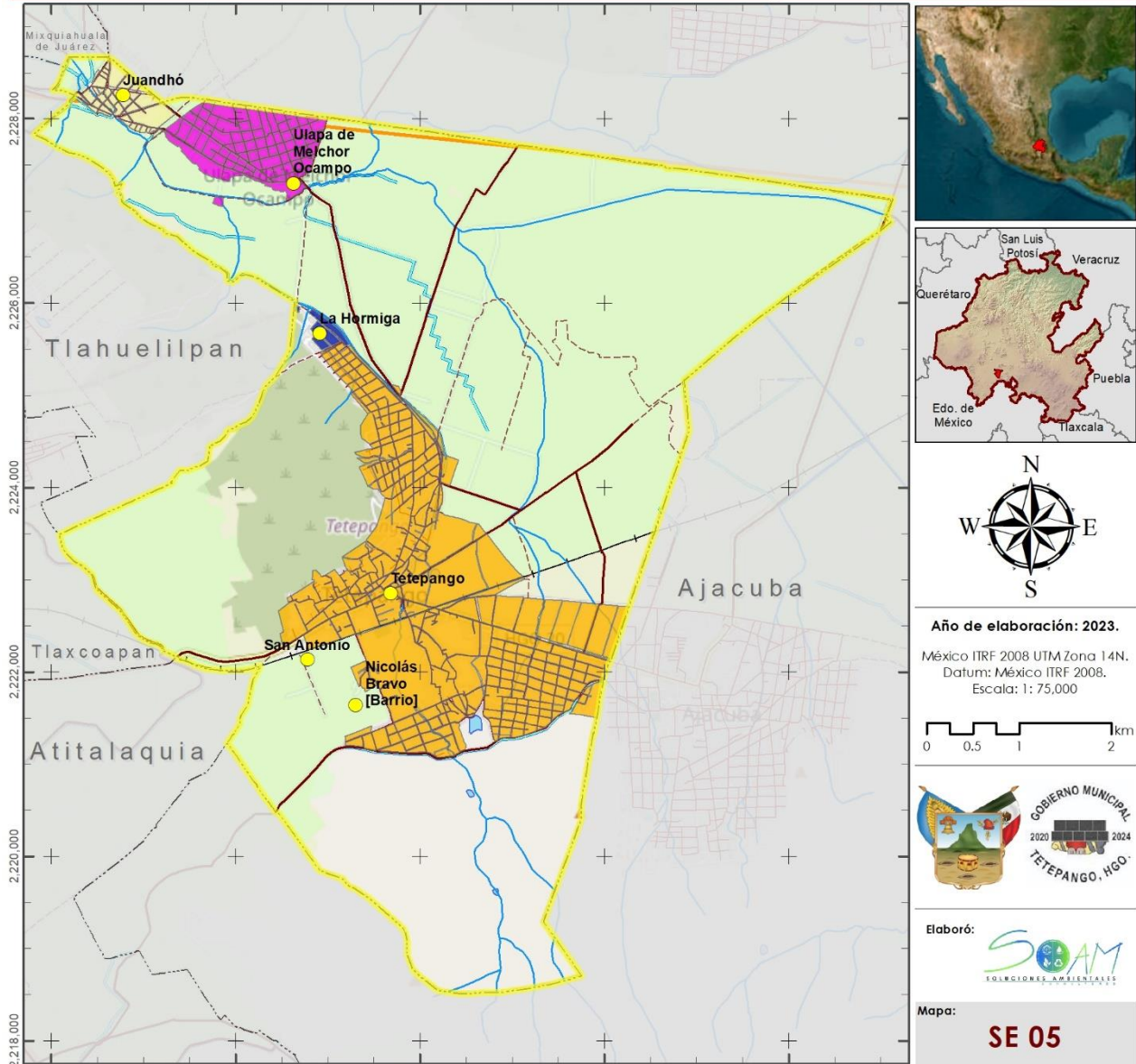
El hacinamiento es un factor importante en la vida de la población debido a que puede afectar la dinámica y salud familiar, la proximidad y la falta de privacidad tiende a ocasionar problemas dentro del núcleo de personas que cohabitan en una misma vivienda. Un indicador del hacinamiento es el número de personas por dormitorio que requiere ser más de 2.

Para el municipio de Tetepango, ninguna localidad presenta un número de habitantes por cuarto mayor o igual a dos personas, la localidad de que presenta mayor número de habitantes por cuarto es la localidad de la hormiga, con 1.3 habitantes, sin embargo, no se considera en hacinamiento (Figura I.40).

A nivel AGEB urbana, no se registran manzanas que se encuentren en condiciones de hacinamiento, ya que el valor más alto de habitantes por cuarto es de 1.8 (Figura I.41).



ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Hacinamiento a nivel localidad

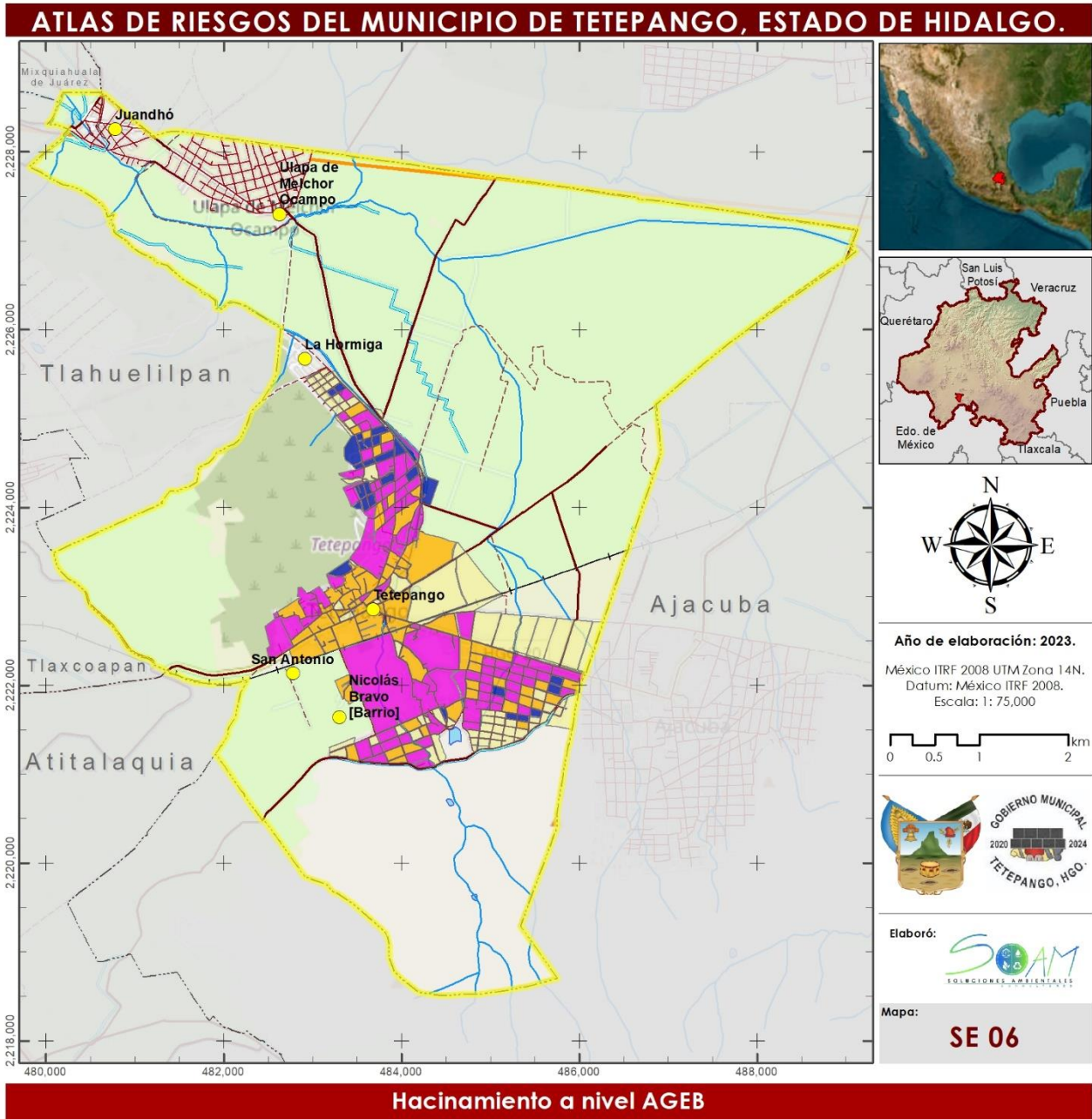
Marco Geoestadístico		Hidrología		Infraestructura		Simbología		Simbología Temática	
	Límite Municipal		Corriente de agua		Carretera		Área de cultivo		0.8
	Municipios Aledaños		Canal		Calle				0.9 - 1.0
	Estado de Hidalgo		Cuerpo de Agua		Camino				1.1 - 1.0
	Localidades				Vía ferrea				1.1 - 1.3
					Gasoducto				

Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Censo poblacional INEGI, 2020.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GE User Community

Figura I.40. Hacinamiento a nivel localidad.



Marco Geoestadístico	Hidrología	Infraestructura	Uso de suelo	Simbología Temática
<ul style="list-style-type: none"> Límite Municipal Municipios Aledaños Estado de Hidalgo Localidades 	<ul style="list-style-type: none"> Corriente de agua Canal Cuerpo de Agua 	<ul style="list-style-type: none"> Carretera Calle Camino Vía ferrea Gasoducto 	<ul style="list-style-type: none"> Área de cultivo 	<p>Promedio de habitantes por cuarto</p> <ul style="list-style-type: none"> 0.0 0.1 - 0.9 1.0 - 1.2 1.3 - 1.8

Fuentes:
 Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
 Censo poblacional INEGI, 2020.
 Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.
 © OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
 Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GE User Community

Figura I.41. Hacinamiento a nivel AGEB Urbana.

5. Grado de Marginación.

La marginación proporciona los elementos que permiten considerar los limitantes de desarrollo municipal, así el Consejo Nacional de Población, define el índice de marginación como una medida-resumen que permite diferenciar los municipios de la entidad según el impacto global de las carencias que padece la población, como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas. El municipio de Tetepango presenta un índice de marginación de 72.44 y un grado de marginación muy bajo (CONAPO 2020).

Las principales localidades del municipio se muestran en la Tabla I.15, albergan a más del 90% del total de la población, se presenta el grado de marginación para cada localidad, donde se puede apreciar que las principales localidades activas presentan un grado de marginación muy bajo (Figura I.42).

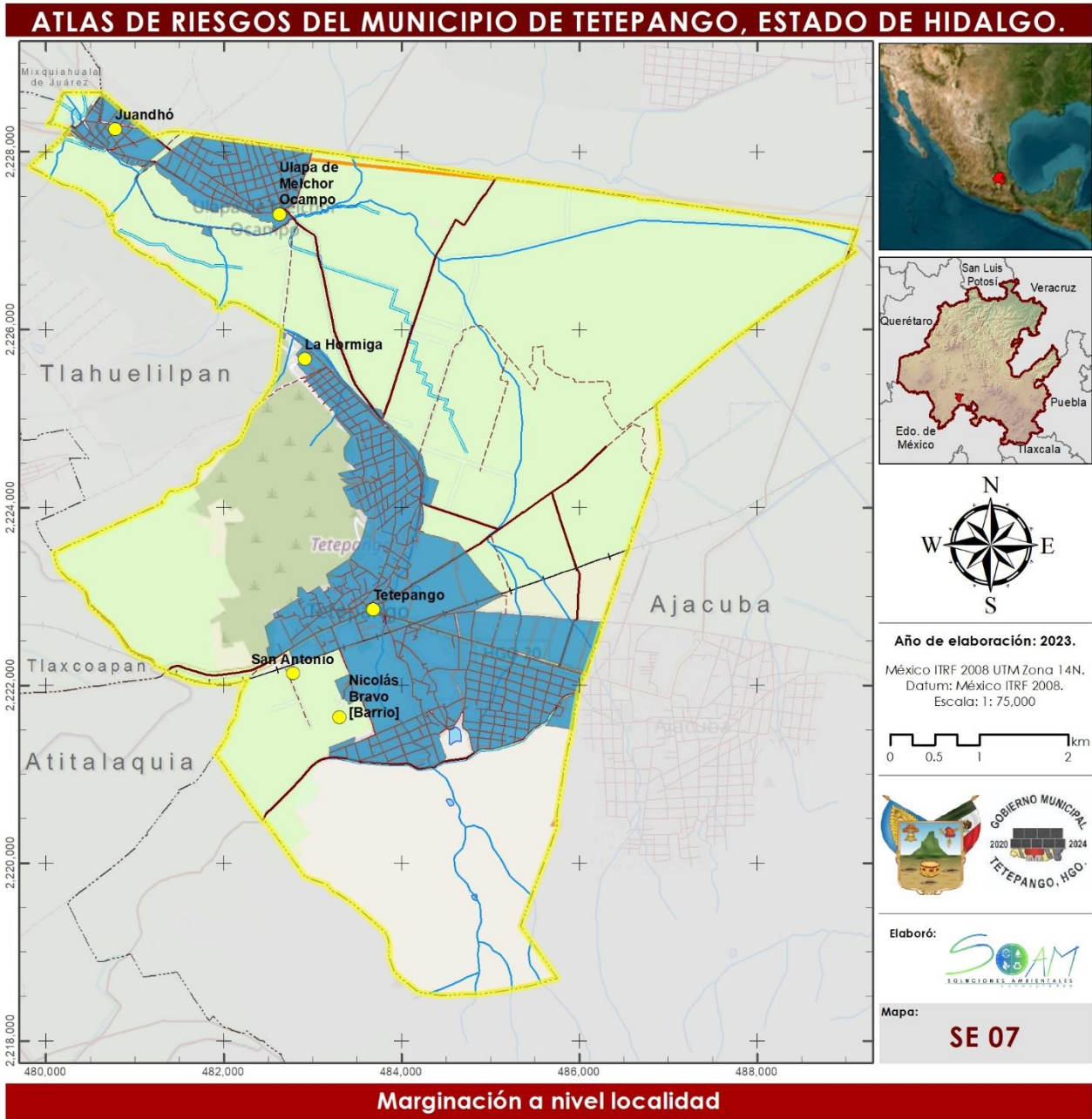
Tabla I.15. Grado e índice de marginación de las principales localidades del municipio.

No.	Localidad	Marginalidad	Población	Índice de marginación
1	Tetepango	Muy bajo	8,705	0.91
3	Ulapa de Melchor Ocampo	Muy bajo	1,647	0.94
2	Juandhó	Muy bajo	740	0.90
15	La Hormiga	Muy bajo	9	0.94

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI 2020.

En primera instancia, al identificar el grado de marginación urbana elaborado por la CONAPO, podemos concluir que de las ocho colonias distribuidas en el AGEB urbano, que es la cabecera municipal, se encuentran en diversos grados de marginación, donde las colonias: El Xitri, Espíritu Santo, Morelos y La Hormiga presentan un grado de marginación alto; las colonias Centro, Nicolás Bravo y Rojo Gómez se encuentran en un grado de marginación medio y solamente la colonia Nuevo presenta un grado marginación bajo (Figura I.43).





Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Censo poblacional INEGI, 2020.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura I.42. Grado de marginación a nivel localidad.

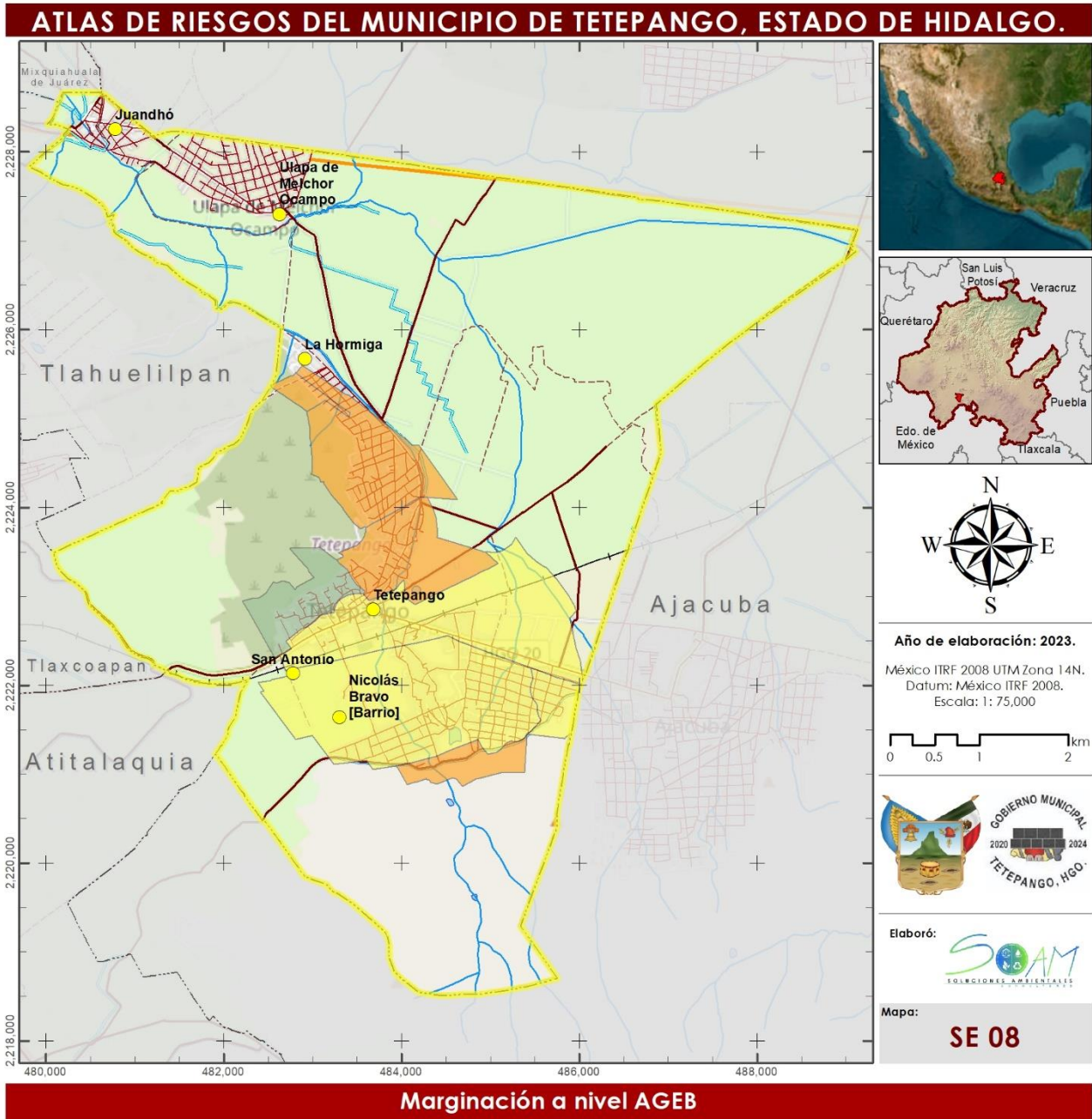


Figura I.43. Grado de marginalización a nivel AGEB.

6. Análisis del grado de urbanización.

El municipio de Tetepango ha tenido un crecimiento de sus zonas urbanas a través del tiempo, con base en imágenes satelitales del municipio, se realizó la clasificación de superficies en los periodos 2013, 2016 y 2020.

Se clasificó la imagen satelital en tres diferentes usos de suelo, zona urbana, áreas de cultivo y vegetación secundaria. Posteriormente se analizaron los cambios de uso de suelo entre 2013 a 2016 y de 2016 a 2020.

El crecimiento se clasificó en tres grados de cambio:

- Sin cambios, se mantiene el mismo uso de suelo.
- Cambio bajo, el uso de suelo cambio de área de cultivo a zona urbana, o de vegetación secundaria paso a ser área de cultivo.
- Cambio medio, el uso de suelo cambio de vegetación secundaria a zona urbana.

De este análisis se determinó que durante el periodo de 2013 a 2016, la superficie de la mancha urbana del municipio de Tetepango presentó un crecimiento de 85.65 ha (1.9%). Mientras que en el periodo 2016-2020 el crecimiento de la superficie de la mancha urbana fue de 72.01 ha (1.61%).

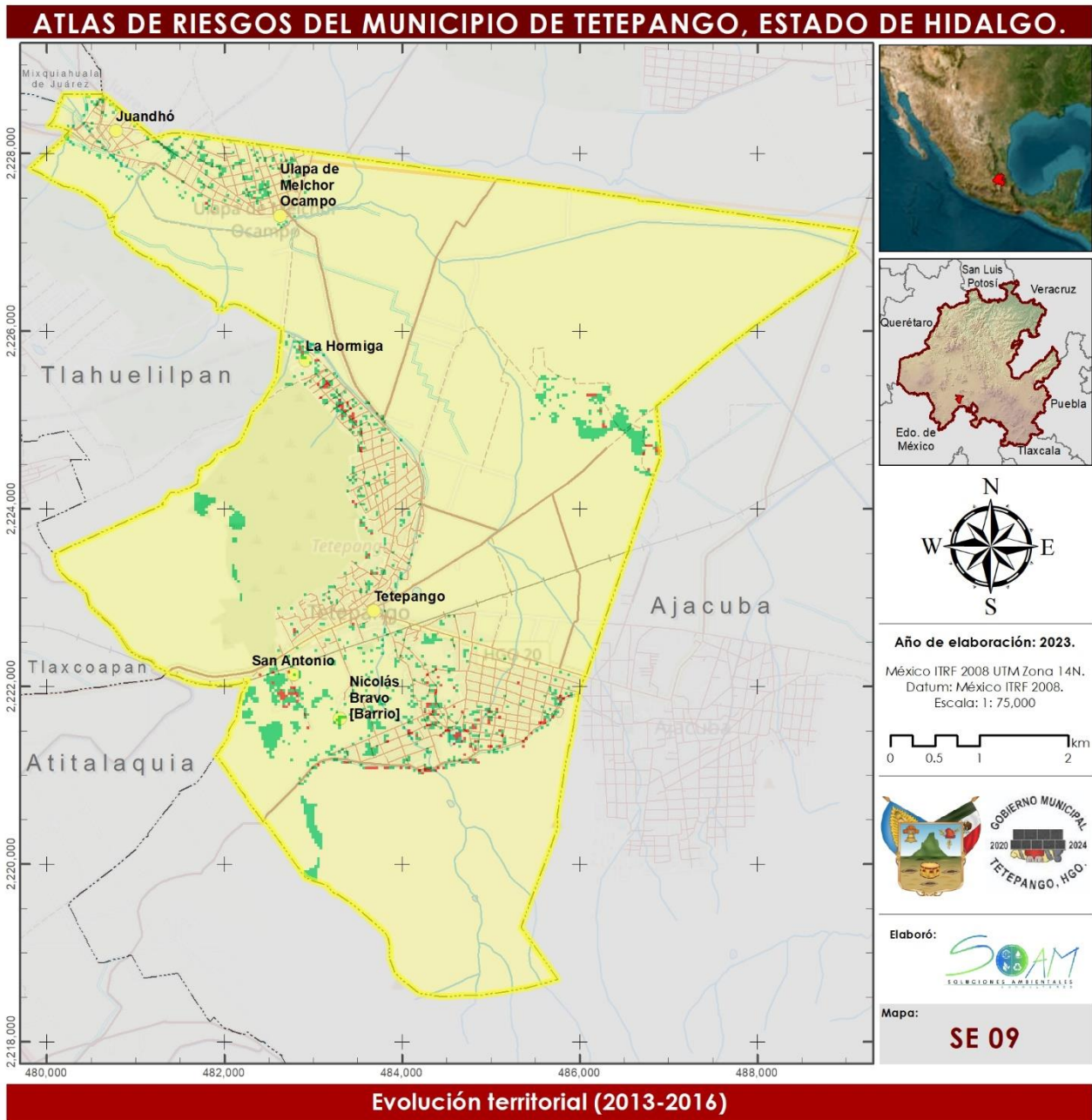
Con base en lo anterior, el crecimiento de la zona urbana en un periodo de siete años es de 22.53 ha/año, registrando un crecimiento total de 157.66 ha. (Figura I.44 y Figura I.45).

Tabla I.16. Crecimiento urbano en periodo 2013-2020

Descripción	2013		2016		2020	
	SUP (Ha)	%	SUP (Ha)	%	SUP (Ha)	%
Zona urbana	549.80	12.25%	635.45	14.15%	707.46	15.76%

Fuente: Elaboración propia con imágenes satelitales LANDSAT.





Fuentes:
Marco Geoestadístico de INEGI, 2022.
Procesamiento de Imágenes satelitales Landsat 8 (2013-2020)
USGS (Servicio Geológico de los Estados Unidos). Año de consulta: 2023

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRD, IGN, and the GE User Community

Figura I.44. Grado de cambio de superficie en el municipio (2013-2016).

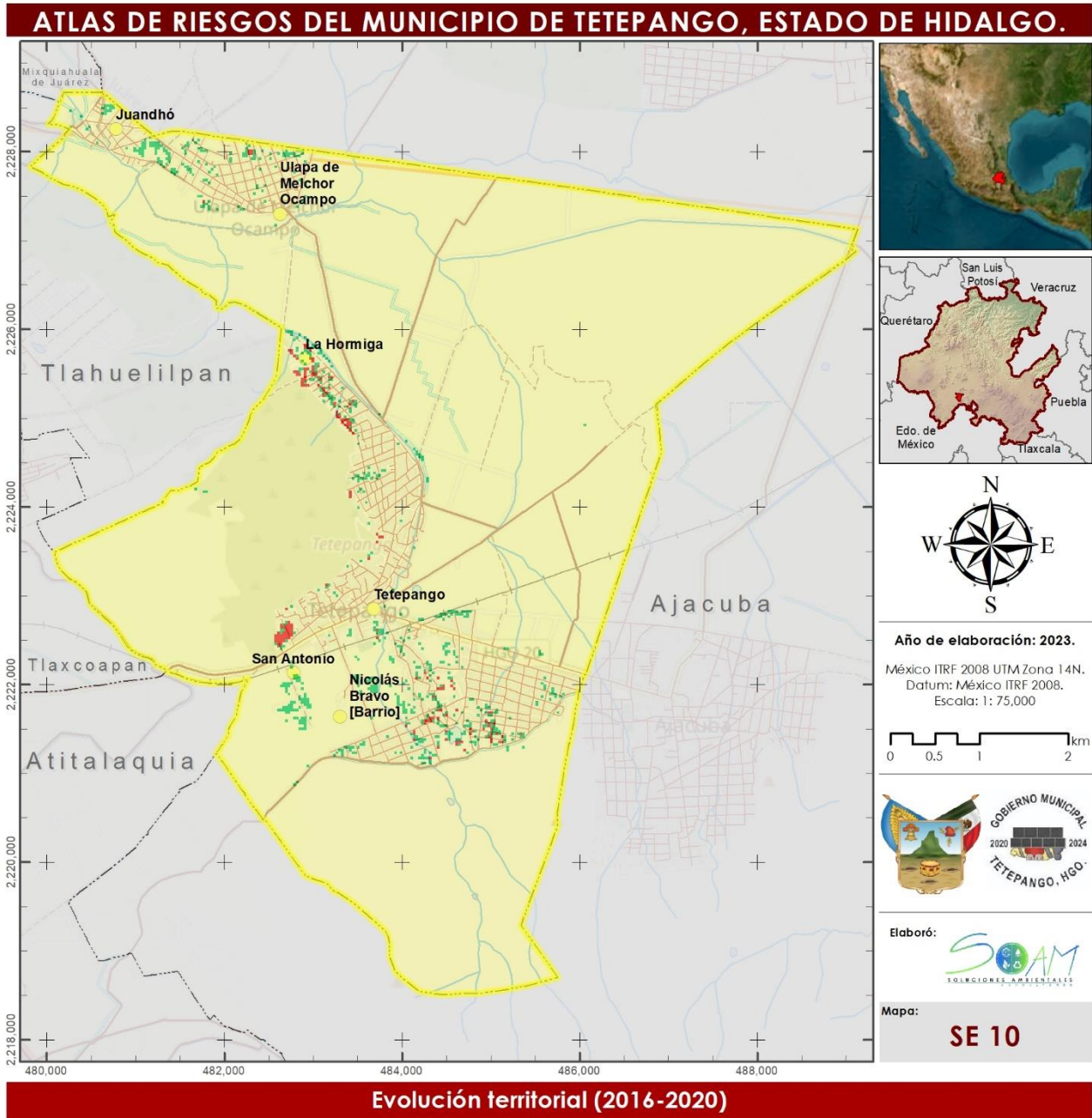


Figura I.45. Grado de cambio de superficie en el municipio (2016-2020).

7. Migración.

La migración está definida como aquel cambio de lugar de residencia habitual de manera temporal o definitiva, generalmente con la intención de mejorar su situación económica, así como su desarrollo personal y familiar desde un municipio hasta otro país (INEGI, 2019). El índice de intensidad migratoria es una medida que resume las características migratorias de los hogares mexicanos en términos de remesas, migrantes residentes en Estados Unidos, migrantes circulares y migrantes de retorno (CONAPO, 2015). En Tetepango, del total de viviendas particulares habitadas, solo el 2.03% reciben algún ingreso de algún familiar en el extranjero; 3.1% tiene algún emigrante en EU, el 2.27% de emigrantes lleva viviendo en estados unidos más de 5 años y 5.36% vivió en EU menos de 5 años (Tabla I.17).

El índice de intensidad migratoria para el municipio es de 0.19, presentando un grado de intensidad migratoria medio, siendo el lugar 37 de 84 municipios del Estado de Hidalgo y el 834 en un contexto nacional (Tabla I.18).

Tabla I.17. Datos de migración por viviendas.

Total, de viviendas	% Viviendas que reciben remesas	% Viviendas con emigrantes a Estados Unidos del quinquenio anterior	% Viviendas con migrantes circulares del quinquenio anterior	% Viviendas con migrantes de retorno del quinquenio anterior
2,520	2.03	3.1	2.27	5.36

Fuente: CONAPO 2010.

Tabla I.18. Intensidad migratoria en el municipio

Índice de intensidad migratoria	Índice de intensidad migratoria escalado de 0 a 1002	Grado de intensidad migratoria	Lugar que ocupa en el contexto estatal	Lugar que ocupa en el contexto nacional
0.1903	3.1306	Medio	37	834

Fuente: CONAPO 2010.

8. Índice de desarrollo Humano (IDH).

El IDH es una medida sintética utilizada para evaluar el progreso a largo plazo en tres dimensiones básicas del desarrollo humano: una vida larga y saludable, el acceso al conocimiento y un nivel de vida digno. El indicador utilizado para medir una vida larga y saludable es la esperanza de vida. El nivel de conocimiento se mide a través de la media de los años de escolaridad entre la población adulta, es decir, el promedio de años de escolarización recibida a lo largo de la vida por las personas de 25 años o más; y el acceso al aprendizaje y el conocimiento, mediante los años esperados de escolaridad de los niños en edad de comenzar la escuela, que es el número total de años de escolaridad que puede esperar recibir un niño de esa edad si los patrones vigentes de las tasas de matriculación por edad se mantienen a lo largo de la vida del niño. El nivel de vida se mide a través del Ingreso Nacional Bruto (INB)

per cápita, expresado en dólares internacionales de 2017 convertidos utilizando las tasas de conversión de la Paridad de Poder Adquisitivo (PPA) (PNUD México, 2022).

Tetepango presenta un promedio de 8.4 años de escolaridad, es decir, los habitantes del municipio llegan a cursar hasta el primer grado de secundaria de manera inconclusa. Sin embargo, para el periodo 2020-2030 se espera que, en condiciones de desarrollo, mínimo terminen el bachillerato. No obstante, se tiene un ingreso per cápita anual de 2924.9 (Tabla I.19).

Tabla I.19. Condiciones de salud, educación e ingresos en el municipio.

Municipio	Años promedio de escolaridad	Años esperados de escolarización	Ingreso per cápita anual (dólares PPC)
Tetepango	8.4	13.43	2924.9

Fuente: PNUD México. 2022.

En el caso de los indicadores de desarrollo humano, se tiene que el índice de educación para Tetepango es de 0.73. Mientras que el índice de ingreso es de 0.721, dando referencia de buenas condiciones en términos de distribución de ingresos. Asimismo, se tiene un índice de salud de 0.852, siendo lo cual indica de manera general buen estado de salud en el municipio (Tabla I.20). En este sentido el municipio presenta un alto grado de desarrollo humano, ya que cuenta con valor de índice de 0.73, Lo anterior coloca a Tetepango en el lugar 33 de 84 municipios para el Estado de Hidalgo.

Tabla I.20. Indicadores de desarrollo Humano.

Índice de educación	Índice de salud	Índice de ingreso	Valor del IDH	Posición estatal IDH 2015	Grado de desarrollo Humano
0.679	0.852	0.721	0.738	33	Alto

Fuente: PNUD México. 2022.

9. Rezago Social.

El Índice de Rezago Social es una medida ponderada que resume cuatro indicadores de carencias sociales (educación, salud, servicios básicos y calidad y espacios en la vivienda) en un solo índice que tiene como finalidad ordenar a las unidades de observación según sus carencias sociales.

Se clasifica según las unidades de observación en cinco estratos (grados de rezago social), haciendo uso de la técnica de estratificación de Dalenius-Hodges, la cual permite que dentro de cada estrato las unidades sean lo más homogéneas posibles y entre los estratos lo más distintos posibles. Los cinco estratos o grados de rezago social en que se distribuyen las unidades de observación, de acuerdo con su Índice, son: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto rezago social (CONEVAL, 2020).



El municipio de Tetepango presenta un grado de rezago social muy bajo, permaneciendo en el lugar número 61 en contexto de rezago social estatal. Mientras que, al interior del municipio, cada una de las localidades de Tetepango cuenta con información acerca de indicadores de educación, salud y vivienda de valores porcentuales (Figura II.39 y Figura II.40). Estos indicadores resultan en que las localidades de Tetepango, Juandhó y la Hormiga presentan un grado de rezago social muy bajo y Ulapa de Melchor Ocampo presenta uno bajo (Figura I.48).

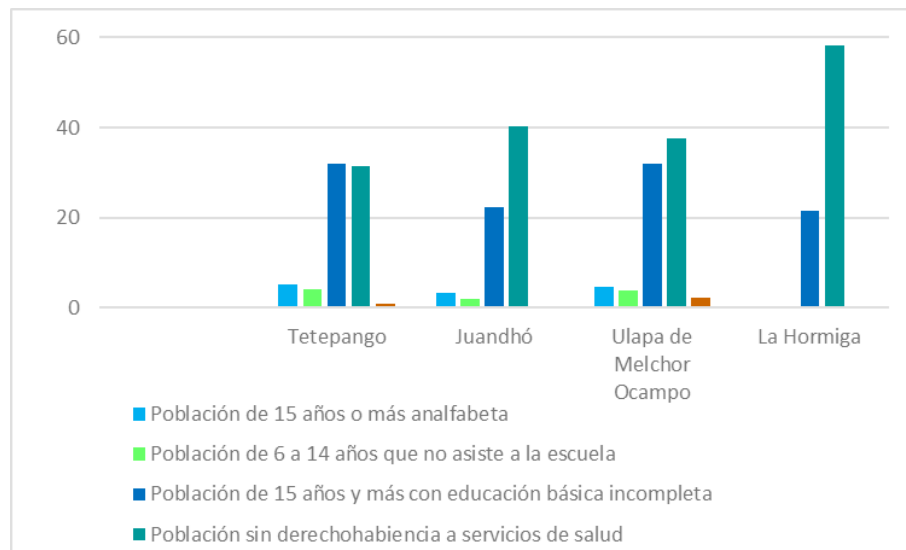


Figura I.46. Indicadores de educación y salud.

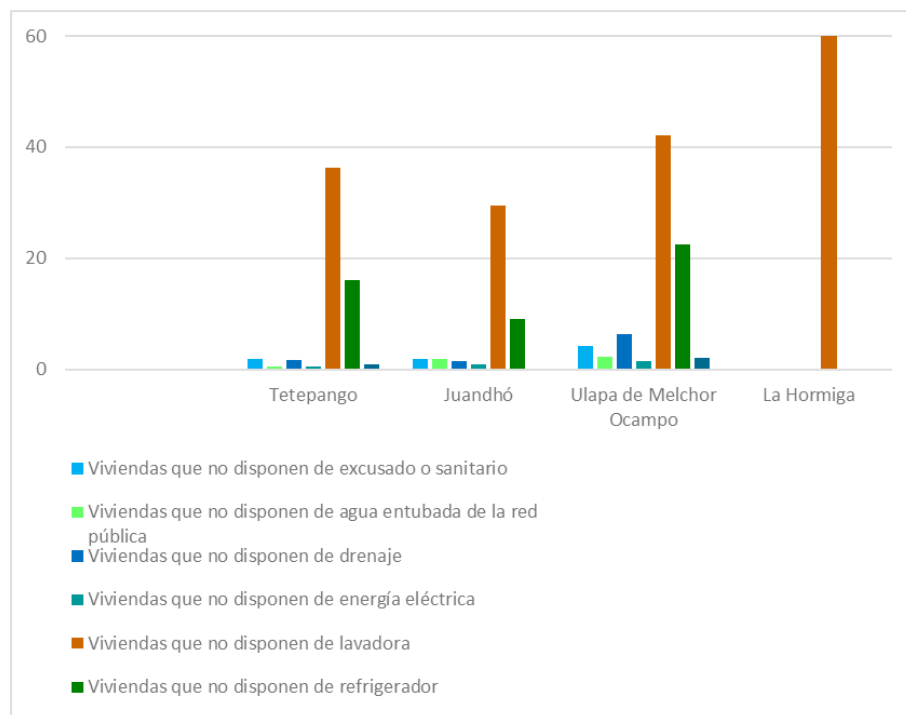
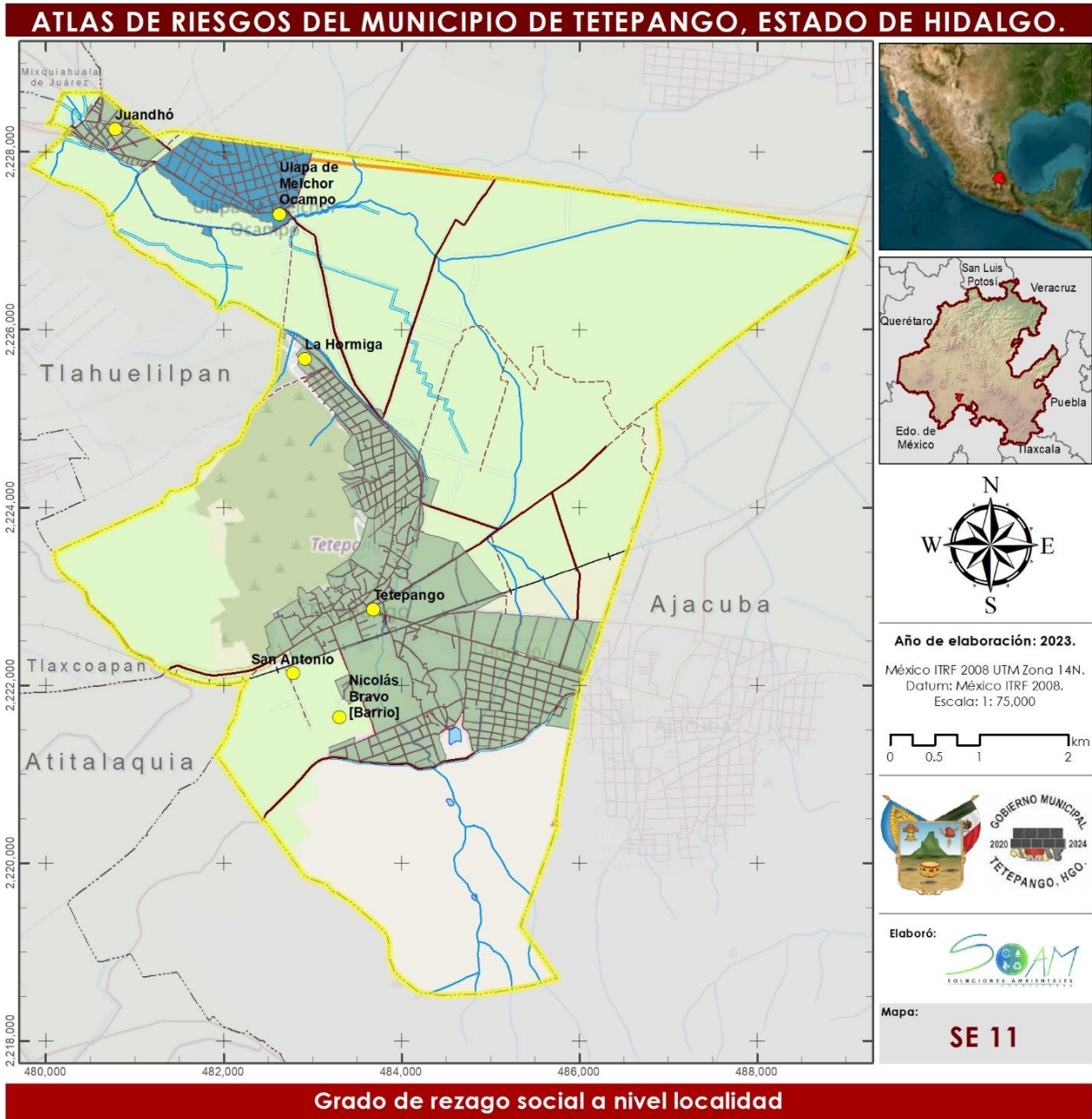


Figura I.47. Indicadores de servicios básicos en viviendas.





Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI 2022.
CONEVAL 2020

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura I.48. Rezago social a nivel localidad

10. Religión.

En cuanto a la región en el municipio, predominan las personas católicas con el 87.2%, seguido de personas ateas con 6.6% y 6.1% son protestantes. (Figura I.49).

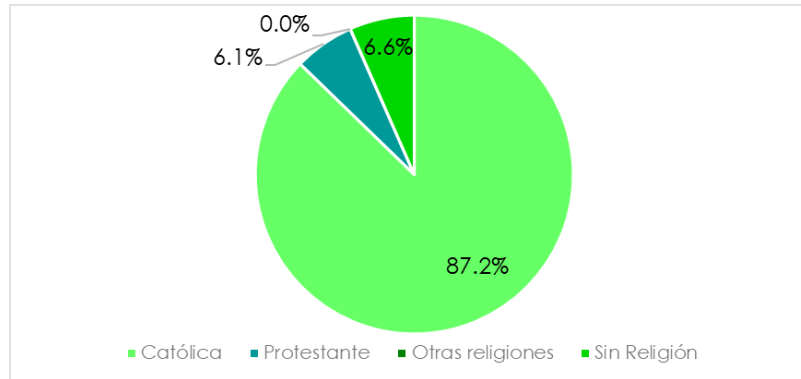


Figura I.49. Tipos de religión.

11. Delincuencia.

En este apartado se presentan los reportes de incidencia delictiva realizados ante el Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública (SESNSP) en el municipio de Tetepango en el periodo 2015- 2022. Los reportes delictivos se encuentran clasificados en relación a los bienes afectados, como el patrimonio, la libertad y seguridad sexual, la familia, la sociedad, la vida e integridad corporal, la libertad personal y otros bienes jurídicos afectados (del fuero común).

El mayor número de denuncias realizadas en el municipio en años pasados fueron hacia la afectación del patrimonio, la familia y la libertad y seguridad social (2015,2016 y 2020) (Figura I.50). En el periodo 2021-2022 las incidencias delictivas cambiaron, aumentando los reportes delictivos de otros bienes jurídicos afectados (del fuero común).

Tabla I.21. Denuncias por bien afectado en periodo 2015-2021.

Bien legal afectado	Número de casos por año							Suma de Valores
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Familia	8	10	6	6	8	8	16	62
Libertad Personal	1	0	2	3	5	2	5	18
Libertad y Seguridad Sexual	0	3	0	1	3	2	2	11
Otros Bienes Jurídicos Afectados	3	15	10	21	28	22	44	143
Patrimonio	27	36	25	22	42	35	18	205



Bien legal afectado	Número de casos por año							Suma de Valores
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Sociedad	0	0	0	0	0	0	0	0
Vida e Integridad Corporal	3	10	9	21	20	9	7	79
Total general								518

Fuente: Elaboración propia con información de Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública (SESNSP).

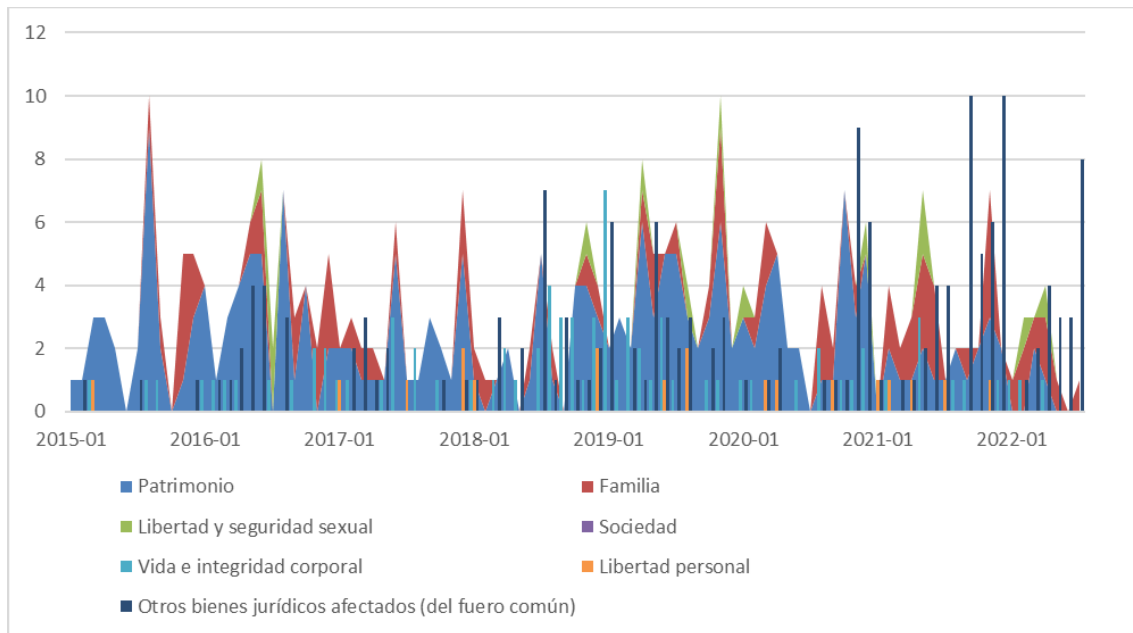


Figura I.50. Denuncias según bien afectado.

I.7.3. Características de la vivienda.

Las características de las viviendas determinan la vulnerabilidad de las mismas ante los fenómenos perturbadores, principalmente los de origen natural. Si la vivienda presenta una mayor calidad en la construcción, la vivienda y sus habitantes serán menos vulnerables ante la presencia de fenómenos perturbadores. La calidad de la vivienda está determinada por los materiales de empleados para la construcción de muros y techos, así como los sistemas estructurales (cimentación, castillos, dalas, columnas y traveses) empleados en su construcción.

De manera general el municipio de Tetepango, el 99.3% de las viviendas cuentan con muros rígidos, conformados por mampostería, de igual forma cuentan con losas de concreto y así como estructuras de concreto hidráulico (castillos y dalas), que permiten ligar las losas con los muros.



Tabla I.22. Características constructivas de las viviendas.

Localidad	Viviendas particulares habitadas	Porcentaje de viviendas con materiales rígidos en muros y losas	Porcentaje de viviendas con materiales flexibles en muros y losas
Municipio de Tetepango	3,088	99.3%	0.7%
Tetepango	2,388	99.3%	0.7%
Juandhó	212	99.1%	0.9%
Ulapa de Melchor O.	479	98.7%	1.3%
La Hormiga	5	100.0%	0.0%

Fuente: Censo de población y vivienda INEGI, 2020; recorridos de campo.

1. Pisos de tierra.

En relación con las viviendas particulares habitadas que presentan piso de tierra, según el diccionario de INEGI, comprenden las clasificadas como cada independiente, departamento en edificio, vivienda o cuarto en vecindad, vivienda o cuarto en azotea y a las que no especificaron la clase de vivienda.

En el municipio se registran un total de 32 viviendas con piso de tierra, de los cuales 22 se encuentran en la cabecera municipal (68.75%), mientras que el resto (10) se ubican en la localidad de Ulapa de Melchor Ocampo, representando el 31.25% de las viviendas con piso de tierra del municipio (Figura I.51 y Figura I.52).

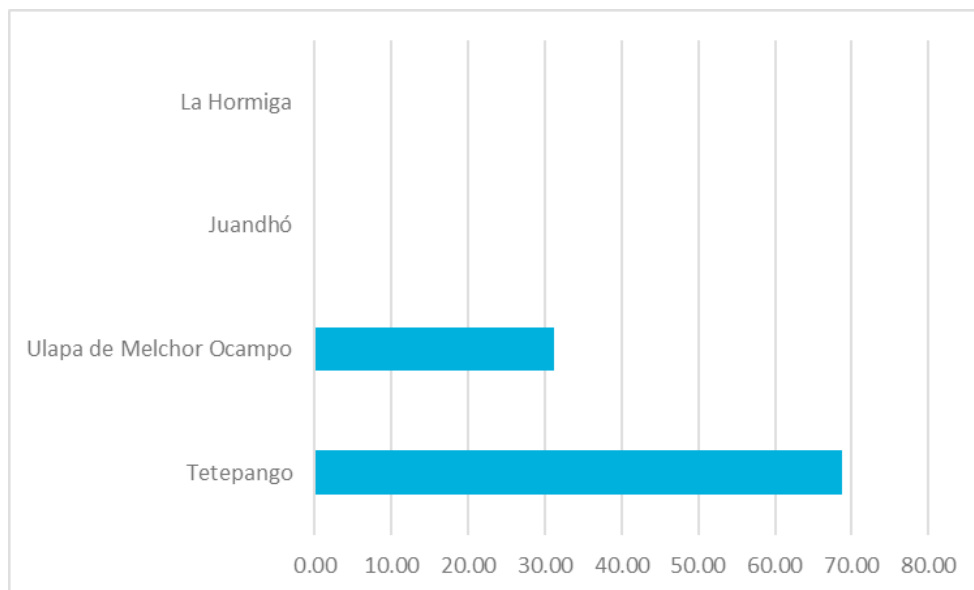
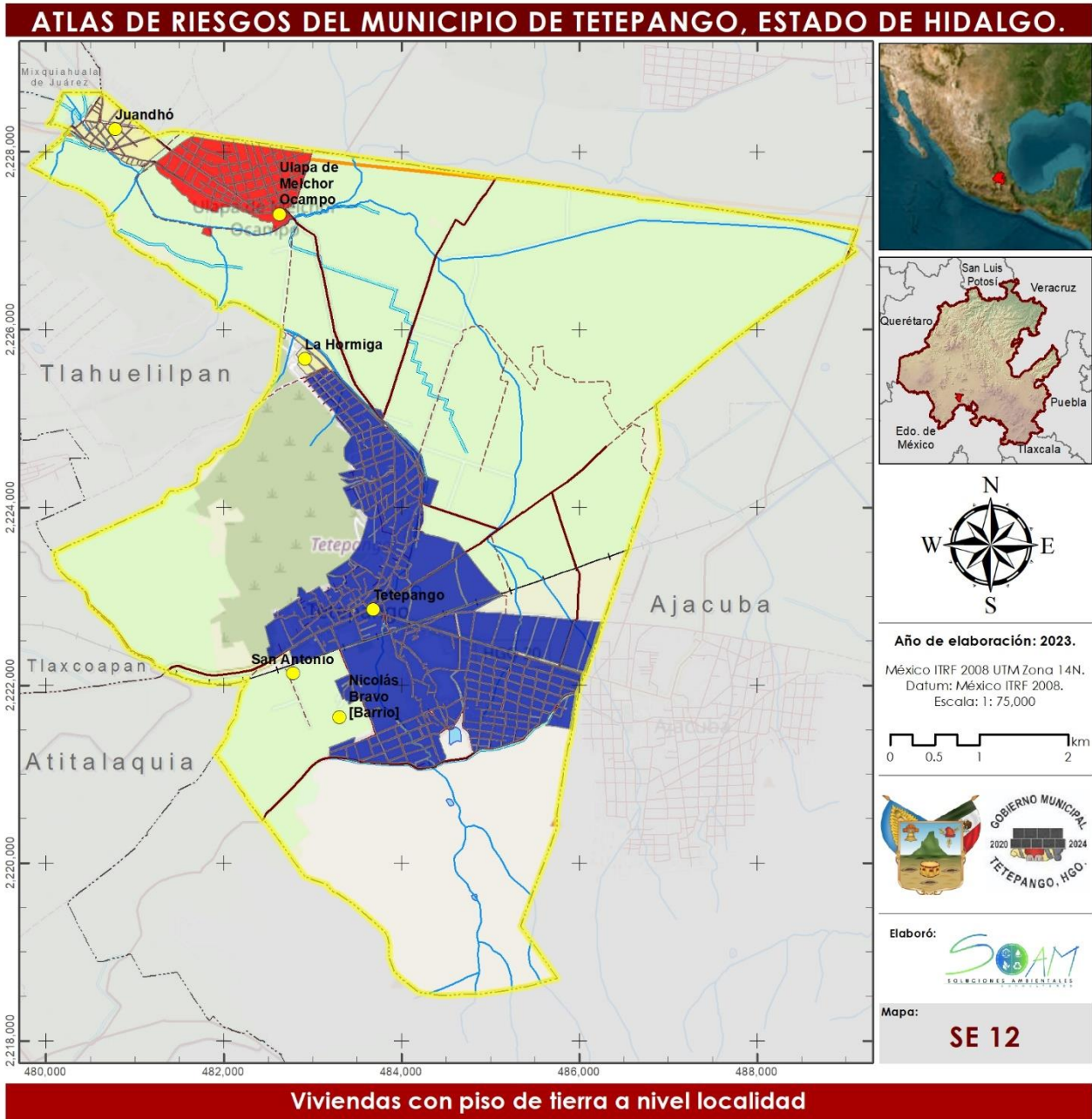


Figura I.51. Porcentaje de Viviendas con piso de tierra por localidad.





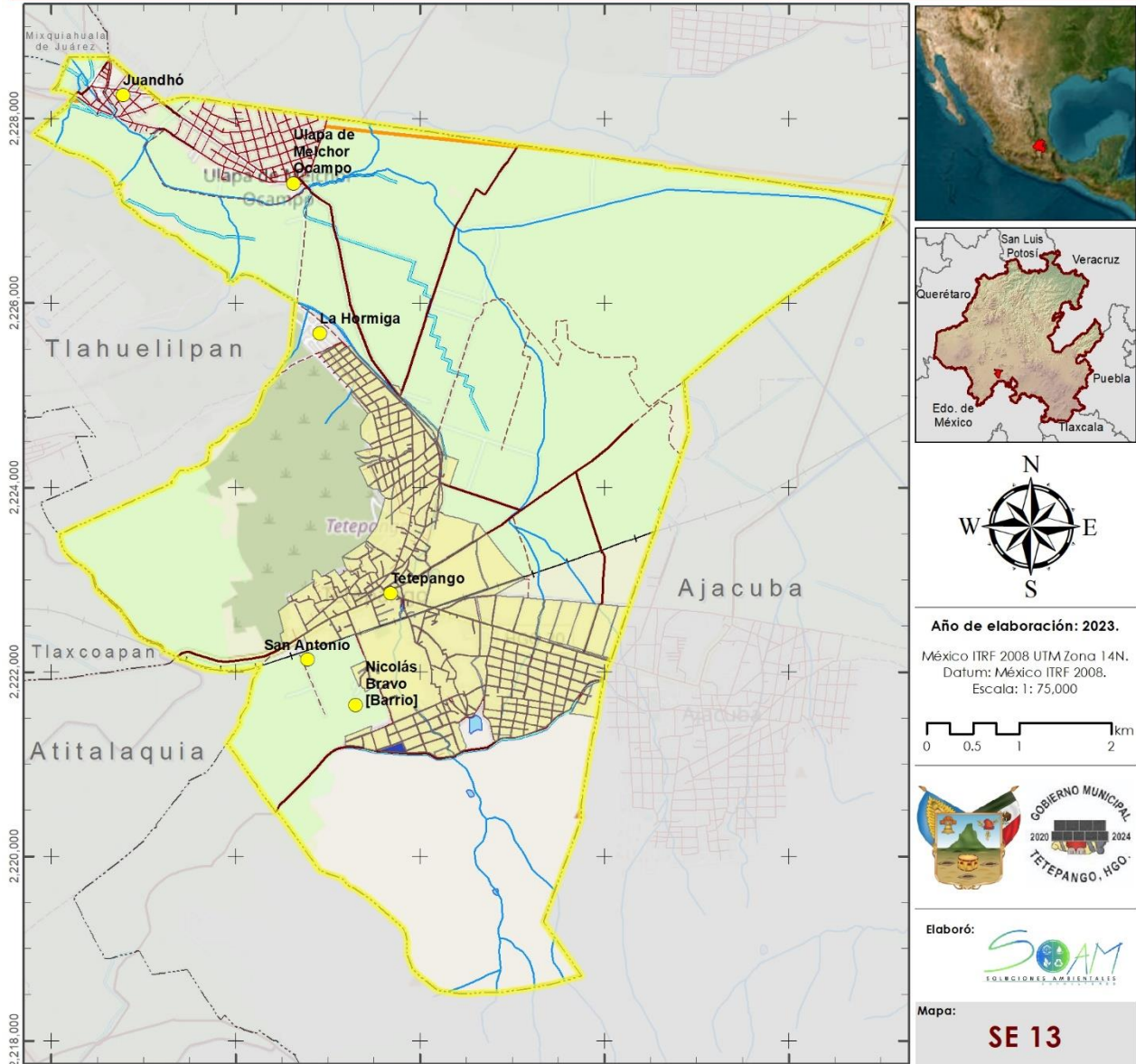
Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Censo de población INEGI, 2020.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GE User Community

Figura I.52. Viviendas con piso de tierra a nivel localidad.

ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Viviendas con piso de tierra a nivel AGEB

Marco Geoestadístico		Hidrología		Infraestructura		Simbología		Simbología Temática	
	Límite Municipal		Corriente de agua		Carretera		Área de cultivo		0
	Municipios Aledaños		Canal		Calle		Cuerpo de Agua		1 - 4
	Estado de Hidalgo		Cuerpo de Agua		Camino		Vía férrea		
	Localidades				Vía férrea		Gasoducto		

Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Censo de población INEGI, 2020.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GE User Community

Figura I.53. Viviendas con piso de tierra por AGEB.

2. Servicios Básicos.

Los servicios públicos son fundamentales en el desarrollo económico y social, además son una condición esencial para la erradicación efectiva de la pobreza.

En las localidades del municipio de Tetepango, el servicio de agua potable y alcantarillado sanitario es proporcionado por la presidencia municipal, quien se encarga de realizar acciones de rehabilitación, ampliación, operación, administración, cobro de tarifas y trabajos de conservación de los sistemas de agua potable y alcantarillado.

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda (2020), el municipio presenta una cobertura casi total de servicios básicos, donde la cobertura de drenaje es del 97.3%, del agua potable es de 98.8% y de electricidad del 99.1% (Figura I.54).

En lo referente a las localidades, el número de viviendas habitadas que cuentan con el servicio de agua potable, electricidad y alcantarillado es acorde a la cantidad de casas habitadas en una proporción del 98 al 100% (Figura I.55, Figura I.57 y Figura I.59). En cuanto a las viviendas urbanas, la mayor parte de manzanas que presentan acceso a agua potable, electricidad y alcantarillado se encuentran en un rango de 0-9 viviendas (Figura I.56, Figura I.58 y Figura I.60).

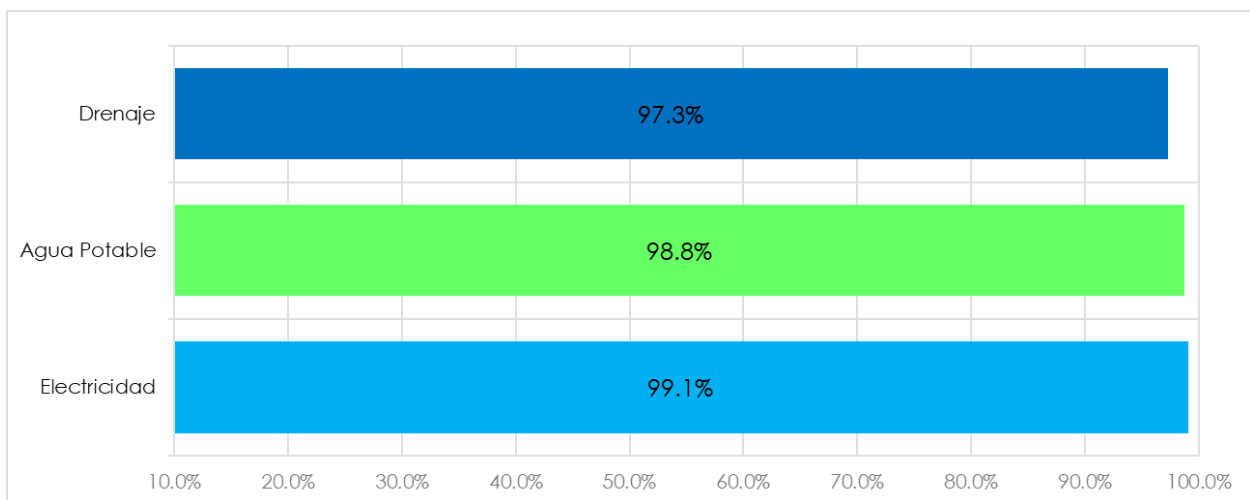


Figura I.54. Cobertura de servicios en el municipio.



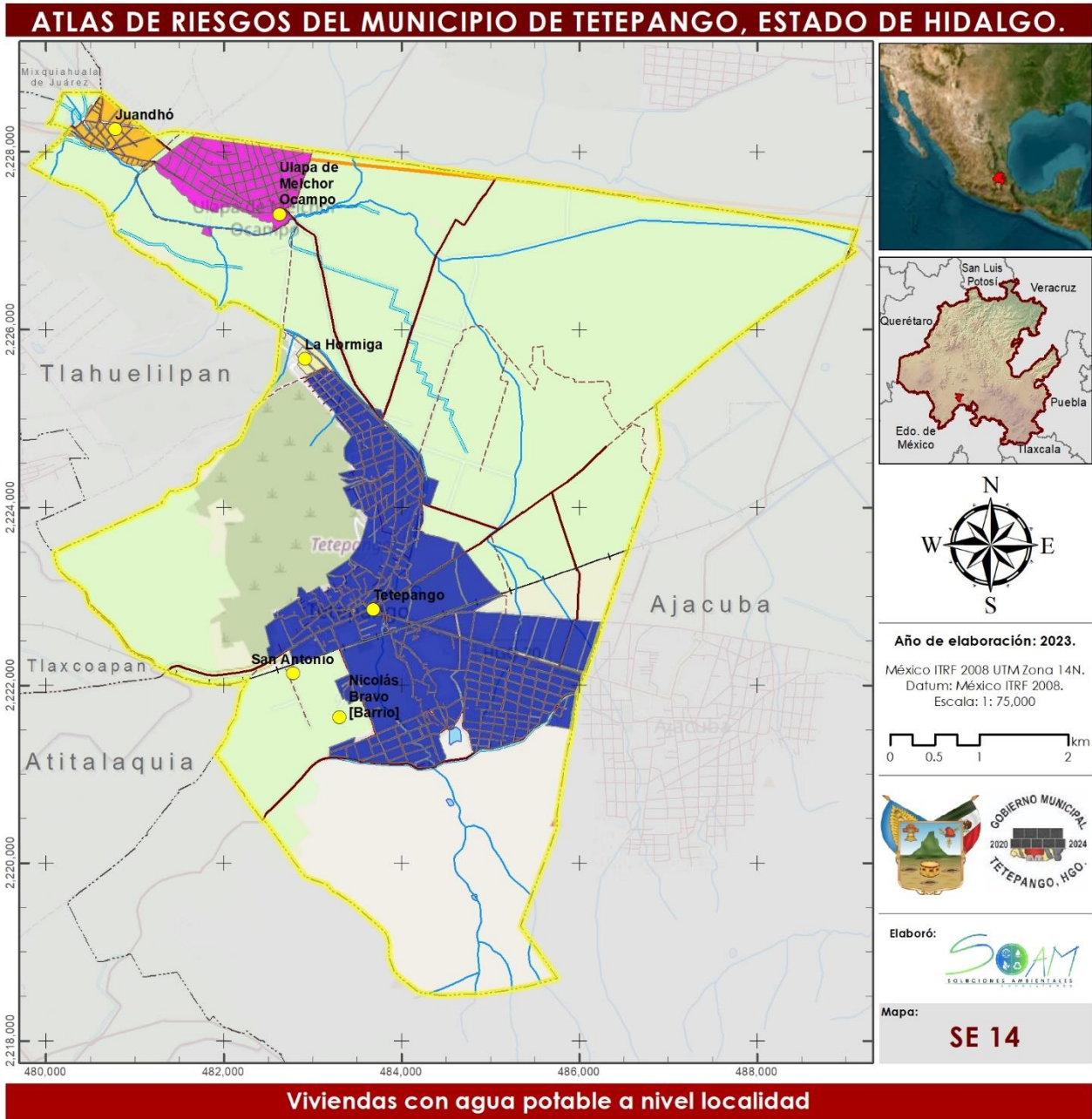
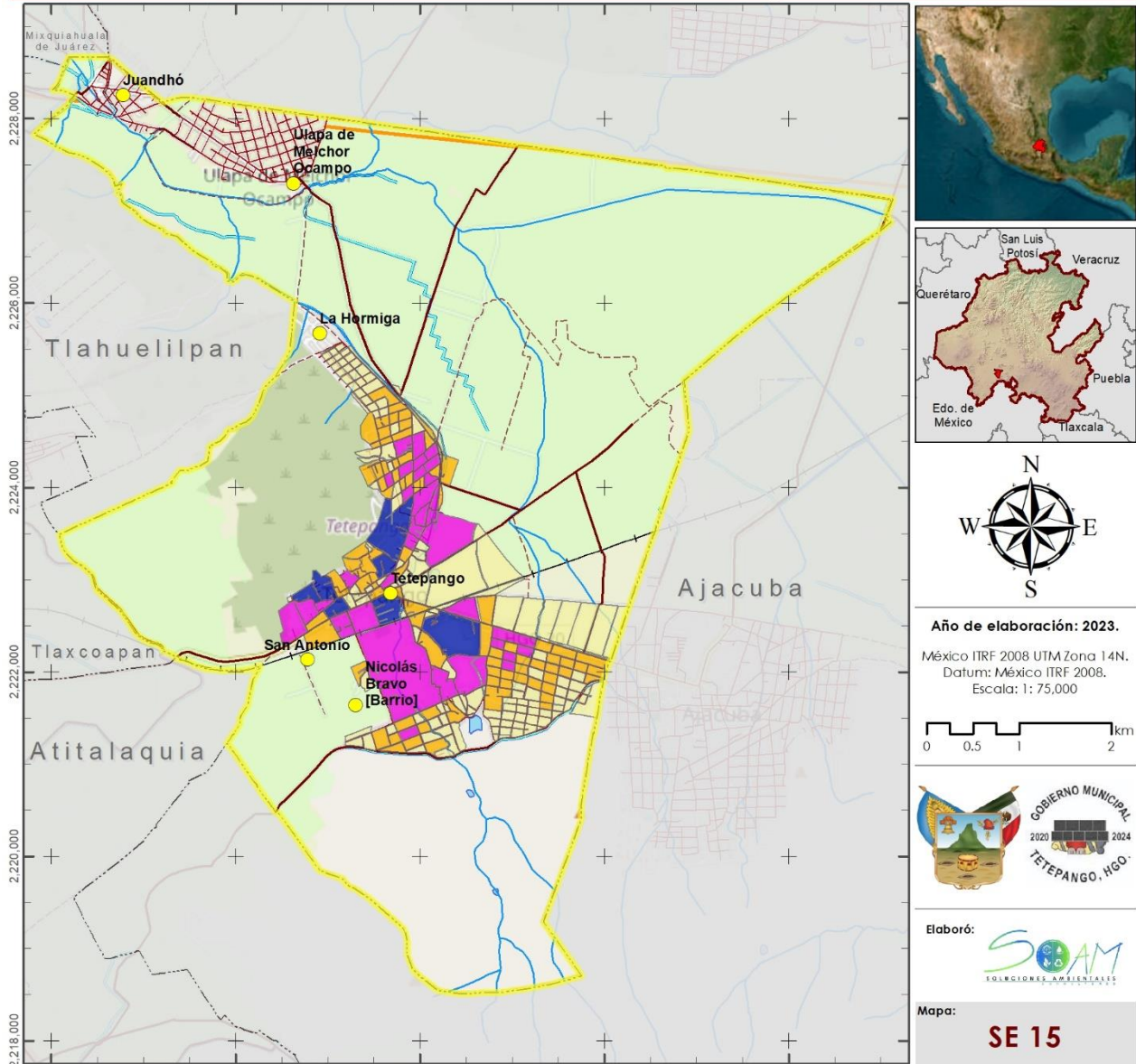


Figura I.55. Viviendas con agua potable a nivel localidad.

ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Viviendas con agua potable a nivel AGEB

Marco Geoestadístico		Hidrología		Infraestructura		Simbología		Simbología Temática	
	Límite Municipal		Corriente de agua		Carretera		Área de cultivo		0 - 6
	Municipios Aledaños		Canal		Calle				7 - 16
	Estado de Hidalgo		Cuerpo de Agua		Camino				17 - 36
	Localidades				Vía férrea				37 - 80
					Gasoducto				

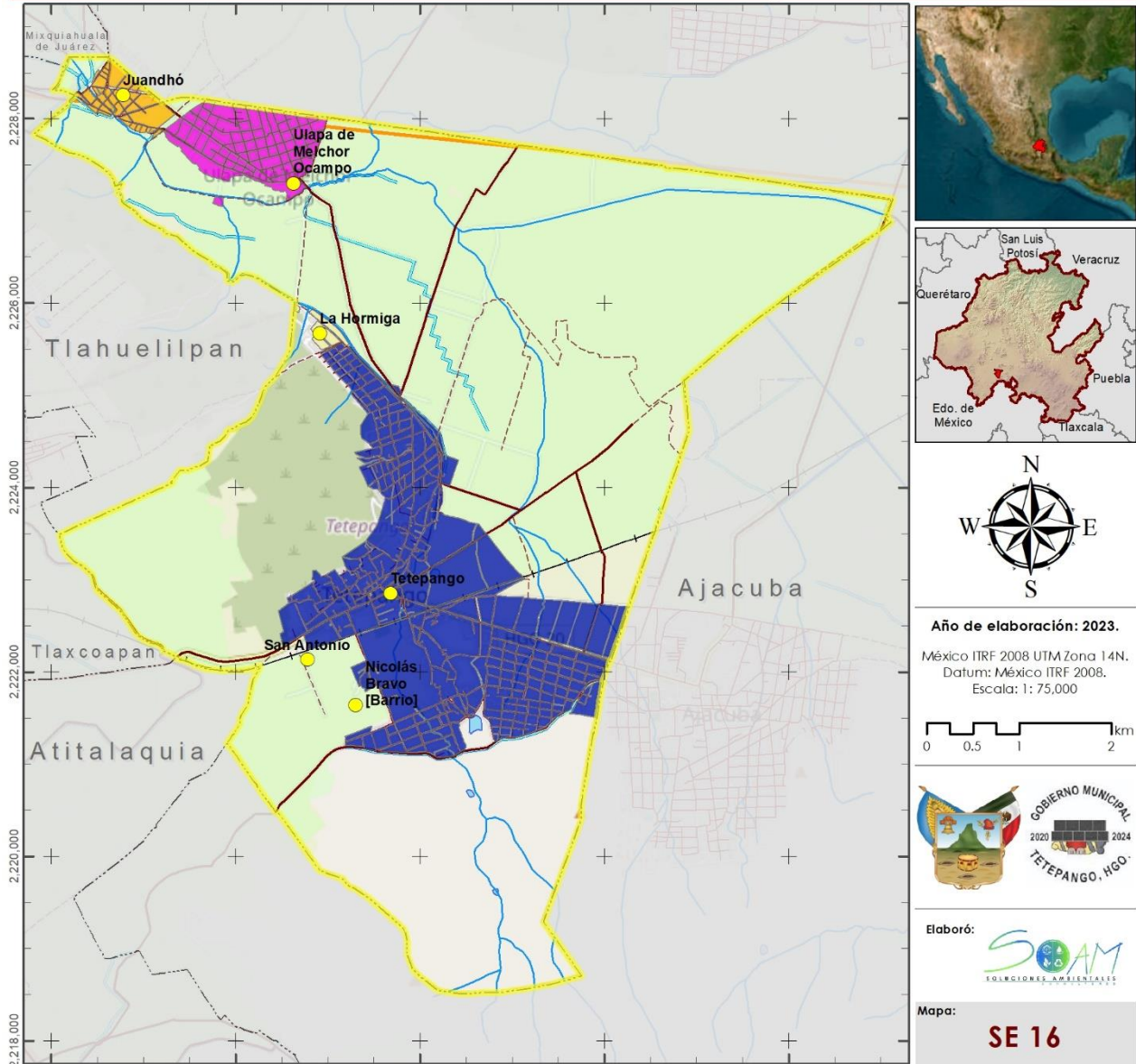
Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Censo poblacional INEGI, 2020.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GE User Community

Figura I.56. Viviendas con agua potable por AGEB.

ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Viviendas con drenaje a nivel localidad

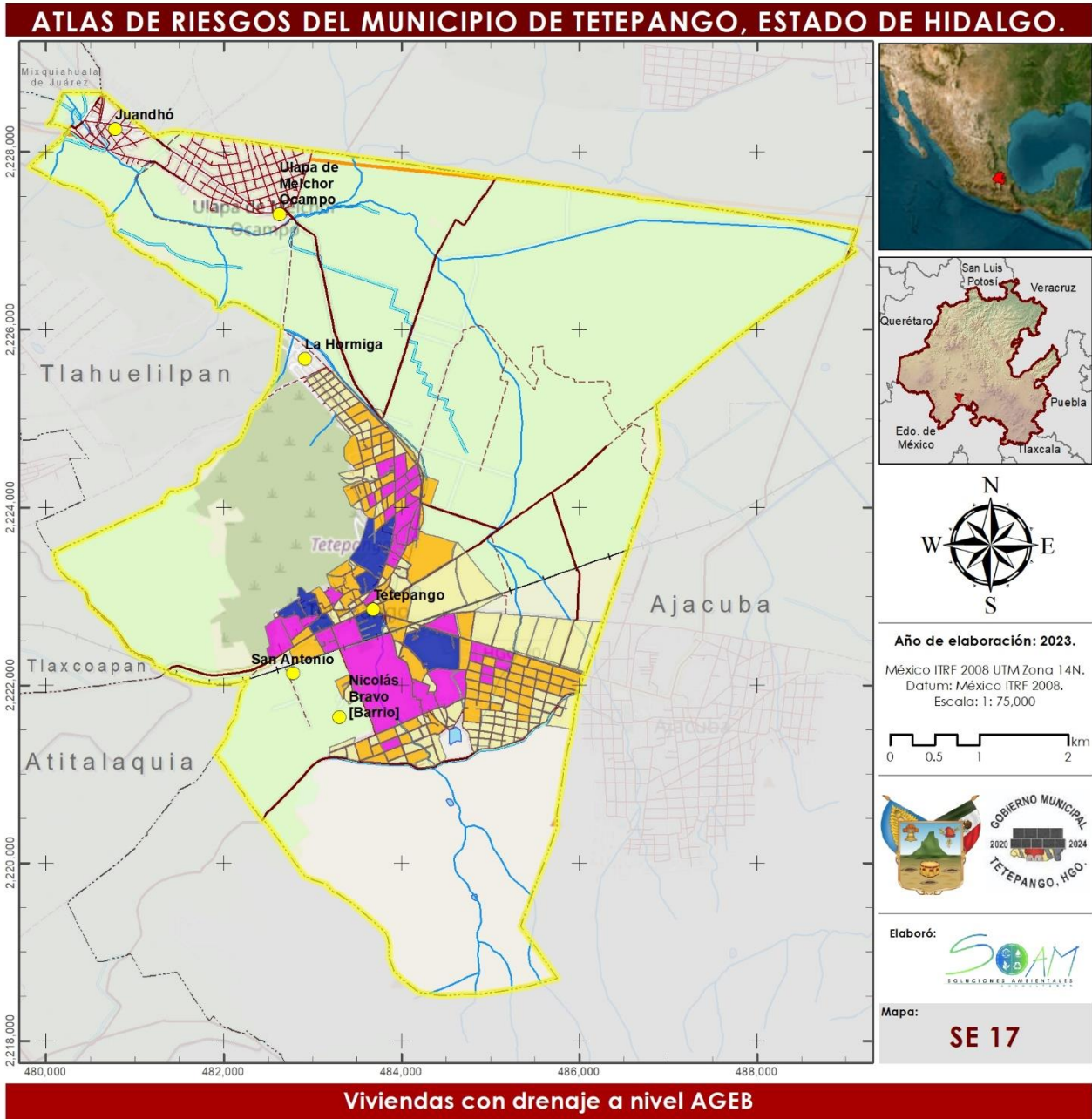
Marco Geoestadístico		Hidrología		Infraestructura		Uso de suelo		Simbología Temática	
	Límite Municipal		Corriente de agua		Carretera		Área de cultivo		0 - 5
	Municipios Aledaños		Canal		Calle				6 - 208
	Estado de Hidalgo		Cuerpo de Agua		Camino				209 - 448
	Localidades				Vía férrea				449 - 2340
					Gasoducto				

Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Censo poblacional INEGI, 2020.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GE User Community

Figura I.57. Viviendas con drenaje a nivel localidad.



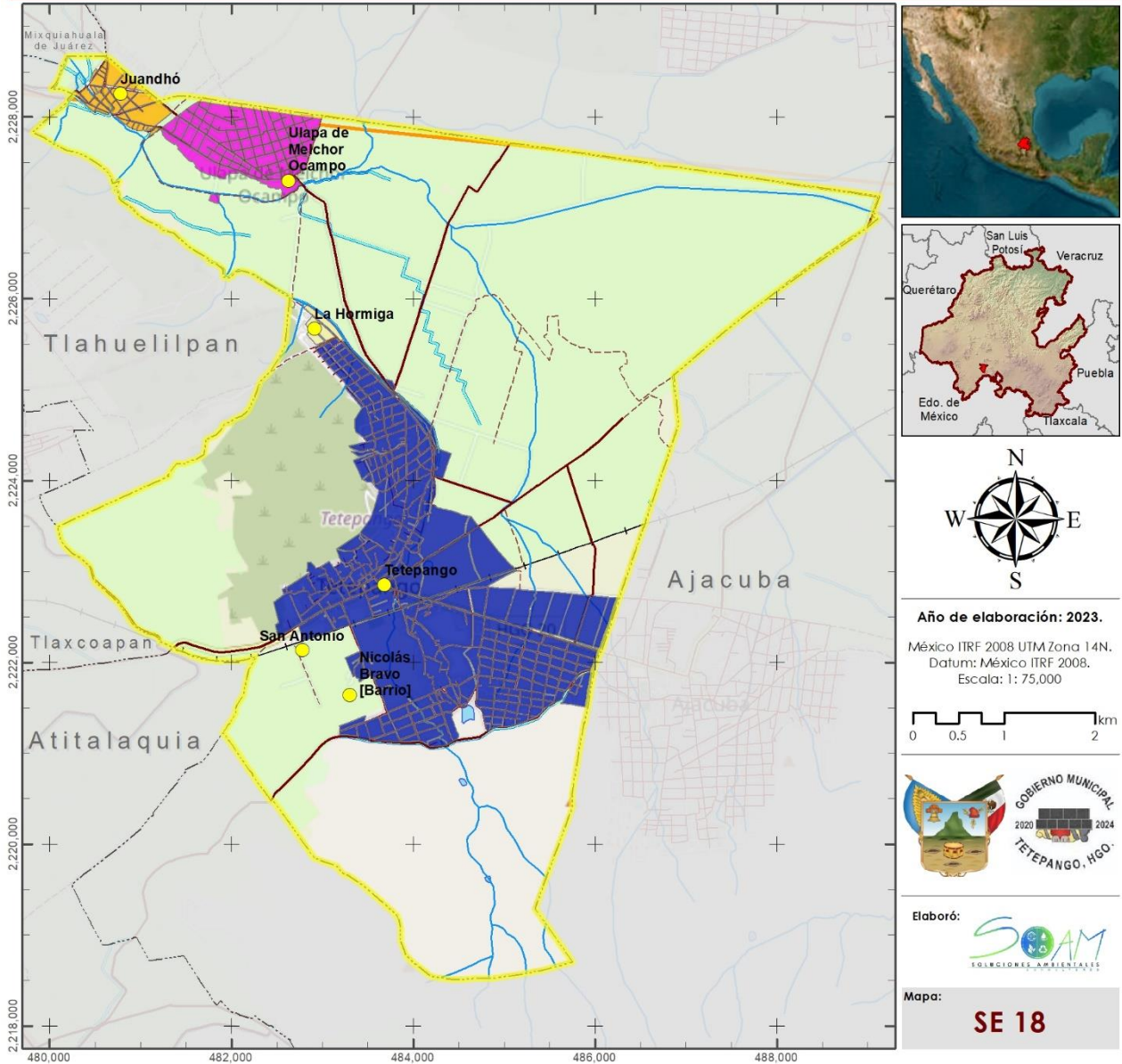
Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Censo poblacional INEGI, 2020.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GE User Community

Figura I.58. Viviendas con drenaje por AGEB.

ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Viviendas con electricidad a nivel localidad

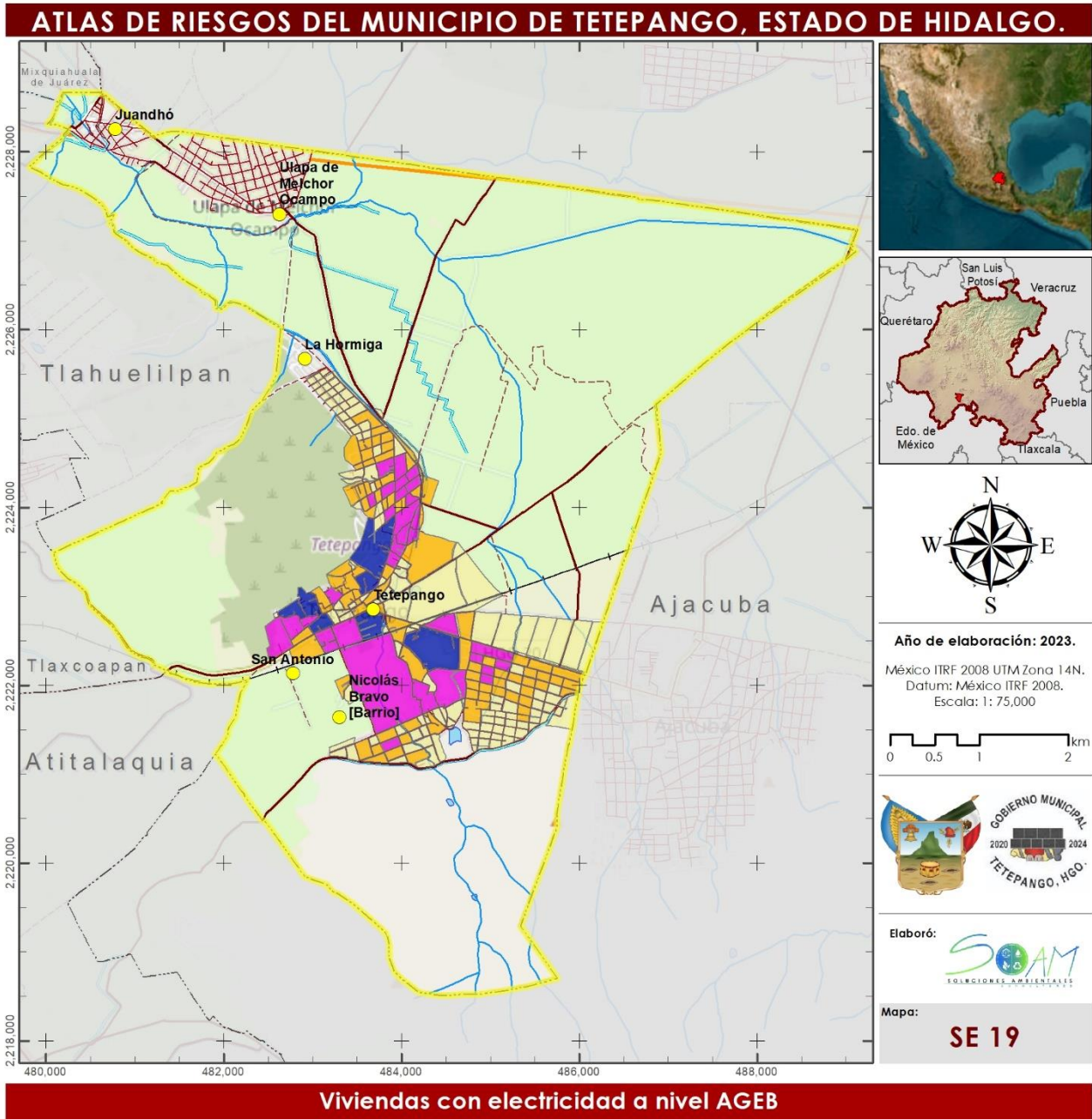
Marco Geoestadístico		Hidrología		Infraestructura		Uso de suelo		Simbología Temática	
	Límite Municipal		Corriente de agua		Carretera		Área de cultivo		0 - 5
	Municipios Aledaños		Canal		Calle				6 - 209
	Estado de Hidalgo		Cuerpo de Agua		Camino				210 - 471
	Localidades				Vía ferrea				472 - 2371
					Gasoducto				

Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Censo poblacional INEGI, 2020.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA.
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura I.59. Viviendas con electricidad a nivel localidad.



Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Censo poblacional INEGI, 2020.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GE User Community

Figura I.60. Viviendas con electricidad por AGEB.

I.7.4. Empleo e Ingresos.

1. Sectores de ocupación.

La economía en el municipio de Tetepango depende en gran medida de la actividad agrícola. A datos de SIAPA (2021), en materia de agricultura se cultiva en hectáreas sembradas, de mayor a menor; alfalfa (555 ha), maíz (401 ha), frijol (107 ha), avena forraje (30 ha), y coliflor (17.5 ha). Para 2019 se cuenta con 535 unidades económicas, que generaban 912 empleos.

En cuanto a los sectores económicos del municipio se encuentran distribuidos de la siguiente forma; el 11.50% pertenece al sector primario, el 43.91% pertenece al sector secundario, el 43.50% pertenece al sector terciario y el 1.09% no especificaron. En la Figura I.61 se aprecia su distribución de forma gráfica de los distintos sectores económicos del municipio.

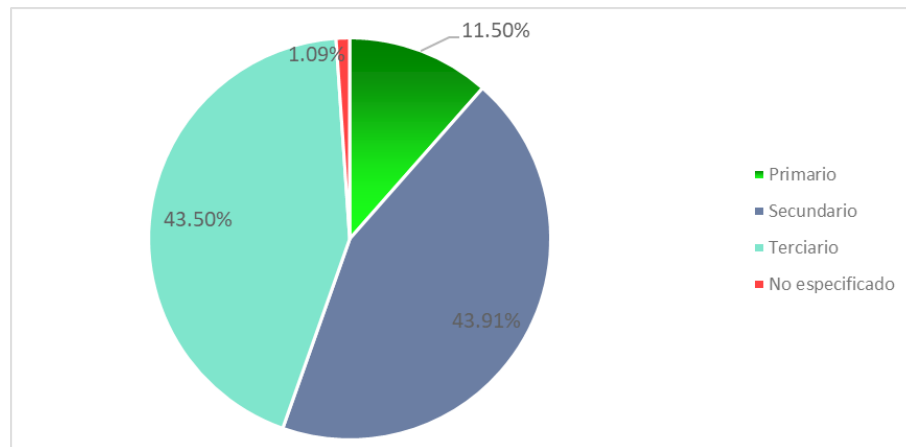


Figura I.61. Distribución de la PEA en los sectores económicos del municipio.

2. Población económicamente activa (PEA).

De acuerdo con cifras al año 2020 presentadas en los Censo de Población y Vivienda INEGI, la Población Económicamente Activa (PEA) del municipio asciende a 5,263 personas de las cuales 5,085 se encuentran ocupadas y 178 se encuentran desocupadas (Figura I.62).



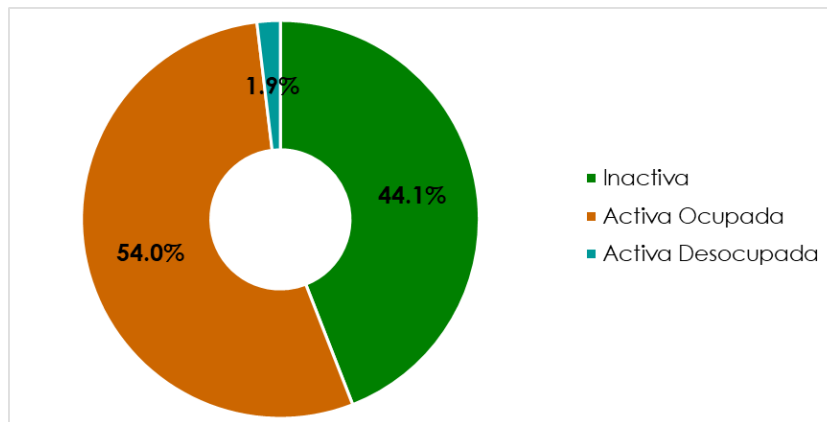


Figura I.62. Población económicamente activa.

3. Empleo.

Para 2022 existen 638 unidades económicas, que generaban empleo para 3,950 personas, en 2005 Tetepango presentó un PIB de \$594,078,960 pesos mexicanos, y un PIB per cápita de \$61,264 (precios corrientes de 2005);

De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de desarrollo Social (Coneval), el municipio registra un Índice de Marginación Muy Bajo. El 58.1% de la población se encuentra en pobreza moderada y 9.7% se encuentra en pobreza extrema. En 2020, el municipio ocupó el lugar 24 de 84 municipios en la escala estatal de rezago social.

La evolución de la distribución de las remesas se ha analizado a través de los años de manera trimestral por el Banco de México, para el municipio de Tetepango el ingreso de remesas ha ido en aumento a partir del año 2020 llegando hasta los 857,000 dólares para el segundo trimestre del 2022 (ENOE, 2022) (Figura I.63).

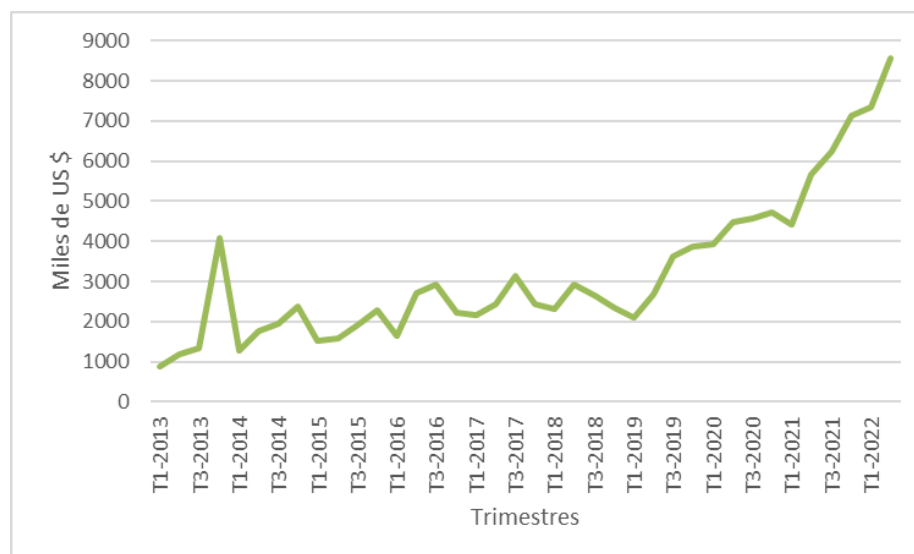


Figura I.63. Distribución de remesas en el municipio.



4. Unidades económicas en el municipio.

De acuerdo con los datos del Directorio Estadístico Nacional e Unidades Económicas del 2022, los sectores económicos que concentraron más unidades económicas en el municipio de Tetepango fueron Comercio al por Menor (318 unidades), Otros Servicios Excepto Actividades Gubernamentales (93 unidades), Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas (70 unidades) Industrias Manufactureras (44 unidades) y Servicios de salud y asistencia social (22 unidades), contando con un total de 639 unidades económicas en el municipio para ese año (Figura I.64).

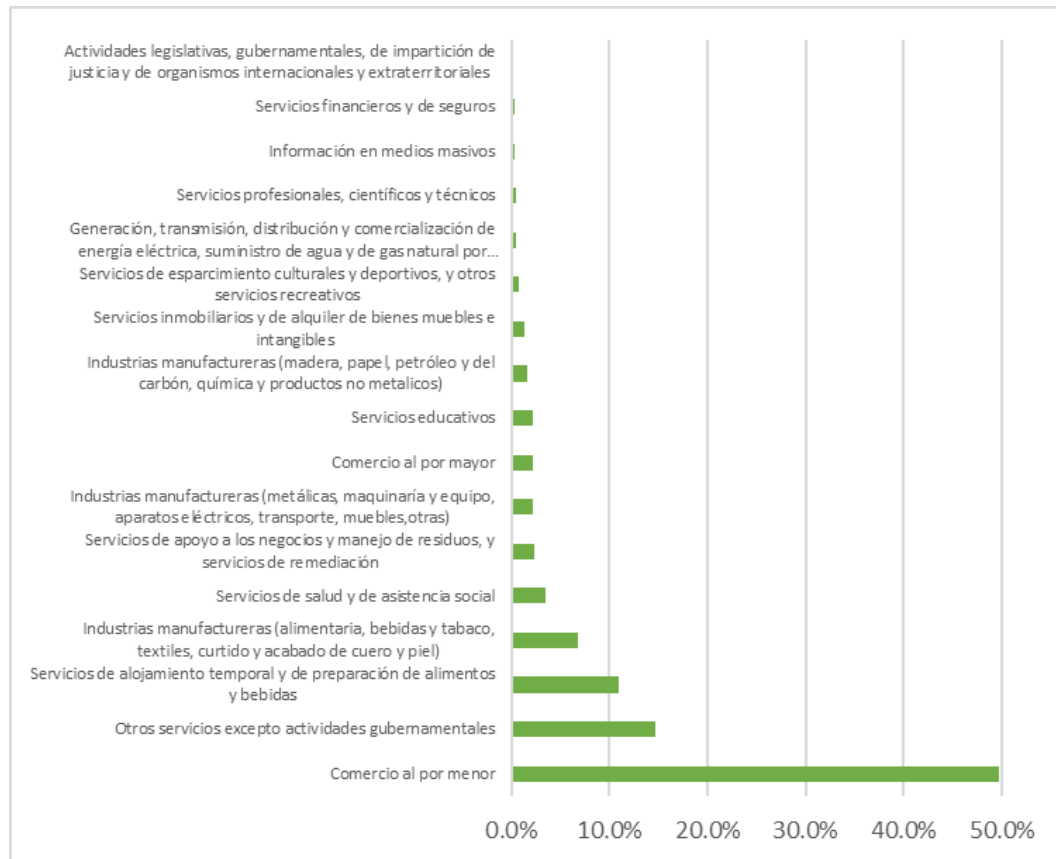


Figura I.64. Unidades económicas por sector económico.

Los sectores económicos del municipio de Tetepango concentraron un total de 3,955 empleados en todos los sectores (Figura I.65). Los sectores económicos que concentraron más empleados dependientes de la unidad económica fueron: Comercio al por Menor (1,620 empleados), seguido de Otros servicios Excepto Actividades Gubernamentales (605 empleados), Servicios de alojamiento Temporal y de Preparación de alimentos y Bebidas (360 empleados) y servicios educativos (148 empleados).



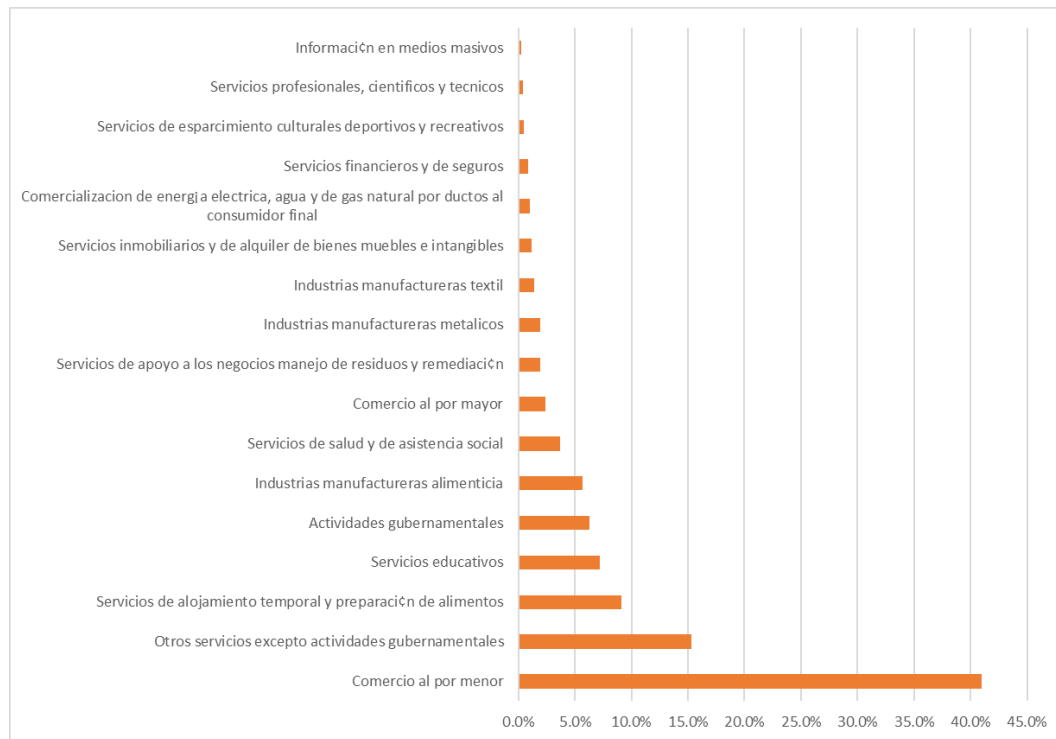


Figura I.65. Concentración de empleados por sector económico.

5. Distribución de actividades económicas.

Las actividades económicas de Tetepango se clasificaron de seis grupos con base en información del DENUe al 2022, el primero es la cobertura de salud que engloba los consultorios públicos, consultorios privados, guarderías públicas, servicios de alimentación comunitarios, laboratorios privados y centros gerontológicos; el grupo dos es la cobertura educativa e incluye los planteles según el grado de estudios; en tercero se agrupan las actividades de comercio al por menor y al por mayor; el cuarto grupo nombrado cultura y turismo engloba las cafeterías, hoteles, restaurantes, bares y promotores de espectáculos artísticos; el quinto grupo está integrado por servicios de administración pública y finalmente en el sexto grupo se clasifican las actividades de centros de acondicionamiento físico y las casas de juegos electrónicos, como se muestra en la Tabla I.23.

De las actividades registradas en el municipio, el mayor número de establecimientos están dirigidos al comercio al por menor (318 establecimientos) dentro de los que destaca el comercio al por menor de carne de aves, cerveza, artículos de papelería, abarrotes, ultramarinos y misceláneas, frutas y verduras frescas, artículos para la limpieza entre otras; seguido de los establecimientos dedicados al giro de restaurantero (60 establecimientos) dirigidos al servicio de preparación de alimentos a la carta o de comida corrida, antojitos y alimentos para llevar.



En cuanto a los establecimientos de salud en el municipio, del sector público cuenta con 2 consultorios, tres comedores comunitarios, una guardería y un centro de atención gerontológico, referido al sector privado, cuenta con 14 consultorios y un laboratorio.

En Tetepango se registra un total de 14 instituciones de educación de los niveles: preescolar, primaria, secundaria, media superior, escuelas con diversos niveles y escuelas de deporte, de igual forma se registra una dependencia de administración pública. En lo referente a las actividades deportes y entretenimiento, en el municipio se encuentran 3 centros de acondicionamiento físico y una casa de juegos electrónicos (Tabla I.23 y Figura I.67).

Tabla I.23. Número de establecimientos y población flotante por actividad en el municipio.

Grupo	Establecimientos	Cantidad
Comercio	Comercios al por menor	318
	Comercios al por mayor	14
Cultura y Turismo	Cafeterías	8
	Hoteles	1
	Restaurantes	60
	Bares	1
	Promotores de espectáculos artísticos	1
Deporte y Entretenimiento	Centros de acondicionamiento físico	3
	Casas de juegos electrónicos	1
Educación	Preescolar	5
	Primaria	4
	Secundaria	1
	Media superior	1
	Escuelas con diversos niveles	2
	Escuelas de deporte	1
Justicia	Administración pública	1
Salud	Consultorios públicos	2
	Consultorios privados	14
	Guarderías públicas	1
	Servicios de alimentación comunitarios	3
	Laboratorios privados	1
	Centros Gerontológicos	1

Fuente: DENUÉ 2022.

6. Población flotante.

La población flotante está definida como “aquella población que viaja de un lugar a otro y se encuentra en un momento dado en un lugar, independientemente del tiempo que tiene de vivir en el mismo, pero cuyo lugar de residencia habitual no es dicho lugar” (Garrocho *et al.* 2011).



En el municipio la mayor parte de la población flotante se vincula a las actividades de Comercios (61.7%), seguido de las actividades de Cultura y turismo (13%), Educación (10.3%) y justicia (9%) (DENUE, 2022) como se observa en la Figura I.66.

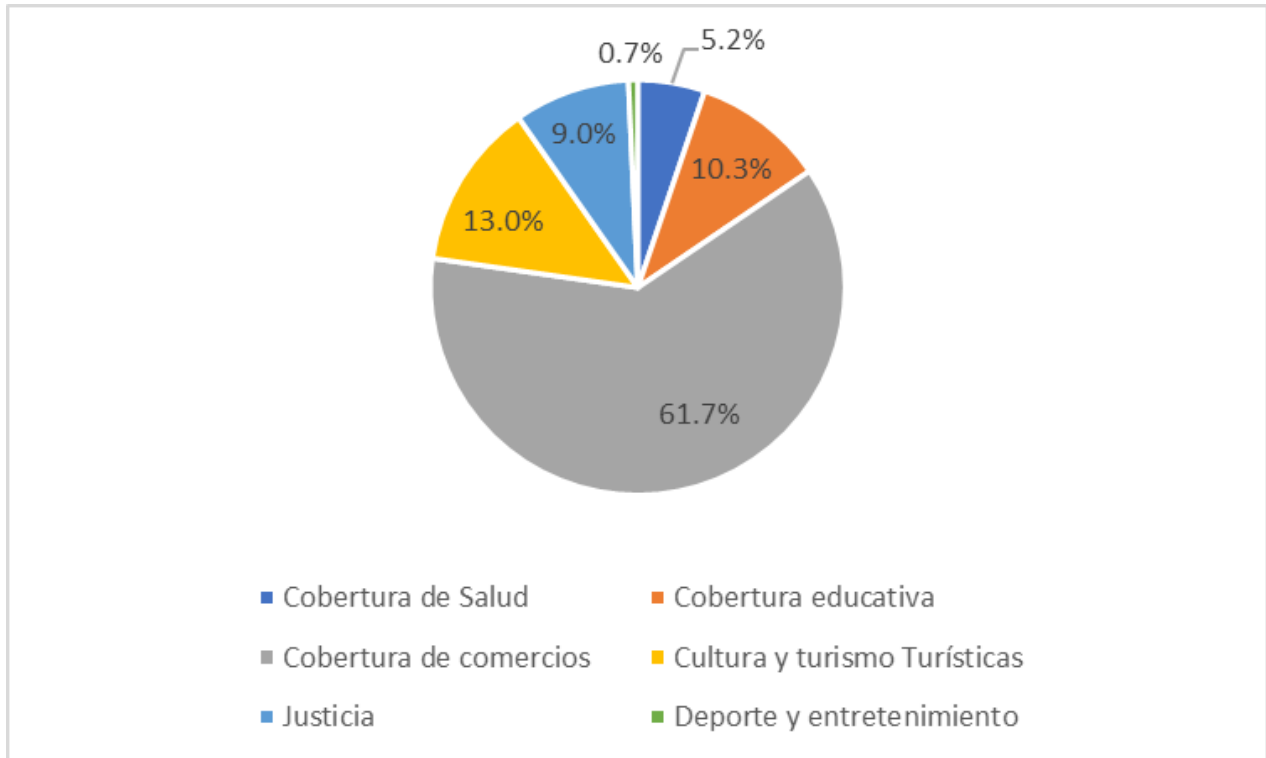
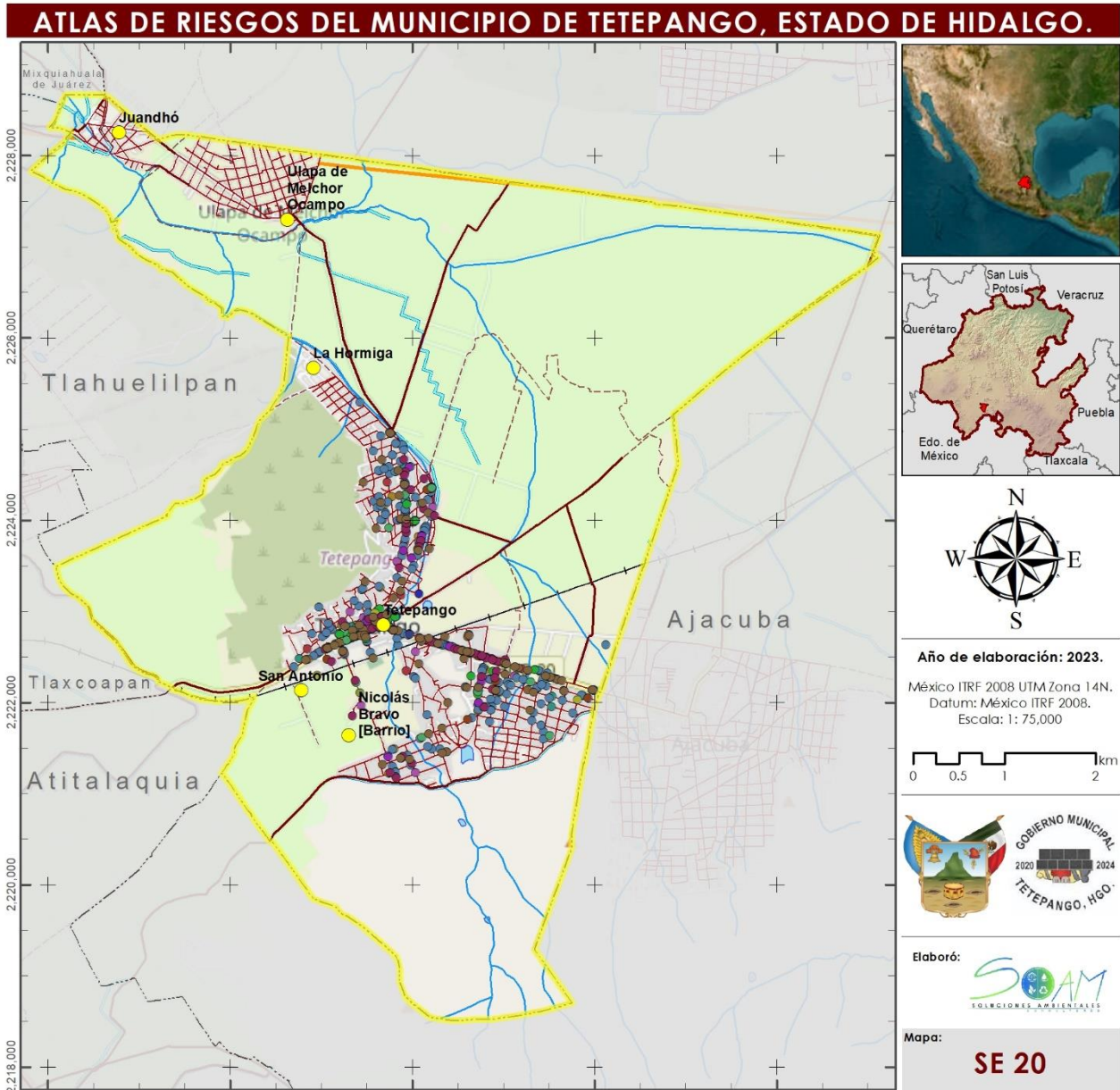


Figura I.66. Población flotante por actividad económica.





Actividades económicas

Marco Geoestadístico		Hidrología		Infraestructura		Uso de suelo		
	Límite Municipal		Corriente de agua		Carretera		Área de cultivo	
	Municipios Aledaños		Canal		Calle			
	Estado de Hidalgo		Cuerpo de Agua		Camino			
	Localidades				Vía ferrea			
					Gasoducto			
Simbología Temática								
Actividades económicas				Simbología Temática				
	Actividades gubernamentales		Industrias manufactureras metálicas		Otros servicios excepto actividades gubernamentales		Servicios de esparcimiento culturales deportivos y recreativos	
	Comercio al por mayor		Industrias manufactureras textil		Servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos		Servicios de salud y de asistencia social	
	Comercio al por menor		Información en medios masivos		Servicios de apoyo a los negocios manejo de residuos y remediación		Servicios educativos	
	Industrias manufactureras alimenticia						Servicios financieros y de seguros	
								Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles
								Comercialización de energía eléctrica, agua y de gas
								Servicios profesionales, científicos y técnicos

Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
DENUE, 2022.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GE User Community

Figura I.67. Actividades económicas.

I.7.5. Reserva territorial.

La reserva territorial es toda aquella superficie colindante con el área urbana de un centro de población o dentro de este, que es susceptible de ocuparse óptimamente si no está construida, o de renovarse y densificarse si ya lo está.

Para concretar el desarrollo urbano del municipio, de forma equilibrada y sustentable, se hace necesaria la regulación de los usos del suelo y además se deben implementar acciones que contribuyan a lograr este objetivo: definir las acciones y establecer los mecanismos para construir reservas territoriales para el desarrollo urbano.

En cuanto a la reserva territorial de municipio de Tetepango, se trazó con base en la información proporcionada por la Presidencia Municipal de Tetepango y de acuerdo con la densidad poblacional a nivel manzanas.

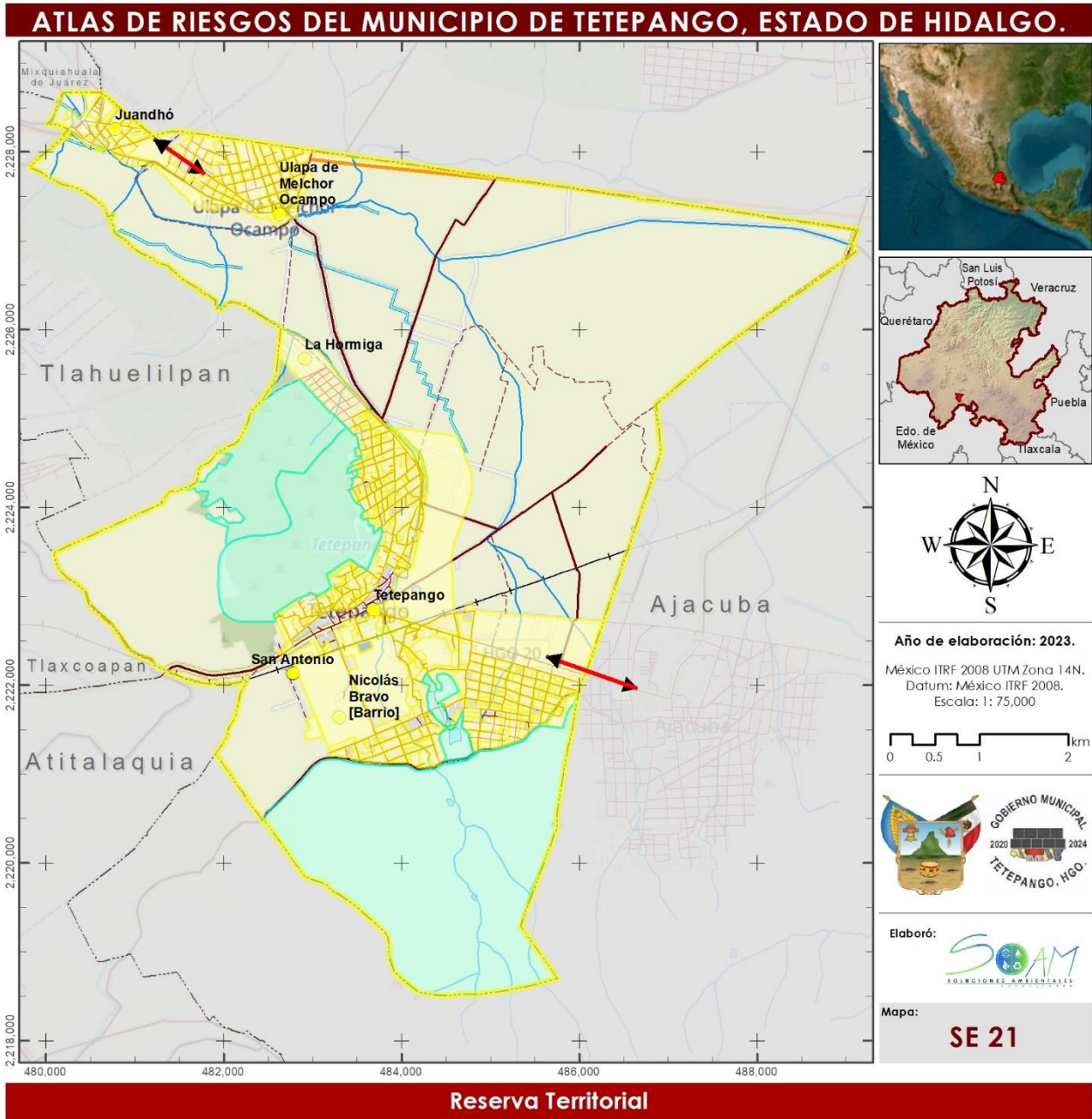
Se categorizaron dos tipos de reservas territoriales: el primero engloba reservas necesarias para el crecimiento urbano, se identificaron tres principales zonas con tendencia al crecimiento urbano:

- En la periferia de localidad de la Hormiga,
- En la zona noreste y suroeste de la cabecera municipal y
- En la conurbación y los bordes de la traza urbana de las localidades de Juandhó y Ulapa de Melchor Ocampo, al Norte del municipio.

De igual forma de acuerdo a la extensión de las manchas urbanas y de las trazas de las localidades se identificaron dos conurbaciones, la primera entre las zonas urbanas de la cabecera municipal de Tetepango con la cabecera municipal de Ajacuba. La segunda conurbación registra en las trazas de las localidades de Juandhó y Ulapa de Melchor Ocampo, donde ambas trazas rurales se encuentran unidas (al norte del municipio).

El segundo tipo de reserva territorial se refiere a las áreas destinadas para las actividades de conservación del medio ambiente y la biodiversidad, se contemplan dos zonas de conservación, las cuales se ubican al norte y al oeste del municipio, como se puede apreciar en la Figura I.68.





Fuentes:
Marco Geoestadístico de INEGI, 2022.
Programa de Desarrollo Urbano de Tetepongo.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRD, IGN, and the GE User Community

Figura I.68. Reserva Territorial.

I.8. Inventario de Bienes Expuestos.

I.8.1. Población.

El municipio de Tetepango cuenta con una población total de 11,768 habitantes, distribuidos en seis localidades reconocidas como activas (INEGI 2020), de las cuales solamente la cabecera municipal es reconocida como urbana y las cinco localidades restantes se consideran rurales, esto debido a que su población no supera los 2,000 habitantes (Figura I.69 y Figura I.70).

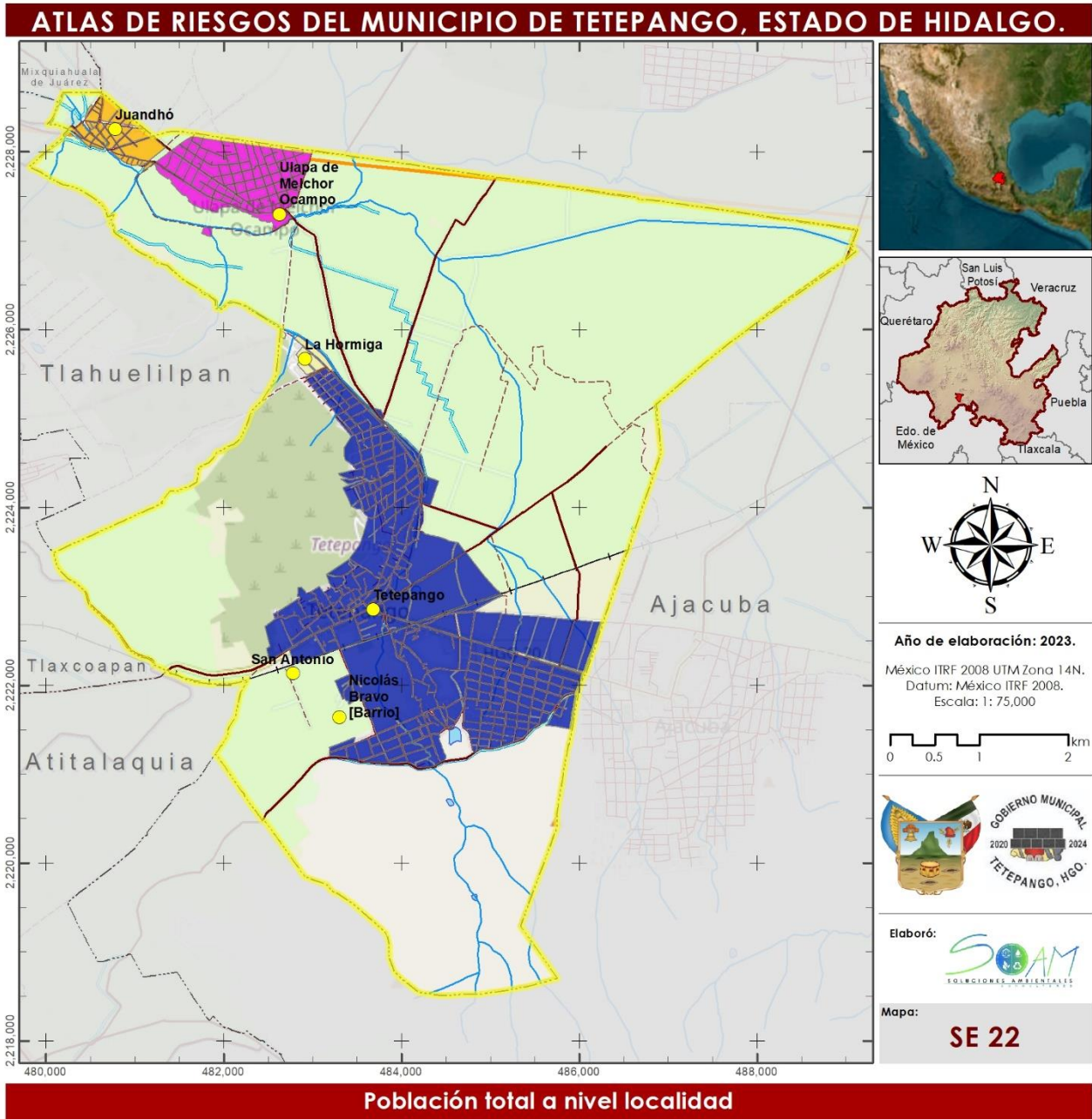
En todas las localidades se muestra un mayor número de mujeres con respecto a los hombres, en cuanto a las localidades con más de cien habitantes presentan una relación mayor de 90 hombres por cada cien mujeres (Tabla I.24).

Tabla I.24. Características de la población.

	Población Total	Población Femenina	Población Masculina	Relación Hombre/Mujer	Ámbito
Municipio	11,768	6,028	5,740	95.20%	-
Tetepango	9,145	4,692	4,453	94.90%	Urbana
Ulapa de Melchor Ocampo	1,824	922	902	97.80%	Rural
Juandhó	755	394	361	91.60%	Rural
La Hormiga	24	10	14	71.40%	Rural
Barrio Nicolás Bravo	15	*	*	*	Rural
San Antonio	5	*	*	*	Rural

Fuente: INEGI 2020.





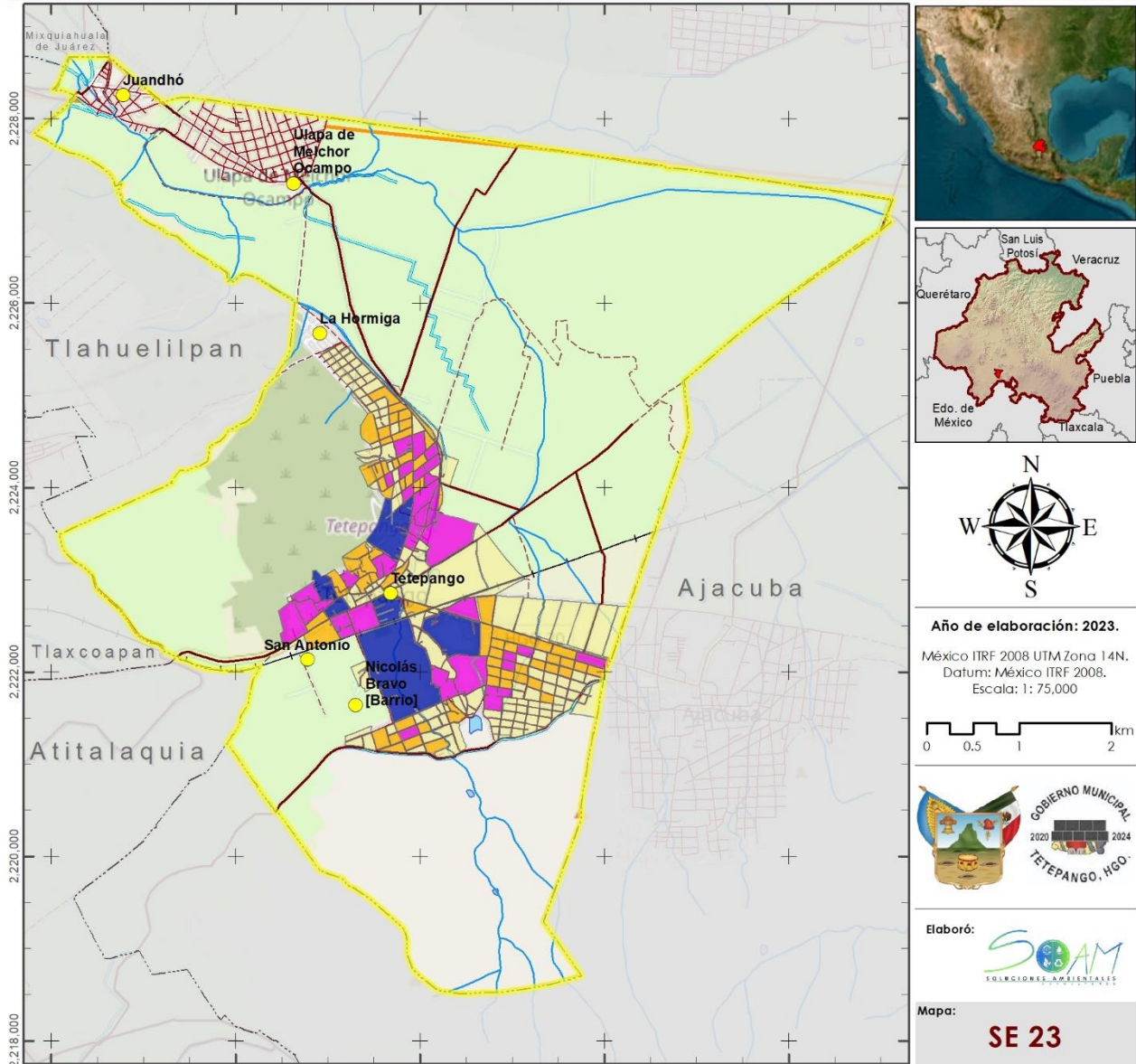
Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Censo poblacional INEGI, 2020.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

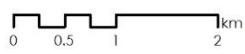
© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GE User Community

Figura I.69. Población total a nivel localidad.

ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Año de elaboración: 2023.
México ITRF 2008 UTM Zona 14N.
Datum: México ITRF 2008.
Escala: 1: 75,000



Elaboró: **SOAM**
SOLUCIONES AMBIENTALES

Mapa: **SE 23**

Población total a nivel AGEB

Marco Geoestadístico		Hidrología		Infraestructura		Uso de suelo		Simbología Temática	
	Límite Municipal		Corriente de agua		Carretera		Área de cultivo		0 - 27
	Municipios Aledaños		Canal		Calle				28 - 69
	Estado de Hidalgo		Cuerpo de Agua		Camino				70 - 148
	Localidades				Vía ferrea				149 - 292
					Gasoducto				

Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Censo poblacional INEGI, 2020.
Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.
© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GE User Community

Figura I.70. Población total a nivel AGEB.

I.8.2. Vivienda y Edificación

En el municipio de Tetepango se identificaron tres destinitos tipos de viviendas según la clasificación de CENAPRED (Tabla I.25), predominando las viviendas del tipo 1 (97.1%) lo cual representa un grado de vulnerabilidad física de las viviendas muy bajo, existe un pequeño porcentaje de viviendas del tipo 4 y 6, 2.86% y 0.03% respectivamente, lo cual hace que estos valores no sean representativos a nivel AGEB. Además, se presenta la evidencia fotográfica de los tipos viviendas registrados para el municipio de Tetepango.

Tabla I.25. Clasificación de tipología de viviendas.

Tipo	Valor	Características
1	0.06	Muros de mampostería reforzada con castillos y dalas, mampostería reforzada con castillos y dalas y malla y mortero o mampostería de piezas huecas con refuerzo interior y con techos rígidos. En general, la cimentación es una zapata corrida de concreto o Mampostería. De uno a cinco niveles.
2	0.1	Muros de mampostería reforzada con castillos y dalas o mampostería de piezas huecas con refuerzo interior y con Techos flexibles. En general, la cimentación es una zapata corrida de mampostería, a un nivel.
3	0.13	Muros de mampostería reforzada con dalas y castillos o mampostería de piezas huecas con refuerzo interior. Con techos rígidos. En general, la cimentación es una zapata corrida de mampostería, de uno a cinco niveles.
4	0.14	Muros de mampostería deficientemente reforzada con dalas y castillos o mampostería de piezas huecas con refuerzo interior insuficiente y con techos flexibles. En general, la cimentación es una zapata corrida de mampostería, a un nivel.
5	0.19	Muros de mampostería simple con techo rígido. Cuando existe, la cimentación es una zapata de mampostería, de uno a cinco niveles.
6	0.21	Muros de mampostería simple con techo flexible. Cuando existe, la cimentación es una zapata de mampostería, a un nivel.
7	0.23	Muros de adobe con techo Rígido. Cuando existe, la cimentación es de mampostería, de uno a dos niveles.
8	0.26	Muros de adobe con techo Flexible. Cuando existe, la cimentación es de mampostería, un nivel.
9	0.16	Muros construidos con estructura de madera con cubierta de lámina (asbesto, metálica o madera), estructura metálica con cubierta de lámina (asbesto, metálica o madera). El techo es flexible. La cimentación cuando existe es de zapata de mampostería a un nivel.
10	0.11	Muros con material flexible; material de desecho, lámina de cartón, lámina de asbesto y metálica, palma, tejamanil, bajareque. Con Techo flexible. Cuando existe, la cimentación es una zapata de mampostería. A un nivel.

Fuente: Elaboración propia con información de CENAPRED.





Figura I.71. Tipos de viviendas del municipio.



Figura I.72. Tipos de viviendas del municipio.



Figura I.73. Tipos de viviendas del municipio.





Figura I.74. Tipos de viviendas del municipio.



Figura I.75. Tipos de viviendas del municipio.



Figura I.76. Tipos de viviendas del municipio.





Figura I.77. Tipos de viviendas del municipio.



Figura I.78. Tipos de viviendas del municipio.





Figura I.79. Tipos de viviendas del municipio.



Figura I.80. Tipos de viviendas del municipio.



1.8.3. Bienes inmuebles de la infraestructura hospitalaria, educativa, comunicaciones y transporte.

La mayor parte del equipamiento del municipio de Tetepango, se concentra en su totalidad en la Cabecera Municipal. El resto se ubica en las localidades de Juandhó Ulapa de Melchor Ocampo y Nicolás Bravo, el resto de las localidades dependen del existente en el centro municipal; el cual, es insuficiente y nulo en rubros en especial en lo referente a servicios públicos y abasto (Tabla 1.26 y Figura 1.81).

Tabla 1.26. Infraestructura municipal.

No.	Equipamiento	Infraestructura	Descripción	Nombre
Localidad de Tetepango				
Col. Barrio Nuevo				
1	Administración Pública y Servicios Urbanos	Templo	Asociaciones y organizaciones religiosas	Santuario de la Virgen de las Lágrimas
2				Capilla El Calvario
3				Asociaciones y Organizaciones Religiosas
4	Educación	Escuelas o Institutos	Escuelas de educación Preescolar del sector público	Colegio Tetepantle Friedrich Froebel
5				Josefa Ortiz de Domínguez
6				Jardín de Niños Josefa Ortiz de Domínguez
7	Salud	Servicio de asistencia social	Servicios de alimentación comunitarios prestados por el sector público (salud y asistencia social)	Espacio de Alimentación Encuentro y Desarrollo
Col. Morelos				
8	Administración Pública y Servicios Urbanos	Oficinas gubernamentales	Oficinas de administración	Comisaria Ejidal Tetepango
9		Templo	Asociaciones y organizaciones religiosas	Capilla de San Isidro Labrador
10				Casa de Sanidad Tetepango
11				Iglesia de Dios de Israel
12	Educación	Escuelas o Institutos	Escuelas de educación Preescolar del sector público	Antonio Plancarte y Labastida
13			Escuelas de educación Primaria del sector público	Escuela Francisco Ferrer Guardia
14				Escuela Primaria Francisco Ferrer Guardia
15		Escuelas de educación Secundaria del sector público		Escuela Gabriela Mistral
16	Salud	Clínicas y sanatorios	Servicios de Salud y Asistencia Social	Estancia Infantil Pepito

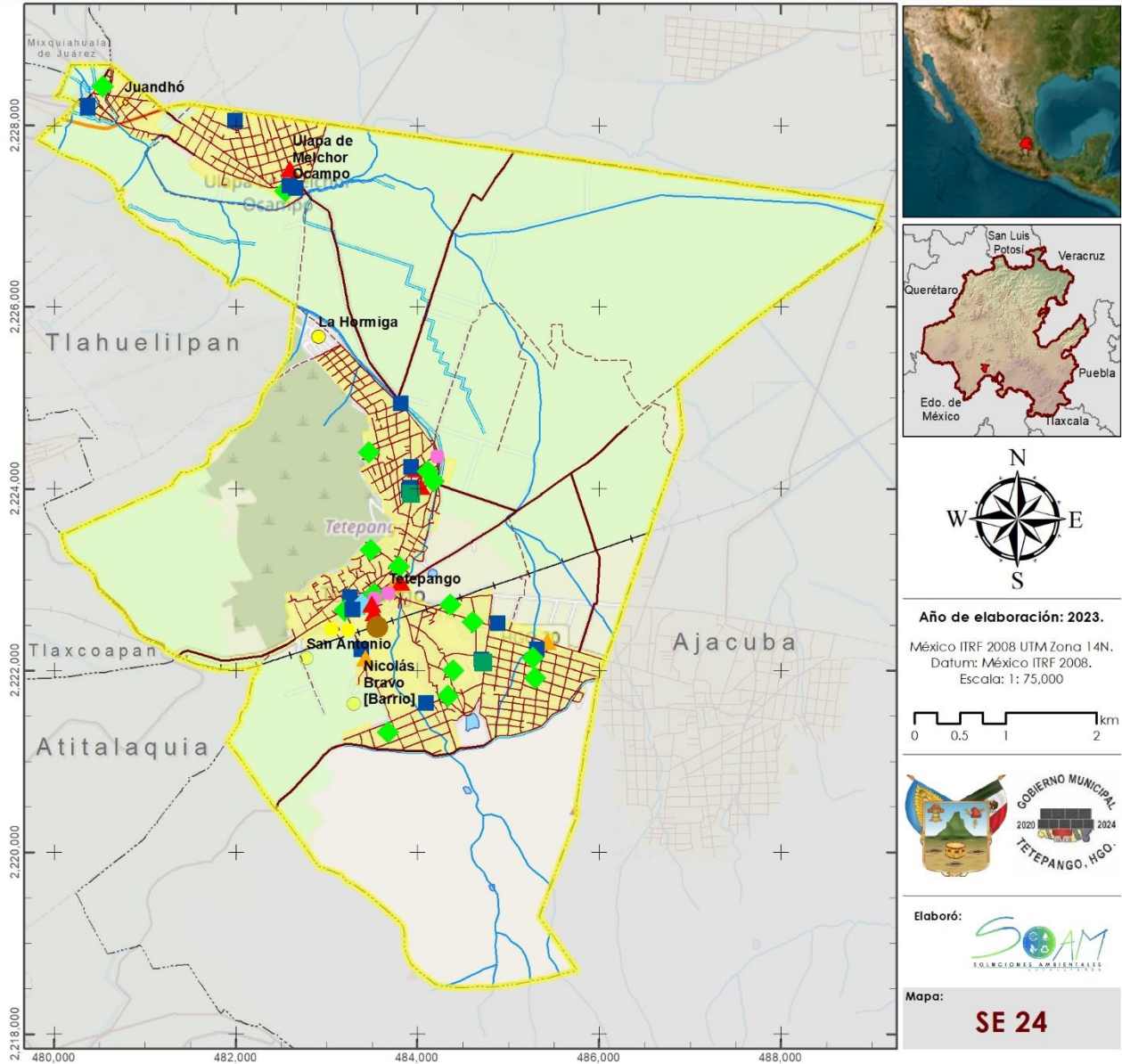
No.	Equipamiento	Infraestructura	Descripción	Nombre
17			Servicios de terapia física, rehabilitación y consultas médicas.	Unidad Básica de Rehabilitación Tetepango
18		Servicio de asistencia social	Servicios de alimentación comunitarios prestados por el sector público (salud y asistencia social)	Espacio de Alimentación Encuentro y Desarrollo
Col. Xitri				
19	Administración Pública y Servicios Urbanos	Templo	Asociaciones y organizaciones religiosas	Capilla de San Martín de Porres
20	Educación	Escuelas o Institutos	Escuelas de educación Preescolar del sector público	Preescolar Itzcoatl
Col. Espíritu Santo				
21		Bancos	Servicio bancario	Bansefi
22	Administración Pública y Servicios Urbanos	Templo	Asociaciones y organizaciones religiosas	Iglesia Cristiana Bethesda
23				Iglesia Cristiana Cristo Te Ama
24	Salud	Clínicas y sanatorios	Servicios de Salud y Asistencia Social	Casa del Adulto Mayor
Col. Rojo Gómez				
25	Administración Pública y Servicios Urbanos	Bancos	Servicio bancario	Banco del Bienestar
26		Templo	Asociaciones y organizaciones religiosas	Capilla de la Virgen de Guadalupe
27				Congregación de Amigos de Éxito
28	Educación	Escuelas o Institutos	Escuelas de educación Bachillerato del sector público	Cecytech
29			Escuelas de educación Preescolar del sector público	Juan De O'Donoju
30			Escuelas de educación Primaria del sector público	Escuela Primaria Lázaro Cárdenas del Río
31	Salud	Servicio de asistencia social	Servicios de alimentación comunitarios prestados por el sector público (salud y asistencia social)	Espacio de Alimentación Encuentro y Desarrollo
Localidad Juandhó				
32	Administración Pública y Servicios Urbanos	Templo	Asociaciones y organizaciones religiosas	Iglesia Juandhó
33	Educación	Escuelas o Institutos	Escuelas de educación Preescolar del sector público	Mariano Silva y Aceves
34			Escuelas de educación Primaria del sector público	W.H. Frasser Art. 123
Localidad Nicolás Bravo				
35		Cementerio	Monumento Funerario	Panteón Municipal Tetepango

No.	Equipamiento	Infraestructura	Descripción	Nombre
36	Administración Pública y Servicios Urbanos	Oficinas gubernamentales	Oficinas de administración	Palacio Municipal Tetepango Hgo.
37				Presidencia Municipal de Tetepango
38		Templo	Asociaciones y organizaciones religiosas	Capilla Cristo Rey
39				Iglesia Nueva Jerusalén
40				Iglesia Pentecostal Unidad Nacional
41				Iglesia Presbiteriana Alfa Y Omega
42	Educación	Escuelas o Institutos	Escuelas de educación Primaria del sector público	Escuela Primaria Justo Sierra
43			Escuelas de educación Primaria del sector público	Narciso Mendoza
44			Escuelas de educación Secundaria del sector público	Escuela Secundaria General Gabriela Mistral
45	Recreación y Deporte	Centros Culturales	Espacio para recreación y cultura	Teatro Al Aire Libre "Lic. Benito Juárez García"
46		Centros deportivos	Club ecuestre desarrollo de actividades culturales	Lienzo Charro Tetepango
47			Espacio para recreación y deporte	Campo Ferrocarrilero
48	Salud	Clínicas y sanatorios	Clínicas de consultorios médicos del sector público	Centro de Salud Tetepango
49			Servicio de atención medica	Servicios de Salud Hidalgo
Localidad Ulapa de Melchor Ocampo				
50	Administración Pública y Servicios Urbanos	Templo	Asociaciones y organizaciones religiosas	Iglesia del Sagrado Corazón de Jesús
51	Educación	Escuelas o Institutos	Escuelas de educación Preescolar del sector público	Lic. Primo de Verdad
52			Escuelas de educación Primaria del sector público	Primaria Melchor Ocampo
53			Escuelas de educación Secundaria del sector público	Telesecundaria Ramon G. Bonfil (363)
54	Salud	Clínicas y sanatorios	Centro de atención medica	Centro de Salud Ulapa

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por el municipio.



ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Infraestructura municipal

Simbología

Marco Geoestadístico.	Hidrología	Infraestructura	Uso de Suelo	Simbología Temática
<ul style="list-style-type: none"> Límite Municipal Municipios Aledaños Estado de Hidalgo Localidades 	<ul style="list-style-type: none"> Corriente de agua Canal Cuerpo de Agua 	<ul style="list-style-type: none"> Carretera Calle Camino Vía férrea Gasoducto 	<ul style="list-style-type: none"> Zona Urbana Área de cultivo 	<p>Infraestructura</p> <ul style="list-style-type: none"> Bancos Cementerio Centros Culturales Centros deportivos Clinicas y Sanatorios Escuelas o Institutos Oficinas gubernamentales Servicio de asistencia social Templo

Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
DENUE, 2022.
Open street map, 2022.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura I.81. Infraestructura municipal.

I.8.4. Puentes.

En el municipio no existen corrientes de agua importantes, los puentes existentes presentan poca longitud, ya que cruzan canales de riego, con flujos controlados, mediante compuertas.

I.8.5. Cultivos.

Una de las principales actividades productivas en el municipio es la agricultura, destinando gran parte de su superficie municipal a tierras de cultivo, donde los principales cultivos, mencionados en orden de mayor a menor en cuanto a las hectáreas sembradas en el municipio son: alfalfa verde, maíz de grano, frijol, avena forrajera en verde, coliflor, chile verde y tomate verde, como se muestran la Tabla I.27 y la gráfica de la Figura I.82.

Tabla I.27. Principales cultivos del municipio.

Cultivo	Sembrada (Ha)	Cosechada (Ha)	Rendimiento (ton)
Alfalfa verde	555	555	102
Maíz grano (riego)	401	401	12.2
Frijol (riego)	107.85	107.85	1.59
Avena forrajera en verde	30	30	42
Coliflor	17.5	17.5	28
Chile verde	7	7	11.65
Tomate verde	5.5	5.5	10.3

Fuente. Elaboración propia con información de SIAPA cierre 2021.

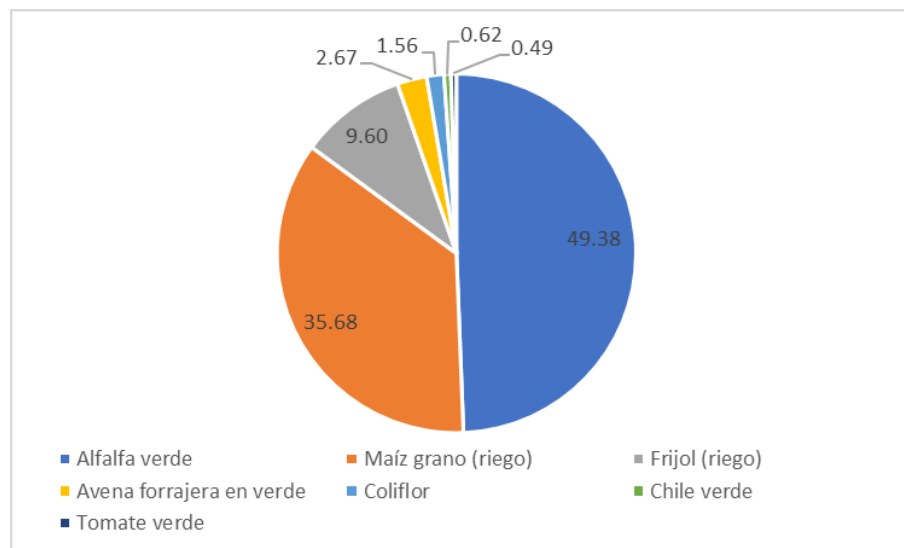


Figura I.82. Distribución porcentual de los principales cultivos.



1.1. Distritos de riego.

El distrito de riego 112 Ajacuba, del cual parte de su superficie se ubica dentro de los límites del municipio de Tetepango, cuenta con 3,104 usuarios, tiene una superficie total de 7,408 ha de la cual se riegan 5,828 ha, utiliza un volumen de agua total de 52,237,570 m³ (52.237 Mm³), la cual proviene de fuentes superficiales. De igual forma parte de la superficie del distrito de riego 03 Tula se encuentra dentro del límite del municipio de Tetepango; este distrito cuenta con 37,267 usuarios, tiene una superficie total de 50,104.03 ha, de la cual se riega una superficie de 43,845 ha con un volumen de 940,644,720 m³ (940.644 Mm³). (CONAGUA, SINA, 2019 - 2020).

El distrito de riego 112 Ajacuba dentro del municipio de Tetepango cuenta con una superficie de 1,116.75 ha, que representa el 24.87% de su territorio, mientras que el distrito de riego 03 Tula ocupa 580.41 ha de la superficie del municipio (Tabla I.28 y Figura I.83).

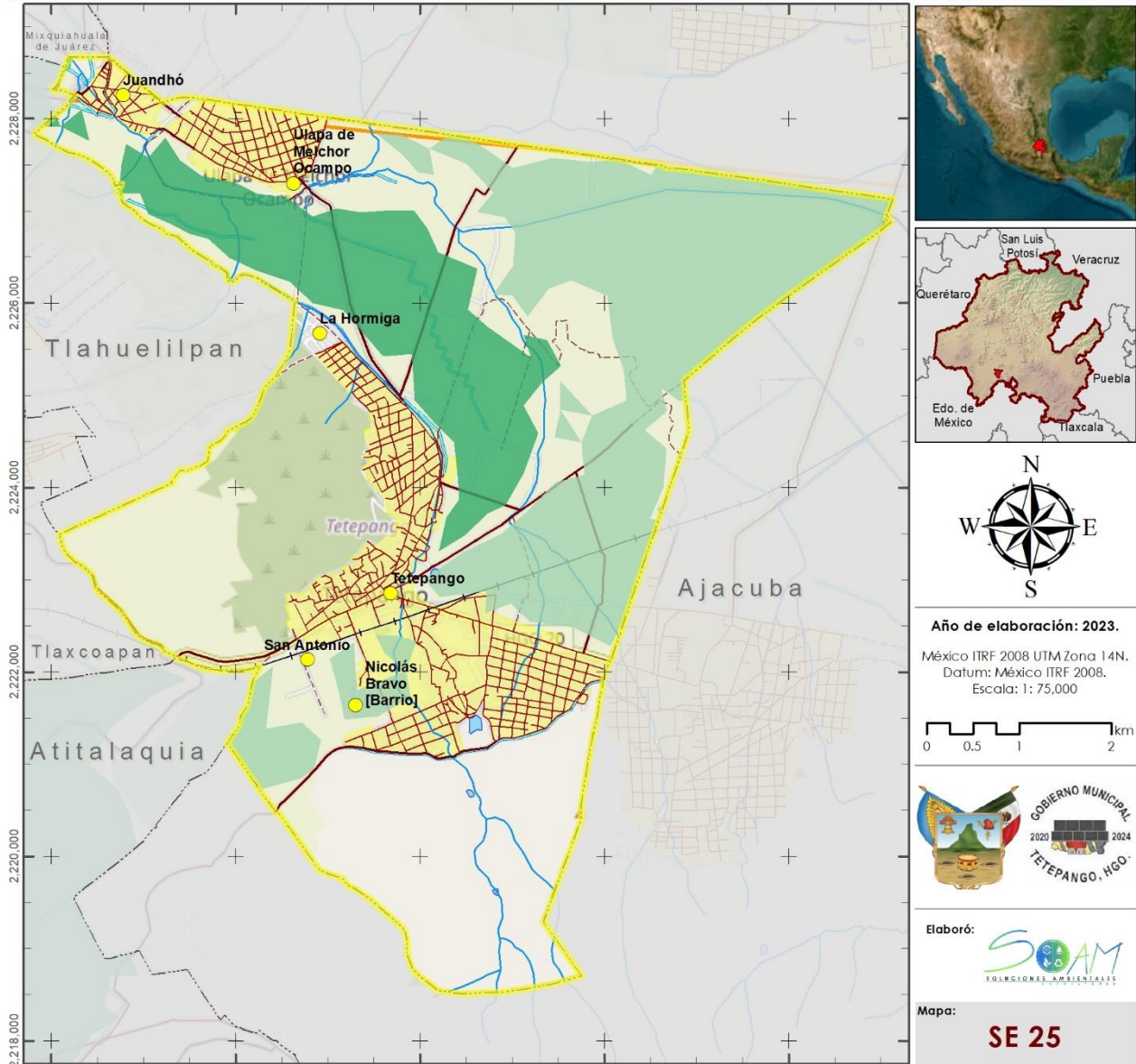
Tabla I.28. Superficie del municipio de Tetepango por distrito de riego.

Características	Distrito de Riego	Superficie (ha)	Porcentaje
Distritos de Riego	Ajacuba	1,116.75	24.87%
	Tula	580.41	12.93%

Fuente: Elaboración propia con información de SINA, CONAGUA, 2020.



ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Distritos de riego región Tula

Marco Geoestadístico		Hidrología		Infraestructura		Simbología	
	Límite Municipal		Corriente de agua		Carretera		Zona Urbana
	Municipios Aledaños		Canal		Calle		
	Estado de Hidalgo		Cuerpo de Agua		Camino		
	Localidades				Vía ferrea		
					Gasoducto		

Simbología Temática	
	Ajacuba
	Tula

Fuentes:
 Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
 SINA, CONAGUA, 2022.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
 Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GE User Community

Figura I.83. Distritos de riego región Tula.

I.8.6. Ganadería.

En materia de ganadería, en el municipio de Tetepango al año se sacrifican mayormente ganado ovino 3,278 cabezas, seguido de porcino con 1,043 cabezas, ganado bovino con 777 y caprino 168 cabezas; también en el municipio se sacrifican 13,604 aves, comprendiendo aves para carne y huevo y guajolotes; además de 2 colmenas de abejas (Tabla I.29 y Figura I.84).

Tabla I.29. Principales productos de origen animal del municipio.

Especie	Producto	Volumen (ton)
Bovino	Leche	899.49
Bovino	Ganado en pie	319
Bovino	Carne	169.83
Ovino	Ganado en pie	142.31
Porcino	Ganado en pie	101.05
Ave	Huevo de plato	40.94
Guajolote	Ganado en pie	30.15

Fuente. Elaboración propia con información de SIAPA cierre 2021.

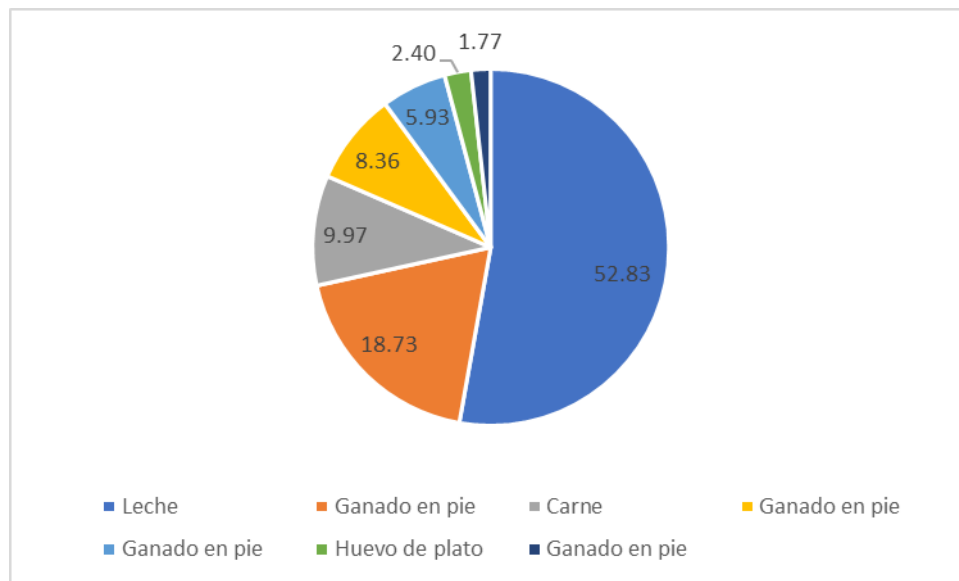


Figura I.84. Distribución porcentual de los principales productos de origen animal.



FASE II. IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS Y PELIGROS, ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL Y QUÍMICO-TECNOLÓGICOS.

II.1. Fenómenos Naturales de Origen Geológico.

II.1.1. Inestabilidad de laderas.

1. Antecedentes.

Los derrumbes, deslizamientos y flujos pueden ocurrir cualquier día sin aviso previo. En nuestro país las lluvias torrenciales de octubre de 1999 ocasionaron cientos de deslizamientos y flujos en los estados de Puebla, Veracruz e Hidalgo, las actividades para disminuir los efectos que causan este tipo de fenómenos es difundir conocimiento y fomentar la cultura. Existen una variedad de términos para referirse a la inestabilidad de laderas tales son remoción de masa, movimiento de ladera, procesos gravitacionales, movimientos del terreno, proceso de ladera los cuales buscan indicar que una ladera no es estable. (CENAPRED, 2008).

Este tipo de inestabilidades se generan por consecuencia de factores humanos y naturales, el ser humano aporta con la deforestación, cambio de uso de suelo, alterando el entorno de las laderas, otros factores importantes de mencionar son relieve orográfico, tipo de suelo, ocurrencia de sismos, el clima y la lluvia que forman parte de los fenómenos naturales más importantes en México estas combinaciones resultan sustanciales para la aparición de laderas inestables. (Conde, 2002).

La inestabilidad es creada por la pérdida de la capacidad del terreno de auto sustentarse generando una reacomodación presentándose en zonas montañosas con inclinación, cuando el suelo aumenta su peso volumétrico por consecuencia de las lluvias y reduciendo su resistencia. (WRI, PNUD, SEMARNAT, & INECC, 2021). estos ocurren con mayor frecuencia a zonas con clima cálido húmedo y semihúmedo, aunque también pueden ser desencadenados por actividades humanas como excavaciones, sobrecargas, riego de jardines y huertas, así como por fugas en sistemas de agua potable y drenaje (CENAPRED, 2016).

Se encuentra entre los peligros naturales más destructivos de nuestro planeta en México causa grandes pérdidas económicas y humanas como consecuencia de la expansión de la población hacia zonas propensas a este tipo de sucesos (CENAPRED, 2009).

Existen diferentes términos con los cuales se hace referencia a la inestabilidad de laderas, ejemplo de ello son: procesos de remoción en masa, movimientos de ladera, procesos gravitacionales, movimientos del terreno, proceso de



ladera, cada uno de ellos empleados ampliamente para indicar que una ladera no es estable. (CENAPRED, 2008).

La guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos describe tres tipos básicos de deslizamiento: Caídos o derrumbes, deslizamientos y Flujos (Tabla II.1 y Figura II.1).

Tabla II.1. Tipos Básicos de Deslizamientos.

Tipos de deslizamientos	Subdivisión	Descripción
Deslizamientos	Rotacionales	Deslizamiento donde la falla principal toma forma cóncava o de cuchara, con movimiento rotacional del suelo y rocas, con presencia en suelos arcillosos, blandos, en formaciones de rocas blandas muy intemperizadas.
	Traslacionales	Donde la masa de los suelos y fragmentos de rocas sufren un deslizamiento hacia afuera y abajo sobre una superficie algo plana la cual prácticamente no sufre de rotación o volteo, estos deslizamientos son someros, con actividad en suelo granular, o bien están definidos por superficies de debilidad en formaciones rocosas, tales como planos de estratificación, juntas y zonas de diferente alteración o meteorización de las rocas,
Caídos o derrumbes	Desprendimientos	Caída de suelos por consecuencia de erosión o de bloques rocosos, grietas, planos de estratificación o fracturamiento propenso a la inestabilidad.
	Vuelcos o volteos	Caída de bloques rocosos con giro hacia adelante y hacia afuera, por discontinuidades estructurales como grietas de tensión, formaciones columnares o diaclasas dispuestos verticalmente.
Flujos	Flujos de lodo	Masa de suelo y agua que fluye pendiente abajo muy rápidamente, y que contiene por lo menos 50% de granos de arena y limo, y partículas arcillosas.
	Flujos de tierra o suelo	Masa de suelo y agua que fluye pendiente abajo muy rápidamente, y que contiene por lo menos 50% de granos de grava, arena y limo.
	Flujos o avalancha de detritos	Combinaciones de suelo suelto, fragmentos de rocas, vegetación con aire y agua entrampados ocasionando la formación de una masa viscosa que fluye pendiente abajo.
	Creep o flujo muy lento	Movimiento constante pero muy lento de suelos y rocas conforme a la pendiente en el que no se define con precisión la superficie de falla.

Tipos de deslizamientos	Subdivisión	Descripción
	Lahar	Originados en laderas de volcanes, ocasionados frecuentemente por lluvias que ayudan a erosionar depósitos volcánicos, deshielo por actividad volcánica, rotura o desbordamiento de presas de agua.

Fuente: CENAPRED 2004.

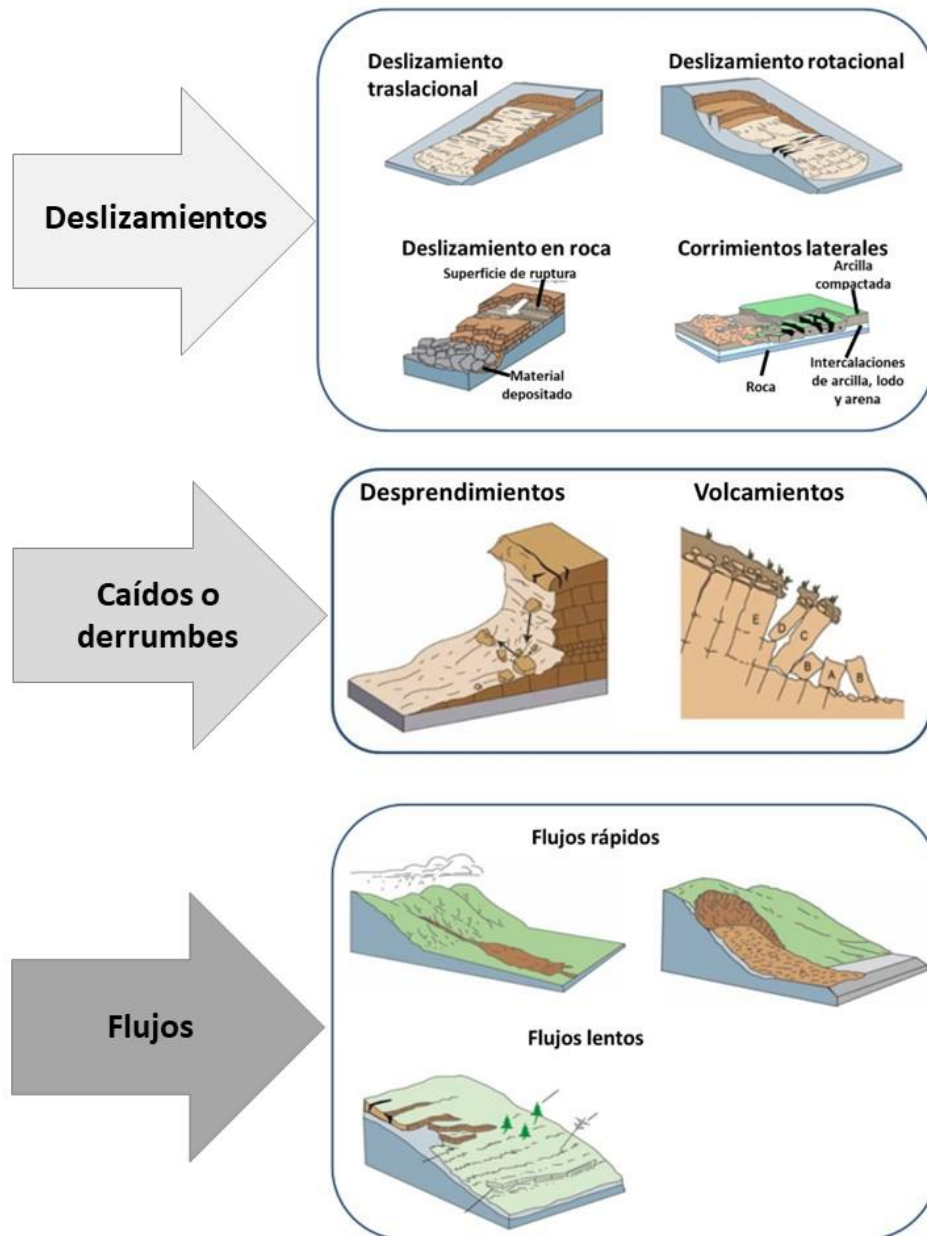


Figura II.1. Procesos de remoción de masa.



Es importante observar para identificar zonas en peligro: presencias de zona de infiltración, suelo saturado, desarrollo de manantiales, en lugares donde no solo húmedos es indicativo de exceso de humedad. Desarrollo de fisuras, grietas, deformaciones en distintas superficies como terrenos, asfalto, pavimento, adoquinado, empedrado, banquetas pueden indicar pérdida de estabilidad, debido a que pueden arrastrar grandes cantidades de rocas, tierra y escombros pesados que al impactarse pueden provocar daños a infraestructuras, viviendas e incluso causar la muerte.

II.1.2. Deslizamiento de laderas.

1. Antecedentes.

México es un país con una gran diversidad de factores ambientales, topográficos, geomorfológicos y ambientales lo cual determina distintos grados de susceptibilidad al riesgo por inestabilidad de laderas.

Referente a los objetivos y alcances de este estudio, se utiliza una clasificación simplificada, que permita abordar las variables que inciden en el fenómeno de inestabilidad de laderas y a partir de éstas se realizará el modelado detallado de la vulnerabilidad ante deslizamientos, caídas de bloques y flujos en el Municipio (Tabla II.2).

Tabla II.2. Procesos de inestabilidad de laderas.

Deslizamientos		Flujos	Caídos
Rotacionales		Lodo	Derrumbes o desprendimiento
Traslacionales	Cuña	Tierra o suelo	Volteo por gravedad
	Planar	Detritos	Volteo por flexión
		Creep o flujo muy lento	Rodamiento

Fuente: elaboración propia con datos de Alcántara (2000).

2. Metodología.

La metodología utilizada para el análisis de los datos está basada en la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales CENAPRED (2006), con ello se determina la valoración y el peso asignado a los factores que inciden en dicho fenómeno, lo cual se le conoce como análisis multicriterio.

En un análisis multicriterio la opinión o percepción de los actores en las variables y criterios que componen el modelo de evaluación. Los criterios son seleccionados, cuidadosamente con el fin de evitar la presencia de sesgos, posteriormente son ponderados y valorados por los actores locales, mientras que los SIG permiten integrar las variables y sus criterios con atributos geoespaciales (Feick 2010).



El análisis multicriterio desarrollado para el deslizamiento de laderas considera factores topográficos, geotécnicos y ambientales, así como inventarios tomados en campo durante las visitas al municipio. Los factores considerados se describen en la Tabla II.3, cada uno de los factores se ponderó de acuerdo a su influencia, con esta información se realizó el análisis multicriterio sobre el área de estudio y se determinaron las superficies susceptibles a presentar el deslizamiento de laderas.

Con los resultados del análisis realizado, se reclasificaron para obtener la susceptibilidad de deslizamiento de laderas, la clasificación se realizó de acuerdo con los valores de la Tabla II.4.

Tabla II.3. Factores del deslizamiento de laderas.

Factores		Ponderación
Topográficos	Pendiente	15%
	Altura	14%
Ambientales	Vegetación y Uso de suelo	25%
Geotécnicos	Calidad de roca	40%
	Registro de fenómenos de deslizamiento	6%

Fuente: elaboración propia.

Tabla II.4. Clasificación del grado de susceptibilidad de deslizamiento de laderas.

Valor	Grado de Susceptibilidad	
0 - 35	1	Muy Bajo
35 - 50	2	Bajo
50 - 60	3	Medio
60 - 71	4	Alto
71 - 100	5	Muy Alto

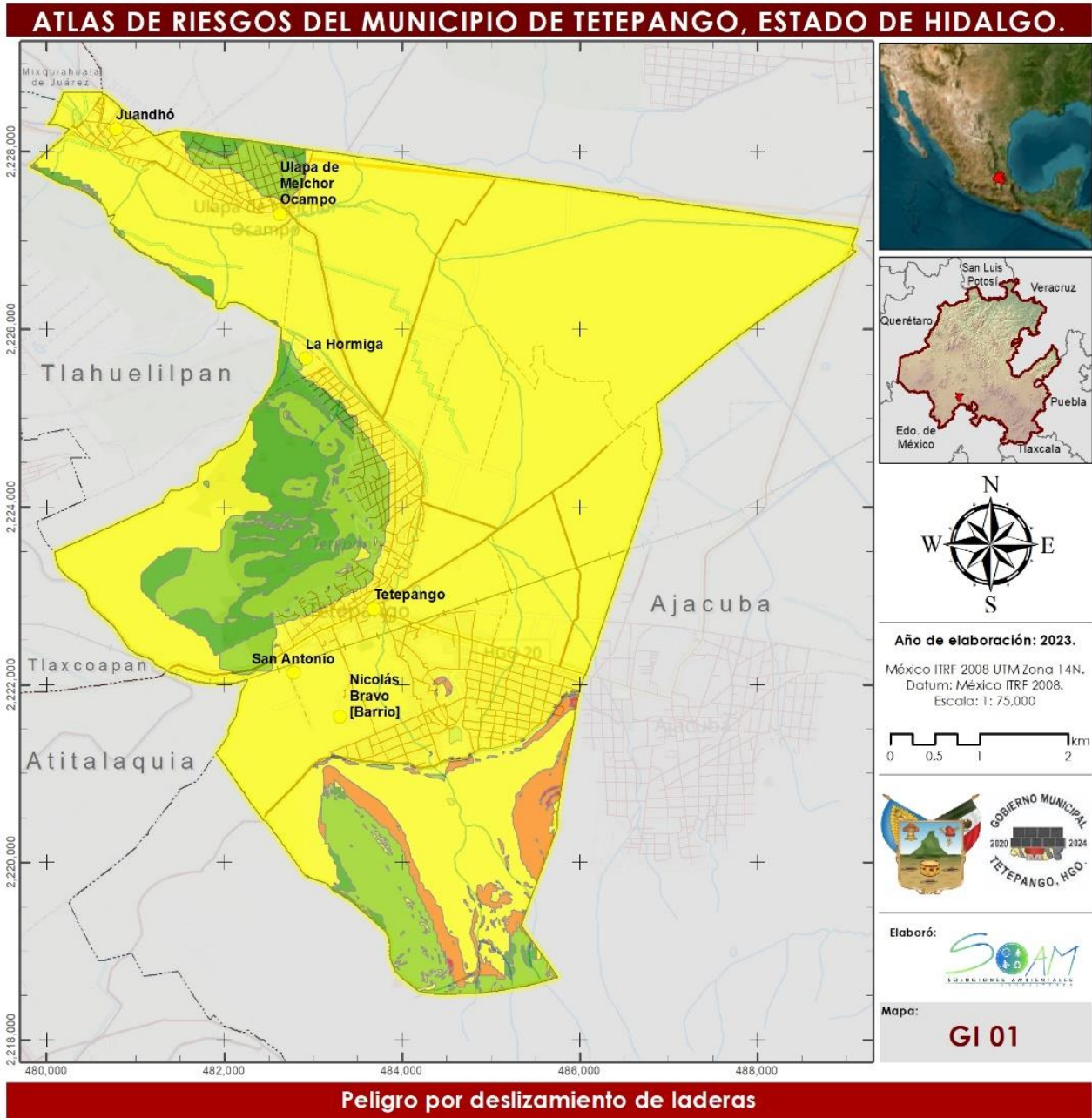
Fuente: elaboración propia.

3. Resultados.

Tras realizar el análisis se aprecia el grado de susceptibilidad para cada una de las áreas del municipio en la Figura II.2, en la cual se puede apreciar que la mayor parte del municipio presenta un grado medio de susceptibilidad ante el deslizamiento de laderas; en la parte norte y este, se aprecian zonas donde el grado de peligro va de muy bajo a bajo; en la parte sur del municipio se tienen zonas con un grado de susceptibilidad alto.

Destaca una pequeña área en el centro de la cabecera municipal, la cual presenta un grado alto de susceptibilidad; mientras que la susceptibilidad de las localidades de Ulapa de Melchor Ocampo y la Hormiga va de muy bajo a medio; mientras que Juandhó, Barrio Nicolás Bravo y San Antonio se encuentran en un grado de susceptibilidad medio.





Fuentes:
Marco Geoestadístico de INEGI, 2022.
Cartografía de INEGI.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura II.2. Peligro por deslizamientos.

II.1.3. Flujo de lodos.

1. Antecedentes.

Los Flujos son movimientos de suelos y/o fragmentos de rocas pendiente abajo de una ladera, en donde sus partículas, granos o fragmentos tienen movimientos relativos dentro de la masa que se mueve o desliza sobre una superficie de falla.

Los flujos a la vez pueden ser de muy lentos a muy rápidos, así como secos o húmedos y pueden distinguirse en cuatro tipos: flujos de lodo, flujos de tierra y suelo, flujos o avalanchas de detritos y creep (flujo muy lento) (Manuel J. Mendoza López, 2002).

2. Metodología.

Para el caso de estudio del municipio de Tetepango, se realizó un análisis multicriterio para susceptibilidad de flujos procesado con la ayuda de SIG, con variables de categorías generales; topográficos, geotécnicos, ambientales y meteorológicos.

El análisis multicriterio desarrollado para determinar la susceptibilidad del flujo de lodos considera diversos factores, los cuales se describen en la Tabla II.5, cada uno de los factores se ponderó de acuerdo a su influencia, con esta información se realizó el análisis multicriterio sobre el área de estudio y se determinaron las superficies susceptibles a presentar el fenómeno perturbador.

Con los resultados del análisis realizado, se reclasificaron para obtener la susceptibilidad de flujo de lodos, la clasificación se realizó de acuerdo con los valores de la Tabla II.6.

Tabla II.5. Factores del flujo de lodos.

Factores		Ponderación
Topográficos	Pendiente	18%
Ambientales	Vegetación y Uso de suelo	25%
Geotécnicos	Calidad de roca	44%
Meteorológicos	Precipitación	13%

Fuente: elaboración propia.

Tabla II.6. Clasificación del grado de susceptibilidad de flujo de lodos.

Valor	Grado de Susceptibilidad	
0 - 20	1	Muy Bajo
20 - 40	2	Bajo
40 - 60	3	Medio
60 - 80	4	Alto
80 - 100	5	Muy Alto

Fuente: elaboración propia.



3. Resultados.

Tras realizar el análisis multicriterio sobre el área de estudio, se aprecia que el grado de susceptibilidad para el municipio va de muy bajo a medio (Figura II.3).

Las localidades de Tetepango, Ulapa de Melchor Ocampo, Juandhó y San Antonio presentan un grado de susceptibilidad Medio, mientras que las localidades de La Hormiga y Nicolas Bravo presentan un grado de susceptibilidad bajo.

Por los resultados obtenidos, el municipio de Tetepango de manera general presenta un grado de riesgo muy bajo ante la susceptibilidad de flujo de lodos o detritos.



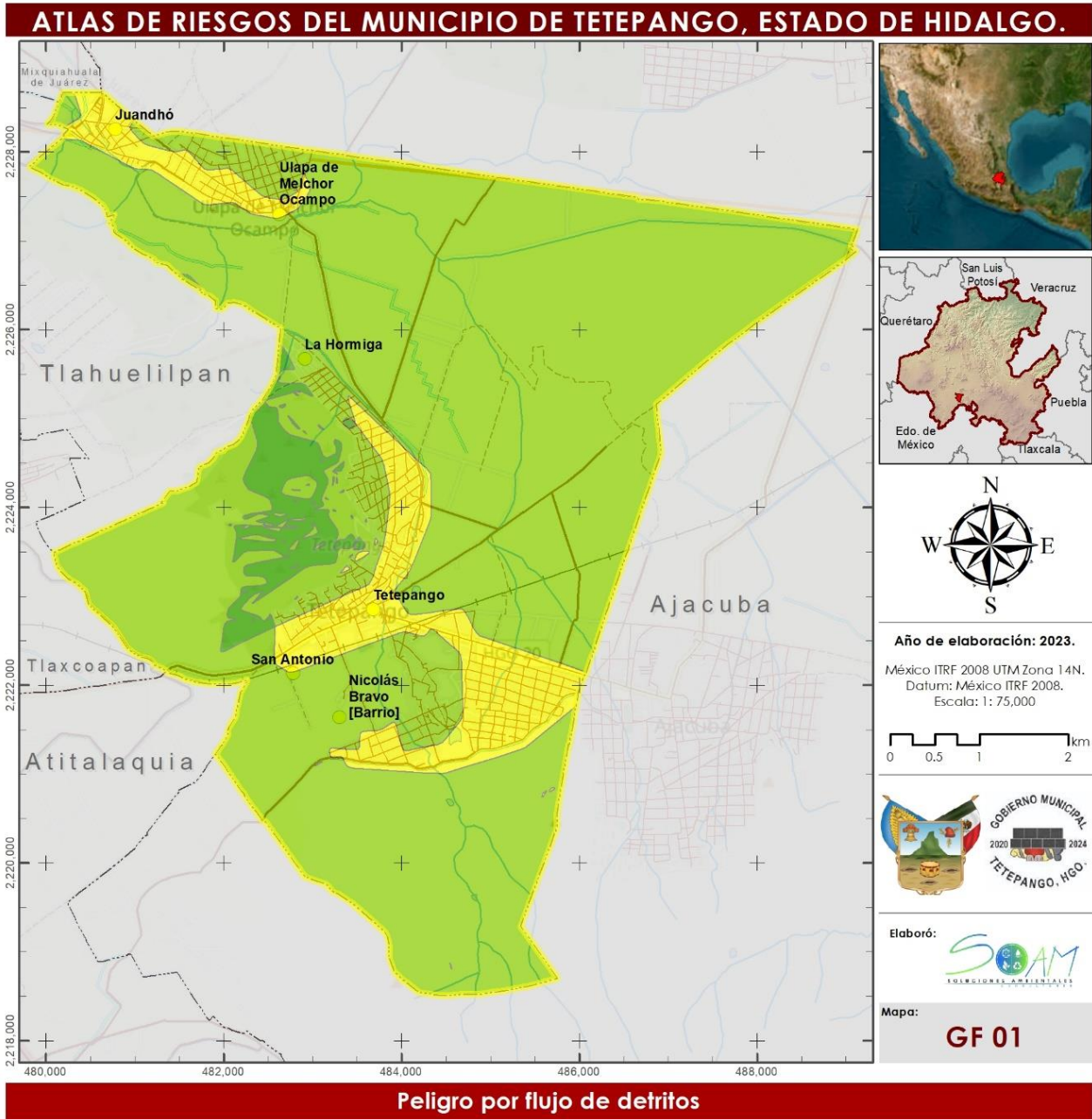


Figura II.3. Peligro por flujos de detritos.

II.1.4. Caídos o derrumbes.

Los procesos de remoción en masa involucran el movimiento de los materiales formadores de las laderas bajo la influencia de la gravedad y sin la asistencia primordial de algún agente de transporte fluido.

Los movimientos originados se centran en un desplazamiento rápido de una masa de roca, en el cual el centro de gravedad de la masa que se desplaza se mueve hacia abajo y hacia el exterior, donde la gravedad es la principal fuerza involucrada.

Estos movimientos pueden ser rápidos, pueden alcanzar velocidades considerables, donde se originan en taludes con pendientes inclinadas. Una vez que un flujo inicia, es capaz de moverse por áreas relativamente planas o de poca inclinación; o lentos que pueden incluir mecanismos de deslizamiento y flujo, dependiendo de la inclinación del terreno, el tipo de material involucrado y su consistencia en función del contenido de agua y pueden incluir desprendimiento, deslizamiento y flujo.

Los diferentes tipos de movimientos, están relacionados con roturas del terreno dentro de un terreno frágil, se asocia a deformaciones desarrolladas con una rotura, frágil generalmente, que delimita un bloque de cualquier tamaño seguida después una trayectoria libre desde el origen hasta el punto de reposo o el desplazamiento que se produce sobre una superficie plana o cilíndrica.

Los movimientos pueden estar asociados a periodos de lluvias o inestabilidades, productos de la alteración química. en el mismo sitio, de las rocas originales, y se desarrollan en zonas con clima más bien tropical, donde se conjuntan temperaturas altas y precipitaciones abundantes. El grado de alteración a la que la estructura original de la masa de roca se destruye y varía con la profundidad. Se da lugar así a perfiles de alteración que comprenden materiales con propiedades mecánicas muy diferentes, desde aquéllas propias de la roca franca que se encuentra a profundidad, hasta las de suelo completamente intemperizado o alterado.

Metodología.

Para conocer el grado de susceptibilidad de este fenómeno en el municipio de Tetepango, se realizó un análisis multicriterio con variables de categorías generales; topográficos, geotécnicos, meteorológicos y ambientales, así como recorridos por las zonas donde se ha presentado el fenómeno.

El análisis multicriterio desarrollado para determinar la susceptibilidad de Caídos o derrumbes considera diversos factores, los cuales se describen en la Tabla II.5, cada uno de los factores se ponderó de acuerdo a su influencia, con esta información se realizó el análisis multicriterio sobre el área de estudio y se determinaron las superficies susceptibles a presentar el fenómeno perturbador.



Con los resultados del análisis realizado, se reclasificaron para obtener la susceptibilidad de caídos o derrumbes, la clasificación se realizó de acuerdo con los valores de la Tabla II.8.

Tabla II.7. Factores de caídos o derrumbes.

Factores		Ponderación
Topográficos	Pendiente	10%
Ambientales	Vegetación y Uso de suelo	15%
Geotécnicos	Calidad de roca	10%
	Edafología	15%
	Registro de caída de rocas	30%
Meteorológicos	Precipitación	20%

Fuente: elaboración propia.

Tabla II.8. Clasificación del grado de susceptibilidad de caídos o derrumbes.

Valor	Grado de Susceptibilidad	
0 - 20	1	Muy Bajo
20 - 40	2	Bajo
40 - 60	3	Medio
60 - 80	4	Alto
80 - 100	5	Muy Alto

Fuente: elaboración propia.

Resultados.

De acuerdo con el análisis multicriterio realizado, en la Figura II.4 se aprecia el grado de susceptibilidad para cada una de las áreas del municipio.

Se encontró que las localidades de Tetepango, La Hormiga, San Antonio y Nicolas Bravo presentan un grado de susceptibilidad bajo, mientras que las localidades de Ulapa de Melchor Ocampo y Juandhó presentan un grado de susceptibilidad medio. Es importante resaltar la zona que se ubica en la parte noroeste de la cabecera municipal, la cual presenta un grado de susceptibilidad alto ante la presencia de caída de rocas, por lo que es importante prestar atención en dicho sitio.



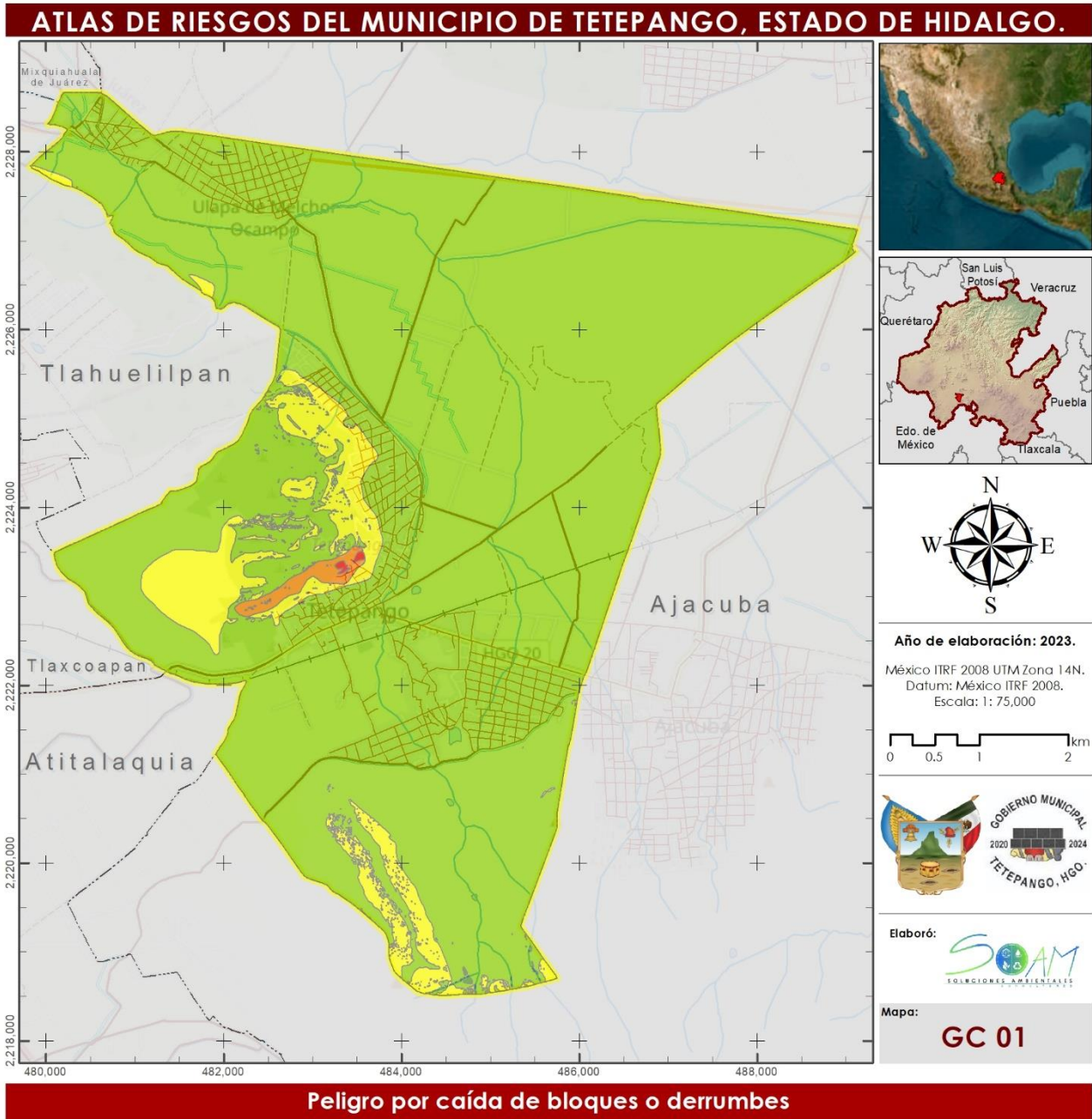


Figura II.4. Peligro por caída de bloques.

II.1.5. Sismos.

1. Antecedentes.

Un sismo es un rompimiento repentino de las rocas en el interior de la tierra provocando una repentina liberación de energía propagándose en forma ondas causando el movimiento del terreno. (SSN, 2022). Originados por consecuencia de una capa rocosa conocida como litosfera, con espesor hasta de 100 km, dividida en grandes partes llamadas placas tectónicas. Su movimiento ocasiona que en los bordes donde las placas hacen contacto, generen esfuerzos de fricción que impiden el deslizamiento de una respecto a la otra. Si dichos esfuerzos sobrepasan la resistencia de las rocas, o se vencen las fuerzas friccionantes, ocurre una ruptura violenta y la liberación repentina de la energía acumulada (CENAPRED, 2017).

Para determinar la expansión de ondas sísmicas se requiere de un sismógrafo, equipo encargado de detectar el movimiento de los terrenos debido a los sismos y generar un registro del movimiento del suelo o sismograma (SSN, 2022).

La licuefacción es un fenómeno que se obtiene a partir de los sismos, aunque no se descarta su asociación a actividades generadas por el hombre como la vibración de maquinaria o explosiones; generando en el suelo la capacidad de no soportar construcciones u otro tipo de estructuras.

Un fenómeno como resultado de los sismos es la licuefacción, aunque no se descarta su generación por explosiones o vibraciones de maquinaria. Esto da lugar a que el suelo se comporte como si fuera un fluido, el cual no tiene capacidad de soportar edificaciones ni otro tipo de estructuras.

El término licuefacción incluye todos los fenómenos donde se dan excesivas deformaciones o movimientos como resultado de transitorias o repetidas perturbaciones de suelos saturados poco cohesivos (Perucca, Perez, & Navarro, 2006), con contenido areno-limoso, en estado saturado, que, por falta de drenaje, en los que la resistencia al corte desaparece y el material se comporta como un líquido, dando lugar a movimientos verticales y horizontales de su masa que se traducen en deslizamientos o en grandes asientos (Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2002).

2. Metodología.

Se ubicó el municipio de Tetepango dentro de la regionalización sísmica desarrollada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en el año 2015. La cual clasifica a la república mexicana en cuatro zonas sísmicas de la "A" a la "D".

Además, se ubicaron los principales sismos en la zona de estudio, de acuerdo con los registrados en el Catálogo Nacional de Sismos (CNS) elaborado por el Servicio Sismológico Nacional (SSN) de la Universidad Nacional Autónoma de México.



3. Resultados.

De acuerdo con la regionalización sísmica de la CFE, el municipio de Tetepango se localiza dentro de la zona B (Figura II.6), la cual es una zona intermedia, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. (Centro Geo, 2017).

En la Tabla II.9 se presenta los sismos ocurridos desde 1976 hasta el primero de septiembre del 2022 en el municipio de Tetepango, con su magnitud registrada.

En el municipio de Tetepango se han registrado un total de cinco eventos sísmicos de los cuales el sismo de mayor magnitud registrado es de 5.1 ocurrido el 25 de marzo de 1976, a 10 kilómetros al este de Tlaxcoapan, Hidalgo (Figura II.5).

Tabla II.9 Tabla de Sismos ocurridos en el municipio de Tetepango estado de Hidalgo.

Magnitud	Fecha	Profundidad (km)	Coordenadas Geográficas	
			X	Y
5.1	25/03/1976	15	486410.783	2223659.285
3.0	12/11/2014	5	485911.068	2226182.771
3.1	17/06/2015	32	484840.936	2221524.811
3.0	10/05/2016	5	484929.659	2227400.877
3.6	27/03/2020	9	482366.411	2224692.065

Fuente: elaboración propia con información obtenida del SSN, 2022.

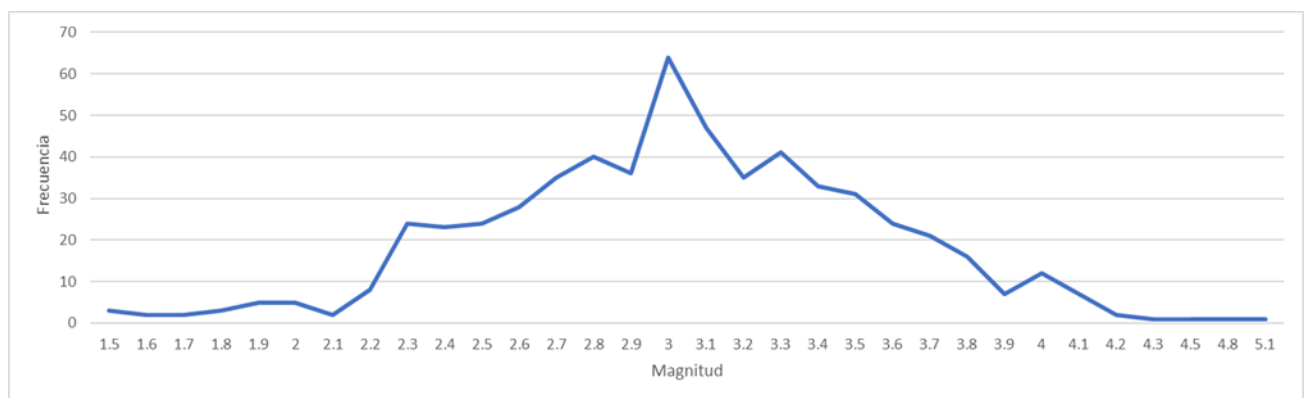
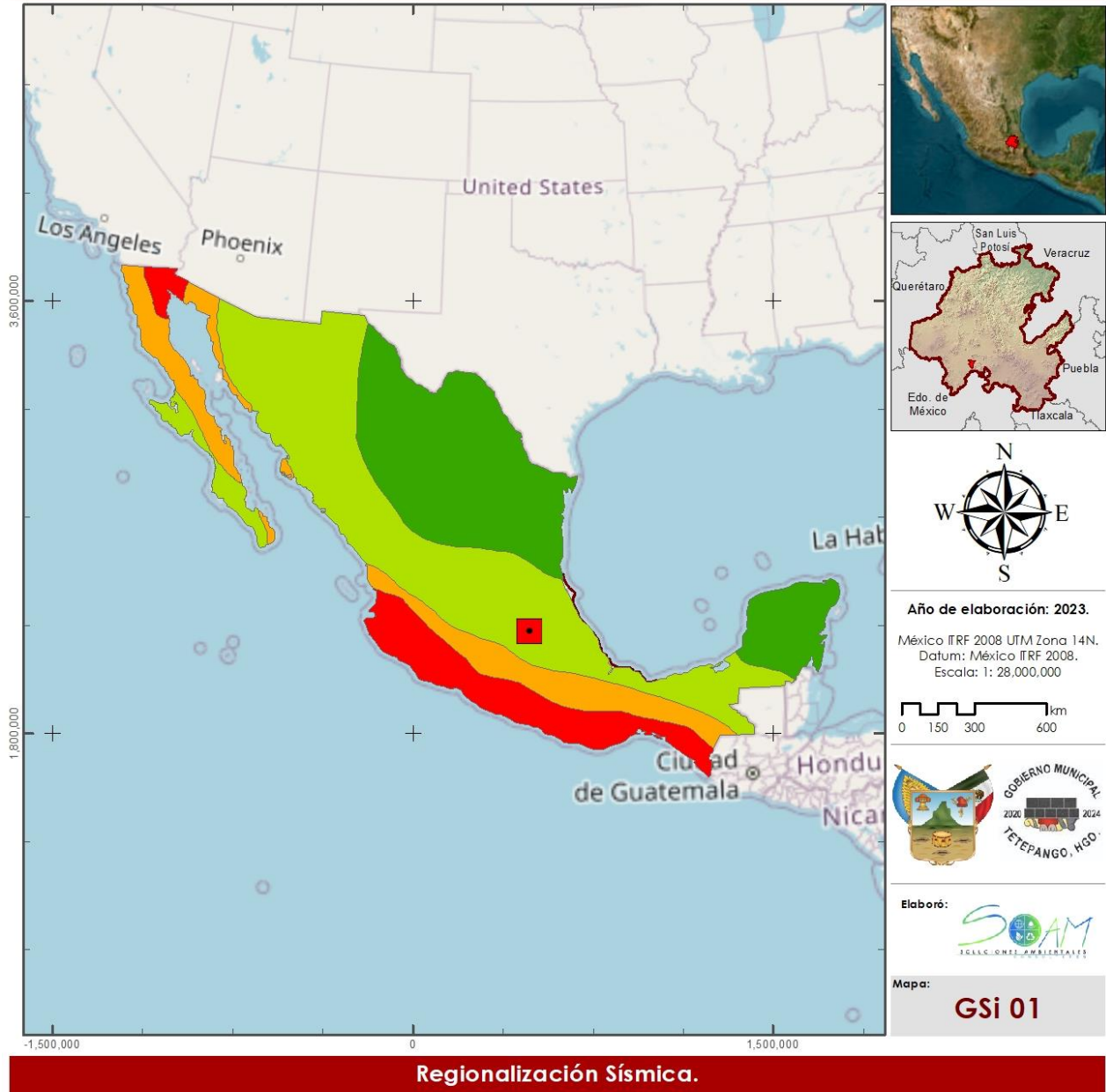


Figura II.5. Frecuencia de Sismos registrados en el Estado de Hidalgo de 1976 a septiembre de 2022.

Fuente: Elaboración propia con información del SSN, 2022.

ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Fuentes:
Marco Geostatístico del INEGI, 2022.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Eri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRD, IGN, and the GIS User Community

Figura II.6. Mapa de Regionalización Sísmica.

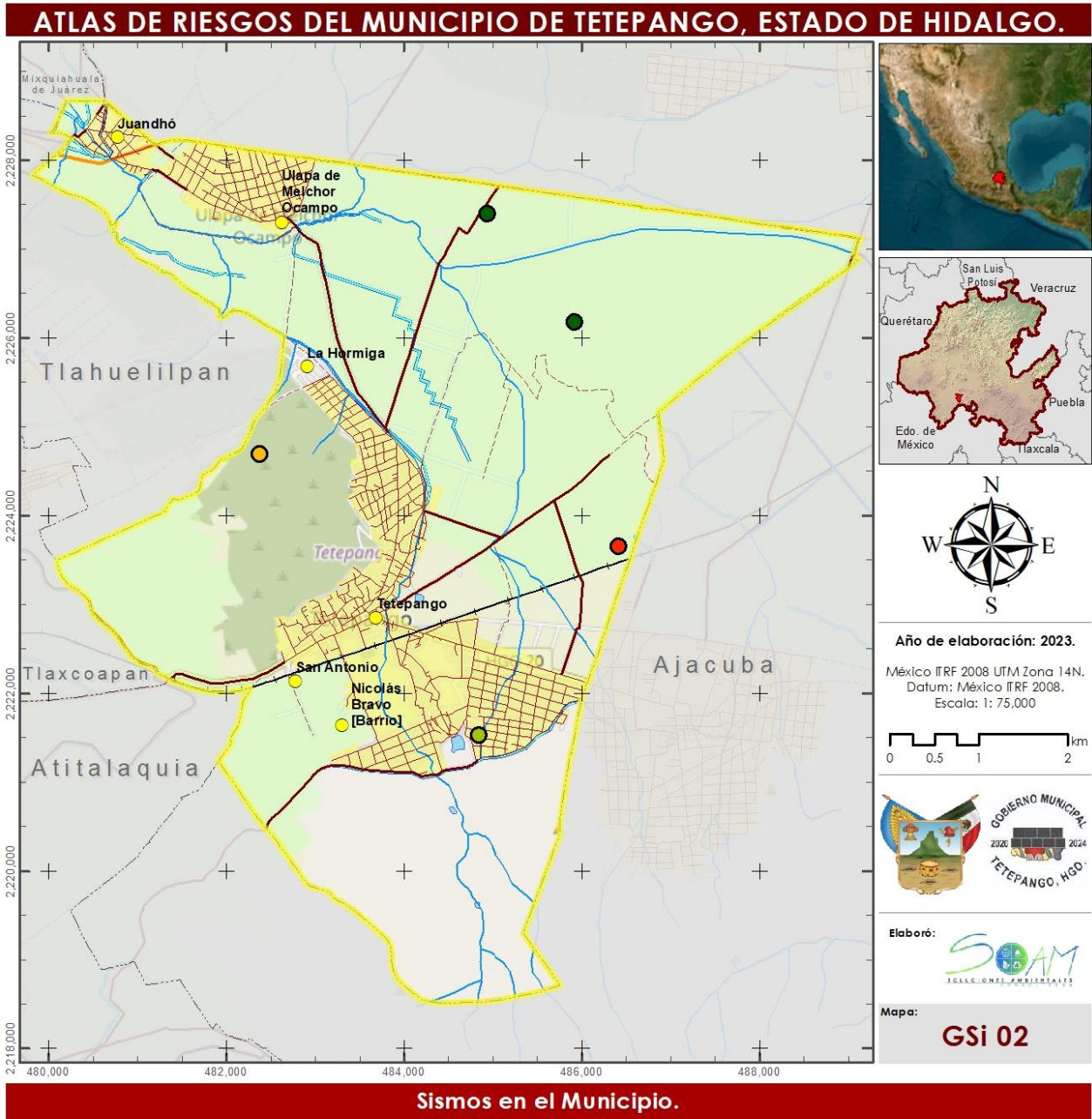


Figura II.7 Sismos en el Municipio de Tetepongo Hgo.

II.1.6. Tsunamis.

1. Antecedentes.

Conforme a CENAPRED (2006), un tsunami es una ola marina de gran magnitud producida por un maremoto o por una erupción volcánica en el fondo del mar que puede recorrer grandes distancias. Esta serie de ondas del mar son desplazadas de manera vertical provocada por algún disturbio, presentando diferentes alturas; desde centímetros hasta metros y volúmenes de agua (SEDATU & ERN, 2013).

Estos presentan tres procesos físicos: Generación, Propagación y run-up. La generación es causada por efecto de terremotos, erupciones volcánicas; cuando va desde el epicentro hacia las costas o aguas someras se conoce como Propagación y finalmente cuando el tsunami toca tierra firme se conoce como Run-up. (Martínez & González, 2005).

2. Metodología.

El municipio de Tetepango se encuentra alejado de los litorales mexicanos, por ello sólo se estableció la distancia en kilómetros de la cabecera municipal a la línea de costa más cercana, así como la elevación de la cabecera municipal respecto al nivel medio del mar.

3. Resultados.

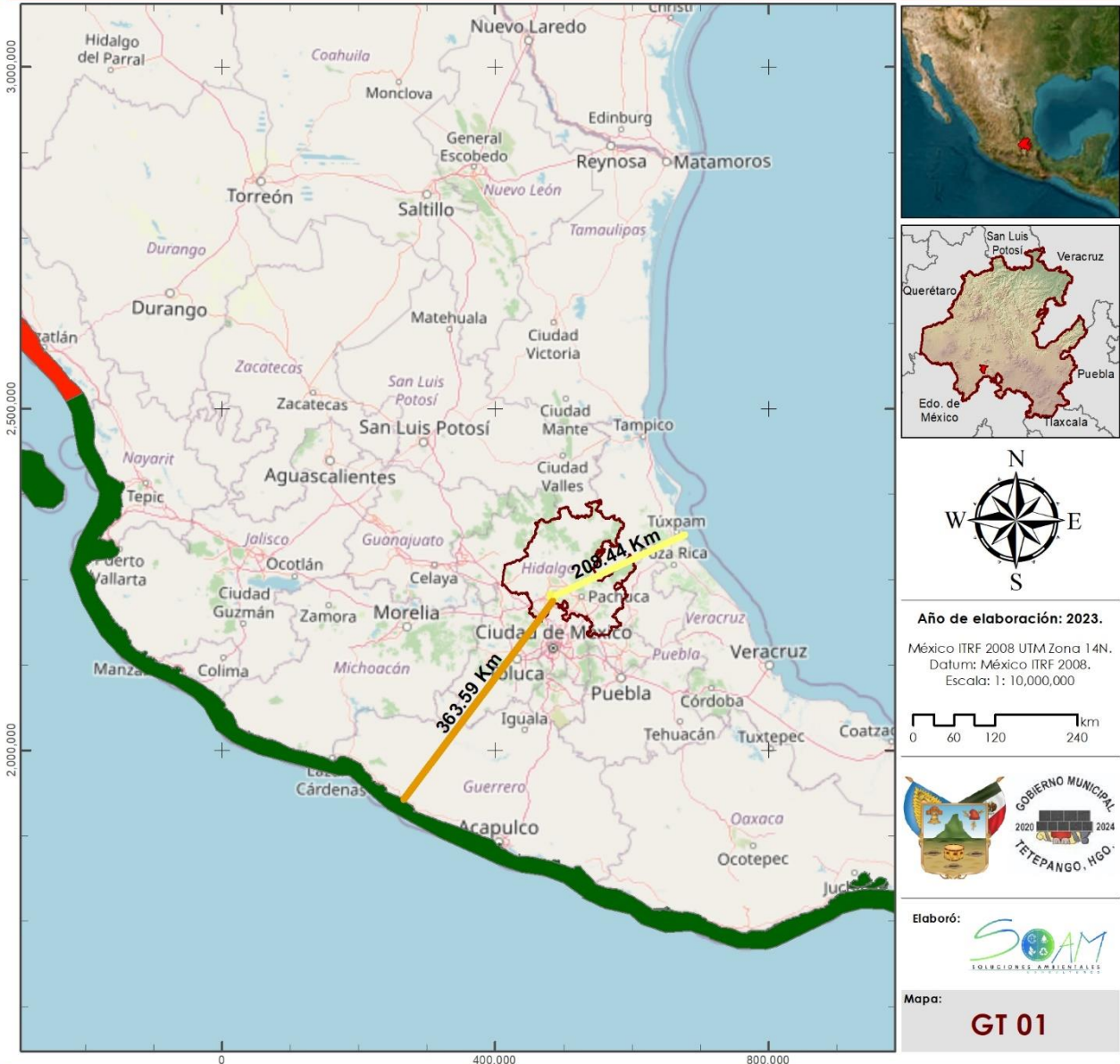
El municipio de Tetepango no se encuentra en áreas generadoras o receptoras de tsunamis, así como no hay evidencia de que ocurran este tipo de fenómenos naturales dentro o cerca del mismo.

Conforme los parámetros de intensidad de peligro de Tsunamis en los "Términos de Referencia para la Elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos 2018". La altura máxima histórica de olas generadas por un tsunami es de 12 metros en nuestro país lo que no representa amenaza alguna puesto que el municipio de Tetepango se encuentra a una elevación de 2100 metros sobre el nivel del mar.

El Municipio se encuentra a una distancia aproximada de 208.44 kilómetros respecto al Golfo de México y a 363.59 kilómetros del Océano Pacífico donde se encuentra la zona generadora de Tsunamis. Siendo estas dos las zonas costeras más cercanas al Municipio. (Figura II.8).



ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Zonas generadoras de Tsunamis.

Simbología

Marco Geoestadístico.	Simbología Temática
Límite Municipal	Distancia a Océano Pacífico
Estado de Hidalgo	Distancia a Golfo de México
	Distancia a Golfo de México
	Tsunami
	Área Receptora o Generadora de Tsunamis
	Locales
	Lejanos

Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
CENAPRED, 2020.

Carta Topográfica F14C-89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura II.8. Zonas generadoras de Tsunamis.

II.1.7. Vulcanismo.

1. Antecedentes.

1.1. Estructuras volcánicas.

Los volcanes son aberturas naturales en la corteza por donde se emiten gases, ceniza y magma mismo que después de una erupción se llama lava (SGM, 2017), tomando generalmente forma cónica de alturas considerables. Estos pueden arrojar material fluido y caliente al exterior de forma no explosiva, conocida como lava, la cual se desliza por el efecto de gravedad por las pendientes del edificio volcánico logrando cubrir grandes extensiones en las cercanías del mismo.

Existen diferentes tipos de clasificación de volcanes por su forma (Tabla II.10), suministro de magma, lugares de su ocurrencia, forma de actividad y estado, algunos ejemplos son acuerdo a su forma exterior: Volcán compuesto (estratovolcán), Volcán escudo, Cono de escoria, Domo de lava, cráteres de explosión, Caldera volcánica (Sieron, 2014).

Tabla II.10. Estructuras volcánicas.

Estructura	Descripción
Conos de escorias	Consiste en la emisión de fragmentos que se acumulan cerca del cráter.
Anillos piroclásticos	Son generados cuando el magma y el agua entran en contacto generando emisión de pequeñas partículas piroclásticas.
Domos	Composición de lava viscosa que se va sobreponiendo sobre si hasta adquirir su forma de domo o cúpula.
Volcán en escudo	La forma de este volcán es alargada con suaves pendientes y actividad efusiva de magmas básicos con baja viscosidad.
Estratovolcán	Puede ser de tipo efusivo a explosivo en alternancia de derrames de lava y compuestos piroclásticos, aparición de flujo de lodo resultado de arrastre por agua superficial.
Volcán compuesto	Alimenta varios conductos que llevan a firmas volcánicas desde un mismo centro.
Caldera volcánica	En él se forman erupciones explosivas o por colapso de cámaras magmáticas someras.
Cráteres de explosión	Cráteres formados en una explosión violenta de vapor de agua cuando hay presencia de magma y agua, estos cráteres se llenan generalmente de agua.
Volcán Somma	Caldera volcánica que ha sido ocupada por un nuevo cono central.

Fuente: Elaboración propia con Información de (Sieron, 2014) y (Capra, Arce, & Macias, 2009).

Los volcanes tienen diferentes tipos de actividad eruptiva; la efusiva es caracterizada por una emisión tranquila y continua de lava; La explosiva se identifica por la expulsión violenta de magma y algunas veces rocas los cuales son denominados piroclásticos (Molist, Pujadas, Lopez, & Carrera, 2012).



Se dice que un volcán es activo cuando aún existe magma fundido en su interior, o cuando puede recibir nuevas aportaciones de magma y por tanto mantiene el potencial de producir erupciones dentro de los intervalos comúnmente aceptados son 10,000 años. Los que hayan tenido actividad entre este periodo de tiempo se pueden considerar activos (CENAPRED, 2008).

En general se distinguen siete peligros volcánicos principales: coladas de lava, caída de cenizas, flujos piroclásticos, emanaciones de gases, lahares deslizamientos de ladera y tsunamis.

1.2. Caída de ceniza.

La ceniza volcánica es una composición de partículas de roca y mineral muy finas de menos de 2 milímetros expulsadas con ayuda del viento volcánico generados por la fragmentación de magma y materiales encontrados en el cono de un volcán (Lizcano, Herrera, & Santamarina, 2006).

Esta actividad volcánica puede causar alteración en diversas poblaciones de insectos, animales e incluso seres humanos ya sea en síntomas respiratorios, irritación en la piel, estrés, fluorosis dental (Tapia, Santos, & Ramírez, 2005).

La ceniza influye un papel perjudicial para los cursos de agua, la agricultura y vegetación ya que la vegetación y los suelos quedan cubiertos de esta. impidiendo el desarrollo o el crecimiento de flora, al quedar cubierto el suelo de este tipo de material se reduce la fuente de alimento para los animales (Reckziegel, Palacios, & Viramonte, 2019).

La distancia que pueden llegar a recorrer la ceniza no se conoce con exactitud pues depende de la fuerza con la que son lanzadas del volcán, el tamaño, su peso y la velocidad del viento.

1.3. Flujos piroclásticos.

Se forman cuando una parte de un domo de lavas se rompe provocando una mezcla de gas, ceniza y pedazos de lava (Sieron, 2014). Se consideran los materiales más destructivos producto de una erupción volcánica, ya que son mezclas calientes, con temperatura de 100° C o más, que descienden por los flancos del volcán, alcanzando velocidades de 10 km/h. El grado de susceptibilidad depende del tiempo y la distancia que recorre el material incandescente.

1.4. Flujos de lava.

Los flujos de lava son los derrames de roca fundida, la cual avanza a bajas velocidades desde metros por hora a metros por día, su velocidad disminuye conforme se va enfriando.

Por lo anterior las coladas de lava se consideran de poco peligro para las personas, pero interfieren en las vías de comunicación y propiedades. Son catalogadas dependiendo de las características morfológicas que se

adquieren por varios factores: medio de desplazamiento, topografía, viscosidad y volumen de flujo de estas. (Carracedo & Perez-Torrado, 2015).

1.5. Lluvia acida y Emanaciones Gaseosas.

Los volcanes sirven como fuente de contaminación natural a la atmosfera debido a su expulsión de gases que pueden llegar a ser tóxicos (Marquez, 2010). Esta actividad volcánica expulsa diversos gases entre los que se encuentra el vapor de agua, dióxido y monóxido de carbono, dióxido de azufre, ácido sulfhídrico, clorhídrico y fluorhídrico metano entre otros, todos dispersos en distintas concentraciones (Rodriguez, 2012).

La lluvia acida de origen volcánico contiene grandes cantidades de ácido sulfúrico y ácido nítrico a consecuencia de la emanación volcánica de dióxido de azufre este tipo de precipitaciones puede ocasionar daños tanto a las especies acuáticas como a material vegetal (follaje y frutos) aumento de acidez del suelo (Montalvo & Escobar, 2011).

El alcance que pueden tener estos fenómenos es de 20 a 30 km, sin embargo, se cuenta con evidencia que se han experimentado efectos hasta los 2,000 km, lo anterior, determinado por los eventos históricos de volcanes activos en la actualidad.

1.6. Lahares.

Los lahares son una mezcla de materiales volcánicos (rocas, ceniza, pómez, escoria), con mayor porción de cenizas, las cuales son movilizadas por el agua procedente de un glaciar.

El material se mezcla con el agua transformándose en un flujo móvil alcanzando distancias máximas de 40 a 100 km/h. El principal daño para la población por este tipo de peligro es el enterramiento y el impacto de bloques con escombros, esto en función de la densidad de la mezcla.

1.7. Proyectiles Balísticos.

Fragmentos mayores, especialmente constituidos por fragmentos de rocas densas como los domos que tapan los cráteres, son lanzados por explosiones como proyectiles balísticos (CENAPRED, 2008). Estos fragmentos de roca y lava al ser expulsados pueden ser clasificados como peligro a la sociedad una vez fuera del cráter estos se pueden llegar a fragmentarse durante la caída modificando el tamaño, duración de caída, y lugar de impacto. (Figura II.14).

De acuerdo con las observaciones del CENAPRED y el departamento de geofísica de la UNAM, para el volcán Popocatepetl, se tienen calculados tres rangos para este tipo de fenómenos, el primero con un alcance de 5 km correspondiente a una zona de mayor peligro, el segundo de 8 km considerada como zona de peligrosidad intermedia, y el tercero de 14 km, representando una zona de peligrosidad baja.



2. Metodología.

Se identificaron los volcanes activos a una distancia de 100 km alrededor del municipio de Tetepango, de los cuales se tomaron principalmente en consideración los cuerpos volcánicos de categoría 5, es decir, volcanes que hayan producido erupciones en algún momento de su historia holocénica (últimos 10,000 años). Una vez ubicados se elaboró el análisis, de cada uno de los cuerpos volcánicos.

De igual manera se determinó el grado de peligro para el municipio de Tetepango, para los fenómenos perturbadores del vulcanismo, como son: caída de ceniza; flujos piroclásticos; flujos de lava; lluvia acida y emanaciones gaseosas; lahares; y proyectiles balísticos

De acuerdo a la ubicación de los cuerpos volcánicos y su distancia al municipio, se realizaron radios que reflejan el grado de susceptibilidad para cada uno de los fenómenos perturbadores del vulcanismo, de acuerdo con las siguientes tablas (Tabla II.11 a Tabla II.16).

Tabla II.11. Susceptibilidad de caída de cenizas.

Descripción	Espesor de la ceniza (cm)	Distancia (km)	Grado de susceptibilidad
Caída de cenizas	100	0 a 12	Alto
	20 a 50	12 a 35	Medio
	10	35 a 85	Bajo

Fuente: (CENAPRED, 2008).

Tabla II.12. Susceptibilidad de flujos piroclásticos.

Descripción	Tiempo (minuto)	Distancia (km)	Grado de susceptibilidad
Flujos piroclásticos	24	0 a 10	Alto
	36	10 a 60	Medio
	60	60 a 100	Bajo

Fuente: (CENAPRED, 2008).

Tabla II.13. Susceptibilidad por flujos de lava.

Descripción	Distancia (km)	Grado de susceptibilidad
Flujos de lava	De 0 a 4 km	Alto
	4 a 100 km	Bajo

Fuente: (CENAPRED, 2008).

Tabla II.14. Susceptibilidad por lluvia acida y emanaciones gaseosas.

Descripción	Distancia (km)	Grado de susceptibilidad
Lluvia acida y emanaciones gaseosas	0 a 25	Alto
	25 a 50	Medio
	50 a 100	Bajo

Fuente: (CENAPRED, 2008).

Tabla II.15. Susceptibilidad por lahares.

Descripción	Tiempo (minutos)	Distancia (km)	Grado de susceptibilidad
Lahares	24	0 a 40	Alto
	42	40 a 70	Medio
	60	70 a 100	Muy Bajo

Fuente: (CENAPRED, 2008).

Tabla II.16. Susceptibilidad por proyectiles balísticos.

Descripción	Distancia (km)	Grado de susceptibilidad
Proyectiles balísticos	0 a 5	Alto
	5 a 8	Medio
	8 a 14	Bajo

Fuente: (CENAPRED, 2008).

3. Resultados.

Para la identificación de los cuerpos volcánicos se tomó como referencia el apartado de "métodos, evidencias y parámetros de intensidad de peligro ante fenómenos geológicos" del documento términos de referencia para la elaboración de altas de peligros y/o riesgos del 2018, así como los volcanes activos ubicados en un radio de 100 kilómetros cercanos al municipio de Tetepango, los cuales se enlistan en la Tabla II.17; también se consideró el volcán Popocatepetl, aunque no se encuentra dentro de la delimitación de los 100 kilómetros, debido a sus actividades volcánicas recurrentes.

El área de influencia y la ubicación del municipio con respecto a cada cuerpo volcánico se puede apreciar en la Figura II.9.

Tabla II.17. Cuerpos volcánicos cercanos al municipio.

No.	Nombre	Tipo	Distancia (km)
1	Caldera de Amajac	N/D	39.8
2	Las Navajas	Estratovolcán	59.38
3	Volcán Jocotitlán	Estratovolcán	72.68
4	Santa Cruz	N/D	75.87
5	Zotoluca	Cono de Ceniza	81.78
6	Los Reyes	N/D	82.01
7	Tláloc	Estratovolcán	85.62
8	Tezoyo	Cono de Ceniza	88.89
9	Volcán Xitle	Cono de Ceniza	90.8
10	El Muerto	N/D	91.04
11	Coronilla	Cono de Ceniza	92.2
12	Caldera de Acoculco	N/D	96.38
13	Popocatepetl	Estratovolcán	127.28

Fuente elaboración propia con información de CENAPRED.



3.1. Caída de ceniza.

De acuerdo con la ubicación de los volcanes y su radio de influencia, el grado de susceptibilidad para el municipio de Tetepango es Bajo. Los aparatos volcánicos que podrían afectar el municipio en caso de producir una erupción son: Volcán Jocotitlán, Caldera Amajac, Las Navajas, C. Zotoluca, Los Reyes y Santa Cruz; como se puede apreciar en los radios de influencia esquematizados en la Figura II.9.

3.2. Flujos piroclásticos.

Conforme a los radios de influencia de los aparatos volcánicos cercanos al municipio de Tetepango, el grado de susceptibilidad para el municipio es bajo y medio; bajo influenciado por la cercanía con los volcanes Xitle, Tláloc, Jocotitlán, Caldera de Amajac, Las Navajas, Caldera Acoculco, Zotoluca, Los Reyes, El Muerto, C. Tezoyo, Santa Cruz y C. Coronilla y medio por la influencia de la Caldera de Amajac (Figura II.10).

3.3. Flujos de lava.

Acorde con la ubicación de los aparatos volcánicos activos, y debido a que se tiene un antecedente que los flujos de lava han dejado daños de 3 a 4 km partiendo del origen del nacimiento y han alcanzado una distancia máxima 100 km. El municipio se encuentra en un rango de susceptibilidad baja por los volcanes Xitle, Tláloc, Volcán Jocotitlán, Caldera de Amajac, Las Navajas, Caldera Acoculco, C. Zotoluca, Los Reyes, El Muerto, C. Tezoyo, Santa Cruz y C. Coronilla (Figura II.11).

3.4. Lluvia acida y emanaciones gaseosas.

El grado de susceptibilidad del municipio de Tetepango ante la presencia de lluvia acida o emanaciones gaseosas es medio, esto por la cercanía con el volcán Caldera de Amajac, ubicado al NE del municipio y bajo con los volcanes Xitle, Tláloc, Jocotitlán, Caldera Amajac, Las Navajas, Caldera Acoculco, C. Zotoluca, Los Reyes, El Muerto, C. Tezoyo, Santa Cruz y C. Coronilla (Figura II.12).

3.5. Lahares.

De acuerdo con los radios de influencia del fenómeno volcánico de Lahares, el municipio de Tetepango se encuentra en un grado de susceptibilidad bajo por los volcanes Xitle, Tláloc, Volcán Jocotitlán, Caldera de Amajac, Las



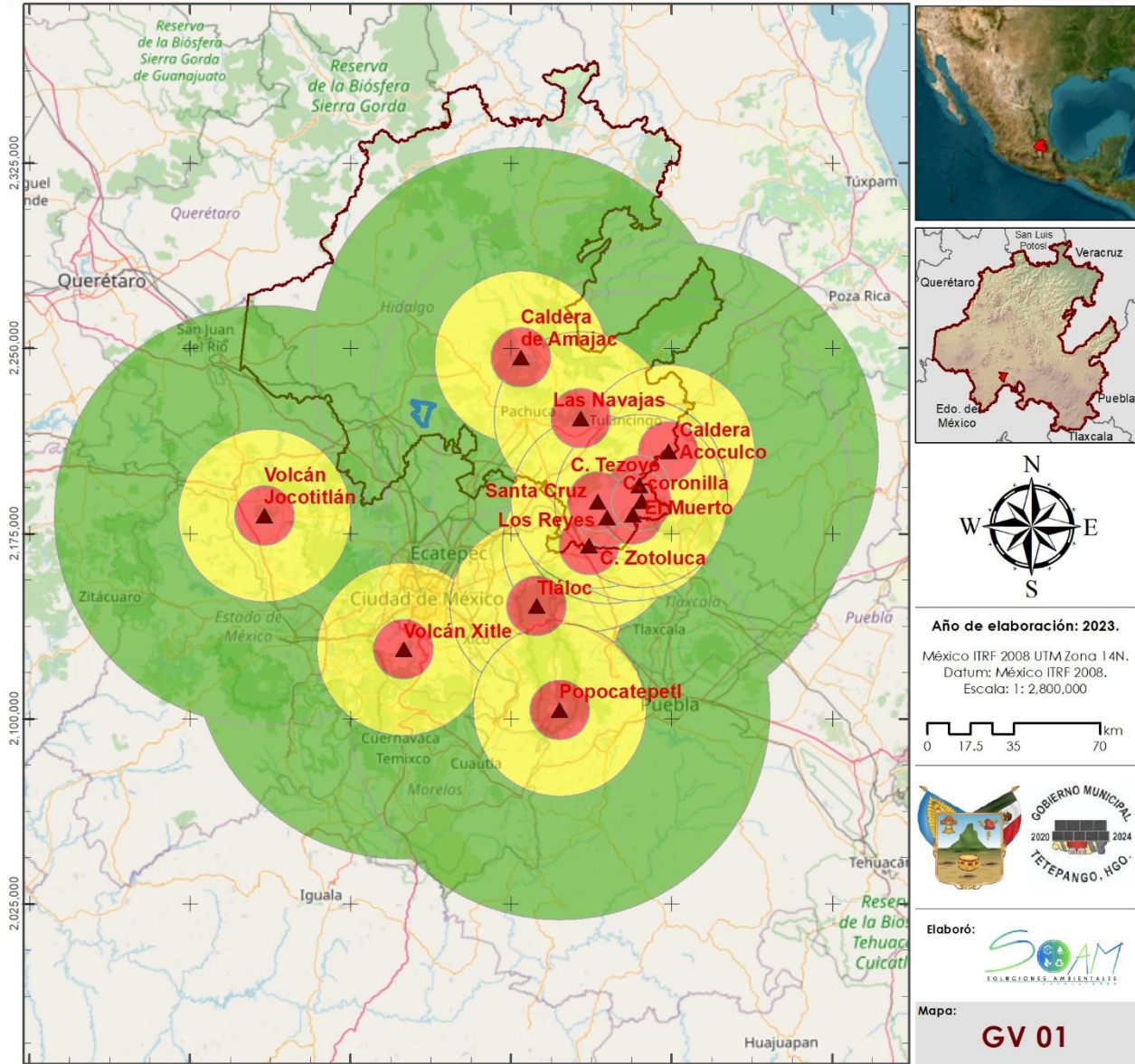
Navajas, Caldera Acoculco, C. Zotoluca, Los Reyes, El Muerto, C. Tezoyo, Santa Cruz y C. Coronilla; medio, generado por los volcanes: Caldera de Amajac, Las Navajas; una pequeña porción del NE de la superficie del municipio se ubica dentro de un grado Alto, por la influencia del volcán Caldera de Amajac (Figura II.13).

3.6. Proyectiles balísticos.

Conforme a los radios de influencia de los proyectiles balísticos, así como a la ubicación de los cuerpos volcánicos, la presencia u ocurrencia de este tipo de fenómenos dentro de los límites municipales es nula, como se puede apreciar en la Figura II.14.



ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Susceptibilidad por caída de cenizas

Simbología

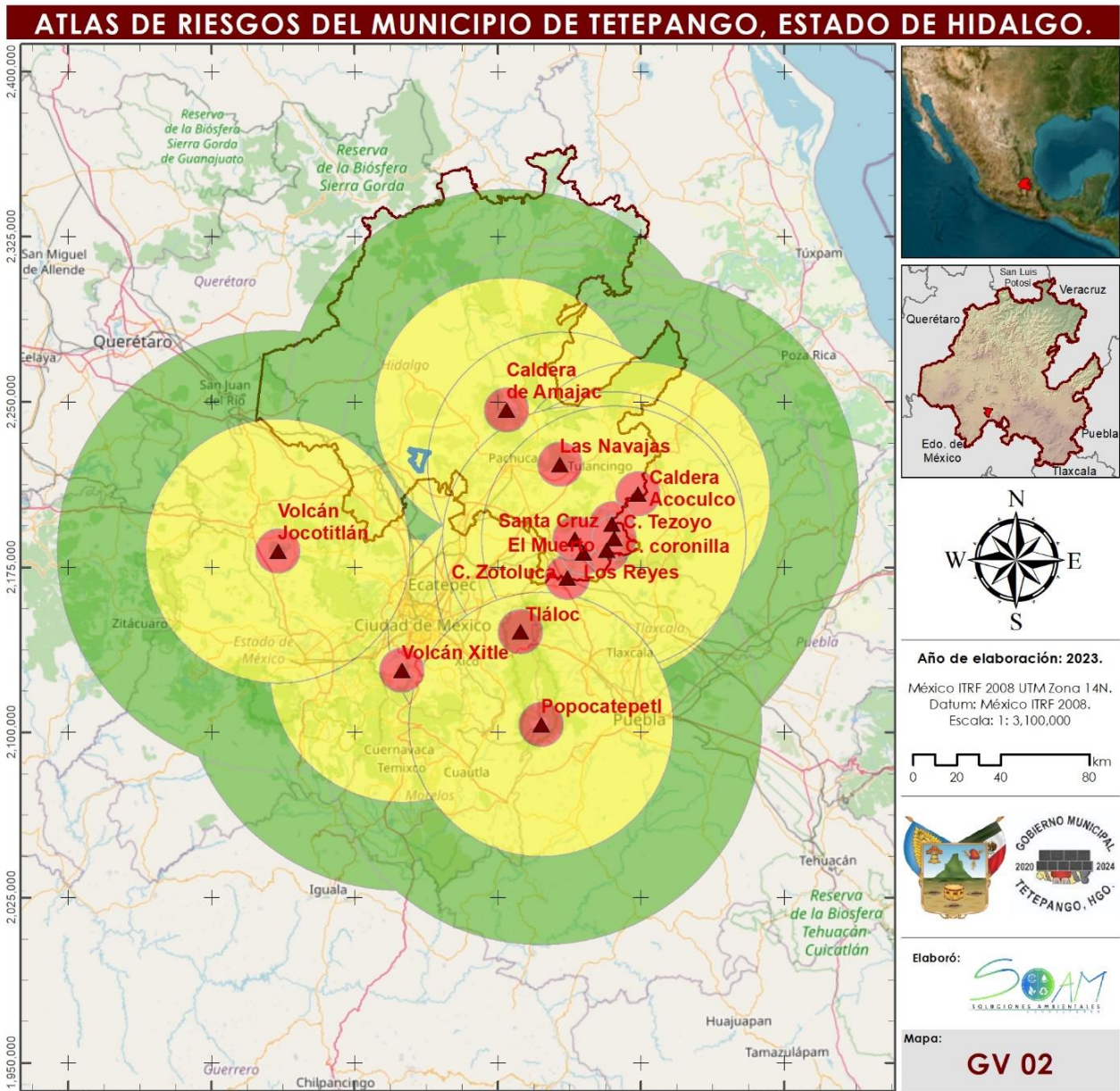
- | | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Marco Geoesadístico. | Simbología Temática |
| Límite Municipal | Volcanes Activos |
| Estado de Hidalgo | Grado de Suceptibilidad |
| | Bajo |
| | Medio |
| | Alto |

Fuentes:
Marco Geoesadístico del INEGI, 2022.
CENAPRED, 2004.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura II.9. Mapa de Susceptibilidad de caída de ceniza



Flujos piroclásticos

Marco Geoesadístico.

- Límite Municipal
- Estado de Hidalgo

Simbología Temática

- ▲ Volcanes Activos

Grado de Suceptibilidad

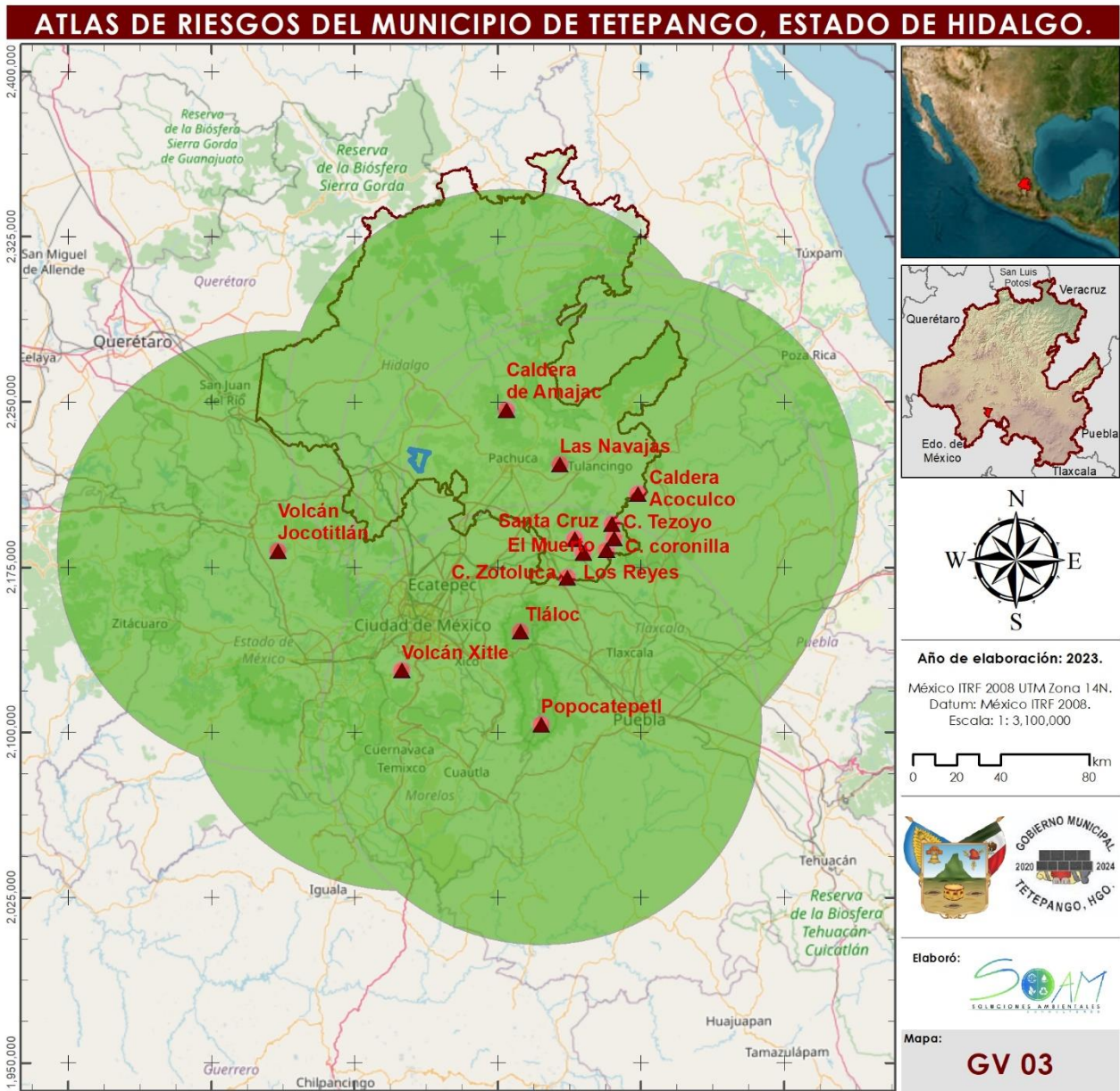
- Baja
- Media
- Alta

Fuentes:
Marco Geoesadístico del INEGI, 2022.
CENAPRED, 2004.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, EOS, AeroGRD, IGN, and the GIS User Community

Figura II.10 Susceptibilidad por flujos piroclásticos



Susceptibilidad de flujos de lava

Simbología

- | | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Marco Geoesadístico. | Simbología Temática |
| Límite Municipal | Volcanes Activos |
| Estado de Hidalgo | Grado de Suceptibilidad |
| | Bajo |
| | Alto |

Fuentes:
Marco Geoesadístico del INEGI, 2022.
CENAPRED, 2004.

Carta Topográfica FI 4C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, EOS,
AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura II.11. Radios de susceptibilidad por flujos de lava

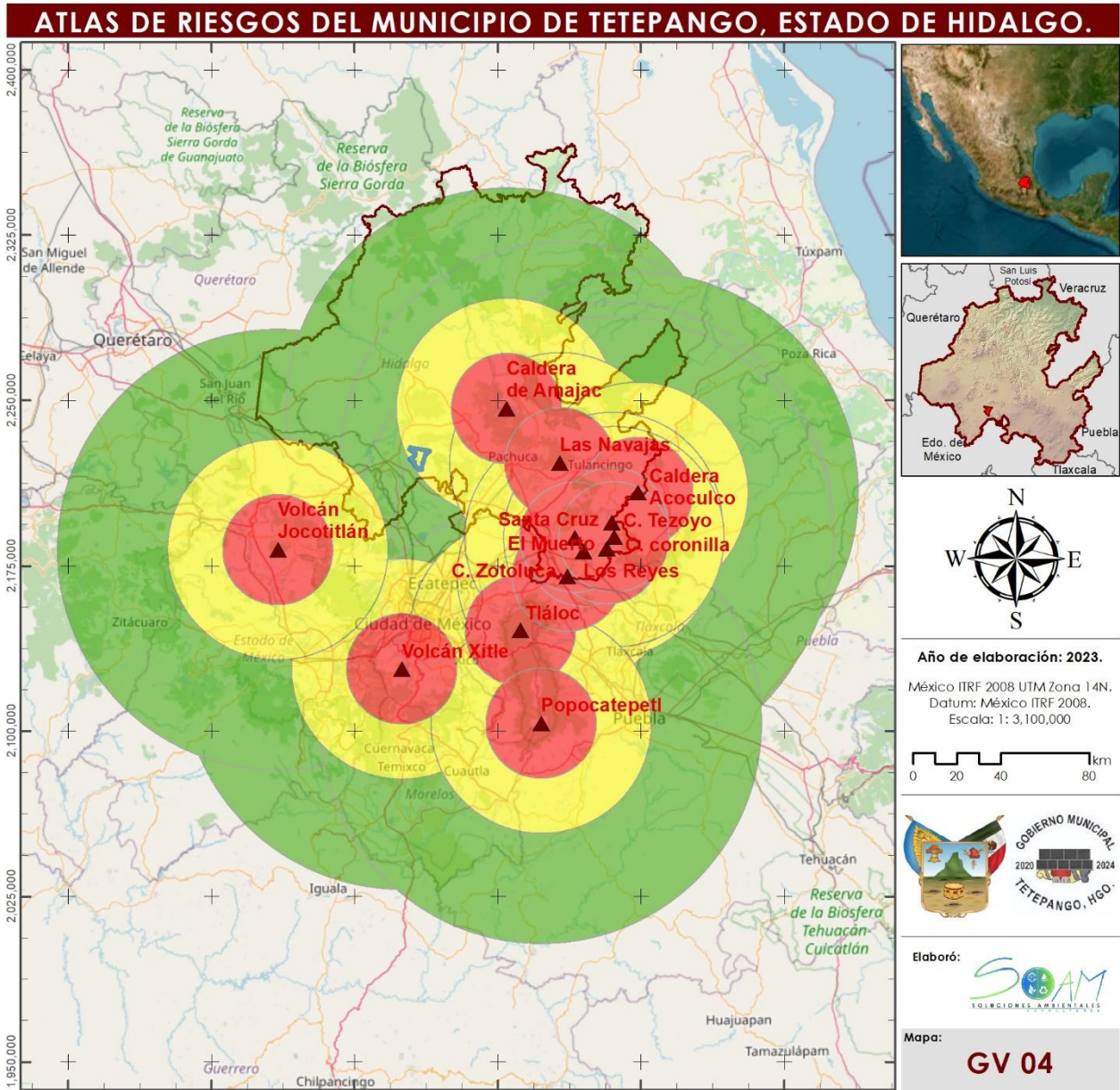


Figura II.12 Susceptibilidad por lluvia acid y emanaciones gaseosas

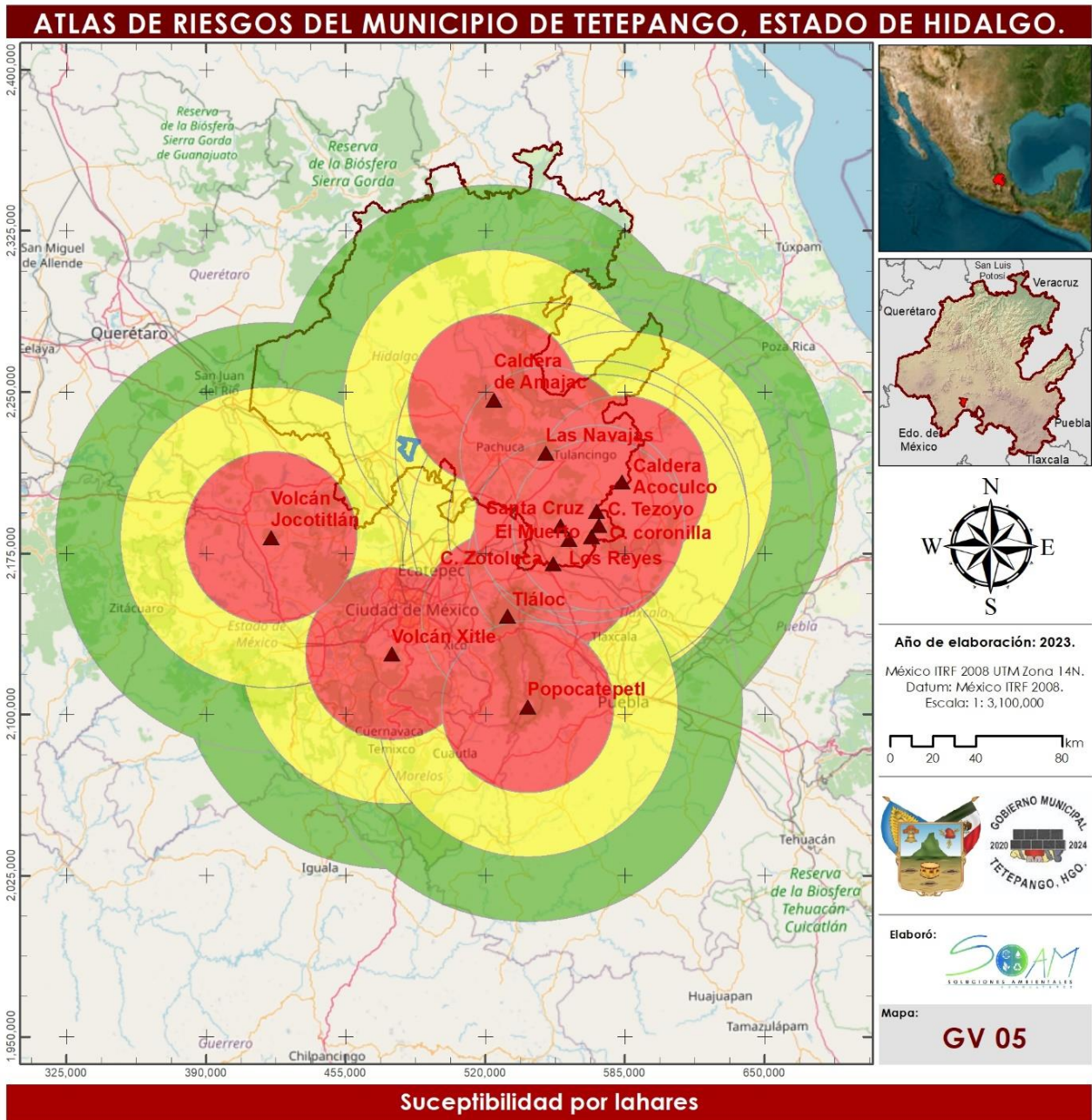


Figura II.13. Susceptibilidad por formación de lahares.

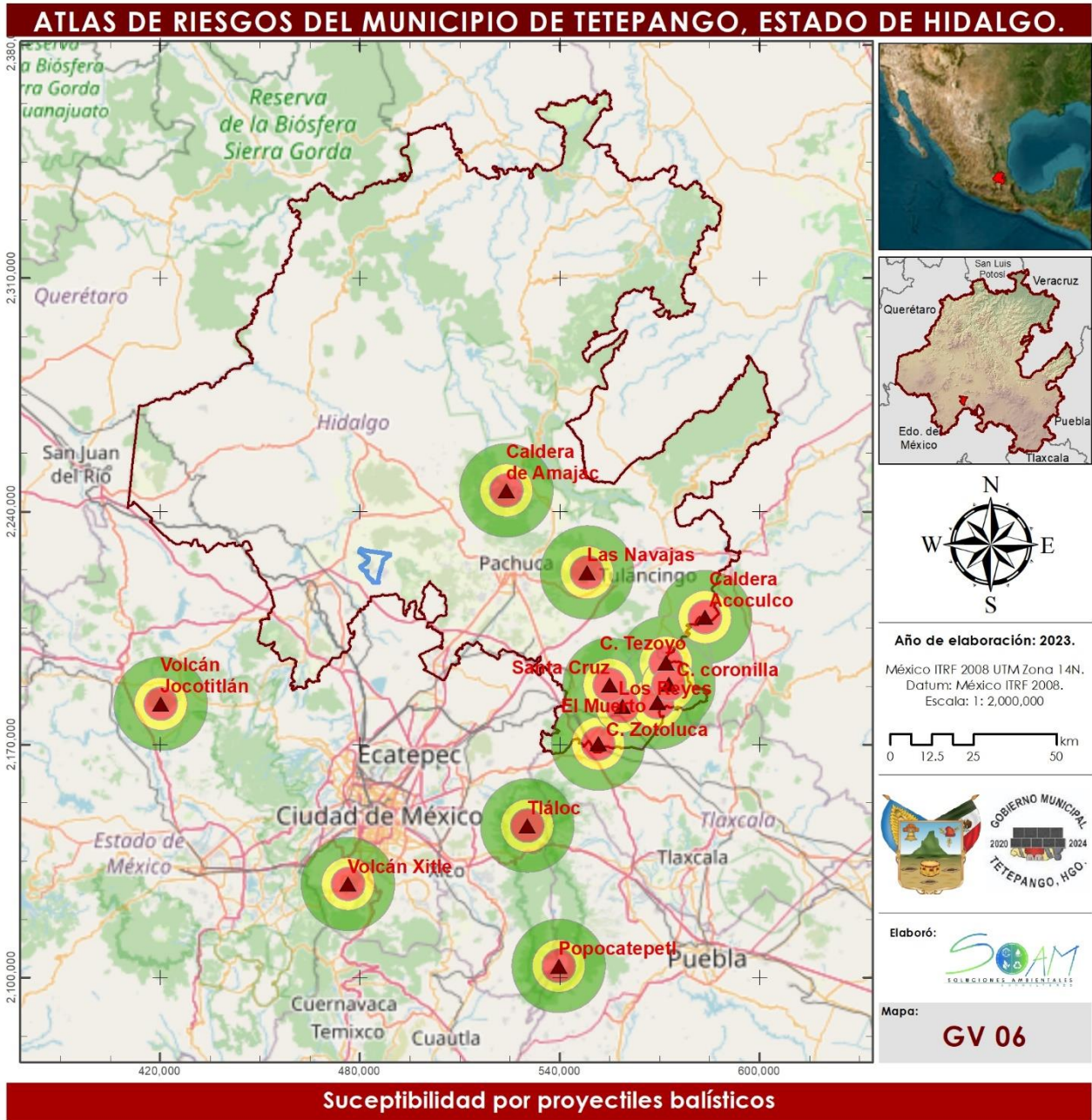


Figura II.14. Susceptibilidad por proyectiles balísticos

II.1.8. Hundimientos y subsidencia.

1. Antecedentes.

Un hundimiento es un movimiento vertical descendente de roca, suelo o material no consolidado, por efecto de la gravedad, presentándose en zonas donde ha ocurrido colapso por gravedad, derrumbes de techos de cavernas naturales o hechas por el hombre como los son las minas subterráneas en terrenos poco consolidados (CENAPRED, 2009).

El hundimiento regional se asocia con la extracción de agua subterránea para uso agrícola, urbano, industrial principalmente en zonas donde este recurso es escaso, dando como resultado el descenso de las superficies de una extensión determinada del terreno natural. mientras que los hundimientos locales son causados por el colapso de la superficie del terreno natural en zonas donde existen cavidades subterráneas. Se presentan normalmente cuando existen túneles de minas antiguas poco profundas (CENAPRED, 2003).

La subsidencia es un proceso natural y antropogénicos que se define como el hundimiento repentino o el asentamiento gradual hacia abajo de la superficie del suelo con poco o nulo movimiento horizontal, este hundimiento puede ser producido por procesos geológicos internos, vulcanismos o fallas, procesos exógenos naturales o antropogénicos. (Cuervas-Mons, y otros, 2022).

2. Metodología.

Realizar recorridos por el municipio, investigar la ocurrencia del fenómeno dentro del territorio municipal, mediante la consulta de noticias de periódicos e información proporcionada por el personal de protección civil del municipio.

De igual forma realizar un análisis de la geología del municipio, con el fin de detectar zonas propensas a hundimiento o subsidencia.

3. Resultados.

De los recorridos de campo, el análisis de la geología existente y la información proporcionada por el área de protección civil municipal, se llegó a la conclusión que el fenómeno de hundimiento y subsidencia no se presenta en el territorio municipal.

Sin embargo, existe un área que anteriormente se utilizaba como tiradero de basura del municipio, este sitio fue clausurado y solo se cubrieron los desechos con tierra. Debido a que en el sitio se modificaron las condiciones naturales y se realizó el relleno de una oquedad mediante residuos sólidos urbanos, se determinó que el sitio del tiradero de basura es susceptible de presentar este tipo de fenómenos.



Por lo anterior, se georreferenciaron los límites del tiradero de basura, debido a que los residuos sólidos urbanos por procesos de descomposición pueden llegar a producirse fenómenos de hundimientos o subsidencia en la zona, por la pérdida de masa de los residuos orgánicos.

El tiradero de basura clausurado se ubica en la parte Este del municipio, cercano a la localidad de La Hormiga, esta localidad en los últimos años ha presentado un crecimiento de su traza urbana. Los vértices que delimitan el área del tiradero de basura se presentan en la siguiente tabla, de igual forma en la Figura II.15, se muestra su localización.

Tabla II.18. Vértices de la zona susceptible a presentar hundimientos o subsidencia.

Vértice	Coordenadas			
	UTM Z 14 N		Geográficas	
	X	Y	Latitud	Longitud
1	482709.67	2225551.89	20.127073	-99.165424
2	482731.67	2225524.57	20.126826	-99.165213
3	482773.01	2225499.43	20.126599	-99.164818
4	482722.08	2225424.36	20.125921	-99.165304
5	482731.01	2225417.41	20.125858	-99.165219
6	482719.43	2225405.17	20.125747	-99.165329
7	482654.24	2225437.26	20.126037	-99.165953
8	482639.95	2225433.02	20.125998	-99.166090
9	482633.60	2225438.84	20.126051	-99.166151
10	482698.42	2225551.56	20.127070	-99.165532

Fuente: Elaboración propia con información del municipio.





Figura II.15 Zona de Alto Riesgo de Hundimientos.

II.1.9. Agrietamientos.

1. Antecedentes.

Las grietas son planos de separación o rotura presentes en una formación rocosa y que pueden variar desde unos cuantos centímetros hasta varios metros de tamaño, están relacionadas con procesos tectónicos o con procesos de hundimiento diferencial del suelo. Cualquier cuerpo sólido puede experimentar una deformación que genera grietas cuando se somete a fuerzas externas y pierde continuidad entre dos o más de sus partes (Dinorín & Jiménez, 2012, pág. 53).

En el caso de los agrietamientos es difícil predecir el punto de inicio de este fenómeno, así como su dirección e incluso su profundidad incluso si tiene relación con otras grietas. Existen estudios de morfología y evolución de grietas cuyo propósito es conocer características como longitud, profundidad, abertura (Desconocido, 2005).

Este tipo de fenómenos puede afectar las edificaciones e infraestructura mediante agrietamiento de sus estructuras, dañando la estabilidad de las construcciones, impidiendo su uso e incluso llegan a propiciar su derrumbe.

2. Metodología.

Realizar un análisis de la geología del municipio, con el fin de detectar fallas o fracturas dentro de los límites municipales; de igual forma realizar recorridos de campo por el municipio, investigar la ocurrencia del fenómeno dentro del territorio municipal, mediante la consulta de noticias de periódicos, artículos científicos, informes geológicos e información proporcionada por el personal de protección civil del municipio.

3. Resultados.

Dentro del municipio de Tetepango, no se presentan fallas geológicas, de acuerdo a la información geológica del Servicio Geológico Mexicano. Además, durante los recorridos en campo y la información proporcionada por el área de protección civil municipal, no se tienen antecedentes de la presencia u ocurrencia del fenómeno.



II.1.10. Erosión.

1. Antecedentes.

La palabra erosión proviene del latín erosión que significa: el desgaste que se produce en la superficie del suelo por la acción de agentes externos como son viento, agua y que son acelerados por las actividades antropogénicas (INEGI, 2014, pág. 3).

La erosión es un proceso natural que involucra choques y arrastres que con el paso del tiempo ayudan a la pérdida de suelo y rocas sobre la superficie terrestre, este proceso es consecuencia de factores como cambios de temperatura, agua, viento, vegetación, animales y acciones antropogénicas (INEGI, 2014).

Dentro de los efectos que produce la erosión del suelo se encuentra la degradación estructural del suelo, disminución de materia orgánica, pérdida del suelo, pérdida de nutrientes, deterioro en el abastecimiento de agua (Valdez Zertuche, 2015).

2. Metodología.

La metodología utilizada para el análisis de zonas potenciales de erosión, para el municipio de Tetepango, se realizó mediante un análisis mediante imágenes ráster y álgebra de mapas, para definir las zonas de susceptibilidad a erosión hídrica procesado la información con la ayuda de un SIG.

La metodología se basa en la ecuación universal de pérdida de suelo (1), utilizada por Montes y León (2011), en la elaboración del mapa de erosión nacional.

$$A = R K L S C P \quad (1)$$

Donde:

- A = tasa de erosión anual (ton/ha año).
- R = factor de erosividad de la lluvia (MJ. mm/ha h).
- K = factor de erodabilidad del suelo (ton h/ MJ.mm).
- LS = factor topográfico longitud-pendiente.
- C = factor de vegetación y cultivo.
- P = factor de prácticas conservación.

Para obtener cada uno de los factores que intervienen en el fenómeno se utilizó información del Servicio Meteorológico Nacional, la cartografía de INEGI para Edafología, uso de suelo y vegetación serie VII, los modelos digitales de elevación 1:10,000, así como los registros de prácticas de conservación realizados por el municipio.



Tabla II.19. Factores de la erosión hídrica.

Factores		Valor
Meteorológicos	Precipitación	R
Geotécnicos	Edafología	K
Topográficos	Longitud	L
	Pendiente	S
Ambientales	Tipo de uso de suelo y vegetación	C
	Prácticas de conservación	P

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, con los resultados obtenidos se realizó una clasificación de las zonas de acuerdo a los siguientes valores (Tabla II.20).

Tabla II.20. Clasificación del grado de susceptibilidad de erosión hídrica.

Valor	Grado de Susceptibilidad	
< 50	1	Muy Bajo
50 a 100	2	Bajo
100 a 150	3	Medio
150 a 200	4	Alto
>200	5	Muy Alto

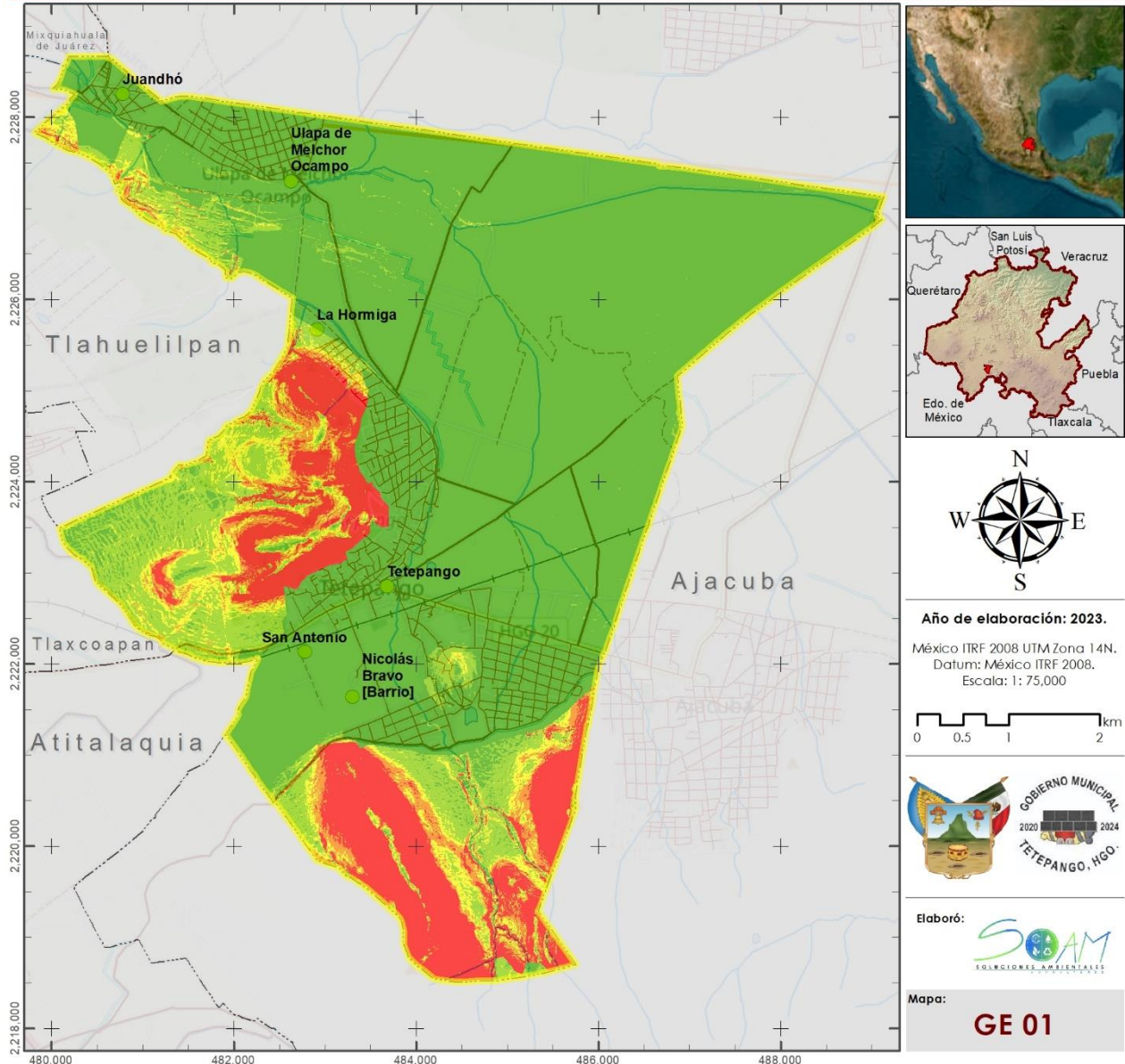
Fuente: elaboración propia con información de Montes y León (2011).

3. Resultados.

Una vez aplicada la metodología antes descrita se obtuvo el mapa de peligro por erosión hídrica para el municipio (Figura II.16). En el cual el grado de susceptibilidad por erosión hídrica va de muy bajo a muy alto. Los menores valores se presentan en la zona de la planicie y aumentan en las zonas de las sierras al Oeste y Sur del municipio. Las zonas donde se encuentran los asentamientos humanos presentan un grado de peligro muy bajo ante la presencia de erosión hídrica.



ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Peligro por erosión hídrica

Marco Geoestadístico		Hidrología		Infraestructura		Simbología	
Límite Municipal	Corriente de agua	Carretera			Simbología Temática		
Municipios Aledaños	Canal	Calle			Peligro por erosión hídrica		Muy bajo
Estado de Hidalgo	Cuerpo de Agua	Camino					Bajo
Localidades		Vía férrea					Medio
		Gasoducto					Alto
							Muy alto

Fuentes:
Marco Geoestadístico de INEGI 2022.
Procesamiento cartografía de INEGI.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA,
USGS, AeroGRD, IGN, and the GIS User Community

Figura II.16. Susceptibilidad por erosión hídrica

II.2. Fenómenos Naturales de Origen Hidrometeorológico.

Los fenómenos hidrometeorológicos son todos aquellos fenómenos perturbadores generados por condiciones atmosféricas, los cuales afectan de manera directa a la población y su entorno, de acuerdo a su intensidad pueden llegar a alcanzar cierto grado de desastres (Navarro, 2016).

El territorio mexicano, debido a su ubicación geográfica, se encuentra expuesto a diversos eventos de tipo atmosférico, adicionalmente la frecuencia e intensidad de estos se ha incrementado en los últimos años a consecuencia del cambio climático.

II.2.1. Ondas cálidas.

1. Antecedentes.

Las temperaturas extremas son un fenómeno característico por altas y bajas temperaturas. Las ondas de calor u ondas cálidas es la presencia de temperatura considerablemente altas por un periodo de tiempo; pueden ocasionar pérdida de cosechas o propiciar incendios forestales, mientras que a la población pueden causarle deshidratación por golpes de calor e hipertermia por calor afectando principalmente a las personas de la tercera edad y niños. (SEDATU, 2015). Las ondas de calor se diferencian por temperaturas extraordinariamente altas, con alta humedad en el ambiente.

2. Metodología.

Se busco información de las estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), más cercanas al municipio y con mayor información, de las cuales se recopilaron los datos históricos de temperatura máxima promedio y temperatura máxima extrema registrada.

Con los datos de cada estación se realizó un análisis de frecuencia con el fin de identificar el comportamiento estadístico de las variables, mediante diferentes distribuciones de probabilidad, con el fin de estimar la frecuencia de ocurrencia de los eventos extremos.

El análisis de frecuencia para cada una de las estaciones, se realizó aplicando las siguientes distribuciones:

- Normal
- Log normal 2 parámetros
- Gamma 2 parámetros
- Person III
- Log Person
- General de Valores Extremos (GVE)
- Gumbel

Se seleccionó la distribución que presentó el menor Error Estándar de Ajuste (EEA), con la cual se calcularon los valores para los periodos de retorno de 5, 10, 25 y 50 años.



La información de cada una de las estaciones meteorológicas se interpola mediante el método IDW (ponderación de distancia inversa), para obtener una imagen ráster de la distribución del fenómeno sobre la superficie del municipio.

Además, se consideró la influencia de la altitud en la temperatura, por lo cual se calculó el gradiente térmico altitudinal para la zona en estudio, de acuerdo con la metodología presentada por Fries et al. (2012), aplicando la ecuación (2), para el valor de Z_{Det} se tomó de 2,114 msnm, que es la elevación promedio en el municipio, para ajustar los valores de temperatura.

Posteriormente se aplicó la ecuación (3), junto con los modelos digitales de elevación del INEGI escala 1:10,000, lo que permitió definir la temperatura de acuerdo a la altitud para la zona de estudio.

$$T_{Det} = T_{max} + (\tau(Z_{Det} - Z_{estación})) \quad (2)$$

Donde:

- T_{Det} =Temperatura determinada.
- T_{max} =Temperatura máxima histórica.
- τ =Gradiente térmico.
- Z_{Det} =Altitud determinada (msnm).
- $Z_{estación}$ =Altitud de estación climatológica.

$$T_{(x,y)} = T_{Det} + (\tau(Z_{(x,y)}^{DEM} - Z_{Det})) \quad (3)$$

Donde:

- $T_{(x,y)}$ =Modelo gradiente térmico altitudinal.
- T_{Det} =Modelo térmico Determinado.
- τ =Gradiente térmico.
- $Z_{(x,y)}^{DEM}$ =Modelo gradiente térmico altitudinal.
- Z_{Det} =Altitud determinada (msnm).

Por último, el ráster obtenido se clasifico de acuerdo con los valores de la Tabla II.21, obteniendo así los distintos grados de peligro por ondas cálidas.

Tabla II.21. Clasificación de Temperaturas Máximas.

Valor	Grado de Susceptibilidad	
< 17.5	1	Muy bajo
17.5 a 19.5	2	Baja
19.5 a 21.5	3	Media
21.5 a 23.5	4	Alta
> 23.5	5	Muy Alta

Fuente: Elaboración propia.

3. Resultados.

Se tienen 14 estaciones cercanas al municipio, con las cuales se obtuvieron los datos de temperatura máxima promedio, la ubicación y altitud de cada una de las estaciones, así como los datos de temperatura máxima promedio, se muestran en la Tabla II.22.

Tabla II.22. Temperaturas máximas promedio anuales.

Estación	Nombre	X	Y	Altitud	Temperatura Máxima promedio anual
13018	Mixquiahuala (SMN)	477511.26	2236881.65	2000.00	20.47
13025	Progreso	480792.30	2237962.20	2000.00	19.96
13060	Actopan	504375.57	2240840.40	1955.00	19.95
13068	El Salto	470321.86	2204402.01	2174.00	18.36
13075	Jasso	465247.80	2210409.15	2064.00	19.18
13080	Presa Endho	462901.45	2228673.36	2040.00	20.38
13084	Presa Requena	467366.07	2207516.82	2109.00	18.46
13090	Río Salado	473389.15	2232560.55	2000.00	19.95
13092	Tula (DGE)	463578.89	2217793.72	2060.00	20.97
13111	Ajacuba	487256.60	2222430.30	2100.00	20.03
13128	San Agustín Tlaxiaca OCAVM	511989.24	2224576.60	2355.00	17.61
13131	Santiago Tlajomulco	508630.77	2209790.33	2430.00	17.96
15028	El Tajo -Túnel Viejo	486770.28	2201372.00	2229.00	18.42
15274	Nopala	498754.71	2204598.32	2380.00	18.77

Fuente Elaboración propia con información del SMN.

Del análisis frecuencia realizado a cada las estaciones aplicando los métodos antes mencionados, seleccionando la distribución que presento el menor EEA; en la siguiente tabla se resumen los métodos y el EEA obtenido en cada una de las estaciones (Tabla II.23).

La influencia que presenta el gradiente altitudinal con respecto a cada una de las estaciones se graficó, obteniendo un coeficiente de determinación R^2 de 0.6294, entre la temperatura máxima y la altitud, como se puede observar en la gráfica de la Figura II.17. Este valor se tomó para ajustar la temperatura de acuerdo a la elevación del municipio.

El mapa de temperatura máxima (Figura II.18) se realizó con una altitud determinada de 2114 msnm considerando 14 estaciones cercanas al área de estudio; con los datos máximos de la temperatura media mensual y el gradiente altitudinal se obtuvo un intervalo de temperatura de 18.43° a 19.98° centígrados.



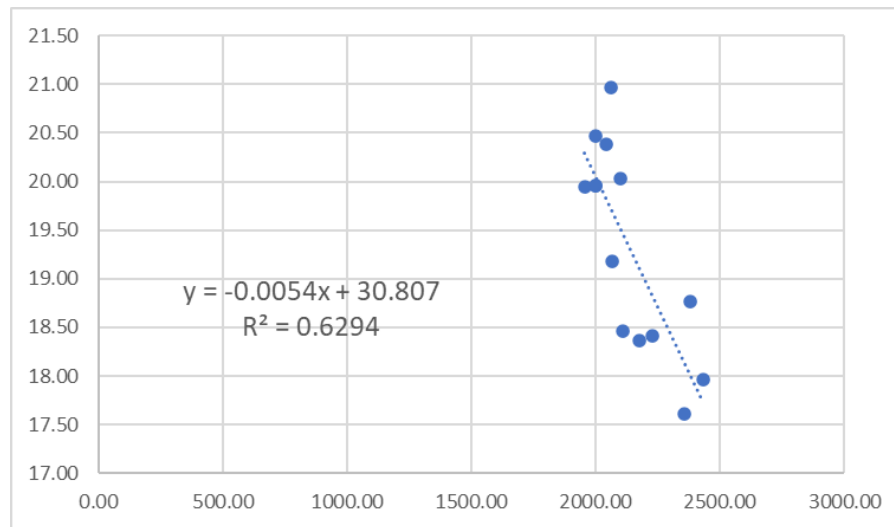


Figura II.17 Correlación entre Altitud y Temperatura Máxima.

Fuente elaboración propia con información de SMN.

Tabla II.23. Distribución aplicada y EEA de Ondas Cálidas

Estación	Nombre	Distribución	EEA
13018	Mixquiahuala (SMN)	Log Pearson	0.1395
13025	Progreso	Gamma 2P	1.0541
13060	Actopan	Pearson III	0.1669
13068	El Salto	Gumbel	0.0740
13075	Jasso	GVE	0.3367
13080	Presa Endho	Normal	0.1940
13084	Presa Requena	Gamma 2P	0.2202
13090	Río Salado	Pearson III	0.0964
13092	Tula (DGE)	Normal	0.1400
13111	Ajacuba	Log normal 2P	0.1724
13128	San Agustín Tlaxiaca OCAVM	Pearson III	0.2041
13131	Santiago Tlajomulco	Pearson III	0.1620
15028	El Tajo -Túnel Viejo	Log Pearson	0.0801
15274	Nopala	Pearson III	0.1887

Fuente Elaboración propia con información del SMN.

El mapa de temperatura máxima promedio presenta temperaturas que oscilan entre 19.56 °C y 20 °C; mientras que en el periodo de retorno de 5 años el 98.42% pertenece a clasificación media y el 1.58 % pertenece a baja; en el periodo de retorno a 10 años se registrará una clasificación alta con el 58.70% desde la parte centro norte y media con un 41.07% en la parte centro sur, finalmente con 0.22% en la parte sur del municipio; en el periodo de retorno a 25 años se presenta una clasificación media con el 10.27% abarcando la parte sur y oeste y con clasificación alta perteneciente al 89.73% del total del municipio centrándose en la parte Noroeste a Noreste, centro y suroeste; finalmente con un periodo de retorno de 50 años se encuentra en clasificación media el 3.10% enfocándose en la parte sur y en alta con el 96.89% toda la parte centro norte del municipio.



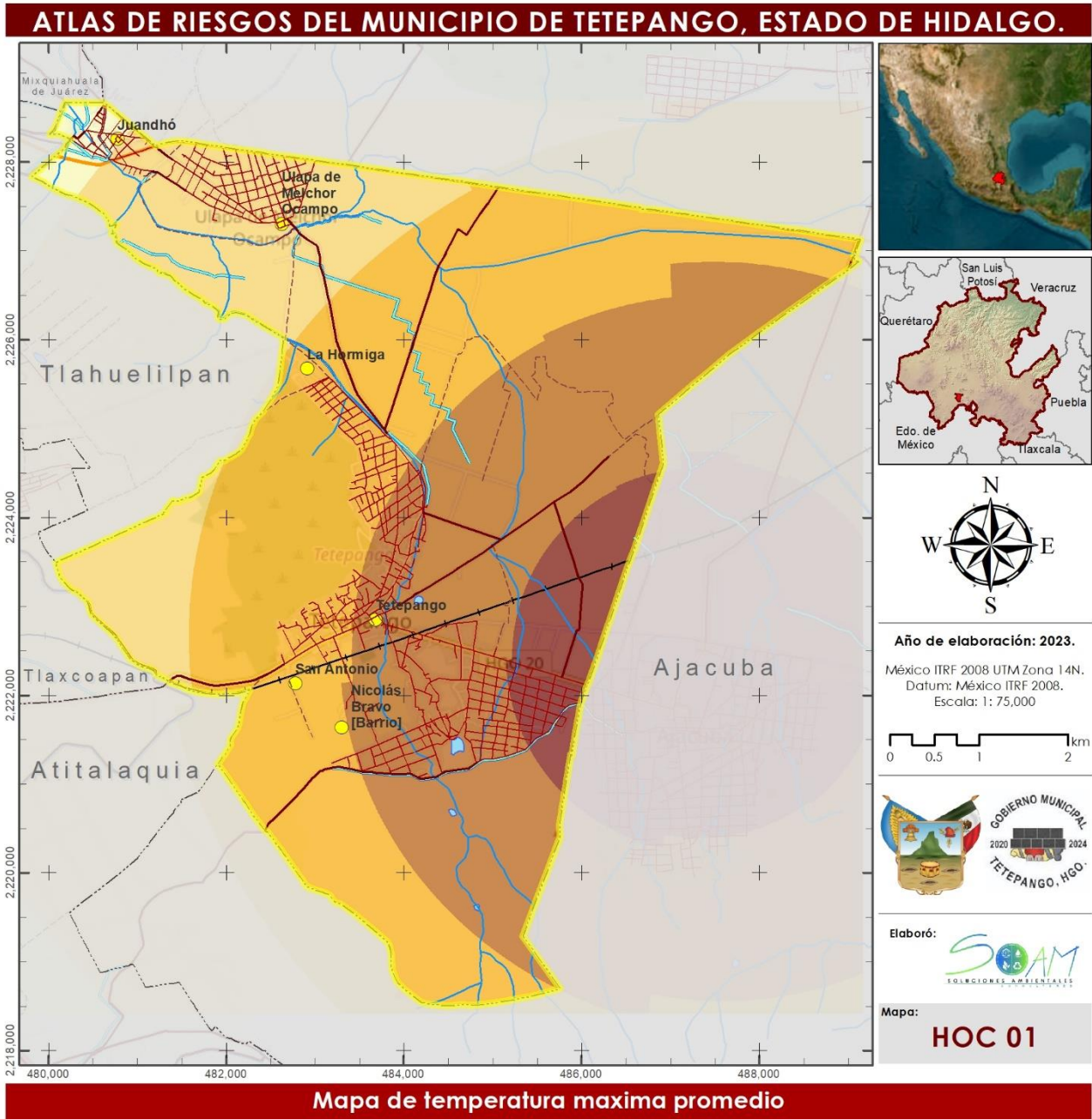
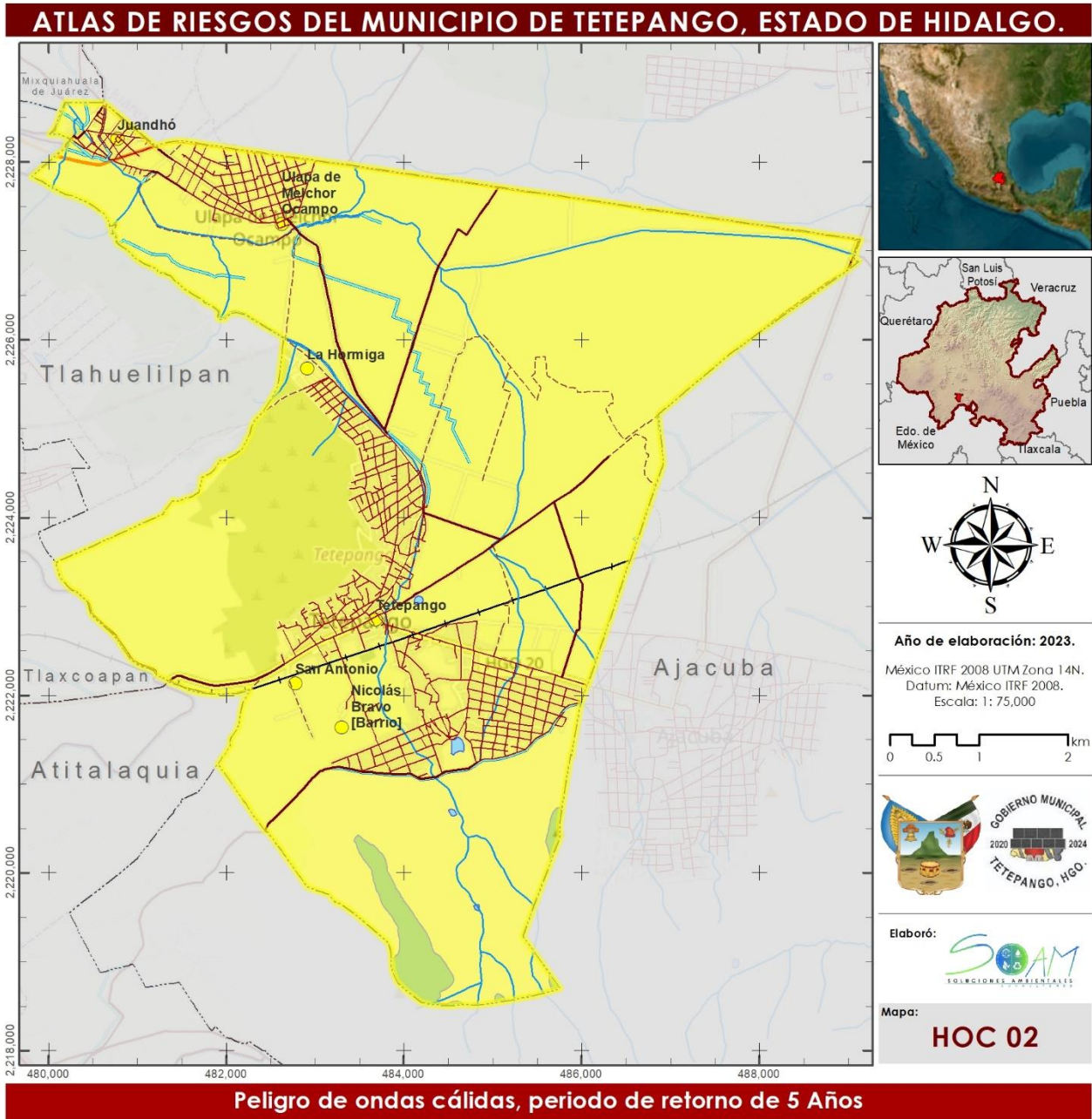


Figura II.18. Temperatura máxima promedio.

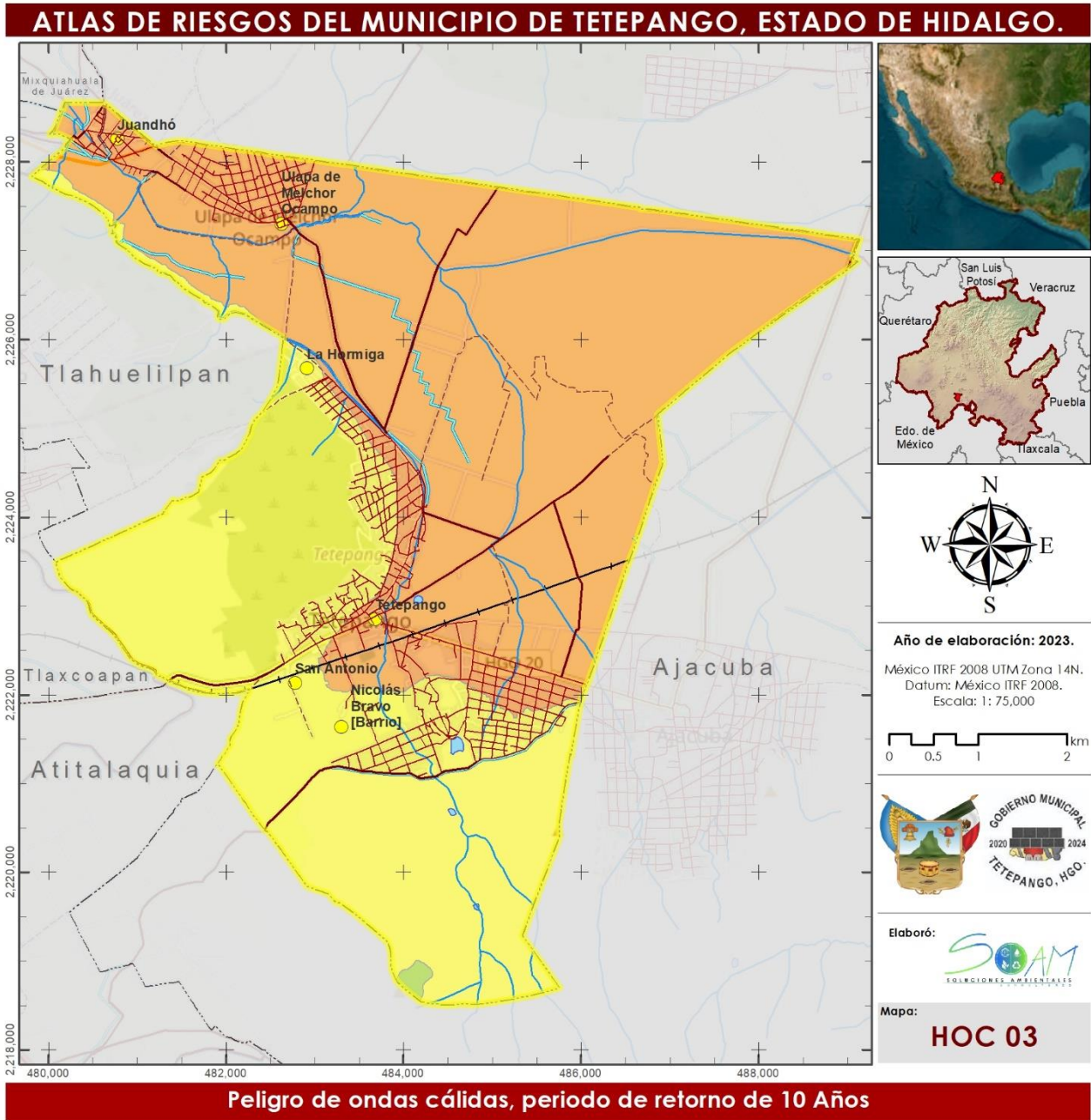


Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
SIMN, 2022.

Carta Topográfica FI 4C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura II.19 Ondas Cálidas, periodo de retorno de 5 Años.



Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
SMN, 2022.

Carta Topográfica FI 4C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura II.20 Ondas Cálidas, periodo de retorno de 10 Años.

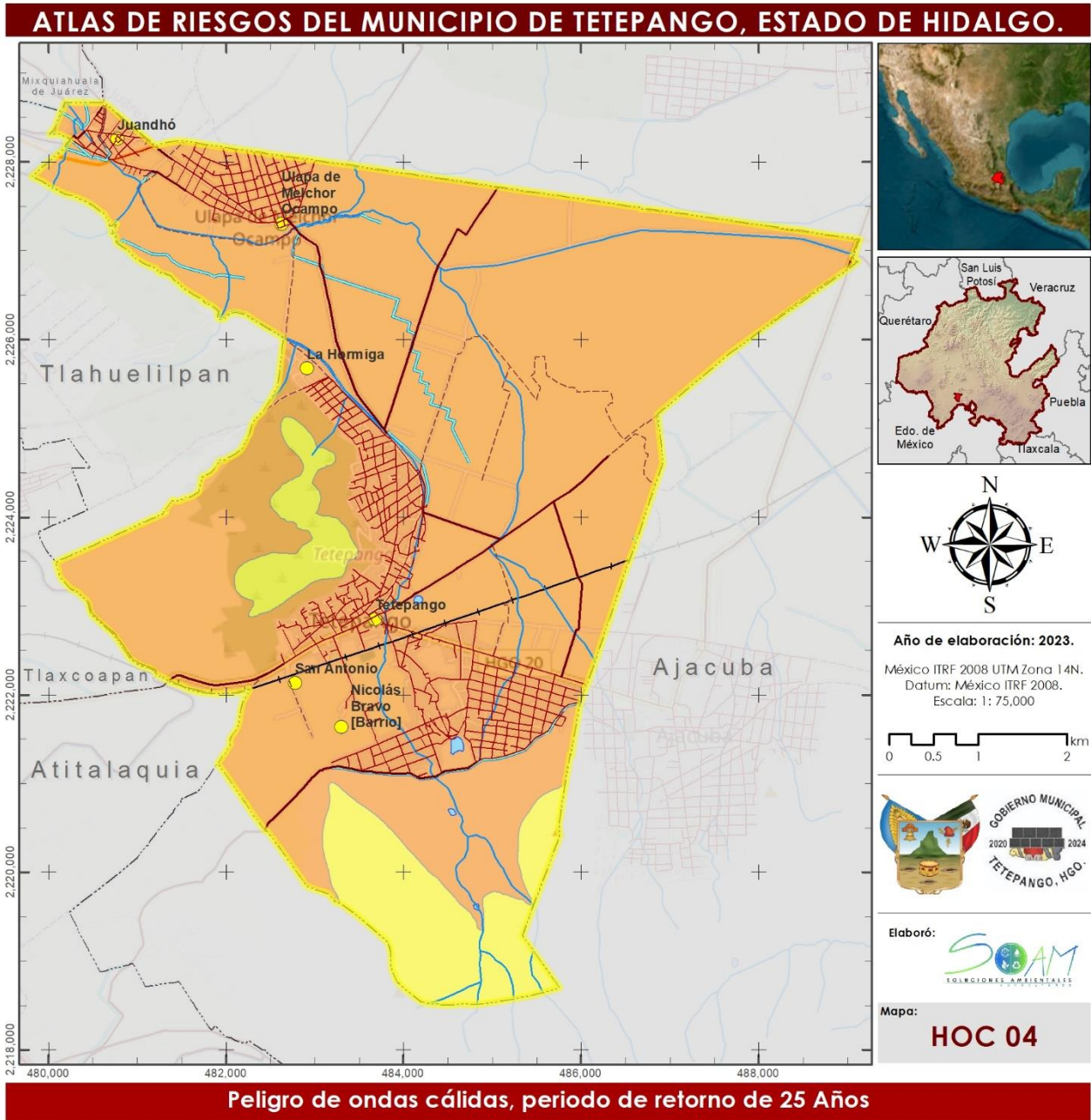
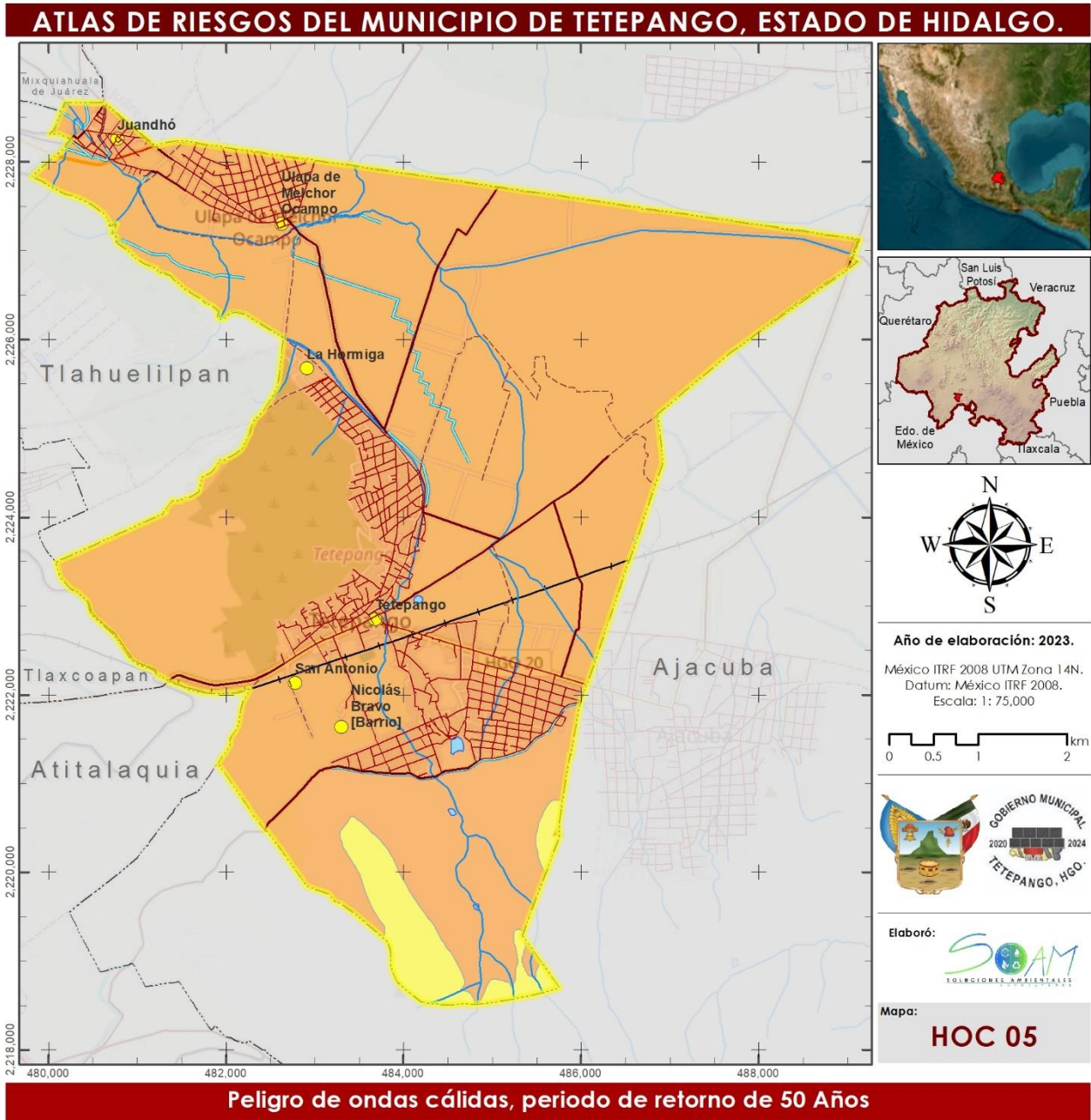


Figura II.21 Ondas Cálidas, periodo de retorno de 25 Años.



Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
SMN, 2022.

Carta Topográfica FI 4C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura II.22 Ondas Cálidas, periodo de retorno de 50 Años.

II.2.2. Ondas Gélidas.

1. Antecedentes.

Las ondas gélidas son diferenciadas por un gran descenso de la temperatura en un periodo de 24 horas, con presencia de vientos, aire frío y nubosidad.

Se definen como un fuerte enfriamiento del aire (helada de irradiación) o una invasión de aire muy frío (helada de advección), que se extiende sobre un territorio. Presentan un desarrollo breve (3 a 4 días), aunque en algunas ocasiones se prolongan por una semana o meses. Estas ondas gélidas no solamente se caracterizan por bajas temperaturas, sino que se acompañan de agua nieve y nevadas.

2. Metodología.

Se buscó información de las estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), más cercanas al municipio y con mayor información, de las cuales se recopilaron los datos históricos de temperatura mínima extrema registrada.

Con la información de cada estación se realizó un análisis de frecuencia, para identificar el comportamiento estadístico de la temperatura mínima, mediante diferentes distribuciones de probabilidad, con el fin de estimar y predecir la ocurrencia de los eventos extremos.

El análisis de frecuencia para cada una de las estaciones, se realizó aplicando las siguientes distribuciones:

- Normal
- Log normal 3 parámetros
- Gamma 2 parámetros
- Gumbel
- Gumbel doble
- Person III

Se seleccionó la distribución que presentó el menor error estándar de ajuste (EEA), con la cual se calcularon los valores para los periodos de retorno de 5, 10, 25 y 50, años.

La información de cada una de las estaciones meteorológicas se interpoló mediante el método IDW (ponderación de distancia inversa), para obtener una imagen ráster de la distribución del fenómeno sobre la superficie del municipio.

Además, se consideró la influencia de la altitud en la temperatura, por lo cual se calculó el gradiente térmico altitudinal para la zona en estudio, de acuerdo con la metodología presentada por Fries et al. (2012), aplicando la ecuación (2), para el valor de Z_{Det} se tomó de 2,114 msnm, que es la elevación promedio en el municipio, para ajustar los valores de temperatura.



Posteriormente se aplicó la ecuación (3), junto con los modelos digitales de elevación del INEGI escala 1:10,000, lo que permitió definir la temperatura de acuerdo a la altitud para la zona de estudio.

Por último, el ráster obtenido se clasificó de acuerdo con los valores de la Tabla II.21, obteniendo así los distintos grados de peligro por ondas gélidas.

Tabla II.24. Clasificación de Temperaturas Mínimas para ondas gélidas.

Valor (° C)	Grado de Susceptibilidad	
> 8	1	Muy Bajo
8 a 4	2	Bajo
4 a 0	3	Medio
0 a -4	4	Alto
< -4	5	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia.

3. Resultados.

De los datos de las 14 estaciones seleccionadas, en la Tabla II.25, se muestran los resultados de los valores mínimos extremos registrados en cada estación. En donde la menor temperatura corresponde a la estación El Salto con -5.83°C , mientras que la temperatura mínima más alta corresponde a la estación de Nopala con 12.52°C .

Del análisis de frecuencia aplicado a cada una de las estaciones se seleccionó la distribución que presentó el menor EEA, a manera de resumen, en la Tabla II.26, se presenta la distribución correspondiente a cada estación y su respectivo EEA.

Tabla II.25. Temperaturas Mínimas promedio anual.

Estación	Nombre	X	Y	Altitud	Temperatura mínima
13018	Mixquiahuala (SMN)	477511.26	2236881.65	2000.00	-2.04
13025	Progreso	480792.30	2237962.20	2000.00	-0.26
13060	Actopan	504375.57	2240840.40	1955.00	-4.43
13068	El Salto	470321.86	2204402.01	2174.00	-5.83
13075	Jasso	465247.80	2210409.15	2064.00	-4.92
13080	Presa Endho	462901.45	2228673.36	2040.00	-2.08
13084	Presa Requena	467366.07	2207516.82	2109.00	-1.31
13090	Río Salado	473389.15	2232560.55	2000.00	-2.57
13092	Tula (DGE)	463578.89	2217793.72	2060.00	-2.26
13111	Ajacuba	487256.60	2222430.30	2100.00	2.84
13128	San Agustín Tlaxiaca OCAVM	511989.24	2224576.60	2355.00	-0.44

Estación	Nombre	X	Y	Altitud	Temperatura mínima
13131	Santiago Tlajomulco	508630.77	2209790.33	2430.00	-0.13
15028	El Tajo -Túnel Viejo-	486770.28	2201372.00	2229.00	-4.52
15274	Nopala	498754.71	2204598.32	2380.00	12.52

Fuente Elaboración propia con información del SMN.

Tabla II.26. Error Estándar de Ajuste (EEA) Temperaturas Mínimas.

Estación	Nombre	Método	EEA
13018	Mixquiahuala (SMN)	Normal	0.4060
13025	Progreso	Log Normal 3P	1.0010
13060	Actopan	Gamma 2P	0.3388
13068	El Salto	Normal	0.3515
13075	Jasso	Log Normal 3P	0.3912
13080	Presa Endho	Normal	0.3556
13084	Presa Requena	Normal	0.3351
13090	Río Salado	Pearson III o Gamma 3P	0.2820
13092	Tula (DGE)	Normal	0.2178
13111	Ajacuba	Normal	1.1386
13128	San Agustín Tlaxiaca OCAVM	Normal	0.6506
13131	Santiago Tlajomulco	Gumbel	0.4815
15028	El Tajo -Túnel Viejo-	Normal	0.4308
15274	Nopala	Gumbel doble	0.9255

Fuente Elaboración propia con información del SMN.

La influencia que presenta el gradiente altitudinal con respecto a cada una de las estaciones se graficó, obteniendo un coeficiente de determinación R^2 de 0.0029, entre la temperatura mínima y la altitud, como se puede observar en la gráfica de la Figura II.23. Este valor se utilizó para realizar el ajuste de la temperatura con relación a la elevación del municipio.

El mapa de temperatura mínima (Figura II.18) se realizó con una altitud determinada de 2114 msnm considerando 14 estaciones cercanas al área de estudio; con los datos máximos de la temperatura media mensual y el gradiente altitudinal se obtuvo un intervalo de temperatura de 18.43° a 19.98° centígrados.



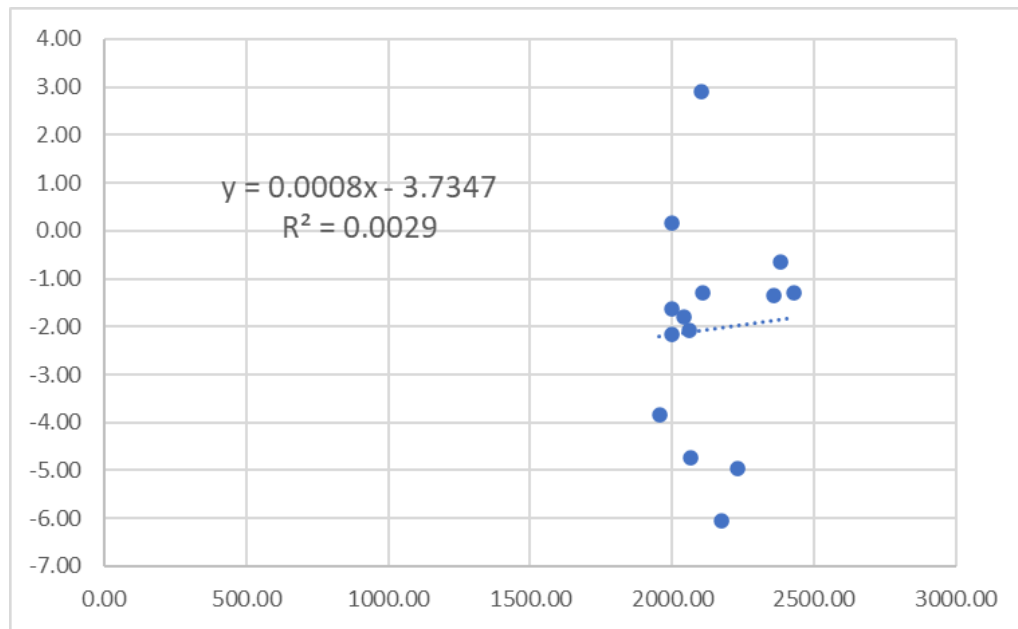


Figura II.23 Correlación de temperatura mínima y altitud.

El mapa de temperatura mínima promedio presenta temperaturas que oscilan entre 3 °C y -4 °C; mientras que para el periodo de retorno de 5 años presenta un grado de susceptibilidad medio que abarca la mayor parte de la superficie municipal, con un grado de susceptibilidad bajo ubicado en la parte este del municipio y una pequeña superficie con grado alto ubicada en la parte sur del territorio.

El periodo de retorno de 10 años presenta un grado de susceptibilidad bajo abarcando la mayor parte de la superficie del municipio, dos áreas con un grado de susceptibilidad medio en las porciones Oeste y noroeste, y un grado de susceptibilidad muy bajo concentrándose en una pequeña zona al Este.

Para el periodo de retorno de 25 años se presentan un grado de susceptibilidad bajo que barca la parte Oeste y Sur del municipio, un grado muy bajo que se ubica en la parte Este y una pequeña zona con grado medio en la parte noroeste.

Finalmente, el periodo de retorno de 50 años, presenta dos grados de susceptibilidad, un grado muy bajo que abarca el 62.02% de la superficie municipal en la parte Este y otro grado de susceptibilidad bajo, que cubre la parte restante (37.97%), en la parte Oeste.



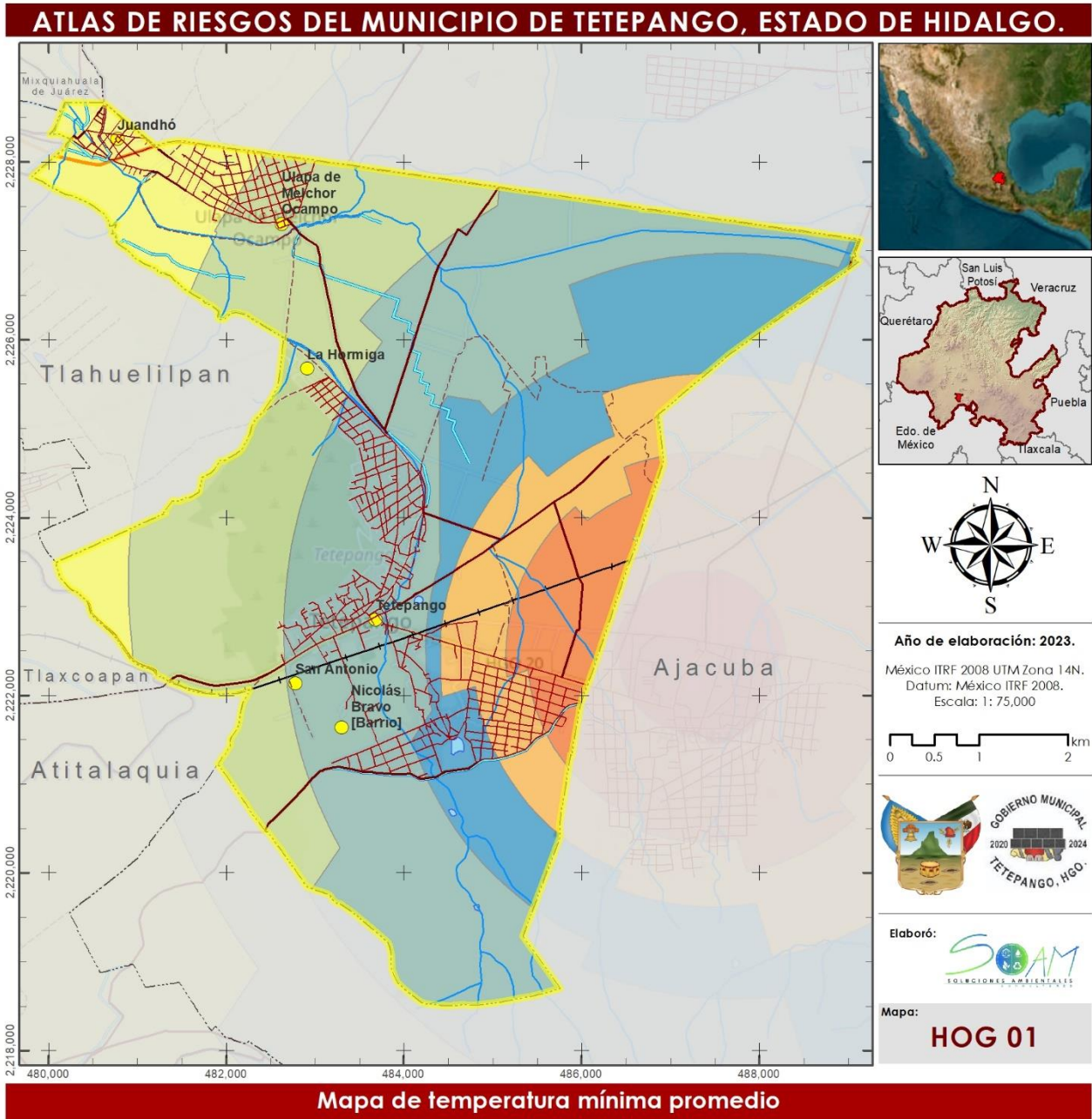
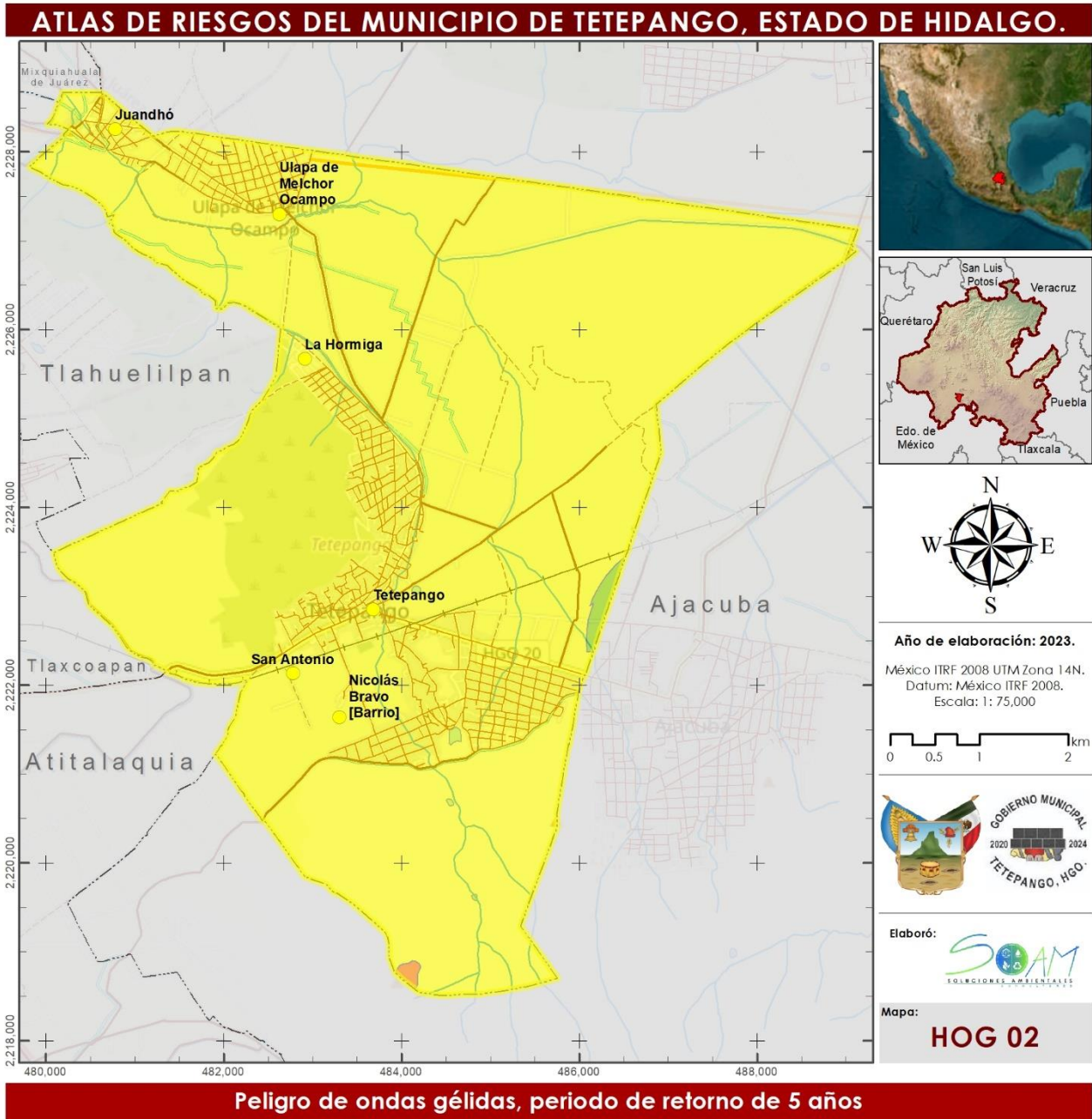


Figura II.24. Ondas Gélidas con Gradiente Altitudinal.



Fuentes:
Marco Geoestadístico de INEGI, 2022.
SIMN 2022.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRD, IGN, and the GE User Community

Figura II.25 Figura II.21 Ondas Gélidas Con Periodo de Retorno de 5 Años.

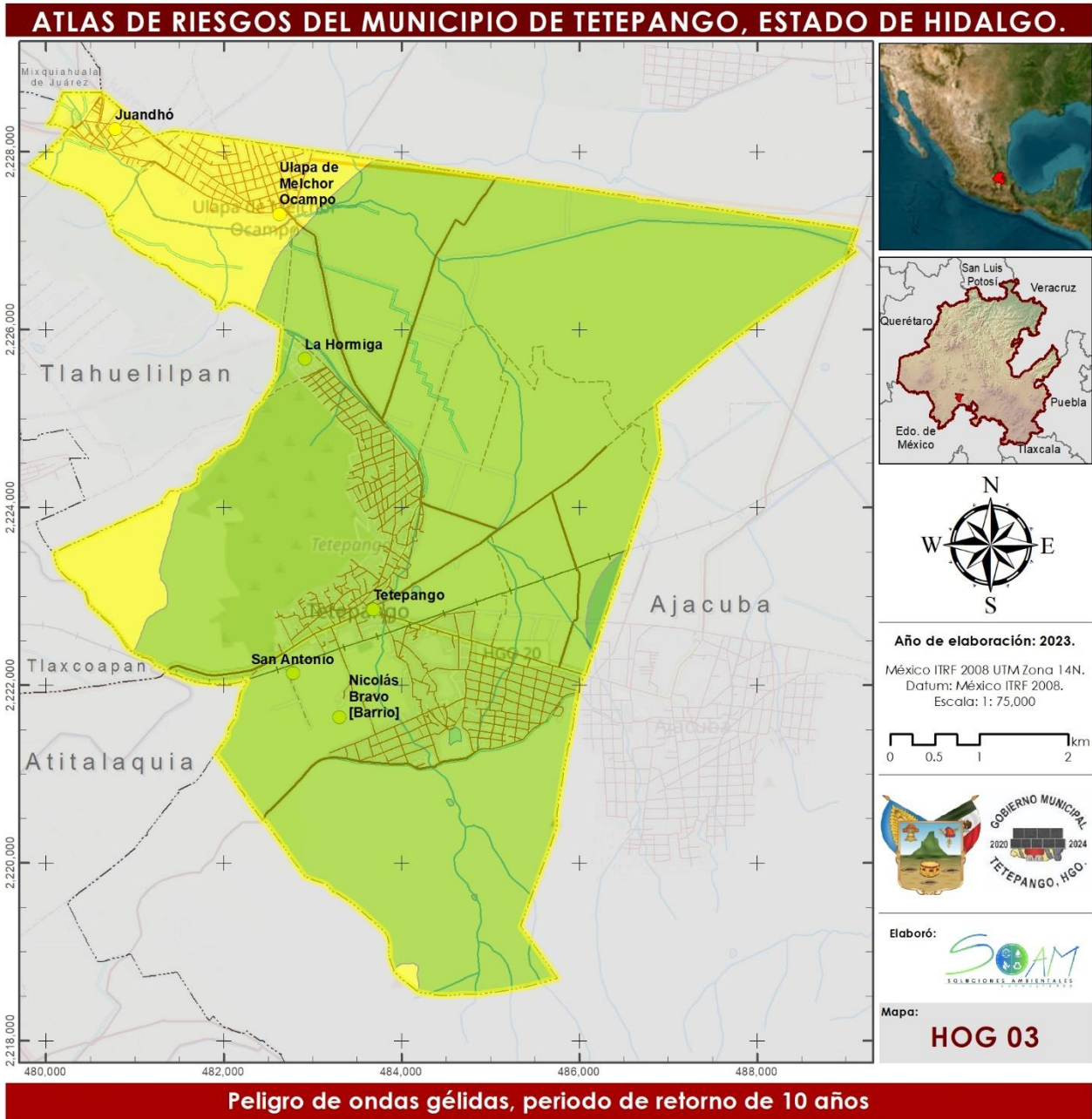


Figura II.26 Ondas Gélidas Con Periodo de Retorno de 10 Años.

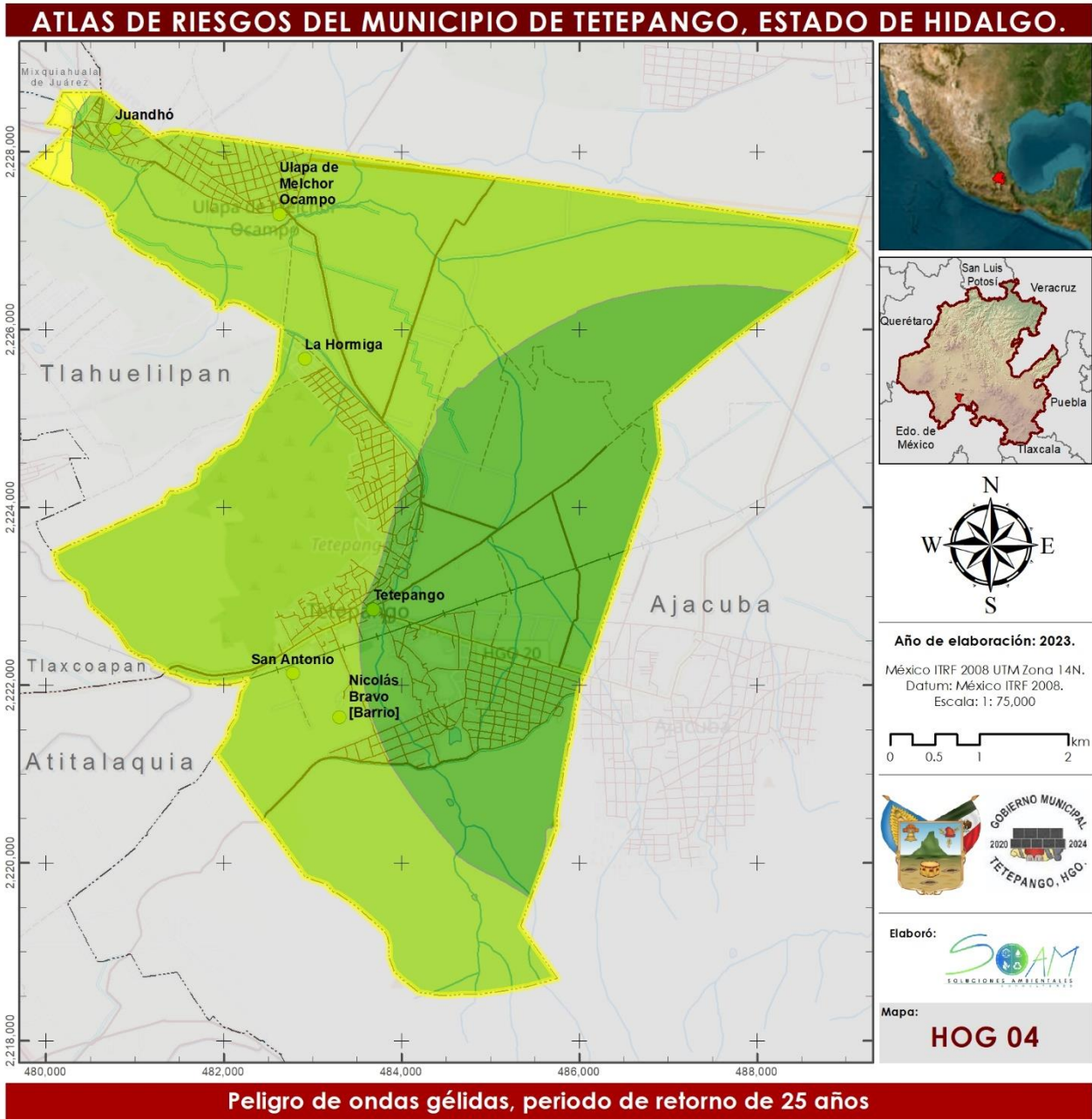
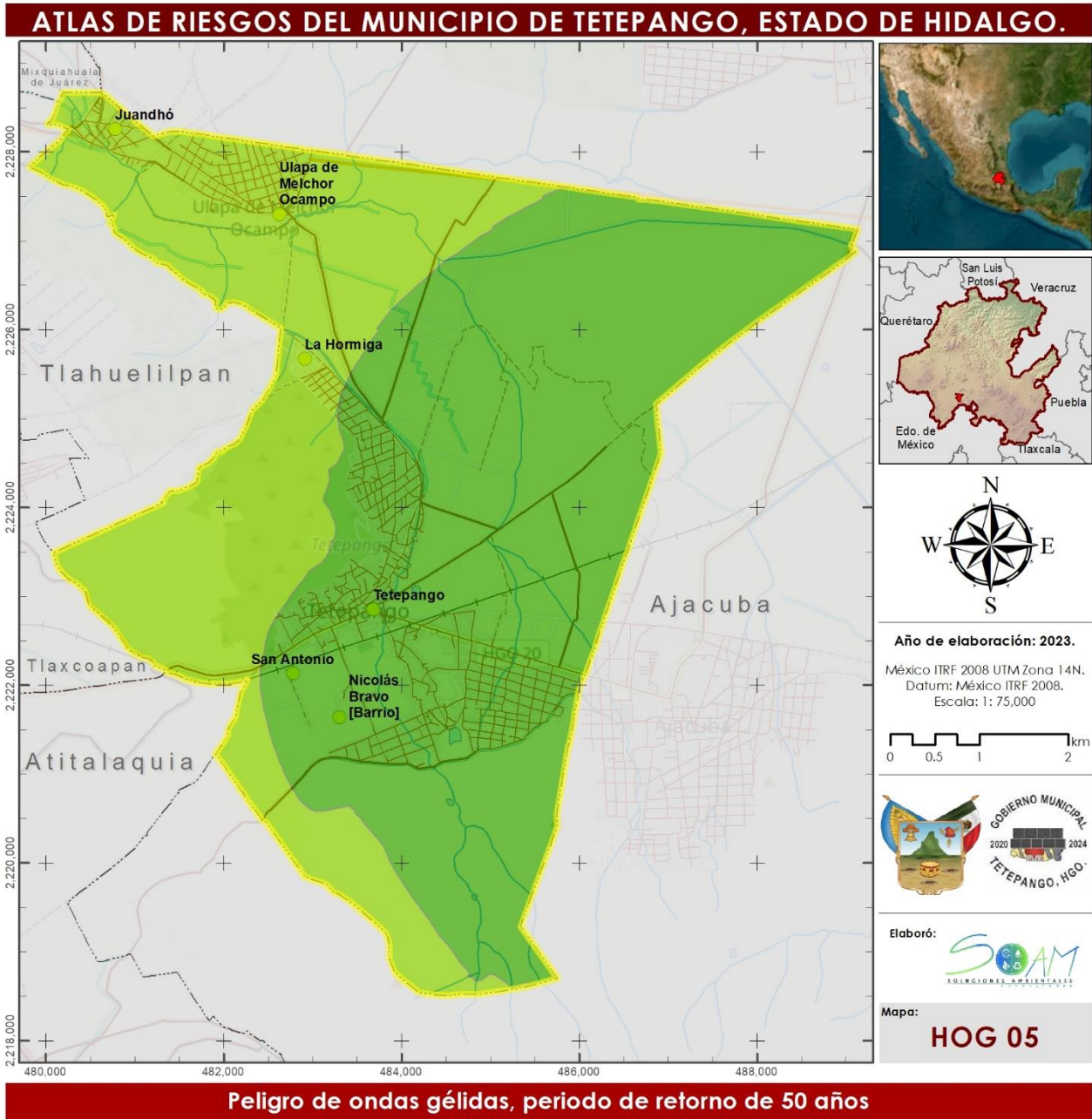


Figura II.27 Ondas Gélidas Con Periodo de Retorno de 25 Años.



Fuentes:
Marco Geoestadístico de INEGI, 2022.
SIMN 2022.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRD, IGN, and the GE User Community

Figura II.28 Ondas Gélidas Con Periodo de Retorno de 50 Años.

II.2.3. Sequías.

1. Antecedentes.

Existen diversas definiciones y clasificaciones de la sequía; una de ellas es la insuficiencia de volumen usual de fuentes de abastecimiento por consecuencia de una menor cantidad de lluvia por causas naturales, esta resulta impredecible ya que puede durar muchos meses y no se sabe cuándo inicia, su duración o intensidad, este fenómeno presenta afectaciones en el sector agrícola y ganadería (CONAGUA, 2014).

La sequía es un fenómeno complejo debido a su lento desarrollo e impactos que ocasiona que las medidas de mitigación se implementen una vez que este fenómeno está hasta su máxima intensidad, esta tiene como consecuencia la reducción de cosechas, pastizales, producción forestal, causando una disminución de ingresos económicos, aumento en el peligro de incendios, reducción de ríos, acuíferos, incremento de la mortalidad del ganado y vida silvestre (Lobato-Sánchez, 2016).

Los rangos de intensidad de sequía son cinco de acuerdo con los estándares internacionales son: normalmente seco (D0), Sequía Moderada (D1), Sequía severa (D2), Sequía Extrema (D3) y Sequía Excepcional (D4).

De acuerdo a la (Secretaría de Protección Civil, 2022) se identifican cuatro tipos de sequías: meteorológicas, hidrológicas y socioeconómicas.

- Meteorológica se presentan cuando la precipitación acumulada de un periodo de tiempo es menor al promedio de las precipitaciones de dicho lapso de tiempo o algún valor en específico de precipitación;
- Hidrológica ocurre cuando hay un déficit de agua en los escurrimientos superficiales y subterráneos en comparación a los valores que se han presentado en esa zona;
- Agrícola es el periodo durante el cual la humedad del suelo es insuficiente para que se pueda producir la cosecha; y
- Socioeconómica es el tiempo durante el cual la disponibilidad de agua es menor a la demanda dependiendo del uso del recurso hídrico.

Tabla II.27. Rango de intensidad de sequía de acuerdo al Monitor de Sequía en México.

Categoría	Tipo de sequía	Descripción
D0	Anormalmente seco	Esta no es una categorización pues solo se presenta al inicio o final del periodo de sequía, puede causar retraso en los cultivos anuales, limita el crecimiento del mismo o pastos existe riesgo de incendios, al final del periodo de sequía puede que los cultivos o pastos no se recuperen.



Categoría	Tipo de sequía	Descripción
D1	Sequía Moderada	Se presentan algunos daños en los cultivos y pastos; con alto riesgo de incendios, bajos niveles en ríos, arroyos, embalses, abrevaderos y pozos, se sugiere restricción voluntaria en el uso del agua.
D2	Sequía severa	Pérdida probable de cultivos o pastos, alto riesgo de incendios, es común la escasez de agua, se deben imponer restricciones en el uso del agua.
D3	Sequía Extrema	Pérdidas mayores en cultivos y pastos, el riesgo de incendios forestales es extremo, se generalizan las restricciones en el uso del agua debido a su escasez.
D4	Sequía Excepcional	Pérdidas excepcionales y generalizadas de cultivos o pastos, riesgo excepcional de incendios, escasez total de agua en embalses, arroyos y pozos, es probable una situación de emergencia debido a la ausencia de agua.

Fuente: Elaboración propia con información de MSM.

2. Metodología.

Para el análisis de sequías se aplicó el método de Pedro Mosiño y Enrique García, el cual consiste en calcular el déficit de lluvia durante el verano. El método se compone por cuatro ecuaciones que permiten calcular el déficit de precipitación en porcentaje, mediante la generación de un polígono funicular que se forma entre los dos valores más altos de la precipitación mensual, este proceso se aplica para cada una de las estaciones empleadas para el análisis.

Para el desarrollo de la metodología se siguieron los siguientes pasos:

1. Seleccionar estaciones con datos de precipitación en un periodo de 30 años, tomando los datos de precipitación mensual acumulada, y obteniendo un promedio para cada mes.
2. Se generó el polígono funicular para cada una de las estaciones, calculando la lluvia total de mayo a octubre, el área del polígono funicular y la intensidad de la canícula. Esto también se realizó para cada uno de los años de cada estación.
3. Para cada una de las estaciones se realizó un análisis de frecuencia con la intensidad de la canícula registrada para cada año y se determinó la distribución que presentó el menor EEA.
4. A partir de la distribución se obtuvieron los valores de intensidad de la intensidad de la canícula, para los periodos de retorno de 5, 10, 25 y 50 años.
5. La información de cada una de las estaciones meteorológicas se interpoló mediante el método IDW (ponderación de distancia inversa), para obtener una imagen ráster de la distribución del fenómeno sobre la superficie del municipio.

6. De las imágenes ráster obtenidas de la intensidad de la canícula se clasificaron de acuerdo a la Tabla II.28, para obtener los grados de peligro por sequía.

Tabla II.28. Clasificación de peligro por sequía.

Valor	Grado de Peligro	
0 a 10	2	Bajo
10 a 20	3	Medio
20 a 30	4	Alto
30 a 40	5	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia, con base a CENAPRED, 2012.

3. Resultados.

Se generaron los histogramas de precipitación promedio mensual y se calculó el polígono funicular para cada una de las estaciones. A continuación, se muestran las gráficas de cada una de las estaciones, el resultado del área de los polígonos funiculares y los valores de intensidad de la canícula. A manera de resumen los resultados de la lluvia total de los meses de mayo a octubre, las áreas de los polígonos funiculares y la intensidad de lluvia de cada estación se presentan en la Tabla II.29.

En la estación 13018 Mixquiahuala el polígono funicular se construyó a partir de los meses de junio a septiembre, generando un polígono de cuatro vértices con área de 10.74, con base en la ecuación (4), dando como resultado una intensidad de la canícula del 2.66% (Figura II.29).

$$A_{1,2,3,4} = Y_1 - Y_2 - Y_3 + Y_4 \quad (4)$$

Donde:

- Y_1 = es el valor extremo izquierdo = 87.28
- Y_2 = valor intermedio = 80.75
- Y_3 = valor intermedio = 72.37
- Y_4 = valor máximo derecho = 76.59
- $A_{1,2,3,4} = 87.28 - 80.75 - 72.37 + 76.59 = 10.75$
- Intensidad de la canícula (%) = $10.74 / 403.59 \times 100 = 2.66\%$

Para la estación 13060 Actopan el polígono funicular se construyó a partir de los meses de julio a septiembre, generando un polígono de tres vértices con área de 9.65, mediante la ecuación (5), dando como resultado una intensidad de la canícula del 3.02% (Figura II.30).

$$A_{1,2,3} = (1/2) Y_1 - Y_2 + (1/2) Y_3 \quad (5)$$



Donde:

- $Y_1 = 63.33$
- $Y_2 = 55.73$
- $Y_3 = 67.41$
- $A_{1,2,3} = (1/2) 63.33 - 55.73 + (1/2) 67.41 = 9.65$
- Intensidad de la canícula (%) = $9.65 / 318.97 \times 100 = 3.02\%$

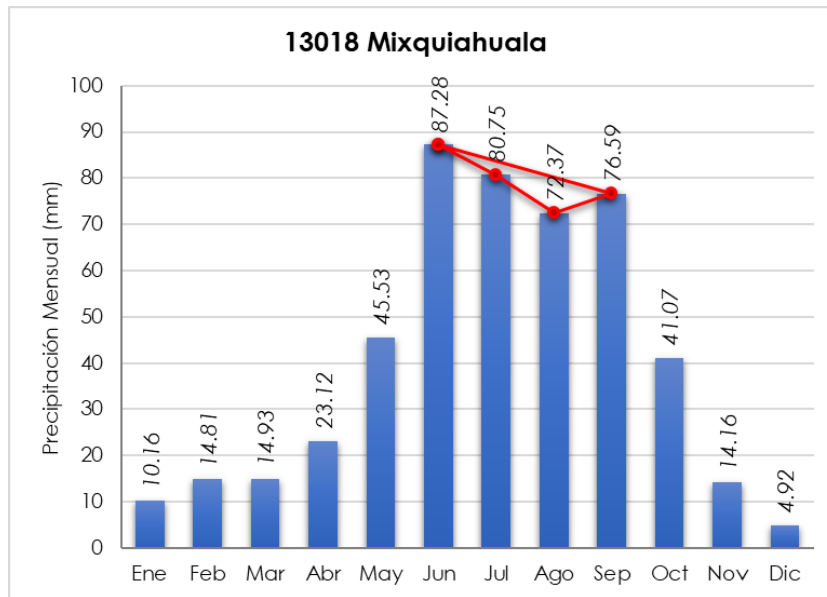


Figura II.29 Precipitación mensual registrada en la estación 13018 y polígono funicular construido.

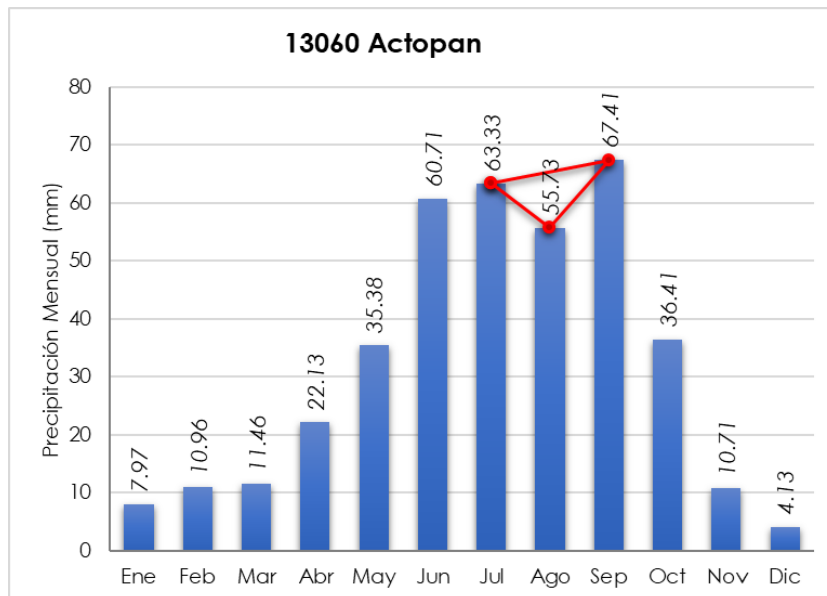


Figura II.30 Precipitación mensual registrada en la estación 13060 y polígono funicular construido.



En la estación 13068 El Salto el polígono funicular se construyó a partir de los meses de julio a septiembre, generando un polígono de tres vértices con área de 4.72, mediante la ecuación (5), dando como resultado una intensidad de la canícula del 0.97% (Figura II.31).

- $A_{1,2,3} = (1/2) 109.46 - 97.61 + (1/2) 95.20 = 4.72$
- Intensidad de la canícula (%) = $4.72 / 487.16 \times 100 = 0.97\%$

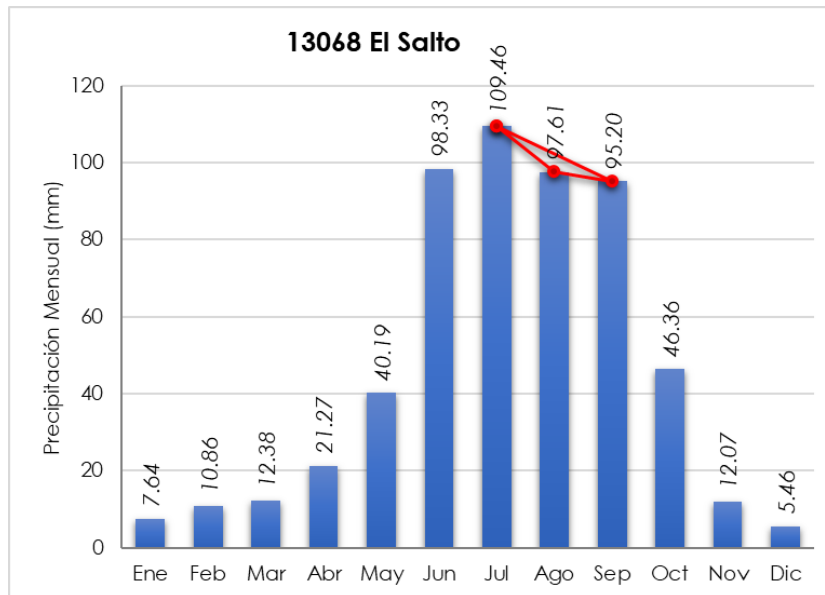


Figura II.31 Precipitación mensual registrada en la estación 13068 y polígono funicular construido.

Para la estación 13075 Jasso el polígono funicular se construyó a partir de los meses de julio a septiembre, generando un polígono de tres vértices con área de 13.27, mediante la ecuación (5), dando como resultado una intensidad de la canícula del 2.67% (Figura II.32).

- $A_{1,2,3} = (1/2) 107.03 - 92.03 + (1/2) 103.58 = 13.27$
- Intensidad de la canícula (%) = $13.27 / 496.81 \times 100 = 2.67\%$



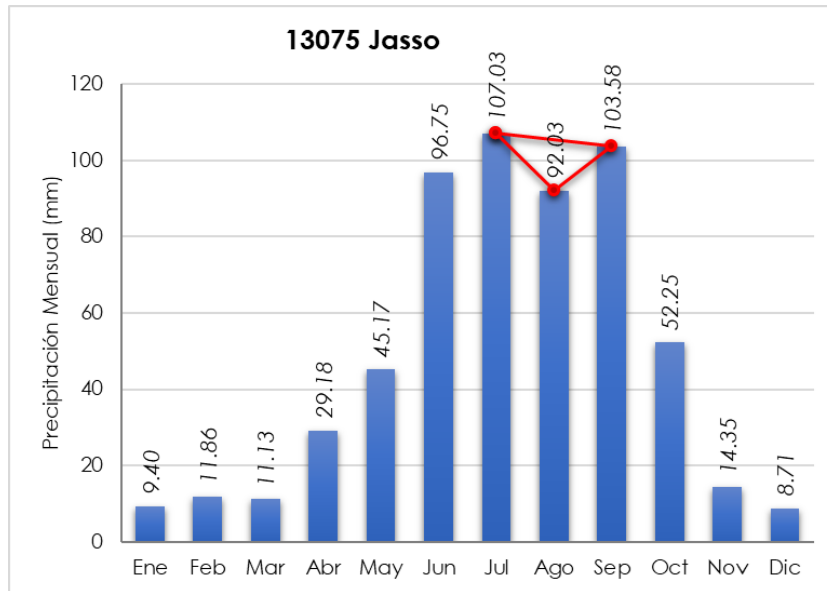


Figura II.32 Precipitación mensual registrada en la estación 13075 y polígono funicular construido.

En la estación 13080 Presa Endho el polígono funicular se construyó a partir de los meses de junio a septiembre, generando un polígono de cuatro vértices con área de 8.11, con base en la ecuación (4), dando como resultado una intensidad de la canícula del 1.95% (Figura II.33).

- $A_{1,2,3,4} = 88 - 84.92 - 73.75 + 78.77 = 8.11$
- Intensidad de la canícula (%) = $8.11 / 416.04 \times 100 = 1.95\%$

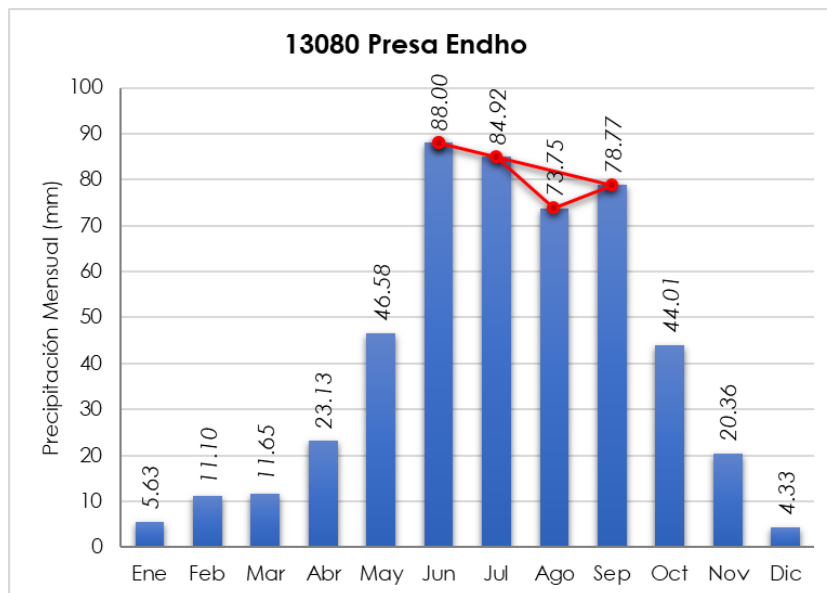


Figura II.33 Precipitación mensual registrada en la estación 13080 y polígono funicular construido.



La estación 13084 Presa Requena, el polígono funicular se construyó a partir de los meses de junio a septiembre, generando un polígono de cuatro vértices con área de 9.15, con base en la ecuación (4), dando como resultado una intensidad de la canícula del 1.95% (Figura II.34).

- $A_{1,2,3,4} = 100.90 - 95.25 - 88.05 + 91.55 = 9.15$
- Intensidad de la canícula (%) = $9.15 / 470.16 \times 100 = 1.95\%$

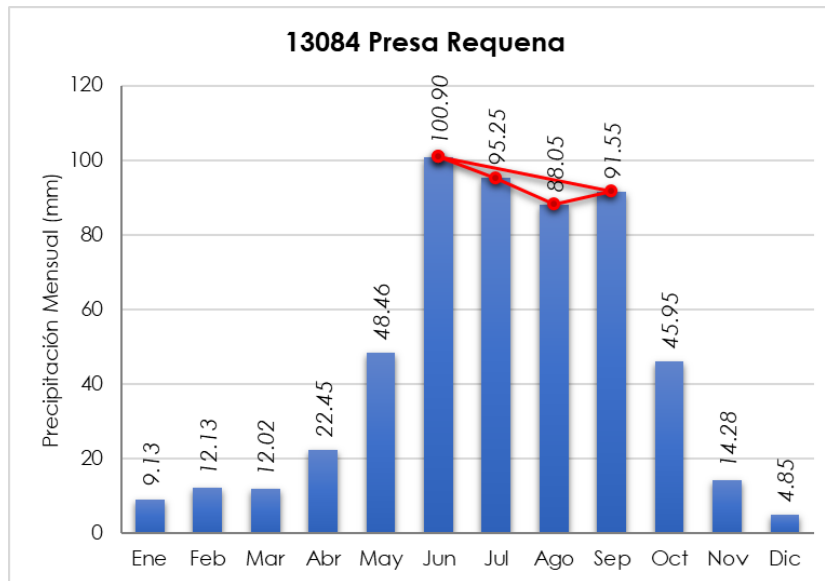


Figura II.34 Precipitación mensual registrada en la estación 13084 y polígono funicular construido.

Para la estación 13090 Río Salado el polígono funicular se construyó a partir de los meses de julio a septiembre, generando un polígono de tres vértices con área de 10.68, mediante la ecuación (5), dando como resultado una intensidad de la canícula del 2.69% (Figura II.35).

- $A_{1,2,3,4} = (1/2) 81.65 - 68.37 + (1/2) 76.45 = 10.68$
- Intensidad de la canícula (%) = $10.68 / 397.60 \times 100 = 2.69\%$



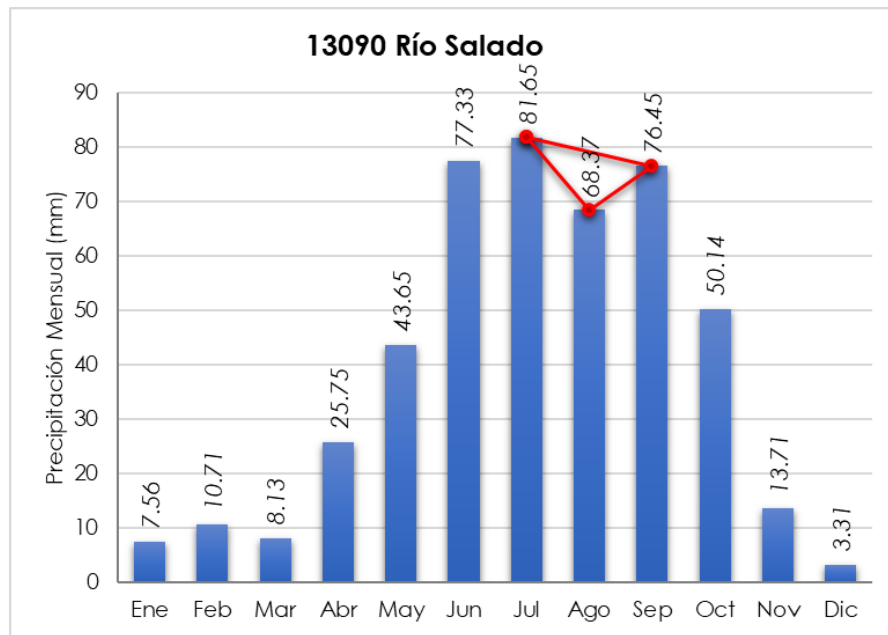


Figura II.35 Precipitación mensual registrada en la estación 13090 y polígono funicular construido.

En la estación 13111 Ajacuba el polígono funicular se construyó a partir de los meses de junio a septiembre, generando un polígono de cuatro vértices con área de 19.29, mediante la ecuación (5), dando como resultado una intensidad de la canícula del 6.67% (Figura II.36).

- $A_{1,2,3,4} = 62.66 - 60.75 - 49.89 + 67.27 = 19.29$
- Intensidad de la canícula (%) = $19.29 / 289.35 \times 100 = 6.67\%$

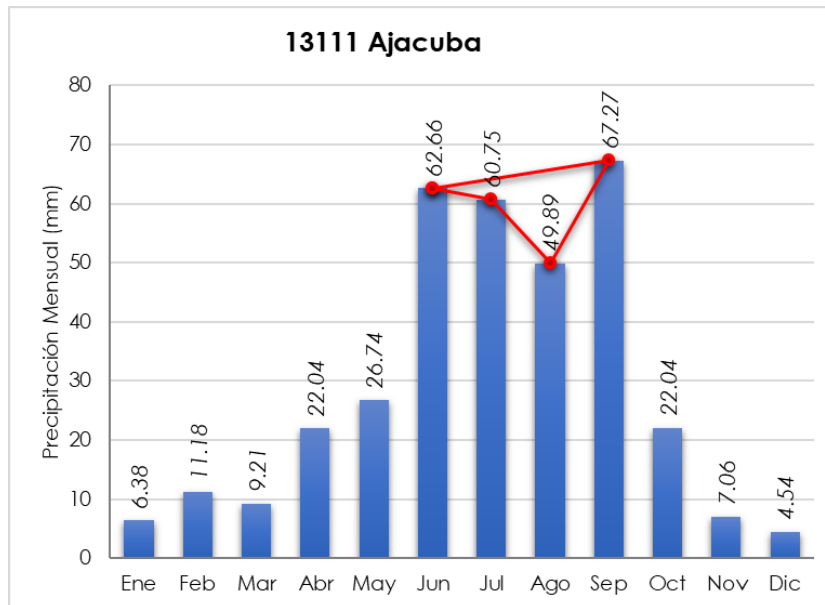


Figura II.36 Precipitación mensual registrada en la estación 13111 y polígono funicular construido.



Del resultado de los análisis de frecuencia aplicados a cada una de las estaciones, las distribuciones aplicadas para calcular los periodos de retorno, así como los datos de cada una de las estaciones se presentan en la Tabla II.30.

Para el periodo de retorno de 5 años, la intensidad de la canícula varía de 20.57% a 48.79%. Para el periodo de retorno de 10 años, la intensidad de la canícula varía de 25.91% a 63.09%. Para el periodo de retorno de 25 años, la intensidad de la canícula varía de 32.12% a 80.25%. Para el periodo de retorno de 50 años, la intensidad de la canícula varía de 36.42% a 92.42%.

El grado de sequía para el municipio de Tetepango resulto de Muy Alto, para todos los periodos de retorno.

Tabla II.29. Valores de intensidad de la canícula (%)

Estación	Nombre	Lluvia Total May-Oct	Área del polígono	Intensidad de la canícula
13018	Mixquiahuala	403.59	10.74	2.66%
13060	Actopan	318.97	9.65	3.02%
13068	El Salto	487.19	4.72	0.97%
13075	Jasso	496.81	13.27	2.67%
13080	Presa Endho	416.04	8.11	1.95%
13084	Presa Requena	470.16	9.15	1.95%
13090	Río Salado	397.60	10.68	2.69%
13111	Ajacuba (DGE)	289.35	19.29	6.67%

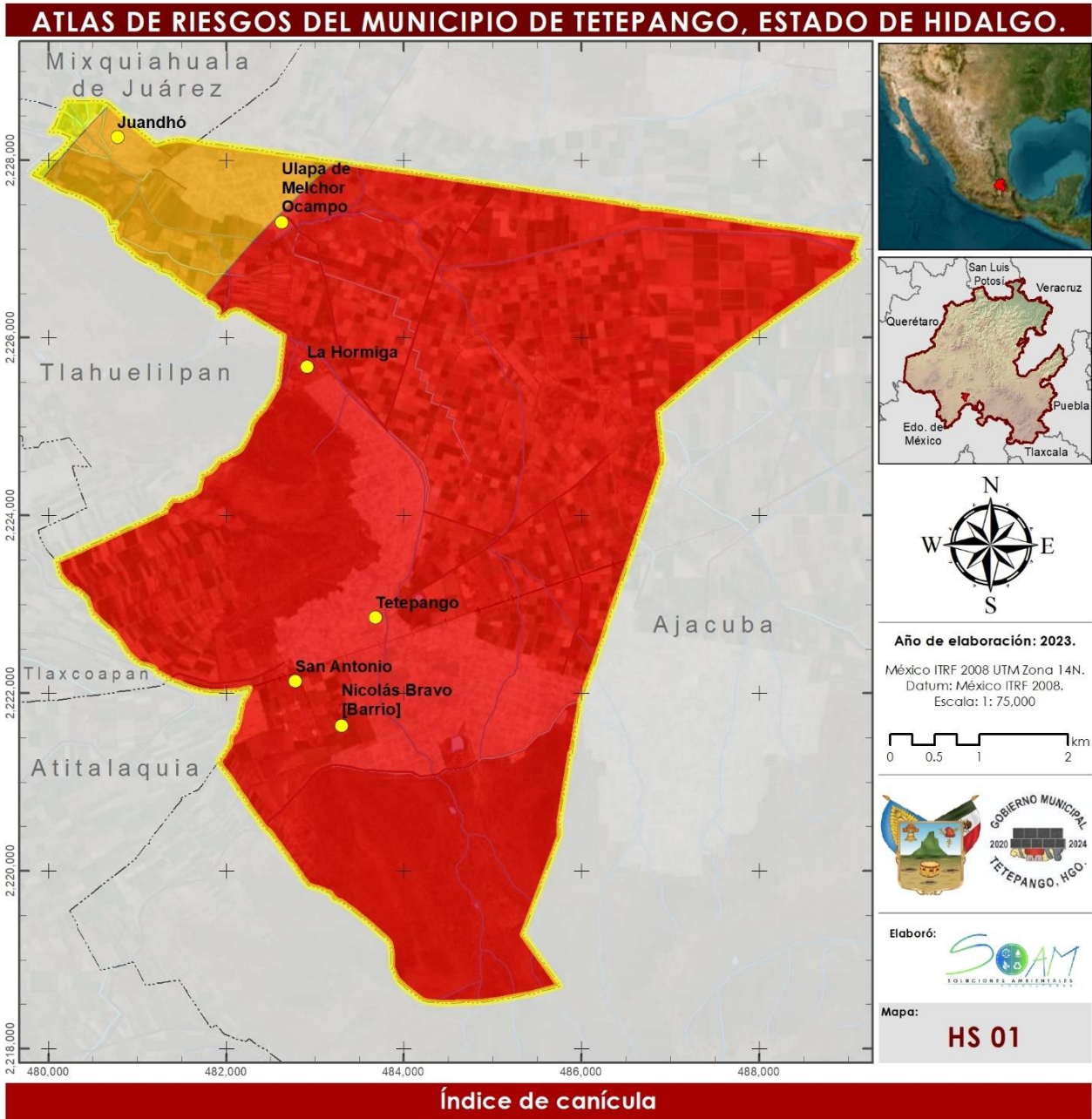
Fuente: elaboración propia.

Tabla II.30. Valores para periodos de retorno a 5, 10, 25 y 50 años.

Estación	Nombre	Método	EAA	Periodos de retorno			
				5 años	10 años	25 años	50 años
13018	Mixquiahuala	Pearson III	2.86	28.47	35.82	44.34	50.22
13060	Actopan	Gamma 2P	3.81	33.00	45.67	62.36	75.06
13068	El Salto	Pearson III	1.79	20.57	25.91	32.12	36.42
13075	Jasso	Pearson III	2.11	25.36	32.33	40.66	46.53
13080	Presa Endho	Pearson III	2.13	30.92	37.85	45.77	51.17
13084	Presa Requena	Gumbel doble	1.80	23.79	29.61	36.55	41.58
13090	Río Salado	Gamma 2P	2.48	24.07	32.94	44.55	53.33
13111	Ajacuba (DGE)	Pearson III	4.59	48.79	63.09	80.25	92.42

Fuente: Elaboración propia.



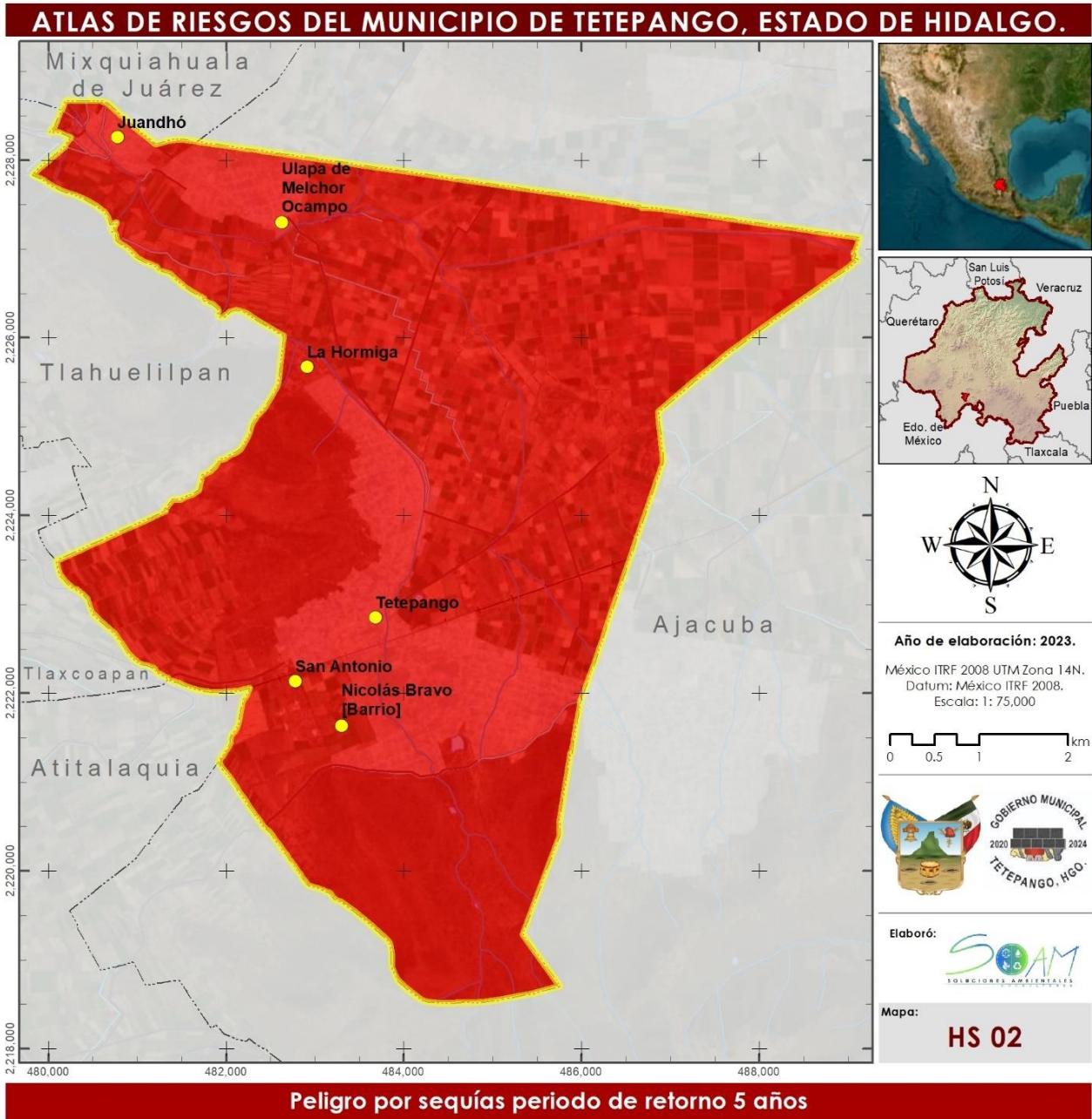


Fuentes:
Marco Geostadístico del INEGI, 2022.
Datos meteorológicos del SMN

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GS User Community

Figura II.37. Índice de canícula

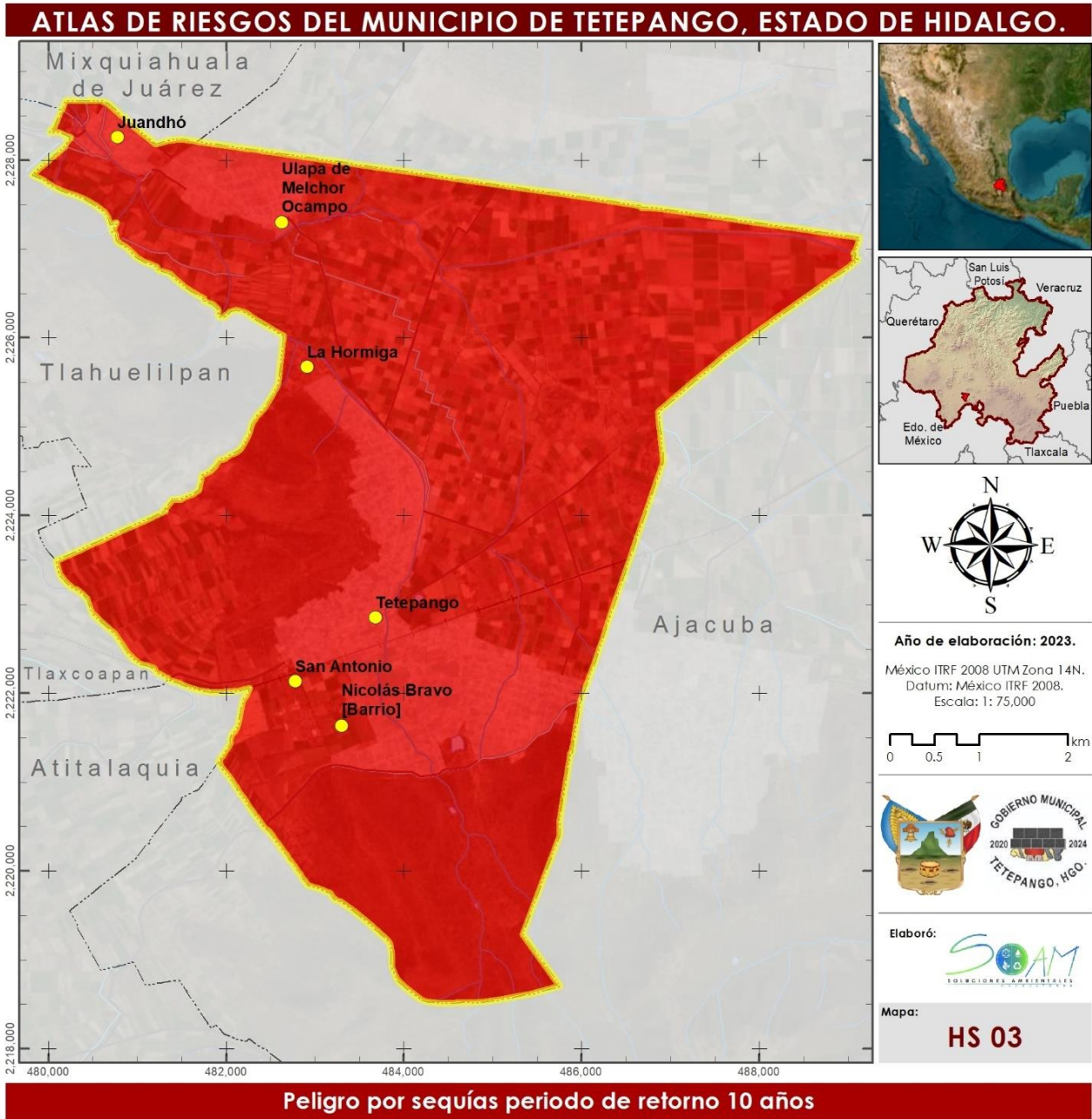


Fuentes:
Marco Geostadístico del INEGI, 2022.
Datos meteorológicos del SMN

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Figura II.38. Grado de peligro por sequías, periodo de retorno 5 años

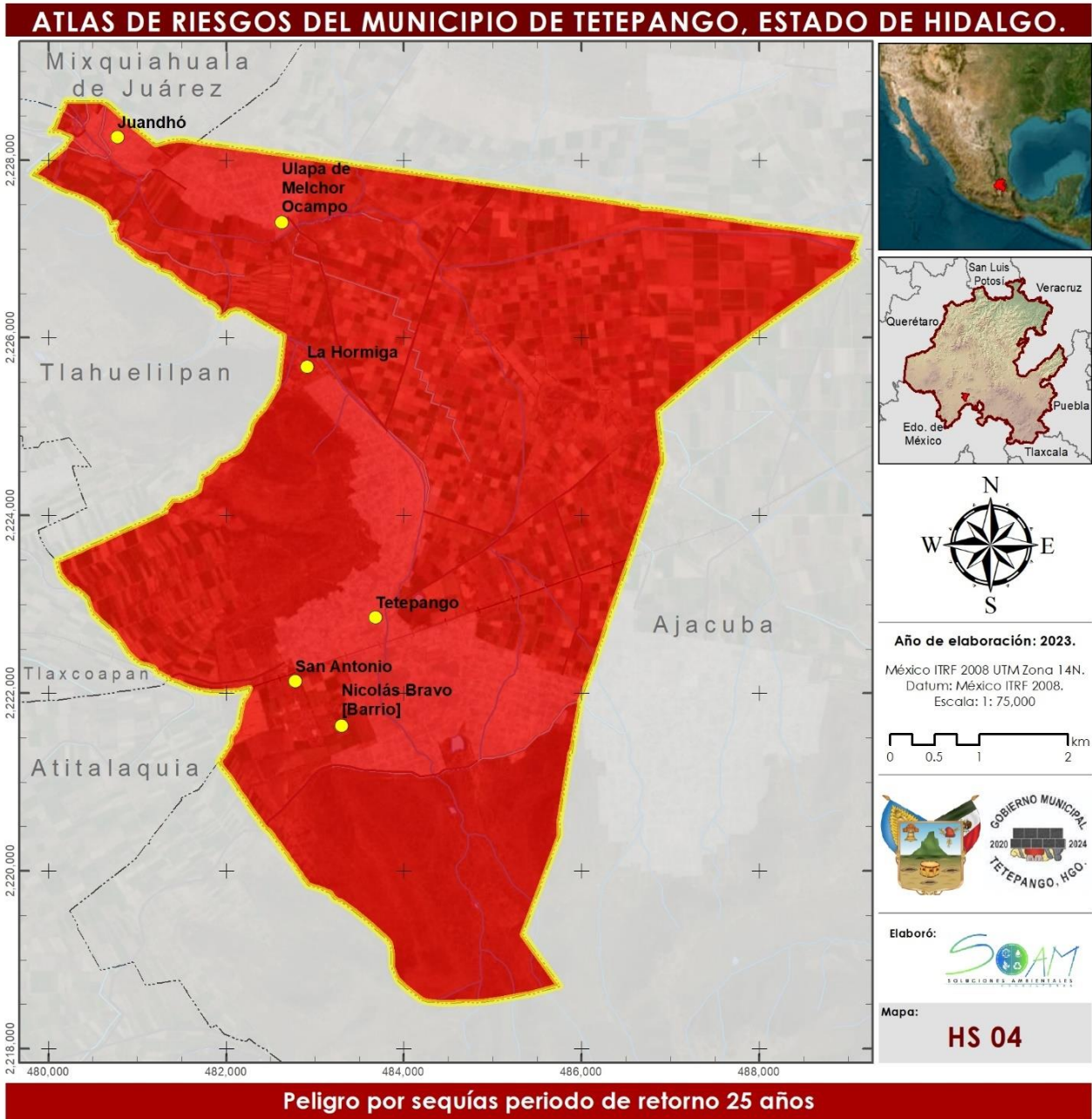


Fuentes:
Marco Geostadístico del INEGI, 2022.
Datos meteorológicos del SMN

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GS User Community

Figura II.39. Grado de peligro por sequías, periodo de retorno 10 años

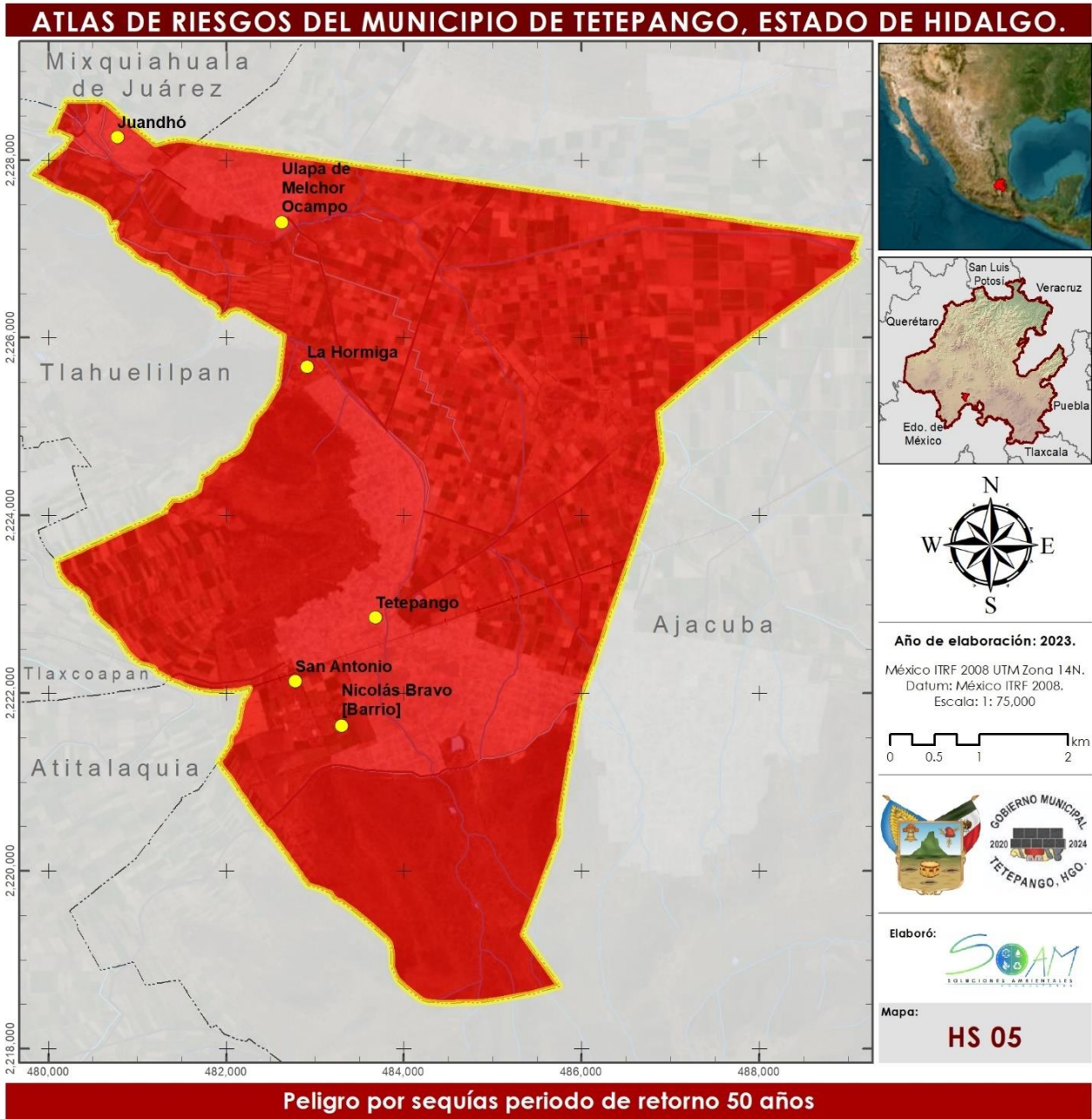


Fuentes:
Marco Geostadístico del INEGI, 2022.
Datos meteorológicos del SMN

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GS User Community

Figura II.40. Grado de peligro por sequías, periodo de retorno 25 años



Fuentes:
Marco Geostadístico del INEGI, 2022.
Datos meteorológicos del SMN

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GS User Community

Figura II.41. Grado de peligro por sequías, periodo de retorno 50 años

II.2.4. Heladas.

1. Antecedentes

La helada es una congelación directa de la humedad del suelo, transformando el agua en una costra vidriosa y resbaladiza. Es importante saber diferenciar una helada (congelación del agua en el suelo) de una escarcha (vapor de agua del aire que se hiela al contacto de objetos fríos) (Pedraza, 1962, pág. 4). Este fenómeno puede llegar a generar secuelas de efectos negativos como, daños que provocan la pérdida total o parcial de las cosechas y afectaciones a la salud de la población, principalmente a personas que habitan en casas frágiles, indigentes, así como los niños y personas de la tercera edad.

En el estado de Hidalgo en el 63% de los municipios existe la presencia de este fenómeno, debido a las bajas temperaturas. El municipio de Tetepango está catalogado dentro de rango medio, que va desde los 61 a 120 días con registro de heladas al año. (CENAPRED, 2012).

Las heladas se pueden clasificar en tres tipos, por advección, por evaporación y por radiación (Artunduaga, 1982), (Gómez & Triana, 2012), a continuación, se realiza una breve descripción de cada una:

- Heladas por advección, se genera cuando se junta una masa de aire caliente con temperatura menor a cero grados estas pueden estar acompañadas de viento y precipitaciones.
- Heladas por evaporación, se originan cuando el aire cercano a la superficie del suelo tiene una humedad relativa baja y disminuye aún más por la llegada de un viento con aire seco. Este último causa la evaporación del agua que se encuentra sobre las plantas, lo que provoca su enfriamiento.
- Heladas por radiación, se presentan por la pérdida de calor del suelo durante la noche. Como se mencionó, durante el día el suelo se calienta, pero al anochecer pierde calor por radiación, con mayor cantidad en las noches de invierno. Los lugares más propensos a la formación de heladas por radiación son tanto los valles como las cuencas y hondonadas próximas a las montañas. Ello se debe a la acumulación del aire frío que desciende durante la noche.

2. Metodología.

Con información de las 14 estaciones meteorológicas seleccionadas, se analizaron los datos diarios de temperatura mínima, se realizó un conteo por año, cuando se reportaron temperaturas menores o iguales a 3ª C, para obtener un promedio de ocurrencia anual.

Los valores obtenidos de cada una de las estaciones se interpolaron mediante el método IDW, a través del SIG.

Posteriormente, se calculó la probabilidad de ocurrencia de heladas en 100 años, se usó el modelo de distribución de Poisson, ecuación (6), esto con el fin de conocer si el fenómeno tiene probabilidad de presentarse en el área de estudio.

$$f(x) = P(X = x) = \frac{e^{-\mu} \cdot \mu^x}{x!} \quad (6)$$

Donde

- $P(x)$ = probabilidad de tener exactamente x presentaciones
- X = número de eventos raros por unidad de tiempo de distancia de espacio
- μ = Parámetro de distribución o la media donde $\mu = P(X)$, es el número promedio de ocurrencias del evento aleatorio por intervalo de tiempo.
- $e^{-\mu}$ = Exponencial = 2.71828 (base de los logaritmos naturales), elevada a la μ potencia negativa.

Una vez comprobada la probabilidad de ocurrencia en el área de estudio se realizó un análisis de frecuencia, para identificar el comportamiento estadístico de la temperatura mínima, mediante diferentes distribuciones de probabilidad, con el fin de estimar y predecir la ocurrencia de los eventos extremos. El análisis de frecuencia para cada una de las estaciones, se realizó aplicando las siguientes distribuciones:

- Normal
- Log normal 3 parámetros
- Gamma 2 parámetros
- Person III
- Exponencial 2 parámetros
- Gumbel

Se seleccionó la distribución que presentó el menor error estándar de ajuste (EEA), con la cual se calcularon los valores para los periodos de retorno de 5, 10, 25 y 50, años.

La información de cada una de las estaciones meteorológicas se interpola mediante el método IDW (ponderación de distancia inversa), para obtener una imagen ráster de la distribución del fenómeno sobre la superficie del municipio.

Por último, el ráster obtenido para cada uno de los periodos de retorno se clasifico de acuerdo con los valores de la Tabla II.31, obteniendo así los distintos grados de susceptibilidad por heladas para el municipio.

Tabla II.31 Categorías de días con heladas.

Valor	Grado de Susceptibilidad	
0	1	Muy Bajo
1 - 60	2	Bajo
61 - 120	3	Medio
>120	4	Alto

Fuente: Elaboración propia con información de CENAPRED, 2012.

3. Resultados.

Se tienen 14 estaciones meteorológicas cercanas al municipio, las cuales se eligieron para realizar el análisis de días con heladas; de cada una de ellas se obtuvo el promedio por heladas al año, el cual se muestra en la Tabla II.32.

Tabla II.32 Promedio de Heladas.

Estación	Nombre	X	Y	Altitud	Heladas al año
13018	Mixquiahuala (SMN)	477511	2236882	2,000	27.12
13025	Progreso	480792	2237962	2,000	43.25
13060	Actopan	504376	2240840	1,955	56.75
13068	El Salto	470322	2204402	2,174	89.06
13075	Jasso	465248	2210409	2,064	77.97
13080	Presa Endho	462901	2228673	2,040	36.16
13084	Presa Requena	467366	2207517	2,109	29.56
13090	Río Salado	473389	2232561	2,000	40.81
13092	Tula (DGE)	463579	2217794	2,060	30.57
13111	Ajacuba	487257	2222430	2,100	9.62
13128	San Agustín Tlaxiaca OCAVM	511989	2224577	2,355	29.00
13131	Santiago Tlajomulco	508631	2209790	2,430	37.00
15028	El Tajo -Túnel Viejo-	486770	2201372	2,229	77.77
15274	Nopala	498755	2204598	2,380	19.65

Fuente: Elaboración propia, con información del SMN.

Se aplicó modelo de distribución de Poisson (6), a cada una de las estaciones, obteniéndose una probabilidad muy alta de ocurrencia del fenómeno, siendo la estación de El Salto la que presenta la mayor probabilidad (96%), mientras que la estación de Ajacuba es la que presenta la menor probabilidad (87%) (Figura II.42).

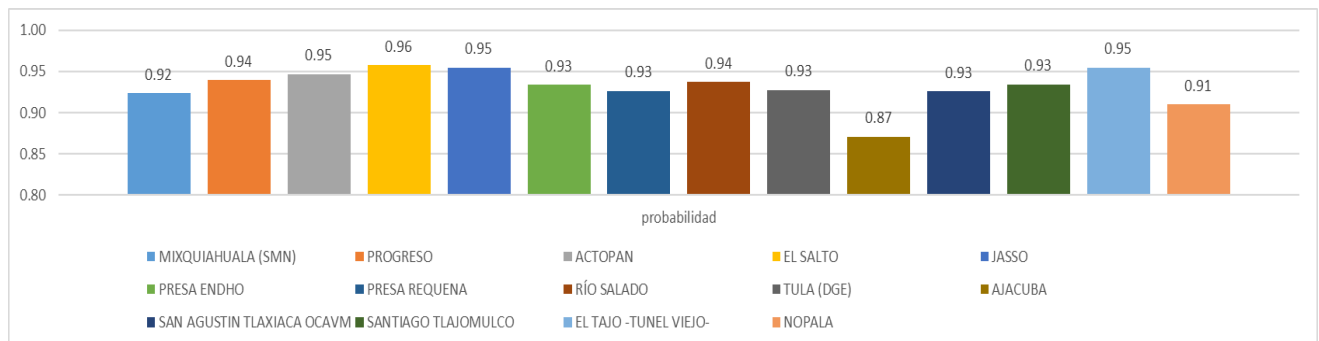


Figura II.42 Probabilidad de ocurrencia de heladas.



Del análisis frecuencia realizado a cada las estaciones aplicando los métodos antes mencionados, seleccionando el método que presento el menor error estándar de ajuste (EEA); en la siguiente tabla se resumen los métodos y el EEA obtenido en cada una de las estaciones (Tabla II.33).

Tabla II.33 Error Estándar de Ajuste de Heladas.

Estación	Nombre	Método	EEA
13018	Mixquiahuala (SMN)	Gamma 2P	2.9817
13025	Progreso	Gamma 2P	19.1345
13060	Actopan	Gamma 2P	5.9027
13068	El Salto	Gamma 2P	7.6583
13075	Jasso	Log Normal 3P	6.1129
13080	Presa Endho	Pearson III o Gamma 3P	3.0651
13084	Presa Requena	Gamma 2P	2.7787
13090	Río Salado	Pearson III o Gamma 3P	2.4051
13092	Tula (DGE)	Normal	3.5534
13111	Ajacuba	Exponencial de 2 parámetros	5.8695
13128	San Agustín Tlaxiaca OCAVM	Log Normal 3P	2.6085
13131	Santiago Tlajomulco	Gumbel	11.7925
15028	El Tajo -Túnel Viejo-	Normal	13.2424
15274	Nopala	Pearson III o Gamma 3P	4.3429

Fuente: Elaboración propia.

Con la información del promedio de día con heladas se generó el mapa de la Figura II.43, en el cual se presenta el grado de peligro por heladas en el municipio, con un grado bajo.

El mapa con periodo de retorno a 5 años presenta un grado de peligro bajo para el total del municipio (Figura II.44).

Para el periodo de retorno de 10 años, existe un aumento en la ocurrencia de las heladas, en la parte Oeste y noroeste del municipio, presentándose en estas zonas un grado de peligro medio (Figura II.45).

En el periodo de retorno de 25 años se presenta un incremento en la zona con grado de peligro medio, reduciendo el área de peligro bajo a la parte Este del municipio (Figura II.46).

Para el periodo de retorno de 50 años (Figura II.47), la mayor parte del territorio municipal presenta un grado de peligro medio, excepto por una pequeña área al Este del municipio, con un grado de peligro bajo.



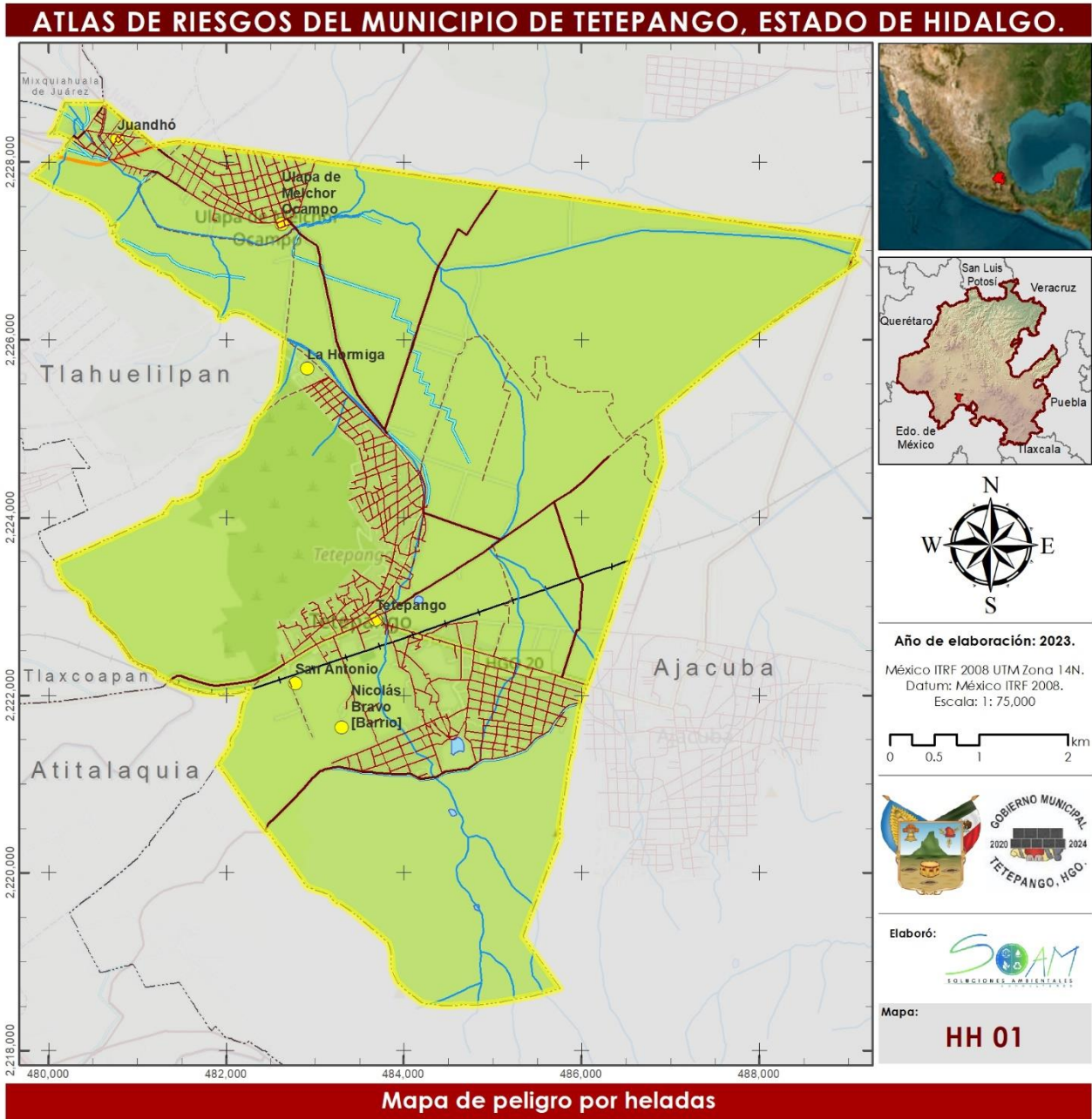
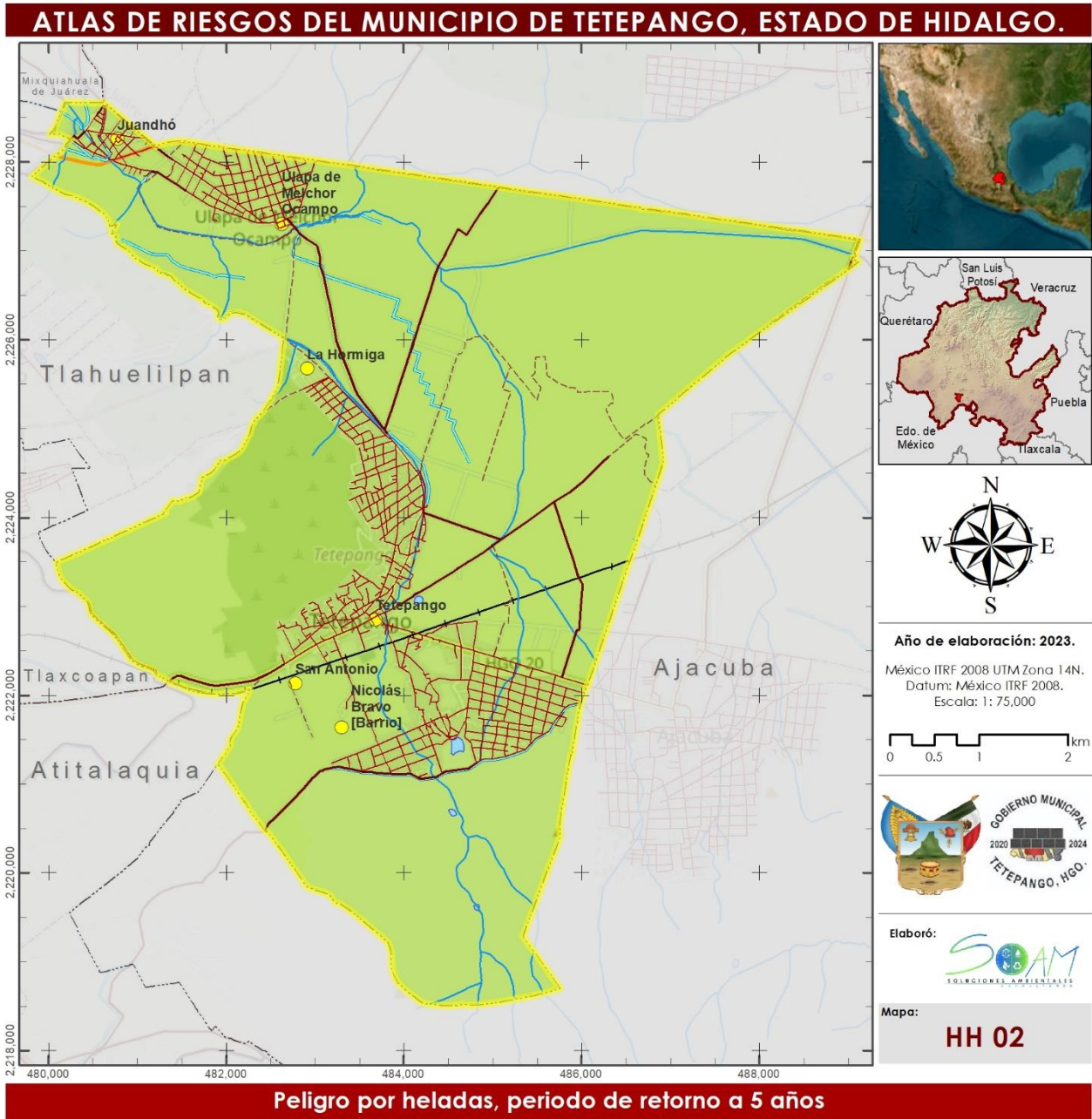


Figura II.43 Índice de Frecuencias por Heladas.

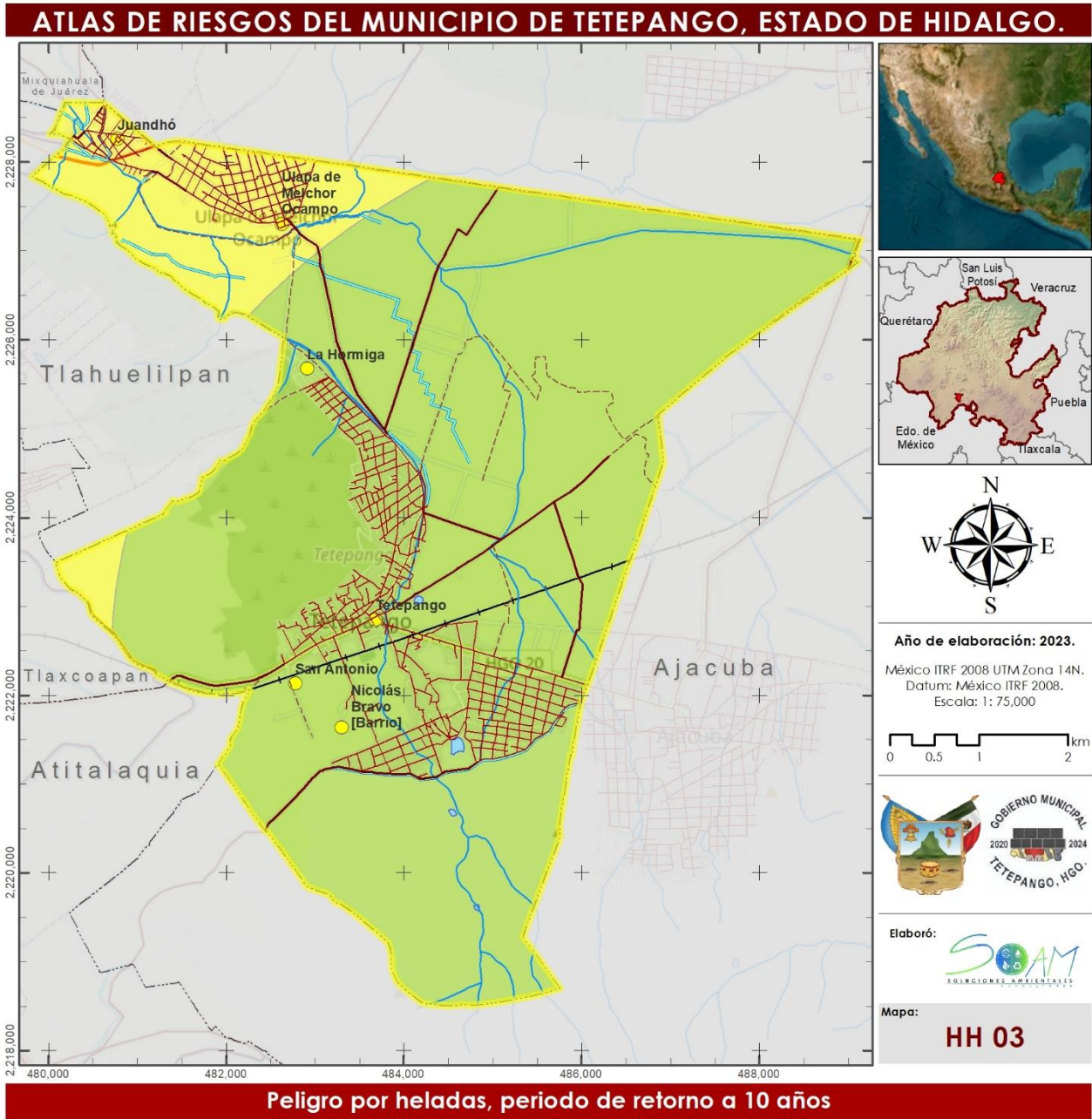


Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
SMN, 2022.

Carta Topográfica FI 4C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura II.44 Mapa de heladas, periodo de retorno a 5 Años.



Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
SMN, 2022.

Carta Topográfica FI 4C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, EOS,
AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura II.45 Mapa de heladas, periodo de retorno a 10 Años.

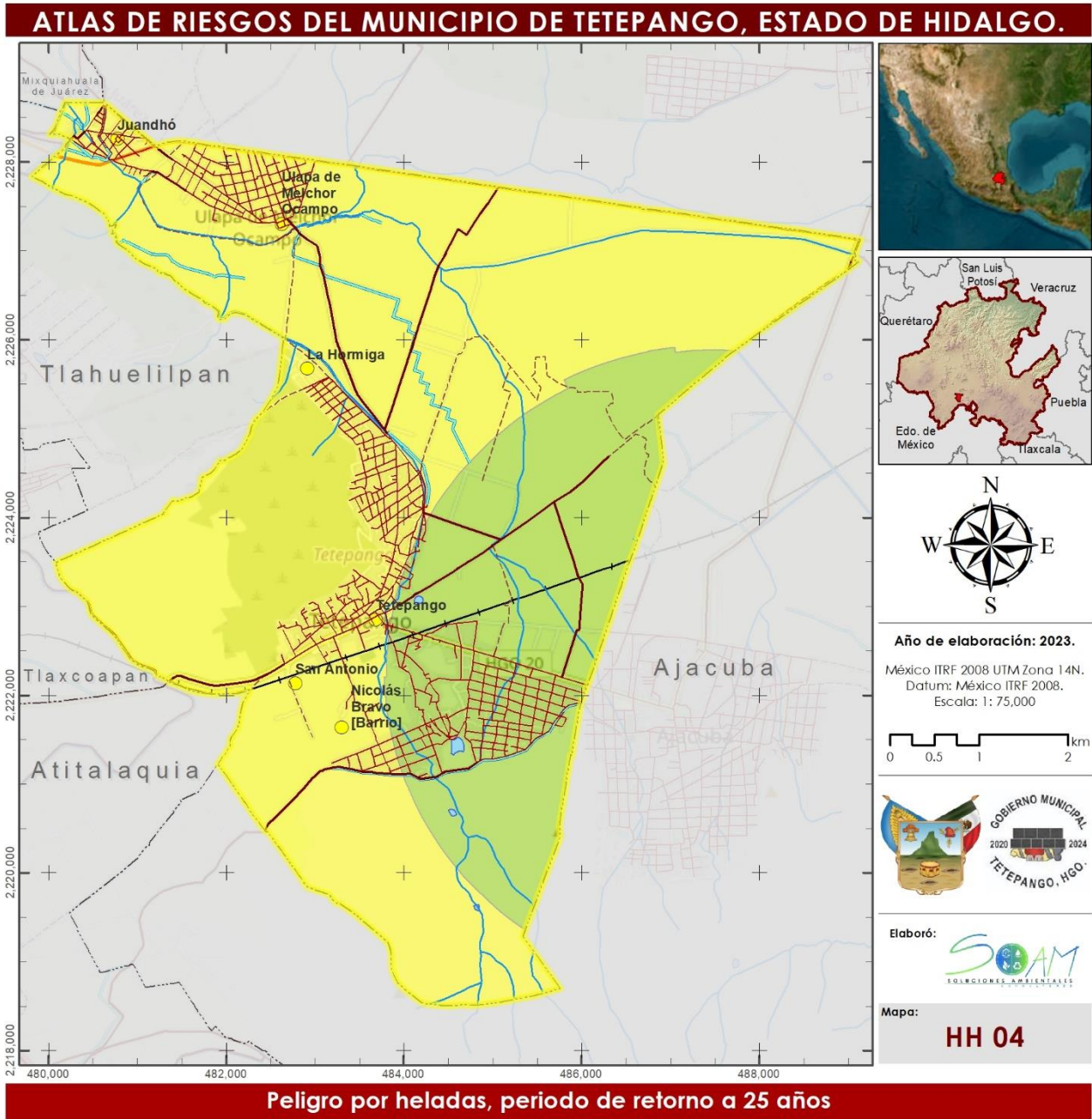


Figura II.46 Mapa de heladas, periodo de retorno a 25 Años.

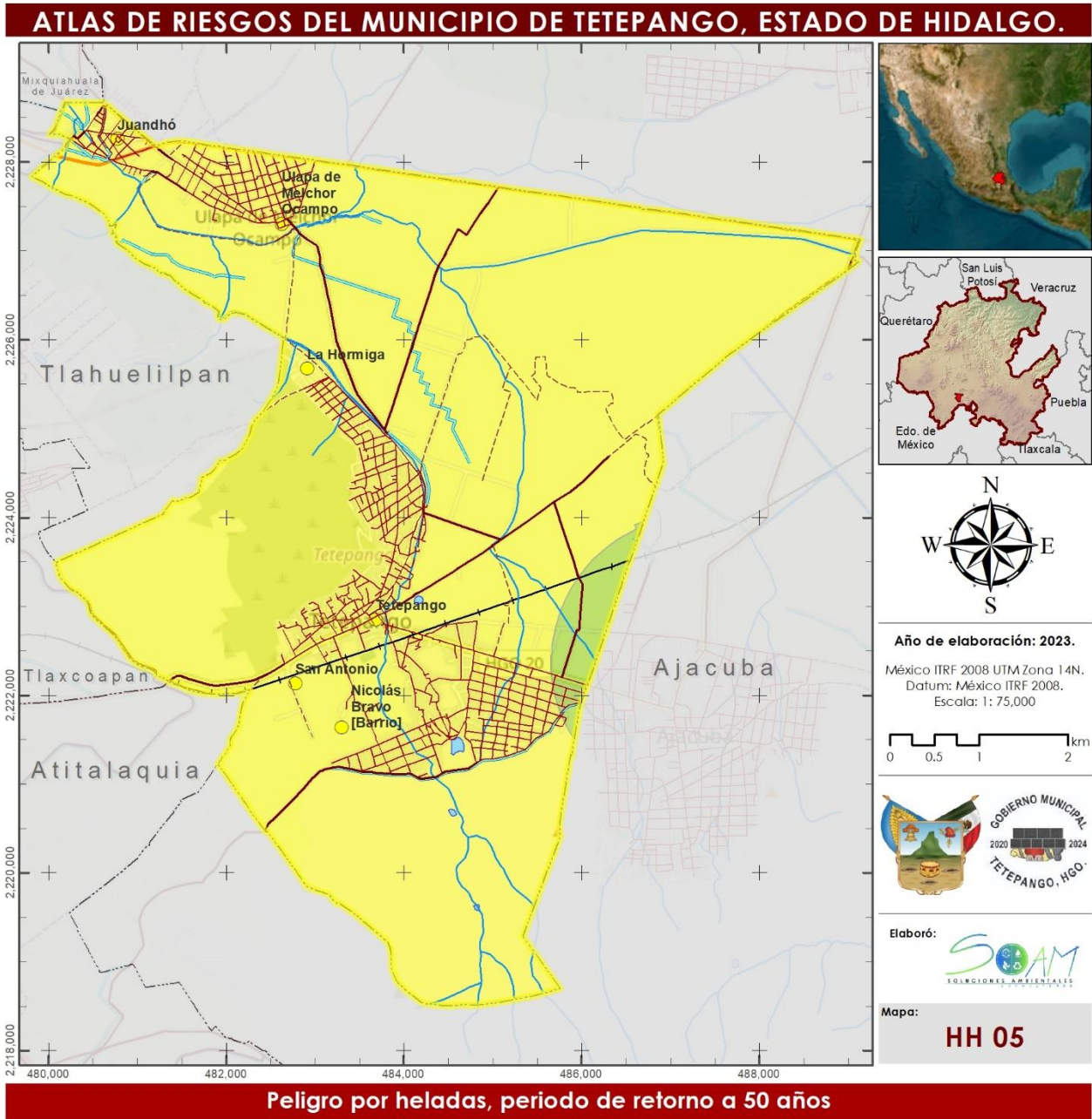


Figura II.47 Mapa de heladas, periodo de retorno a 50 Años.

II.2.5. Tormentas de granizo.

1. Antecedentes.

Las tormentas de granizo son precipitaciones en forma de hielo que están relacionadas con las tormentas eléctricas. Para que se presente una tormenta de granizo tienen que darse ciertas condiciones de temperatura, humedad y viento, por lo que normalmente estos fenómenos se presentan durante los meses calurosos. Dependiendo de la cantidad y del tamaño del granizo, será la magnitud del posible daño (Cabrera, 2006); son formadas dentro de la nube cumulonimbos, cuando las partículas son demasiado pesadas caen hacia el suelo.

En México los daños más importantes por granizadas se presentan principalmente en las zonas rurales, ya que se destruyen las siembras y plantíos, causando, en ocasiones, la pérdida de animales de cría. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones, alcantarillas y vías de transporte y áreas verdes cuando se acumula en cantidad suficiente puede obstruir el paso del agua en coladeras o desagües, generando inundaciones o encharcamientos importantes durante algunas horas. (CENAPRED, 2021).

El daño causado por el granizo va desde los techos, equipamiento del techo como rejas de ventilación, calefacciones, tragaluces ya sean de vidrio o plástico, paneles solares, rompedura de ventanas y revestimientos, automóviles, accesorios en los patios. (CENAPRED, 2021).

Tabla II.34. Tormentas severas de granizo en el estado de Hidalgo.

Fecha	Lugar de Afectación	Descripción y Daños
Mayo 3 de 1994	Hidalgo: Tula, Almoloya	Destruyó los techos de 60 hogares en Almoloya, además afectó 788 ha de cultivo en Tula, fueron afectados 500 ejidatarios. El granizo alcanzó 40 cm de espesor.
Agosto 31 de 2005	Hidalgo: Tulancingo, Omitlán de Juárez	La granizada ocasionó pérdidas en 24 viviendas, cuatro de ellas con daños estructurales
Junio 23 de 2006	Hidalgo: Cuautepec, Tezontepec de Aldama	La intensa granizada que tuvo una duración de más de una hora, y que alcanzó 30 cm de altura en algunas partes y afectó más de 300 ha de cultivos de chile, calabaza y maíz.

Fuente Tomado de (CENAPRED, Tormentas Severas, 2021).



2. Metodología.

Se inicio con la selección de estaciones con datos días con granizo, obteniendo la cantidad de días por granizo al año y obteniendo un promedio anual, de acuerdo a la cantidad de años analizados.

Para cada una de las estaciones se realizó un análisis de frecuencia con los días de granizo al año y se determinó el modelo de distribución que presentó el menor EEA.

A partir del modelo de distribución se calcularon los valores de intensidad de la intensidad de la canícula, para los periodos de retorno de 5, 10, 25 y 50 años.

La información de cada una de las estaciones meteorológicas se interpolo mediante el método IDW, para obtener una imagen ráster de la distribución del fenómeno sobre la superficie del municipio.

De las imágenes ráster obtenidas de la intensidad de las tormentas de granizo, se clasificaron de acuerdo a la Tabla II.35, para obtener los grados de peligro por tormenta de granizo.

Tabla II.35 Categorías de días con tormentas de granizo.

Valor	Grado de Peligro	
0	1	Muy Bajo
0 - 1	2	Bajo
1 - 2	3	Medio
2 - 5	4	Alto
> 5	5	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia con información de CENAPRED, 2012.

3. Resultados.

Se tienen 14 estaciones meteorológicas cercanas al municipio, las cuales se eligieron para realizar el análisis de días con tormentas de granizo; de cada una de ellas se obtuvo el promedio de días con granizo al año, el cual se muestra en la Tabla II.36.

Del análisis frecuencia realizado a cada las estaciones aplicando los métodos antes mencionados, seleccionando el método que presento el menor error estándar de ajuste (EEA), para cada estación meteorológica; en la siguiente tabla se resumen los métodos y el EEA obtenido en cada una de las estaciones (Tabla II.37).



Tabla II.36 Promedio por tormentas de granizo.

Estación	Nombre	X	Y	Altitud	Tormentas de granizo
13018	Mixquiahuala (SMN)	477511	2236882	2,000	0.475
13025	Progreso	480792	2237962	2,000	0.431
13060	Actopan	504376	2240840	1,955	0.924
13068	El Salto	470322	2204402	2,174	0.258
13075	Jasso	465248	2210409	2,064	1.565
13080	Presa Endho	462901	2228673	2,040	0.163
13084	Presa Requena	467366	2207517	2,109	0.435
13090	Río Salado	473389	2232561	2,000	0.926
13092	Tula (DGE)	463579	2217794	2,060	2.169
13111	Ajacuba	487257	2222430	2,100	0.625
13128	San Agustín Tlaxiaca OCAVM	511989	2224577	2,355	2.440
13131	Santiago Tlajomulco	508631	2209790	2,430	0.050
15028	El Tajo -Túnel Viejo-	486770	2201372	2,229	0.596
15274	Nopala	498755	2204598	2,380	1.043

Fuente: Elaboración propia, con información del SMN.

Tabla II.37 Error Estándar de Ajuste de tormentas de granizo.

Estación	Nombre	Método	EEA
13018	Mixquiahuala (SMN)	Gamma 2P	0.369
13025	Progreso	Gamma 2P	0.357
13060	Actopan	Gamma 2P	0.452
13068	El Salto	Log Normal 3P	0.483
13075	Jasso	Exponencial de 2 parámetros	0.375
13080	Presa Endho	Log Normal 3P	0.369
13084	Presa Requena	Log Normal 3P	3.006
13090	Río Salado	Exponencial de 2 parámetros	0.461
13092	Tula (DGE)	Gamma 2P	0.947
13111	Ajacuba	Gamma 2P	0.663
13128	San Agustín Tlaxiaca OCAVM	Exponencial de 2 parámetros	0.932
13131	Santiago Tlajomulco	Log Normal 3P	0.175
15028	El Tajo -Túnel Viejo-	Log Normal 2P	0.396
15274	Nopala	Pearson III	0.981

Fuente: Elaboración propia.

Con la información del promedio de tormentas con granizo se generó el mapa de la Figura II.48 en el cual se presenta el grado de peligro por tormentas de granizo en el municipio, con un grado bajo, excepto en una pequeña zona ubicada al noroeste, donde el grado de peligro es medio.



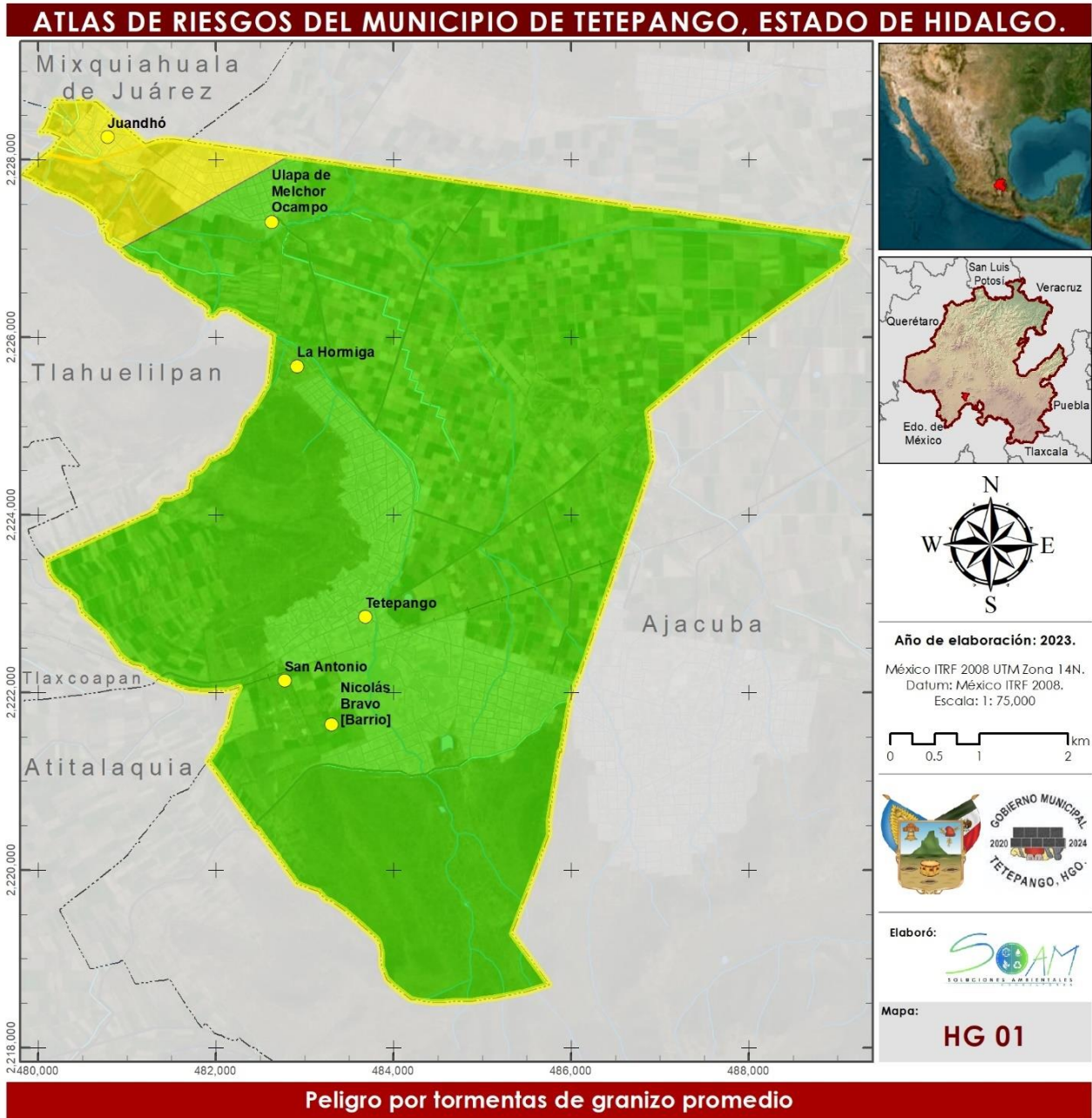
El mapa con periodo de retorno a 5 años presenta un grado de peligro bajo desde el centro y hacia el este del municipio, mientras que el resto del territorio municipal presenta un grado medio (Figura II.49).

Para el periodo de retorno de 10 años, existe un aumento del grado de peligro de tormentas con granizo, ya que en la parte Este del municipio se presenta un grado de peligro medio, mientras que el resto del territorio municipal presenta un grado de peligro alto (Figura II.50).

En el periodo de retorno de 25 años se presenta la mayor parte del territorio municipal con grado de peligro alto, excepto por una pequeña zona, ubicada en la parte noroeste, con un grado de peligro muy alto (Figura II.51).

Para el periodo de retorno de 50 años (Figura II.52),la totalidad del territorio municipal presenta un grado de peligro Muy Alto.



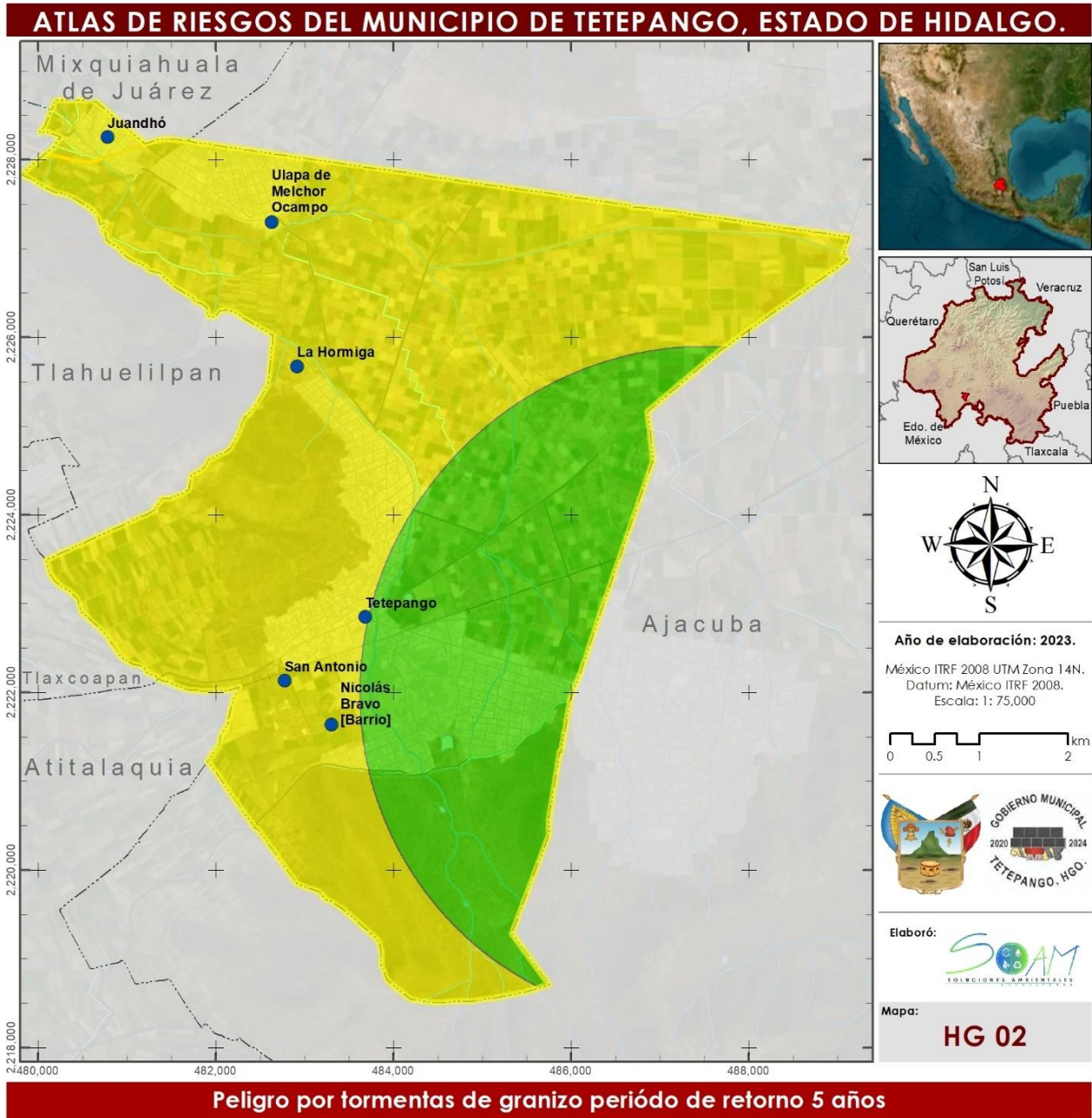


Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Datos Meteorológicos del SMN

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GS User Community

Figura II.48. Grado de peligro por granizada.

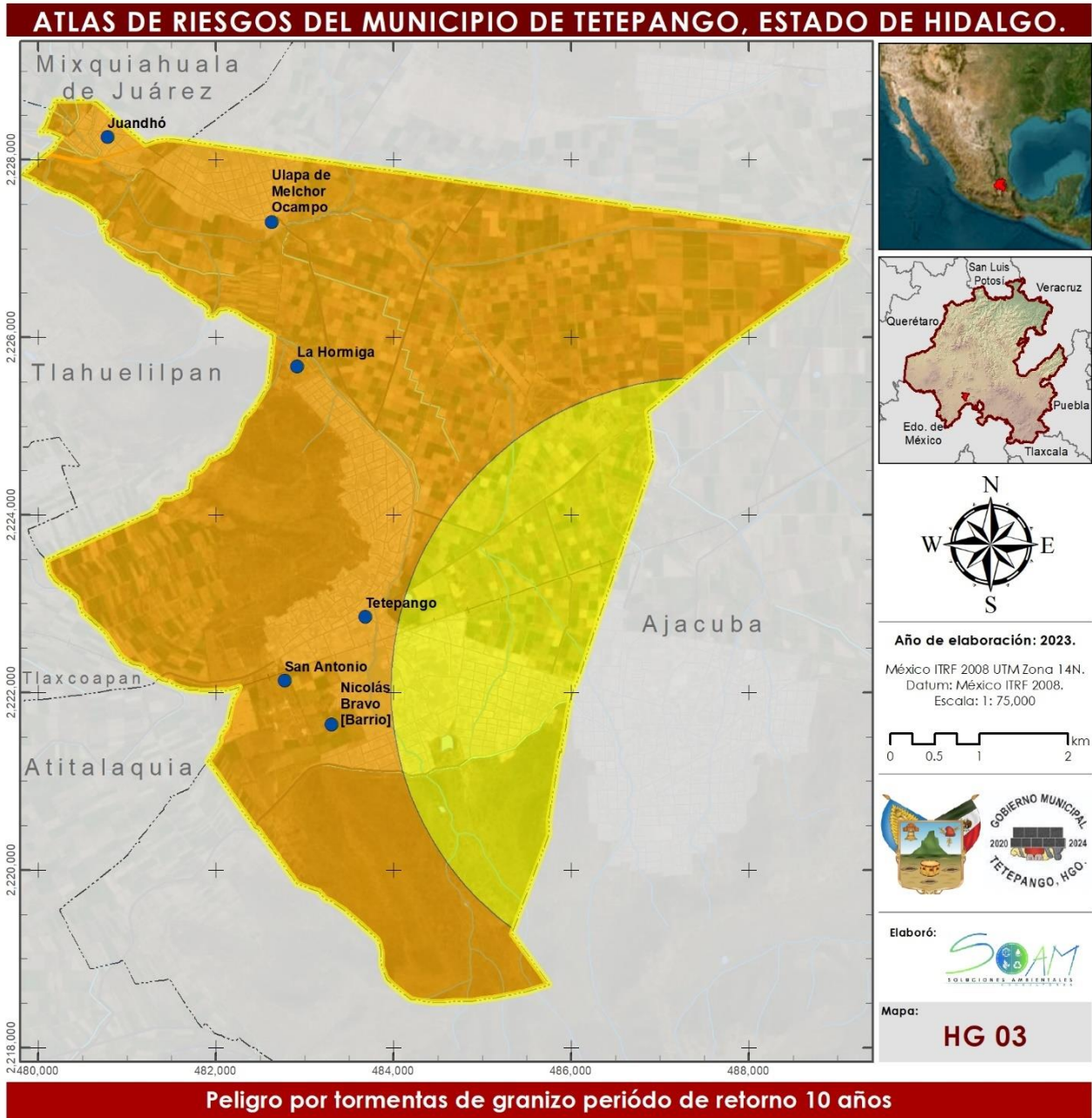


Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Datos Meteorológicos del SMN

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GS User Community

Figura II.49. Grado de Peligro por Granizada en un Periodo de Retorno de 5 Años.



Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Datos Meteorológicos del SMN

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GS User Community

Figura II.50. Grado de Peligro por Granizada en un Periodo de Retorno de 10 Años.

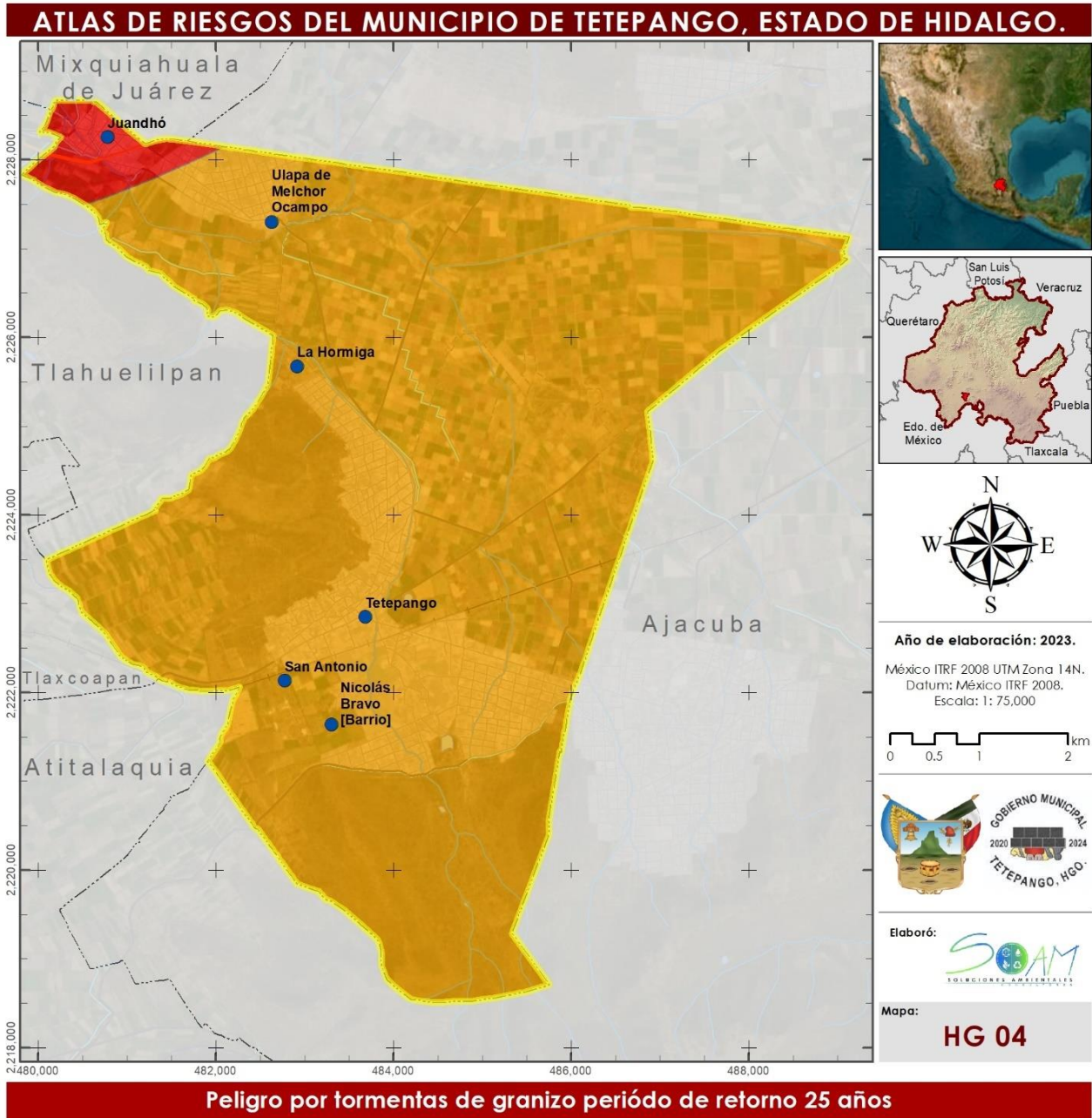


Figura II.51 Grado de Peligro por Granizada en un Periodo de Retorno de 25 Años.

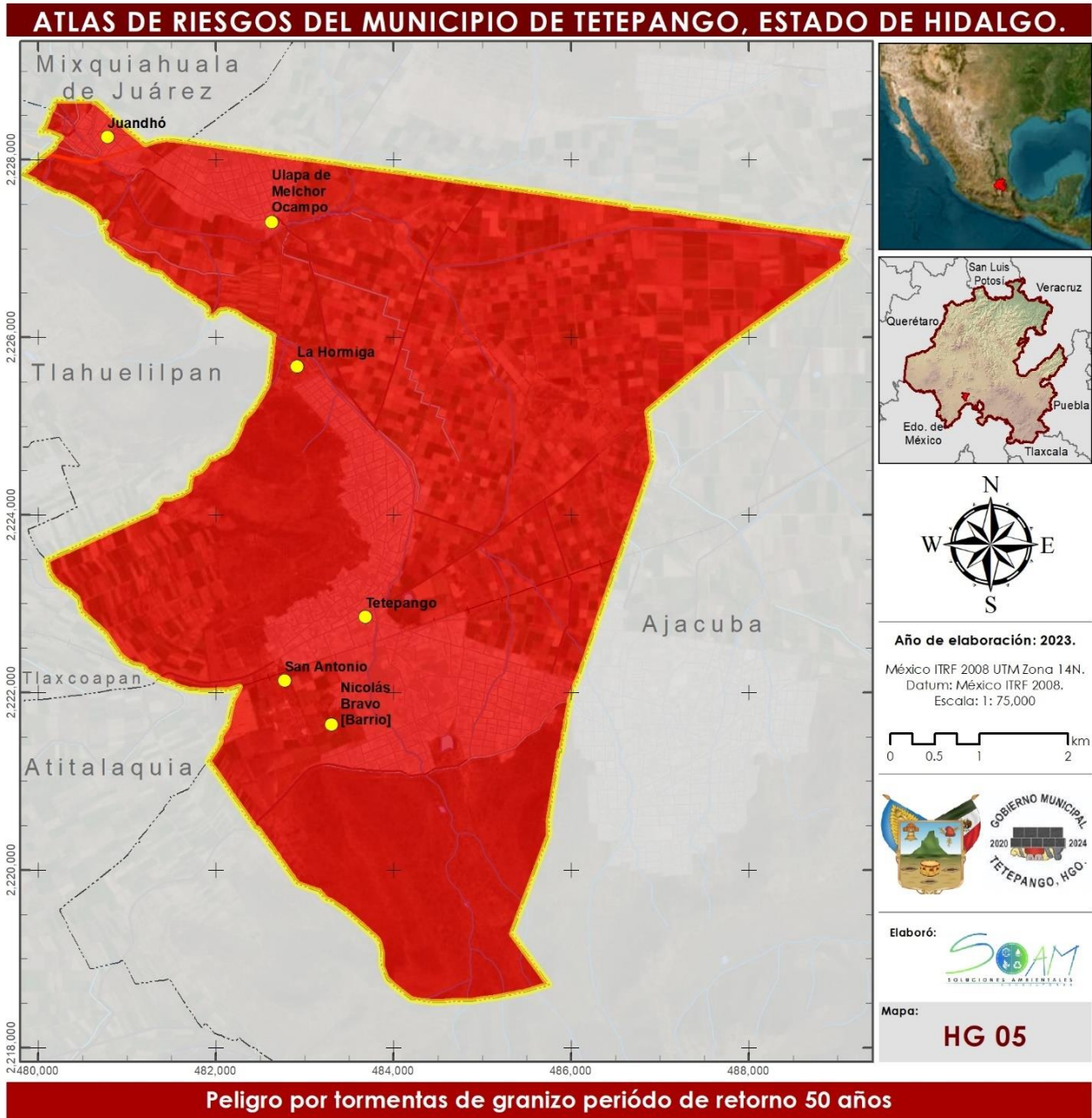


Figura II.52. Grado de Peligro por Granizada en un Periodo de Retorno de 50 Años.

II.2.6. Tormentas de nieve.

1. Antecedentes.

La nevada es una forma de precipitación que consiste en la caída de agua en estado sólido, en forma de pequeños cristales de hielo, que caen individualmente o agrupándose en copos de nieve. Para que se forme el meteoro es necesario que en el ambiente exista una alta concentración de humedad en la atmósfera y una temperatura inferior a los 0°C (Organización Meteorológica Mundial , 2012).

En México, las nevadas se presentan principalmente en las partes altas de las montañas y en ocasiones llegan a los valles altos, donde la caída de nieve puede ocasionar severos daños, dependiendo de la intensidad y de los sitios donde ocurra, por ejemplo, en las ciudades genera problemas al tránsito vehicular y retraso en las operaciones aéreas, mientras que en el campo dificulta las actividades al aire libre y, en ocasiones, el colapso de los techos de las viviendas endebles.

Por otra parte, este fenómeno es importante para la recarga de los glaciares, debido a que la nieve refleja una mayor cantidad de radiación solar que cualquier otra superficie y, desde el punto de vista hidrológico, se utiliza como depósitos de agua (CENAPRED, 2012).

2. Resultados.

Dentro del territorio del municipio de Tetepango no se han registrado nevadas, por lo cual se considera que el peligro de este fenómeno para el municipio es nulo.

II.2.7. Ciclones tropicales.

1. Antecedentes.

Un ciclón tropical es un sistema giratorio, organizado por nubes y tormentas que se origina sobre aguas tropicales o subtropicales, posee un centro de circulación cerrado en los niveles bajos de la atmósfera. Estos rotan en contra de las manecillas del reloj en el hemisferio norte y al contrario en el sur (SNM, 2013).

Conforme a la escala de Saffir-Simpson (Tabla II.38) los daños pueden ser mínimos; desde solo afectar vegetación, muelles, causar inundaciones en carreteras y daños no estructurales en las casas o hasta de grado catastrófico en el caso de huracanes categoría 5 con acciones como derrumbes de techos, derribamiento de árboles, erosión e inundaciones.



El estado de Hidalgo por su posición geográfica, es propenso a ser afectado por estos fenómenos naturales, debido a su cercanía al Golfo de México. Algunos de los ciclones tropicales que han afectado al estado de Hidalgo se presentan en la Tabla II.39.

Tabla II.38 Daño potencial de acuerdo a Saffir-Simpson.

Categoría	Presión Central (mb)	Vientos (km/h)	Descripción de daños posibles
Perturbación tropical	1008.1 a 1010	-----	Ligera circulación de vientos
Depresión tropical	1004.1 a 1008	Hasta 62	Daños localmente destructivos
Tormenta tropical	985.1 a 1004	63 -118	Efectos destructivos.
Huaracan categoría 1	980.1 a 985	119 -153	Potencial Mínimo. Ningún daño efectivo a los edificios. Daños principalmente a casas rodantes no ancladas, arbustos, follaje y árboles. Daños a señales pobremente construidas. Algunas inundaciones de carreteras costeras mayormente bajas y daños discretos en los muelles. Ciertas embarcaciones pequeñas son arrancadas de sus amarres en fondeaderos expuestos.
Huaracan categoría 2	965.1 a 980	154 -177	Potencial Moderado. Daños considerables a arbustos y a follaje de árboles, llegando en ocasiones al derribo. Daño extenso a señales pobremente construidas. Ciertos daños en los techos de casas, puertas y ventanas. Daño grave a casas rodantes. Carreteras costeras inundadas de 2 a 4 h antes de la entrada del centro del huracán. Daño considerable a muelles, inundación de marinas. Las pequeñas embarcaciones en fondeadores sin protección rompen amarros. Evacuación de residentes que viven en la línea de costa
Huaracan categoría 3	945.1 a 965	178 -208	Potencial Extensivo. Follaje arrancado de los árboles; árboles altos derribados. Destrucción de prácticamente todas las señales pobremente construidas. Ciertos daños en los techos de casas, puertas y ventanas. Algunos daños estructurales en pequeñas residencias. Destrucción de casas rodantes. Las inundaciones cerca de la costa destruyen las estructuras más pequeñas; los escombros flotantes y el embate de las olas dañan a las estructuras mayores cercanas a la costa. Los terrenos planos sobre 1.5 m del nivel del mar, pueden resultar inundados hasta 13 km tierra adentro (o más) desde la costa
Huaracan categoría 4	920.1 a 945	209 -251	Potencial Extremo. Arbustos y árboles derribados; todas las señales destruidas. Daños severos. Daño extenso a los techos de casas, puertas y ventanas. Falla total de techos en residencias pequeñas. Destrucción completa de casas móviles. Terrenos de planicie a 3 m sobre el nivel del mar pueden inundarse hasta 10 km tierra adentro de la costa. Grave daño a la planta baja de estructuras cercanas a la costa por inundación, embate de



Categoría	Presión Central (mb)	Vientos (km/h)	Descripción de daños posibles
			las olas y escombros flotantes. Erosión importante de las playas
Huaracan categoría 5	< 920	> 252	Potencial Catastrófico. Derribamiento de arbustos y árboles, caída total de señales. Daño muy severo y extenso en ventanas y puertas. Falla total de techos en muchas residencias y edificios industriales. Vidrios hechos añicos de manera extensiva en ventanas y puertas. Algunas edificaciones con falla total. Pequeñas edificaciones derribadas o volcadas Destrucción completa de casas móviles. Daños graves en plantas bajas de todas las estructuras situadas a menos de 4.6 m por encima del nivel del mar y a una distancia de hasta 460 m de la costa.

Fuente: Tomado de Atlas Climatológico De Ciclones Tropicales En México (CENAPRED, 2021).

Tabla II.39. Ciclones tropicales que han afectado al estado de Hidalgo.

Año	Ciclón Tropical	Afectaciones
1990	Huracán Diana	Afectó severamente al estado, provocando inundaciones, deslaves, derrumbes, y afectaciones a infraestructura a 36 municipios: Jaltocán, San Felipe Orizatlán, Huejutla, Atlapexco, Huautla, Xochiatipan, Yahualica, Tlanchinol, Molango de Escamilla, Agua Blanca, Ixmiquilpan, Zimapán, Metztlán, Zacualtipán, Tasquillo y Tenango de Doria.
1999	Depresión tropical número 11	Causó inundaciones en gran parte del estado, lo que puso en riesgo hidrológico a varias presas localizadas en la entidad, como es el caso del municipio de Tulancingo de Bravo, donde se registraron cuantiosos daños a las viviendas y demás bienes de la población.
2007	Depresiones Dean y Lorenzo	Afectados 60 municipios del estado en prácticamente todas las regiones.
2013	Huracán Ingrid	Generó derrumbes ocasionando daños en los municipios de la Huasteca, Sierra Alta y Sierra Gorda, además de 4 personas fallecidas.

Fuente: Elaboración propia.

Este fenómeno perturbador no afecta de manera directa al municipio, solo las secuelas de estos fenómenos, principalmente por las lluvias que provocan, por lo cual la población debe de estar informada de las condiciones climatológicas del país, principalmente de la entrada de ciclones por el Golfo



de México, debido a que son los que principalmente afectan el territorio estatal.

El impacto de los ciclones tropicales en el municipio de Tetepango es por la presencia de lluvias intensas que ocasiona inundaciones, por lo que es importante el análisis de dicho fenómeno.

2. Metodología.

Para identificar los ciclones que han pasado por el municipio de Tetepango se optó por recuperar información histórica acerca de este tipo de fenómenos y se consultó el Atlas Nacional de Riesgos y la información del NOAA (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica); para obtener las trayectorias de los ciclones que han afectado al municipio, realizando un análisis estadístico para conocer el nivel de peligro, estableciendo así el comportamiento histórico de los ciclones tropicales que han sido de mayor afectación.

3. Resultados.

Se identificaron las trayectorias de los ciclones tropicales provenientes del Océano Atlántico de 1851 a 2021 y los provenientes del Océano Pacífico de 1949 al 2021. Con base a esta información se localizaron un par de eventos que provenían de océano atlántico, así como uno del océano Pacífico, estos ciclones tropicales llevan por nombre Debby, Janet y Cosme, respectivamente, ninguno de ellos se registró dentro del territorio municipal de Tetepango, ya que las trayectorias de estos se ubican a varios kilómetros de distancia. (Figura II.53).

El municipio de Tetepango no ha sufrido de manera directamente el paso de algún ciclón tropical, de acuerdo al mapa de grado de peligro por presencia de ciclones tropicales el municipio pertenece a una clasificación muy baja.

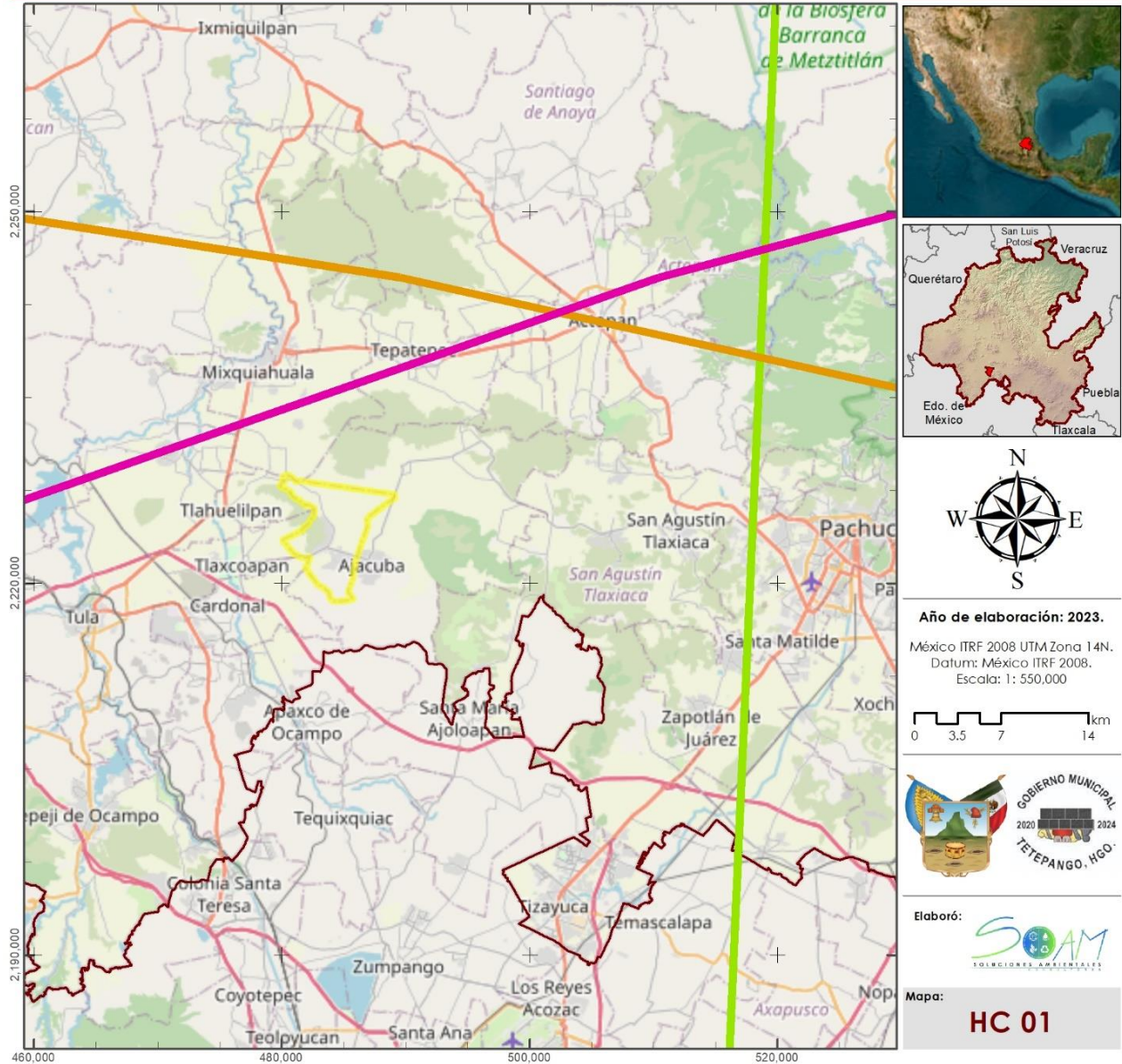
Tabla II.40 Clasificación de Ciclones Tropicales.

NOMBRE	CLASIFICACIÓN	FECHA	VIENTO
DEBBY	Tormenta Tropical	03/sep/1988, 12:00 p.m.	64.82
JANET	Tormenta Tropical	30/sep/1955, 06:00 a.m.	64.82
COSME	Tormenta Tropical	22/jun/1989, 12:00 p.m.	74.08

Fuente: Elaboración propia con información del Atlas Nacional de Riesgos.



ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Mapa de Ciclones Tropicales.

Simbología

Marco Geoestadístico.	Simbología Temática
Estado de Hidalgo	Ciclones Tropicales
Límite Municipal	Debby
	Janet
	Cosme

Fuentes:
 Marco Geoestadístico del INEGI 2022.
 Programa Busca Ciclones, CENAPRED, 2017.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
 Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura II.53 Mapa de Ciclones Tropicales.

II.2.8. Tormentas eléctricas.

1. Antecedentes.

El fenómeno tormenta eléctrica surge cuando empiezan a formarse rayos en La superficie de alguna región de forma constante y prolongada durante un período de tiempo, dichas descargas se deben al aumento del potencial eléctrico entre la superficie de la tierra y las nubes.

CENAPRED las define como intensas descargas de electricidad atmosférica manifestadas a través de un rayo y un trueno que con frecuencia se reducen a una breve extensión de kilómetros cuadrados. En general, pueden estar acompañadas de precipitación abundante; sin embargo, existen ocasiones en donde pueden presentarse con nieve o granizo (CENAPRED, 2014).

Por definición el rayo es una descarga electrostática que adquiere una temperatura de 30,000 grados centígrados aproximadamente en una fracción de segundo, es el resultado de la acumulación de cargas positivas y negativas dentro de una nube. Algunas veces el aire caliente provoca que un rayo se expanda rápidamente, produciendo una onda de choque que llega en forma de sonido llamado trueno, éste viaja hacia fuera y en todas direcciones desde el mismo rayo y su manifestación visible es el relámpago.

Las consecuencias derivadas de este fenómeno pueden darse de manera directa o indirecta y van desde daños y pérdidas de la Infraestructura (principalmente eléctrica), hasta lesiones superficiales y en el peor de los casos muertes humanas o de ganado.

Dentro de la infraestructura que puede resultar afectada por los rayos son todos los equipos electrónicos en viviendas e industrias y daños o pérdidas de infraestructura pública (Naranjo, 2010).

En México, las tormentas eléctricas ocurren con mayor frecuencia entre los meses de mayo a octubre, y durante las tardes o noches, siendo 30 el promedio anual de días con tormenta y el máximo de 100 sobre las sierras y el sistema volcánico transversal.

2. Metodología

Con información de las 14 estaciones meteorológicas seleccionadas, se analizaron los datos de días con tormentas, se realizó la suma anual de los datos y se obtuvo un promedio de ocurrencia para cada estación.

Se realizó un análisis de frecuencia, para identificar el comportamiento estadístico de los días con tormenta, mediante diferentes distribuciones de probabilidad, con el fin de estimar y predecir la ocurrencia de los eventos. El análisis de frecuencia para cada una de las estaciones, se realizó aplicando las siguientes distribuciones:



- Pearson III o Gamma 3P
- Exponencial 2p
- Gamma 2P
- Log Normal 3P
- Gumbel

Se seleccionó la distribución que presentó el menor error estándar de ajuste (EEA), con la cual se calcularon los valores para los periodos de retorno de 5, 10, 25 y 50, años.

La información de cada una de las estaciones meteorológicas se interpoló mediante el método IDW (ponderación de distancia inversa), para obtener una imagen ráster de la distribución del fenómeno sobre la superficie del municipio.

Por último, el ráster obtenido para cada uno de los periodos de retorno se clasificó de acuerdo con los valores de la Tabla II.41, obteniendo así los distintos grados de susceptibilidad por tormentas eléctricas para el municipio.

Tabla II.41 Categorías de días con tormentas eléctricas.

Valor	Grado de peligro	
0	1	Muy Bajo
1 - 9	2	Bajo
10 - 19	3	Medio
20-29	4	Alto
> = 30	5	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia con información de CENAPRED, 2012.

3. Resultados.

Las 14 estaciones meteorológicas cercanas al municipio, que se eligieron para realizar el análisis de días con tormentas eléctricas; se obtuvo el promedio por tormentas al año, el cual se muestra en la Tabla II.32.

Tabla II.42 Promedio de Tormentas eléctricas.

Estación	Nombre	X	Y	Altitud	Tormentas al año
13018	Mixquiahuala (SMN)	477511	2236882	2000	2.59
13025	Progreso	487257	2222430	2100	2.73
13060	Actopan	504376	2240840	1955	12.83
13068	El Salto	470322	2204402	2174	7.79
13075	Jasso	465248	2210409	2064	25.43
13080	Presa Endho	462901	2228673	2040	4.22
13084	Presa Requena	467366	2207517	2109	2.91
13090	Río Salado	473389	2232561	2000	4.87
13092	Tula (SMN)	477511	2236882	2000	8.58
13111	Ajacuba	487257	2222430	2100	7.00
13128	San Agustín Tlaxiaca OCAVM	511989	2224577	2355	7.80



Estación	Nombre	X	Y	Altitud	Tormentas al año
13131	Santiago Tlajomulco	508631	2209790	2430	0.10
15028	El Tajo-Túnel Viejo-	486770	2201372	2229	12.04
15274	Nopala	498755	2204598	2380	6.91

Fuente: Elaboración propia, con información del SMN.

Del análisis de frecuencia realizado a las estaciones, aplicando los métodos de distribución antes mencionados, se seleccionó la distribución que presentó un menor EEA; en la siguiente tabla se resumen los métodos y el EEA obtenido en cada una de las estaciones seleccionadas (Tabla II.43).

Tabla II.43 Error Estándar de Ajuste de Tormentas Eléctricas.

Estación	Nombre	Método	EEA
13018	Mixquiahuala (SMN)	Pearson III o Gamma 3P	1.86
13025	Progreso	Pearson III	1.48
13060	Actopan	Exponencial de 2 parámetros	3.23
13068	El Salto	Exponencial de 2 parámetros	4.55
13075	Jasso	Exponencial de 2 parámetros	5.14
13080	Presa Endho	Gamma 2P	3.42
13084	Presa Requena	Log Normal 3P	4.93
13090	Río Salado	Gamma 2P	3.65
13092	Tula (SMN)	Gumbel	1.67
13111	Ajacuba	Exponencial de 2 parámetros	4.67
13128	San Agustín Tlaxiaca OCAVM	Exponencial de 2 parámetros	2.45
13131	Santiago Tlajomulco	Exponencial de 2 parámetros	0.21
15028	El Tajo-Túnel Viejo-	Exponencial de 2 parámetros	5.20
15274	Nopala	Exponencial de 2 parámetros	7.14

Fuente: Elaboración propia.

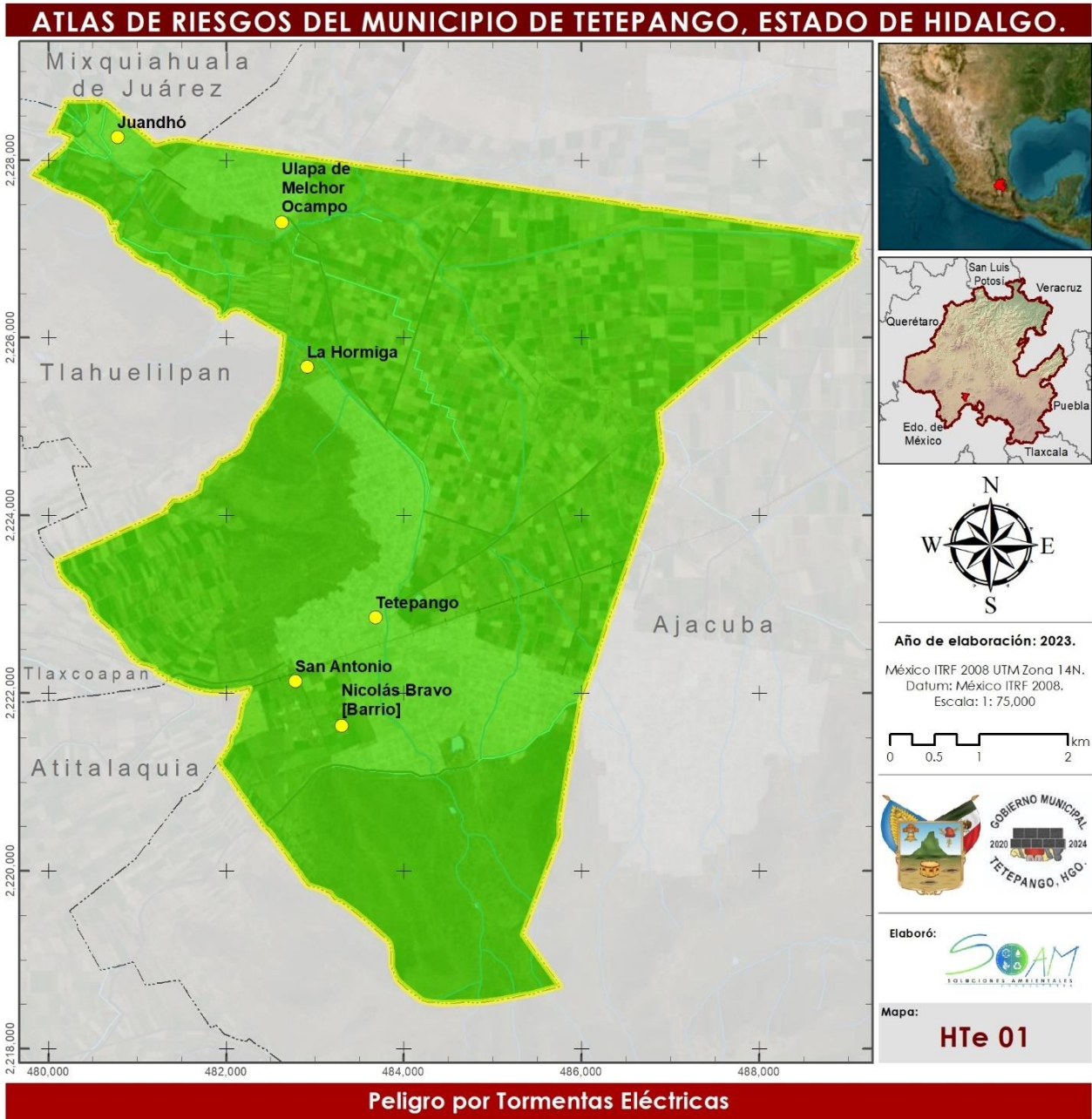
Con la información del promedio de días con tormentas al año se generó el mapa de la Figura II.14, el cual presenta un riesgo de tormenta bajo, para todo el municipio.

El periodo de retorno a 5 años, representado en la Figura II.55, presenta un grado de peligro medio para el total del municipio.

Para el periodo de retorno de 10 años, se presenta un aumento en la ocurrencia de las tormentas eléctricas, presentándose un grado de peligro alto para la mayor parte del municipio y una reducida área de peligro medio en la parte noroeste del municipio (Figura II.56).

En el periodo de retorno de 25 años la mayor parte de la superficie del municipio presenta un grado de peligro muy alto, con una diminuta zona de peligro alto en la parte noroeste del municipio (Figura II.57).

Para el periodo de retorno de 50 años (Figura II.58), la totalidad del territorio municipal presenta un grado de peligro muy alto.

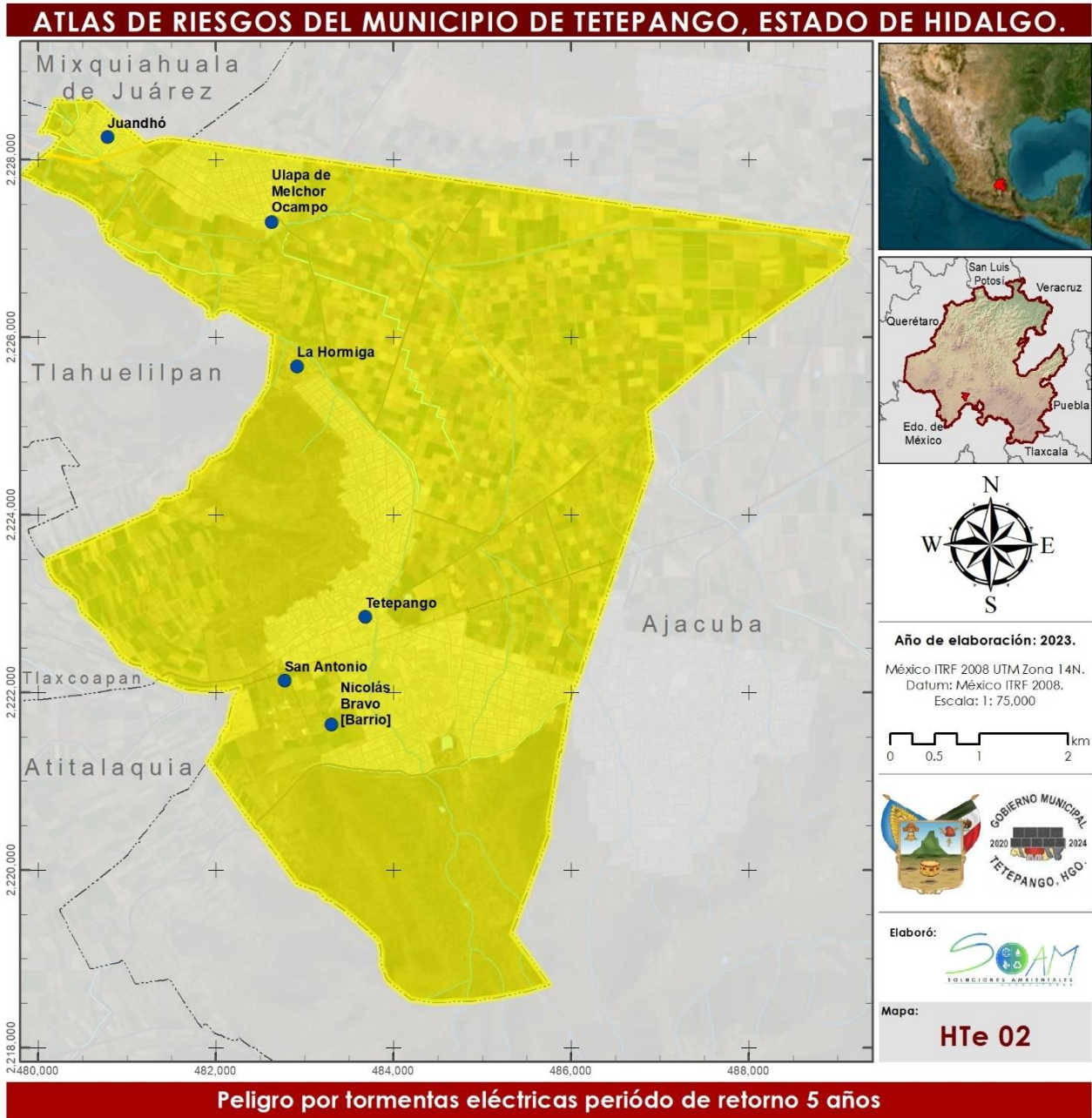


Fuentes:
Marco Geostadístico del INEGI, 2022.
Datos meteorológicos del SMN

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GS User Community

Figura II.54. Peligro por Tormentas Eléctricas.

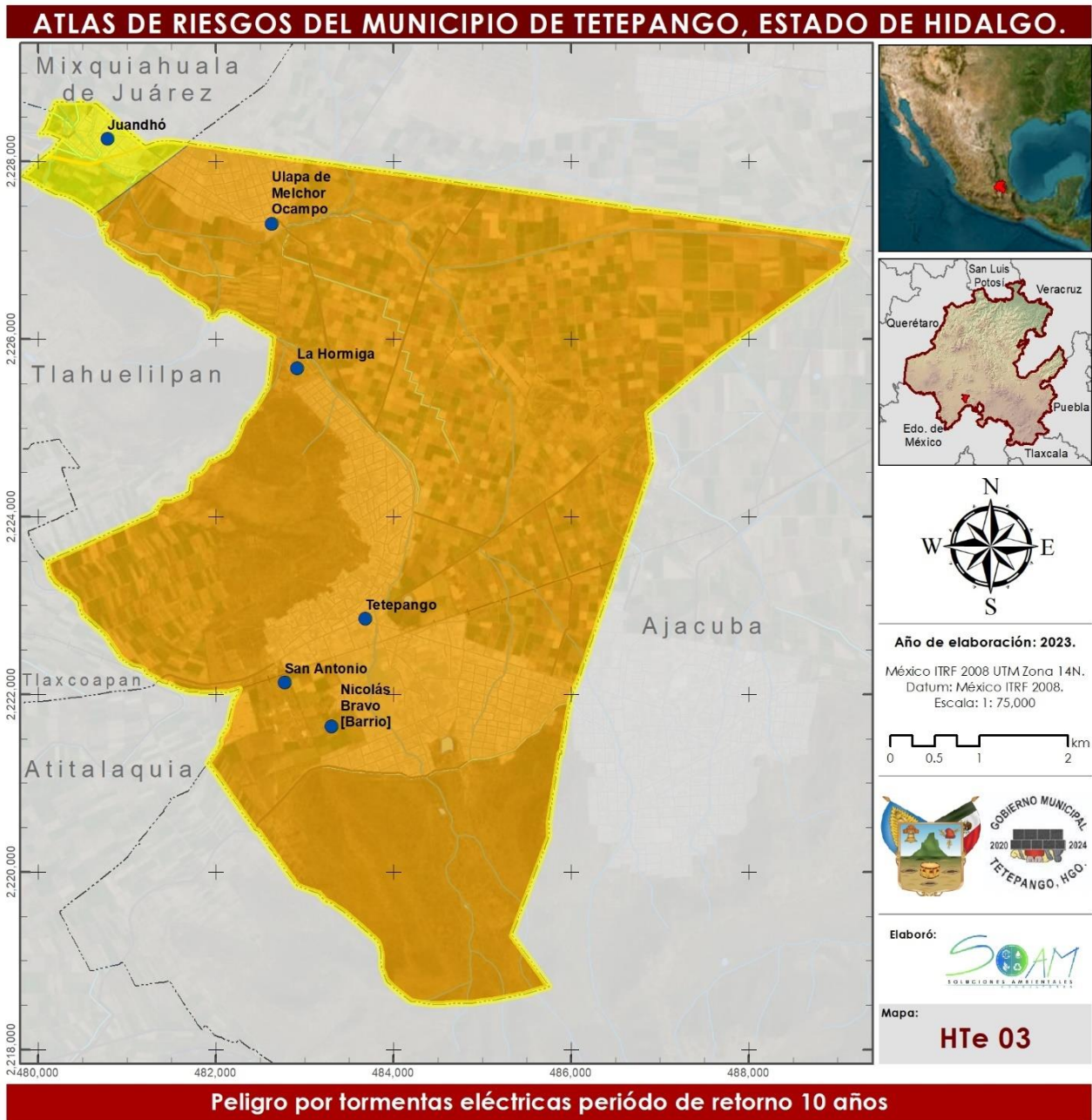


Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Datos Meteorológicos del SMN

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GS User Community

Figura II.55. Grado de Peligro por Tormentas, Período de Retorno 5 Años.

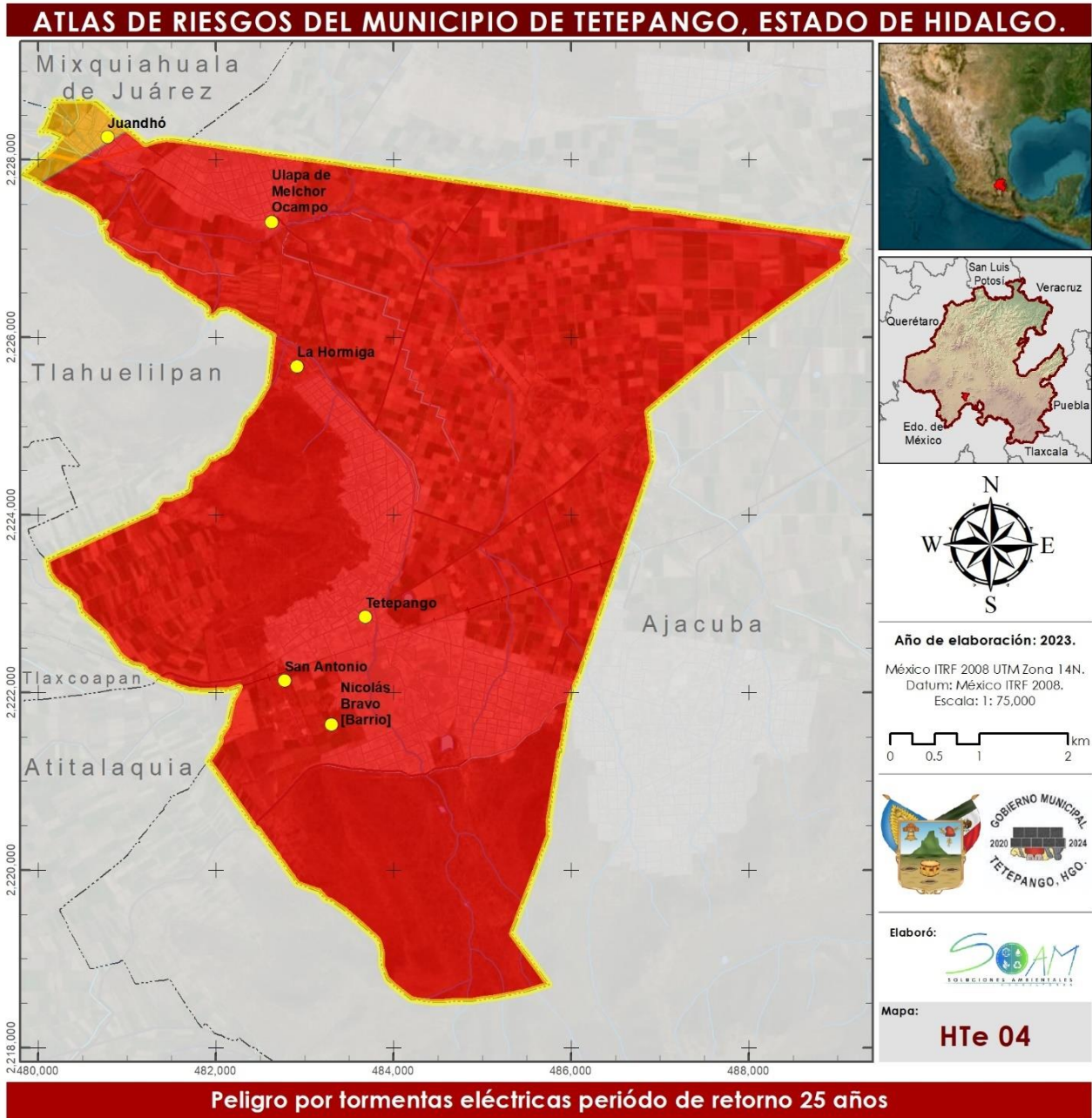


Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Datos Meteorológicos del SMN

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GS User Community

Figura II.56. Grado de Peligro por Tormentas, Periodo de Retorno 10 Años.

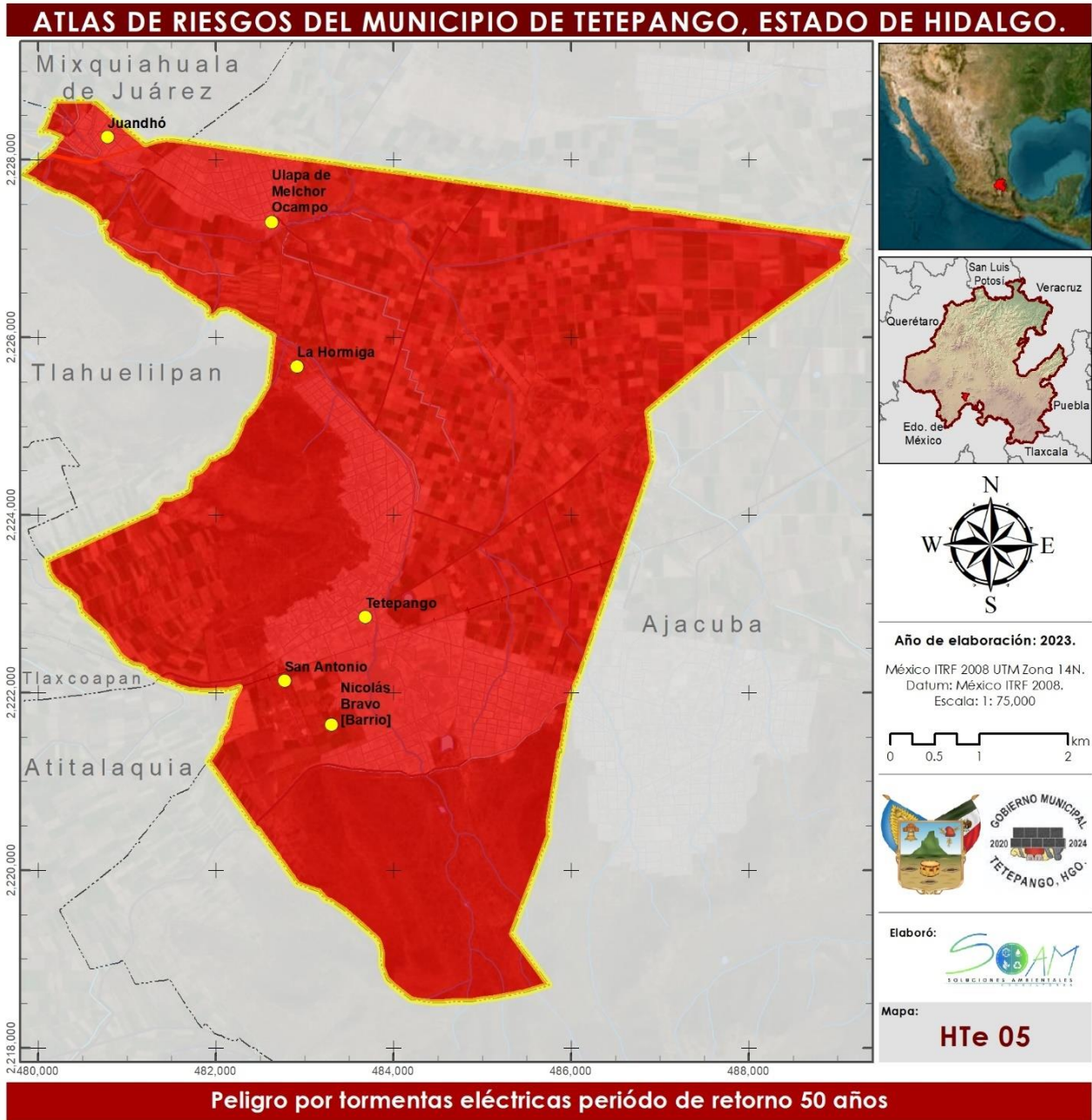


Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Datos Meteorológicos del SMN

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GS User Community

Figura II.57. Grado de Peligro por Tormentas, Período de Retorno 25 Años.



Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Datos Meteorológicos del SMN

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GS User Community

Figura II.58. Grado de Peligro por Tormentas, Período de Retorno 50 Años.

II.2.9. Vientos fuertes y tornados.

1. Antecedentes.

El viento se define como el movimiento de aire presente en la superficie terrestre, cuyo desplazamiento es en su mayoría horizontal, originado por la diferencia de presión entre puntos de determinado territorio, lo que ocasiona una tendencia al equilibrio desplazando las masas de aire para rellenar las zonas de más baja presión. Conforme la diferencia de presión sea mayor la fuerza del viento aumenta.

La Coordinación Nacional de Protección Civil en el año 2017 considera a los vientos fuertes como una problemática por atender debido a que dañan las edificaciones y viviendas de la población, pueden convertirse en tornados, por lo cual menciona la importancia de implementar acciones y medidas de prevención ante este tipo de fenómenos de origen natural.

Un tornado es la perturbación atmosférica más violenta en forma de vórtice, el cual aparece en la base de una nube de tipo cumuliforme (CENAPRED, 2021).

Del año 2000 al 2012 Macías (2013), realizó un registro de ocurrencias de tornados con un total de 126 durante este periodo. Para el estado de Hidalgo, el número asociado a la ocurrencia fue de 3 a 4 tornados. De acuerdo con la información del Atlas Nacional de Riesgo, la presencia de tornados en el municipio es nula.

2. Metodología.

Se recopiló información de los últimos 30 años de la velocidad del viento a 10 m de altura, así como la máxima velocidad del viento registrada.

El CENAPRED para evaluar los vientos fuertes y tornados, propone la escala de Fujita para tornados (Tabla II.44), misma que se utilizó para evaluar el grado de peligro por vientos fuertes y tornados.

Tabla II.44 Escala propuesta por CENAPRED de Fujita para tornados 1971.

Escala	Denominación de Intensidad	Velocidad del Viento	Descripción
F0	Vendaval	60-100	Daños en chimeneas, rotura de ramas, árboles pequeños rotos, daños en señales y rótulos.
F1	Tornado moderado	100-180	Desprendimiento de algunos tejados, mueve coches y campers, arranca algunos árboles pequeños.
F2	Tornado importante	180-250	Daños considerables. Arranca tejados y grandes árboles de raíz, casas débiles destruidas, así como objetos ligeros que son lanzados a gran velocidad.



Escala	Denominación de Intensidad	Velocidad del Viento	Descripción
F3	Tornado Severo	250-320	Daños en construcciones sólidas, trenes afectados, la mayoría de los árboles son arrancados.
F4	Tornado Devastador	320-340	Estructuras sólidas seriamente dañadas, estructuras con cimientos débiles arrancadas y arrastradas, coches y objetos pesados arrastrados
F5	Tornado Increíble	420-550	Edificios grandes seriamente afectados o colapsados, coches lanzados a distancias superiores a los 100 metros, estructuras de acero sufren daños.

Fuente: Elaboración propia con información de CENAPRED 2014

3. Resultados.

Se obtuvo la información de velocidad del viento para el municipio de Tetepango, los datos se obtuvieron de POWER Project's Hourly versión 2.0.0 para los años de 1991 a 2021.

Se graficaron los valores promedios mensuales de la velocidad del viento, así como los datos velocidad máxima (Figura II.59). La velocidad del viento es constante durante todos los meses del año, con pocas variaciones, presentándose los mayores vientos en el mes de abril, mientras que los menores se registran en el mes de diciembre.

La velocidad máxima registrada es de 54.43 km/hr, la cual es inferior a 60 km/hr; además, no se tiene registro de la presencia de tornados en el municipio; por lo anterior se considera que el riesgo de peligro para el municipio es bajo.

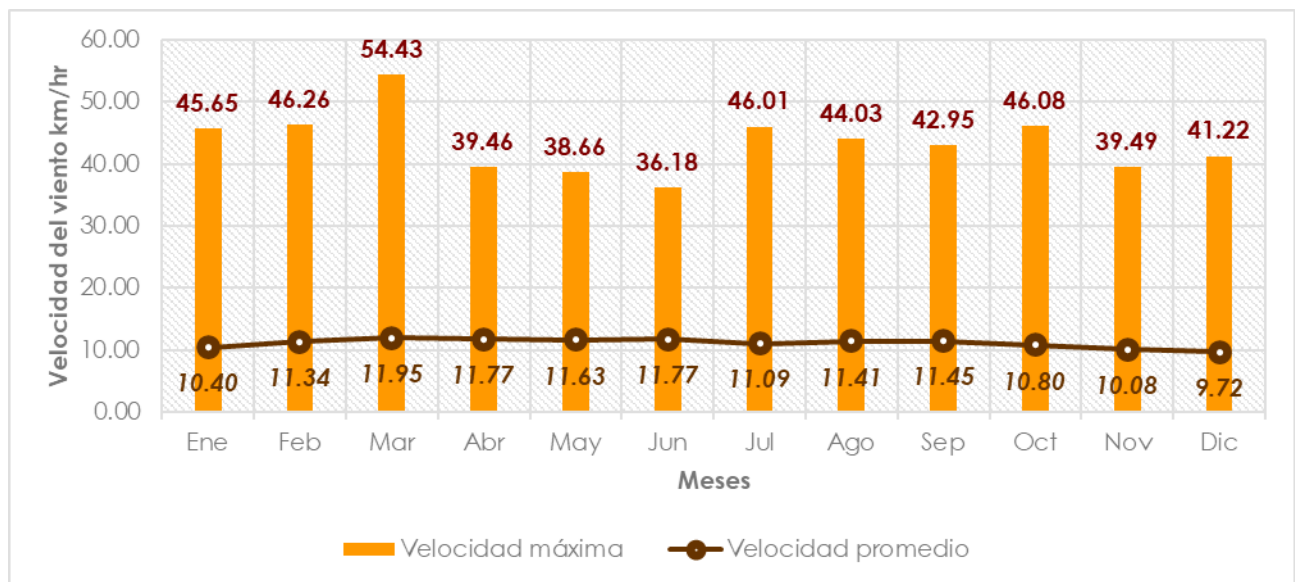


Figura II.59. Velocidades promedio y máximas del viento.

Fuente: Elaboración propia con información de POWER Project's Hourly.



II.2.10. Lluvias extremas.

1. Antecedentes.

Las lluvias es la precipitación de agua, desde las nubes hacia el suelo, esta caída de agua se produce a partir de la condensación del vapor de agua que se encuentra dentro de las nubes y al volverse más pesado cae por efecto de la gravedad hacia el suelo. La lluvia siempre es líquida, es decir, siempre es agua en estado líquido, aunque a veces puede estar acompañada de otros estados como el gaseoso; por ejemplo, con neblina o sólido como es el granizo.

Las lluvias extremas se caracterizan por la precipitación de más de 200 mm en 24 horas, este fenómeno da lugar a inundaciones elevadas, las cuales generan pérdidas económicas tanto en la producción primaria como en industrias, afectan vías de comunicación, infraestructura y viviendas, además el impacto que producen sobre el terreno al arrastrar por escorrentía grandes cantidades de tierra. Las lluvias extraordinarias causan extensas inundaciones que desarticulan los medios de producción de las poblaciones urbanas y rurales (Pacheco, Montilla, & Méndez., 2019).

En esencia, la precipitación por sí sola no es un peligro natural, sin embargo, es uno de los factores principales que puede favorecer la ocurrencia de sequías, inundaciones y peligros naturales tales como: caída de bloques o deslizamiento de laderas.

2. Metodología

Por medio de modelos digitales de elevación se identificaron las cuencas hidrológicas del municipio de Tetepango. Una vez delimitadas las cuencas, se seleccionaron las estaciones meteorológicas cercanas a ellas y que de acuerdo a los polígonos de Thiessen tienen una influencia sobre las cuencas.

De las estaciones seleccionadas se obtuvieron los datos de precipitación máxima y precipitación media.

Se realizó un análisis de frecuencia, para identificar el comportamiento estadístico de los días con lluvias extremas, mediante diferentes distribuciones de probabilidad, con el fin de estimar y predecir la ocurrencia de los eventos. El análisis de frecuencia para cada una de las estaciones, se realizó aplicando las siguientes distribuciones:

- Nash
- Gumbel
- Exponencial con b y x_0
- Normal
- Log Normal 2 parámetros
- Gamma 2 parámetros
- Exponencial con b



Se seleccionó la distribución que presentó el menor error estándar de ajuste (EEA), con la cual se calcularon los valores para los periodos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años.

Se elaboraron las curvas de Intensidad – duración -frecuencia (IDF) y de precipitación. Con estas se obtuvieron los datos de precipitación para distintos periodos de tiempo.

La información de cada una de las estaciones meteorológicas se interpoló mediante el método IDW (ponderación de distancia inversa), para obtener una imagen ráster de la distribución del fenómeno sobre la superficie del municipio.

3. Resultados.

Se tiene identificadas 4 microcuencas de las que es parte el territorio municipal, estas se describen y muestran en el capítulo anterior, en el apartado de cuencas y subcuencas (1.6.5.1 Hidrología superficial.).

Se ubicaron 7 estaciones meteorológicas con información de precipitaciones, las cuales se eligieron para realizar el análisis de lluvias extremas; de cada una de ellas se obtuvo el promedio de precipitación máxima al año, el cual se muestra en la Tabla II.32.

Del análisis de frecuencia realizado de las estaciones aplicando los métodos antes mencionados, seleccionando el método que presento el menor error estándar de ajuste (EEA); en la siguiente tabla se resumen los métodos y el EEA obtenido en cada una de las estaciones (Tabla II.46).

Tabla II.45 Promedio de Lluvias extremas.

Estación	Nombre	X	Y	Altitud	Promedio precipitación máxima
13049	Rancho la Soledad CFE	472113.478	2218884.627	2091	63.73
13073	Ignacio Zaragoza	499822.3172	2225834.017	2084	33.08
13086	Santiago Tezontlale	489727.8233	2229345.033	2080	35.08
13106	Ajacuba (SMN)	487830.8339	2221378.608	2160	49.70
13111	Ajacuba (DGE)	487256.5981	2222430.302	2139	45.19
13131	Santiago Tlajomulco	508630.7671	2209790.335	2430	54.30
13166	Tlahuelilpan	475699.4315	2226005.911	2060	23.94

Fuente: Elaboración propia, con información del SMN.



Tabla II.46 Promedio de Lluvias extremas.

Estación	Nombre	Método	EEA
13049	Rancho la Soledad CFE	Normal	7.81
13073	Ignacio Zaragoza	Normal	10.65
13086	Santiago Tezontale	Nash	7.75
13106	Ajacuba (SMN)	Normal	5.02
13111	Ajacuba (DGE)	Nash	3.57
13131	Santiago Tlajomulco	Nash	2.29
13166	Tlahuelilpan	Exp con B	6.11

Fuente: Elaboración propia, con información del SMN.

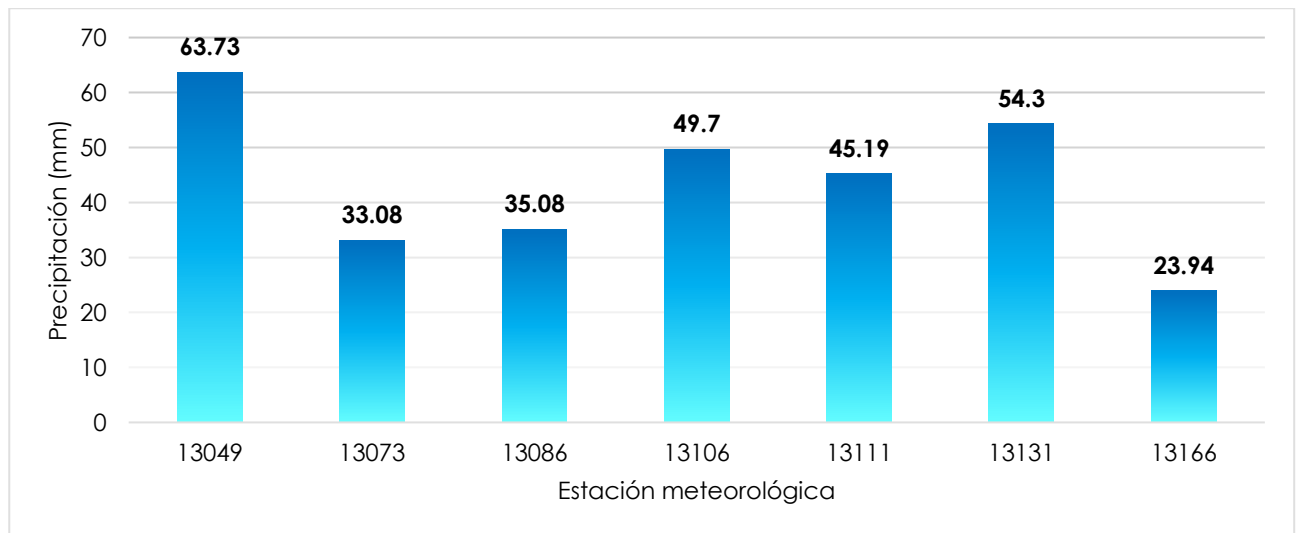


Figura II.60. Precipitaciones máximas promedio.

Fuente: Elaboración propia, con información del SMN.

Con los resultados de los análisis de frecuencia se crearon las gráficas de intensidad duración y frecuencia para cada una de las estaciones meteorológicas.



Tabla II.47. Valores de IDF estación 13049.

Tr/Minutos	Intensidad						
	5	10	20	30	40	50	60
2	180.00	142.29	101.22	79.10	65.19	55.60	48.56
5	196.81	155.58	110.68	86.49	71.28	60.79	53.10
10	209.52	165.63	117.83	92.08	75.88	64.72	56.53
20	222.24	175.69	124.98	97.66	80.49	68.64	59.96
25	226.33	178.92	127.28	99.46	81.97	69.91	61.06
50	239.05	188.97	134.43	105.05	86.57	73.84	64.50
100	251.76	199.03	141.58	110.64	91.18	77.76	67.93
200	264.48	209.08	148.73	116.23	95.78	81.69	71.36
500	281.29	222.37	158.18	123.61	101.87	86.88	75.89
1000	294.01	232.42	165.33	129.20	106.48	90.81	79.32
2000	306.72	242.47	172.49	134.79	111.08	94.74	82.75
5000	323.53	255.76	181.94	142.18	117.17	99.93	87.29

Fuente: Elaboración propia.

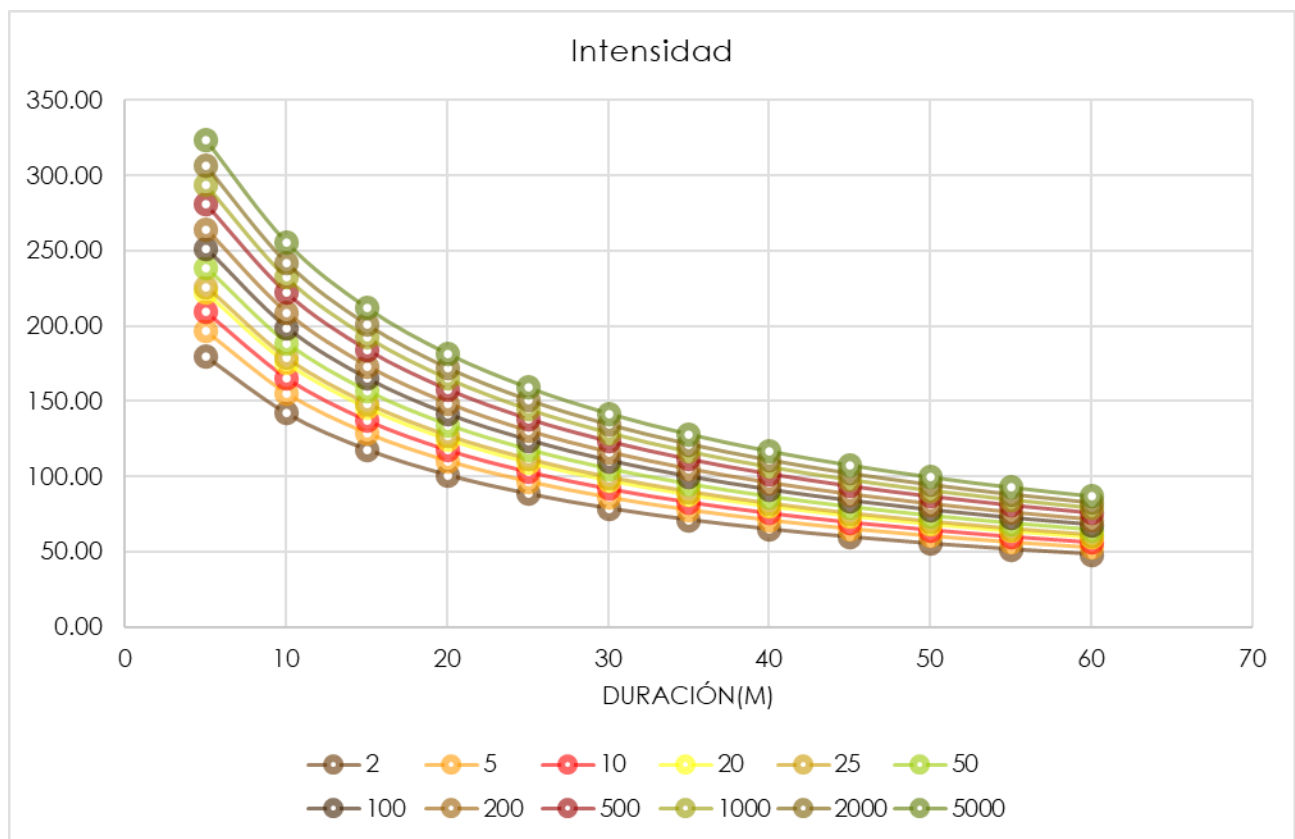


Figura II.61. Curva IDF estación 13049.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla II.48 Valores de precipitación estación 13049.

Precipitación							
Tr/Minutos	5	10	20	30	40	50	60
2	15.00	23.72	33.74	39.55	43.46	46.33	48.56
5	16.40	25.93	36.89	43.24	47.52	50.66	53.10
10	17.46	27.61	39.28	46.04	50.59	53.93	56.53
20	18.52	29.28	41.66	48.83	53.66	57.20	59.96
25	18.86	29.82	42.43	49.73	54.65	58.26	61.06
50	19.92	31.50	44.81	52.53	57.72	61.53	64.50
100	20.98	33.17	47.19	55.32	60.79	64.80	67.93
200	22.04	34.85	49.58	58.11	63.86	68.08	71.36
500	23.44	37.06	52.73	61.81	67.92	72.40	75.89
1000	24.50	38.74	55.11	64.60	70.99	75.67	79.32
2000	25.56	40.41	57.50	67.39	74.06	78.95	82.75
5000	26.96	42.63	60.65	71.09	78.11	83.27	87.29

Fuente: Elaboración propia.

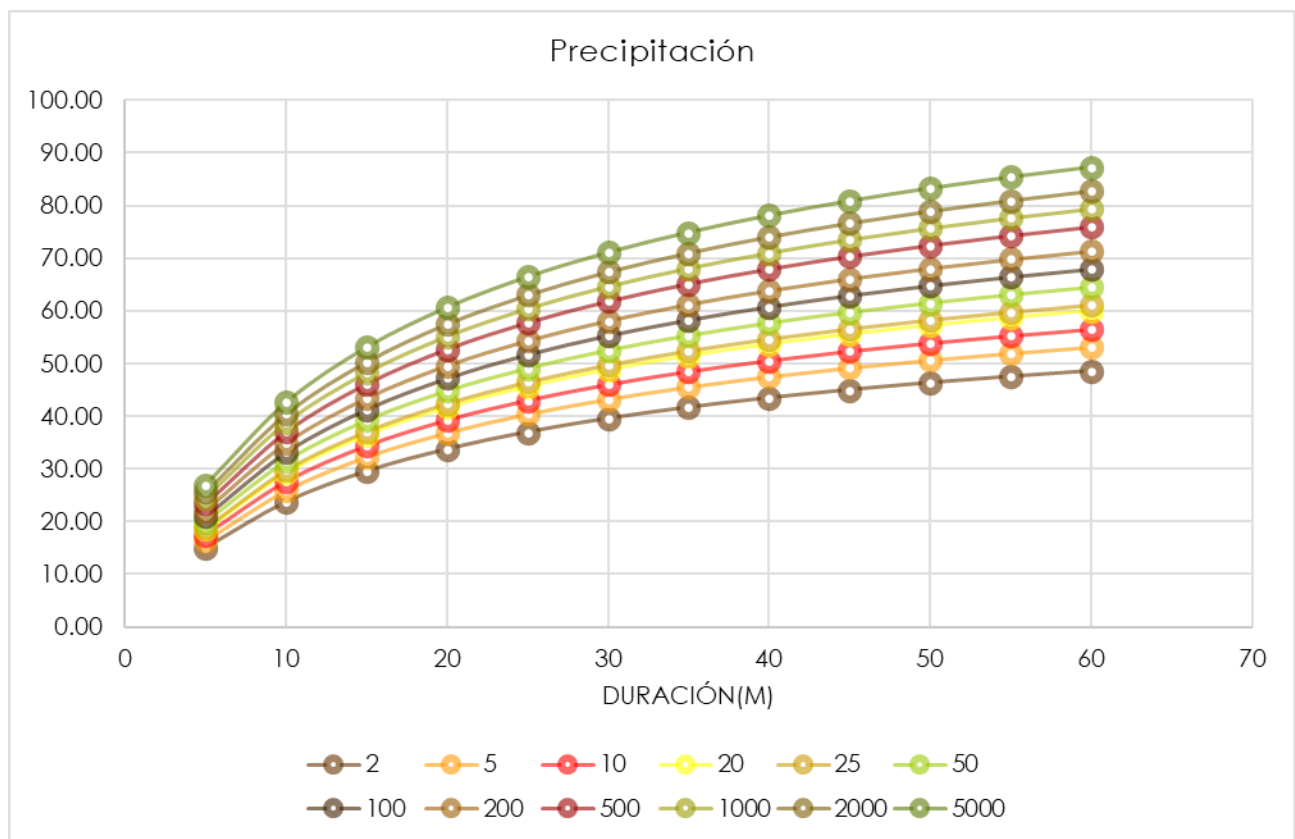


Figura II.62. Curva Precipitación - Duración estación 13049.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla II.49 Valores de IDF estación 13073.

Tr/Minutos	Intensidad						
	5	10	20	30	40	50	60
2	111.35	88.04	62.64	48.96	40.35	34.42	30.07
5	133.75	105.75	75.25	58.81	48.47	41.34	36.11
10	150.70	119.15	84.78	66.26	54.61	46.58	40.69
20	167.64	132.55	94.31	73.71	60.75	51.82	45.27
25	173.10	136.86	97.38	76.11	62.73	53.50	46.74
50	190.04	150.26	106.91	83.56	68.87	58.74	51.31
100	206.99	163.66	116.45	91.01	75.01	63.98	55.89
200	223.94	177.06	125.98	98.46	81.15	69.22	60.46
500	246.34	194.77	138.58	108.31	89.27	76.14	66.51
1000	263.28	208.17	148.12	115.76	95.41	81.38	71.09
2000	280.23	221.57	157.65	123.21	101.55	86.62	75.66
5000	302.63	239.28	170.25	133.06	109.67	93.54	81.71

Fuente: Elaboración propia.

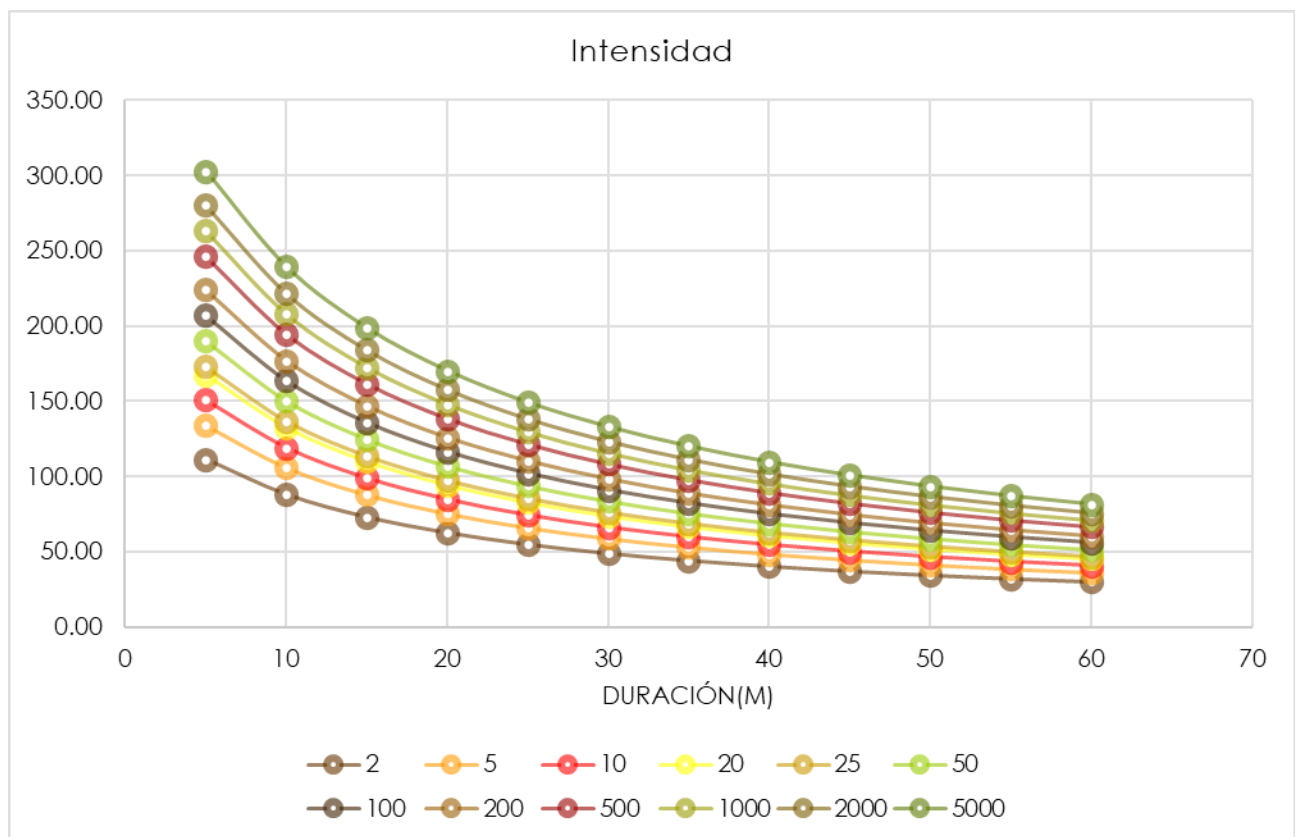


Figura II.63. Curva IDF estación 13073.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla II.50 Valores de precipitación estación 13073.

Tr/Minutos	Precipitación						
	5	10	20	30	40	50	60
2	9.28	14.67	20.88	24.48	26.90	28.68	30.07
5	11.15	17.63	25.08	29.40	32.31	34.45	36.11
10	12.56	19.86	28.26	33.13	36.41	38.82	40.69
20	13.97	22.09	31.44	36.86	40.50	43.18	45.27
25	14.43	22.81	32.46	38.05	41.82	44.59	46.74
50	15.84	25.04	35.64	41.78	45.91	48.95	51.31
100	17.25	27.28	38.82	45.51	50.01	53.32	55.89
200	18.66	29.51	41.99	49.23	54.10	57.68	60.46
500	20.53	32.46	46.19	54.16	59.51	63.45	66.51
1000	21.94	34.70	49.37	57.88	63.61	67.82	71.09
2000	23.35	36.93	52.55	61.61	67.70	72.18	75.66
5000	25.22	39.88	56.75	66.53	73.11	77.95	81.71

Fuente: Elaboración propia.

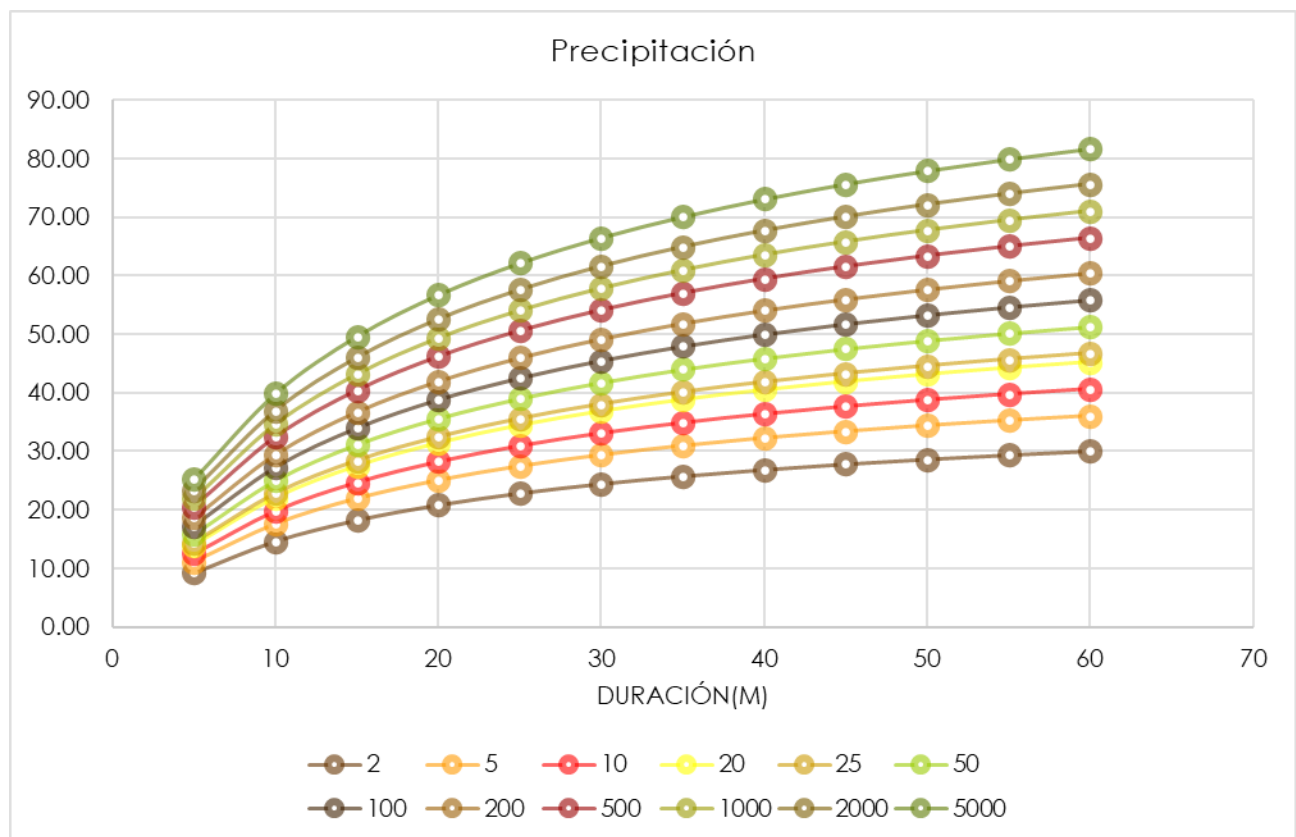


Figura II.64. Curva Precipitación - Duración estación 13073.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla II.51. Valores de IDF estación 13086.

Tr/Minutos	Intensidad						
	5	10	20	30	40	50	60
2	94.57	74.78	53.22	41.59	34.28	29.24	25.55
5	145.44	115.01	81.84	63.97	52.73	44.97	39.29
10	183.93	145.44	103.50	80.90	66.68	56.87	49.68
20	222.41	175.87	125.15	97.82	80.63	68.77	60.08
25	234.80	185.67	132.13	103.27	85.12	72.60	63.43
50	273.29	216.10	153.78	120.20	99.07	84.50	73.82
100	311.77	246.53	175.44	137.12	113.02	96.40	84.22
200	350.26	276.96	197.09	154.05	126.98	108.30	94.61
500	401.13	317.19	225.72	176.43	145.42	124.04	108.36
1000	439.61	347.62	247.37	193.35	159.37	135.94	118.75
2000	478.10	378.06	269.03	210.28	173.32	147.84	129.15
5000	528.97	418.28	297.66	232.65	191.77	163.57	142.89

Fuente: Elaboración propia.

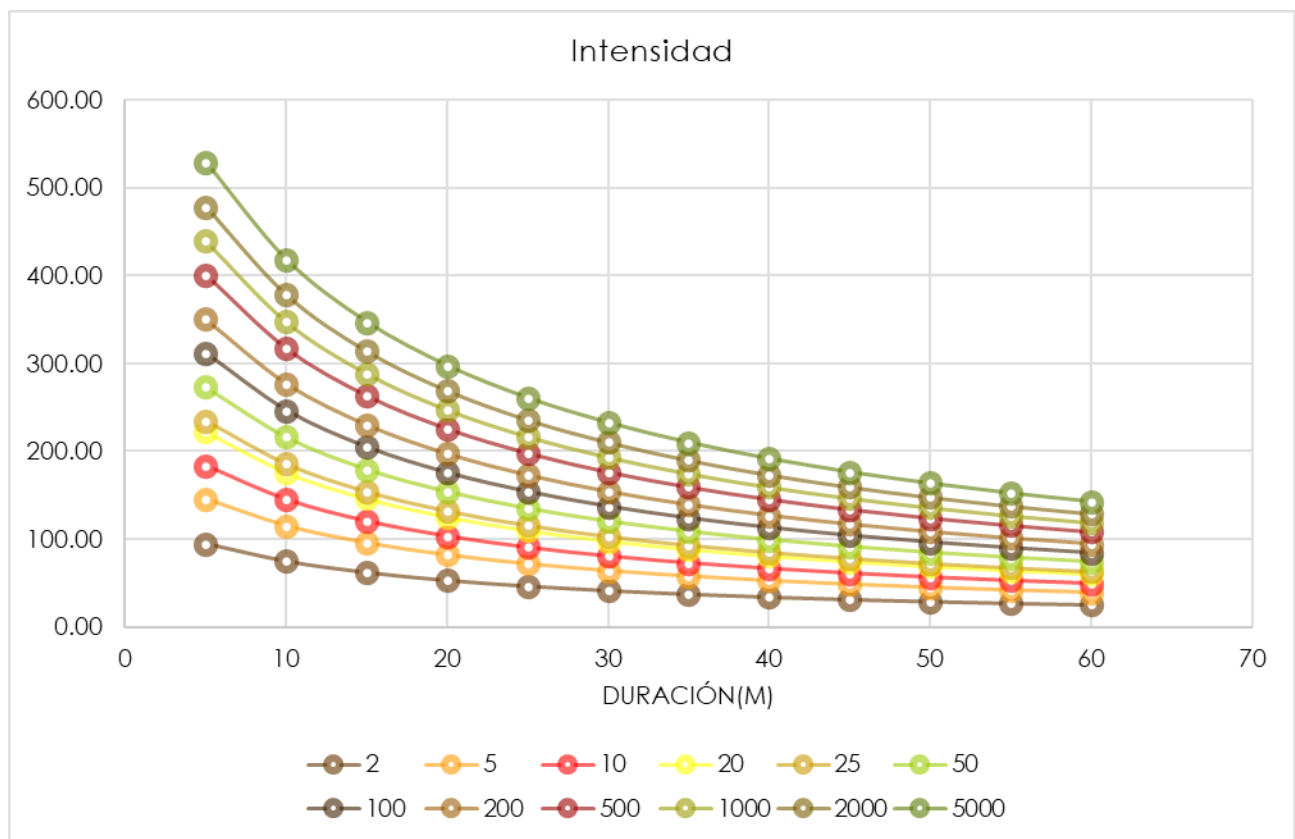


Figura II.65. Curva IDF estación 13086.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla II.52 Valores de precipitación estación 13086.

Tr/Minutos	Precipitación						
	5	10	20	30	40	50	60
2	7.88	12.46	17.74	20.80	22.86	24.37	25.55
5	12.12	19.17	27.28	31.99	35.15	37.48	39.29
10	15.33	24.24	34.50	40.45	44.45	47.40	49.68
20	18.53	29.31	41.72	48.91	53.75	57.31	60.08
25	19.57	30.95	44.04	51.64	56.75	60.50	63.43
50	22.77	36.02	51.26	60.10	66.05	70.42	73.82
100	25.98	41.09	58.48	68.56	75.35	80.34	84.22
200	29.19	46.16	65.70	77.03	84.65	90.25	94.61
500	33.43	52.87	75.24	88.21	96.95	103.36	108.36
1000	36.63	57.94	82.46	96.68	106.25	113.28	118.75
2000	39.84	63.01	89.68	105.14	115.55	123.20	129.15
5000	44.08	69.71	99.22	116.33	127.84	136.31	142.89

Fuente: Elaboración propia.

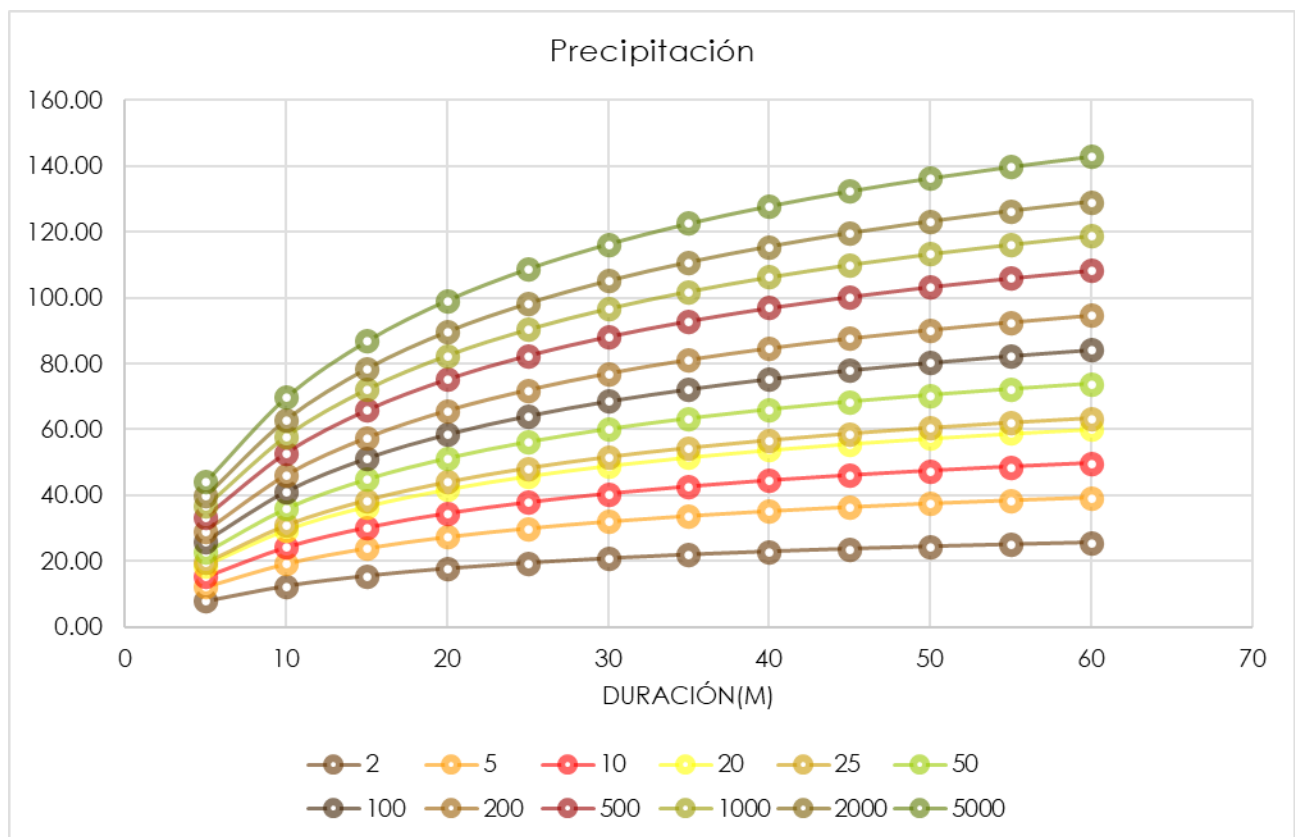


Figura II.66. Curva Precipitación - Duración estación 13086.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla II.53 Valores de IDF estación 13106.

Tr/Minutos	Intensidad						
	5	10	20	30	40	50	60
2	152.82	120.56	85.55	66.76	54.96	46.84	40.89
5	172.87	136.38	96.78	75.52	62.17	52.98	46.25
10	188.04	148.35	105.27	82.14	67.63	57.63	50.31
20	203.21	160.31	113.77	88.77	73.08	62.28	54.37
25	208.09	164.17	116.50	90.90	74.84	63.78	55.68
50	223.26	176.13	124.99	97.53	80.30	68.43	59.73
100	238.43	188.10	133.48	104.16	85.75	73.08	63.79
200	253.60	200.07	141.98	110.78	91.21	77.73	67.85
500	273.65	215.89	153.20	119.54	98.42	83.87	73.22
1000	288.82	227.85	161.69	126.17	103.87	88.52	77.28
2000	303.99	239.82	170.19	132.80	109.33	93.17	81.33
5000	324.04	255.64	181.41	141.56	116.54	99.32	86.70

Fuente: Elaboración propia.

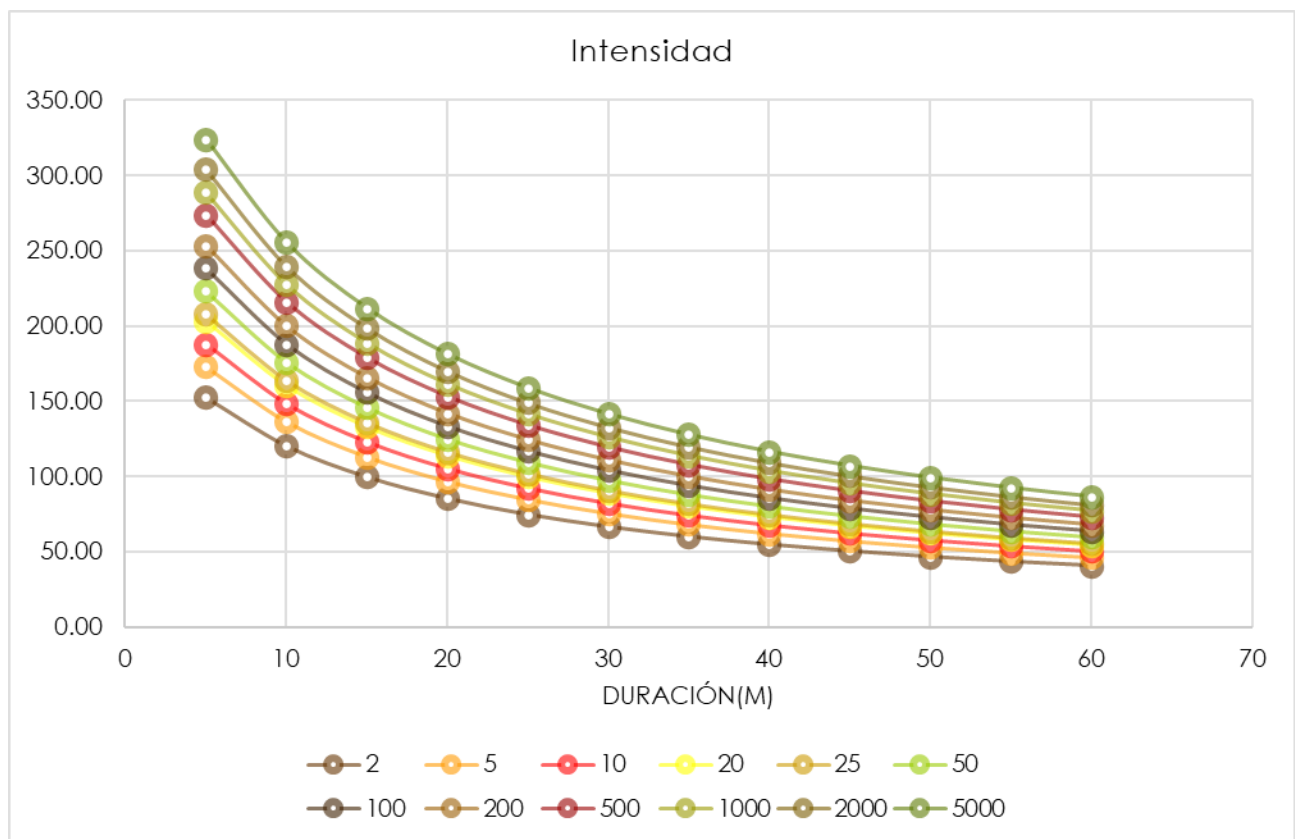


Figura II.67. Curva IDF estación 13106.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla II.54 Valores de precipitación estación 13106.

Tr/Minutos	Precipitación						
	5	10	20	30	40	50	60
2	12.74	20.09	28.52	33.38	36.64	39.03	40.89
5	14.41	22.73	32.26	37.76	41.45	44.15	46.25
10	15.67	24.72	35.09	41.07	45.09	48.03	50.31
20	16.93	26.72	37.92	44.39	48.72	51.90	54.37
25	17.34	27.36	38.83	45.45	49.89	53.15	55.68
50	18.61	29.36	41.66	48.77	53.53	57.02	59.73
100	19.87	31.35	44.49	52.08	57.17	60.90	63.79
200	21.13	33.34	47.33	55.39	60.80	64.77	67.85
500	22.80	35.98	51.07	59.77	65.61	69.89	73.22
1000	24.07	37.98	53.90	63.09	69.25	73.77	77.28
2000	25.33	39.97	56.73	66.40	72.89	77.64	81.33
5000	27.00	42.61	60.47	70.78	77.69	82.76	86.70

Fuente: Elaboración propia.

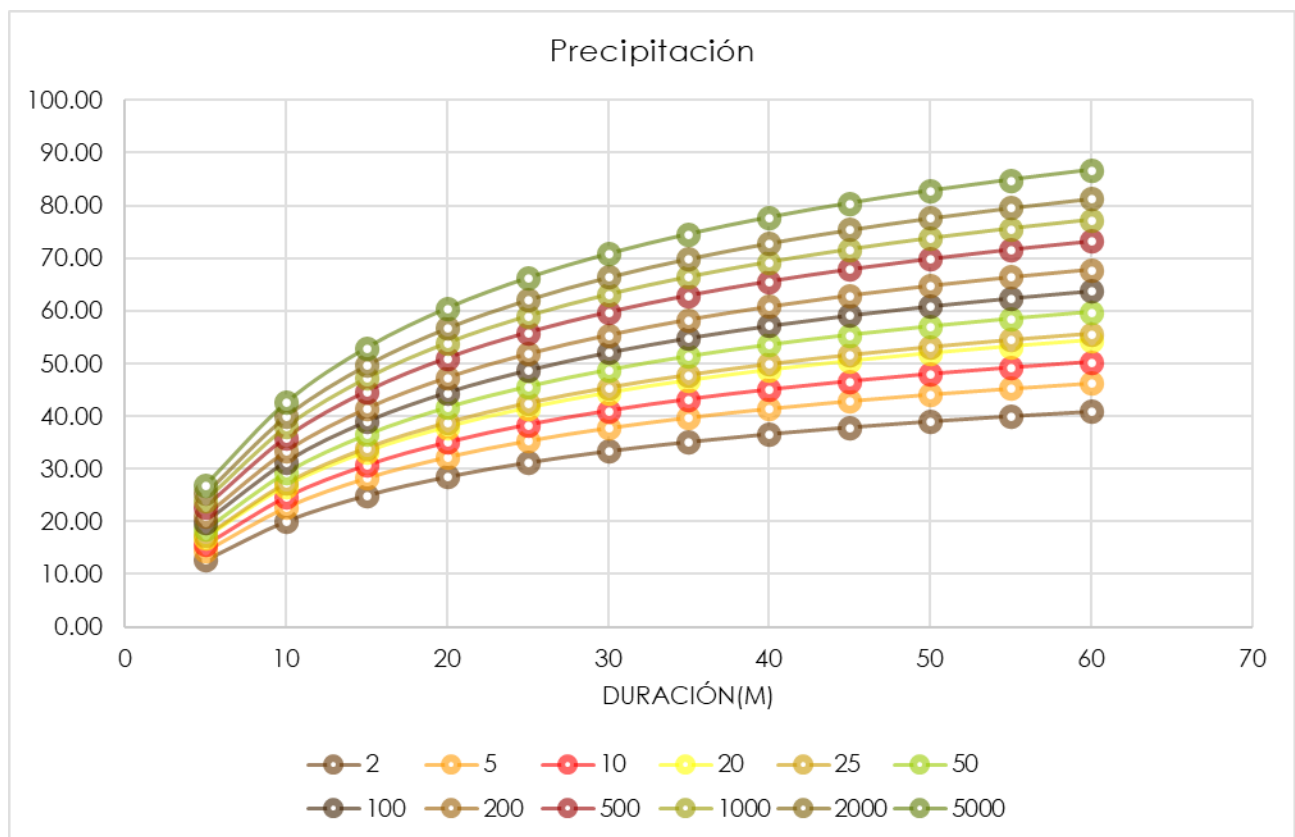


Figura II.68. Curva Precipitación - Duración estación 13106.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla II.55 Valores de IDF estación 13111.

Tr/Minutos	Intensidad						
	5	10	20	30	40	50	60
2	117.95	93.11	66.13	51.63	42.52	36.24	31.64
5	176.86	139.62	99.16	77.41	63.75	54.34	47.45
10	221.43	174.81	124.15	96.92	79.82	68.04	59.40
20	266.00	209.99	149.13	116.42	95.88	81.73	71.36
25	280.34	221.32	157.18	122.70	101.05	86.14	75.21
50	324.91	256.50	182.16	142.21	117.12	99.83	87.16
100	369.48	291.68	207.15	161.72	133.18	113.52	99.12
200	414.04	326.86	232.14	181.22	149.25	127.22	111.08
500	472.96	373.37	265.17	207.01	170.48	145.32	126.88
1000	517.52	408.56	290.16	226.52	186.55	159.01	138.84
2000	562.09	443.74	315.14	246.02	202.61	172.70	150.79
5000	621.00	490.25	348.17	271.81	223.85	190.81	166.60

Fuente: Elaboración propia.

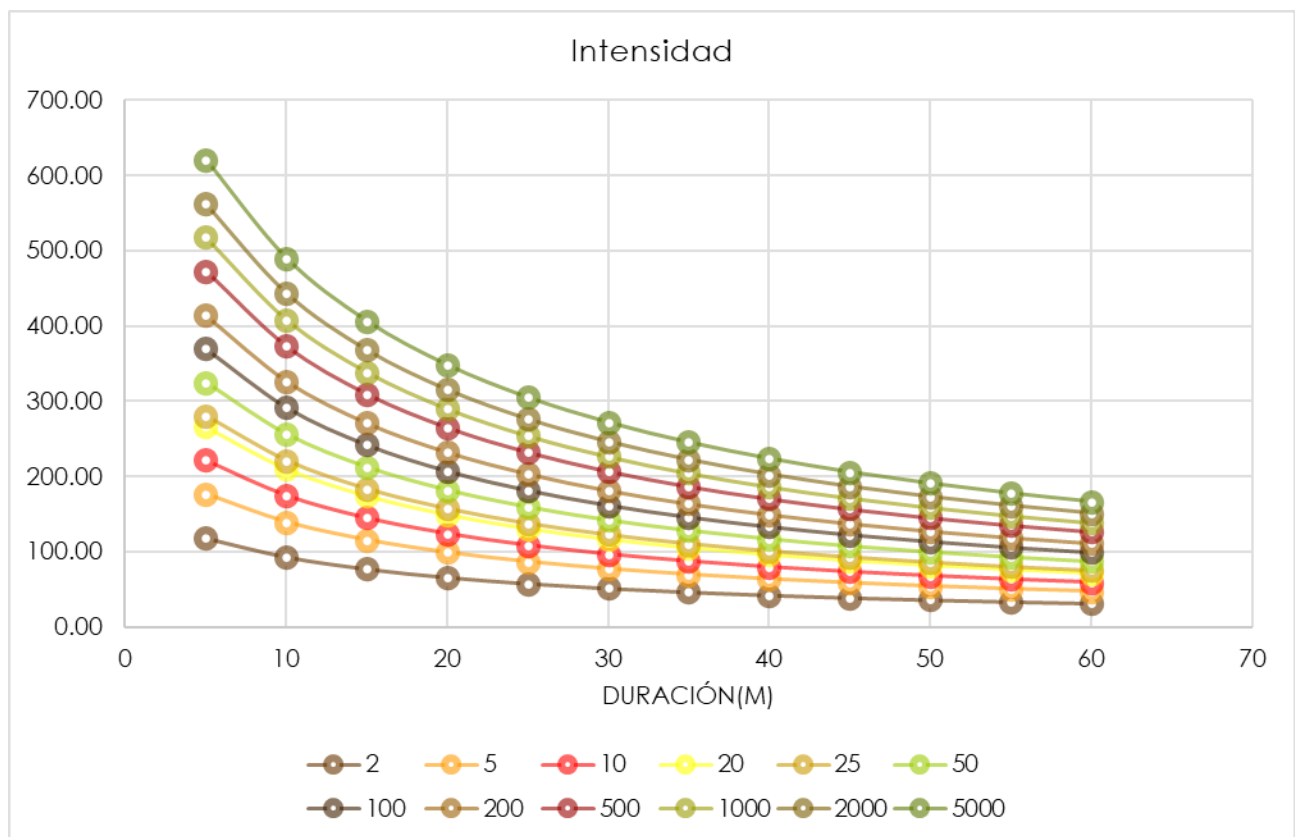


Figura II.69. Curva IDF estación 13111.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla II.56 Valores de precipitación estación 13111.

Tr/Minutos	Precipitación						
	5	10	20	30	40	50	60
2	9.83	15.52	22.04	25.81	28.34	30.20	31.64
5	14.74	23.27	33.05	38.71	42.50	45.29	47.45
10	18.45	29.13	41.38	48.46	53.21	56.70	59.40
20	22.17	35.00	49.71	58.21	63.92	68.11	71.36
25	23.36	36.89	52.39	61.35	67.37	71.78	75.21
50	27.08	42.75	60.72	71.11	78.08	83.19	87.16
100	30.79	48.61	69.05	80.86	88.79	94.60	99.12
200	34.50	54.48	77.38	90.61	99.50	106.01	111.08
500	39.41	62.23	88.39	103.50	113.65	121.10	126.88
1000	43.13	68.09	96.72	113.26	124.36	132.51	138.84
2000	46.84	73.96	105.05	123.01	135.07	143.92	150.79
5000	51.75	81.71	116.06	135.90	149.23	159.00	166.60

Fuente: Elaboración propia.

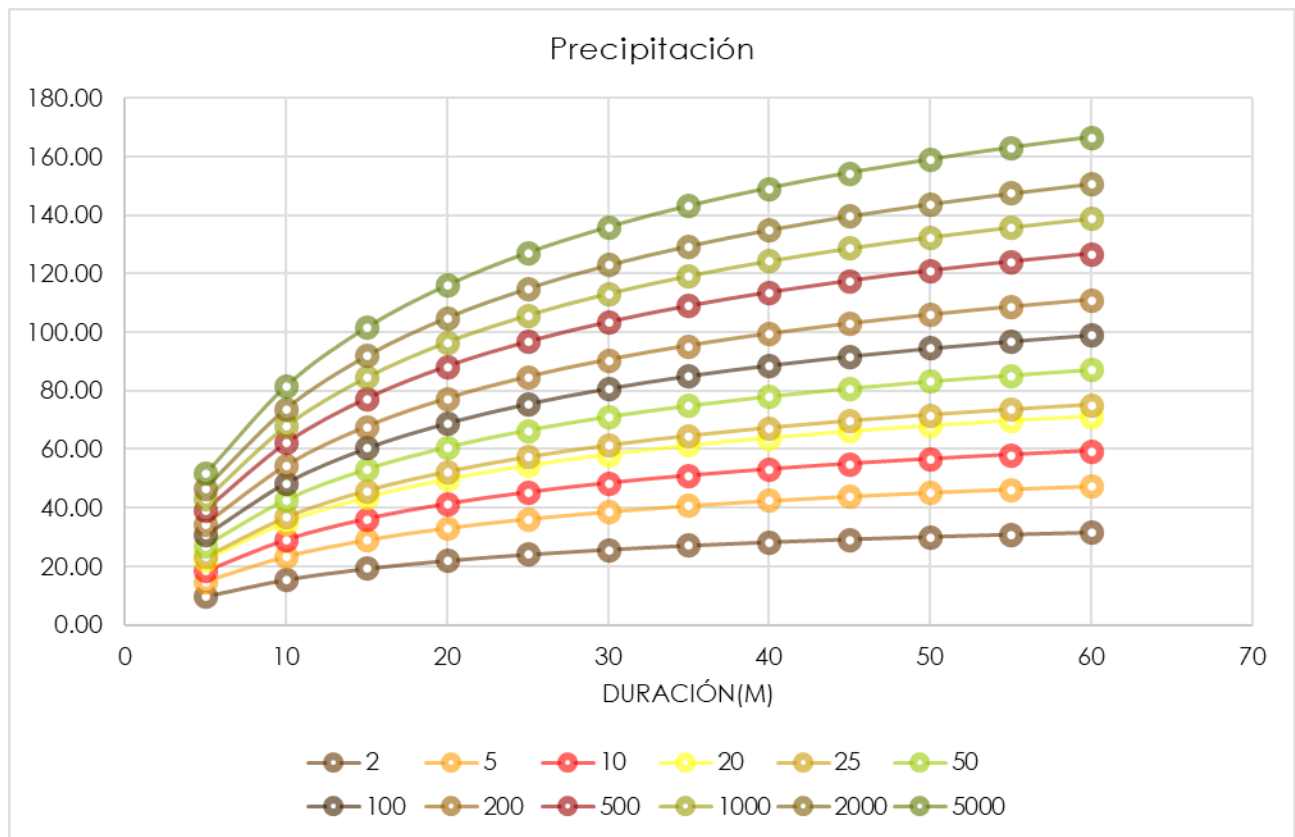


Figura II.70. Curva Precipitación - Duración estación 13111.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla II.57 Valores de IDF estación 13131.

Tr/Minutos	Intensidad						
	5	10	20	30	40	50	60
2	158.60	123.52	86.42	66.90	54.79	46.52	40.49
5	204.76	159.47	111.57	86.37	70.74	60.06	52.28
10	239.68	186.66	130.59	101.10	82.80	70.30	61.19
20	274.60	213.86	149.62	115.83	94.86	80.54	70.11
25	285.85	222.61	155.74	120.57	98.75	83.84	72.98
50	320.77	249.81	174.77	135.30	110.81	94.08	81.89
100	355.69	277.00	193.80	150.03	122.87	104.32	90.81
200	390.61	304.20	212.82	164.76	134.94	114.56	99.72
500	436.77	340.15	237.97	184.23	150.88	128.10	111.51
1000	471.69	367.35	257.00	198.96	162.95	138.34	120.42
2000	506.61	394.54	276.03	213.68	175.01	148.59	129.34
5000	552.77	430.49	301.18	233.15	190.96	162.12	141.12

Fuente: Elaboración propia.

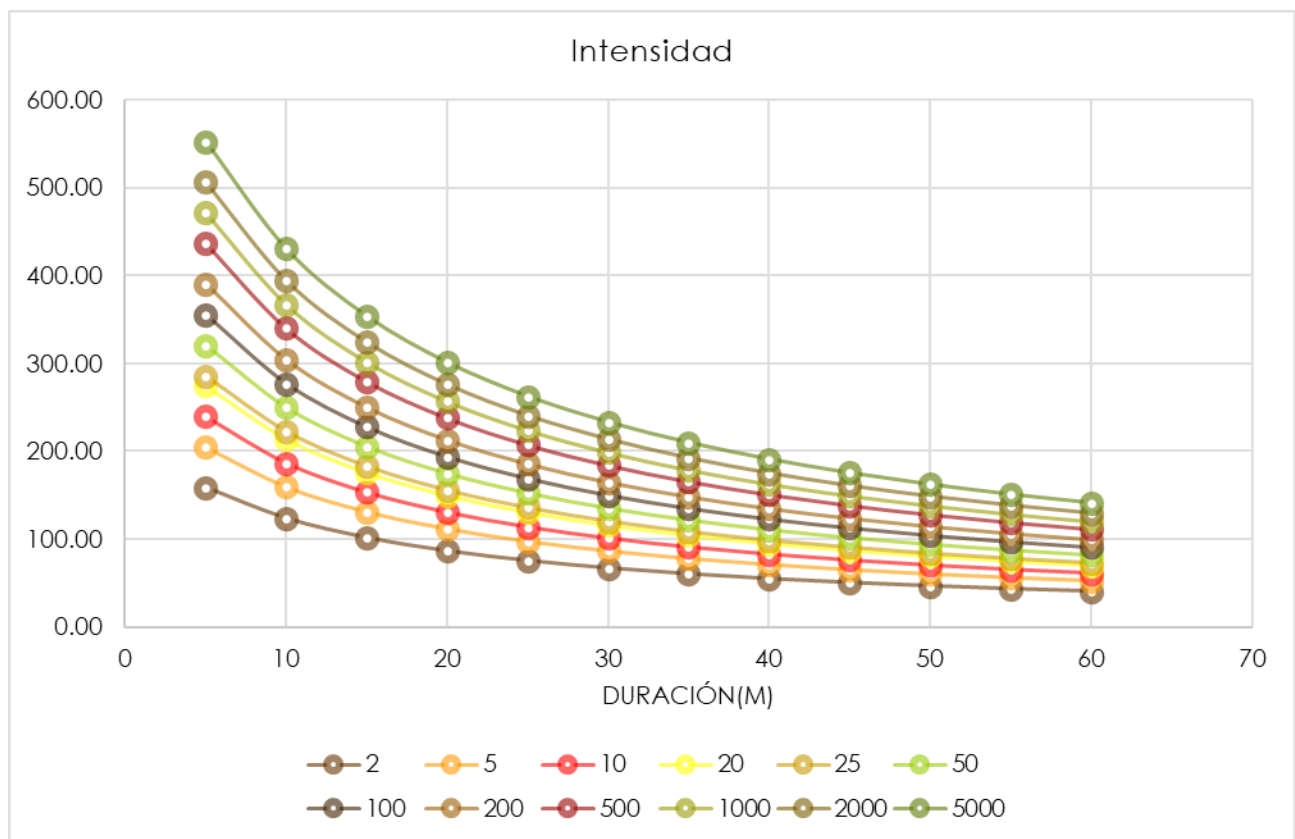


Figura II.71. Curva IDF estación 13131.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla II.58 Valores de precipitación estación 13131.

Tr/Minutos	Precipitación						
	5	10	20	30	40	50	60
2	13.22	20.59	28.81	33.45	36.53	38.76	40.49
5	17.06	26.58	37.19	43.18	47.16	50.05	52.28
10	19.97	31.11	43.53	50.55	55.20	58.58	61.19
20	22.88	35.64	49.87	57.91	63.24	67.12	70.11
25	23.82	37.10	51.92	60.28	65.83	69.86	72.98
50	26.73	41.64	58.26	67.65	73.87	78.40	81.89
100	29.64	46.17	64.60	75.01	81.92	86.93	90.81
200	32.55	50.70	70.94	82.38	89.96	95.47	99.72
500	36.40	56.69	79.33	92.11	100.59	106.75	111.51
1000	39.31	61.22	85.67	99.48	108.63	115.29	120.42
2000	42.22	65.76	92.01	106.84	116.67	123.82	129.34
5000	46.06	71.75	100.39	116.58	127.31	135.10	141.12

Fuente: Elaboración propia.

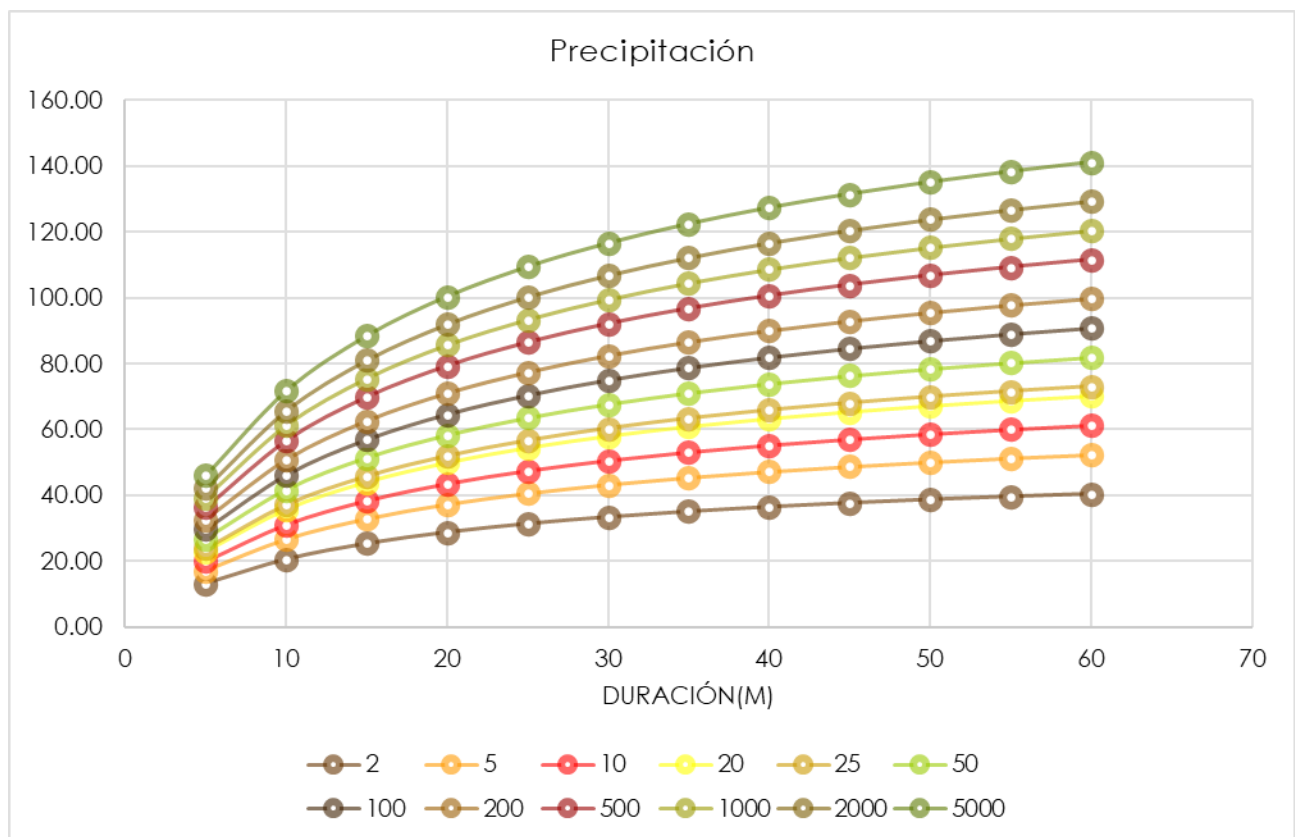


Figura II.72. Curva Precipitación - Duración estación 13131.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla II.59 Valores de IDF estación 13166.

Tr/Minutos	Intensidad						
	5	10	20	30	40	50	60
2	40.61	32.13	22.88	17.89	14.75	12.58	10.99
5	94.29	74.60	53.12	41.53	34.24	29.22	25.53
10	134.90	106.73	76.00	59.42	48.99	41.80	36.52
20	175.52	138.86	98.87	77.31	63.74	54.38	47.51
25	188.59	149.20	106.24	83.07	68.49	58.43	51.05
50	229.20	181.33	129.11	100.96	83.24	71.01	62.05
100	269.81	213.46	151.99	118.84	97.98	83.59	73.04
200	310.42	245.59	174.87	136.73	112.73	96.18	84.03
500	364.10	288.06	205.11	160.38	132.23	112.81	98.57
1000	404.71	320.19	227.99	178.27	146.98	125.39	109.56
2000	445.32	352.31	250.86	196.15	161.72	137.97	120.55
5000	499.01	394.78	281.10	219.80	181.22	154.61	135.08

Fuente: Elaboración propia.

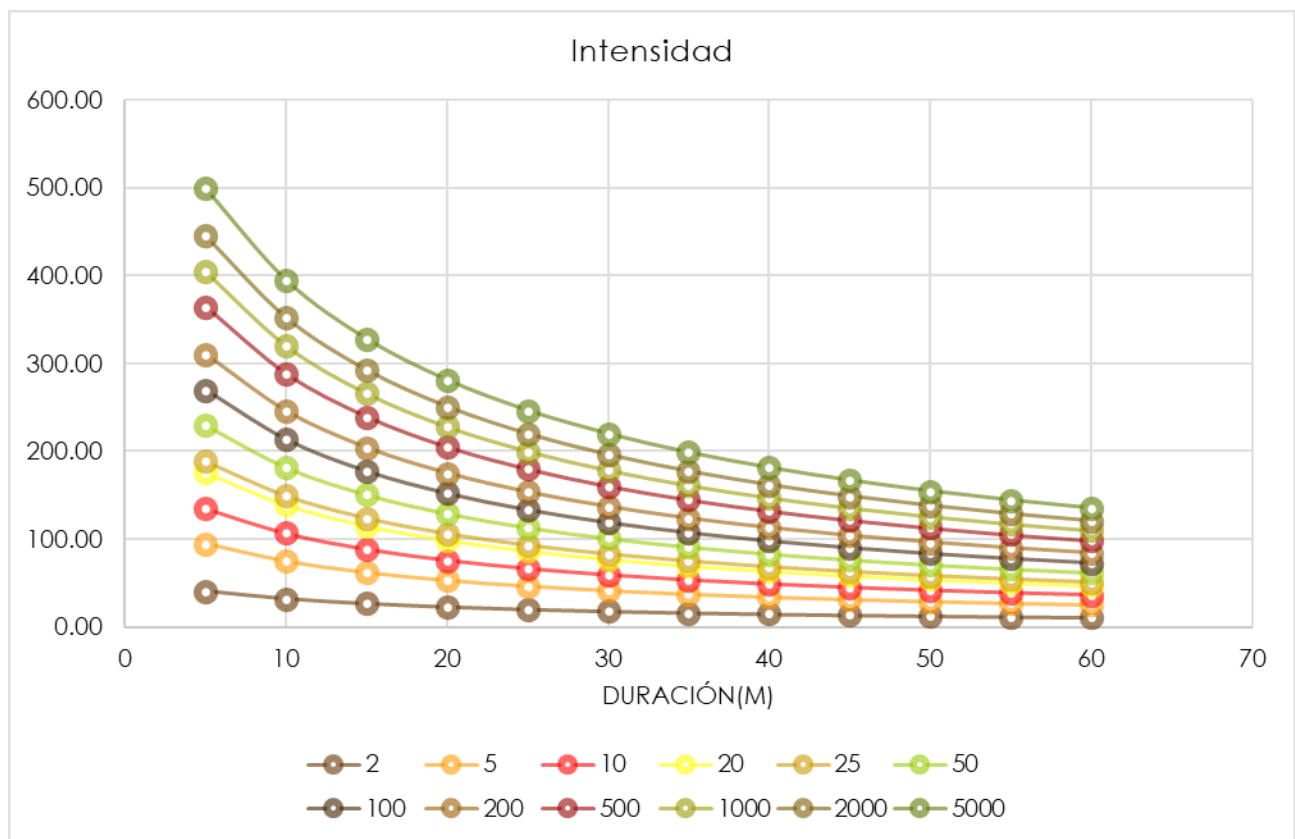


Figura II.73. Curva IDF estación 13166.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla II.60 Valores de precipitación estación 13166.

Tr/Minutos	Precipitación						
	5	10	20	30	40	50	60
2	3.38	5.36	7.63	8.94	9.83	10.49	10.99
5	7.86	12.43	17.71	20.77	22.83	24.35	25.53
10	11.24	17.79	25.33	29.71	32.66	34.83	36.52
20	14.63	23.14	32.96	38.66	42.49	45.32	47.51
25	15.72	24.87	35.41	41.53	45.66	48.69	51.05
50	19.10	30.22	43.04	50.48	55.49	59.18	62.05
100	22.48	35.58	50.66	59.42	65.32	69.66	73.04
200	25.87	40.93	58.29	68.37	75.16	80.15	84.03
500	30.34	48.01	68.37	80.19	88.15	94.01	98.57
1000	33.73	53.36	76.00	89.13	97.98	104.49	109.56
2000	37.11	58.72	83.62	98.08	107.82	114.98	120.55
5000	41.58	65.80	93.70	109.90	120.81	128.84	135.08

Fuente: Elaboración propia.

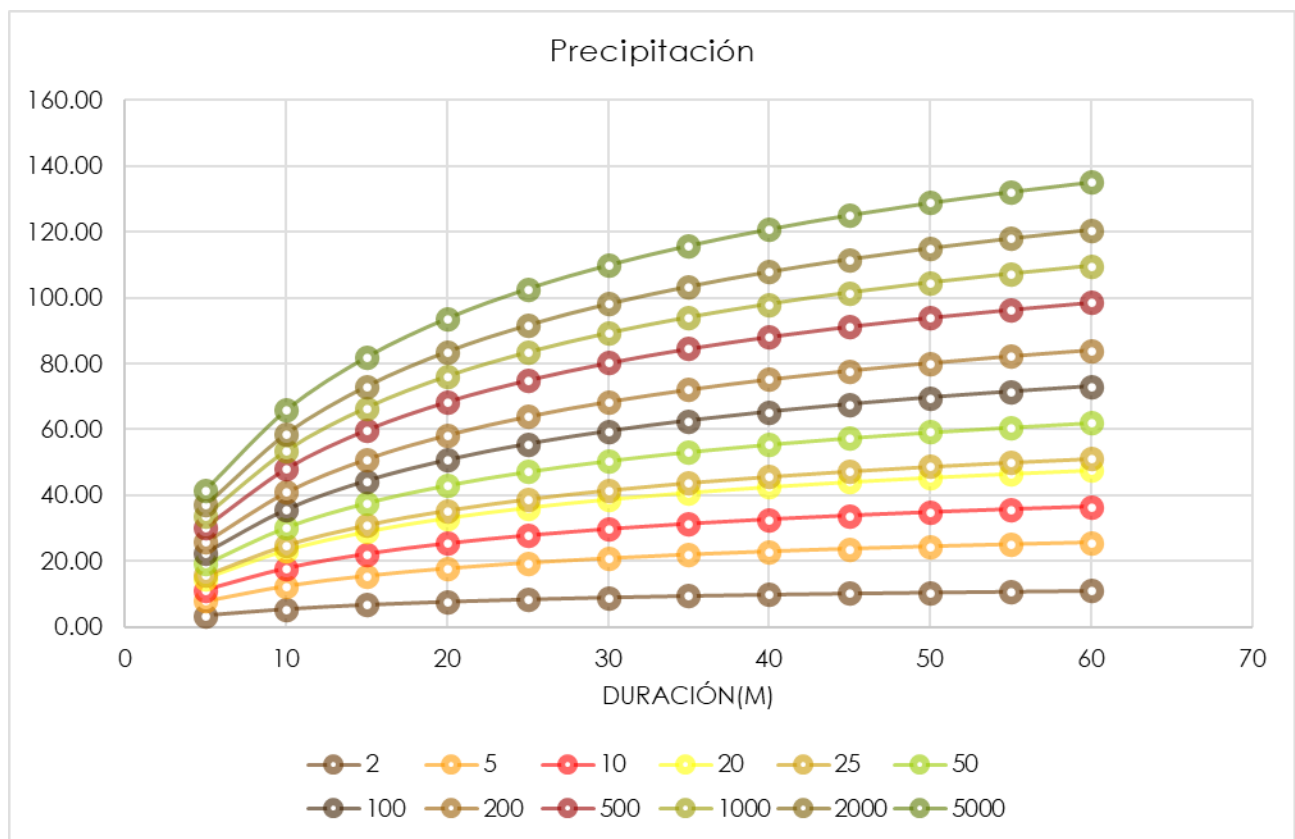


Figura II.74. Curva Precipitación - Duración estación 13166.

Fuente: Elaboración propia.



Se interpola la información de los periodos de retorno de las estaciones meteorológicas, para obtener la representación del fenómeno sobre la superficie municipal, los resultados de esta interpolación muestran que las lluvias máximas registradas en el municipio van de 43.83 mm a 63.73 mm; siendo la parte sur del municipio donde se reflejan las mayores precipitaciones extremas, esta situación genera que debido a la topografía el agua escurra hacia la parte norte del municipio, pasando por la zona urbana (Figura II.75).

Para el periodo de retorno de 5 años, las lluvias extremas presentan un rango de 25.52 mm a 53.09 mm; siendo la zona al Este del municipio la que presenta los mayores valores (Figura. II.76).

El periodo de retorno de 10 años, los valores de precipitación extrema presentan un rango de 36.51 mm a 61.19 mm; siendo la parte Este la que presenta la mayor precipitación y va disminuyen hacia la parte noroeste (Figura II.77).

Para el periodo de retorno de 25 años, los valores presentan un rango de 46.73 mm a 75.20 mm; presentándose los mayores valores en la parte Este y van disminuyendo en dirección Oeste (Figura II.78).

En el periodo de retorno de 50 años, los rangos de precipitaciones extremas van de 51.31 mm a 87.16 mm; de igual forma la precipitación disminuye de Este a Oeste, presentándose los mayores valores al Este del municipio (Figura II.79).

Por último, para el periodo de 100 años, los rangos de precipitaciones máximas van de 55.88 mm a 99.11 mm; presentándose de la misma forma que en los anteriores, con los mayores valores en la parte Este y los menores en la parte Oeste y noroeste (Figura II.80).

Debido a que los valores de precipitación extrema presentan valores inferiores a los 200 mm del año, el grado de peligro por lluvias extremas para el municipio es bajo.



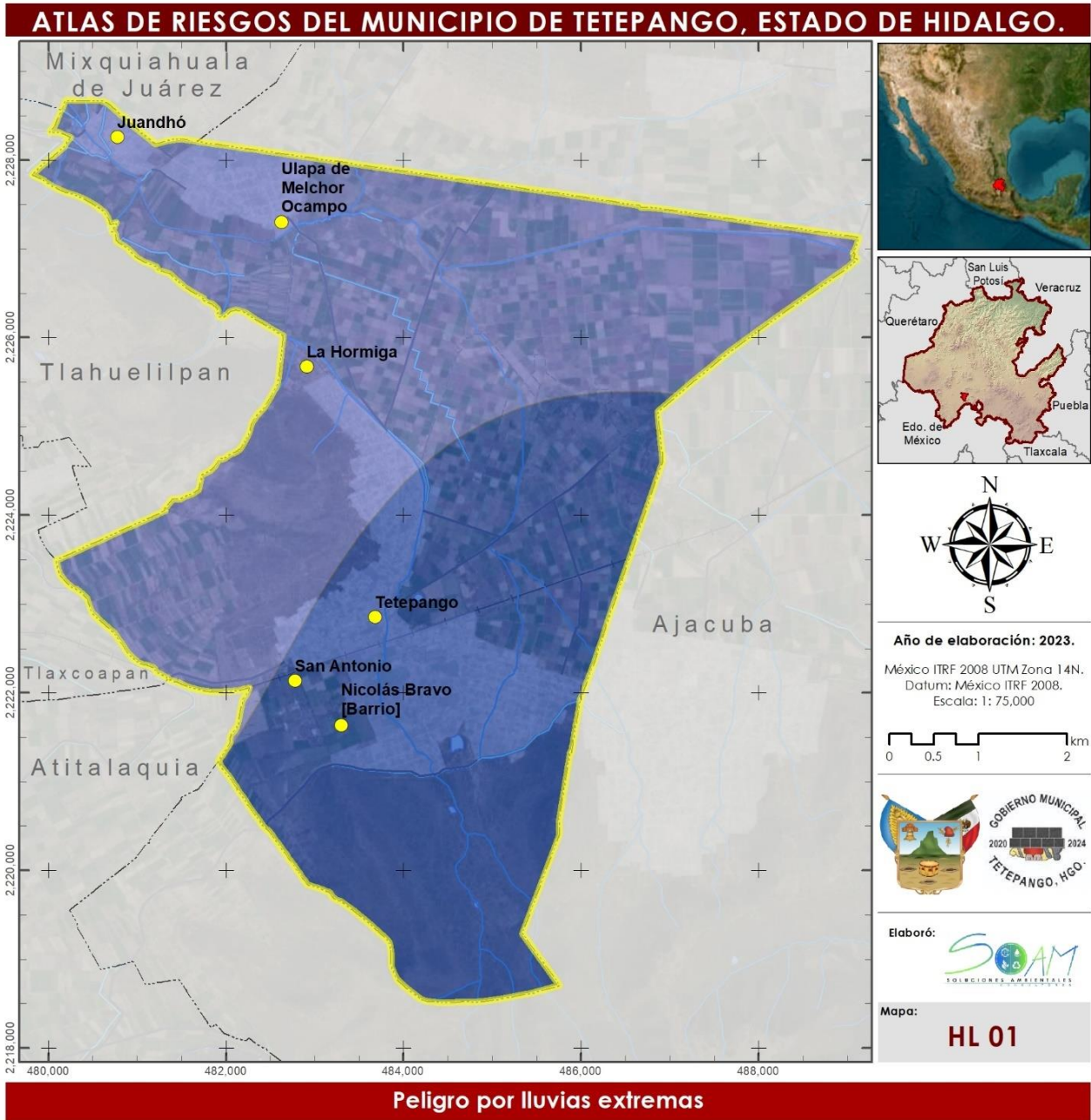
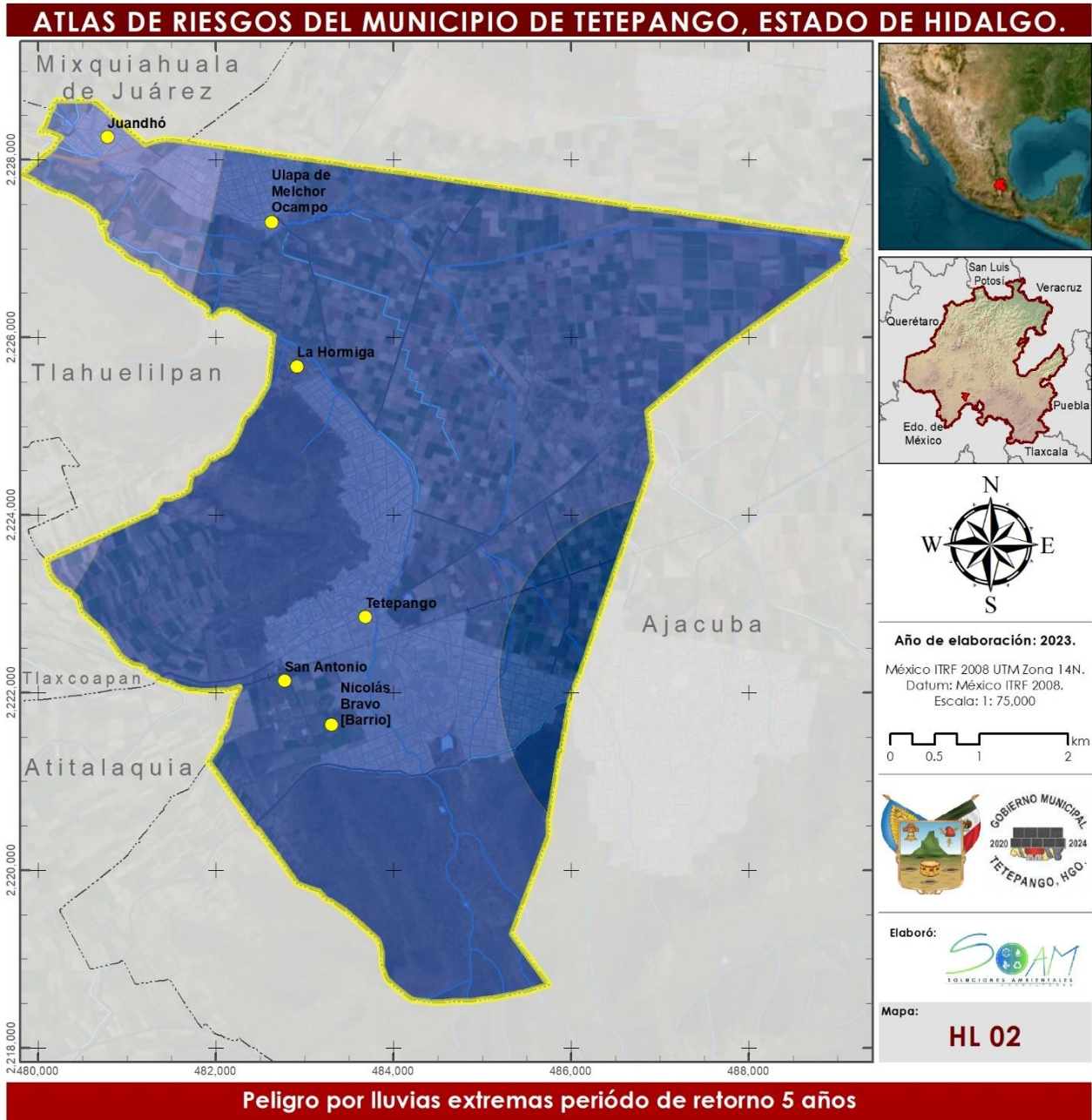


Figura II.75. Peligro por lluvias extremas

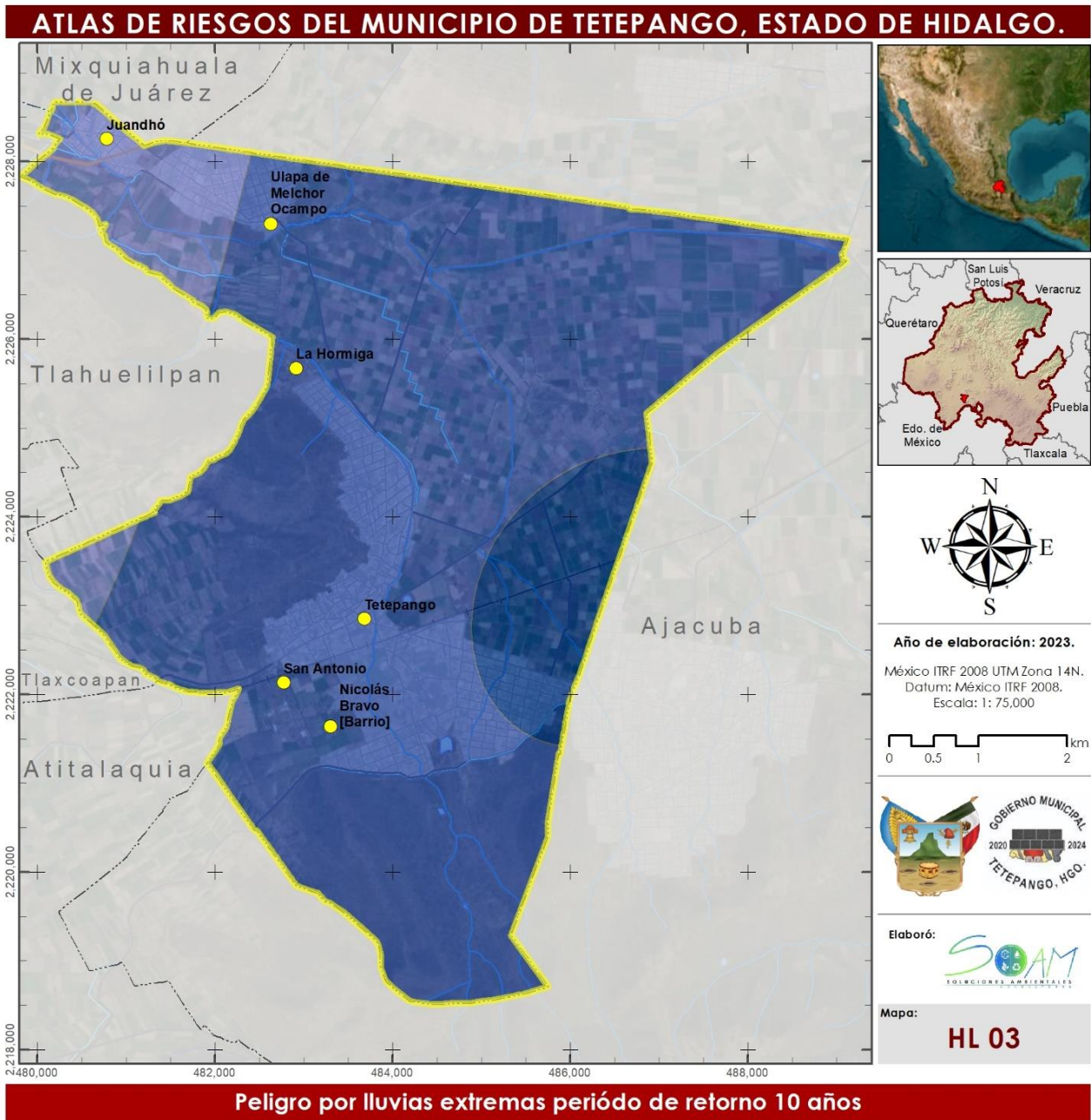


Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Datos Meteorológicos del SMN

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Figura. II.76. Peligro por lluvias extremas, periodo de retorno 5 años

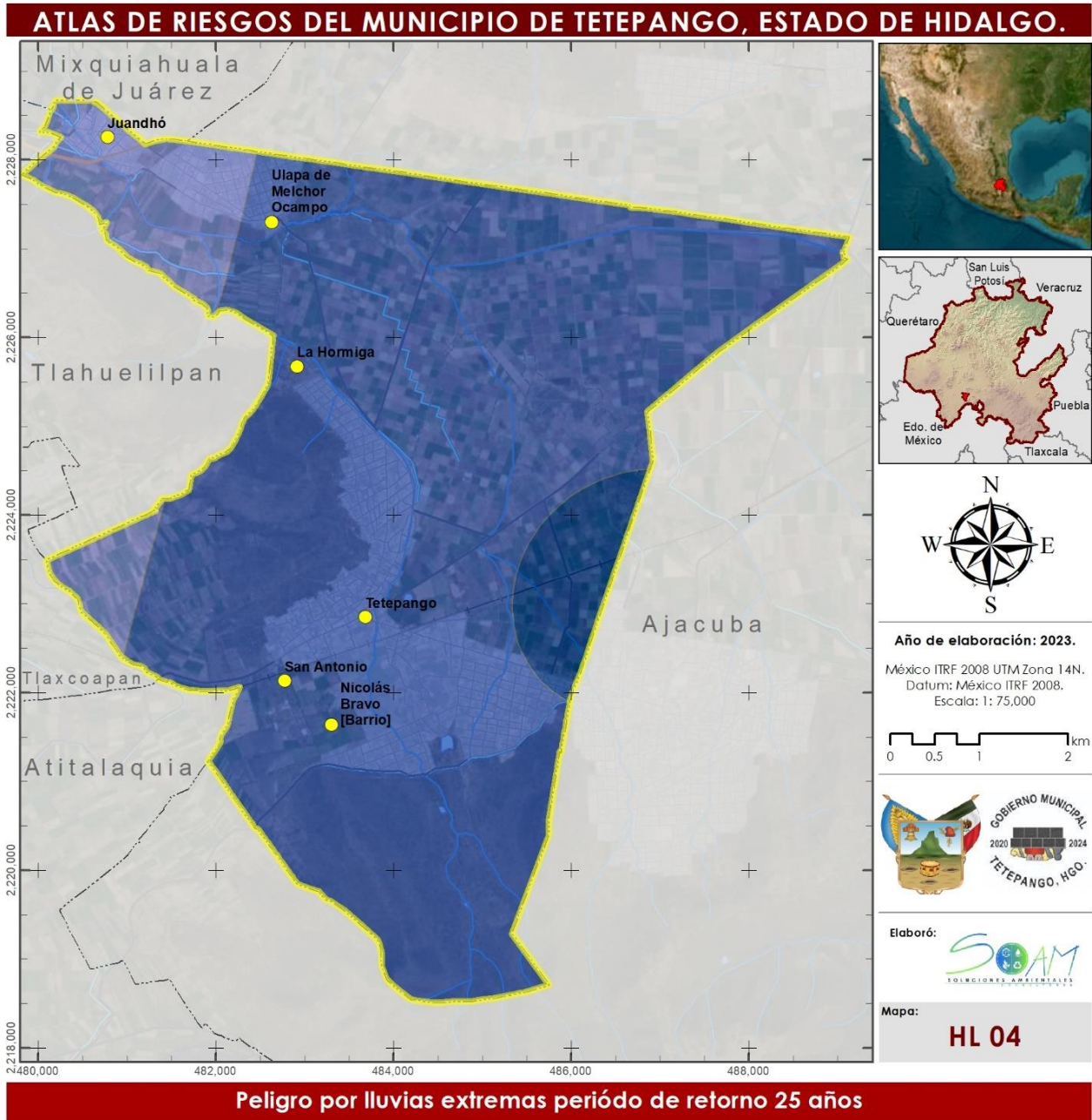


Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Datos Meteorológicos del SMN

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Figura II.77. Peligro por lluvias extremas, periodo de retorno 10 años



Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Datos Meteorológicos del SMN

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GS User Community

Figura II.78. Peligro por lluvias extremas, periodo de retorno 25 años

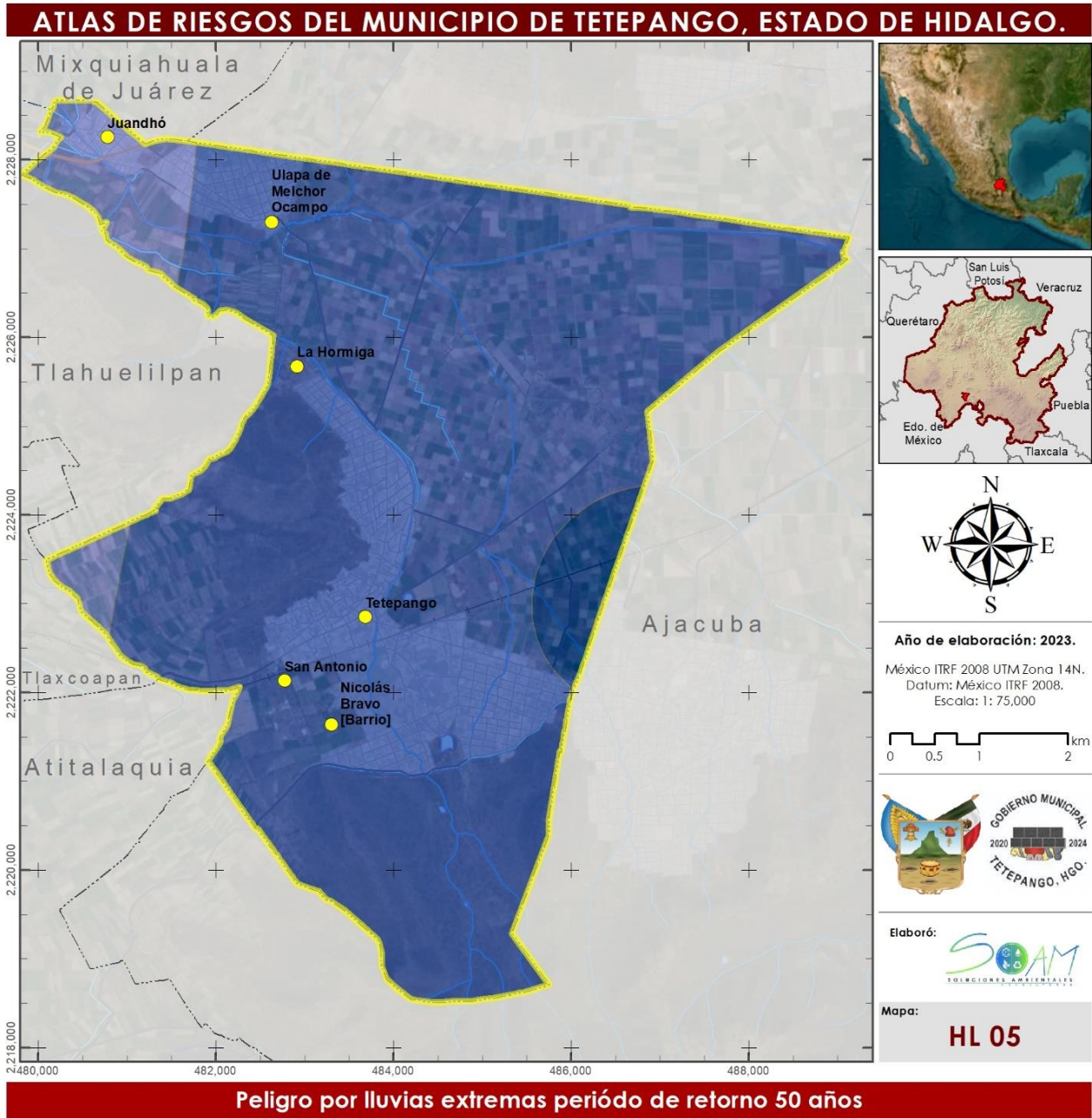
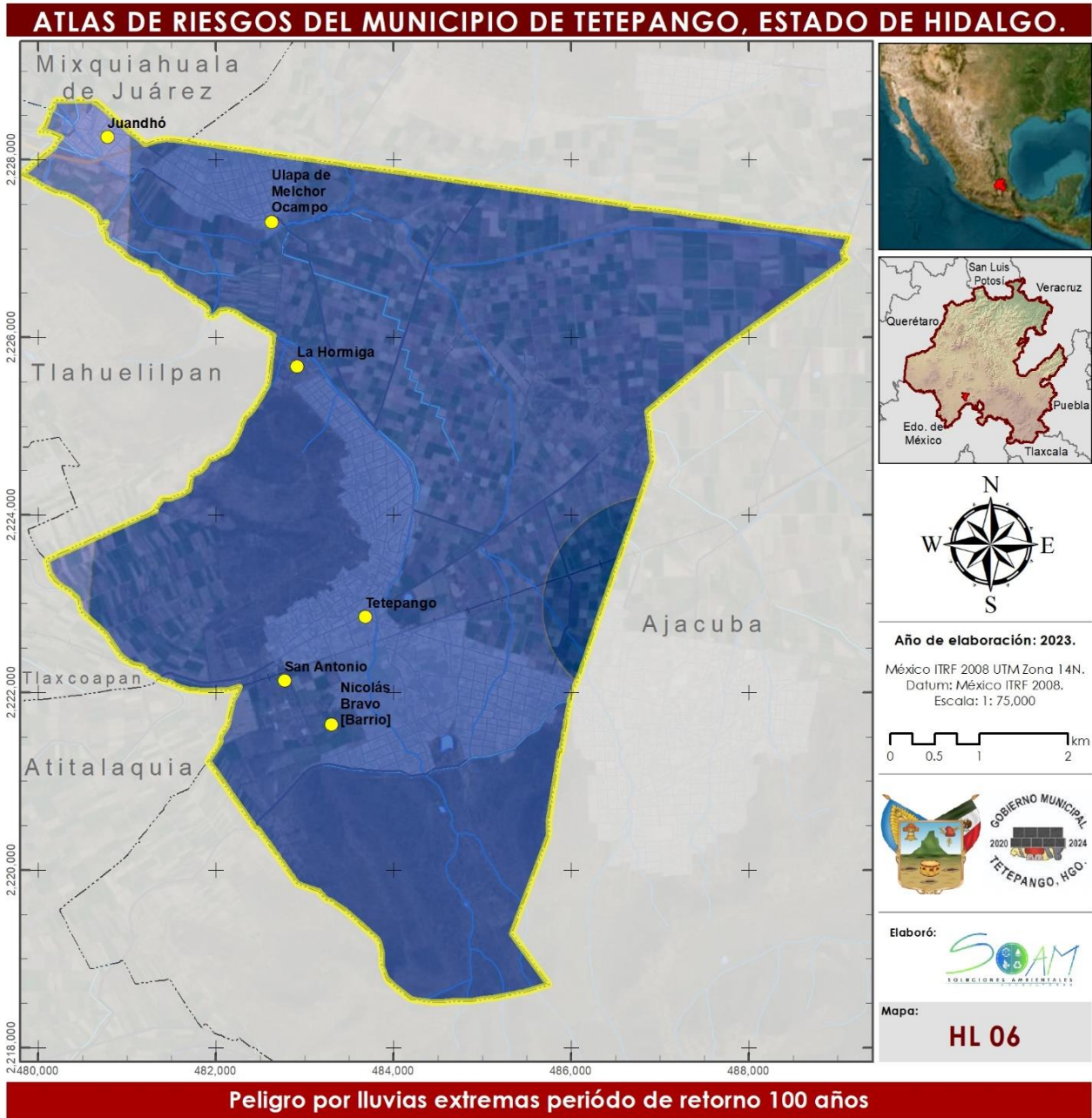


Figura II.79. Peligro por lluvias extremas, periodo de retorno 50 años



Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Datos Meteorológicos del SMN

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GS User Community

Figura II.80. Peligro por lluvias extremas, periodo de retorno 100 años

II.2.11. Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres.

1. Antecedentes.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) define inundación como el desbordamiento del agua fuera de los confines normales de un río o cualquier masa de agua; también como la acumulación de agua procedente de drenajes en zonas que normalmente no se encuentran anegadas. Estas son uno de los fenómenos naturales más comunes en nuestro país, prácticamente todos los años se producen por el desbordamiento de los cauces o escurrimientos superficiales a consecuencia de la deforestación, viviendas mal ubicadas, exceso de lluvia, a tal grado de tener como resultado daños significativos (CENAPRED, 2012).

Las inundaciones ocupan áreas donde usualmente no hay presencia de agua; así mismo los daños dependen de los bienes que se encuentren expuestos o con la cantidad de población (Martínez, 2019).

Cuando ocurre una actividad de desbordamiento obtenemos a través de la erosión una degradación del medio ambiente. Al modificar el terreno en las cuencas se producen crecientes mayores, así como también disminuye al tiempo en que aparezcan las inundaciones (CENAPRED, 2004).

Dentro de las actividades que generan inundaciones está la urbanización pues ocasiona una impermeabilidad hacia el suelo, evitando la infiltración del agua, remoción de vegetación, aumentando la velocidad de los escurrimientos. (CENAPRED, 2012).

2. Metodología.

Con los datos de lluvias extremas, las curvas de IDF, por medio del software HecRas 6.3.1 se integró la información de precipitaciones máximas, así como la topografía del municipio; así como la información de uso de suelo, coeficientes de escurrimiento y red hidrométrica.

Con la información y el software HecRas, se simuló los flujos de los escurrimientos superficiales, permitiendo determinar el nivel del agua para los periodos de retorno de 5, 10, 25, 50, 100, 500 y 1,000 años; generando los estudios de inundabilidad para cada una de las cuencas y determinar las zonas inundables.

Los resultados de la simulación, indican las zonas inundables el tirante de agua que se podría alcanzar al presentarse una lluvia extrema; los tirantes de agua se clasificaron de acuerdo con la Tabla II.41.



Tabla II.61 Categorías de profundidad de tirante.

Valor (m)	Grado de peligro	
< 0.3	1	Muy Bajo
0.3 - 0.5	2	Bajo
0.5 - 1	3	Medio
1 - 3	4	Alto
> 3	5	Muy Alto

Fuente: Elaboración propia con información de CENAPRED, 2012.

3. Resultados.

Las características fisiográficas del municipio de Tetepango, las condiciones hídricas predominantes, muestran un flujo de Sur hacia Norte. Los límites del municipio de Tetepango se localizan en cuatro cuencas hidrológicas, tres de ellas son concurrentes y confluyen en un mismo escurrimiento; mientras que la cuarta es independiente a las otras.

Los escurrimientos de la parte Sur del municipio cruzan la zona urbana de la cabecera municipal y llegan al área de cultivos para posteriormente salir del municipio por la parte noroeste.

La información de la topografía, precipitación de los diferentes periodos de retorno y características del terreno de acuerdo al uso de suelo se cargaron en el software HecRas, para generar los modelos de inundación.

Se generaron siete modelos de inundación, uno para cada periodo de retorno (5, 10, 25, 50, 100, 500 y 1,000 años), los cuales se presentan de la Figura II.81 a la Figura II.87.

Para el periodo de retorno de 5 años, se presentan inundaciones de sobre las zonas urbanas con tirantes menores a los 30 cm y pocas algunas donde el tirante alcanza los 50 cm. Existen áreas donde las inundaciones presentan un mayor tirante, pero estas se ubican en las áreas de cultivo.

Dentro del periodo de retorno de 10 años, el modelo de inundación muestra tirantes menores a los 30 cm en la zona urbana de Tetepango, al Sur de la cabecera municipal se presentan tirantes de 30 a 50 cm.

En el periodo de retorno de 25 años, las áreas de inundación aumentan en superficie, sin embargo, los valores de los tirantes se mantienen entre 30 a 50 cm en las zonas urbanas, mientras que en las áreas de cultivo se presentan tirantes hasta de 1 m de altura.

El periodo de retorno de 50 años, los mayores tirantes se presentan en las cercanías de la traza urbana de la localidad de Juandhó, mientras que en la zona urbana de la cabecera en la parte Sur se presentan tirantes de 1 m de profundidad y se amplían las superficies de inundación de 30 a 50 cm.



Para el periodo de 100 años, la localidad de Juandhó es la que presenta las mayores afectaciones, debido a que los caudales de las subcuencas hidrológicas confluyen en las cercanías de esta localidad; aumentan las zonas de inundación en la cabecera municipal, sin embargo, los tirantes debido a la topografía se mantienen en un grado de peligro bajo.

En el período de retorno de 500 años, las áreas de inundación presentan un crecimiento mayor; su crecimiento es mayor en las áreas de cultivo, en la zona urbana de la cabecera municipal se presentan tirantes de 30 cm a 1 m de profundidad afectando algunas manzanas; en cuanto a la localidad de Juandhó el tirante presenta un grado de peligro de alto a medio; mientras que en la localidad de Ulapa de Melchor Ocampo las áreas de inundación se mantienen al Sur de la localidad, con tirantes de 30 cm a un metro. Las mayores afectaciones se presentan en las zonas de cultivo.

Para el periodo de retorno de 1,000 años; el modelo de inundación muestra áreas donde el tirante aumenta hasta 1 m de profundidad, en la zona urbana de la cabecera municipal, la localidad de Ulapa de Melchor Ocampo no presenta áreas de inundación dentro de su traza, las áreas se mantienen al Sur de la localidad. La localidad de Juandhó es la que presenta mayores afectaciones con tirantes superiores a un metro.





Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Datos Meteorológicos del SMN

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GS User Community

Figura II.81. Riesgo de Inundación, Periodo de Retorno 5 Años.



Fuentes:
 Marco Geostadístico del INEGI, 2022.
 Datos Meteorológicos del SMN

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GS User Community

Figura II.82. Riesgo de Inundación, Periodo de Retorno 10 Años.



Fuentes:
Marco Geostadístico del INEGI, 2022.
Datos Meteorológicos del SMN

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GS User Community

Figura II.83. Riesgo de Inundación, Periodo de Retorno 25 Años



Fuentes:
Marco Geostadístico del INEGI, 2022.
Datos Meteorológicos del SMN

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GS User Community

Figura II.84. Riesgo de Inundación, Periodo de Retorno 50 Años



Fuentes:
 Marco Geostadístico del INEGI, 2022.
 Datos Meteorológicos del SMN

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GS User Community

Figura II.85. Riesgo de Inundación, Periodo de Retorno 100 Años



Figura II.86. Riesgo de Inundación, Periodo de Retorno 500 Años



Fuentes:
Marco Geostadístico del INEGI, 2022.
Datos Meteorológicos del SMN

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GS User Community

Figura II.87. Riesgo de Inundación, Período de Retorno 1000 Años

II.3. Fenómenos Químico-Tecnológicos.

De acuerdo a la Ley General de Protección Civil (General, 2020) un fenómeno químico tecnológico es un agente perturbador generado por acción violenta de diferentes sustancias derivadas de interacción molecular abarcando explosiones, fugas, tóxicas, radiaciones y derrames que representa un riesgo para la salud y para el medio ambiente

Los accidentes relacionados a sustancias químicas peligrosas no ocurren frecuentemente, pero con costos demasiado elevados es por eso que se tiene que enfocar demasiado en la prevención de este tipo de eventos por lo cual se debe tener énfasis en el almacenamiento, distribución y transporte.

Estos accidentes se ven relacionados con actividades naturales ya sean sismos, inundaciones, huracanes, fallas volcánicas errores humanos o fallas mecánicas (CENAPRED, 2014).

En el municipio de Tetepango se han reportado incendios, explosiones y fugas de hidrocarburos. Los incendios se presentan regularmente en bodegas, mercados y hogares por corto circuito, gas o incluso por mal uso de pirotecnia.

Las explosiones están vinculadas principalmente a las fugas de gas LP en hogares y establecimientos comerciales. Con respecto a las a las fugas de combustible, estas llegan a ocurrir por excavaciones, así como por fugas y explosiones derivadas del robo de hidrocarburos. En la Tabla II.62, se enlistan los eventos ocurridos en el municipio de Tetepango.

Tabla II.62. Antecedentes de evento ocurridos en Tetepango por sustancias químicas.

Evento	Combustible	Fecha	Empresa	Personas afectadas	Afectación
Fuga	Gasolina	24/03/2023	Pemex	Desconocido	Ducto de Pemex
Fuga	Gasolina	10/08/2022	Pemex	Desconocido	Ducto de Pemex
Incendio	Gasolina	11/07/2022	Pemex	130 personas desalojadas	Ducto de Pemex
Fuga	Gasolina	18/08/2020	Pemex	Desconocido	Tierras de cultivo
Fuga	Gasolina	08/02/2020	Pemex	Desconocido	Ducto de Pemex
Explosión	Gasolina	20/11/2019	Pemex	200 personas desalojadas	Ducto de Pemex
Fuga	Gasolina	11/08/2019	Pemex	30 domicilios desalojados	Ducto de Pemex
Incendio	desconocido	09/05/2019	Desconocido	Desconocido	Pastizales

Fuente: Elaboración propia con información de notas periodísticas.

Para realizar la evaluación de esta etapa, se convocaron reuniones con el personal de Protección Civil de Tetepango y visitas a campo. Además, el

peligro por fenómenos químicos se realizó con base en la Guía de Contenido Mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos 2016, emitido por SEDATU 2016, y en las bases establecidas en guías de (CENAPRED, 2006).

Este tema se desarrolló en tres etapas principales:

- Trabajo de investigación.
- Visitas a campo.
- Trabajo de gabinete.

II.3.1. Incendios forestales.

De acuerdo con el CENAPRED los incendios se definen como la propagación libre y no programada del fuego sobre la vegetación en los bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas. El combustible es el factor principal que determina la magnitud de este.

Se calcula que las actividades humanas ocasionan el 99% de estos incendios y sólo el resto tiene como causas fenómenos naturales como descargas eléctricas y la erupción de volcanes. De acuerdo con el promedio de los últimos años, casi la mitad de estos incendios se producen por actividades agropecuarias y de urbanización, junto con las acciones intencionadas y los descuidos de personas que no apagan bien sus cigarrillos o fogatas. También algunas prácticas de los cazadores furtivos y de quienes llevan a cabo cultivos ilícitos pueden causar un siniestro (Comisión Nacional Forestal, 2010).

Se conocen tres tipos de incendios determinados por la naturaleza de los combustibles presentes:

- Incendios Superficiales: Se propaga en forma horizontal sobre la superficie del terreno y alcanza hasta metro y medio de altura, estos afectan combustibles vivos y muertos como pastizales, hojas, ramas, ramillas, arbustos o pequeños árboles de regeneración natural o plantación, troncos, humus, entre otros.
- Incendio Subterráneo: Es un incendio superficial y se propaga bajo el suelo, en este caso llega a quemarse la materia orgánica acumulada y las raíces, e incluso puede alcanzar los afloramientos rocosos. Generalmente éstos no producen llamas y emiten poco humo.
- Incendios de Copa o Aéreos: Son los más destructivos, peligrosos y difíciles de controlar debido a que el fuego consume toda la vegetación. También comienzan en forma superficial, pero en este caso, las llamas avanzan primero sobre el nivel del suelo y se propagan por continuidad vertical, es decir, escalan vegetación dispuesta hacia arriba que sirve de combustible en escalera hacia las copas de los árboles.

De acuerdo con la CONAFOR (2010), los incendios forestales se categorizan en tres niveles:



- Nivel I. Los incendios de pequeña dimensión. Para ser controlados requieren sólo de la participación de las brigadas de las instituciones oficiales responsables en el estado (Cenador y gobierno estatal) y de personal voluntario de las comunidades.
- Nivel II. Incendios de proporción mediana. Para ser controlados requieren de la participación de otras instituciones como Protección Civil, Secretaría de la Defensa Nacional, Gobierno municipal y otras instancias del Gobierno estatal, así como personal voluntario de la sociedad.
- Nivel III. Incendios de magnitud. Requieren de la participación y recursos de otras instituciones del Gobierno federal (Sedeña, Protección Civil, SCT, Comisión Nacional del Agua, Semana, e inclusive se llega a requerir de ayuda internacional con brigadas, equipo especializado y aéreo (Estado de Emergencia Internacional) y personal voluntario de organizaciones del sector social y privado.

1. Metodología.

La metodología utilizada para el análisis de los datos está basada en la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales CENAPRED (2006), con ello se determina la valoración y el peso asignado a los factores que inciden en dicho fenómeno, lo cual se le conoce como análisis multicriterio.

En un análisis multicriterio la opinión o percepción de los actores en las variables y criterios que componen el modelo de evaluación. Los criterios son seleccionados, cuidadosamente, por expertos (evitando la presencia de sesgos), para luego ser ponderados y valorados por los actores locales, mientras que los SIG permiten integrar las variables y sus criterios con atributos geoespaciales (Feick 2010).

El análisis multicriterio desarrollado para determinar el grado de peligro por incendios forestales considera factores antropogénicos, topográficos, climatológicos y ambientales, así como inventarios tomados en campo durante las visitas al municipio. Los factores considerados se describen en la Tabla II.63, cada uno de los factores se ponderó de acuerdo a su influencia, con esta información se realizó el análisis multicriterio sobre el área de estudio y se determinaron las superficies susceptibles a presentar el deslizamiento de laderas.

Con los resultados del análisis realizado, se reclasificaron para obtener la susceptibilidad de deslizamiento de laderas, la clasificación se realizó de acuerdo con los valores de la Tabla II.64.



Tabla II.63. Factores de incendios forestales.

Factores		Ponderación
Topográficos	Pendiente	10%
	Orientación de las pendientes	10%
Ambientales	Vegetación y Uso de suelo	10%
Antropológicos	Distancia a núcleo de población	10%
	Distancia a vías de comunicación	10%
Antecedentes	Reportes de incendios forestales	10%
Climatológicos	Velocidad del viento	10%
	Dirección del viento	10%
	Temperatura máxima	10%
	Radiación solar	10%

Fuente: elaboración propia.

Tabla II.64. Clasificación del grado de susceptibilidad por incendios forestales.

Valor	Grado de Susceptibilidad	
0 - 20	1	Muy Bajo
20 - 40	2	Bajo
40 - 60	3	Medio
60 - 80	4	Alto
80 - 100	5	Muy Alto

Fuente: elaboración propia.

2. Resultados.

En el mapa final (Figura II.88), resultado de la evaluación multicriterio, se puede observar que las zonas donde se encuentran los asentamientos humanos presentan un grado de peligro medio ante incendios forestales, mientras que las áreas con muy baja susceptibilidad ante incendios forestales son las zonas donde se encuentra la vegetación natural y los cultivos agrícolas en el municipio.



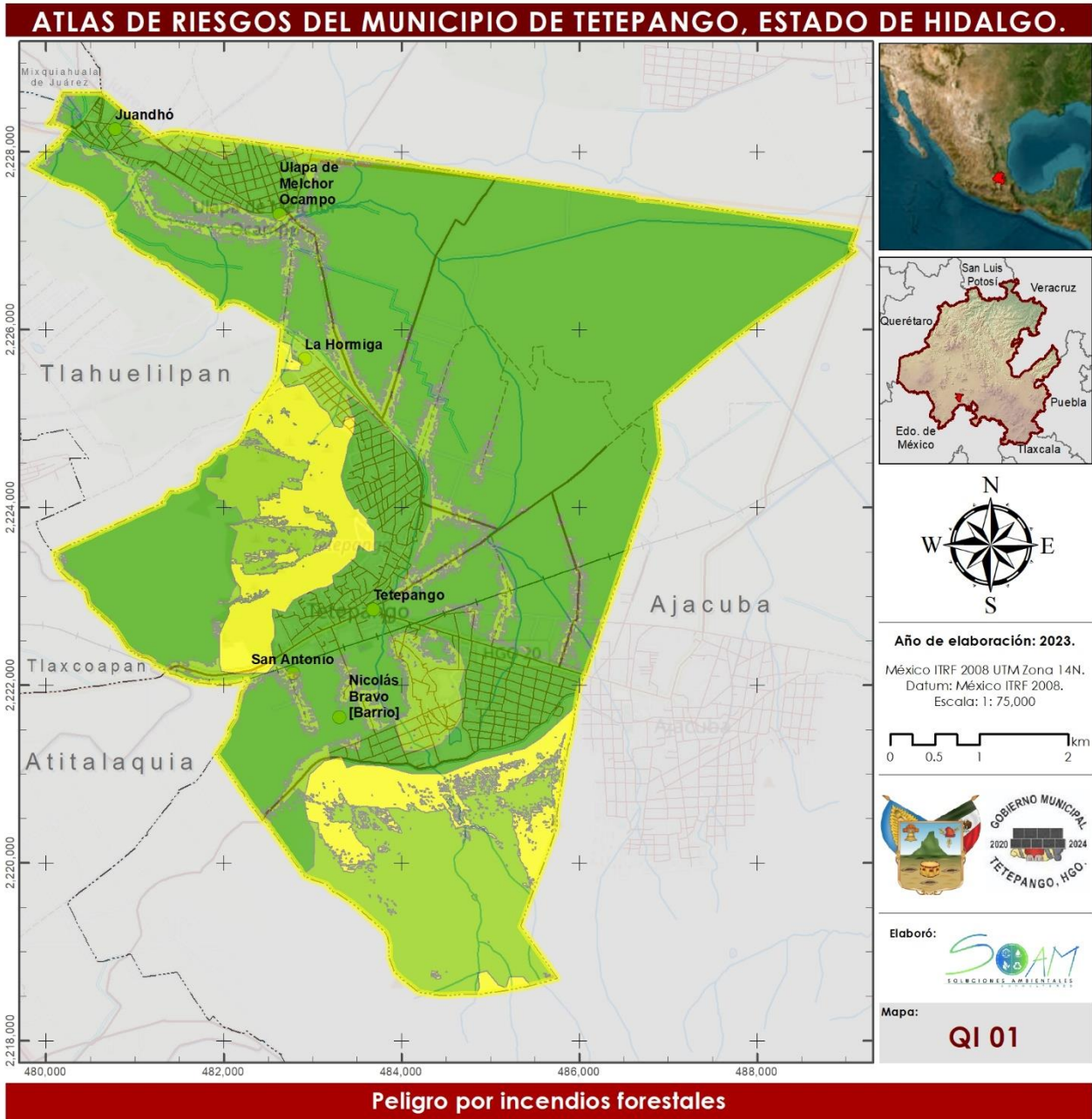


Figura II.88. Peligro por incendios forestales.

Tabla II.65. Características y grado de riesgo de las industrias de Tetepango.

Nombre del Establecimiento	Nombre de la Actividad	Población Flotante	Tipo de Actividad	Sustancia Química	Fuentes de Energía	Grado de Riesgo
Artesanías de Papel Macho	Fabricación de otros productos de cartón y papel	0 a 5 personas	Industrias manufactureras textil	C ₂ H ₂ , SO ₄ ²⁻ , H, C y N	Luz	Bajo
Artesanías en Madera Creaciones de Hidalgo	Fabricación de artículos y utensilios de madera para el hogar	0 a 5 personas	Industrias manufactureras textil	C ₂ H ₂ , SO ₄ ²⁻ , H, C y N	Luz	Bajo
Balconearía Sin Nombre	Fabricación de productos de herrería	0 a 5 personas	Industrias manufactureras metálicos	H, S, Pb, P, Fe, C, O y Mn	Gas y Luz	Medio
Fábrica de block	Fabricación de tubos y bloques de cemento y concreto	0 a 5 personas	Industrias manufactureras textil	C ₂ H ₂ , SO ₄ ²⁻ , H, C y N	Luz	Bajo
Fábrica de block	Fabricación de ladrillos no refractarios	0 a 5 personas	Industrias manufactureras textil	C ₂ H ₂ , SO ₄ ²⁻ , H, C y N	Luz	Bajo
Carpintería Sin Nombre	Fabricación de muebles, excepto cocinas integrales, muebles modulares, muebles de oficina y estantería	0 a 5 personas	Industrias manufactureras metálicos	H, S, Pb, P, Fe, C, O y Mn	Luz	Bajo
Carpintería Darí	Fabricación de productos de madera para la construcción	0 a 5 personas	Industrias manufactureras textil	C ₂ H ₂ , SO ₄ ²⁻ , H, C y N	Luz	Bajo
Carpintería Sin Nombre	Fabricación de productos de madera para la construcción	0 a 5 personas	Industrias manufactureras textil	C ₂ H ₂ , SO ₄ ²⁻ , H, C y N	Luz	Bajo
Elaboración de Tortillas de Comal Sin Nombre	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas y Luz	Alto
Fabrica y Venta de Block	Fabricación de tubos y bloques de cemento y concreto	0 a 5 personas	Industrias manufactureras textil	C ₂ H ₂ , SO ₄ ²⁻ , H, C y N	Luz	Bajo
Fabricación de Block Sin Nombre	Fabricación de tubos y bloques de cemento y concreto	0 a 5 personas	Industrias manufactureras textil	C ₂ H ₂ , SO ₄ ²⁻ , H, C y N	Luz	Bajo
Fabricación de Productos de Herrería	Fabricación de productos de herrería	0 a 5 personas	Industrias manufactureras metálicos	H, S, Pb, P, Fe, C, O y Mn	Gas y Luz	Medio
Fabricación Y Venta De Tinacos Rebollar	Fabricación de envases y contenedores de plástico para embalaje con y sin reforzamiento	0 a 5 personas	Industrias manufactureras textil	C ₂ H ₂ , SO ₄ ²⁻ , H, C y N	luz	Bajo
Herrería Olvera	Fabricación de productos de herrería	0 a 5 personas	Industrias manufactureras metálicos	H, S, Pb, P, Fe, C, O y Mn	Gas y Luz	Medio
Herrería Sin Nombre	Fabricación de productos de herrería	0 a 5 personas	Industrias manufactureras metálicas	H, S, Pb, P, Fe, C, O y Mn	Gas y Luz	Medio
Herrería Sin Nombre	Fabricación de productos de herrería	0 a 5 personas	Industrias manufactureras metálicas	H, S, Pb, P, Fe, C, O y Mn	Gas y Luz	Medio

Nombre del Establecimiento	Nombre de la Actividad	Población Flotante	Tipo de Actividad	Sustancia Química	Fuentes de Energía	Grado de Riesgo
Mangueras Y Plásticos	Fabricación de bandas y mangueras de hule y de plástico	6 a 10 personas	Industrias manufactureras textil	C ₂ H ₂ , SO ₄ ²⁻ , H, C y N	Luz	Bajo
Molino De Nixtamal	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas y Luz	Alto
Molino De Nixtamal Sin Nombre	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas y Luz	Alto
Molino De Nixtamal Sin Nombre	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas y Luz	Alto
Molino De Nixtamal Sin Nombre	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas y Luz	Alto
Molino De Nixtamal Y Venta De Tortillas Sin Nombre	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas y Luz	Alto
Molino Sin Nombre	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas y Luz	Alto
Paletería La Michoacana	Elaboración de helados y paletas	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₃ Cl y C ₁₅ H ₁₆ O ₂	Gas y Luz	Bajo
Paletería La Michoacana	Purificación y embotellado de agua	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₃ Cl y C ₁₅ H ₁₆ O ₃	Gas y Luz	Bajo
Panadería El Reto de la Gloria	Panificación tradicional	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas y Luz	Alto
Panadería Hermanos Vázquez	Panificación tradicional	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas y Luz	Alto
Panadería La Tradicional	Panificación tradicional	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas y Luz	Alto
Panadería Lupita	Panificación tradicional	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas y Luz	Alto
Panadería y Pastelería Guadalupana	Panificación tradicional	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas y Luz	Alto
Panadería y Pastelería Pinguís Pan	Panificación tradicional	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas y Luz	Alto
Pastelería La Estrella	Panificación tradicional	6 a 10 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas y Luz	Alto
Pastelería Mejía	Panificación tradicional	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas y Luz	Alto
Pastelería Passion Cakes	Panificación tradicional	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas y Luz	Alto
Planta Purificadora de Agua Ultra Light	Purificación y embotellado de agua	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₃ Cl y C ₁₅ H ₁₆ O ₂	Luz	Bajo

Nombre del Establecimiento	Nombre de la Actividad	Población Flotante	Tipo de Actividad	Sustancia Química	Fuentes de Energía	Grado de Riesgo
Purificadora Agua Clibe	Purificación y embotellado de agua	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C2H3Cl y C15H16O3	Luz	Bajo
Purificadora de Agua La Cantera	Purificación y embotellado de agua	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C2H3Cl y C15H16O4	Luz	Bajo
Purificadora de Agua La Esmeralda	Purificación y embotellado de agua	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C2H3Cl y C15H16O5	Luz	Bajo
Purificadora de Agua La Gota Inmaculada	Purificación y embotellado de agua	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C2H3Cl y C15H16O6	Luz	Bajo
Super Paletería y Nevería Oasis	Elaboración de helados y paletas	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C2H3Cl y C15H16O7	Luz	Bajo
Taller de Costura Aries	Confección en serie de otra ropa exterior de materiales textiles	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C2H2, SO ₄ ²⁻ , H, C y N	Gas y Luz	Medio
Taller de Herrería sin Nombre	Fabricación de productos de herrería	0 a 5 personas	Industrias manufactureras metálicas	H, S, Pb, P, Fe, C, O y Mn	Gas y Luz	Medio
Taller De Herrería sin Nombre	Fabricación de productos de herrería	0 a 5 personas	Industrias manufactureras metálicas	H, S, Pb, P, Fe, C, O y Mn	Gas y Luz	Medio
Taller de Herrería Sin Nombre	Fabricación de productos de herrería	0 a 5 personas	Industrias manufactureras metálicas	H, S, Pb, P, Fe, C, O y Mn	Gas y Luz	Medio
Taller de Herrería y Soldadura Keymin	Fabricación de productos de herrería	0 a 5 personas	Industrias manufactureras metálicas	H, S, Pb, P, Fe, C, O y Mn	Gas y Luz	Medio
Taller de Juguetes de Madera Tetepango	Fabricación de juguetes	0 a 5 personas	Industrias manufactureras metálicas	H, S, Pb, P, Fe, C, O y Mn	Gas y Luz	Bajo
Taller de Soldadura y Herrería Sin Nombre	Fabricación de productos de herrería	0 a 5 personas	Industrias manufactureras metálicas	H, S, Pb, P, Fe, C, O y Mn	Gas y Luz	Medio
Torno Fresadora Y Soldadura Rodríguez	Maquinado de piezas metálicas para maquinaria y equipo en general	0 a 5 personas	Industrias manufactureras metálicas	H, S, Pb, P, Fe, C, O y Mn	Gas y Luz	Medio
Torno Y Soldadura Sin Nombre	Maquinado de piezas metálicas para maquinaria y equipo en general	0 a 5 personas	Industrias manufactureras metálicas	H, S, Pb, P, Fe, C, O y Mn	Gas y Luz	Medio
Tortillas A Mano Sin Nombre	Elaboración de tortillas de maíz	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C2H2, C ₃ H ₈ , C y O	Gas	Alto
Tortillería Sin Nombre	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C2H2, C ₃ H ₈ , C y O	Gas	Alto
Tortillería Escamilla	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C2H2, C ₃ H ₈ , C y O	Gas	Alto
Tortillería Jube	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C2H2, C ₃ H ₈ , C y O	Gas	Alto

Nombre del Establecimiento	Nombre de la Actividad	Población Flotante	Tipo de Actividad	Sustancia Química	Fuentes de Energía	Grado de Riesgo
Tortillería La Chiquita	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas	Alto
Tortillería Seny	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas	Alto
Tortillería Sin Nombre	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas	Alto
Tortillería Sin Nombre	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas	Alto
Tortillería Sin Nombre	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas	Alto
Tortillería Sin Nombre	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas	Alto
Tortillería Sin Nombre	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas	Alto
Tortillería Sin Nombre	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas	Alto
Tortillería Sin Nombre	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas	Alto
Tortillería Sor Juana Inés De La Cruz	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas	Alto
Tortillería Tetepango	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	6 a 10 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas	Alto
Tortillería y Molino de Nixtamal Sin Nombre	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas	Alto
Tortillería y Pollería la Chispita	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	0 a 5 personas	Industrias manufactureras alimenticia	C ₂ H ₂ , C ₃ H ₈ , C y O	Gas	Alto

Fuente: Elaboración propia con información del municipio y de DENEU 2022.



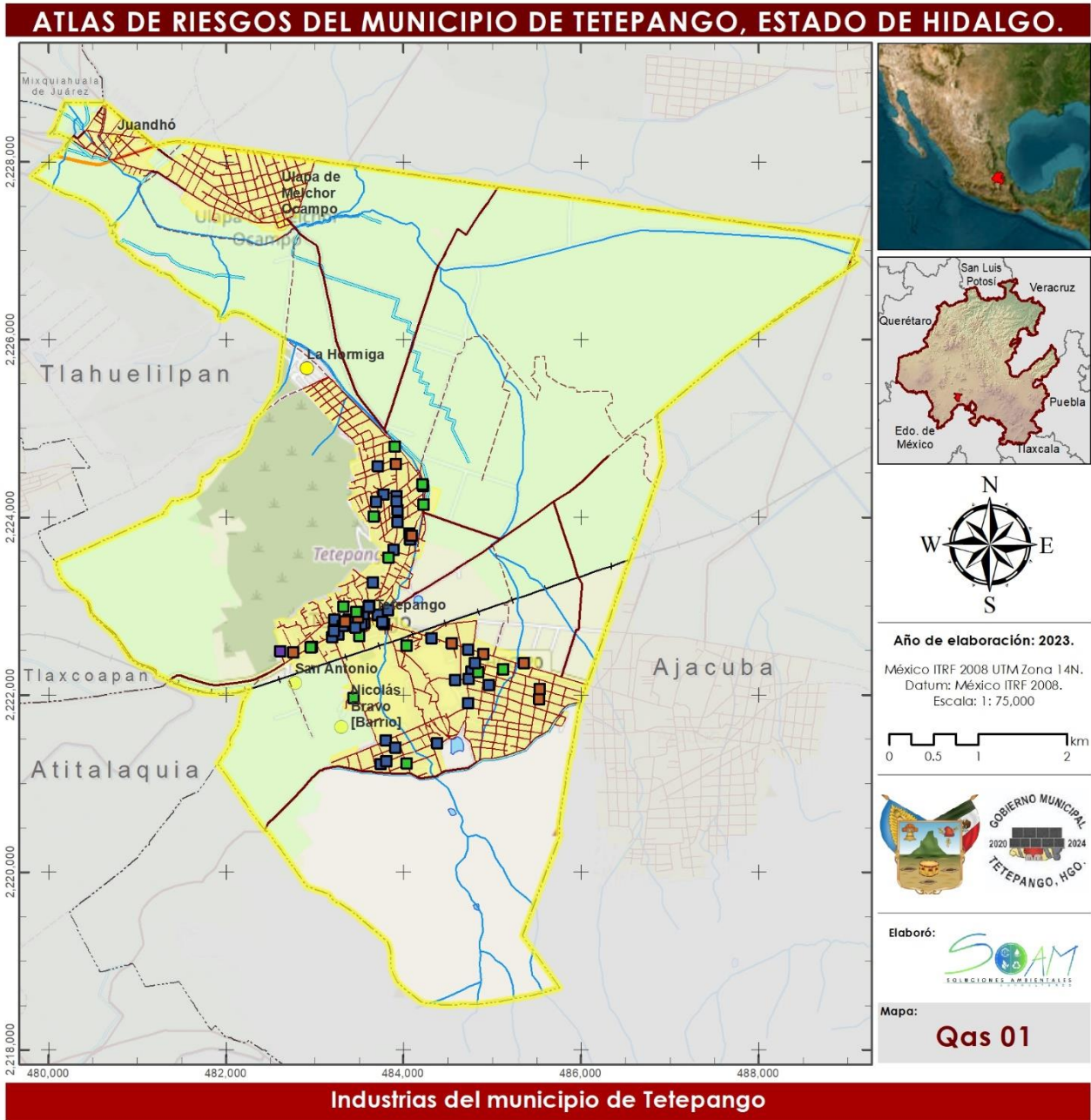


Figura II.89. Industrias del municipio de Tetepango.

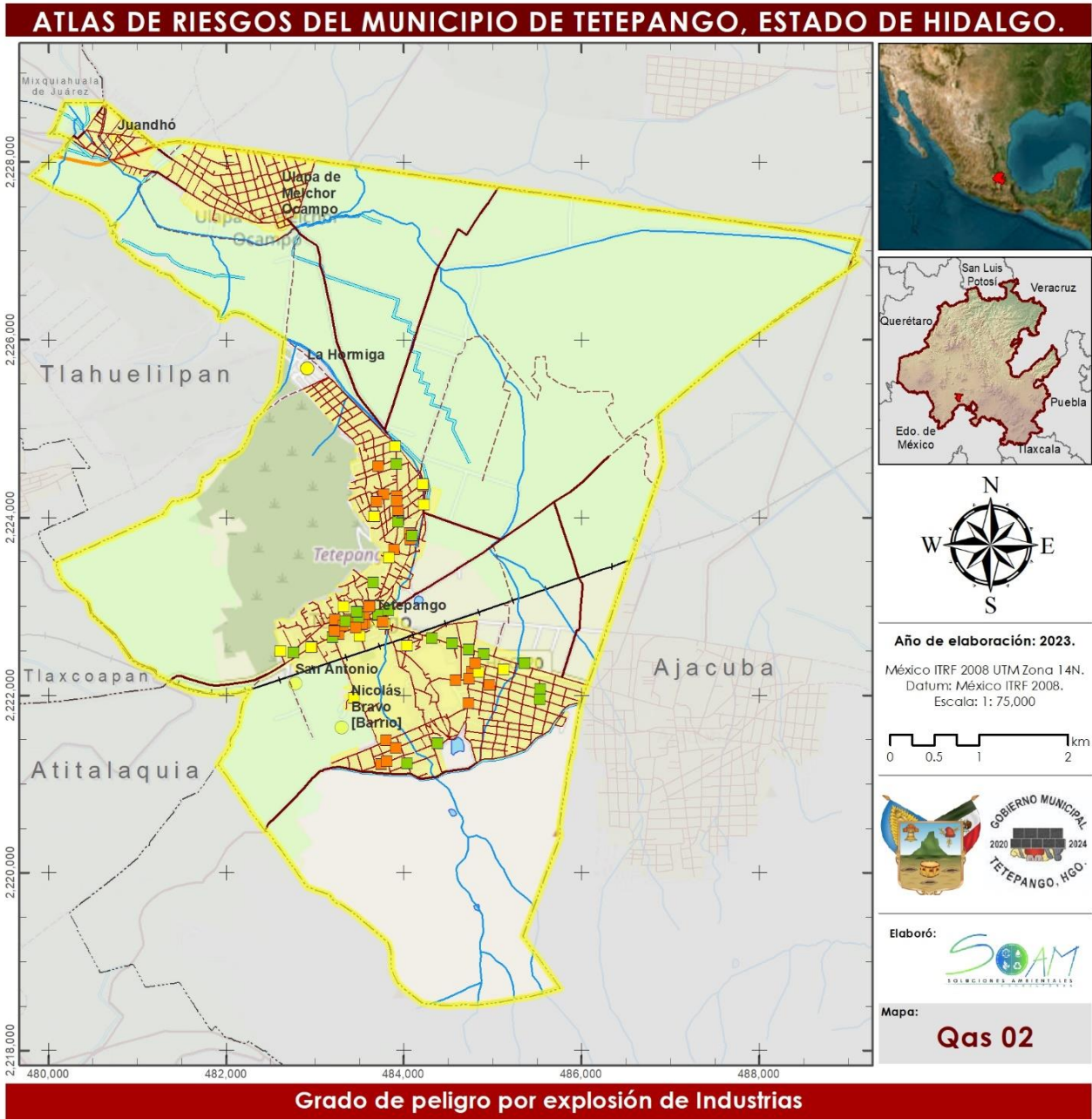


Figura II.90. Grado de peligro por explosión de Industrias.

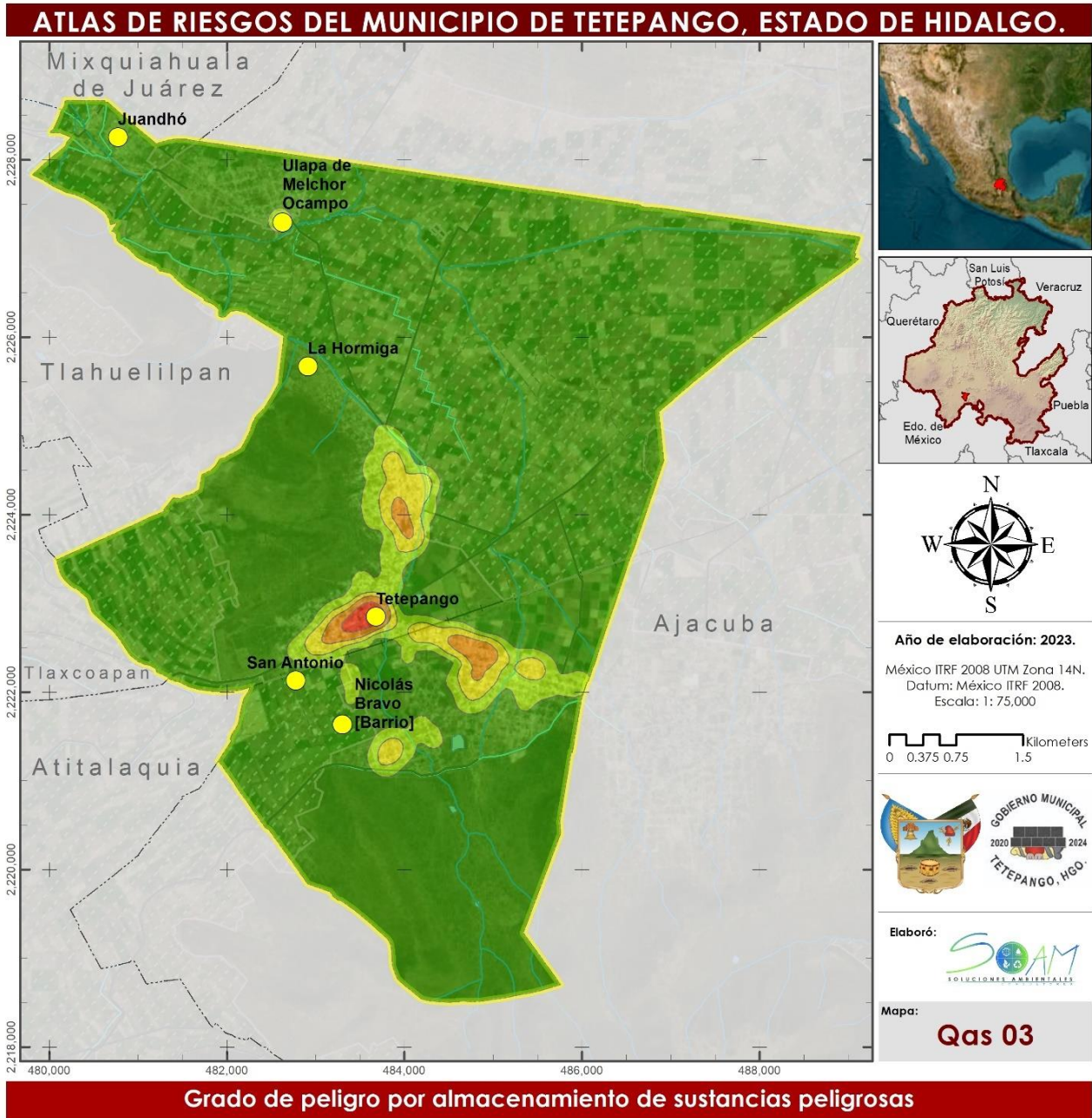


Figura II.91. Peligro por almacenamiento de sustancias.

II.3.2. Almacenamiento de sustancias peligrosas.

1. Antecedentes.

Los accidentes relacionados con sustancias químicas pueden presentarse por diversas causas, entre las que se incluyen: fenómenos naturales (sismos, huracanes, inundación, erupción volcánica, entre otros), fallas operativas en los procesos industriales, fallas mecánicas, errores humanos y causas premeditadas. En el manejo de sustancias químicas pueden presentarse, como consecuencia de un accidente, los siguientes eventos:

- Liberación a la atmósfera de gases tóxicos o corrosivos, aerosoles o partículas
- Liberación de líquidos o sólidos peligrosos
- Incendios o explosiones

Las personas, los bienes materiales y el medio ambiente que se encuentran próximos a un establecimiento industrial en el que se utilizan sustancias peligrosas, están expuestos al riesgo por la sola presencia de dicha instalación y de las sustancias que se manejan. Por lo cual, es importante estimar el nivel de peligro potencial de una actividad industrial para las personas (principalmente), mediante la estimación de la magnitud del daño y la probabilidad de su ocurrencia (CENAPRED, 2017).

2. Metodología.

De acuerdo con el listado desarrollado por el CENAPRED, se consideran las actividades industriales y comerciales con presencia de sustancias y materiales peligrosos y su nivel de exposición al interior del Municipio de Tetepango, lo cual permite identificar el tipo de actividad que desarrollan, su ubicación y lo más importante, sus distancias entre cada una de las Unidades Económicas, toda vez que a menor distancia mayor es mayor la vulnerabilidad de la zona.

Debido a que no se cuenta con la información requerida sobre qué tipo de sustancias químicas y su capacidad almacenada para cada una de las actividades consideradas peligrosas, se propone determinar las zonas con mayor probabilidad de ocurrir un accidente por almacenamiento de sustancias peligrosas, mediante la utilización de la densidad de Kernel, la cual permite determinar puntos calientes (hot spots) mediante la interpolación de valores

Para las gasolineras que son los principales y más comunes centros de almacenaje de sustancias peligrosas (específicamente hidrocarburos), se contó con la capacidad y tipo de sustancia almacenada, para lo cual se utiliza el software ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) de modelación de la EPA (Environment Protection Agency de los Estados Unidos),



el cual tiene integrado un modelo gaussiano para predecir la dispersión de la sustancia objeto de estudio, que describe el transporte y la mezcla de las sustancias en el aire y es la aproximación computarizada más aceptada para calcular la concentración de contaminantes en un punto determinado, para que estas modelaciones den como resultado los radios máximos de afectación probable, creando un escenario crítico de las situaciones de riesgo.

La opción de modelación de riesgos por fuente como lo es un tanque, permite seleccionar tres diferentes escenarios, los cuales dadas sus características particulares expresan radios de afectación diferentes. Cada uno de estos escenarios se enuncia a continuación:

- Fuga del tanque, sin incendio, escapa a la atmósfera: este escenario puede presentar tres tipos de efectos, dependiendo de las características químicas y del entorno al momento del accidente:
 - Área tóxica de una nube de vapor
 - Área inflamable de una nube de vapor
 - Área de sobrepresión por explosión de la nube de vapor
- Fuga del tanque con incendio en forma de un chorro de fuego
- BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion: explosión por líquido en ebullición dentro de un tanque cerrado) (Castillo, 2015).

3. Resultados.

El riesgo por fuga, derrame, incendio o explosión está determinado por las industrias y actividades económicas donde se utilicen sustancias químicas inflamables, gas LP y energía eléctrica. Por lo cual se identificaron las actividades riesgosas que se encuentran registradas en el DENUÉ 2022 (Figura II.89). Posteriormente, para determinar el grado de peligro por almacenamiento de sustancias se clasificaron de acuerdo con su grado de peligro, considerando las sustancias que manejan para su producción. Las actividades comerciales e industriales como su grado de riesgo se presentan en la Tabla II.62 y en la Figura II.90.

Considerando el grado de peligro para cada una de los comercios e industrias dentro del DENUÉ, donde se le asigno el valor de 1 a las que presentan un grado de peligro bajo y 5 a las que presentan un grado de peligro alto. Con la información puntal se generó una imagen ráster mediante la densidad de Kernel, como se puede apreciar en la Figura II.91.

El resultado de esta metodología muestra en la parte central del municipio dos zonas con un alto riesgo por el almacenamiento de sustancias, esta se ubica sobre las calles principales de la cabecera municipal, debido a que en estas zonas confluyen la mayoría de las actividades económicas del municipio.

Con respecto a las estaciones de servicio (gasolineras), en el municipio de Tetepango se registra una sola gasolinera, situada en la carretera de acceso

a la cabecera municipal, se le asignó una distancia de seguridad determinada por la capacidad del tanque de almacenamiento, el cual es de 40 m³; con compartimientos separados para el almacenamiento de gasolina magna, premium y diésel.

El software ALOHA se utilizó para modelar cuatro escenarios:

- Accidente por fuga de tanque sin incendio que escapa a la atmósfera (área tóxica de una nube de vapor) (Figura II.92).
- Accidente por fuga del tanque con incendio, (Jet fire) (Figura II.93).
- Accidente por explosión de líquido en ebullición dentro de un tanque cerrado, (ball fire) (Figura II.95).
- Accidente por derrame al momento de carga de tanque, (pool fire) (Figura II.94).

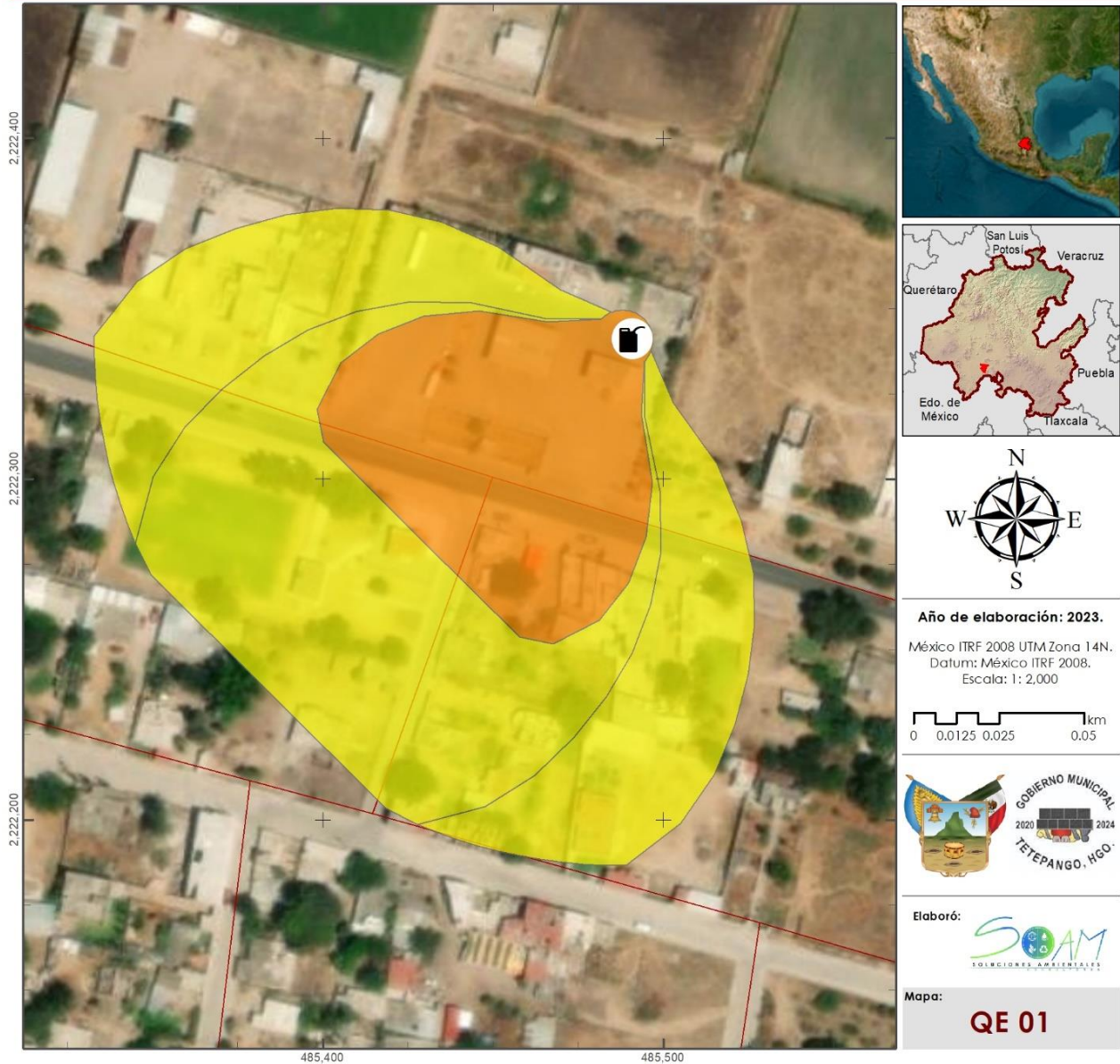
Tabla II.66. Zonas de riesgo para gasolinera.

Escenario	Distancias en metros de zonas de riesgo.		
	Alto	Medio	Bajo
Nube tóxica	48	83	146
Jet fire	29	44	71
Fire Ball	305	430	671
Pool fire	24	36	56

Fuente: Elaboración propia.



ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Año de elaboración: 2023.

México ITRF 2008 UTM Zona 14N.
Datum: México ITRF 2008.
Escala: 1: 2,000



Elaboró: **SOAM**
SOLUCIONES AMBIENTALES

Mapa: **QE 01**

Peligro por nube tóxica

Marco Geoestadístico Límite Municipal Estado de Hidalgo	Hidrología Corriente de agua Canal Cuerpo de Agua	Infraestructura Carretera Calle Camino Vía ferrea Gasoducto	Simbología Temática Gasolinera	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Tanques de almacenamiento</th> </tr> <tr> <th>Tipo</th> <th>Número de tanques</th> <th>Capacidad (m3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gasolina</td> <td>3</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Diesel</td> <td>1</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>4</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>	Tanques de almacenamiento			Tipo	Número de tanques	Capacidad (m3)	Gasolina	3	10	Diesel	1	10	Total	4	40
			Tanques de almacenamiento																
Tipo	Número de tanques	Capacidad (m3)																	
Gasolina	3	10																	
Diesel	1	10																	
Total	4	40																	
Zonas de riesgo Alto Medio Bajo																			

Fuentes:
Marco Geoestadístico de INEGI 2022.
Modelado con software ALOHA.

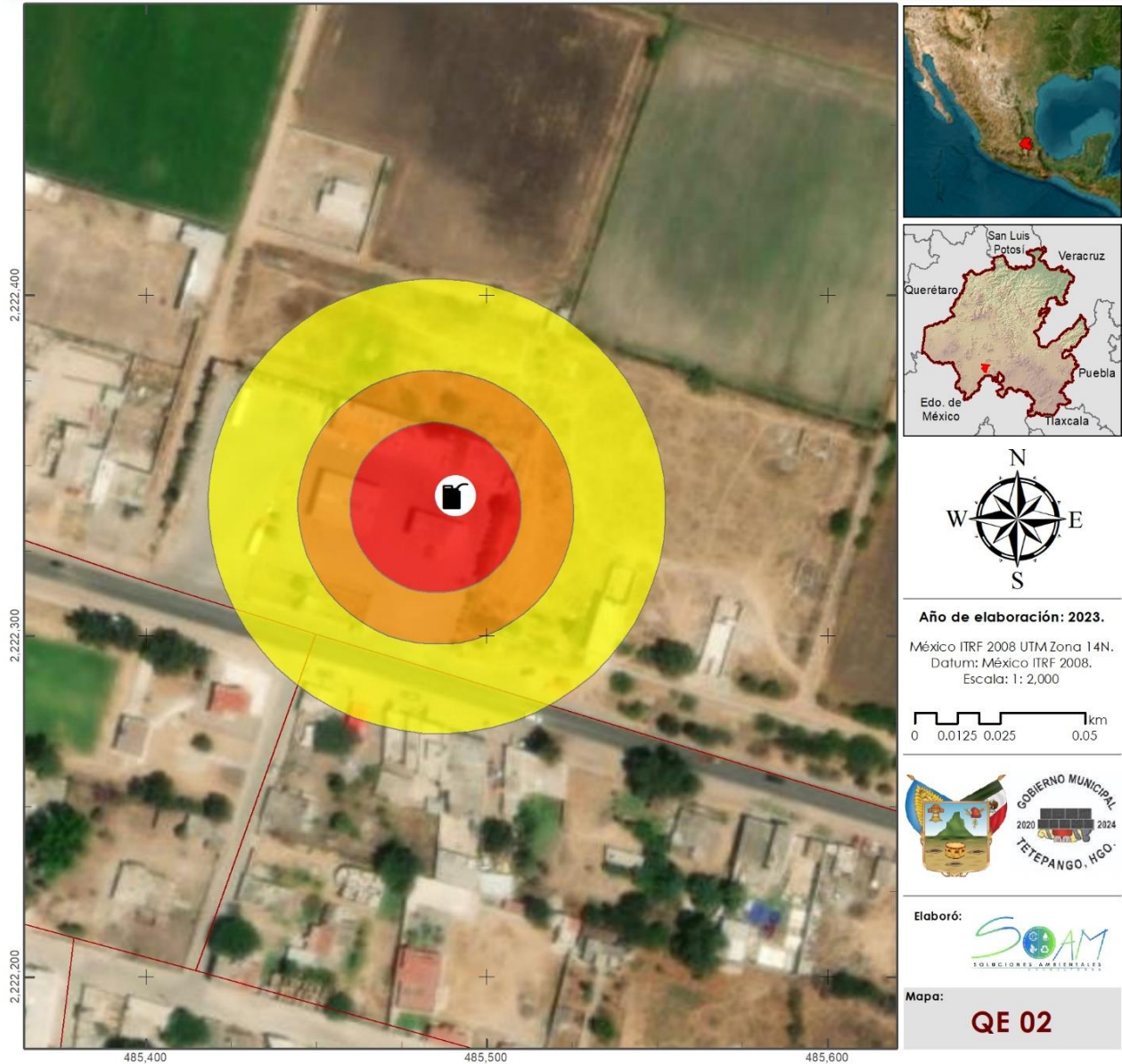
Carta Topográfica F14CB9, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura II.92. Peligro por nube tóxica.



ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



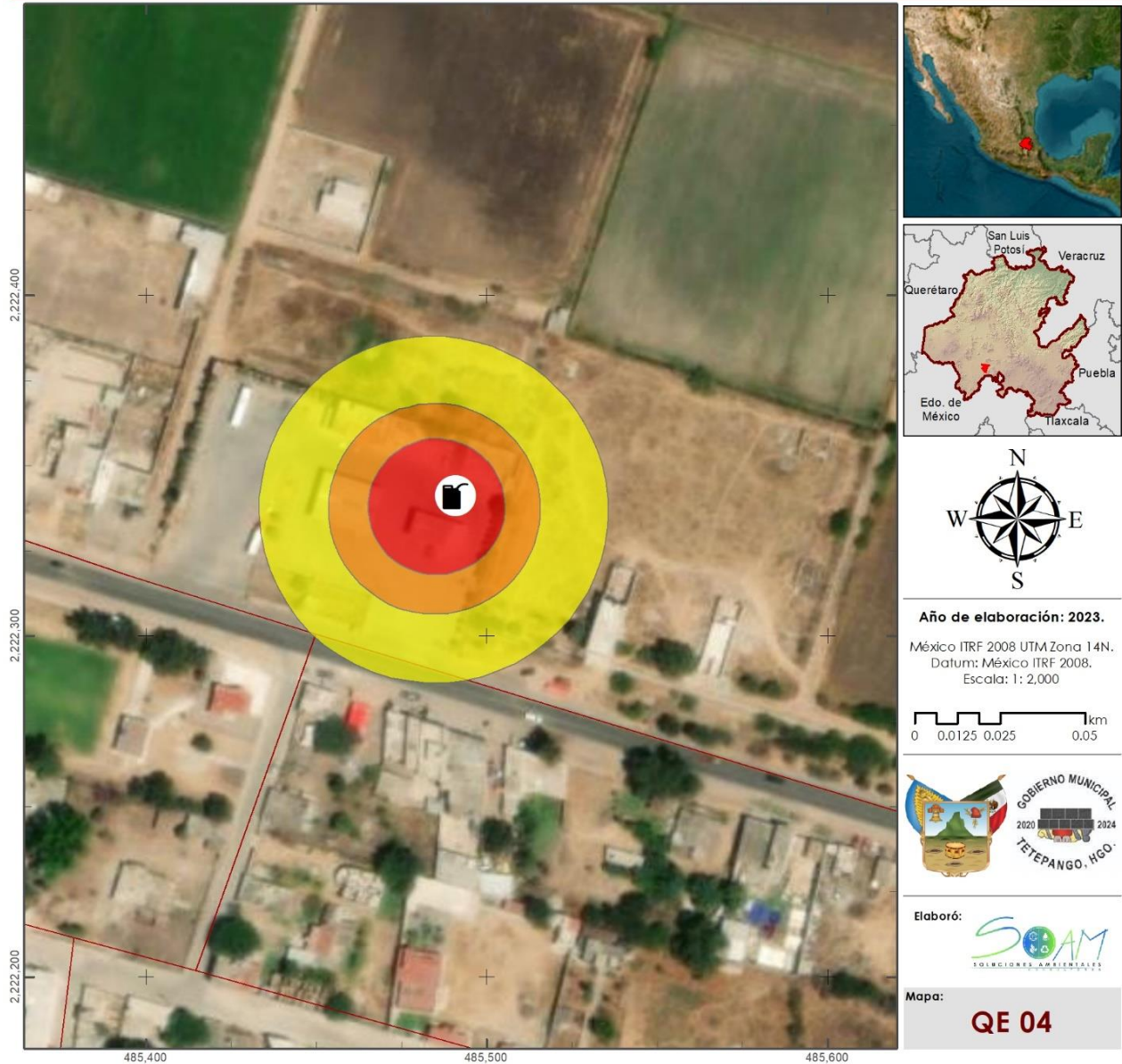
Peligro por fuga del tanque con incendio (Jet fire)

Marco Geoestadístico		Hidrología		Infraestructura		Simbología Temática		Tanques de almacenamiento																							
Límite Municipal	Corriente de agua	Carretera	Canal	Calle	Gasolinera	Bajo	Medio	Alto	<table border="1"><thead><tr><th>Tipo</th><th>Número de tanques</th><th>Capacidad (m3)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gasolina</td><td>3</td><td>10</td></tr><tr><td>Diesel</td><td>1</td><td>10</td></tr><tr><td>Total</td><td>4</td><td>40</td></tr></tbody></table>	Tipo	Número de tanques	Capacidad (m3)	Gasolina	3	10	Diesel	1	10	Total	4	40	Estado de Hidalgo	Cuerpo de Agua	Camino	Vía férrea						
Tipo	Número de tanques	Capacidad (m3)																													
Gasolina	3	10																													
Diesel	1	10																													
Total	4	40																													
		Gasoducto																													

Fuentes: Marco Geoestadístico de INEGI 2022. Modelado con software ALOHA. Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019. Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura II.93. Peligro por fuga del tanque con incendio (Jet fire).

ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



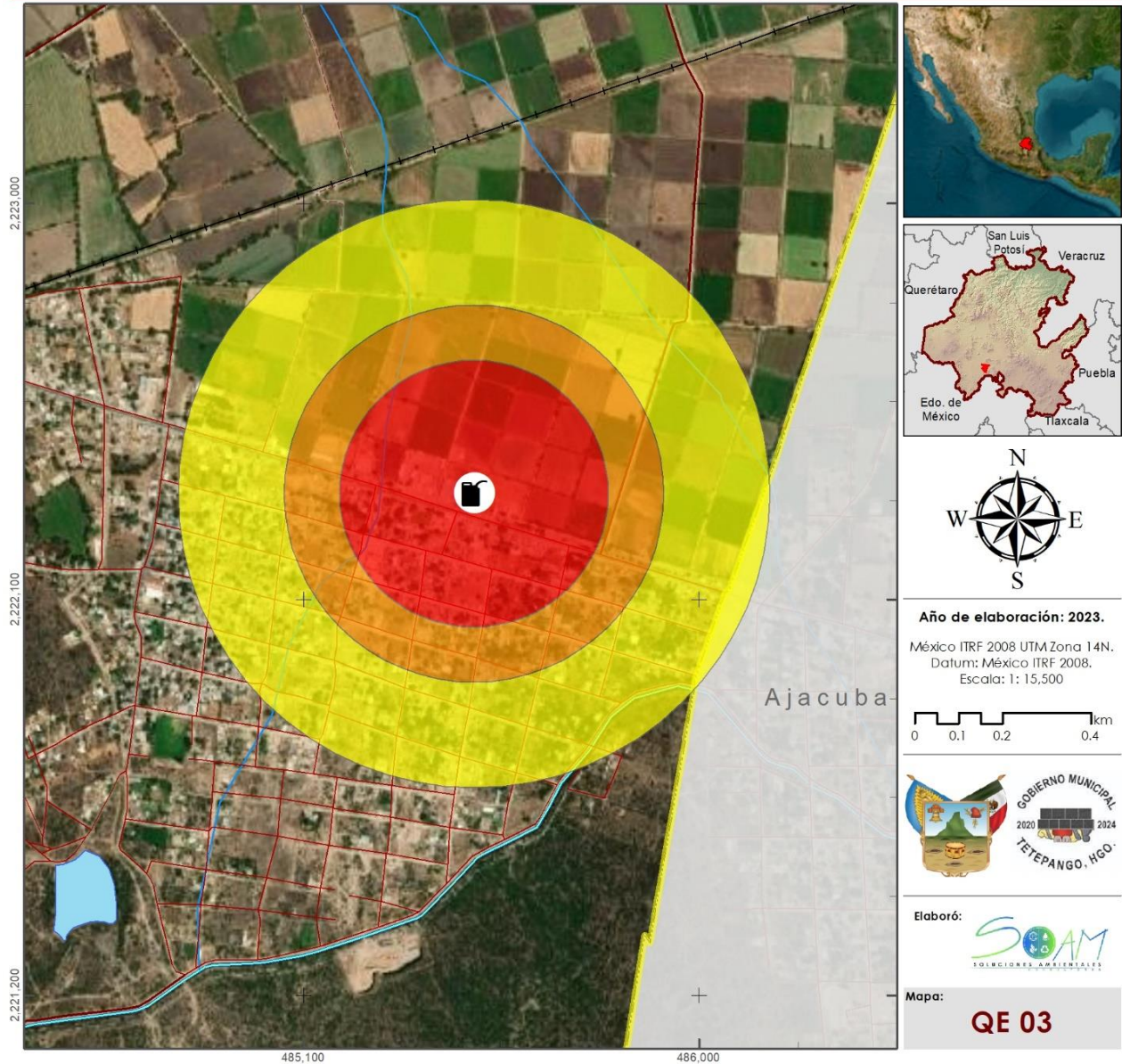
Peligro por derrame de combustible (Pool fire)

Marco Geoestadístico		Hidrología		Infraestructura		Simbología Temática		Tanques de almacenamiento			
Límite Municipal	Corriente de agua	Carretera	Canal	Calle	Gasolinera	Alto	Medio	Bajo	Tipo	Número de tanques	Capacidad (m3)
Estado de Hidalgo	Cuerpo de Agua	Camino		Vía férrea					Gasolina	3	10
		Gasoducto							Diesel	1	10
									Total	4	40

Fuentes: Marco Geoestadístico de INEGI 2022. Modelado con software ALOHA. Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019. Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura II.94. Peligro por derrame de combustible (Pool fire)

ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Peligro por explosión de tanque (Fire ball)

Marco Geoestadístico		Hidrología		Infraestructura		Simbología Temática		Tanques de almacenamiento																							
Límite Municipal	Corriente de agua	Carretera	Canal	Calle	Gasolinera	Bajo	Medio	Alto	<table border="1"><thead><tr><th>Tipo</th><th>Número de tanques</th><th>Capacidad (m3)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gasolina</td><td>3</td><td>10</td></tr><tr><td>Diesel</td><td>1</td><td>10</td></tr><tr><td>Total</td><td>4</td><td>40</td></tr></tbody></table>	Tipo	Número de tanques	Capacidad (m3)	Gasolina	3	10	Diesel	1	10	Total	4	40	Municipios Aledaños	Cuerpo de Agua	Camino	Gasolinera						
Tipo	Número de tanques	Capacidad (m3)																													
Gasolina	3	10																													
Diesel	1	10																													
Total	4	40																													
Estado de Hidalgo		Vía férrea		Gasoducto																											

Fuentes: Marco Geoestadístico de INEGI 2022. Modelado con software ALOHA. Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019. Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura II.95. Peligro por explosión de tanque (Fire ball).

II.3.3. Transporte de sustancias peligrosas.

1. Antecedentes.

Los accidentes en el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos son eventos que se consideran poco frecuentes; sin embargo, una liberación accidental del material puede ocurrir y tener impactos de consideración al ambiente, a los bienes materiales y a las personas próximas al sitio del incidente.

El peligro en el transporte de estos materiales depende en primer lugar de las características de los mismos. Para la identificación de peligros se requiere: conocer las consecuencias específicas indeseables y la identificación del material y del sistema que puedan provocar estas consecuencias.

La descripción del sistema (tipo de vehículo, condiciones del camino, etc.) incluye las particularidades que limitan el caso a analizar. En el caso del transporte de materiales y residuos peligrosos estas particularidades incluyen las relacionadas a la trayectoria, el vehículo y el material transportado; por ejemplo: inicio y destino de la ruta, clases de camino, longitud total de la ruta, topografía del terreno, características del vehículo, características del recipiente, condiciones en que se encuentra el material transportado, distribución de la población en las áreas adyacentes, condiciones meteorológicas, propiedades físicas y químicas del material transportado.

Cuando se presenta un accidente químico en el que se libera una sustancia peligrosa al ambiente ya sea durante su transporte o en almacenamiento, el accidente puede manejarse más rápidamente y mejor cuando la sustancia involucrada está debidamente identificada y caracterizada. El contar con un sistema de clasificación de sustancias es importante y necesario, ya que proporciona información de manera inmediata sobre los peligros que representa una sustancia en caso de un accidente, permitiendo reaccionar ante la emergencia de forma adecuada y segura.

2. Metodología.

Para identificar las zonas de riesgo en el transporte de sustancias peligrosas, se identificaron las principales vías de comunicación del municipio, utilizando la cartografía de INEGI de las cartas topográficas 1:50,000.

Asimismo, para determinar las zonas de peligro por el transporte de sustancias peligrosas respecto a las vías de comunicación terrestres que cruzan el Municipio de Tetepango, se ejemplificarán los casos de evacuación ante acción inmediata, derrames e incendios conforme a la Guía de Respuesta en Caso de Emergencia (2016) del CENAPRED. Las distancias de transporte de las sustancias relacionadas con combustibles, se muestran en la Tabla II.67. Solo se consideraron gas L.P., gasolina y diésel; debido a que en el municipio no se

cuenta con industrias que manejen otro tipo de combustibles o sustancias peligrosas.

Tabla II.67. Distancias de evacuación derivado de derrames e incendios de las sustancias combustibles comerciales.

Combustible	Acción inmediata de precaución	Derrame	Incendio
Gas L.P.	100 m	800 m	1,600 m
Gasolina	50 m	300 m	800 m
Diésel	50 m	300 m	800 m

Fuente: Elaboración propia con información del CENAPRED, 2016.

Para la generación cartográfica de estas distancias se calcula por medio de "buffers" o "zonas de influencia" que delimitan perímetros a ciertas distancias alrededor del eje central del trayecto determinado.

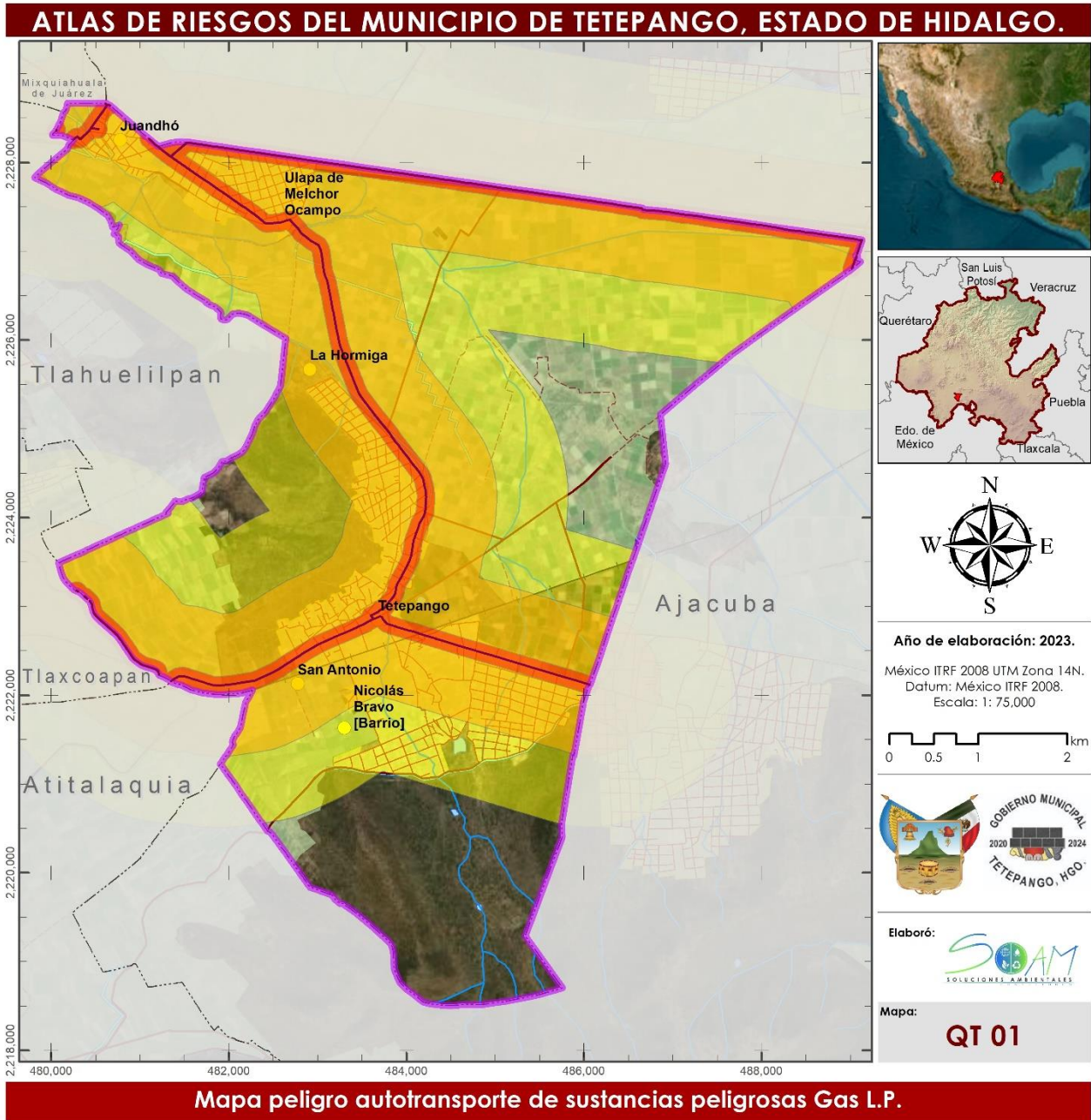
3. Resultados.

Se realizó cartografía para los tres escenarios posibles conforme a la Guía de Respuesta en Caso de Emergencia (2016) del CENAPRED para transporte de Gas L.P., Gasolina y Diésel los cuales son: Acción inmediata de precaución, Derrame e Incendio.

Los buffers se realizaron solo sobre los caminos principales, estos son la carretera Pachuca – Tula, vía Ajacuba; y la carretera Tetepango – Ulapa de Melchor Ocampo – Juandhó; así como el camino que comunica a Ulapa con la carretera a Ajacuba.

Con estos se marcan las zonas de acción inmediata, derrame e incendio que se verían afectadas en caso de un accidente.





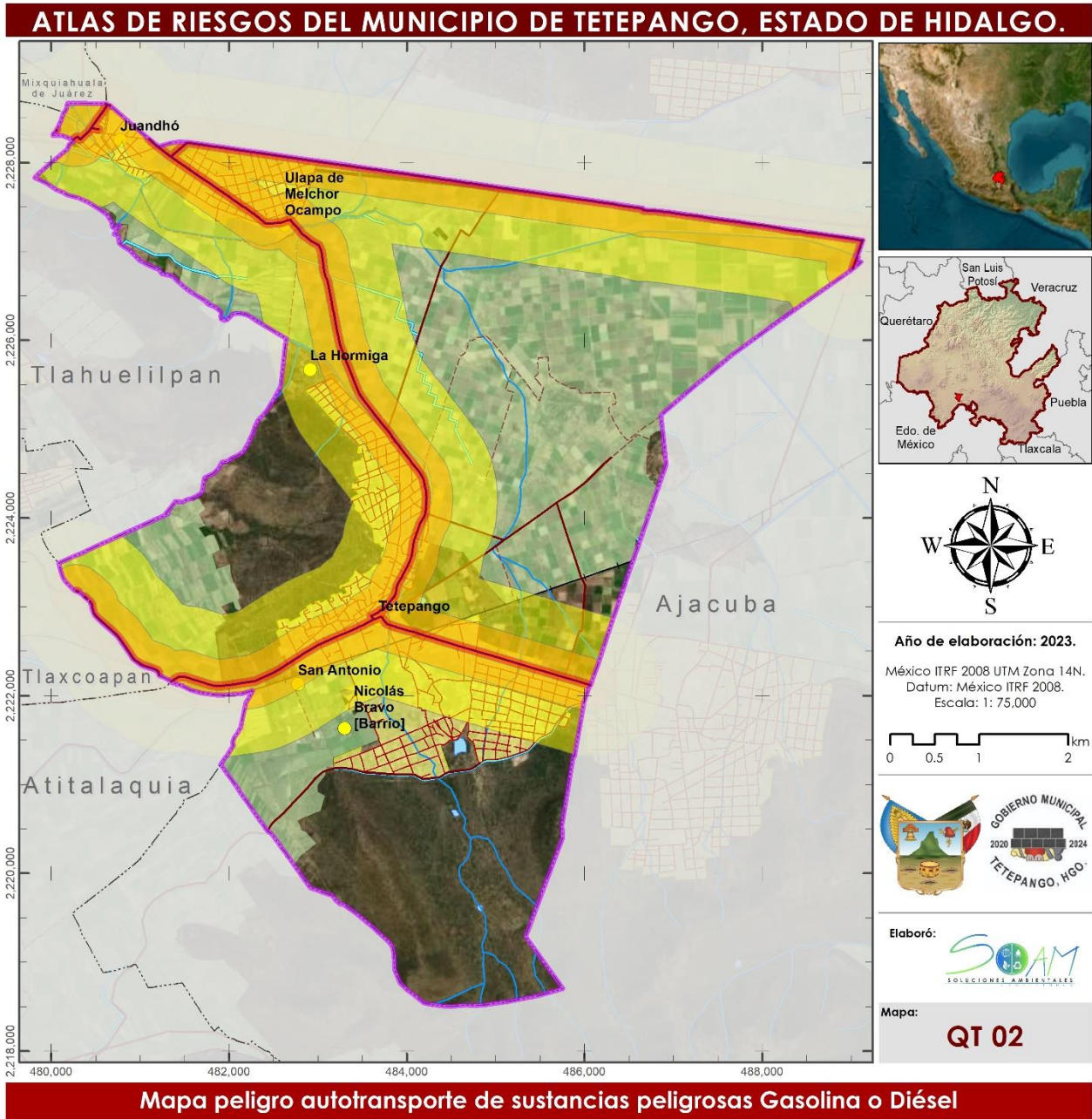
Marco Geoestadístico.		Hidrología		Infraestructura		Uso de		Simbología Temática	
	Límite Municipal		Corriente de agua		redvial_tete		Zona Urbana		Acción Inmediata
	Municipios Aledaños		Canal		Carretera		Área de cultivo		Derrame
	Localidades		Cuerpo de Agua		Calle				Incendio
					Camino				
					Vía ferrea				
					Gasoducto				

Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Figura II.96. Mapa de peligro transporte Gas LP.



Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Figura II.97 Mapa de peligro transporte Gasolina o Diésel.

II.3.4. Transporte por ductos.

1. Antecedentes.

La importancia de cuidar los ductos radica en la naturaleza de los productos que moviliza, combustibles imprescindibles en la actualidad para la vida diaria de las familias, insustituibles en su calidad de combustibles para la marcha de gran parte de los procesos industriales y como materia prima para el procesamiento de una gran variedad de productos. De ahí la necesidad de contar con una red de ductos adecuada a los requerimientos de movilización de hidrocarburos, sujetos a procedimientos optimizados de construcción, operados por personal altamente capacitado, sujetos a modernos sistemas de vigilancia, mantenimiento y corrección de fallas (Pérez, 2010).

En años recientes, algunas causas fundamentales del incremento de accidentes en los poliductos de Pemex han sido: la inadecuada evaluación de los mismos, las tomas clandestinas y la falta de gestión para erradicar esta problemática, adicionalmente no hay una base de datos histórica de accidentes en ductos de transporte de hidrocarburos disponible de manera oficial en el país, estas circunstancias repercuten negativamente en la funcionalidad de ductos en México (Olivera Villaseñor & Rodríguez Castellanos, 2012).

En el municipio de Tetepango se ubican tres ductos de Pemex, los cuales se ubican en la parte Norte del municipio, pasado a un costado de la localidad de Ulapa de Melchor Ocampo y cruzando por la localidad de Juandhó (Figura II.98).

2. Metodología

Los ductos de PEMEX presentan diferentes diámetros, los cuales transportan petróleo crudo (oleoducto) y combustible (poliducto), en la Tabla II.68 se detalla la información de estos. Para realizar el trazo de la distancia de seguridad o de peligro, se hizo con base en la información de la Guía metodológica de CENAPRED, considerando el diámetro mayor de 16", del Oleoducto Poza Rica – Refinería Salamanca.



Tabla II.68. Características de los ductos de PEMEX.

Nombre Ducto	Tipo	Empresa	Longitud (km)	Destino	Origen	Estatus	Diámetro (pulgadas)
Poza Rica - Ref. Salamanca	Oleoducto	Pemex	49.55	Refinaría Salamanca	Poza Rica	Operando	16
Cab. Poza Rica - Ref. Tula	Poliducto	Pemex	66.56	Refinería Tula	Cab. Poza Rica	Operando	14
Tula - Pachuca	Poliducto	Pemex	66.15	Pachuca	Tula	Operando	8

Fuente: CartoCrítica actualización, 2021.

3. Resultados.

Se realizaron tres buffers considerando el grado de peligro en caso de fuga, de acuerdo a la información de la Guía metodológica de CENAPRED Figura II.99. Las distancias de cada uno de los grados de peligro se describen en la Tabla II.69.

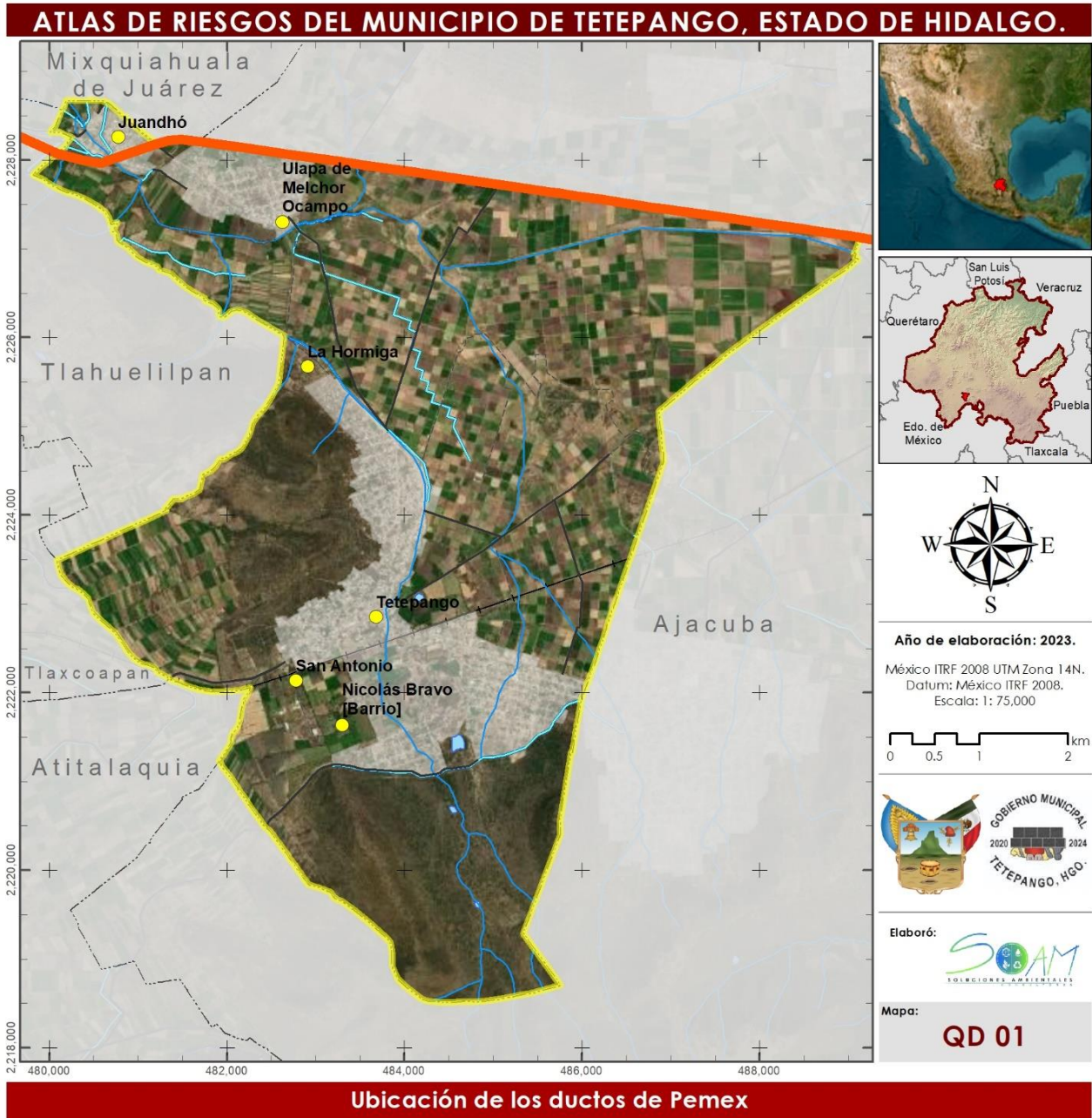
Tabla II.69 Grados de peligro para Ductos de combustible.

Descripción	Grados de peligro		
	Alto	Medio	Bajo
Distancia del centro del ducto en metros	75.00	91.44	201.16

Fuente: Elaboración propia con información de CENAPRED.

Las comunidades de Ulapa de Melchor Ocampo y Juandhó son las más afectadas en caso de una fuga de hidrocarburos, ya que los ductos pasan por la traza de las localidades, como se puede apreciar en la Figura II.99.



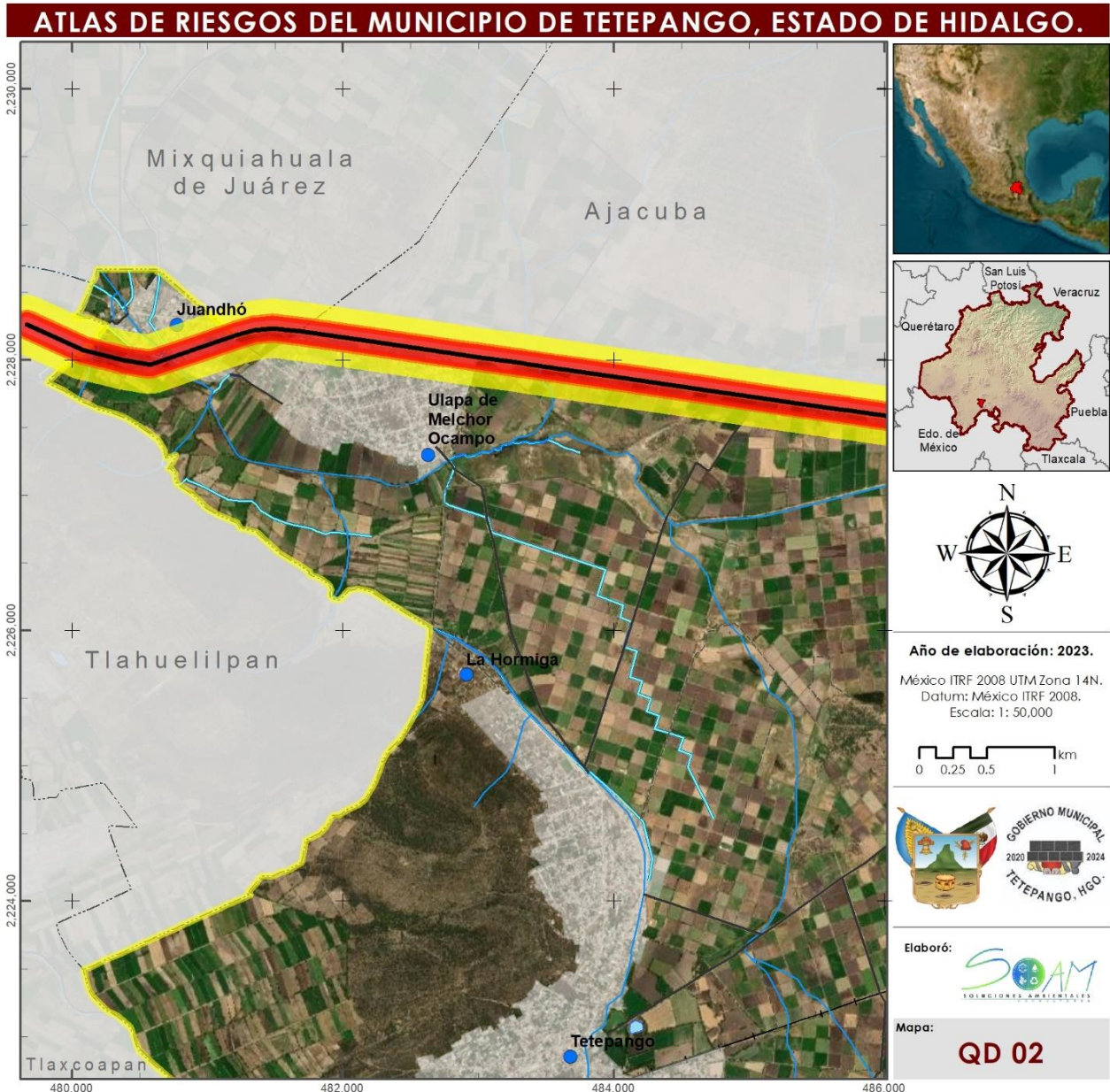


Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GS User Community

Figura II.98. Ubicación de los Ductos de Pemex.



Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GS User Community

Figura II.99. Distancia de seguridad de los ductos.

II.3.5. Riesgos Sanitario - Ecológico.

1. Antecedentes.

Los riesgos sanitario – ecológicos, se define como un agente perturbador que se genera por la acción patógena de agentes biológicos que afectan a la población, a los animales y a las cosechas, causando su muerte o la alteración de su salud. Las epidemias y plagas constituyen un desastre sanitario en el sentido estricto del término. En esta clasificación también se ubica la contaminación del aire, agua, suelo y alimentos.

En este contexto se tiene a la contaminación como el cambio en las características físicas, químicas o biológicas del ambiente natural, y se considera resultado de la ineficiencia de los procesos antropogénicos. La extracción de materias primas, la fabricación de productos, la energía necesaria para el proceso de fabricación y el producto mismo poseen ineficiencias esenciales que generan desperdicios (contaminación) que ya no son útiles; estos desperdicios deben desecharse, por lo que al ingresar a la naturaleza presentan cambios en el medio ambiente. (CENAPRED, 2016).

Estos riesgos se presentan a causa de una diversidad de condiciones en las que vivimos, la mayor parte de la población ignora los peligros sanitarios a los que estamos expuestos (CENAPRED, 2014).

En el municipio de Tetepango el principal riesgo sanitario está vinculado a la contaminación de alimentos, esto en específico por el riego de cultivos con aguas residuales sin tratamiento provenientes de la Ciudad de México.

Los vegetales cultivados e irrigados con aguas residuales causan enfermedades como la diarrea, el cólera, las parasitosis, gastroenteritis, reacciones de vómito y enfermedades virales. Asimismo, el contacto con el agua residual puede generar infecciones, alergias o enfermedades en la piel u otras zonas; en casos extremos, cuando el agua se encuentra muy contaminada con elevadas concentraciones de xenobióticos como el arsénico, plomo, benceno y tolueno, se desencadenan problemas hematológicos como anemia y otras enfermedades que pueden ser responsables de la muerte humana, así como la aparición de distintos tipos de cáncer (Maldonado, 2022).

2. Metodología.

Por medio de visitas de campo y trabajo en gabinete se identificaron las zonas de cultivo que son regadas con aguas residuales sin tratamiento, así como los canales que las conducen.

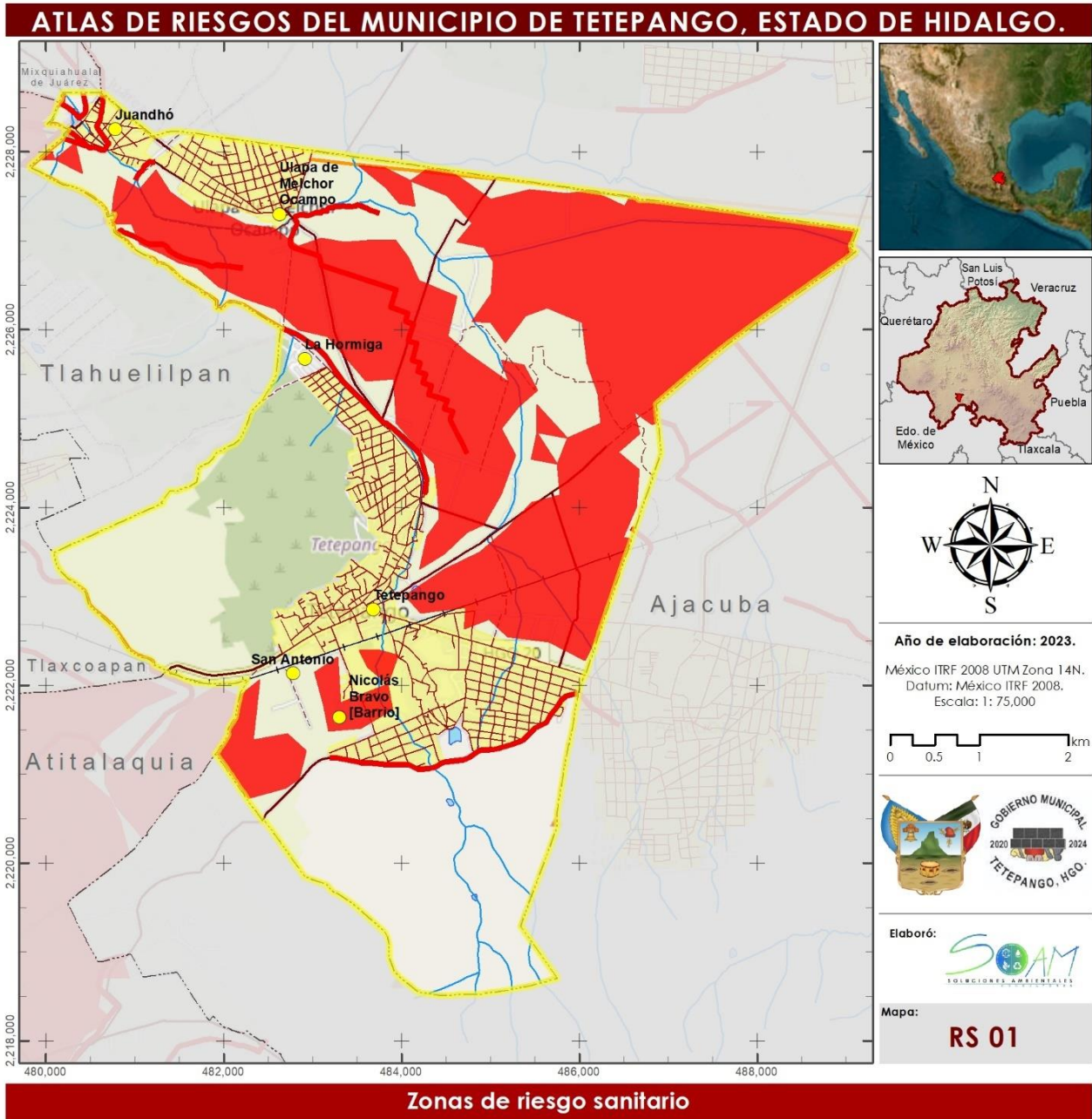


3. Resultados.

Con la información recopilada se identificaron las zonas que presentan un grado de riesgo sanitario en el municipio, encontrando que los canales de aguas residuales y distritos de riego presentan un grado muy alto de riesgo sanitario (Figura II.100), principalmente porque éstas son aguas residuales sin tratamiento y que presentan una gran concentración de contaminantes.

Adicionalmente, el municipio no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, por lo cual las descargas residuales del municipio se descargan de manera directa a las zonas de cultivo.





Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
Censo de población INEGI, 2020.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura II.100. Zonas de riesgo sanitario

FASE III. VULNERABILIDAD.

La vulnerabilidad la podemos definir como la predisposición que tiene la sociedad a sufrir daños debido a la presencia de fenómenos perturbadores. Por lo cual la vulnerabilidad está ligada a la exposición y proximidad a eventos externos; así como a la resiliencia para recuperarse del impacto de un evento peligroso. Por lo cual, la vulnerabilidad se compone de una serie de características existentes en el área de estudio y que conducen a la predisposición a sufrir daños o pérdidas. La vulnerabilidad se analiza en tres dimensiones: física, social y global.

En este capítulo se analiza la vulnerabilidad de la vivienda, del inventario de bienes expuestos y de la población del municipio de Tetepango, determinando sus características y predisposición a sufrir daños. Para lo cual se analizarán cada uno de las amenazas y peligros determinados en el capítulo anterior para determinar la vulnerabilidad física y social del municipio, así como la probabilidad de que se presente daño.

III.1. Vulnerabilidad Física.

La vulnerabilidad física se refiere al potencial de afectación asociada con los asentamientos humanos, analizando las deficiencias físicas estructurales de los sistemas expuestos (viviendas, obras civiles, infraestructura, entre otros) para absorber el impacto ante la presencia de un fenómeno perturbador.

III.1.1. Vulnerabilidad física de la vivienda.

El nivel de impacto de un fenómeno perturbador se encuentra relacionado directamente con las condiciones físicas de la infraestructura, por lo cual la vulnerabilidad de la vivienda se realizó de acuerdo a la metodología planteada por el CENAPRED, dentro de su guía básica para la elaboración de atlas de estatales y municipales de peligros y riesgos, calculando el índice de vulnerabilidad física (I_{VF}) de acuerdo a la tipología de la vivienda para sismo y viento.

Este índice se calculó a nivel AGEB para la zona urbana de Tetepango y de manera general para las demás localidades rurales del municipio. Para el cálculo del I_{VF} se aplicó la siguiente ecuación:

$$I_{VF} = \frac{V_i P_i}{V_P P_M} \quad (7)$$

donde:

- I_{VF} representa el índice que mide la vulnerabilidad física de la vivienda;
- V_i representa la calificación según el tipo de vivienda;
- V_P vivienda con el peor desempeño en relación a su vulnerabilidad;



- P_i nivel de peligro por sismo o viento en la zona en estudio
- P_M nivel de peligro máximo por sismo o viento.

Una vez calculado el I_{VF} para cada tipo de vivienda, se calculó el Índice de Vulnerabilidad Física a Nivel Manzana (I_{VFM}) para la cabecera municipal (localidad urbana), mediante la ecuación (8).

$$I_{VFM} = \frac{\sum N_i I_{VF}}{N_T} \quad (8)$$

Este se obtiene de la sumatoria del número total de cada tipo de vivienda ($\sum N_i$), multiplicado por el índice de vulnerabilidad físico (I_{VF}), dividido entre el número total de viviendas de cada manzana (N_T). De acuerdo con el I_{VFM} obtenido para cada manzana se asigna el grado de vulnerabilidad.

Tabla III.1. Grado de Vulnerabilidad Física de la vivienda ante Sismo.

Valor	Grado de Vulnerabilidad	
< 0.070	1	Muy bajo
0.071 - 0.097	2	Baja
0.098 - 0.124	3	Media
0.125 - 0.151	4	Alta
> 0.152	5	Muy Alta

Fuente: Elaboración propia con información de CENAPRED.

Tabla III.2. Grado de Vulnerabilidad Física de la vivienda ante Viento.

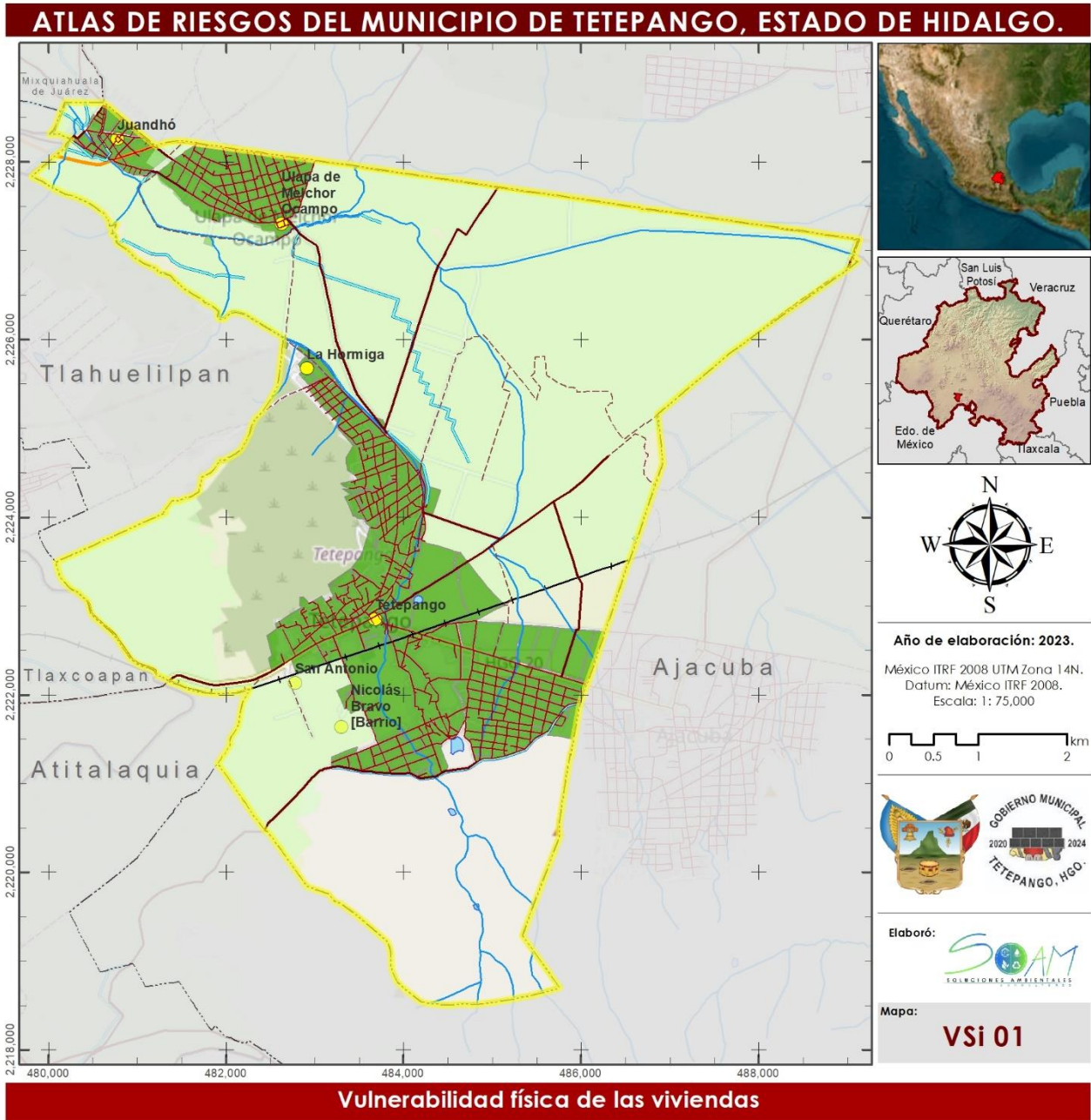
Valor	Grado de Vulnerabilidad	
< 0.163	1	Muy bajo
0.164 - 0.257	2	Baja
0.258 - 0.351	3	Media
0.352 - 0.445	4	Alta
> 0.446	5	Muy Alta

Fuente: Elaboración propia con información de CENAPRED.

Los resultados de la clasificación del índice de viviendas, muestran que la mayoría de las manzanas presentan un grado muy bajo de vulnerabilidad, tanto para sismo como para viento, esto se debe a que la mayoría de las viviendas cuentan con materiales rígidos en muros y techos, situación que los hace más resistentes ante el impacto de los fenómenos perturbadores.

De igual forma se obtuvo el índice de viviendas para las localidades rurales de Juandhó, Ulapa de Melchor Ocampo y La Hormiga. Las cuales cuentan con un total de 696 viviendas, donde el 99.3% de ellas cuentan con muros y techos rígidos (mampostería y losas de concreto); mientras que el resto (0.7%) cuentan con techos flexibles y muros rígidos.



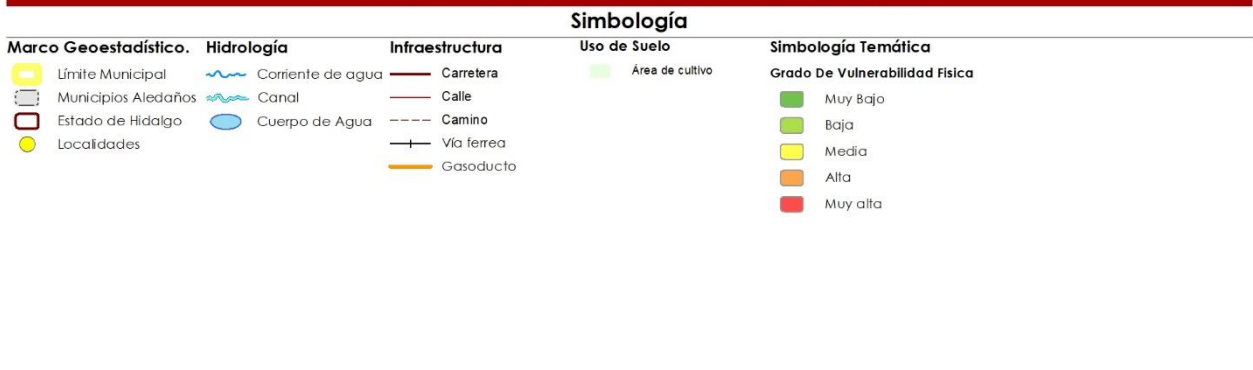
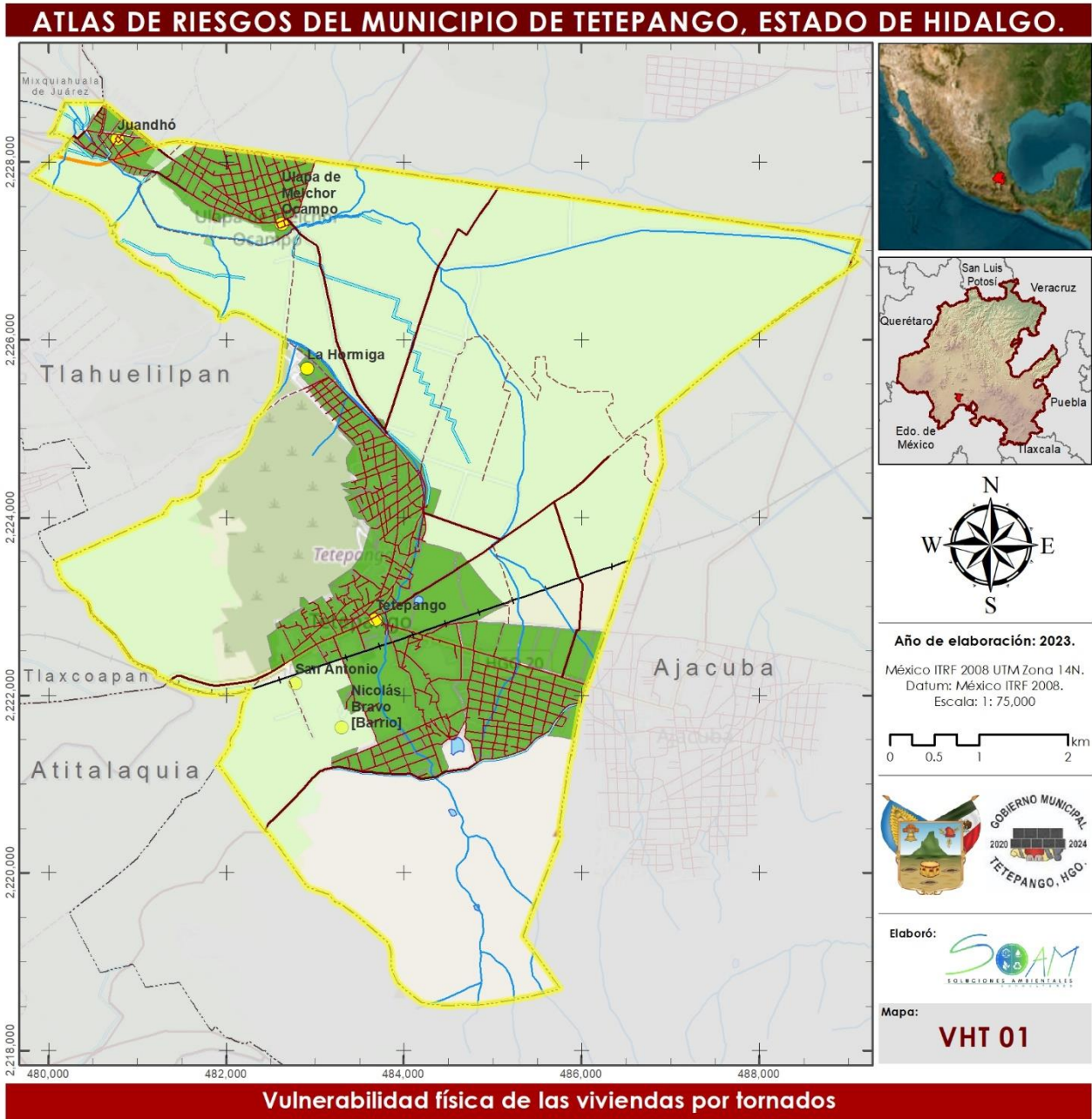


Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
DENUE, 2022.

Carta Topográfica FI 4C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura III.1. Vulnerabilidad física de las viviendas por sismo.



Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022. DENU, 2022.
Carta Topográfica FI 4C89, INEGI, 2019.
© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, EOS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura III.2. Vulnerabilidad física de las viviendas por viento.

III.1.2. Vulnerabilidad física ante inundación.

Para cuantificar la vulnerabilidad de las viviendas ante el fenómeno de inundación, es necesario el conocimiento de los materiales de construcción. Las viviendas se clasifican en cinco niveles de acuerdo con el material y tipo de construcción, para poder inferir su capacidad de respuesta ante una inundación. El tipo de vivienda, que tiene valores de I a V, puede verse en la Tabla III.3.

De acuerdo con el tirante que presenta la inundación y el tipo de vivienda se define la vulnerabilidad de la vivienda.

Tabla III.3. Índice de vulnerabilidad por inundación de acuerdo a sus características.

Tipo	Índice de vulnerabilidad	Características
I	Muy Alto	Vivienda con muros de cartón o plástico y techo de cartón o plástico
		Vivienda con muros de láminas de cartón y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
II	Alto	Vivienda con muros de piedra sobre piedra y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
		Vivienda con muros de bahareque y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
		Vivienda con muros de adobe sin repellido y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
III	Medio	Vivienda con muros de piedra sobre piedra y techo de palma
		Vivienda con muros de bahareque y techo de palma
		Vivienda con muros de adobe sin repellido y techo de palma
		Vivienda con muros de adobe sin repellido y techo de teja
IV	Bajo	Vivienda con muros de madera y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
		Vivienda con muros de madera y techo de palma
		Vivienda con muros de adobe con repellido y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
		Vivienda con muros de adobe con repellido y techo de palma
		Vivienda con muros de adobe con repellido y techo de teja
		Vivienda con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)
		Vivienda con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de palma
		Vivienda con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de teja
Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de lámina (cartón, plástico, asbesto o galvanizada)		

Tipo	Índice de vulnerabilidad	Características
		Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de palma
		Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de teja
V	Muy Bajo	Vivienda con muros de adobe con repellado y techo de losa de concreto sobrepuesta o vigueta y bovedilla
		Vivienda con muros de mampostería sin elementos de concreto y techo de losa de concreto sobrepuesta o vigueta y bovedilla
		Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de losa de concreto sobrepuesta o vigueta y bovedilla
		Vivienda con muros de mampostería con elementos de concreto y techo de losa de concreto ligada

Fuente: Elaboración propia con información de CENAPRED.

Dentro del municipio de Tetepango, se detectó que las viviendas están conformadas por el tipo V y IV; por lo cual se ocuparon los valores de las gráficas de la Figura III.3y la Figura III.4.

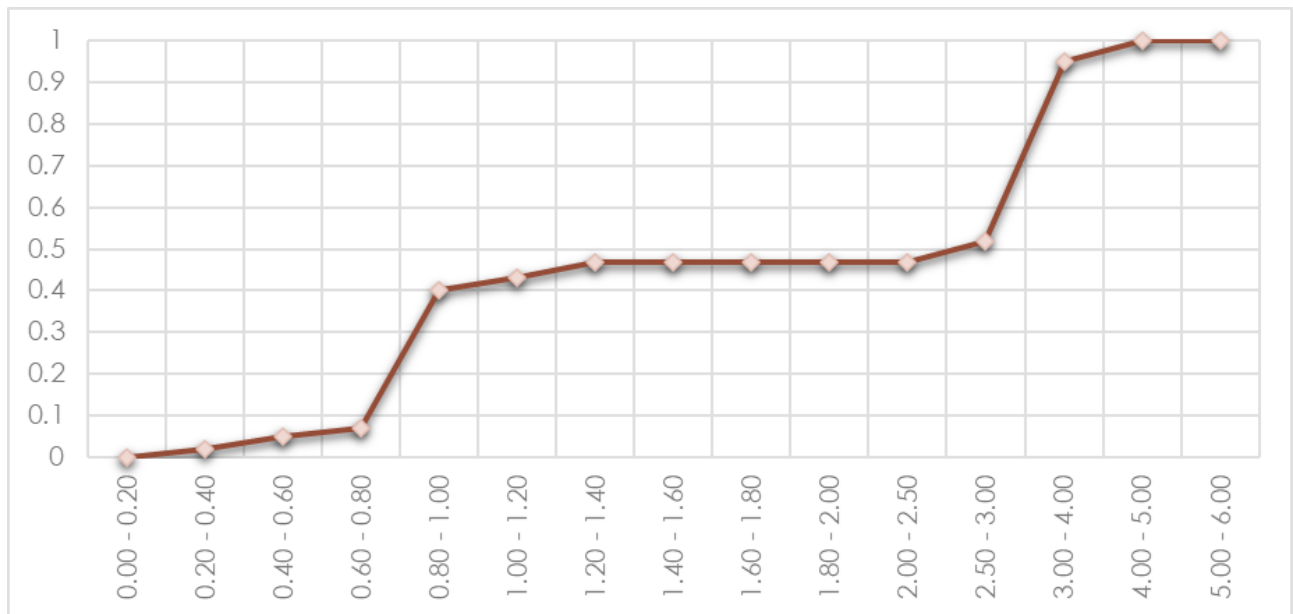


Figura III.3. Función de vulnerabilidad para vivienda tipo IV.



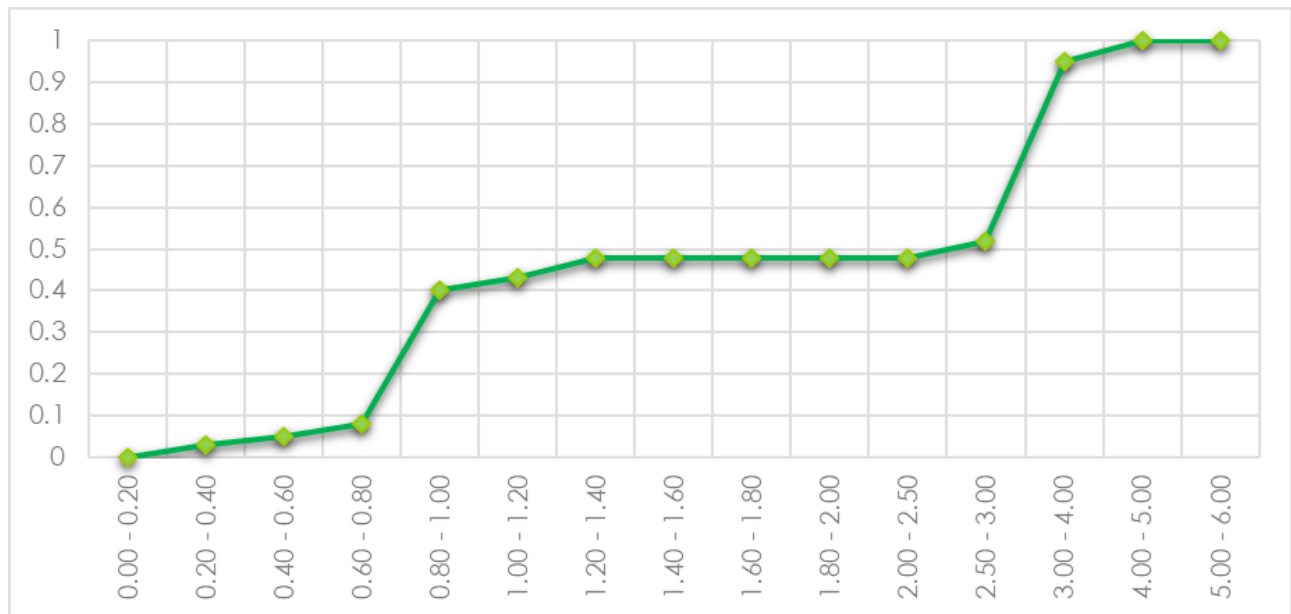
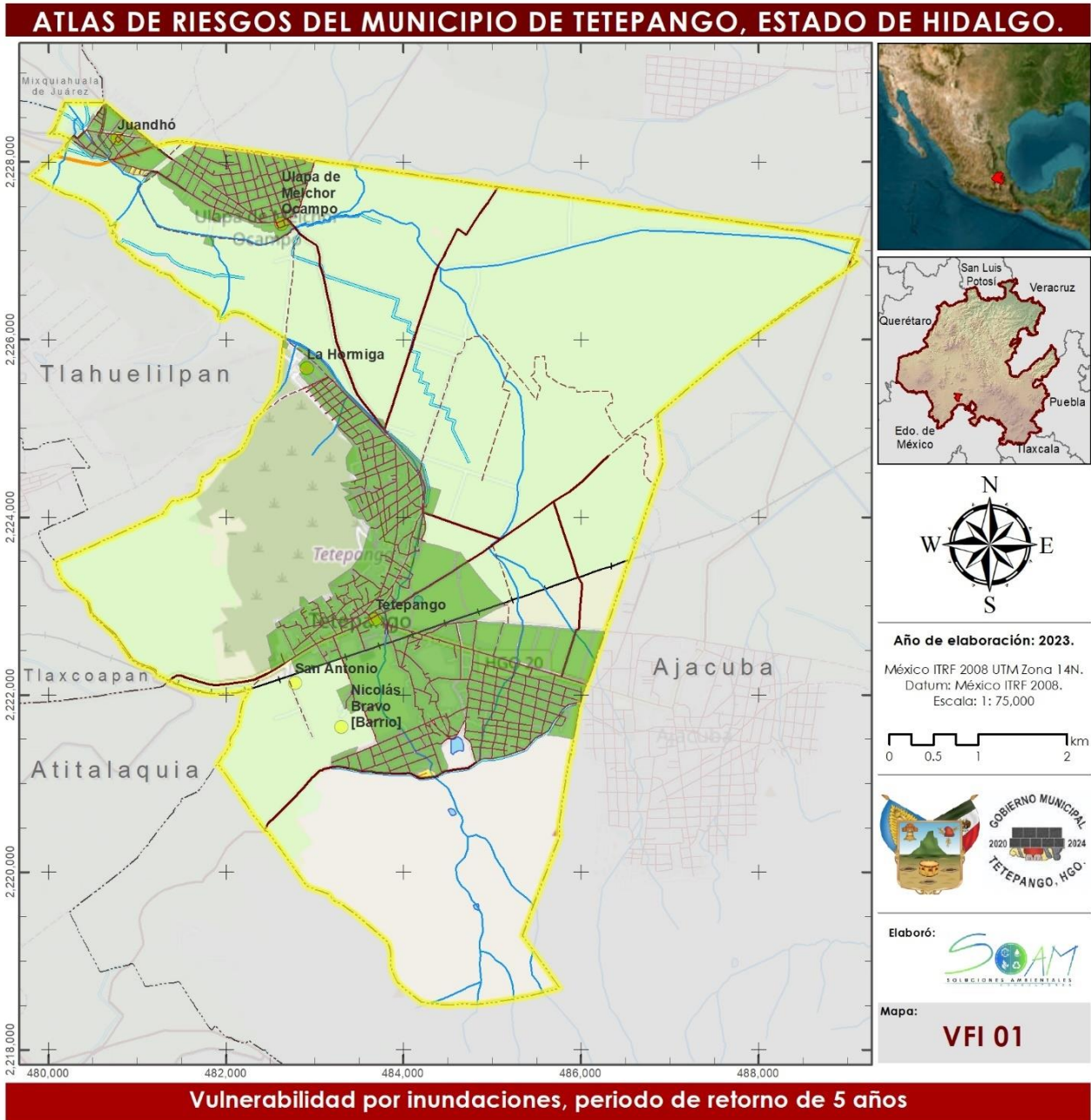


Figura III.4. Función de vulnerabilidad para vivienda tipo V.

La vulnerabilidad de la vivienda física por inundación se calculó para cada una de las viviendas, de acuerdo al tirante que se presenta para cada periodo de retorno, posteriormente se utilizó la ecuación (8), para obtener el grado de vulnerabilidad por manzana.

Los resultados de la clasificación del índice de viviendas, muestran que la mayoría de las manzanas presentan un grado muy bajo de vulnerabilidad, esto se debe a que la mayoría de las viviendas cuentan con materiales rígidos en muros y techos, situación que los hace más resistentes ante el impacto del fenómeno de inundación, en los diferentes periodos de retorno.





Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.

Carta Topográfica FI 4C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, EOS,
AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura III.5 Vulnerabilidad por inundación período de retorno 5 años.

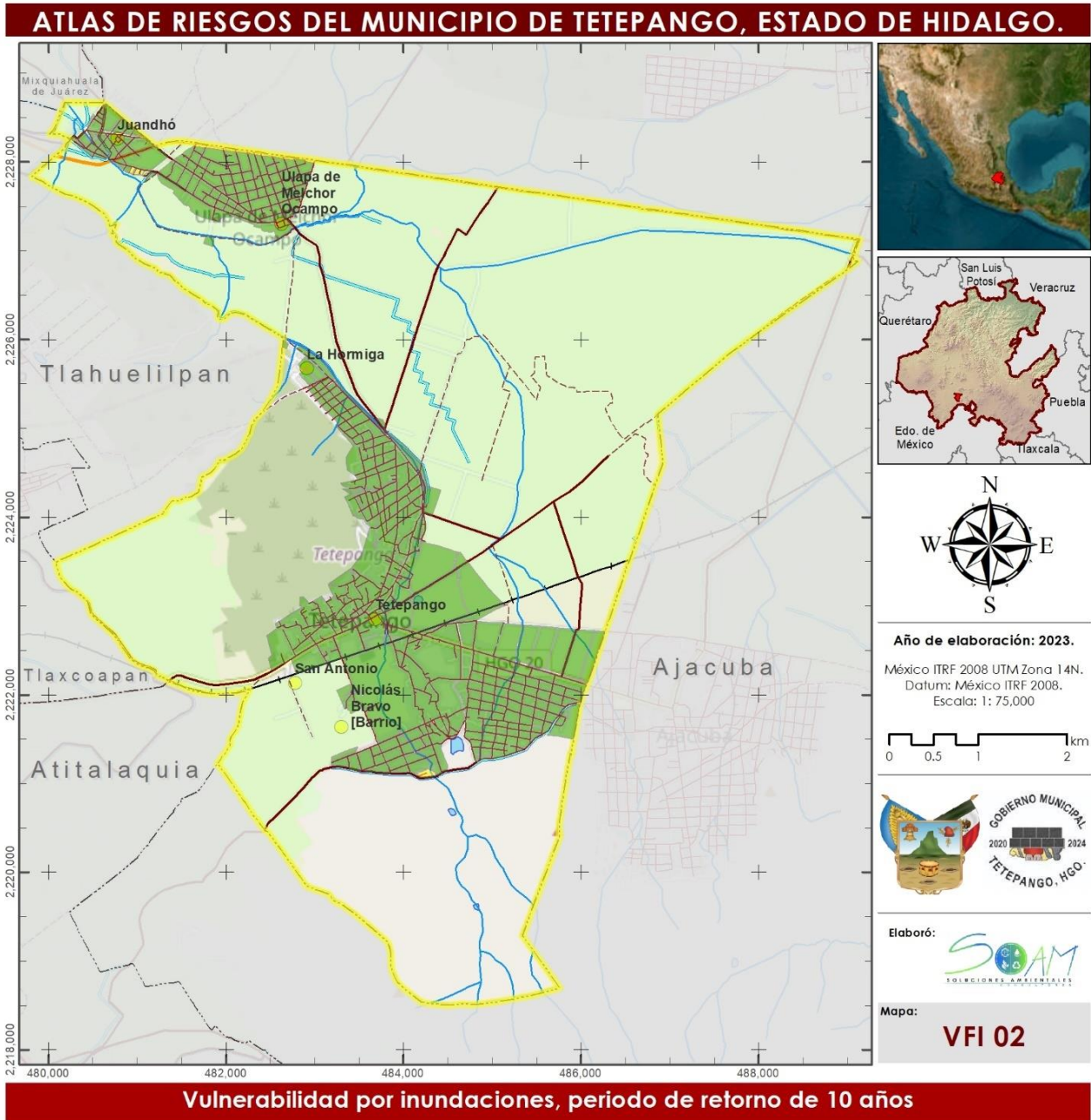
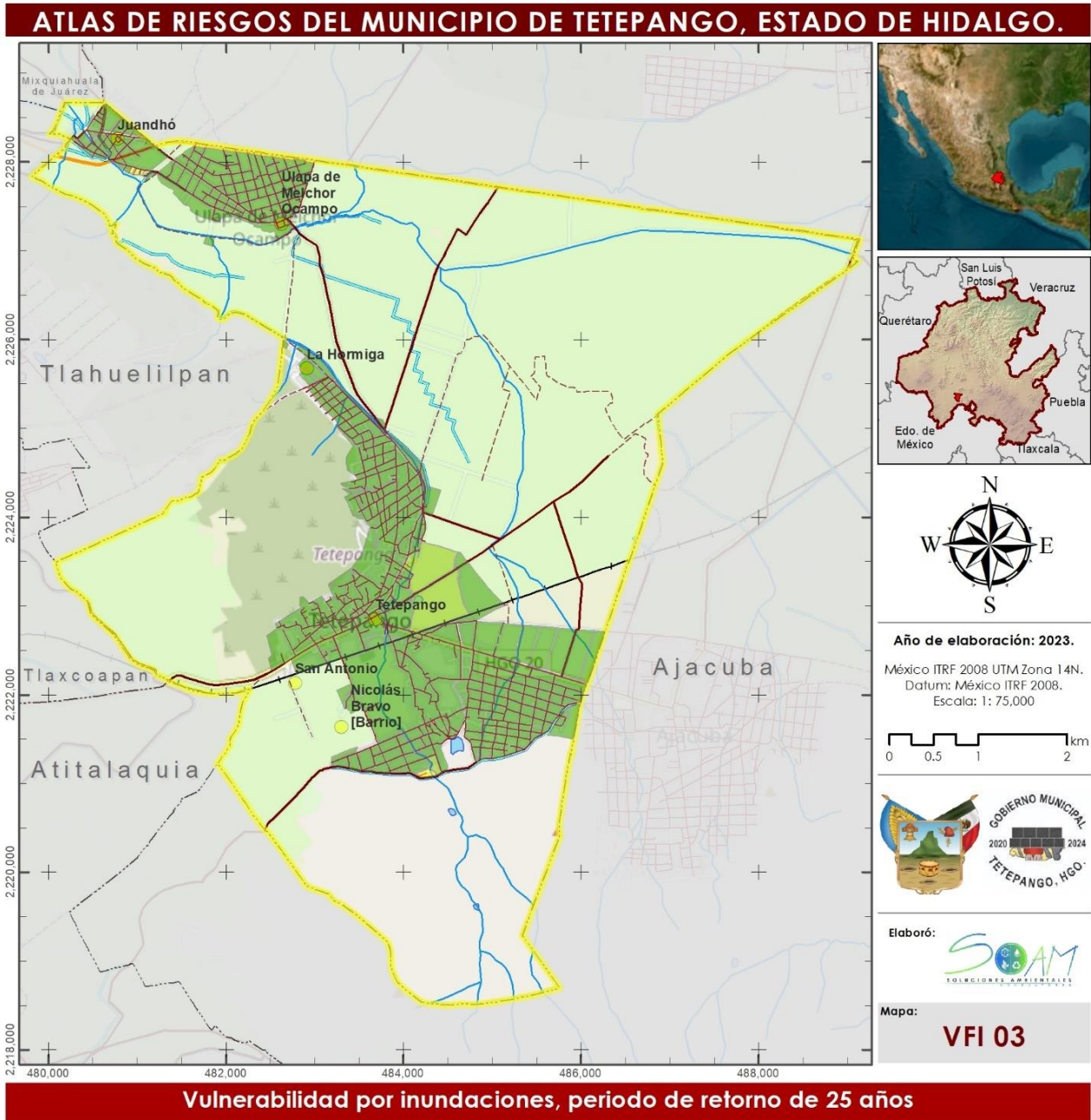


Figura III.6 Vulnerabilidad por inundación periodo de retorno 10 años.



Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.

Carta Topográfica FI 4C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura III.7 Vulnerabilidad por inundación periodo de retorno 25 años.

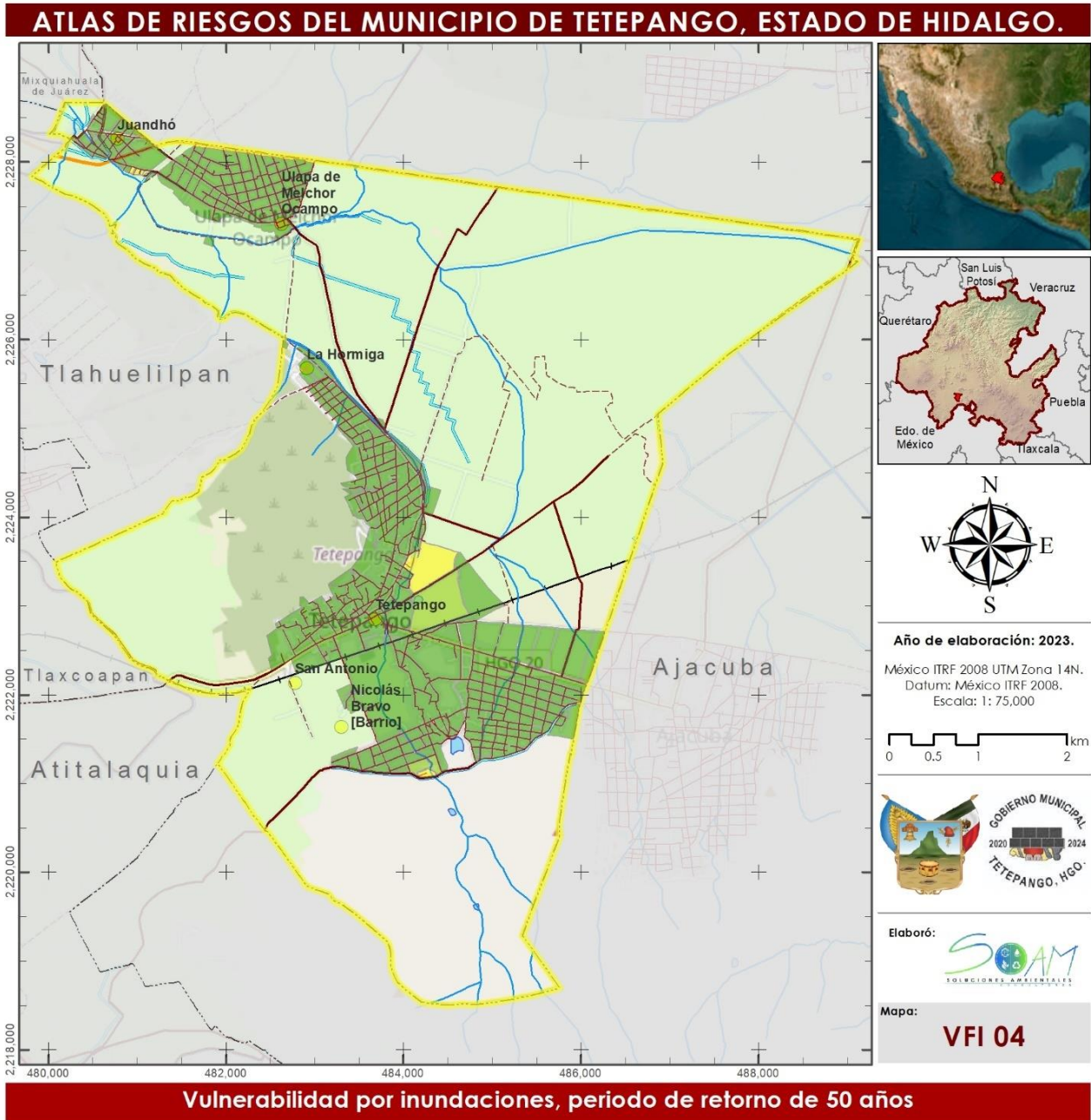
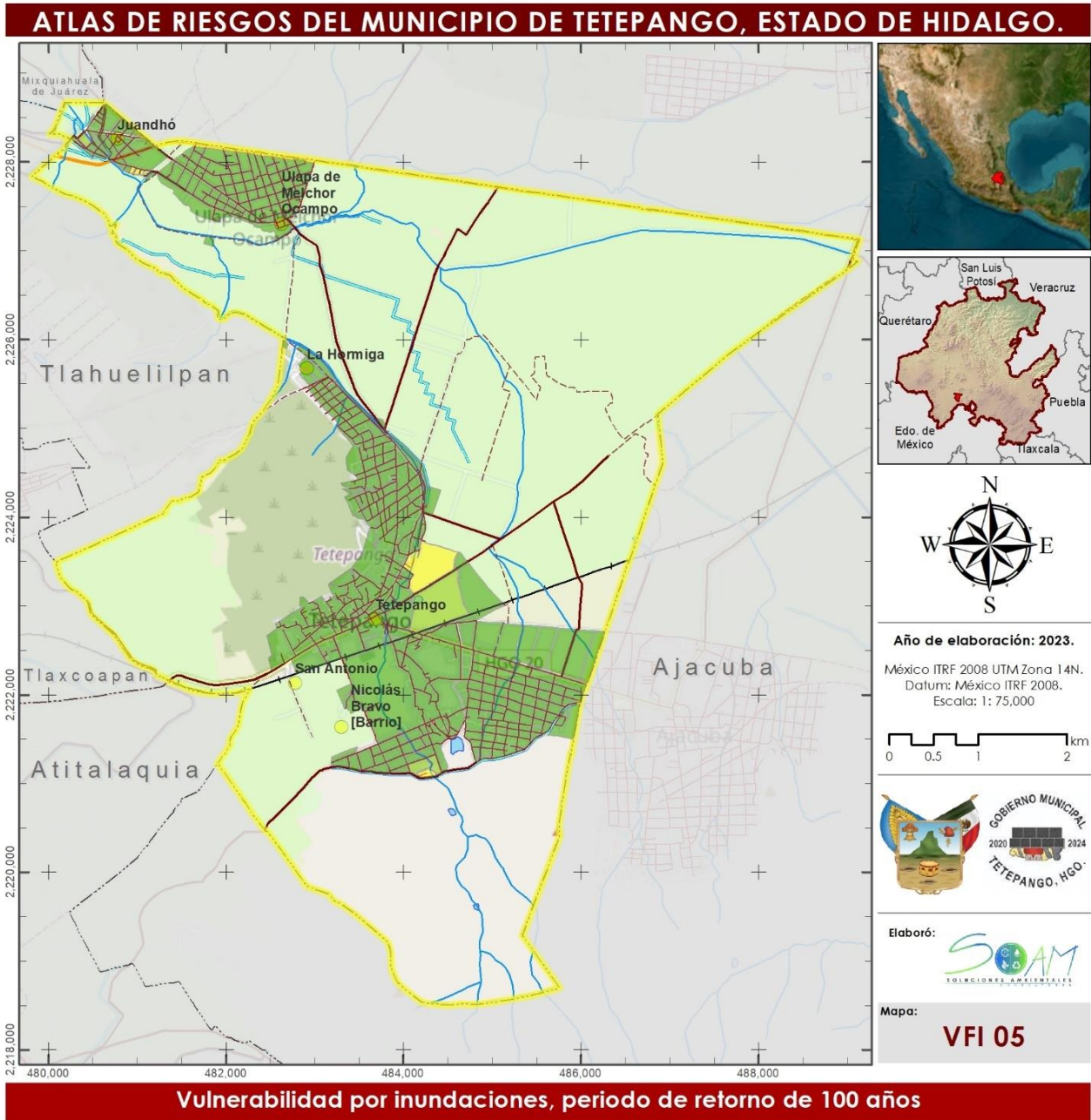


Figura III.8 Vulnerabilidad por inundación periodo de retorno 50 años.

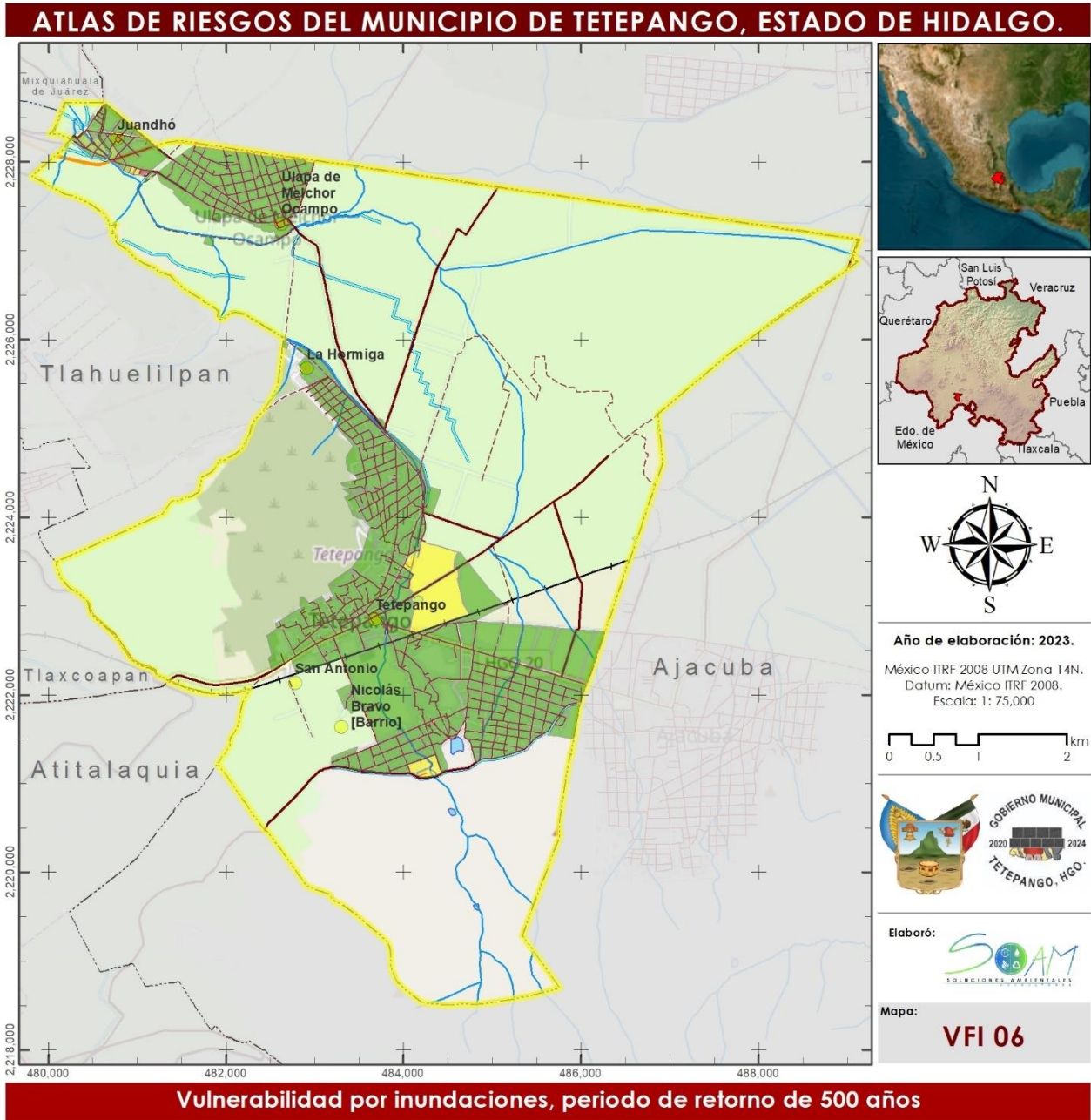


Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.

Carta Topográfica FI 4C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, EOS,
AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura III.9 Vulnerabilidad por inundación periodo de retorno 100 años.

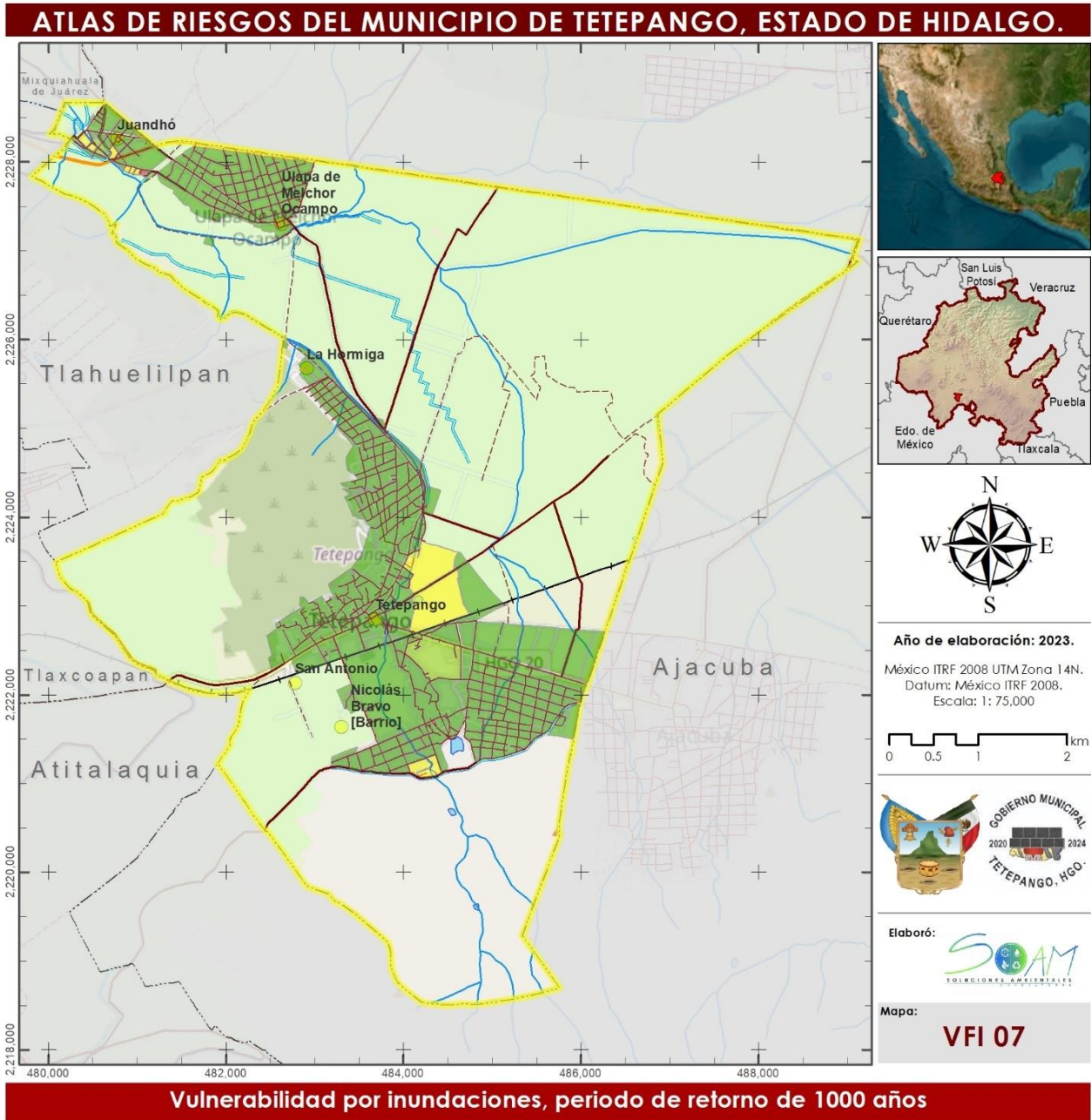


Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.

Carta Topográfica FI 4C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura III.10 Vulnerabilidad por inundación periodo de retorno 500 años.



Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.

Carta Topográfica FI 4C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, EOS,
AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura III.11 Vulnerabilidad por inundación periodo de retorno 1000 años.

1. Susceptibilidad por exposición.

El potencial de afectación física indica el posible nivel de daño y de impacto que cualquier sistema expuesto pudiera presentar. Por tanto, contempla derivaciones de daños físicos en las infraestructuras y efectos de pérdidas indirectas como el mal funcionamiento del sistema expuesto, daños del personal expuesto, implicaciones en el servicio que se dejaría de prestar, entre muchos más.

Debido a la extensa complejidad de medición para vislumbrar el conjunto de los posibles efectos derivados del nivel de daño e impacto de los sistemas expuestos, este instrumento los organiza dentro de una clasificación. Dicha clasificación organiza a los sistemas expuestos con base en las características comunes que ellos asumen, tales como los principales impactos, costos de reparación de pérdidas en producción e infraestructura, así como el flujo de personas en el inmueble, los distintos grados de concentración de personal expuesto que presentan en común determinados sistemas.

Los sistemas expuestos son catalogados con la información del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del INEGI del año 2022, retomando su clasificación por código de actividad y personal ocupado. El personal ocupado del DENUE se refiere de manera general al grado de concentración y flujo de personas que los sistemas expuestos asumen la mayor parte del tiempo, por tanto se utilizó para observar características comunes entre distintos sistemas expuestos y catalogarlos en los distintos grados de riesgo de acuerdo a su nivel de concentración de personal ocupado (mayor exposición a mayor concentración de personal, de 50 y más personas ocupadas) y al tipo de giro económico dentro del territorio municipal.

La información del DENUE se agrupó en distintos tipos de Sistemas Expuestos, al identificar semejanzas en los tipos de actividades económicas y en el nivel de concentración poblacional.

Para obtener las áreas de concentración de susceptibilidad por exposición que los Sistemas Expuestos confieren al territorio municipal, se utilizó la metodología de densidad de Kernel.

La densidad de Kernel calcula la densidad de cada uno de los sistemas expuestos (que por la información del DENUE se encuentran en puntos) en la vecindad (cercanía) con los otros sistemas expuestos (los otros puntos), por lo que integra las áreas de mayor concentración y permite ponderar cada sistema expuesto (o punto) de acuerdo a un valor determinado (valor de riesgo, susceptibilidad), por lo que un punto resalta sobre otro, esto permite que un punto represente varias observaciones.

Esta metodología estableció un distinto grado de susceptibilidad por exposición de acuerdo con el tipo de actividad y nivel de susceptibilidad con base en el grado de concentración y el personal ocupado.



Con la aplicación de la densidad de Kernel, se generó un mapa de susceptibilidad de exposición. En donde se detalla el comportamiento de la susceptibilidad por exposición en municipio de Tetepango, las zonas identificadas por color rojo presentan la mayor susceptibilidad por exposición con grados altos de vulnerabilidad, en contraste los tonos verdes representan una menor susceptibilidad, por ende, un menor grado de vulnerabilidad.

Los resultados (Figura III.12), muestran que las mayores zonas de exposición se ubican en la cabecera municipal, así como en las localidades de Ulapa de Melchor Ocampo y Juandhó, ya que ahí se concentran el mayor número de comercios, servicios e industria.



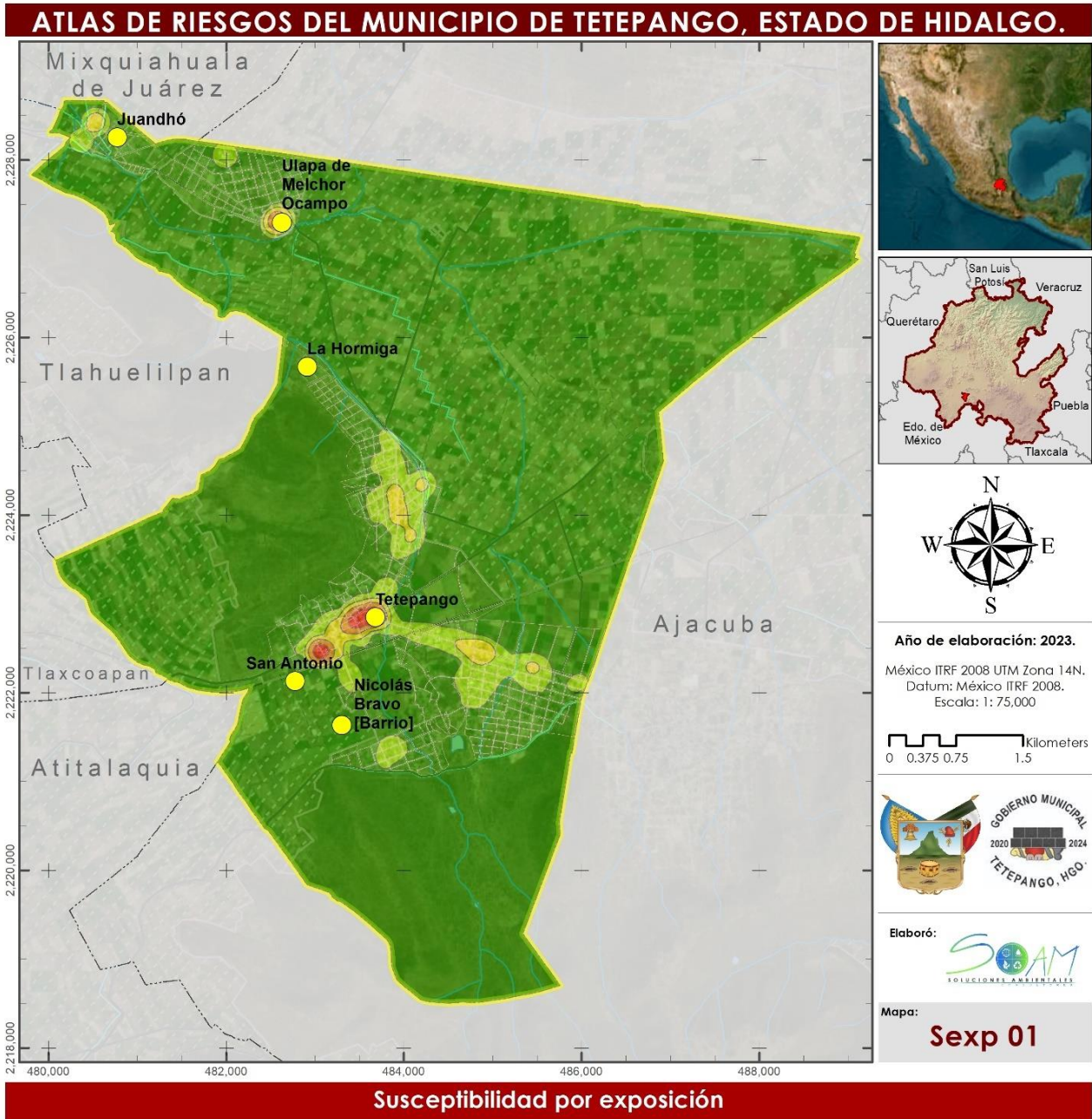


Figura III.12. Susceptibilidad por exposición.

III.2. Vulnerabilidad Social.

La vulnerabilidad social se define como una serie de factores económicos, sociales y culturales que determinan el grado en el que un grupo social está capacitado para la atención de la emergencia, su rehabilitación y recuperación frente a un desastre (Kuroiwa, 2002).

Para estimar la vulnerabilidad social del Municipio de Tetepango, se utilizó la metodología planteada por García, Marín y Méndez (2021). En la cual se establecen tres partes:

- Indicadores socioeconómicos,
- Capacidad de prevención y respuesta, y
- Percepción local del riesgo

III.2.1. Indicadores socioeconómicos.

1. Salud.

En el municipio se tienen dos centros de salud y una Unidad Básica de Rehabilitación (UBR), los cuales proporcionan atención clínica básica y servicios básicos de salud a la comunidad, y de manera general se describen sus características:

- El primer centro de salud se ubica en la localidad de Tetepango, es del tipo urbano de 03 núcleos básicos; con 3 médicos, 3 enfermeras y un cirujano dentista.
- El segundo centro de salud se ubica en la localidad de Ulapa de Melchor Ocampo, es del tipo rural de 01 núcleo básico con: 1 médico y 2 enfermeras.
- La UBR se localiza en la localidad de La Hormiga, cuenta con un terapeuta físico, trabajadora social, psicólogo clínico y un médico especialista en medicina de rehabilitación.

En total se tienen 5 médicos, para tender a la población del municipio, por lo cual la condición de vulnerabilidad para el municipio es Alta, ya que cuenta con 0.425 médicos por cada 1,000 habitantes.

Con respecto a la tasa de mortalidad en el municipio, presenta una vulnerabilidad muy baja, ya que presenta una tasa de mortalidad infantil de 0.78, y en un periodo de 10 años (2010-2020) se suscitaron 18 muertes.

El tercer indicador, se refiere al porcentaje de la población que no se encuentra registrada en ninguna institución que le brinde atención médica, Tetepango presenta una vulnerabilidad muy baja, debido a que el 32.93% de la población es no derechohabiente.



Tabla III.4. Condición de vulnerabilidad por indicadores de salud.

Variable	Intervalos	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado	Calificación
Cobertura de servicios de salud	De 0.20 a 0.39 Médicos por cada 1,000 habitantes	Muy Alta	1.00	0.75
	De 0.4 a 0.59 Médicos por cada 1,000 habitantes	Alta	0.75	
	De 0.6 a 0.79 Médicos por cada 1,000 habitantes	Media	0.50	
	De 0.8 a 0.99 Médicos por cada 1,000 habitantes	Baja	0.25	
	Uno o más Médicos por cada 1,000 habitantes	Muy Baja	0.00	
Tasa de mortalidad	De 17.2 a 27.1	Muy Baja	0	0
	De 27.2 a 37.0	Baja	0.25	
	De 37.1 a 47.0	Media	0.50	
	De 47.1 a 56.9	Alta	0.75	
	57.0 o más	Muy Alta	1.00	
Porcentaje de la población no derechohabiente	De 17.63 a 34.10	Muy Baja	0	0
	De 34.11 a 50.57	Baja	0.25	
	De 50.58 a 67.04	Media	0.50	
	De 67.05 a 83.51	Alta	0.75	
	83.52 o más	Muy Alta	1.00	
Total Salud				0.75

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI y Secretaría de Salud del Estado de Hidalgo.

2. Educación.

El municipio de Tetepango cuenta con 19 planteles educativos, todos pertenecientes al sector público, contando con nueve escuelas preescolares, siete primarias, tres secundarias y un bachillerato. Estos institutos se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

La cabecera municipal alberga más del 50% de las escuelas en el municipio, con 11 escuelas, tres preescolares localizados en la colonia de Barrio Nuevo; un preescolar, dos primarias y una secundaria en la colonia Morelos; un preescolar en la colonia Xitri y finalmente un preescolar, una primaria y un bachillerato presentes en la colonia Rojo Gómez.

La localidad de Juandhó cuenta con una escuela de educación preescolar y una primaria; mientras que la localidad de Nicolás Bravo cuenta con dos primarias y una secundaria. Por su parte Ulapa de Melchor Ocampo cuenta con un preescolar, una primaria y una secundaria.

En lo referente a la vulnerabilidad por educación, el municipio presenta una condición muy baja en cuanto al porcentaje de población de 15 años y más que no sabe leer ni escribir un recado.



De igual forma el municipio presenta una vulnerabilidad muy baja en cuanto al porcentaje de población de 6 a 14 años que asiste a la escuela, presentando un valor de 0.

El último indicador de vulnerabilidad educativa presenta un valor de 0.25, bajo una condición de vulnerabilidad baja en lo referente al nivel educativo de la población.

Tabla III.5. Condición de vulnerabilidad por indicadores de educación.

Variable	Intervalos	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado	Calificación
Porcentaje de población de 15 años y más que no sabe leer ni escribir un recado	De 1.07 a 15.85	Muy Baja	0	0
	De 15.86 a 30.63	Baja	0.25	
	De 30.64 a 45.41	Media	0.50	
	De 45.42 a 60.19	Alta	0.75	
	60.20 o más	Muy Alta	1.00	
Porcentaje de población de 6 a 14 años que asiste a la escuela	De 42.72 a 54.17	Muy Alta	1.00	0
	De 54.18 a 65.62	Alta	0.75	
	De 65.63 a 77.07	Media	0.50	
	De 77.08 a 88.52	Baja	0.25	
	88.53 o más	Muy Baja	0	
Nivel educativo de la población	De 1 a 3.2	Muy Alta	1.00	0.25
	De 3.3 a 5.4	Alta	0.75	
	De 5.5 a 7.6	Media	0.50	
	De 7.7 a 9.8	Baja	0.25	
	De 9.9 o más	Muy Baja	0.00	
Total Educación				0.25

Fuente: Elaboración propia, con información de INEGI, 2020.

3. Vivienda.

Las características de las viviendas determinan la vulnerabilidad de las mismas ante los fenómenos perturbadores. Si la vivienda presenta una mayor calidad en la construcción, la vivienda y sus habitantes serán menos vulnerables ante la presencia de fenómenos perturbadores, algunas de las características son las siguientes:

- En el municipio se registran un total de 32 viviendas con piso de tierra, de los cuales 22 se encuentran en la cabecera municipal (68.75%), mientras que el resto (10) se ubican en la localidad de Ulapa de Melchor Ocampo, representando el 31.25% de las viviendas con piso de tierra del municipio.
- El municipio presenta una cobertura casi total de servicios básicos, donde la cobertura de drenaje es del 97.3%, del agua potable es de 98.8% y de electricidad del 99.1%.



- En lo referente a las localidades, el número de viviendas habitadas que cuentan con el servicio de agua potable, electricidad y alcantarillado es acorde a la cantidad de casas habitadas en una proporción del 98 al 100%.

Derivado de lo anterior, el municipio de Tetepango presenta un grado de vulnerabilidad muy baja en cuanto a los indicadores de vivienda los cuales incluyen: porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada, porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje, porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad, déficit de vivienda porcentaje de viviendas con piso de tierra y porcentaje de viviendas con paredes de material de desecho y lámina de cartón (Tabla III.6).

Tabla III.6. Condición de vulnerabilidad por indicadores de vivienda.

Variable	Intervalos	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado	Calificación
Porcentaje de Viviendas sin Servicio de Agua Entubada	De 0 a 19.96	Muy Baja	0	0
	De 19.97 a 39.92	Baja	0.25	
	De 39.93 a 59.88	Media	0.5	
	De 59.89 a 79.84	Alta	0.75	
	79.85 o más	Muy Alta	1	
Porcentaje de Viviendas sin Servicio de Drenaje	De 1.21 a 20.96	Muy Baja	0	0
	De 20.97 a 40.71	Baja	0.25	
	De 40.72 a 60.46	Media	0.5	
	De 60.47 a 80.21	Alta	0.75	
	80.22 o más	Muy Alta	1	
Porcentaje de Viviendas sin Servicio de Electricidad	De 0 a 19.76	Muy Baja	0	0
	De 19.77 a 39.52	Baja	0.25	
	De 39.53 a 59.28	Media	0.5	
	De 59.29 a 79.04	Alta	0.75	
	79.05 o más	Muy Alta	1	
Déficit de Vivienda	De 1.63 a 13.72	Muy Baja	0	0
	De 13.73 a 25.81	Baja	0.25	
	De 25.82 a 37.90	Media	0.5	
	De 37.91 a 49.99	Alta	0.75	
	De 50 o mas	Muy Alta	1	
Porcentaje de viviendas con piso de tierra	De 1.52 a 20.82	Muy Baja	0	0
	De 20.83 a 40.12	Baja	0.25	
	De 40.13 a 59.42	Media	0.5	
	De 59.43 a 78.72	Alta	0.75	
	78.73 o más	Muy Alta	1	
Porcentaje de Viviendas con Paredes de Material de Desecho y Lámina de Cartón	De 0 a 3.84	Muy Baja	0	0
	De 3.85 a 7.68	Baja	0.25	
	De 7.69 a 11.52	Media	0.5	
	De 11.53 a 15.36	Alta	0.75	
	15.37 o Más	Muy Alta	1	
Total Vivienda				0

Fuente: Elaboración propia, con información de INEGI, 2020.



4. Empleo e ingresos.

La Población Económicamente Activa (PEA) del municipio asciende a 5,263 personas de las cuales 5,085 se encuentran ocupadas y 178 se encuentran desocupadas. El municipio registra un Índice de Marginación Muy Bajo. El 58.1% de la población se encuentra en pobreza moderada y 9.7% se encuentra en pobreza extrema. En 2020, el municipio ocupó el lugar 24 de 84 municipios en la escala estatal de rezago social.

La evolución de la distribución de las remesas se ha analizado a través de los años de manera trimestral por el Banco de México, para el municipio de Tetepango el ingreso de remesas ha ido en aumento a partir del año 2020 llegando hasta los 857,000 dólares para el segundo trimestre del 2022.

Respecto a los indicadores de vulnerabilidad por empleo e ingresos, el porcentaje de la población económicamente activa que recibe ingresos de menos de 2 salarios mínimos, Tetepango presenta un valor de 69.99% de la PEA, asignándole una condición de vulnerabilidad alta.

El municipio de Tetepango se encuentra en una condición de vulnerabilidad muy baja (52%) de acuerdo al indicador de personas que dependen de la PEA.

En cuanto al indicador de tasa de desempleo, el municipio de presenta una condición de vulnerabilidad baja, presentando una tasa de desempleo de 3.38.

Tabla III.7. Condición de vulnerabilidad por indicadores de empleo e ingresos.

Variable	Intervalos	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado	Calificación
Porcentaje de la Población Económicamente Activa que Recibe Ingresos de Menos de 2 Salarios Mínimos	De 18.41 a 34.50	Muy Baja	0	0.75
	De 34.51 a 50.59	Baja	0.25	
	De 50.60 a 66.68	Media	0.5	
	De 66.69 a 82.77	Alta	0.75	
	82.78 o más	Muy Alta	1	
Razón de Dependencia	De 37.72 a 57.69	Muy Baja	0	0
	De 57.70 a 77.66	Baja	0.25	
	De 77.67 a 97.63	Media	0.5	
	De 97.64 a 117.60	Alta	0.75	
	117.61 o más	Muy Alta	1	
Tasa de Desempleo Abierto	De 0 a 3.09	Muy Baja	0	0.25
	De 3.10 a 6.18	Baja	0.25	
	De 6.19 a 9.27	Media	0.5	
	De 9.28 a 12.36	Alta	0.75	
	12.37 o más	Muy Alta	1	
Total empleo e ingresos				1.00

Fuente: Elaboración propia, con información de INEGI, 2020.



5. Población.

El Municipio de Tetepango cuenta con seis localidades activas, de las cuales solo la cabecera municipal es reconocida como urbana al tener una población mayor a 2,500 habitantes. A continuación, se describen algunas características de la población de manera general:

- El municipio de Tetepango presenta una densidad poblacional de 261.9 habitantes por km².
- Con una tasa de analfabetismo promedio de 5.03%. Del total de la población analfabeta, 41.7% corresponde a hombres y 58.3% a mujeres. Tetepango registra un total de 518 habitantes con algún tipo de discapacidad, dato que representa el 4.4% de la población total.
- La población de habla indígena es reducida, solamente 31 personas de 3 años y más hablan alguna lengua indígena, de los cuales 15 son mujeres y 16 hombres

Referente a lo descrito anteriormente, se desprenden los indicadores de vulnerabilidad por población, el primero es la densidad poblacional, situando a Tetepango en una condición de vulnerabilidad baja. En cuanto al segundo indicador menos de 40% de la población habla lengua indígena en municipio. Finalmente, como un tercer indicador tenemos el porcentaje de la población que habita en localidades menores a 2,500 habitantes, dónde Tetepango presenta una condición de vulnerabilidad media con un valor de 22.89% (Tabla III.8).

Tabla III.8. Condición de vulnerabilidad por indicadores de población.

Variable	Intervalos	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado	Calificación
Densidad de Población	De 1 a 99 Habitantes por km ²	Muy Baja	0	0.25
	De 100 a 499 Habitantes por km²	Baja	0.25	
	De 500 a 999 Habitantes por km ²	Media	0.5	
	De 1,000 a 4,999 Habitantes por km ²	Alta	0.75	
	Más de 5,000 Habitantes por km ²	Muy Alta	1	
Porcentaje de Población de Habla Indígena	Más del 40% de la población	Predominantemente indígena	1	0
	Menos del 40% de la población	Predominantemente no indígena	0	
Porcentaje de Población que Habita en Localidades Menores a 2 500 Habitantes	de 0 a 9.9	Muy Baja	0	0.5
	de 10 a 19.9	Baja	0.25	
	de 20 a 29.9	Media	0.5	
	de 30 a 39.9	Alta	0.75	
	40 o más	Muy Alta	1	
Total población				0.75

Fuente: Elaboración propia, con información de INEGI, 2020.



III.2.2. Capacidad de respuesta.

Se aplico el cuestionario al personal de protección civil, obteniendo una puntuación de 6, se le asigno una calificación de **0.25** por lo que su condición de vulnerabilidad se considera como **Alta**.

NO.	Pregunta	SÍ	NO
1	¿El municipio cuenta con una unidad de protección civil o con algún comité u organización comunitario de gestión del riesgo que maneje la prevención, mitigación, preparación y la respuesta?	0	1
2	¿Cuenta con un plan de emergencia?	0	1
3	¿Cuenta con un consejo municipal el cual podría estar integrado por autoridades municipales y representantes de la sociedad civil para que en caso de emergencia organice y dirija las acciones de atención a la emergencia?	0	1
4	¿Existe una normatividad que regule las funciones de la unidad de Protección Civil (p. ej. Manual de organización)?	0	1
5	¿Conoce algún programa de apoyo para la prevención, mitigación y atención de desastres?	0	1
6	¿Cuenta con un mecanismo de alerta temprana?	0	1
7	¿Cuenta con canales de comunicación (organización a través de las cuáles se pueda coordinar con otras instituciones, áreas o personas en caso de una emergencia)?	0	1
8	¿Las instituciones de salud municipales cuentan con programas de atención a la población (trabajo social, psicológico, vigilancia epidemiológica) en caso de desastre?	0	1
9	¿Tiene establecidas las posibles rutas de evacuación y acceso (caminos y carreteras) en caso de una emergencia y/o desastre?	0	1
10	¿Tiene establecidos los sitios que pueden fungir como helipuertos?	0	1
11	¿Tiene ubicados los sitios que pueden funcionar como refugios temporales en caso de un desastre?	0	1
12	¿Tiene establecido un stock de alimentos, cobertores, colchonetas y pacas de lámina de cartón para casos de emergencia?	0	1
13	¿Tiene establecido un vínculo con centros de asistencia social (DIF, DINCOA, LICONSA, etc.) para la operación de los albergues y distribución de alimentos, cobertores, etc.?	0	1
14	¿Se llevan a cabo simulacros en las distintas instituciones (escuelas, centros de salud, etc.) sobre qué hacer en caso de una emergencia y promueve un Plan Familiar de Protección Civil?	0	1
15	¿Cuenta con un número de personal activo?	0	1
16	¿El personal está capacitado para informar sobre qué hacer en caso de una emergencia?	0	1
17	¿Cuenta con mapas o croquis de su localidad que tengan identificados puntos críticos o zonas de peligro?	0	1

NO.	Pregunta	SÍ	NO
18	¿Cuenta con el equipo necesario en su unidad para la comunicación tanto para recibir como para enviar información (computadora, internet, fax, teléfono, etc.)?	0	1
19	¿Cuenta con acervos de información históricos de desastres anteriores y las acciones que se llevaron a cabo para atenderlos?	0	1
20	¿Cuenta con equipo para comunicación estatal y/o municipal (radios fijos, móviles y/o portátiles)?	0	1
21	¿Cuenta con algún Sistema de Información Geográfica (SIG) para procesar y analizar información cartográfica y estadística con el fin de ubicar con coordenadas geográficas los puntos críticos en su localidad?	0	1
22	¿Cuenta con algún sistema de Geo Posicionamiento Global (GPS) para georreferenciar puntos críticos en su localidad?	0	1
Puntuación Obtenida		6	
Capacidad de prevención y respuesta Alta , calificación de 0.25			

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por Protección Civil del municipio de Tetepango.

III.2.3. Percepción local.

Para obtener el valor de la percepción local de la población, se aplicó el cuestionario establecido en la guía básica para la elaboración de Atlas estatales y municipales de peligros y riesgos, referente a la evaluación de la vulnerabilidad física y social.

El cuestionario se aplicó a través de la plataforma de Google, mediante un formulario; se obtuvo una respuesta de 96 participantes, lo que nos da un tamaño de muestra suficiente para arrojar un nivel de confianza del 95%, con un error tolerable en 10%; considerando que la población mayor de 18 años del municipio es de 8,247 (INEGI, 2020).

Una vez aplicado el cuestionario se contabilizaron los reactivos de acuerdo a la puntuación, obteniéndose un total de 1,324 puntos, los cuales se dividieron entre el número de encuestados (96), para obtener una puntuación de 13.79.

De acuerdo con la Tabla III.9 y el resultado de la cedula de percepción local, se obtiene un valor de 0.5, correspondiente a una percepción local Media.

Tabla III.9. Rangos para clasificar el resultado de la cedula de percepción local.

Rangos	Percepción Local	Valor asignado según condición de vulnerabilidad
< 5.0	Muy Alta	0
De 5.1 a 10	Alta	0.25
De 10.1 a 15.0	Media	0.5
De 15.1 a 20.0	Baja	0.75
> 20.0	Muy Baja	1

Fuente: Elaboración propia con información de CENAPRED, 2021.



1. ¿Dentro de los tipos de peligro que existen (ver cuadro) cuántos tipos de fuentes de peligro identifica en su comunidad?			
De 1 a 5	De 6 a 13	Más de 14	82.5
1.00	0.50	0.00	
72	21	3	
2. Respecto a los peligros mencionados en la pregunta no. 1 recuerda o ¿sabe si ha habido emergencias asociadas a estas amenazas en los últimos años?			
Si	No	No sé	48
0.00	1.00	1.00	
48	19	29	
3. ¿Considera que un fenómeno natural se puede convertir en desastre?			
Si	No	No sé	48
0.00	1.00	1.00	
48	10	38	
4. ¿Considera que su vivienda está localizada en un área susceptible de amenazas (que se encuentre en una ladera, en una zona sísmica, en una zona inundable, etc.)?			
Si	No	No sé	48
0.00	1.00	1.00	
48	8	40	
5. ¿Ha sufrido la pérdida de algún bien a causa de un desastre natural?			
Si	No	No sé	48
0.00	1.00	1.00	
48	5	43	
6. En caso que recuerde algún desastre, los daños que se presentaron en su comunidad fueron:			
Ninguna fatalidad, daños leves a viviendas e infraestructura (bajo)	Personas fallecidas, algunas viviendas con daño total y daños a infraestructura (medio)	Personas fallecidas, daño total en muchas viviendas y daños graves en infraestructura (alto)	73.5
0.25	0.50	1.00	
12	27	57	
7. ¿Alguna vez ha quedado aislada su comunidad a causa de la interrupción de vías de comunicación por algunas horas debido a algún tipo de fenómeno?			
Si	No	No sé	48
0.00	1.00	1.00	
48	41	7	
8. ¿Cree que su comunidad tiene identificados los peligros?			
Si	No	No sé	48
0.00	1.00	1.00	
48	40	8	
9. ¿Conoce algún programa, obra o institución que ayuda a disminuir efectos de fenómenos naturales (construcción de bordos, presas, terrazas, sistema de drenaje, sistema de alertamientos, etc.)?			
Si	No	No sé	48
0.00	1.00	1.00	
48	38	10	
10. ¿En los centros educativos (escuelas) de su localidad o municipio se enseñan temas acerca de las consecuencias que trae consigo un fenómeno natural?			
Si	No	No sé	48
0.00	1.00	1.00	
48	37	11	
11. ¿Alguna vez en su comunidad se han llevado a cabo campañas de información acerca de los peligros existentes en ella?			
Si	No	No sé	48
0.00	1.00	1.00	

48	47	1	
12. En caso de haberse llevado campañas de información ¿Cómo se enteró?			
No se enteró, no ha habido campañas	A través de medios impresos	A través de radio, televisión, internet, redes sociales.	73
1.00	0.50	0.00	
69	8	19	
13. ¿Ha participado en algún simulacro en alguna ocasión?			
Si	No	No sé	48
0.00	1.00	1.00	
48	36	12	
14. ¿Sabe a quién o a dónde acudir en caso de una emergencia?			
Si	No		64
0.00	1.00		
32	64		
15. ¿Sabe si existe en su comunidad un sistema de alertamiento para dar aviso a la población sobre alguna emergencia?			
Si	No		79
0.00	1.00		
17	79		
16. En caso de haber sido afectado a causa de un fenómeno natural ¿se le brindó algún tipo de apoyo?			
Si	No	No sé	48
0.00	1.00	1.00	
48	32	16	
17. ¿Ha sido evacuado a causa de un fenómeno natural? (inundación, sismo, erupción)			
Si	No	No sé	48
0.00	1.00	1.00	
48	31	17	
18. De acuerdo con experiencias anteriores, ¿Considera que su comunidad está lista para afrontar una situación de desastre tomando en cuenta las labores de prevención?			
Si	No	No sé	48
0.00	1.00	1.00	
48	29	19	
19. ¿Existe en su comunidad localidad/municipio alguna organización que trabaje en la atención de desastre?			
Si	No	No sé	48
0.00	1.00	1.00	
48	47	1	
20. ¿Conoce la existencia de la unidad de protección civil?			
Si	No	No sé	48
0.00	1.00	1.00	
48	45	3	
21. ¿Sabe dónde está ubicada y qué función desempeña la unidad de protección civil?			
Sé dónde se encuentra y sé sus funciones	No sé dónde se encuentra y no sé qué hace	Sé qué hacer, pero no sé dónde se encuentra	53
0.00	1.00	0.50	
12	22	62	
22. ¿Estaría preparado para enfrentar otro desastre como el que enfrentó?			
Si	No	No sé	48
0.00	1.00	1.00	
48	12	36	

23. ¿Considera que su comunidad puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?				
Si	No	No sé	48	
0.00	1.00	1.00		
48	22	26		
24. ¿Qué tanto puede ayudar la unidad de protección civil, puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?				
Mucho	Suficiente	Poco	Nada	49.75
0.00	0.25	0.50	1.00	
14	27	24	31	
25. ¿Si usted tuviera la certeza de que su vivienda se encuentra en peligro estaría dispuesto a reubicarse?				
Si	No	33		
0.00	1.00			
63	33			
Total			1,324	
Cuestionarios aplicados			96	
Puntuación obtenida			13.79	

Fuente: elaboración propia.

III.2.4. Obtención del grado de vulnerabilidad social.

El resultado de los indicadores socioeconómicos de vulnerabilidad social se obtiene un valor de 0.55; como se muestra en la Tabla III.10.

Tabla III.10. Resultado de indicadores socioeconómicos de vulnerabilidad social.

Indicadores socioeconómicos.	Calificación
Salud	0.75
Educación	0.25
Vivienda	0.00
Empleo e ingresos	1.00
Población	0.75
Total	0.55

Fuente: Elaboración propia.

De la aplicación del cuestionario de capacidad de respuesta se obtuvo el valor de 0.25, con una capacidad de respuesta Alta; mientras que del cuestionario de percepción local se obtuvo un valor de 0.50, referente a una percepción local Media.

Una vez obtenida la calificación final de los tres aspectos a evaluar (Características socioeconómicas, capacidad de respuesta y percepción local de riesgo), se procede con lo estipulado en la metodología, en donde las características socioeconómicas van a determinar en un 50% el Grado de Vulnerabilidad Social, la capacidad de respuesta un 25% y la percepción local de riesgo también 25%, a través de la ecuación (9).

$$GVS = (R1 \times 0.5) + (R2 \times 0.25) + (R3 \times 0.25) \quad (9)$$



Donde:

- GVS = Es el Grado de Vulnerabilidad Social asociada a desastres
- R1 = Resultado de los indicadores socioeconómicos
- R2 = Resultado del cuestionario de capacidad de prevención y respuesta
- R3 = Resultado de percepción local del riesgo.

Después de las operaciones correspondientes se obtuvo el resultado de 0.4625 que una vez cotejado en la Tabla III.11 de rangos, se determinó que el municipio de Tetepango tiene un **Grado de Vulnerabilidad Social Medio**.

$$GVS = (0.55 \times 0.5) + (0.25 \times 0.25) + (0.5 \times 0.25) = 0.4625$$

Tabla III.11. Rangos para determinar el Grado de Vulnerabilidad Social.

Valor Final	Grado de Vulnerabilidad Social	Resultado Final
De 0 a 0.20	Muy Bajo	0.4625
De 0.21 a 0.40	Bajo	
De 0.41 a 0.60	Medio	
De 0.61 a 0.80	Alto	
Más de 0.80	Muy Alto	

Fuente: Elaboración propia.

III.3. Vulnerabilidad Global.

El grado de vulnerabilidad que un determinado territorio puede experimentar frente a la ocurrencia de algún fenómeno perturbador es consecuencia de una serie de factores físicos y sociales; de las condiciones socioeconómicas, la percepción local del riesgo, la capacidad de respuesta y prevención y de las condiciones de vulnerabilidad al daño físico por sistema de exposición que cierta población asume para hacer frente al riesgo natural o antropogénico que dicho fenómeno desencadenó (SEGOB/CENAPRED, 2014).

La vulnerabilidad considera la capacidad y los recursos que tiene una comunidad para enfrentar adversidades provocadas por una amenaza en conjunto con la exposición física de la infraestructura que cada población tiene producto de su situación. Los productos cartográficos de la Vulnerabilidad Social y Física se relacionan con la misma ponderación (50%) para componer la cobertura de Vulnerabilidad Global frente a fenómenos perturbadores, ambas coberturas detallan un entorno espacial que exhibe información al interior municipal.



El resultado de esta ponderación se presenta en los mapas de vulnerabilidad global, en donde con base en el análisis de vulnerabilidad de diversos componentes socioeconómicos y físicos, se pueden ubicar las zonas con mayor grado de vulnerabilidad. En contraste observamos que las menores vulnerabilidades se ubican en tonos verdes verde oscuro representando una muy baja vulnerabilidad.

Por esta razón es de vital importancia que el municipio invierta esfuerzos para generar elementos que contribuyan al fortalecimiento de capacidades estructurales que fomenten entornos resilientes en materia de gestión gubernamental, planeación territorial y social para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

III.4. Consideraciones finales.

La evaluación de la vulnerabilidad para el municipio de Tetepango se realizó con el fin de identificar las zonas con mayor susceptibilidad al daño por acción de factores naturales y antropogénicos.

Los resultados obtenidos muestran de manera general, que el municipio presenta un grado de vulnerabilidad Bajo. A pesar de ello, se hacen mención de algunas observaciones halladas durante el análisis:

- La unidad de protección civil realiza diversas actividades enfocadas a la prevención, por lo cual, es importante continuar trabajando en estas acciones (como simulacros y capacitación ciudadana, entre otras) para seguir mejorando la cultura preventiva tanto de la población como de las autoridades.
- El municipio de Tetepango presenta un bajo crecimiento de la mancha urbana, sin embargo, la expansión de la mancha urbana de la cabecera municipal se ha generado a las zonas altas, donde en algunos sitios no se cuenta con los servicios y existen zonas de riesgo para la población.
- El municipio de Tetepango no está catalogado como una zona de alta actividad sísmica, los registros históricos de sismos indican la ocurrencia de cinco sismos dentro de los límites del territorio municipal, los cuales han sido de baja intensidad, sin embargo, podrían llegar a afectar a aquellas viviendas que no cuenten una adecuada estructura o que se encuentran dañadas.
- Además, la población elabora sus viviendas bajo un método de autoconstrucción, el cual no siempre va acompañado del respaldo de opiniones técnicas profesionales, se propone que se dé difusión al manual "Guía Básica para Autoconstrucción de Viviendas Seguras" elaborado por la Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, a través de la Coordinación Nacional de Protección Civil y del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), en colaboración con INFONAVIT y CONAVI.



FASE IV. RIESGO / EXPOSICIÓN.

El riesgo de acuerdo con el CENAPRED se concibe como la probabilidad de que, durante un periodo específico de tiempo, se produzcan alteraciones graves del funcionamiento normal de una sociedad debido a los fenómenos físicos peligrosos que interactúan con condiciones sociales vulnerables, dando lugar a efectos humanos, materiales, económicos o ambientales adversos generalizados que requieren de una respuesta inmediata a la emergencia para satisfacer las necesidades humanas esenciales, y que pueden requerir apoyo externo para la recuperación.

El riesgo se integra de dos factores: el peligro o la amenaza y la vulnerabilidad. Este documento considera al factor peligro como la máxima intensidad de un fenómeno perturbador que por sus características constituye una amenaza; por otro lado, la vulnerabilidad, se define como una condición determinada por diversos factores que actúan paralela y sistemáticamente, los cuales pueden ser de índole económica, social, política o física. Estos factores intervienen en los daños que pueden ocurrir en la población de un territorio ante la incidencia de un fenómeno perturbador.

La integración del peligro ante los distintos fenómenos perturbadores de origen natural o androgénico, combinados con la vulnerabilidad global de cada área que integra los distintos asentamientos humanos del municipio, permite definir los diferentes índices de riesgo. Estos índices detallan grados del posible riesgo ante la presencia de algún fenómeno perturbador.

Por lo anterior podemos definir al índice de riesgo como un elemento multifactorial de la integración de diversos elementos físicos y sociales, el cual muestra la probabilidad de ocurrencia de una afectación provocada por la presencia de un fenómeno perturbador.

Para calcular el índice de se utiliza la ecuación (10); donde el peligro y la vulnerabilidad se integran para establecer el grado de riesgo para un determinado fenómeno perturbador.

$$\text{Riesgo} = \text{Peligro (amenza)} \times \text{Vulnerabilidad} \quad (10)$$

El análisis del índice de riesgo se considera los grados de peligro y vulnerabilidad con un valor que varía según la clase de fenómeno que se estudie, esto debido a que el riesgo de afectación es distinto para cada clase de fenómenos perturbadores.



IV.1. Riesgo por fenómenos geológicos.

El riesgo de fenómenos geológicos se calculó mediante el álgebra de mapas, por medio de un SIG, en donde se analizaron el riesgo para el fenómeno de deslizamiento de laderas y caídos o derrumbes.

Adicionalmente se estimó el potencial de afectación a la población vulnerable, este potencial se estime mediante el cálculo de peligro o amenaza presentado en la fase II y su relación con la vulnerabilidad identificada en la fase III; se realiza un cálculo geoespacial con el objetivo de identificar las zonas donde el peligro y la vulnerabilidad confluyen definiendo los distintos grados de riesgo; lo que a su vez permite cuantificar a la población vulnerable de acuerdo al índice de peligro del fenómeno geológico.

De acuerdo con los datos del censo de población y vivienda del INEGI, 2022; se cuantifico la población en riesgo y sus características. De igual forma se utilizó la información del DENUE (2022), para estimar las unidades económicas en riesgo, así como la infraestructura. La agricultura es una de las actividades más importantes del municipio, por lo cual también se analizaron las afectaciones a las áreas de cultivo, de acuerdo con los datos del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

Además, se cuantificaron los costos de afectación a viviendas e infraestructura, con base a los costos de construcción publicados por Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC).

Los índices de riesgo estimados para los fenómenos de origen geológico conceden mayor ponderación al nivel de peligro con respecto al grado de vulnerabilidad. El índice de peligro para fenómenos perturbadores de origen geológico asigna un promedio ponderado del 70% al peligró geológico y 30% a la vulnerabilidad, ya que con un nivel de peligro alto el posible daño esperado a la población es elevado independientemente del grado de vulnerabilidad. Por lo cual, los criterios del índice de riesgo para fenómenos geológicos se muestran en la Tabla IV.1, donde se identifican los niveles de riesgo en una escala ascendente de colores, conforme su intensidad de menor a mayor.

Tabla IV.1. Índice de riesgo para fenómenos geológicos.

Índice de Riesgo Fenómenos Geológico			Grado de Vulnerabilidad				
			Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
			1	2	3	4	5
Grado de Peligro	Muy bajo	1	1.0	1.3	1.6	1.9	2.2
	Bajo	2	1.7	2.0	2.3	2.6	2.9
	Medio	3	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6
	Alto	4	3.1	3.4	3.7	4.0	4.3
	Muy Alto	5	3.8	4.1	4.4	4.7	5.0

Fuente: Elaboración propia, con información de CENAPRED.



IV.1.1. Riesgo por deslizamiento de laderas.

Dentro del municipio de Tetepango de acuerdo con los análisis realizados dentro del fenómeno perturbador de deslizamiento de laderas, se detectaron zonas con un grado de peligro alto y muy alto en la parte Sur del municipio, sin embargo, las principales zonas se ubican en áreas no urbanizadas, por lo cual el riesgo de este fenómeno es bajo, debido a que no existe infraestructura o viviendas que puedan ser afectadas.

Para las localidades de Ulapa de Melchor Ocampo y Juandhó, ambas presentan un riesgo bajo y muy bajo.

En cuanto a la cabecera municipal, se ubica una zona en la parte central de la cabecera municipal, susceptible a presentar el fenómeno de deslizamiento de laderas, por otro lado, al sureste de la cabecera municipal también se presenta una zona de riesgo de medio a alto, en esta zona se han presentado asentamientos irregulares en los últimos años.

Dentro de la infraestructura que puede ser afectada por este fenómeno se encuentra el relleno sanitario del municipio. No se contemplan afectaciones en las unidades económicas del municipio.

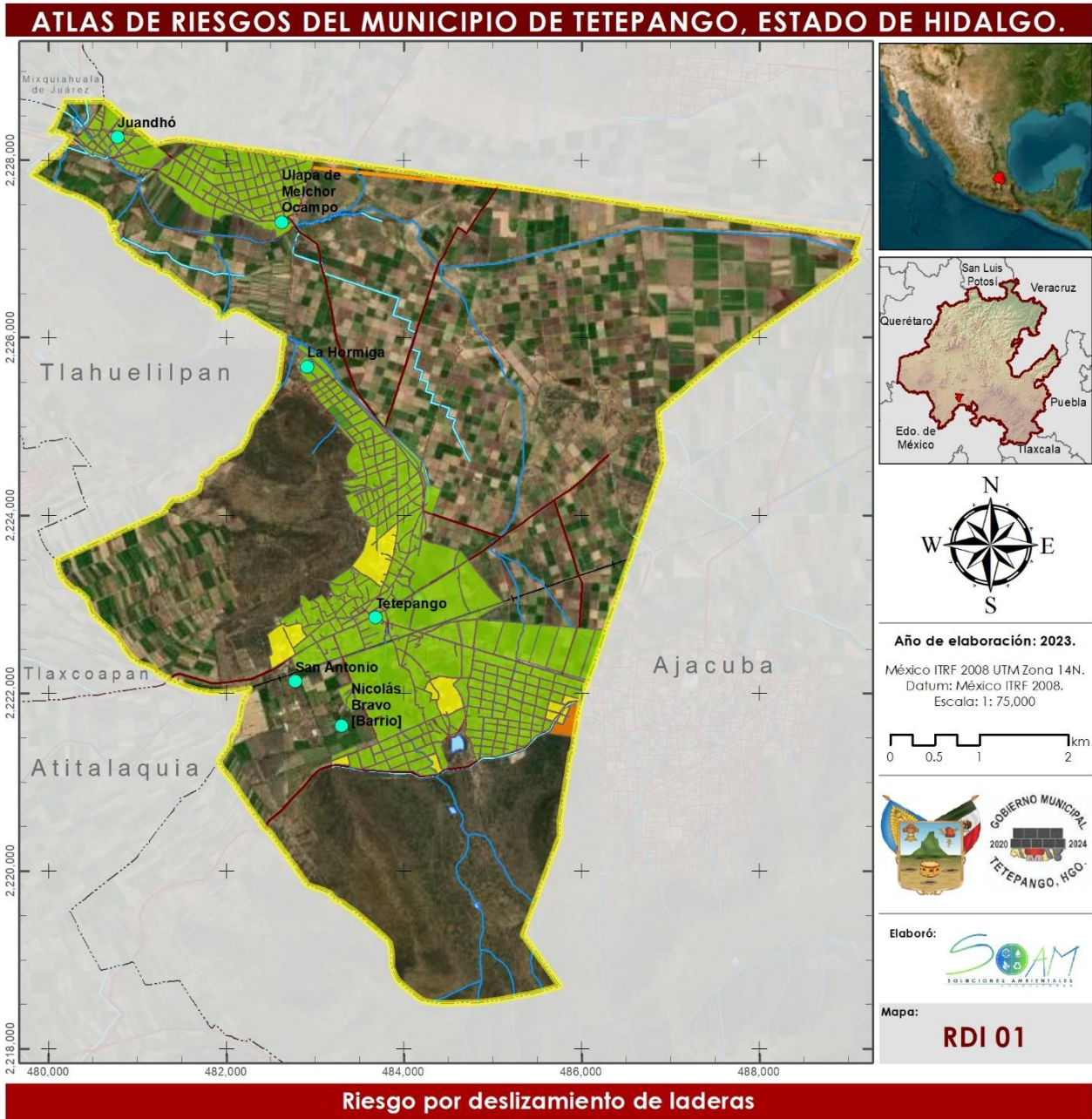
En cuanto a la población y sus características que se pueden ver afectadas por este fenómeno, las cantidades por índice de riesgo se presentan en la Tabla IV.2.

Tabla IV.2. Riesgo poblacional por deslizamiento de laderas.

Índice de riesgo	Sumatoria de población							
	Total	Masculina	Femenina	Con limitaciones	Sin derecho-habidencia	Infante	Adultos mayores	Viviendas
Muy Bajo	22	9	13	0	7	3	0	8
Bajo	943	450	493	22	293	229	58	234
Medio	10,766	5,264	5,502	387	3,471	2,581	771	2,863
Alto	8	4	4	0	0	0	0	2
Muy Alto	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia, con información del INEGI, 2022.





Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura IV.1. Riesgo por deslizamiento de laderas.

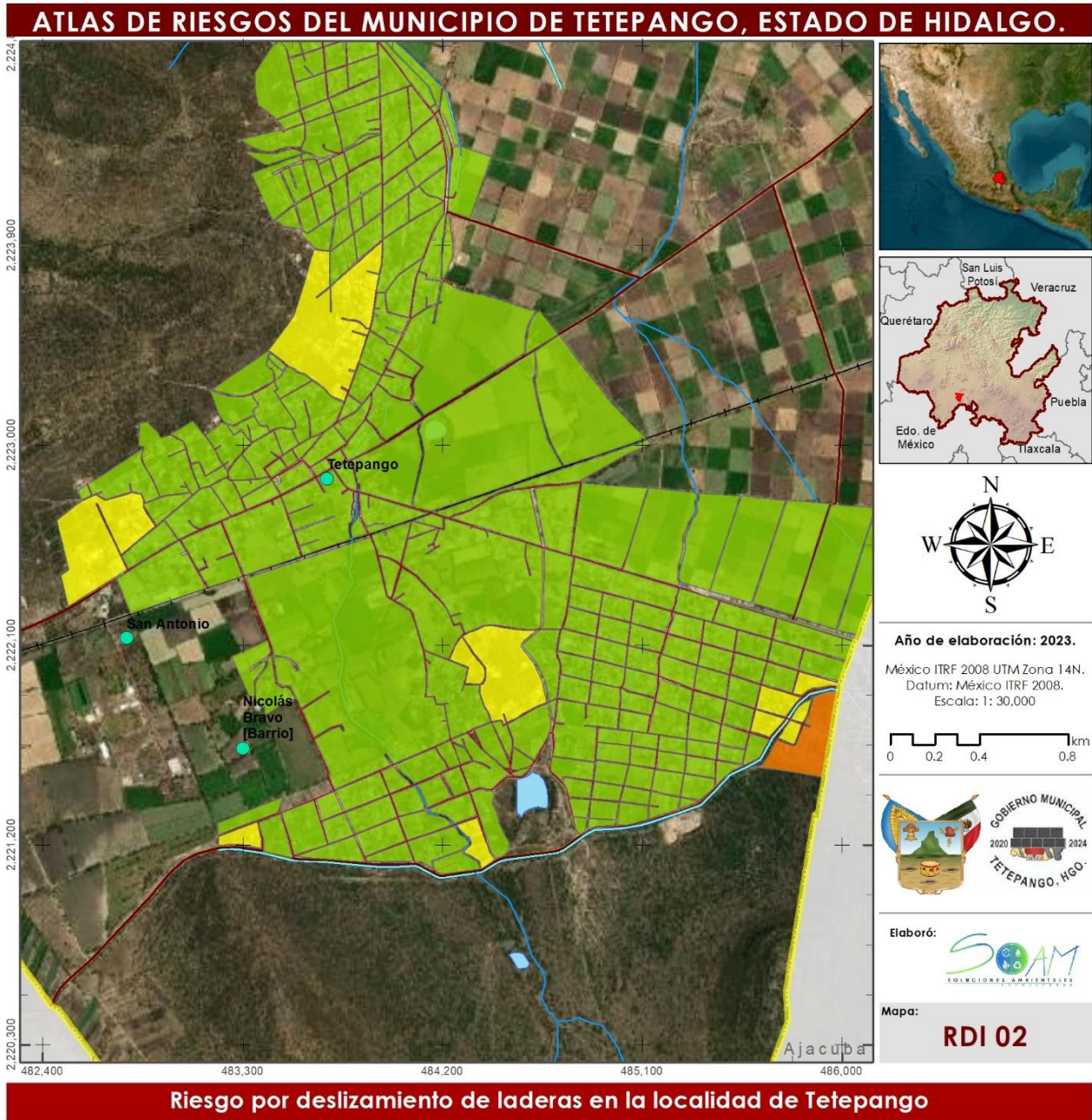


Figura IV.2. Riesgo por deslizamiento de laderas en localidad de Tetepango.

IV.1.2. Riesgo por caídos y derrumbes.

En cuanto al riesgo por caídos y derrumbes, de acuerdo con el análisis realizado, la mayor parte del municipio presenta una zona de riesgo muy bajo (Figura IV.3); con excepción de dos zonas de riesgo medio y alto al oeste de la cabecera municipal, como se muestra en la Figura IV.4.

En estas zonas la cantidad de población y sus características de acuerdo con los datos del censo de población y vivienda del INEGI (2020), se presentan en la Tabla IV.3.

Dentro de estas áreas de riesgo se ubican 9 unidades económicas, no se presenta infraestructura de educación, salud o de servicios que se encuentre en riesgo por el fenómeno. Se estimaron las pérdidas en producción económica diarias, solo se consideraron los índices de riesgo de Medio a Muy Alto, los resultados se presentan en la Tabla IV.4.

Tabla IV.3. Riesgo poblacional por caídos y derrumbes.

Índice de riesgo	Sumatoria de población							
	Total	Masculina	Femenina	Con limitaciones	Sin derecho-habiciencia	Infante	Adultos mayores	Viviendas
Muy Bajo	6,903	3,393	3,510	262	2,305	1,685	461	1,855
Bajo	2,848	1,381	1,467	68	943	687	206	735
Medio	1,695	806	889	67	455	375	132	444
Alto	293	147	146	12	68	66	30	73
Muy Alto	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia, con información del INEGI, 2022.

Tabla IV.4. Pérdidas en producción en actividades económicas por caídos y derrumbes.

Actividad económica	Producción de unidades económicas		
	Medio	Alto	Muy Alto
Total de producción diaria	1,060.10	1,961.81	0.00
Población Flotante	35	15	0
311 Industria alimentaria	0.00	1,060.44	0.00
332 Fabricación de productos metálicos	0.00	457.53	0.00
461 Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	1,060.10	0.00	0.00
722 Servicios de preparación de alimentos y bebidas	0.00	443.84	0.00
813 Asociaciones y organizaciones	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia, con información del censo económico del INEGI 2018 y DENUE 2022.



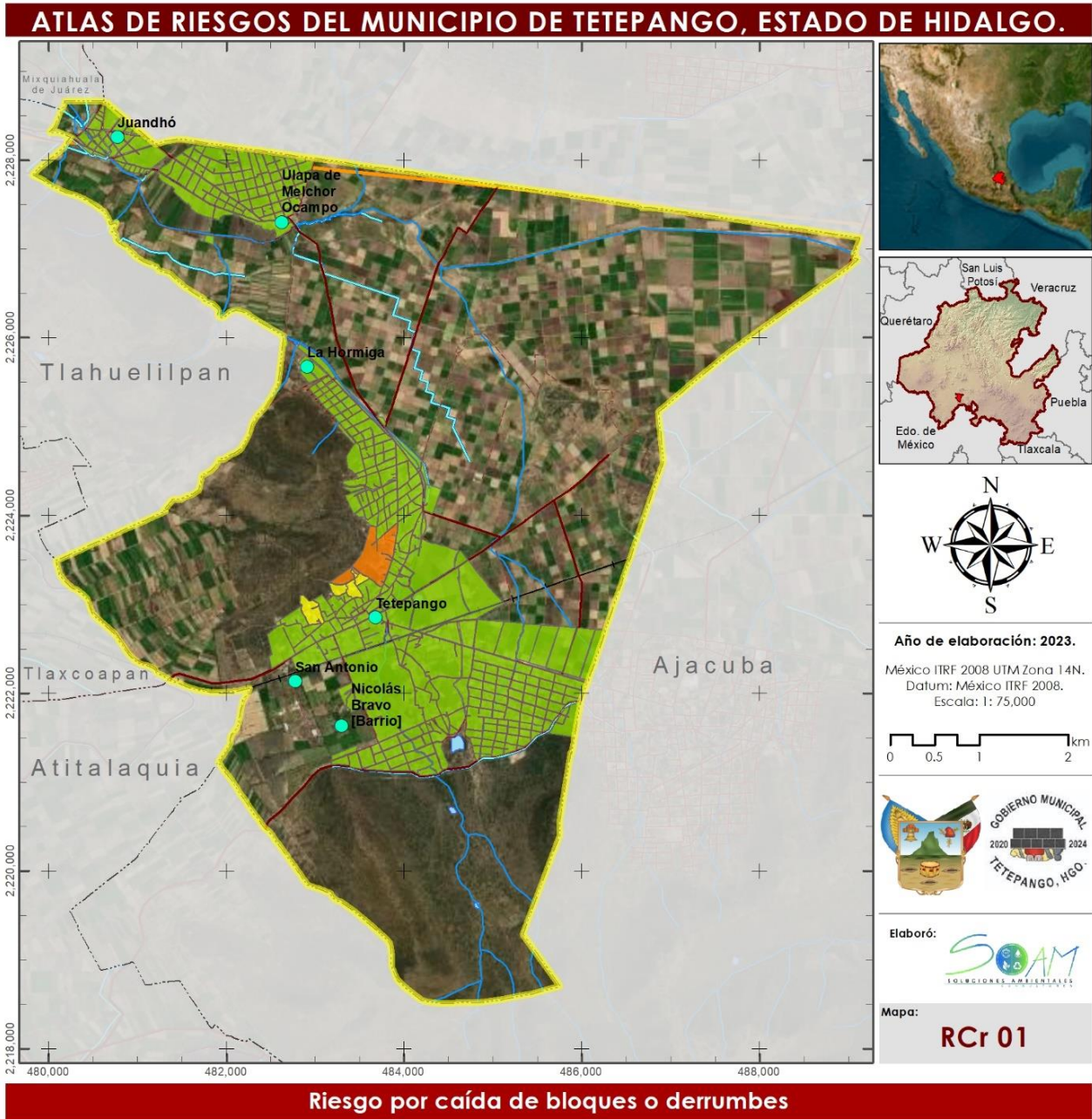
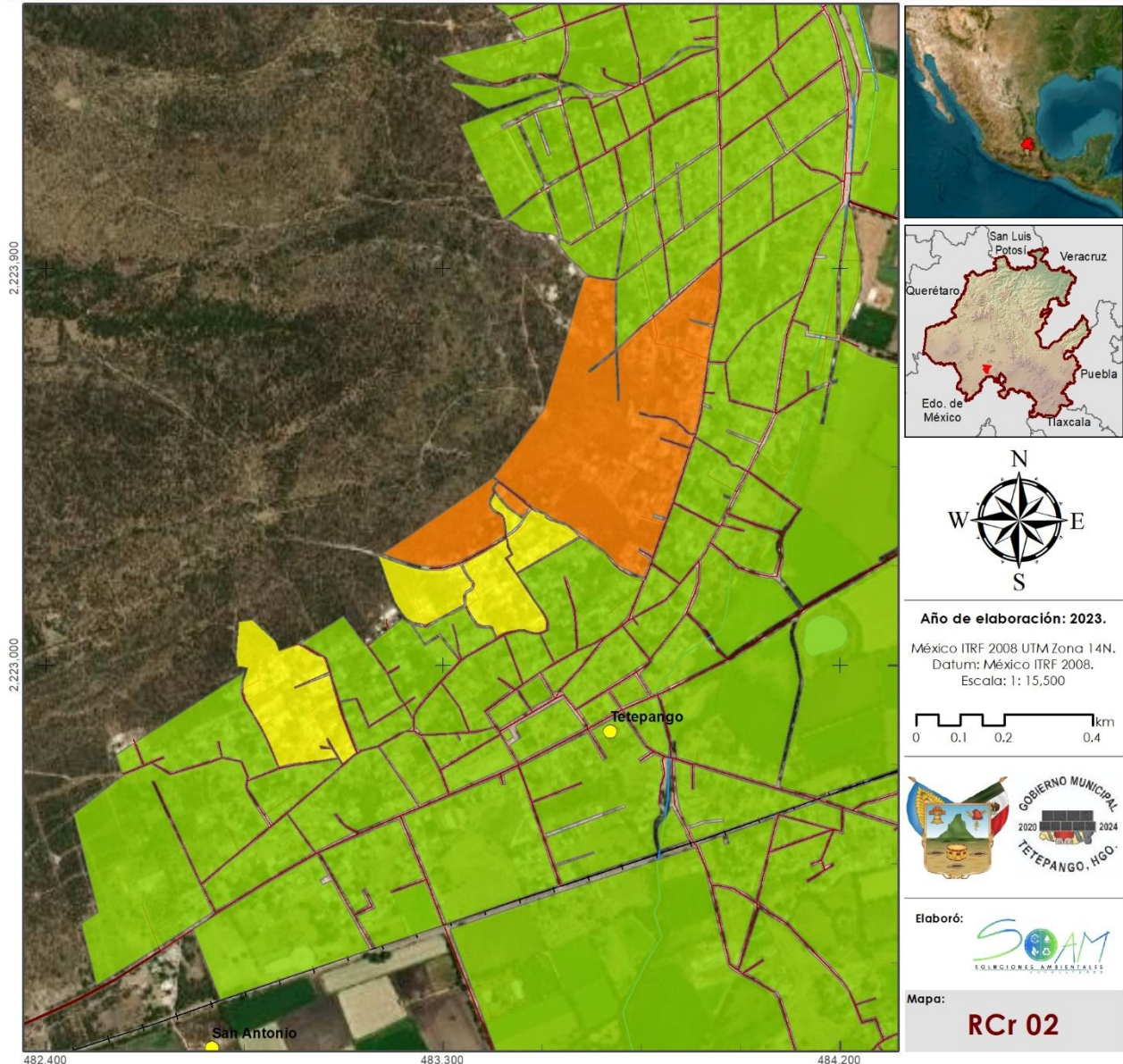


Figura IV.3. Riesgo por caídas y derrumbes.

ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Riesgo por caída de bloques o derrumbes en la localidad de Tetepango

Marco Geostadístico		Hidrología		Infraestructura		Simbología	
	Límite Municipal		Corriente de agua		Carretera	Simbología Temática	
	Estado de Hidalgo		Canal		Calle	Riesgo por caída de bloques	
	Localidades		Cuerpo de		Camino		Muy bajo
					Vía férrea		Bajo
					Gasoducto		Medio
							Alto
							Muy alto

Fuentes:
Marco Geostadístico de INEGI, 2022.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GE User Community

Figura IV.4. Riesgo por caída de bloques en la localidad de Tetepango.

IV.2. Riesgo por fenómenos hidrometeorológicos.

Debido a la relevancia de los fenómenos de origen hidrometeorológico analizados en la Fase II de este documento, se calcularon los índices de riesgo ante los fenómenos de sequías, vientos e inundaciones.

En los fenómenos hidrometeorológicos el índice de riesgo considera al grado de vulnerabilidad tan importante como el grado de peligro, por lo que la integración de la información espacial de sus respectivas coberturas se hace con un promedio de las dos, para estimar el riesgo en el municipio, como se muestra en la Tabla IV.5.

Tabla IV.5. Índice de riesgo para fenómenos hidrometeorológicos.

Índice de Riesgo Fenómenos Hidrometeorológicos			Grado de Vulnerabilidad				
			Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
			1	2	3	4	5
Grado de Peligro	Muy bajo	1	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
	Bajo	2	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
	Medio	3	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
	Alto	4	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
	Muy Alto	5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0

Fuente: Elaboración propia, con información de CENAPRED.

IV.2.1. Riesgo por sequias.

De acuerdo con el análisis de peligro por sequía, muestran un incremento en las temperaturas máximas, lo cual podría afectar de manera directa a las áreas de cultivo, debido a que es la principal actividad económica del municipio, se cuantificaron los daños que se podrían tener si la sequía se llegara a prolongar en la región.

De acuerdo con los datos del SIAP, en el periodo de 2015 a 2021, se han cosechado 1,486 ha de cultivo, los cuales representan un valor de producción promedio de 43.423 millones de pesos.

Con respecto al nivel de riesgo, por sequias para el municipio de Tetepango, se evalúa el peor escenario que se puede presentar para un periodo de retorno de 50 años. Uno de los factores que influyen directamente en este fenómeno es el agua de riesgo, la cual es obtenida del canal Alto Ajacuba, proveniente de las aguas residuales de la Ciudad de México, de verse afectado este caudal, se tendrán repercusiones en la producción agrícola.

Tanto los modelos de cambio climático, así como el análisis estadístico muestran un incremento en las temperaturas, lo cual generará periodos de sequía más prolongados.



Tabla IV.6. Afectaciones de riesgo por sequía.

Índice de Riesgo	Superficie afectada (Hectáreas)	Valor de producción estimado afectado. (Millones de pesos)
Muy Alto	1,486	\$ 43.423

Fuente: Elaboración propia con información del SIAP, para el periodo 2015 – 202.

IV.2.2. Riesgo por vientos fuertes y tornados.

Se realizó el análisis de riesgos para vientos fuertes y tornados, el territorio presenta un peligro bajo para el territorio de Tetepango, ya que no se tiene registro de vientos que puedan generar una afectación, además de acuerdo a la vulnerabilidad física de la vivienda, esta presenta un grado muy bajo, ya que la mayoría de las viviendas cuentan con techos y muros rígidos.

Por lo anterior el riesgo para este fenómeno perturbador es bajo, como se muestra en la Figura IV.5, por lo cual no se realizó la cuantificación de población en peligro, ni estimación de daños, ya que la ocurrencia de estos es mínima.



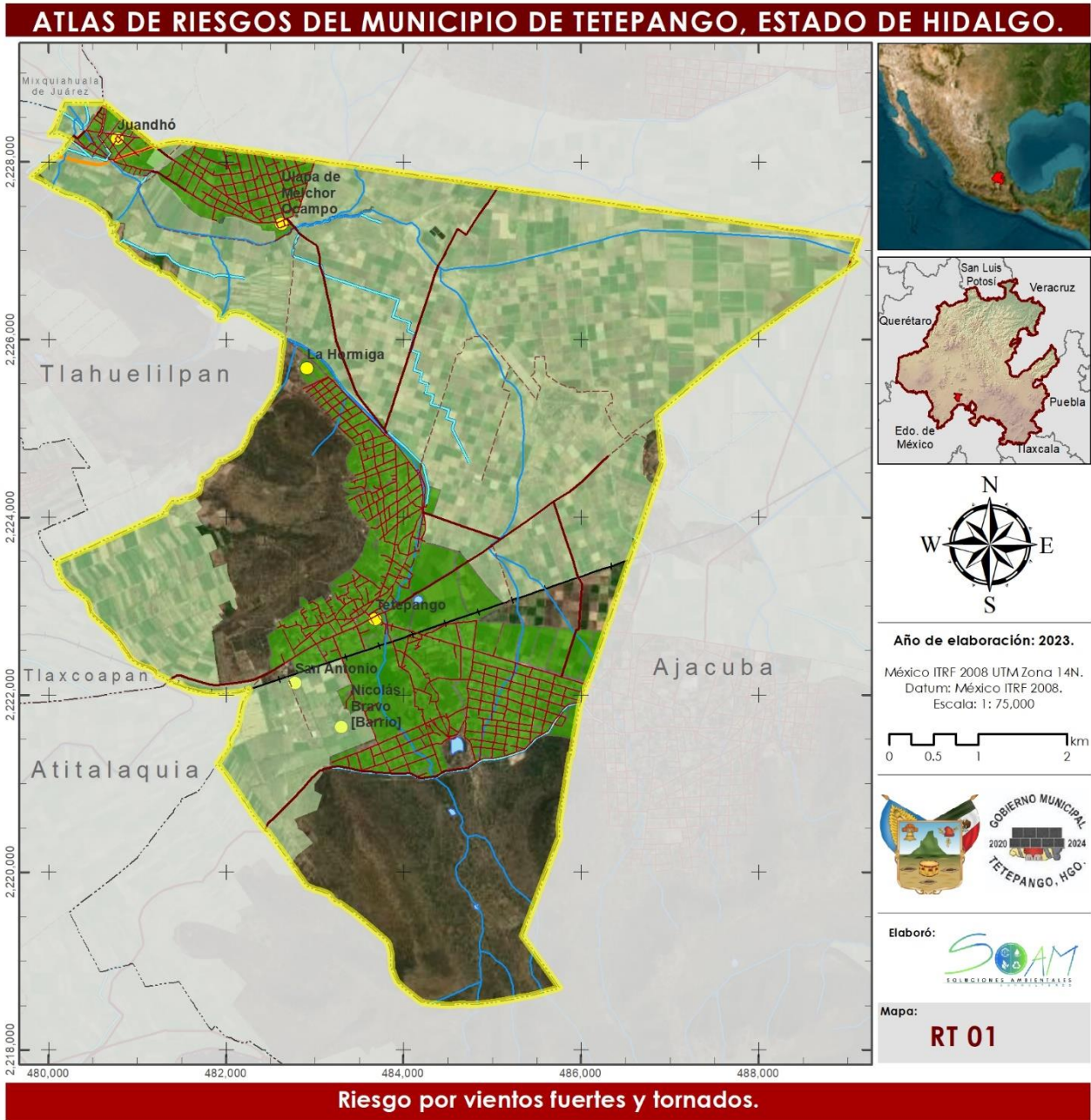


Figura IV.5. Riesgo por Vientos fuertes y tornados.

IV.2.3. Riesgo por inundación.

El análisis del riesgo por inundación, consideró la vulnerabilidad de población y las zonas de peligro, las cuales se consideraron a nivel de manzana (AGEB), se consideró el periodo de retorno de 500 años, para evaluar el riesgo dentro de las zonas urbanas y rurales; como se muestra en la Figura IV.6.

En las localidades rurales de Juandhó (Figura IV.7) y Ulapa de Melchor Ocampo (Figura IV.8), el análisis se realizó a nivel AGEB rural, por lo cual toda la localidad presenta un mismo riesgo, la localidad de Juandhó presenta un riesgo Alto, mientras que la localidad de Ulapa de Melchor Ocampo tiene un riesgo medio. En ambas localidades las áreas de inundación se registran al Sur.

Dentro de la localidad de Tetepango (Figura IV.9), muestra la afectación en 20 manzanas de la zona urbana, estas se ubican en la parte central de la localidad, siendo la zona que presenta el mayor riesgo la que se ubica al Norte de la cabecera municipal.

Se estimaron las afectaciones a la población, de acuerdo con los datos del censo de población y vivienda del INEGI, 2022. La información se presenta en la Tabla IV.7.

Se identificaron las unidades económicas e infraestructura (UEI) expuesta a este fenómeno, de las cuales se identificaron 136 UEI. De acuerdo con el censo económico del INEGI, 2019; se estimó las pérdidas en la producción, para cada una de las actividades económicas que se desarrollan en el municipio, para llegar a estos resultados se aplicó la metodología del Colegio de México (Domínguez Serrano, 2019), los resultados se presentan en la Tabla IV.8.

Se elaboró la aproximación de daños, para lo cual se estimó la población flotante de las unidades económicas e infraestructura que se verán afectadas por el fenómeno; las pérdidas en la producción diaria; estos dos valores se obtuvieron a partir de la información del DENUE (2022).

Debido a que el fenómeno de inundación afectará zonas agrícolas, se estimó las superficies de afectación y se calcularon las pérdidas por hectárea, de acuerdo a la información del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2023). Analizando la producción agrícola del municipio del periodo de 2015 a 2022.

Se estimaron y cuantificaron los daños potenciales en zonas habitacionales, aplicando la metodología de Suarez et al (2007), para estimar los daños en viviendas de acuerdo a la elevación del tirante del agua.

Por último, se cuantificaron los costos de reposición del sistema expuesto, considerando la infraestructura básica que se verá afectada por el fenómeno, en caso que se tenga que reponer completamente; para lo cual se emplearon diversas fuentes indirectas, Instituto Mexicano de Ingeniería de Costos (IMIC), Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa (INFED), Secretaría de



Salud de Hidalgo (SSH), Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) e imágenes de Google earth. Con el fin de obtener los costos por m² para el sector educativo, infraestructura básica y salud; mediante las imágenes de Google earth se obtuvieron las áreas con las que se estimaron los costos de reposición.

Los resultados de estos procedimientos se clasificaron de acuerdo al índice de riesgo y se presentan a manera de resumen en la Tabla IV.9.

Tabla IV.7. Riesgo poblacional por inundación.

Índice de riesgo	Sumatoria de población							
	Total	Masculina	Femenina	Con limitaciones	Sin derecho-habidencia	Infante	Adultos mayores	Viviendas
Muy Bajo	58	29	29	0	28	3	6	23
Bajo	217	107	110	4	42	48	19	51
Medio	2,415	1,197	1,218	135	861	587	183	643
Alto	914	447	467	37	354	200	74	253
Muy Alto	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia, con información del INEGI, 2022.

Tabla IV.8. Pérdidas en producción en actividades económicas por inundación.

Actividad económica		Producción de unidades económicas				
		Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Total de producción.		1,309.22	10,488.38	39,209.22	5,466.34	0.00
311	Industria alimentaria	0.00	2,120.88	3,181.32	0.00	0.00
312	Industria de las bebidas y del tabaco	0.00	0.00	1,155.06	0.00	0.00
332	Fabricación de productos metálicos	0.00	457.53	915.06	0.00	0.00
337	Fabricación de muebles, colchones y persianas	0.00	0.00	0.00	3,564.38	0.00
434	Comercio al por mayor de materias primas agropecuarias y forestales, para la industria, y materiales de desecho	0.00	3,172.60	1,586.30	0.00	0.00
461	Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	0.00	424.04	4,452.42	0.00	0.00
463	Comercio al por menor de productos textiles, bisutería, accesorios de vestir y calzado	0.00	0.00	857.15	0.00	0.00
464	Comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud	0.00	0.00	509.59	0.00	0.00
465	Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal	0.00	0.00	978.64	0.00	0.00
466	Comercio al por menor de enseres domésticos, computadoras, artículos para la decoración de interiores y artículos usados	0.00	0.00	848.20	0.00	0.00
467	Comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios	466.62	0.00	933.24	0.00	0.00
468	Comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes	0.00	509.59	2,038.36	0.00	0.00
531	Servicios inmobiliarios	0.00	23.56	23.56	0.00	0.00
541	Servicios profesionales, científicos y técnicos	0.00	0.00	435.62	0.00	0.00
561	Servicios de apoyo a los negocios	0.00	0.00	229.22	0.00	0.00
611	Servicios educativos	0.00	3,006.40	7,516.00	1,503.20	0.00

Actividad económica		Producción de unidades económicas				
		Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
621	Servicios médicos de consulta externa y servicios relacionados	0.00	0.00	2,543.70	0.00	0.00
713	Servicios de entretenimiento en instalaciones recreativas y otros servicios recreativos	0.00	0.00	234.70	0.00	0.00
721	Servicios de alojamiento temporal	0.00	0.00	443.84	0.00	0.00
722	Servicios de preparación de alimentos y bebidas	443.84	443.84	4,882.24	0.00	0.00
811	Servicios de reparación y mantenimiento	398.76	0.00	4,785.12	398.76	0.00
812	Servicios personales	0.00	329.94	659.88	0.00	0.00

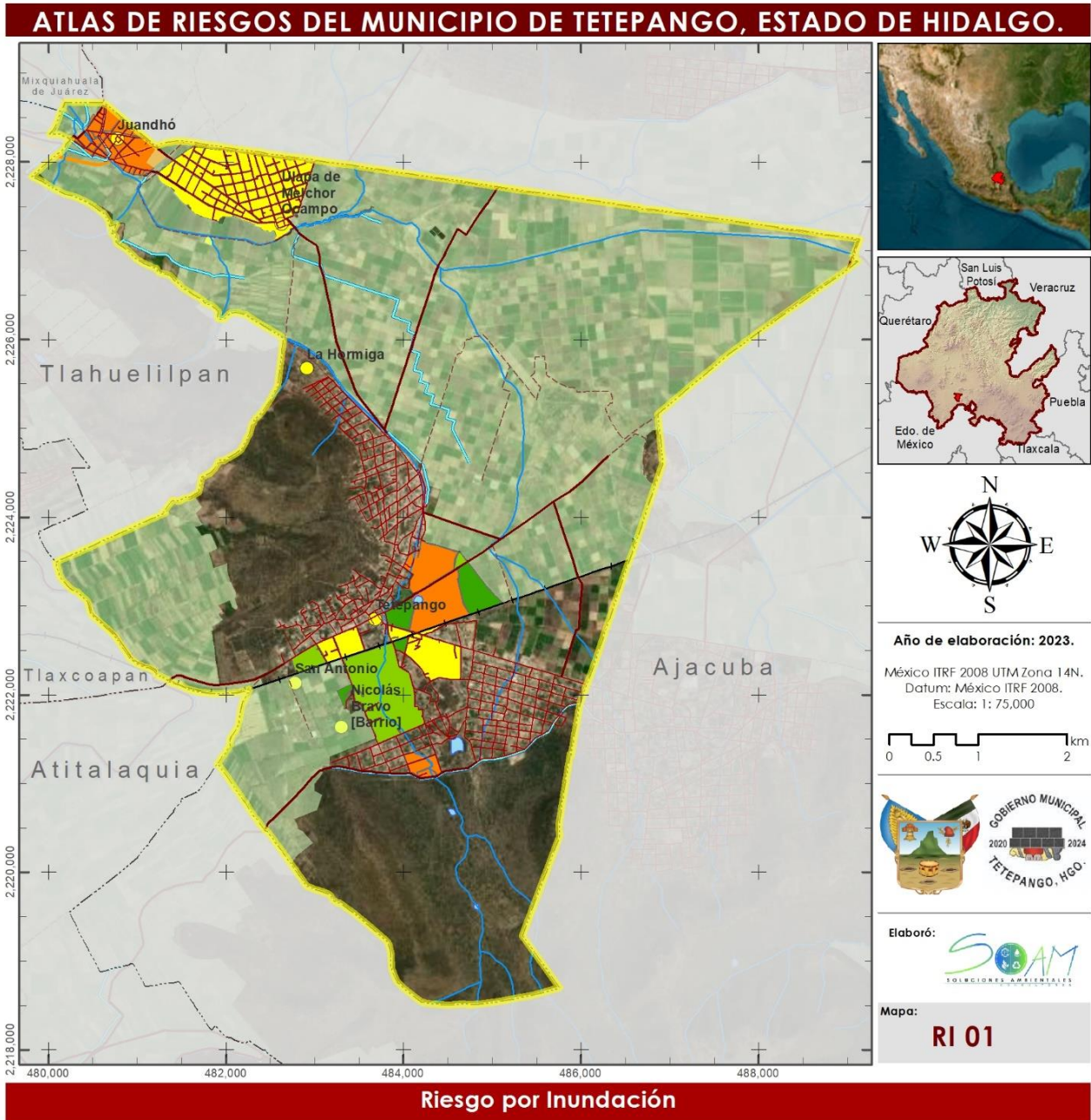
Fuente: Elaboración propia, con información del censo económico del INEGI 2018 y DENUE 2022.

Tabla IV.9. Aproximación de daños por inundación.

Descripción	Índice de riesgo				
	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Población Flotante	30	1,027	1,399	227	0
Pérdida en producción diaria	1,309.22	10,488.38	39,209.22	5,466.34	0.00
Hectáreas agrícolas	0.00	157.44	93.20	58.77	2.98
Pérdida por producción agrícola	0.00	4,601,003.04	2,723,780.30	1,717,583.77	87,224.86
Daños potenciales en zonas habitacionales	4,188,201.15	41,850,190.24	232,929,225.26	188,907,623.63	0.00
Costo estimado de reposición del sistema expuesto	7,544,000.00	94,513,000.00	80,222,000.00	7,680,000.00	0.00

Fuente: Elaboración propia, con información del SIAP, 2023; DENUE, 2022; INEGI, 2020.





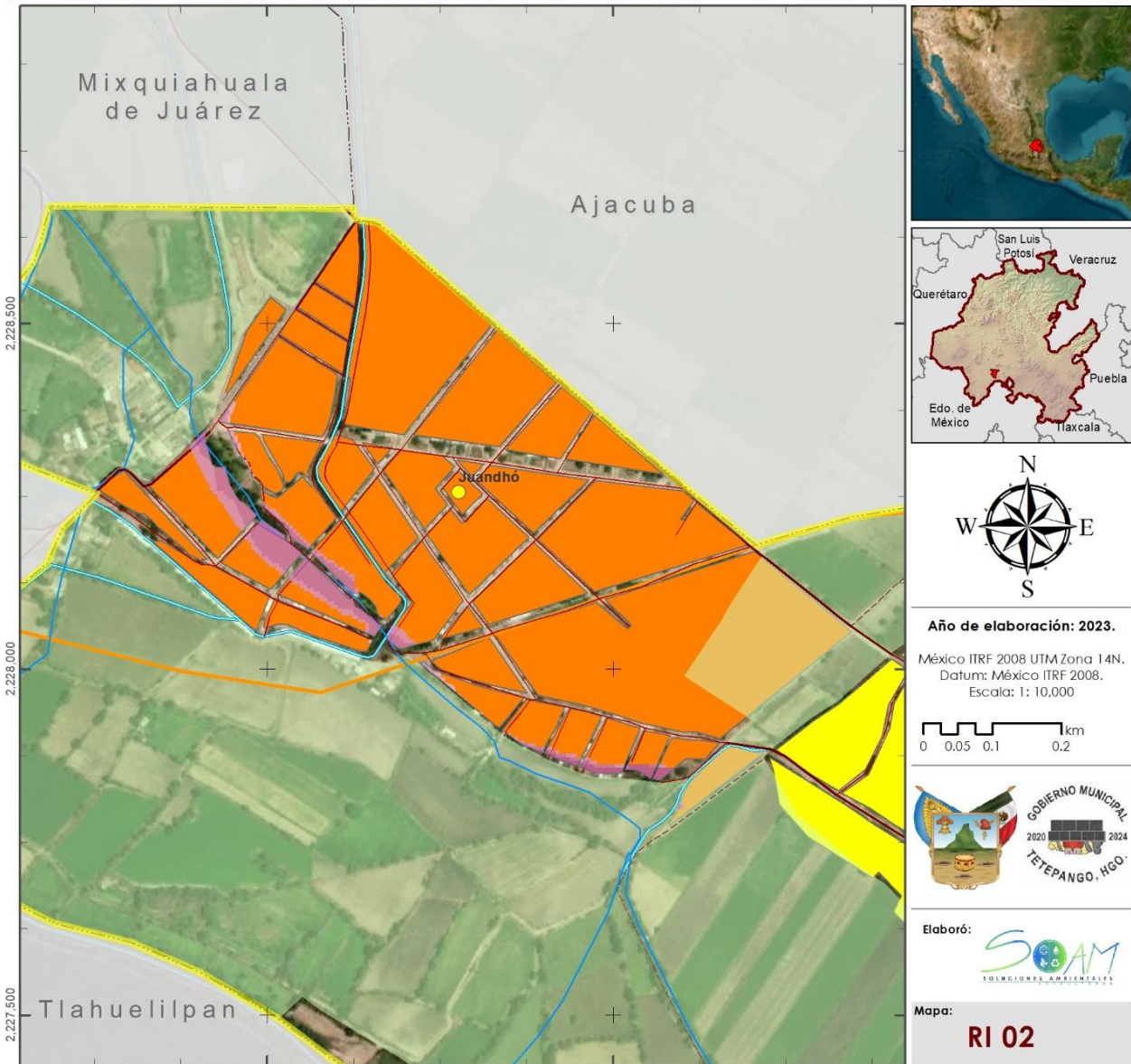
Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
DENUE, 2022.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, EOS,
AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura IV.6. Riesgo por inundación.

ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Riesgo por inundación, localidad de Juandhó

Marco		Hidrología		Infraestructura		Uso de Suelo		Simbología Temática	
	Límite Municipal		Corriente de agua		Carretera		Área de cultivo		Muy Bajo
	Municipios Aledaños		Canal		Calle				Bajo
	Estado de Hidalgo				Camino				Medio
	Localidades				Gasoducto				Alto
									Muy alto
									Muy Bajo
									Bajo
									Medio
									Alto
									Muy alto

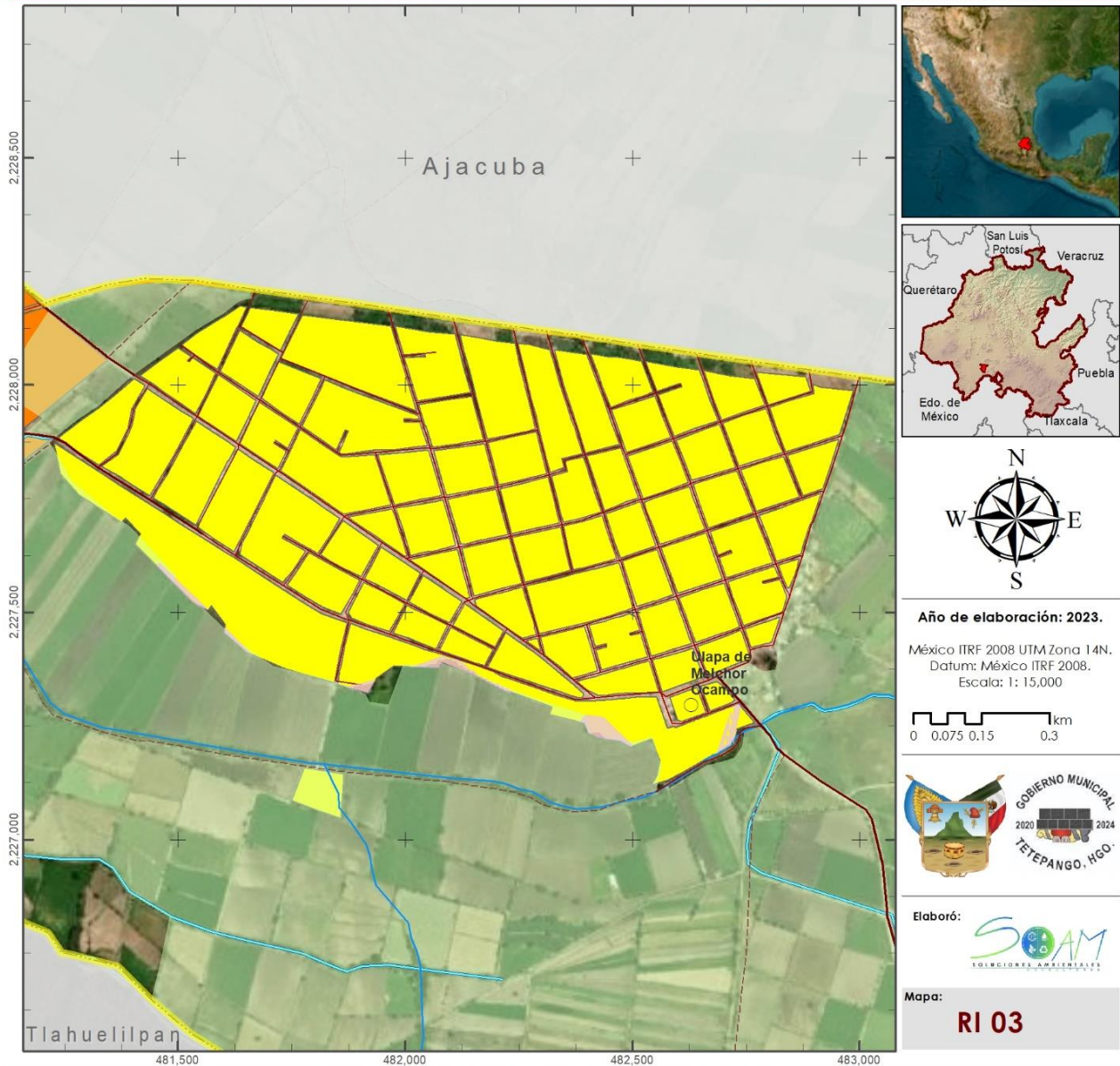
Fuentes:
Marco Geostatístico del INEGI, 2022.
DENUE, 2022.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura IV.7. Riesgo por inundación para la localidad de Juandhó.

ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Riesgo por inundación, localidad de Ulapa de Melchor Ocampo

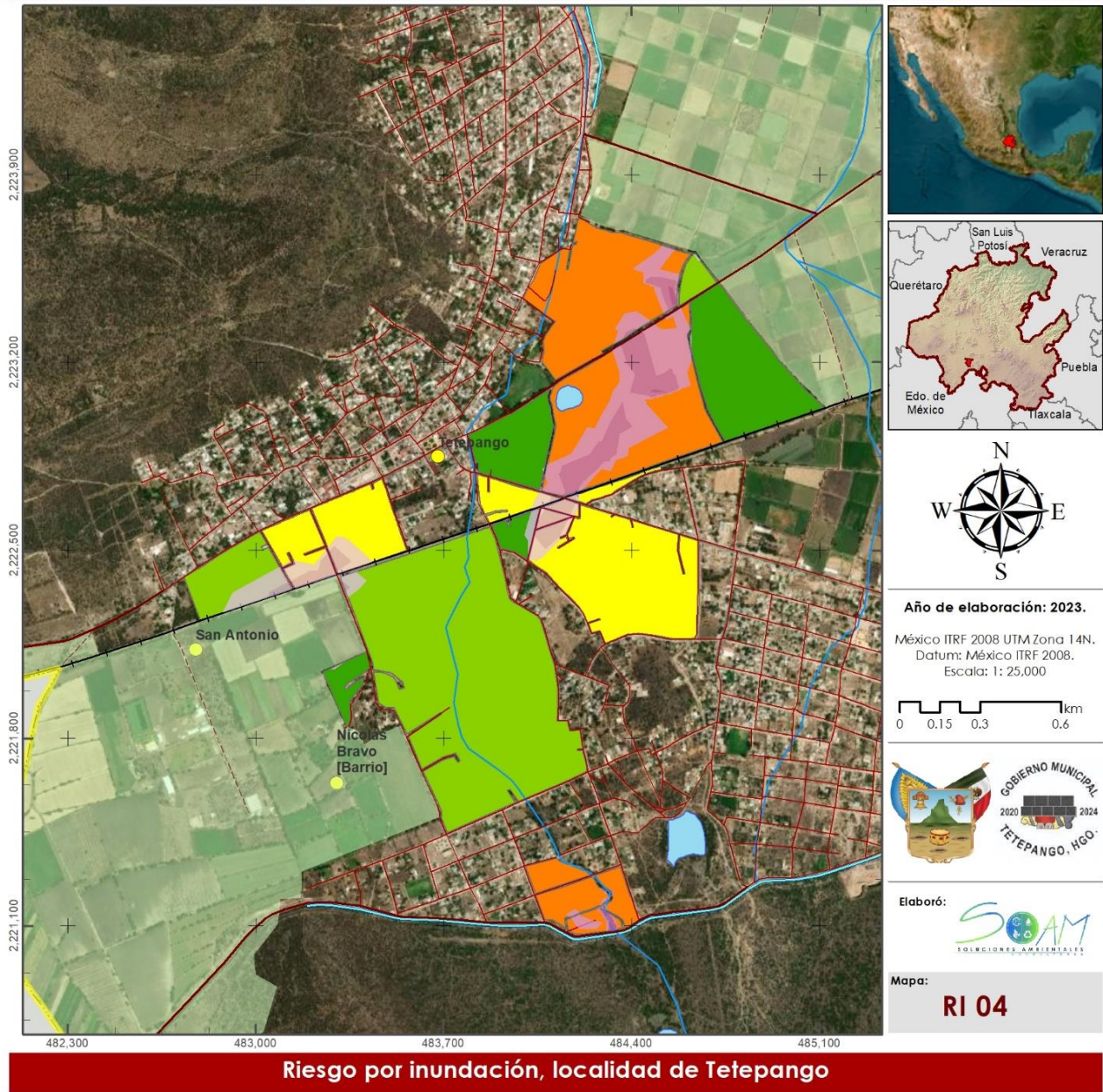
Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
DENUE, 2022.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura IV.8. Riesgo por inundación para la localidad de Ulapa de Melchor Ocampo.

ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.
DENUE, 2022.

Carta Topográfica FI 4C89, INEGI, 2019.

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA
Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, NOAA, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Figura IV.9. Riesgo por inundación para la localidad de Tetepango.

IV.3. Riesgo por fenómenos antropogénicos.

Debido a la mayor probabilidad de impacto en el municipio de Tetepango dentro de este tipo de fenómenos se estimaron los índices de riesgos para algunos fenómenos de origen químico tecnológico de almacenamiento de sustancias peligrosas y riesgo por transporte de sustancias peligrosas, específicamente para el oleoducto que se ubica en la parte Norte del municipio y que constantemente presenta incidentes por tomas clandestinas.

Para los fenómenos antropogénicos el índice de riesgo se calcula como un promedio de las variables de peligro y vulnerabilidad, en la Tabla IV.10 se presenta el índice de riesgo para fenómenos antropogénicos.

Tabla IV.10. Índice de riesgo para fenómenos antropogénicos.

Índice de Riesgo Fenómenos Antropogénicos			Grado de Vulnerabilidad				
			Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
			1	2	3	4	5
Grado de Peligro	Muy bajo	1	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
	Bajo	2	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
	Medio	3	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
	Alto	4	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
	Muy Alto	5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0

Fuente: Elaboración propia, con información de CENAPRED.

IV.3.1. Riesgo por almacenamiento de sustancias peligrosas.

Primero se estimó el riesgo por el almacenamiento de sustancias peligrosas, considerando el riesgo que se tiene en las unidades económicas (comercios y servicios), que almacenan sustancias peligrosas como gas l.p. para la preparación de alimentos o materiales de fácil combustión, los cuales pueden producir explosiones o incendios.

En la Figura IV.10, se muestra a nivel manzana el riesgo en base a la cantidad de comercios que se ubican en el municipio, siendo la localidad de Tetepango la que presenta el mayor grado de riesgo, el cual se ubica en las calles principales y en la zona centro de la cabecera municipal.

Los resultados de la población expuesta y sus características se presentan en la Tabla IV.11, clasificada por índice de peligro, este índice nos indica la cantidad de población que se encuentra expuesta al almacenamiento de sustancias, los niveles del índice indican una mayor probabilidad a la exposición de una fuga, incendio o explosión.

De igual forma se calculó la población flotante, es decir la que labora y asiste a la infraestructura o unidades económicas (Tabla IV.12).



Conforme a los datos del DENUE (2022), se cuantifico por índice de riesgo la cantidad de unidades económicas e infraestructura expuesta (Tabla IV.13), así como la producción diaria por actividad económica (Tabla IV.14).

Tabla IV.11. Riesgo poblacional por exposición al almacenamiento de sustancias peligrosas.

Índice de riesgo	Sumatoria de población							
	Total	Masculina	Femenina	Con limitaciones	Sin derecho-habidencia	Infante	Adultos mayores	Viviendas
Muy Bajo	1,353	645	708	38	495	305	70	382
Bajo	7,295	3,552	3,743	275	2,297	1,801	464	1,895
Medio	2,549	1,251	1,298	90	820	609	229	666
Alto	534	275	259	6	159	98	66	162
Muy Alto	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia, con información de INEGI 2020.

Tabla IV.12. Población flotante expuesta al almacenamiento de sustancias peligrosas.

Descripción	Índice de riesgo				
	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Población Flotante	240	2,450	1,375	1,525	0

Fuente: Elaboración propia, con información de DENUE 2022.

Tabla IV.13. Unidades económicas expuestas al almacenamiento de sustancias peligrosas.

Actividad económica	Unidades económicas				
	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Cantidad de Unidades	7	252	215	177	0
221 Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, suministro de agua y de gas natural por ductos al consumidor final	0	1	1	1	0
311 Industria alimentaria	0	12	12	13	0
312 Industria de las bebidas y del tabaco	0	0	5	0	0
315 Fabricación de prendas de vestir	0	0	0	1	0
321 Industria de la madera	0	1	1	1	0
322 Industria del papel	0	0	0	1	0
326 Industria del plástico y del hule	0	2	0	0	0
327 Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	0	2	2	0	0
332 Fabricación de productos metálicos	0	7	4	1	0
337 Fabricación de muebles, colchones y persianas	0	1	0	0	0
339 Otras industrias manufactureras	0	0	0	1	0
431 Comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	0	1	1	0	0
434 Comercio al por mayor de materias primas agropecuarias y forestales, para la industria, y materiales de desecho	0	7	4	1	0
461 Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	4	88	58	39	0
462 Comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales	0	1	0	0	0
463 Comercio al por menor de productos textiles, bisutería, accesorios de vestir y calzado	0	6	1	10	0

Actividad económica	Unidades económicas				
	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
464 Comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud	0	2	2	6	0
465 Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal	0	15	20	16	0
466 Comercio al por menor de enseres domésticos, computadoras, artículos para la decoración de interiores y artículos usados	0	6	3	9	0
467 Comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios	0	7	9	5	0
468 Comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes	0	7	4	1	0
517 Telecomunicaciones	0	0	1	0	0
519 Otros servicios de información	1	0	0	1	0
522 Instituciones de intermediación crediticia y financiera no bursátil	0	2	0	1	0
531 Servicios inmobiliarios	0	2	2	1	0
532 Servicios de alquiler de bienes muebles	0	3	1	0	0
541 Servicios profesionales, científicos y técnicos	0	1	0	2	0
561 Servicios de apoyo a los negocios	0	5	6	4	0
611 Servicios educativos	1	8	4	4	0
621 Servicios médicos de consulta externa y servicios relacionados	0	3	4	12	0
624 Otros servicios de asistencia social	0	0	4	1	0
711 Servicios artísticos, culturales y deportivos, y otros servicios relacionados	0	2	1	1	0
713 Servicios de entretenimiento en instalaciones recreativas y otros servicios recreativos	0	1	0	2	0
721 Servicios de alojamiento temporal	0	1	0	0	0
722 Servicios de preparación de alimentos y bebidas	0	17	32	21	0
811 Servicios de reparación y mantenimiento	0	16	18	9	0
812 Servicios personales	0	13	10	9	0
813 Asociaciones y organizaciones	1	12	5	2	0
931 Administración pública en general	0	0	0	1	0

Fuente: Elaboración propia, con información del censo económico del INEGI 2018 y DENUE 2022.

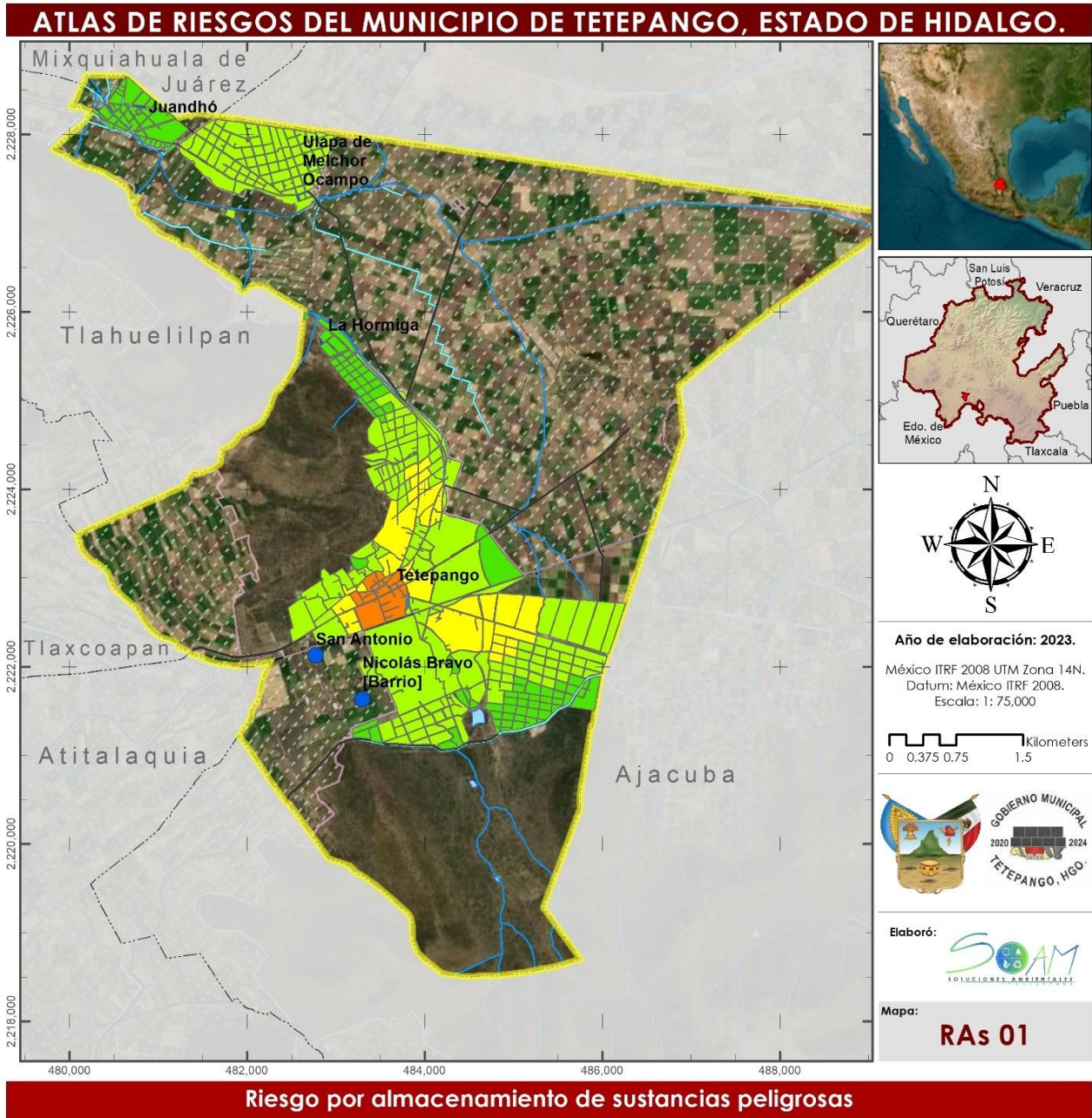
Tabla IV.14. Producción expuesta al almacenamiento de sustancias peligrosas.

Actividad económica	Producción de unidades económicas				
	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Total de producción	2,351.28	105,049.68	82,965.86	71,778.54	0.00
221 Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, suministro de agua y de gas natural por ductos al consumidor final	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
311 Industria alimentaria	0	12,725	12,725	13,786	0
312 Industria de las bebidas y del tabaco	0	0	2,888	0	0
315 Fabricación de prendas de vestir	0	0	0	3,564	0
321 Industria de la madera	0	261	261	261	0
322 Industria del papel	0	0	0	3,564	0
326 Industria del plástico y del hule	0	7,129	0	0	0
327 Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	0	3,448	3,448	0	0
332 Fabricación de productos metálicos	0	3,203	1,830	458	0
337 Fabricación de muebles, colchones y persianas	0	3,564	0	0	0
339 Otras industrias manufactureras	0	0	0	3,564	0
431 Comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	0	1,586	1,586	0	0

Actividad económica	Producción de unidades económicas				
	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
434 Comercio al por mayor de materias primas agropecuarias y forestales, para la industria, y materiales de desecho	0	11,104	6,345	1,586	0
461 Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	848	18,658	12,297	8,269	0
462 Comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales	0	510	0	0	0
463 Comercio al por menor de productos textiles, bisutería, accesorios de vestir y calzado	0	1,029	171	1,714	0
464 Comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud	0	1,019	1,019	3,058	0
465 Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal	0	1,835	2,447	1,957	0
466 Comercio al por menor de enseres domésticos, computadoras, artículos para la decoración de interiores y artículos usados	0	1,272	636	1,908	0
467 Comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios	0	3,266	4,200	2,333	0
468 Comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes	0	3,567	2,038	510	0
517 Telecomunicaciones	0	0	0	0	0
519 Otros servicios de información	0	0	0	0	0
522 Instituciones de intermediación crediticia y financiera no bursátil	0	0	0	0	0
531 Servicios inmobiliarios	0	47	47	24	0
532 Servicios de alquiler de bienes muebles	0	422	141	0	0
541 Servicios profesionales, científicos y técnicos	0	436	0	871	0
561 Servicios de apoyo a los negocios	0	1,146	1,375	917	0
611 Servicios educativos	1,503	12,026	6,013	6,013	0
621 Servicios médicos de consulta externa y servicios relacionados	0	763	1,017	3,052	0
624 Otros servicios de asistencia social	0	0	0	0	0
711 Servicios artísticos, culturales y deportivos, y otros servicios relacionados	0	0	0	0	0
713 Servicios de entretenimiento en instalaciones recreativas y otros servicios recreativos	0	235	0	469	0
721 Servicios de alojamiento temporal	0	444	0	0	0
722 Servicios de preparación de alimentos y bebidas	0	7,545	14,203	9,321	0
811 Servicios de reparación y mantenimiento	0	6,380	7,178	3,589	0
812 Servicios personales	0	1,430	1,100	990	0
813 Asociaciones y organizaciones	0	0	0	0	0
931 Administración pública en general	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia, con información del censo económico del INEGI 2018 y DENUE 2022.





Fuentes:
 Marco Geostatístico del INEGI, 2022. | Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019. | Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Figura IV.10. Grado de Riesgo por Almacenamiento de Sustancias Peligrosas

1. Riesgo por estación de servicio (gasolinera).

El municipio de Tetepango solo cuenta con una estación de servicio, la cual se ubica sobre la carretera Pachuca – Tula vía Ajacuba. Cuenta con un tanque de 40 m³; donde se almacena gasolina magna, premium y diésel.

Se estimó el riesgo para los fenómenos de nube tóxica (Figura IV.11), fuga de tanque con incendio (Figura IV.12), explosión de tanque de almacenamiento de combustible (Figura IV.13) y riesgo por derrame de combustible e incendio de este (Figura IV.14).

De igual forma se estimó la población en riesgo y sus características para cada uno de los fenómenos, clasificando el índice de riesgo. Así como se contabilizan la cantidad de unidades económicas cercanas y que podrían verse afectadas.

Para el fenómeno de fuga con incendio (Jet Fire), no se registró población cercana que pudiera ser afectada, los índices que no se muestran en la tabla se debe a que no hay población expuesta.

Tabla IV.15. Riesgo poblacional por exposición a estación de servicio.

Índice de riesgo	Sumatoria de población							
	Total	Masculina	Femenina	Con limitaciones	Sin derecho-habidencia	Infante	Adultos mayores	Viviendas
Nube Toxica								
Medio	87	41	46	4	21	29	5	21
Explosión (Fire Ball)								
Alto	613	309	304	4	190	185	31	148
Derrame e incendio (Pool Fire)								
Bajo	50	25	25	4	5	19	5	13

Fuente: Elaboración propia, con información de INEGI 2020.

Tabla IV.16. Características generales de las unidades económicas e infraestructura expuesta a estación de servicio.

Índice de riesgo	Unidades económicas	Población Flotante	Producción diaria
Nube Toxica			
Medio	4	55	2,494.65
Fuga e Incendio (Jet Fire)			
Alto	1	30	509.59
Explosión (Fire Ball)			
Alto	33	205	14,375.58
Derrame e incendio (Pool fire)			
Bajo	3	40	2,494.65

Fuente: Elaboración propia, con información de DENUE 2022.



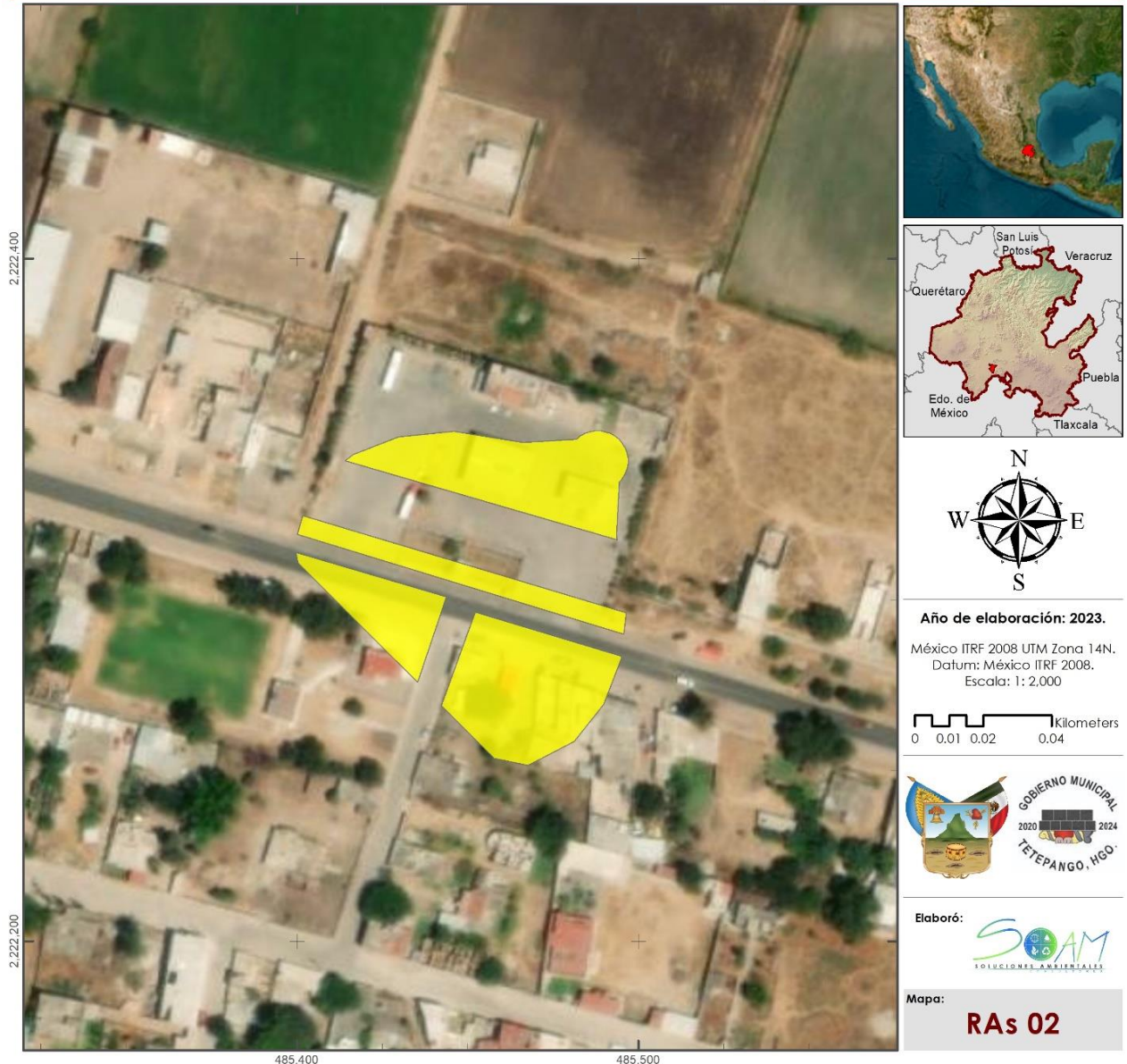
Tabla IV.17. Producción económica expuesta a estación de servicio.

Actividad económica		Producción de unidades económicas			
		Derrame e incendio	Nube Tóxica	Fuga e Incendio	Explosión
		Bajo	Medio	Alto	Alto
Total de producción		2,494.65	2,494.65	509.59	14,375.58
321	Industria de la madera	0.00	0.00	0.00	261.19
327	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	0	0	0	1,724
434	Comercio al por mayor de materias primas agropecuarias y forestales, para la industria, y materiales de desecho	1,586	1,586	0	3,173
461	Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	0	0	0	1,908
463	Comercio al por menor de productos textiles, bisutería, accesorios de vestir y calzado	0	0	0	343
465	Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal	0	0	0	245
467	Comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios	0	0	0	933
468	Comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes	510	510	510	1,529
522	Instituciones de intermediación crediticia y financiera no bursátil	0	0	0	0
611	Servicios educativos	0	0	0	1,503
621	Servicios médicos de consulta externa y servicios relacionados	0	0	0	254
811	Servicios de reparación y mantenimiento	399	399	0	2,393
812	Servicios personales	0	0	0	110
813	Asociaciones y organizaciones	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia, con información del censo económico del INEGI 2018 y DENUE 2022.



ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Riesgo por nube tóxica

Simbología

Marco Geoesadístico.	Simbología Temática
Límite Municipal	Muy bajo
	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy alto

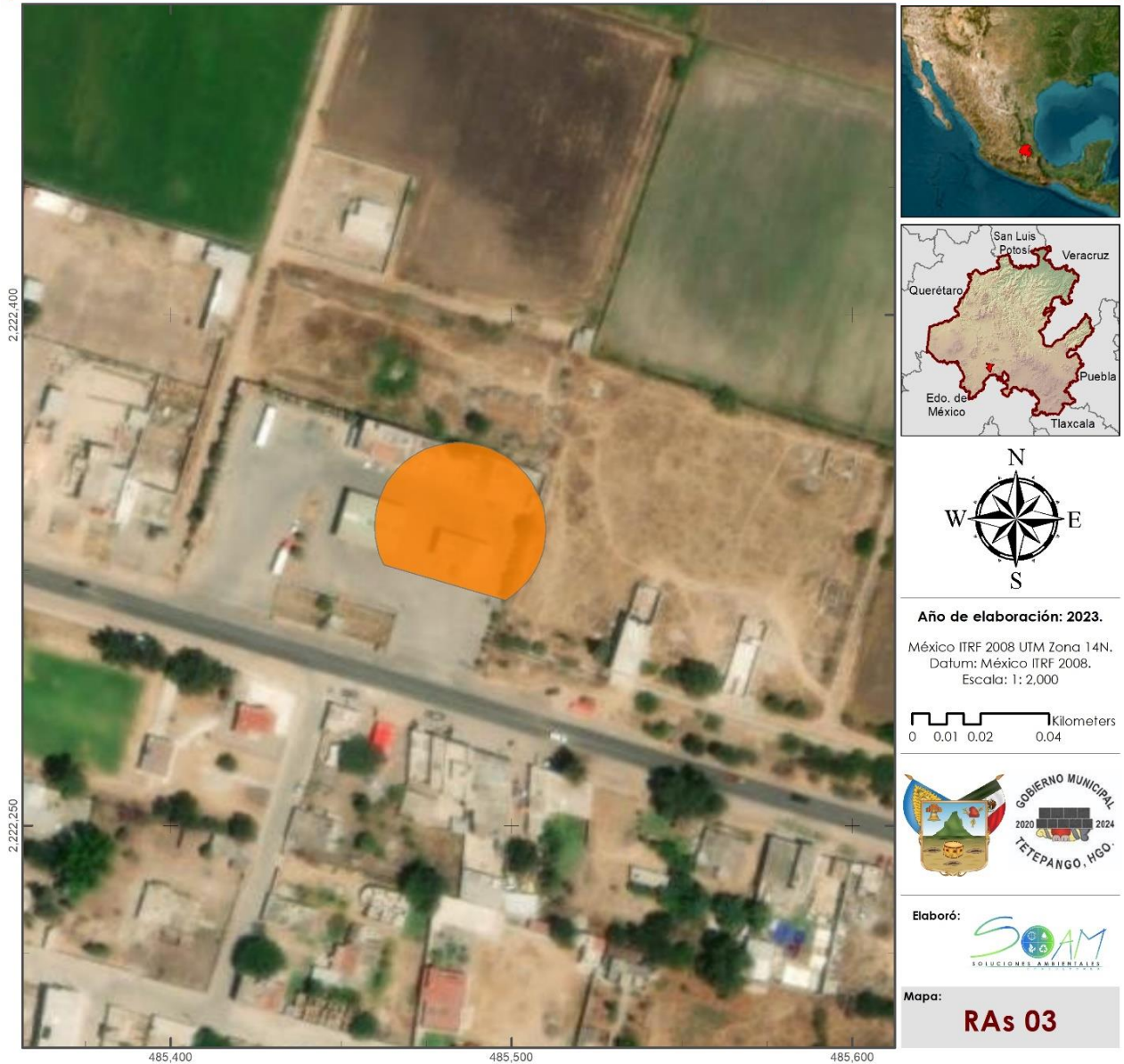
Fuentes:
Marco Geoesadístico del INEGI, 2022.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Figura IV.11. Grado de Riesgo por Nube Tóxica

ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Riesgo por fuga del tanque con incendio (Jetfire)

Simbología

Marco Geoespacial.	Simbología Temática
Límite Municipal	Muy bajo
	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy alto

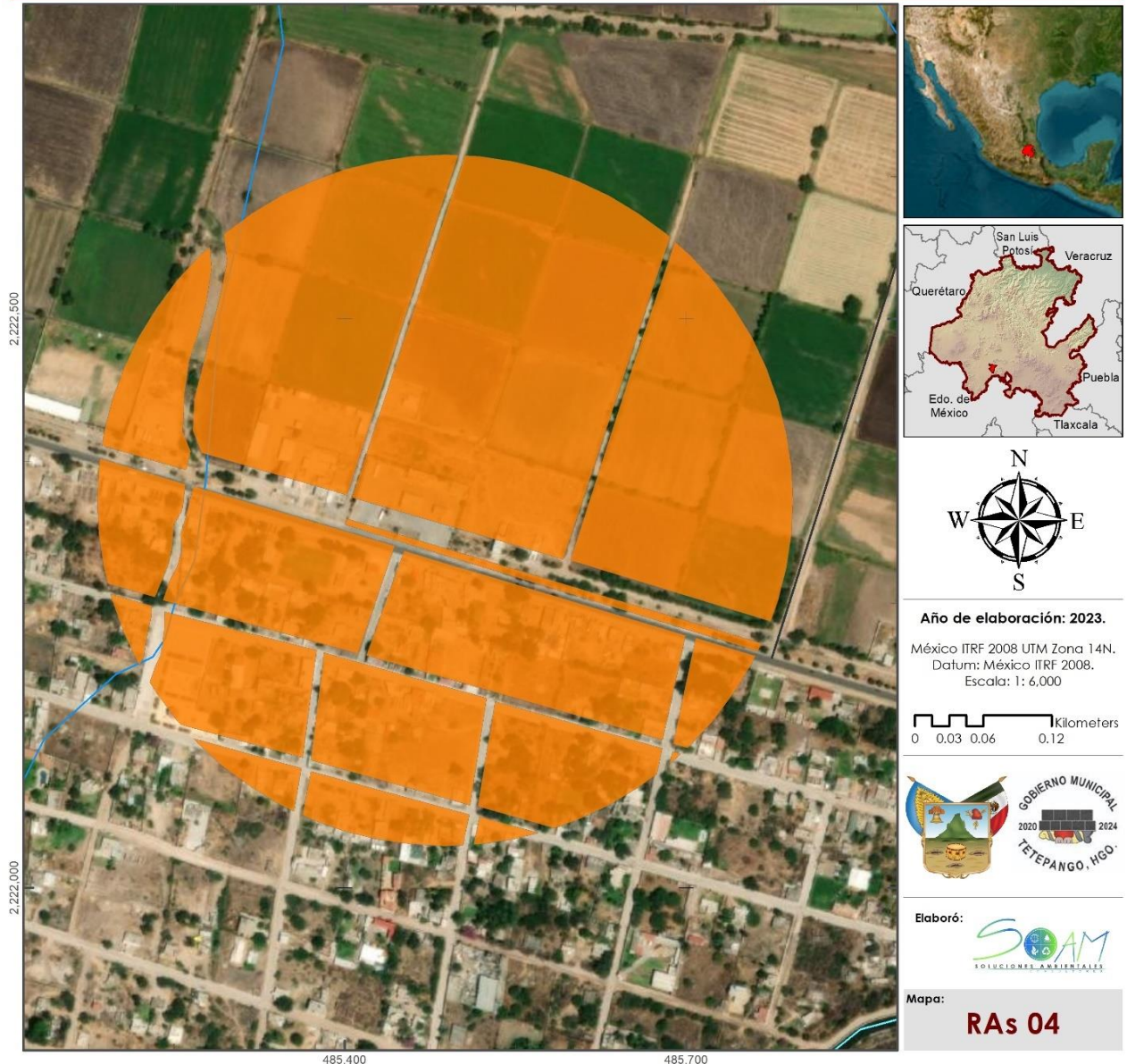
Fuentes:
Marco Geoespacial del INEGI, 2022.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Figura IV.12. Grado de Riesgo por Fuga del Tanque con Incendio (Jet fire)

ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Riesgo por explosión del tanque (Fireball)

<p>Marco Geoespacial.</p> <p>▬ Límite Municipal</p>	<p>Hidrología</p> <p>~ Corriente de agua</p> <p>~ Canal</p>	<p>Infraestructura</p> <p>— Carretera</p>	<p>Simbología</p> <p>Simbología Temática</p> <p>Grado de Riesgo</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Muy bajo ■ Bajo ■ Medio ■ Alto ■ Muy alto
--	--	--	--

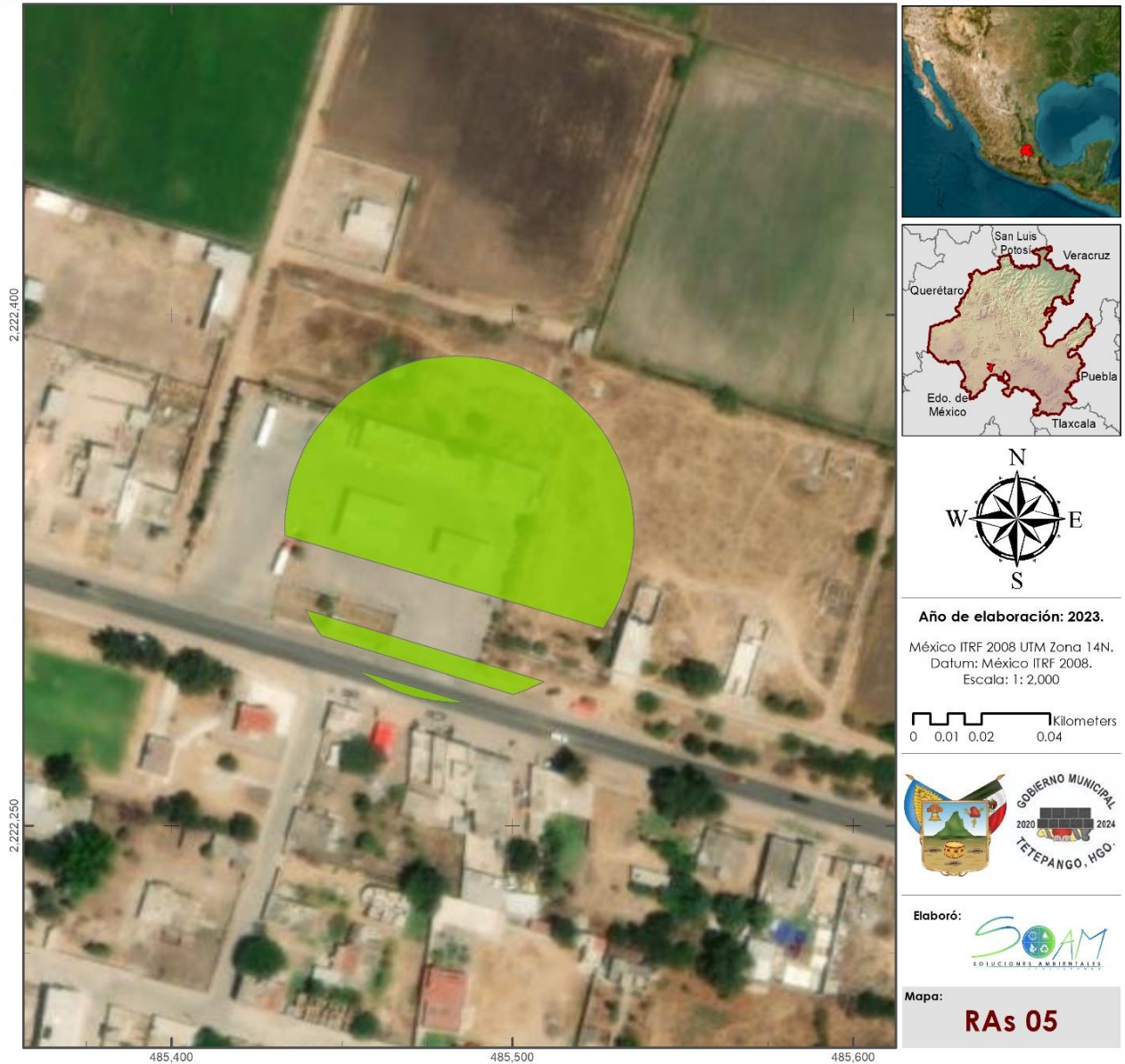
Fuentes:
Marco Geoespacial del INEGI, 2022.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Figura IV.13. Grado de Riesgo por Explosión del Tanque (Fire ball)

ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Riesgo por derrame de combustible

Marco Geoesstadístico.	Simbología Temática	Simbología
Límite Municipal	Grado de Riesgo	
	Muy bajo	
	Bajo	
	Medio	
	Alto	
	Muy alto	

Fuentes:
Marco Geoesstadístico del INEGI, 2022.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Figura IV.14. Grado de Riesgo por Derrame de Combustible (Pool fire).

2. Riesgo por Transporte de Sustancias Peligrosas.

Como se mencionó, debido a la constante cantidad de fugas producto de tomas clandestinas en los ductos de Pemex, es necesario estimar el riesgo a los que está expuesta la población, en específico de las localidades de Juandhó y Ulapa de Melchor Ocampo, debido a que el ducto se encuentra dentro de la traza urbana de las localidades.

Debido a que ambas localidades son rurales, no se tiene la cantidad de población por manzana, para estimar el grado de riesgo al que se encuentra la población de estas localidades, se consideró la densidad poblacional de cada localidad (Tabla IV.17).

Dentro de la zona solo se encuentra infraestructura educativa, dentro de la zona de riesgo bajo (Tabla IV.19).

Tabla IV.18. Población en riesgo por el transporte de sustancias peligrosas.

Índice de riesgo	Sumatoria de población								
	Total	Masculina	Femenina	Con limitaciones	Sin derecho-habiciencia	Infante	Adultos mayores	Viviendas	Superficie (m ²)
Bajo	504	245	259	28	197	119	40	137	254,385.92
Medio	75	36	39	4	30	18	6	20	37,815.94
Alto	231	112	119	12	91	54	19	63	114,475.02

Fuente: Elaboración propia, con información de INEGI 2020.

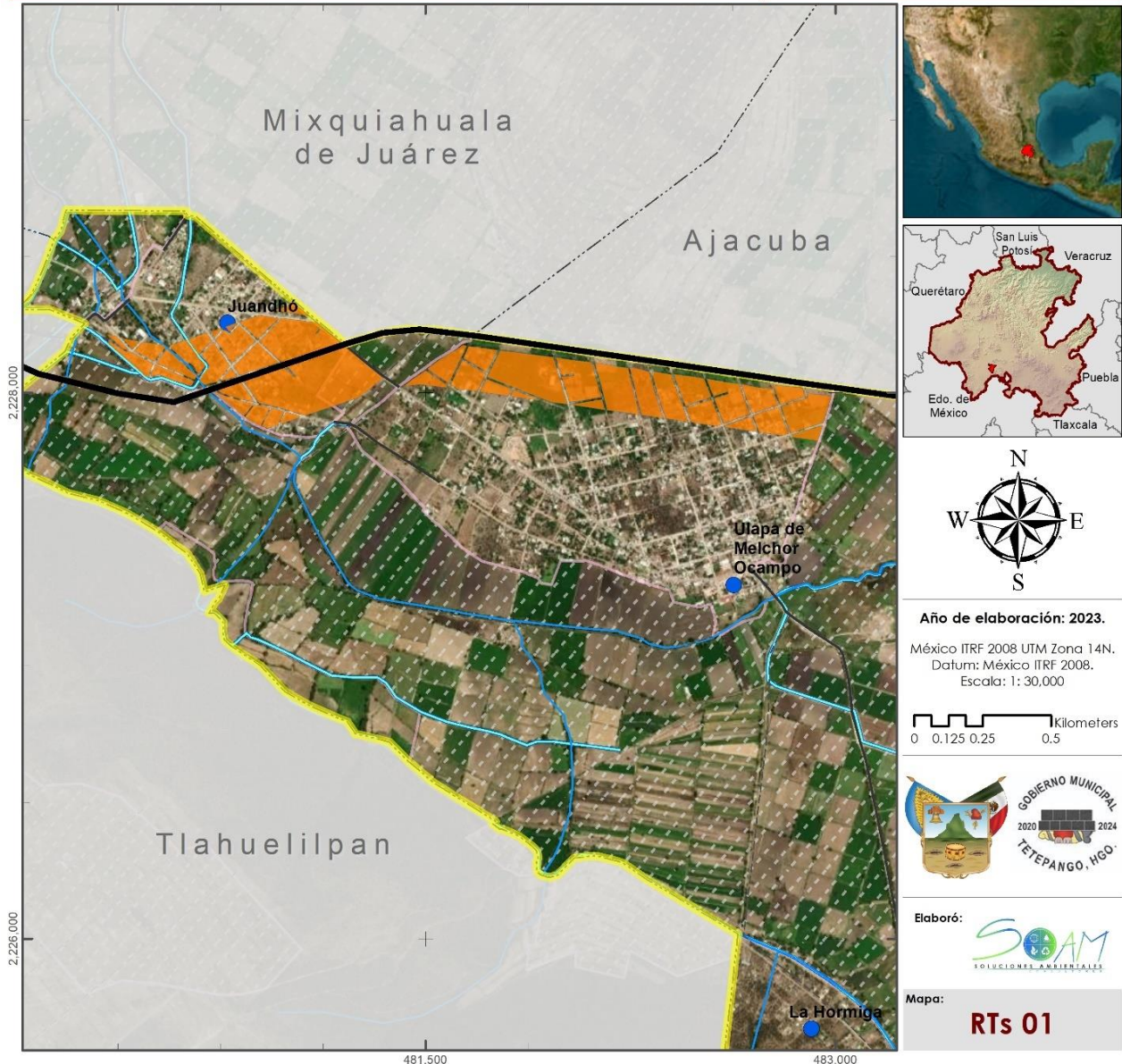
Tabla IV.19. Infraestructura expuesta al transporte de sustancias peligrosas.

Infraestructura expuesta	Población flotante	Índice de riesgo	Costo estimado de reposición del sistema expuesto
Telesecundaria Ramon G. Bonfil (363)	80	Bajo	16,000,000
Biblioteca Comunitaria Juandhó	5	Bajo	2,640,000

Fuente: Elaboración propia, con información de DENU, 2022; INEGI, 2020.



ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TETEPANGO, ESTADO DE HIDALGO.



Riesgo por transporte de sustancias peligrosas

Fuentes:
Marco Geoestadístico del INEGI, 2022.

Carta Topográfica F14C89, INEGI, 2019.

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Figura IV.15. Grado de Riesgo por Transporte de Sustancias Peligrosas.

FASE V. PROPUESTA DE ESTUDIOS, OBRAS Y ACCIONES.

El Atlas de Riesgos tiene la finalidad de facilitar un instrumento metodológico-técnico a las autoridades municipales que tienen a su cargo la gestión territorial del municipio. Con el objetivo de facilitar la toma de decisiones al momento de mitigar y reducir los riesgos a los que está expuesta la población.

Por lo anterior, se proponen una serie de propuestas de estudios, obras y acciones que puede realizar las autoridades municipales con el fin de mitigar o minimizar las posibles afectaciones que podrían generar los fenómenos perturbadores, en el municipio de Tetepango.

La finalidad de los trabajos de mitigación es controlar y anticipar la amenaza activa que representa el riesgo para la población y la infraestructura. Existen diversas acciones para la mitigación de fenómenos perturbadores, en este apartado se definirán y mencionarán las principales obras de mitigación detectadas, para reducir los peligros a los que está expuesta la población y la infraestructura del municipio de Tetepango.

En la Tabla V.1, se enlistan las obras de mitigación por tipo de fenómeno, las cuales pueden ser ejecutadas, con el fin de disminuir el riesgo de afectación a la población e infraestructura.

Tabla V.1. Lista de obras de mitigación por tipo de fenómeno.

Fenómenos	Obras de mitigación	Fenómenos	Obras de mitigación
Geológicos	Estabilización de taludes y laderas	Hidráulicas	Rehabilitación de obras de mitigación
	Estabilización de rocas		Desazolve
	Tratamiento de grietas u oquedades		Limpieza del terreno
	Muros de contención		Construcción de diques transversales, embalses de regulación o reservorios
	Reconstrucción	Ecológicas	Reforestación con fines de prevención
	Rehabilitación		Terrazas naturales
	Remoción o traslados		Barreras de árboles
Hidráulicas	Presas de gavión	Otras	Plataformas para viviendas
	Bordos		Construcción de bermas o rellenos de contrapeso
	Construcción, ampliación de drenaje pluvial y sanitario		Construcción de trincheras estabilizantes, zanjas de infiltración
	Pozos de absorción		
	Canales de desvío		
	Muros de contención		
	Reconstrucción		

Fuente: Elaboración propia, con información de SEDATU.



V.1. Propuestas de estudios y obras por deslizamiento de laderas.

En el municipio de Tetepango, de acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de riesgo, se tienen zonas de riesgo en la parte sur de la cabecera municipal, las zonas que presentan un mayor grado de riesgo se ubican al sureste, ya que en esta zona se tienen viviendas fuera de la zona urbana.

Por lo cual se recomienda realizar recorridos periódicos en la zona y regular el crecimiento de la mancha de la cabecera municipal en esta zona, de ser necesario proyectar proyectos de estabilización de taludes y establecer una zona de amortiguamiento, donde se promueva la reforestación con especies nativas, con el fin de minimizar las afectaciones por este fenómeno perturbador.

V.2. Propuestas de estudios y obras por caídos y derrumbes.

En el municipio de Tetepango, existe una zona de riesgo para población, por las características del sitio y de la roca, es necesario realizar un derrumbe controlado, ya que la masa rocosa que se encuentra en riesgo de caer puede afectar a las viviendas cercanas.



Figura V.1. Derrumbes al Sur del municipio.

Se presentan derrumbes en la parte sur del municipio por las características topográficas y el tipo de roca de la zona, estos derrumbes están catalogados con índice de bajo riesgo, ya que no hay viviendas o población cercana que se pueda ver afectada.

Al Oeste del municipio, se localiza la zona de alto riesgo, en la Figura V.2, se muestra la fotografía de la roca que podría caer y generar afectación a las viviendas cercanas, en este sitio se recomienda realizar un derrumbe controlado por especialistas, para disminuir los riesgos a la población e infraestructura cercana.

En esta zona, la pared de roca presenta varias condiciones y fracturas de la , como se puede apreciar en la Figura V.3 y Figura V.4.



Las características de la roca en el sitio presentan desprendimientos constantes de pequeños detritos, además de presentar afectaciones por erosión eólica e hídrica que aumentan el desprendimiento del material.



Figura V.2. Caído al oeste del municipio, vista de ambos lados.



Figura V.3. Condiciones de la roca al oeste de del municipio.





Figura V.4. Fracturas presentes en la roca.

V.3. Propuestas de estudios y obras por inundación.

Conforme el análisis para el riesgo de inundación del municipio, debido a su topografía, las principales localidades del municipio (Tetepango, Juandhó y Ulapa de Melchor Ocampo) se encuentra expuesta al riesgo por inundación.

Adicionalmente al fenómeno de lluvias extremas, al sur del municipio se ubica el canal de riego Alto Ajacuba, el cual transporta una gran cantidad de aguas residuales de la ciudad de México que son utilizadas para el riego de las áreas de cultivo del distrito de riego de Ajacuba. El canal es operado por compuertas que mantienen el nivel del agua y van siendo descargadas por diferentes canales a las áreas de cultivo.

Este canal aumenta el riesgo sobre la cabecera municipal, ya que puede presentar desbordamiento por un fenómeno de lluvia extrema en la Ciudad de México o por mala operación de las compuertas.

Por lo anterior, se propone la construcción de obras de desvío paralelas al canal, con el fin de proteger a la población expuesta a un desbordamiento.

Adicionalmente dentro de la localidad de Tetepango existe un jagüey, el cual ha perdido su capacidad de almacenamiento, existe infraestructura en mal estado que conducían el agua de lluvia de las partes altas al sur de la localidad. Se recomienda realizar un desazolve del jagüey, para recuperar su



capacidad de almacenamiento y utilizar como una obra de contención para disminuir el impacto de lluvias extremas o el desbordamiento del canal.

En cuanto a las localidades de Juandhó y Ulapa de Melchor Ocampo, se recomienda realizar recorridos periódicos en la zona de desfogue de las cuencas hidrológicas y programar desazolves, para evitar que se produzcan inundaciones en las zonas rurales.

En la Figura V.5, se muestra el canal que conduce las aguas residuales de la Ciudad de México al distrito de riego de Ajacuba, en la Figura V.6, se presentan las compuertas para el control del nivel y flujo del agua.



Figura V.5. Canal de aguas negras, al sur del municipio.



Figura V.6. Compuertas sobre el canal.



En la Figura V.7, se muestran las compuertas de salida del canal Alto Ajacuba y los canales por los cuales se conduce el agua a las zonas de cultivo, estos canales atraviesan la zona urbana de la cabecera municipal, para llegar a las zonas de cultivos.

En la Figura V.8, se presenta la situación actual del jaguey ubicado en la localidad de Tetepango, el cual ha perdido su capacidad de almacenamiento, donde se propone realizar un desazolve y que funcione como una zona de amortiguamiento ante inundaciones.



Figura V.7. Compuerta de salida del canal y canal de salida a las áreas de cultivo.



Figura V.8. Situación actual del Jaguey.



V.4. Propuestas de estudios y obras por fenómenos antropogénicos.

En cuanto al riesgo por fenómenos antropogénicos, se proponen recomendaciones generales para que el área de protección civil municipal, realice recorridos periódicos y rutinarios en los comercios e industria que almacenan sustancias peligrosas, con el fin de revisar que las instalaciones y los sitios de almacenamiento no presenten fugas.

Adicionalmente, se deberán de realizar campañas para fomentar el manejo adecuado de las sustancias peligrosas, los cuidados y precauciones que se deben de tener para evitar incendios y explosiones.

De igual forma se recomienda inventariar los comercios y servicios que utilizan sustancias peligrosas, así como solicitar que las instalaciones sean proyectadas y realizadas por personal calificado y cumpliendo la normatividad vigente. Autorizando su operación, mediante el trámite de la autorización o visto bueno de la dirección de protección civil municipal.



Figura V.9. Estación de servicio en funcionamiento.

V.5. Propuestas Generales.

El registro de los eventos que ocurren en el municipio es indispensable para planear y proponer acciones de mitigación, el registro y análisis estadístico de esta información permitirá mejorar la gestión de riesgos a nivel municipal, con el fin de establecer las acciones preventivas, correctivas y reductivas correspondientes que deben emprenderse.



Se recomienda realizar un inventario de los eventos o accidentes que ocurran dentro del municipio de Tetepango, describiendo las características del evento, se sugiere que el reporte contenga los datos en la Tabla V.2.

Es indispensable que la dirección de protección civil municipal cuente con un sistema de posicionamiento global (GPS), con el fin de registrar de forma precisa el sitio donde ocurren los fenómenos perturbadores, así como los puntos críticos del municipio.

Con base en la información de riesgo y peligros a los que esta expuesto el municipio, se recomienda realizar un plan de emergencia, para cada fenómeno que ponga en riesgo a la población. El plan de respuesta es la correcta organización de acciones, personal, servicios y recursos disponibles para la atención de un desastre, con base en la evaluación de riesgos, disponibilidad de recursos materiales y humanos, así como la preparación de la comunidad y determinar la capacidad de respuesta del municipio. Debe de contemplar los siguientes puntos:

1. Evacuación
2. Suspensión de actividades
3. Clausura temporal, parcial o total
4. Desocupación de predios, casas, edificios o establecimientos
5. Aseguramiento y destrucción de objetos, productos o sustancias
6. Aislamiento de áreas afectadas

Tabla V.2. Datos para levantar reporte.

Dato	Explicación.
Folio	Número consecutivo del evento
Fecha	Día, mes y año del evento ocurrido
Hora	Hora en que se presentó el evento
Fenómeno	Tipo de fenómeno presentado
Taxonomía	Clasificación del fenómeno
Incidente	Breve explicación de lo ocurrido
Causas	Cauas que llevaron a que se desarrollará el incidente
Calle y número	Calle y número donde ocurrió el evento
Colonia	Colonia donde ocurrió el evento
Localidad	Localidad donde ocurrió el evento
Atendió	Nombre de la persona responsable en atender el evento
Fuente	Forma como se reportó el evento
Atención	Acciones que se llevaron o llevaran acabo para atender el evento.
Seguimiento	Acciones de seguimiento que se tendrán que dar después de lo ocurrido.
Lesionados	Cantidad de personas lesionadas por el evento
Fallecidos	Cantidad de personas fallecidas por el evento
Coordenadas	Coordenadas (X, Y) del sitio donde se presentó el evento

Fuente: Elaboración propia.



BIBLIOGRAFÍA.

- AEMET. (2013). BREVE GUÍA DESCRIPTIVA DE LOS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS RECOGIDOS EN EL Sistema de Notificación de Observaciones Atmosféricas Singulares SINOBAS . España: Agencia Estatal de Meteorología. Obtenido de Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- AEMET. (2013). Breve Guía Descriptiva de los Fenómenos Meteorológicos recogidos en el Sistema de Notificación de Observaciones Atmosféricas Singulares . España: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Araya, L. C. (1991). Manual de Prevención y Extinción de incendios. Organización Panamericana de Salud.
- Arellano, G., Vachard, D., Yussim, S., & Flores de, A. (1998). Aspectos estratigráficos, estructurales y paleogeográficos del Pérmico Inferior al Jurásico Inferior en Pemuxco, Estado de Hidalgo, México. . Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, 9-13.
- Artunduaga, R. S. (1982). Principios básicos de ocurrencia de heladas y su control. Tibaibatá: ICA.
- Balduzzi, A., & Tomaseli, R. (1979). Carta Fisonómica-Estructural de la Vegetación de México. Catálogo de metadatos geográficos. Ciudad de México, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Obtenido de http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/vpotbt4mgw.xml?_htpccache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no
- Beguiría, S., & Lorente, A. (1999). Distribución Espacial del Riesgo de Precipitaciones Extramoras en el Perineo Aragonés Occidental. Geographicalia, 17-36.
- Bianchi, A. R., & Cravero, S. A. (2010). Atlas Climático Digital de la República Argentina. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Blanco, P. S. (2017). TIPOS DE PRECIPITACIONES SEGÚN SU ORIGEN EN EL NORDESTE ARGENTINO DURANTE EL PERÍODO 1981-1990. Obtenido de Procesos ambientales, complejidad y riesgos.
- Byerly, G. R. (1991). Igneous activity, in Salvador, A., The Gulf of Mexico Basin: Bulder, Colorado. Geological Society of America, The Geology of North America, V.J., 91-108.
- Cabrera, A. Z. (2006). EFECTO DEL GRANIZO EN ESTRUCTURAS Y MODELOS DE ESTIMACIÓN DE DAÑOS. Jalisco: Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural.
- Cano, L. R. (2016). Representatividad de la vegetación de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) del estado de Hidalgo, México. Revista Iberoamericana de Ciencias, 88-97.
- Capra, L., Arce, J. J., & Macias, J. L. (2009). Volcanes Activos en México . México: instituto de geografía.
- Carballo, C. A. (2016). Transferencia de calor. Costa Rica: Tecnológico de Costa Rica.



- Carracedo, J. C., & Perez-Torrado, F. J. (2015). Peligros asociados a las coladas de lava . Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 49-58.
- CASEDE. (2020). Atlas de la Seguridad y la Defensa de México 2020. En A. L. Perez, Huachicol, Un desafío de Seguridad Nacional (págs. 93-104). Ciudad de México: CASEDE.
- Casey C, G. (2012). Incendios. En C. Dufresne, Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo (págs. 1753-1758). OIT.
- CDI. (2014). Programa Especial de los Pueblos Indígenas 2014 – 2018. México: Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. Obtenido de <https://www.gob.mx/cdi/>
- CEAA, & Lesser. (2010). Integración geohidrológica del Valle de México. Pachuca de Soto, Hidalgo: Comisión Estatal del Agua y Alcantarillado del Estado de Hidalgo.
- Ceja-Romero, J., Mendoza-Ruiz, A., & López-Ferra, A. (2010). Las epífitas vasculares del estado de Hidalgo,. México: diversidad y distribución. Acta Botánica Mexicana (93), 139.
- CENAPRED. (2001). Cartilla de Diagnóstico Preliminar de Inestabilidad de Laderas. México: Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- CENAPRED. (2003). Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres de México. México: Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- CENAPRED. (2004). Inundaciones. Mexico: Serie Fasciculos.
- CENAPRED. (2006). Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. México: Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- CENAPRED. (2007). Ciclones Tropicales. México: Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- CENAPRED. (2008). Inestabilidad de Laderas. Mexico: Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- CENAPRED. (2008). Volcanes, Peligro y Riesgo Volcanico en México. Serie Fascículos , 55.
- CENAPRED. (2009). Atlas de Riesgo del Estado de Hidalgo. Hidalgo.
- CENAPRED. (2009). Atlas de Riesgo del Estado de Hidalgo. Hidalgo: Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- CENAPRED. (2012). Inundaciones. Mexico.
- CENAPRED. (2012). Mapas de Indices de Riesgo a Escala Municipal por Fenomenos Hidrometeorológicos. Mexico: Sistema Nacional de Protección Civil, Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- CENAPRED. (2014). Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, Fenómenos Químicos . México: Centro Nacional de Prevención de Desastres.



- CENAPRED. (2014). Historia de la Actividad del Volcán Popocatepetl 17 años de erupciones. México: Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- CENAPRED. (2014). Riesgos Químicos. CDMX: Secretaría de Gobernación.
- CENAPRED. (2015). Atlas Nacional de Riesgos. Ciudad de México: Centro Nacional de Prevención de Desastres. Obtenido de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/>
- CENAPRED. (2016). Análisis de Umbrales de Lluvia que Detonan Deslizamientos y sus Posibles Aplicaciones en un Sistemas de Alerta Temprana por Inestabilidad de Laderas. México: Subdirección de Dinámica de Suelos y Procesos Gravitacionales.
- CENAPRED. (2016). Descripción de los fenómenos hidrometeorológicos . México: Subdirección de Riesgos Hidrometeorológicos.
- CENAPRED. (12 de diciembre de 2017). Gobierno de México. Obtenido de Centro Nacional de Prevención de Desastres: <https://www.gob.mx/cenapred/articulos/que-es-un-sismo-y-por-que-sucedan?idiom=es>
- CENAPRED. (2018). Inundaciones en México. México: Coordinación Nacional de Protección Civil.
- CENAPRED. (2021). Atlas Climatológico de Regiones Tropicales de México. Ciudad de México: Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- CENAPRED. (2021). Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. México.
- CENAPRED. (2021). Tormentas Severas. México: Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- Centro Geo. (17 de Octubre de 2017). Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial. Obtenido de Servicios de Información Geoespacial: https://idegeo.centrogeo.org.mx/layers/geonode%3Azonassismicasmexico_rt_gw84#more
- CEP. (2005). Indicadores sociodemográficos e índices de desarrollo humano por municipio, 2000 y 2005. Pachuca, Hidalgo.: Consejo Estatal de Población. Gobierno del estado de Hidalgo.
- CEP. (2010). Índice de Desarrollo Humano Municipal 2010. Obtenido de Consejo Estatal de Población. Gobierno del Estado de Hidalgo: http://poblacion.hidalgo.gob.mx/wp-content/descargables/infest/idh%20mun_hidalgo%202010%20web.pdf
- Cervantes, P., & Wallace, P. (2002). Magma degassing and basaltic eruption styles: a case study of V2000 year BP Xitle volcano in central Mexico. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 249-270.
- Challenger, A. (1998). Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México; pasado, presente y futuro. México D.F. : Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Agrupación Sierra Madre.

- Collazos, C. F., Betancourt, J. R., & UNGRID. (2021). El Ciclón Tropical es de Real. Bogotá: Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.
- Comisión Nacional del Agua. (2015). Inundaciones Subitas. Obtenido de <https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/308-INFOGRAFAINUNDACIONESSBITAS.PDF>
- Comision Nacional Forestal. (2010). Incendios Forestales, Guia Practica para Comunicadores. Jalisco: Comision Nacional Forestal.
- CONABIO. (2013). Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Obtenido de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONACYT. (2017). Áreas Naturales Protegidas del Estado de Hidalgo. Obtenido de Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología: <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/anpl/hidalgo>
- CONAGUA. (2007). MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO. Ciudad de México, México: Comisión Nacional del Agua. doi:ISBN: 978-968-817-880-5
- CONAGUA. (2010). Registro Público de Derechos de Agua (REPGA). Obtenido de Comisión Nacional del Agua: <http://app.conagua.gob.mx/Repda.aspx>
- CONAGUA. (2014). Política Pública Nacional para la Sequía. México: PRONACOSE.
- CONAGUA. (2017). Estadísticas del Agua en México. Obtenido de http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2017.pdf
- CONAGUA. (2019 - 2020). SINA. Obtenido de Sistemas Nacional de Información del Agua: <http://sina.conagua.gob.mx/>
- CONAPO. (2015). Índice absoluto de intensidad migratoria. Obtenido de Consejo Nacional de Población: http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indice_Absoluto_de_Intensidad_Migratoria_Mexico_Estados_Unidos_2000-2010
- Conde, M. T. (2002). El Clima en la Inestabilidad de Laderas. Mexico: Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- CONEVAL. (2020). Índice de Rezago Social . Ciudad de México.
- Cuervas-Mons, J., Zêzere, J. L., Domínguez-Cuesta, M. J., Barra, A., Reyes-Carmona, C., Monserrat, O., . . . Melo, R. (2022). Evaluación de la subsidencia urbana en el área metropolitana de Lisboa (centro-oeste de Portugal) aplicando el conjunto de datos SAR Sentinel-1 y el procedimiento de áreas de deformación activa. Teledetección, 14(16). Obtenido de <https://doi.org/10.3390/rs14164084>
- DENUE. (2022). Actividad económicas.
- Desconocido. (2005). Estudio de Agrietamientos de Suelos: Del Arte .
- Dinorín, R. L., & Jiménez, M. A. (2012). DIVISIÓN DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA. ANÁLISIS DE LOS DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES OBSERVADOS CON GPS EN EL OCCIDENTE DE LA CUENCA DE MÉXICO (TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO GEOFISICO). UNAM, México.



- Dixon, J. G. (2001). *Sistemas de Producción Agropecuaria y Pobreza*. Roma, Italia: FAO, The Word Bank.
- Domínguez Serrano, J. (2019). Seguridad hídrica en la Ciudad de México: Riesgos de inundaciones. *EL COLEGIO DE MÉXICO, Centro de Estudios Demográficos Urbanos y Ambientales, Ciudad de México*. Obtenido de <https://agua.org.mx/biblioteca/colmex-seguridad-hidrica-en-la-ciudad-de-mexico-riesgos-de-inundaciones/#:~:text=M%C3%A9xico%20presenta%20una%20alta%20vulnerabilidad,%2DBanco%20Mundial%2C%202012>).
- ENOE. (2022). *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), población de 15 años y más de edad*.
- Forman, R. (1995). *Land Mosaics. The ecology of landscapes and regions*.
- Fries, A., Rollenbeck, R., Nauß, T., Peters, T., & Bendix, J. (2012). Near surface air humidity in a megadiverse Andean mountain ecosystem of southern Ecuador and its regionalization. *Agricultural and Forest Meteorology*, 17-30. doi:<https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2011.08.004>
- G. Juárez, M. S. (2007). *DIAGNÓSTICO DEL RECURSO FORESTAL EN EL ESTADO DE HIDALGO*. UAEH, 1-73 Pp. Obtenido de <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/642/Diagnostico%20del%20recurso%20forestal.pdf?sequence=1>.
- García, E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). *Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México*.
- García, N., Marín, R., & Méndez, K. (2021). *Vulnerabilidad Social*. En CENAPRED, *Evaluación de la Vulnerabilidad Física y Social* (págs. 75-166). Ciudad de México: Centro Nacional de Prevención de Desastres. doi:ISBN: 970-628-906-2
- General, S. (2020). *Ley General de Protección Civil*. México.
- Geyne, A. R., Fries, J., Segerstrom, K., Black, R., & Wilson, I. F. (1963). *Geología y yacimientos minerales del Distrito de Pachuca-Real del Monte, estado de Hidalgo*. México: Consejo de Recursos Naturales no Renovables, Publicación 5 E, 222.
- global, P. d. (27 de septiembre de 2022). *Volcanes of the World*. Obtenido de https://volcano.si.edu/gvp_votw.cfm?vn=341081
- Gobierno del Estado de Hidalgo. (2014). *Plan Estatal de Respuesta Temporada de Lluvias y Ciclones Tropicales*. Hidalgo: Subsecretaría de Protección Civil y Gestión de Riesgos.
- Gómez, O. C., & Triana, C. F. (2012). *ACTUALIZACIÓN NOTA TÉCNICA HELADAS*. Bogotá: IDEAM.
- González, D. S. (2011). *PRECIPITACIONES EXTREMAS Y SUS IMPLICACIONES EN PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LA PLANIFICACIÓN URBANA DE TAMPICO, MÉXICO*. Obtenido de *Cuadernos Geográficos*.



- Granados, H. D. (2002). *Flujos Piroclásticos*. México: Departamento de Vulcanología Instituto de Geofísica, UNAM .
- Grant, C. C. (s.f.). *Incendios*. En ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/162520/Cap%C3%ADtulo+41.+Incendios>
- Guerra, J. C., Armenta, M. F., & Silva, G. R. (2011). *Evolución del sistema geotérmico de Acoculco, Pue., México: un estudio con base en estudios petrográficos del pozo EAC-2 y en otras consideraciones*. *Geotermia*, 14-24.
- Hernández , A., Hernández, P., & Gordillo, A. (2006). *Manual para la evaluación de impactos ambientales*. Madrid: INN CIVE Ediciones.
- Hubp, J. L. (2011). *Diccionario geomorfológico*. México: Instituto de Geografía, UNAM.
- INAFED. (2010). *Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México*. Obtenido de Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM13hidalgo/>
- INECC. (2018). *Informe Nacional de Calidad del Aire 2017*. Ciudad de México: Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental, Dirección de Investigación de Calidad del Aire y Contaminantes Climáticos. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- INEGI. (1992). *Síntesis Geográfica del Estado de Hidalgo*. Aguascalientes: INEGI.
- INEGI. (5 de 06 de 2003). *Estadísticas a Proposito del Dia Mundial Del Medio Ambiente*. Mexico, D.F.
- INEGI. (2004). *Guía para la interpretación de cartografía edafológica*. Aguascalientes, Ags. México. : Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. ISBN 970-13-4376-X. Obtenido de <http://www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/INTERNET/EDAFI.pdf>
- INEGI. (2004). *Guías para la Interpretación de Cartografía*. México: INEGI.
- INEGI. (2010). *Síntesis de Información geográfica del estado de México*. México: INEGI.
- INEGI. (2011). *Diccionario de Datos de Erosión del Suelo Escala 1:250000* . Mexico.
- INEGI. (2013). *Portal del Simulador de flujos de agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL)*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Geografía: http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/#
- INEGI. (2014). *Erosión de Suelos en México*. Aguascalientes.
- INEGI. (2014). *Guía para la interpretación de cartografía : uso del suelo y vegetación : escala 1:250, 000 : serie V*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2015). *Guía para la interpretación de cartografía : uso del suelo y vegetación : escala 1:250, 000 : serie V*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.



- INEGI. (2015). *Guía para la interpretación de cartografía Edafología*. México, CDMX, México.
- INEGI. (2015). *Principales resultados de la Encuesta Intercensal 2015*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Infante, D. C. (2000). *Geomorfología*. Instituto Superior Minero Metalurgico .
- INSST. (2022). *Seguridad en el Trabajo*. En INSST, *Temas Especificos del Proceso Selectivo para Ingreso en la Escala de Titulados Superiores del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo* (págs. 1-15).
- Instituto de Recursos Mundiales; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo del medio ambiente y recursos naturales; Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (WRI; PNUD; SEMARNAT; INECC. (2021). *Sistemas de alerta temprana y reducción de riesgos por inestabilidad de laderas asociados a la deforestación y degradación en contextos de cambio climático*. México.
- Instituto Geografico Nacional. (s.f.). Instituto Geográfico Nacional. Obtenido de <http://www.ign.es/web/ign/portal>
- Instituto Nacional de la Propiedad Industrial. (24 de Abril de 2008). *Cenizas Volcanicas*. Argentina.
- Kattan, G. (2002). *Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies*. Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales., (pp. 561-590).
- Kuroiwa, J. (2002). *Reducción de desastres: Viviendo en armonía con la naturaleza*. Lima, Peru.: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- Lizcano, A., Herrera, M., & Santamarina, J. (2006). *Suelos derivados de Cenizas Volcánicas en Colombia*. Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil., 167-198.
- Lobato-Sánchez, R. (2016). *El Monitor de Sequia en México*. Tecnología y Ciencias del Agua, 197-211.
- López-Ramos, E. (1979). *Geología de México (Segunda ed., Vol. II)*. Ciudad de México, México.
- Luna-Jose, A., Montalvo-Espinoza, L., & Rendon-Aguilar, B. (2003). *Los usos no leñosos de los encinos en México*. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 72:107-117.
- Macías, J. L. (2005). *Geología e historia eruptiva de algunos de los grandes volcanes activos de México*. Sociedad Geológica Mexicana, 379-424.
- Macías, J. L. (2005). *Geología e historia eruptiva de algunos de los grandes volcanes activos de México*. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 379-424.
- Macias, J. L., & Capra, L. (2005). *Los volcanes y sus amenazas, La ciencia para todos*. La ciencia para todos. México: Fondo de Cultura Económica.
- Macias, J. M. (2013). *Los tornados en México, Base de Datos de tornados México*. México: Comisión Interinstitucional para el Análisis de Tornados y Tormentas

Severas (CIATTS). Obtenido de <http://ciatts.ciesas.edu.mx/Documentos/articulos/tornadosEnMexico.pdf>

Maldonado, J. G. (2022). *El agua residual en la agricultura y la salud*. Revista Universitarios Potosinos, 6-6.

Manuel J. Mendoza Lopez, L. D. (2002). *Monitoreo de laderas con fines de evaluacion y alertamiento*. CDMX: CENAPRED.

Manuel J. Mendoza López, L. D. (Diciembre de 2002). *Protección civil*. Obtenido de <http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/363/1/images/mlfea.pdf>

Marquez, E. M. (2010). *Quimica II*. México: Cangage Learning.

Martinez Hernandez, F. A., & Herrera, A. S. (2021). *Pemex, su reeconstruccion corporativa, financiera y productiva y los efectos de esta sobre la balanza comercial petrolera*. *El Trimestre Economico*, 143-180.

Martínez, I. P., & González, I. J. (2005). *tsunami*. Mexico: AMIP.

Martínez, J. (2019). *Principales causas y acciones clave para reducir los daños por inundaciones*. Zaragoza: Fundacion Nueva Cultura del Agua.

Martinez, M., Ortiz, R., de la Barreda, B., Zuria, I., Bravo, J., & Valencia, J. (2007). Hidalgo. En: *Avifaunas Estatales de México*. (R. Ortiz, A. Navarro, H. Gómez, O. Rojas, & T. Peterson, Edits.) Pachuca: CIPAMEX.

Mass, P. (1977). *Los encinos como fuente potencial de madera para celulosa y papel en México*. *Revista Ciencia Forestal en México*, 9:39-58.

México, G. d. (2021). *Ley General de Protección Civil*. Ciudad de México: D.O.F. Obtenido de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPC_200521.pdf

Michalzik, D. (1988). *Trias bis tiefste Unter-Kreide der nordöstlichen Sierra Madre Oriental, Mexiko-fazielle Entwicklung eines passiven Kontinentalrandes*. Diss., Technischen Hochschule Darmstadt, 247.

Molist, J. M., Pujadas, A., Lopez, D. F., & Carrera, J. M. (2012). *El Vulcanismo Guia de Campo de la Zona Volcánica de la Garrota*. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural, 24-26.

Montalvo, F., & Escobar, D. (2011). *Lluvia ácida de origen volcánico*. Servicio Nacional de Estudio Territoriales. sf Disponible en http://cidbimena.desastres.hn/filemgmt/files/lluvia_acida.pdf.

Montes-León, M. A.-A.-C. (2011). *Mapa nacional de erosión potencial*. Tecnología y ciencias del agua, 5-17.

Morales, C. A., Morales, C. C., Restrepo, B. E., Mauro, F., Montes, A. C., & Velarde, M. J. (2011). *edafología 1*. Colombia: Espacio Gráfico Comunicaciones.

Morales, H. E. (2020). *FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS*. México: CENAPRED.

Morelos, G. d. (2018). *Atlas de Peligros y Riesgos*. Morelos, Morelos, México.

Museo de Ciencias de Puerto Rico. (2020). *Ecoexploratorio*. Recuperado el 18 de Octubre de 2022, de <https://ecoexploratorio.org>



- Naranjo, F. (2010). *La importancia de incluir las tormentas eléctricas dentro de los planes de emergencia*. CEGESTI Exito Empresarial, págs. 1-4.
- Navarro, A. H. (2016). *Fenómenos Hidrometeorológicos, Guía Sobre Riesgos para el Estado de Baja California*. Baja California: Coordinación Estatal de Protección Civi.
- Noji, E. K. (2000). *Impacto de los Desastres en la Salud Pública*. Bogotá: Instituto Nacional de la Salud.
- Olivera Villaseñor, R. E., & Rodríguez Castellanos, A. (Octubre de 2012). *Estudio de Riesgo en ductos de transportes de gasolina y diesel en México*. Científica, 16(4), 159-165.
- OMS, & UNICEF. (2012). *Progresos en materia de saneamiento y agua: informe de actualización 2012*. Suiza: Organización Mundial de la Salud OMS.
- ONEMI. (noviembre de 2017). *Tormenta de Polvo*. Obtenido de Repositorio Digital ONEMI: <https://repositoriodigital.onemi.gov.cl/handle/2012/1794>
- Organización Meteorológica Mundial . (2012). *Glosario Hidrológico Internacional*. Suiza: WMO.
- Organización Meteorológica Mundial, O. (1992). *Vocabulario Meteorológico Internacional*. Ginebra. Obtenido de <https://smn.cna.gob.mx/es/smn/glosario>
- Ortiz, M. d., & Marrero, J. M. (2004). *Riesgo Volcanico*. Madrid: Dirección General de Protección Civil y Emergencias.
- Pacheco, H., Montilla, A., & Méndez., W. (2019). *Causas y consecuencias de las lluvias extraordinarias de 2017 en la costa ecuatoriana: el caso de la provincia Manabí*. Obtenido de *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*.
- Pausas, J. G. (2012). *Incendios Forestales, una visión desde la ecología*. España: CSIC.
- Pedraza, L. G. (Septiembre de 1962). *Las Heladas*. Hojas Divulgadoras(18-62).
- Pennington, & Sarukhán. (1998). *Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies*. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica.
- Pérez, M. G. (2010). *Riesgo e Integridad de ductos de Transporte de Hidrocarburos*. Ciudad de México: ai México.
- Perucca, L., Perez, A., & Navarro, y. C. (2006). *Fenomenos de Licuefacción Asociados a Terremotos Historicos. Su Analisis en la Evaluación del Peligro Sismico en la Argentina*. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 570-572.
- Petróleos Mexicanos (PEMEX). (1988). *Estratigrafía de la República Mexicana, Mesozoico*. PEMEX, Subdirección de Producción Primaria, Coordinación ejecutiva de Exploración. México D.F.: Informe Inedito.
- Pinto, A. C., Espitia, G. P., González, Z. C., & Mula, J. V. (2016). *Diseño de una red de monitorización de variables meteorológicas relacionadas a los tornados en Barranquilla-Colombia y su área metropolitana*. Revista chilena de ingeniería, 25(4), 585-598.



- PNUD México. (2022). INFORME DE DESARROLLO HUMANO MUNICIPAL 2010-2020: UNA DÉCADA DE TRANSFORMACIONES LOCALES PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO EN MÉXICO. México: Ana Paula Dávila / Maremoto diseño. Obtenido de <https://www.undp.org/es/mexico/publicaciones/informe-de-desarrollo-humano-municipal-2010-2020-una-decada-de-transformaciones-locales-en-mexico-0>
- Ramírez, L. G., Mariles, Ó. A., & Jimenez, F. G. (2014). Heladas. México: Centro Nacional de Prevención de Desastres .
- Reckziegel, F., Palacios, E. A., & Viramonte, J. G. (2019). Ceniza volcánica: Dispersión y caída. Impactos, riesgos y mitigación. *Volcanología/Riesgo geológico*, 27-82.
- Rodriguez, A. I. (2012). Impacto de las Erupciones Volcánicas Sobre el Sistema Respiratorio. (Tesis de Maestría en Análisis y Gestión de Emergencias y Desastres). Universidad de Oviedo.
- Rzedowski, J. (1981). Vegetación de México. México: Limusa.
- Rzedowski, J., R. Medina, L., & Calderón de R., G. (2005). Inventario del conocimiento taxonómico, así como de la diversidad y del endemismo regionales de las especies mexicanas de *Bursera* (Burseraceae). *Acta Botanica Mexicana* 70.
- Salinas, S., & Blanco, J. L. (2010). Geomorphic assessment of the debris avalanche deposit from the Jocotitlán volcano, central Mexico. Elsevier, 142-153.
- Sánchez-Guzmán, J. (2020). Mejoramiento de terreno afectado por grietas para la cimentación de viviendas de mampostería. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, XXII(1), 9.
- Sardi, E. L. (2007). Química y medio ambiente. Obtenido de Universidad de Palermo: <https://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/CyT5/CYT507.pdf>
- Sarochar, H. E. (2009). Introducción a la Meteorología General. Universidad Nacional de la Plata.
- Schwarz, T. (Noviembre de 2017). CLIMATE-DATA.ORG. Obtenido de <https://es.climate-data.org/>
- Secretaria de Protección Civil. (2022). Temporada de Estiaje o Sequía Meteorológica 2022. Veracruz.
- SEDATU. (2014). Bases para la Estandarización en la laboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo. México: Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- SEDATU. (2015). Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de General Escobedo, N.L.2014. Escobedo: GGC.
- SEDATU, & ERN. (2013). Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Los Cabos, Baja California Sur 2013. México: Evaluación de Riesgos Naturales y Antropogénicos, S.A. de C.V.
- SEMAR. (2022). Historia de los Tsunamis Locales Ocurridos en México. Obtenido de <https://digaohm.semar.gob.mx/cat/Historia.html>



- SEMARNAT. (2005). Inventario Nacional de Emisiones. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- SEMARNAT. (2016). Invenetario Nacional de Emisiones de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Obtenido de <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/documentos-del-inventario-nacional-de-emisiones>
- Semarnat. (2016). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde. México: Semarnat .
- SEMARNATH. (2011). Inventario de emisiones del Estado de Hidalgo. Pachuca de Soto, Hidalgo, México: Gobierno del Estado de Hidalgo. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de Hidalgo.
- Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. (s.f.). Tsunami Las Grandes Olas . Chile: Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile.
- SGM. (2009). Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Tulancingo. Pachuca, Hidalgo: Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo.
- SGM. (2017). Actualización del Atlas de Riesgos del Municipio de Pachuca de Soto, Estado de Hidalgo. Pachuca.
- SGM. (22 de marzo de 2017). Vulcanismo. Obtenido de <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Vulcanismo.html>
- SIAP. (2023). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Obtenido de <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>
- Siebe, C. (2009). La erupción del volcán Xitle y las lavas del Pedregal hace 1670 +/- 35 años AP y sus implicaciones. UNAM, 43-49.
- Sieron, D. K. (2014). Vulcanismo. Ciudad Veracruzana: CCT.
- SIIEH. (2017). Información Estadística Básica: Carpetas Municipales. Pachuca, Hidalgo: Secretaria de Planeación Desarrollo Regional Regional y Metropolitano. Gobierno del estado de Hidalgo.
- SMN. (04 de 2019). Información Climatológica. Obtenido de Servicio Meterológico Nacional, CONAGUA: <https://smn.cna.gob.mx/es/>
- SNM. (2013). Ciclones Tropicales . Agencia Nacional del Océano y la Atmósfera.
- SSN. (2022). : Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica, Servicio Sismológico Nacional, México. Obtenido de Servicio Sismologico Nacional: <http://www.ssn.unam.mx/divulgacion/preguntas/>
- Suárez, J., Delgado, C., Alberich, M., & Calderón, G. (2007). Curvas de daños económicos provocados por inundaciones en zonas habitacionales y agrícolas de México. Parte I: propuesta metodológica. Tecnología y ciencias del agua, 22(1), 91-102.



- Tapia, J. A., Santos, A. Y., & Ramírez, L. C. (2005). *Emisión de Ceniza Volcánica y sus Efectos*. Revista científica y Técnica de Ecología del Medio Ambiente, 107-0115.
- Tarbuck, E. J., Lutgens, F. K., & Tasa, D. (2005). *Ciencias de la Tierra una Introducción a la Geología Física*. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN S. A.
- UISS Grupo de Trabajo WRB. (2007). *Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera Actualización*. Roma: FAO.
- UNAM, & CFE. (2008). *Manual de Diseño de Obras Civiles. Diseño por Sismo*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Federal de Electricidad.
- UNGRD. (2014). *Glosario Básico de Ciclones Tropicales*. Bogotá: Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo.
- Universidad Nacional de la Plata. (18 de Agosto de 2018). *Riesgos Físicos, Mecánicos, Químicos y Biológicos*. Obtenido de <https://unlp.edu.ar>
- Valdez Zertuche, J. M. (2015). *Causas e Impactos Socio-Económico y Ambientales de la Erosión*. International Journal of Good Conscience, 76-87.
- Vallejo, L. I., Ferrer, M., Ortuño, L., & Oteo, C. (2002). *Ingeniería Geológica*. Madrid: Perason.
- Villavicencio N., M., Marmolejo, S., & Pérez, E. (1993). *Investigaciones recientes sobre flora y fauna de Hidalgo, México*. Pachuca, Hgo.: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Villeda, F. (2021). *Lluvias provocan inundaciones en seis municipios de la región de Tula*. Pachuca de Soto, Hidalgo.: Milenio. Obtenido de <https://www.milenio.com/politica/comunidad/lluvias-dejan-inundaciones-municipios-region-tula>
- VILLODAS, R., & SEGERER, C. D. (2006). *Hidrología*. Argentina: Universidad Nacional de Cuyo.
- Wicander, R., & Monroe, J. S. (2000). *Fundamentos de Geología*. México: International Thomson Editores.
- WRI, PNUD, SEMARNAT, & INECC. (2021). *Sistemas de alerta temprana y reducción de riesgos por inestabilidad de laderas asociados a la deforestación y degradación en contextos de cambio climático*. 299.



ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla I.1. Factores de los procesos geomorfológicos.	15
Tabla I.2. Tabla con porcentaje de los tipos de rocas que afloran en la superficie del Municipio.	17
Tabla I.3. Porcentaje de superficie que cubren los tipos de suelo aflorantes en el municipio	21
Tabla I.4. Superficie de microcuencas y porcentaje de superficie del municipio. ...	25
Tabla I.5. Superficie del municipio de Tetepango por acuífero.	32
Tabla I.6. Disponibilidad de agua subterránea por acuífero.	32
Tabla I.7. Temperatura mensual.	34
Tabla I.8. Precipitación mensual.	35
Tabla I.9. Porcentaje de superficie que cubren los tipos de suelo aflorantes en el municipio.	38
Tabla I.10. Comparación de la evolución demográfica del municipio y la entidad.	43
Tabla I.11. Distribución de población por localidad.	44
Tabla I.12. Porcentaje de Pobreza en el municipio, comparativo 2010-2020.	54
Tabla I.13. Rezago de acceso a servicios (%).	55
Tabla I.14. Bienestar y Coeficiente de Gini, 2010-2015.	56
Tabla I.15. Grado e índice de marginación de las principales localidades del municipio.	59
Tabla I.16. Crecimiento urbano en periodo 2013-2020.	62
Tabla I.17. Datos de migración por viviendas.	65
Tabla I.18. Intensidad migratoria en el municipio	65
Tabla I.19. Condiciones de salud, educación e ingresos en el municipio.	66
Tabla I.20. Indicadores de desarrollo Humano.	66
Tabla I.21. Denuncias por bien afectado en periodo 2015-2021.	69
Tabla I.22. Características constructivas de las viviendas.	71
Tabla I.23. Número de establecimientos y población flotante por actividad en el municipio.	85
Tabla I.24. Características de la población.	90
Tabla I.25. Clasificación de tipología de viviendas.	93
Tabla I.26. Infraestructura municipal.	98
Tabla I.27. Principales cultivos del municipio.	102
Tabla I.28. Superficie del municipio de Tetepango por distrito de riego.	103
Tabla I.29. Principales productos de origen animal del municipio.	105
Tabla II.1. Tipos Básicos de Deslizamientos.	107
Tabla II.2. Procesos de inestabilidad de laderas.	109
Tabla II.3. Factores del deslizamiento de laderas.	110
Tabla II.4. Clasificación del grado de susceptibilidad de deslizamiento de laderas.	110
Tabla II.5. Factores del flujo de lodos.	112
Tabla II.6. Clasificación del grado de susceptibilidad de flujo de lodos.	112
Tabla II.7. Factores de caídos o derrumbes.	116
Tabla II.8. Clasificación del grado de susceptibilidad de caídos o derrumbes.	116
Tabla II.9. Tabla de Sismos ocurridos en el municipio de Tetepango estado de Hidalgo.	119
Tabla II.10. Estructuras volcánicas.	124
Tabla II.11. Susceptibilidad de caída de cenizas.	127



Tabla II.12. Susceptibilidad de flujos piroclásticos.	127
Tabla II.13. Susceptibilidad por flujos de lava.	127
Tabla II.14. Susceptibilidad por lluvia acida y emanaciones gaseosas.	127
Tabla II.15. Susceptibilidad por lahares.	128
Tabla II.16. Susceptibilidad por proyectiles balísticos.	128
Tabla II.17. Cuerpos volcánicos cercanos al municipio.	128
Tabla II.18. Vértices de la zona susceptible a presentar hundimientos o subsidencia.	138
Tabla II.19. Factores de la erosión hídrica.	142
Tabla II.20. Clasificación del grado de susceptibilidad de erosión hídrica.	142
Tabla II.21. Clasificación de Temperaturas Máximas.	145
Tabla II.22. Temperaturas máximas promedio anuales.	146
Tabla II.23. Distribución aplicada y EEA de Ondas Cálidas.	147
Tabla II.24. Clasificación de Temperaturas Mínimas para ondas gélidas.	154
Tabla II.25. Temperaturas Mínimas promedio anual.	154
Tabla II.26. Error Estándar de Ajuste (EEA) Temperaturas Mínimas.	155
Tabla II.27. Rango de intensidad de sequía de acuerdo al Monitor de Sequía en México.	162
Tabla II.28. Clasificación de peligro por sequía.	164
Tabla II.29. Valores de intensidad de la canícula (%).	170
Tabla II.30. Valores para periodos de retorno a 5, 10, 25 y 50 años.	170
Tabla II.31. Categorías de días con heladas.	177
Tabla II.32. Promedio de Heladas.	178
Tabla II.33. Error Estándar de Ajuste de Heladas.	179
Tabla II.34. Tormentas severas de granizo en el estado de Hidalgo.	185
Tabla II.35. Categorías de días con tormentas de granizo.	186
Tabla II.36. Promedio por tormentas de granizo.	187
Tabla II.37. Error Estándar de Ajuste de tormentas de granizo.	187
Tabla II.38. Daño potencial de acuerdo a Saffir-Simpson.	195
Tabla II.39. Ciclones tropicales que han afectado al estado de Hidalgo.	196
Tabla II.40. Clasificación de Ciclones Tropicales.	197
Tabla II.41. Categorías de días con tormentas eléctricas.	200
Tabla II.42. Promedio de Tormentas eléctricas.	200
Tabla II.43. Error Estándar de Ajuste de Tormentas Eléctricas.	201
Tabla II.44. Escala propuesta por CENAPRED de Fujita para tornados 1971.	207
Tabla II.45. Promedio de Lluvias extremas.	210
Tabla II.46. Promedio de Lluvias extremas.	211
Tabla II.47. Valores de IDF estación 13049.	212
Tabla II.48. Valores de precipitación estación 13049.	213
Tabla II.49. Valores de IDF estación 13073.	214
Tabla II.50. Valores de precipitación estación 13073.	215
Tabla II.51. Valores de IDF estación 13086.	216
Tabla II.52. Valores de precipitación estación 13086.	217
Tabla II.53. Valores de IDF estación 13106.	218
Tabla II.54. Valores de precipitación estación 13106.	219
Tabla II.55. Valores de IDF estación 13111.	220
Tabla II.56. Valores de precipitación estación 13111.	221
Tabla II.57. Valores de IDF estación 13131.	222
Tabla II.58. Valores de precipitación estación 13131.	223



Tabla II.59 Valores de IDF estación 13166.	224
Tabla II.60 Valores de precipitación estación 13166.	225
Tabla II.61 Categorías de profundidad de tirante.	234
Tabla II.62. Antecedentes de evento ocurridos en Tetepango por sustancias químicas.	243
Tabla II.63. Factores de incendios forestales.	246
Tabla II.64. Clasificación del grado de susceptibilidad por incendios forestales. ...	246
Tabla II.65. Características y grado de riesgo de las industrias de Tetepango.....	248
Tabla II.66. Zonas de riesgo para gasolinera.....	257
Tabla II.67. Distancias de evacuación derivado de derrames e incendios de las sustancias combustibles comerciales.	263
Tabla II.68. Características de los ductos de PEMEX.	267
Tabla II.69 Grados de peligro para Ductos de combustible.	267
Tabla III.1. Grado de Vulnerabilidad Física de la vivienda ante Sismo.	274
Tabla III.2. Grado de Vulnerabilidad Física de la vivienda ante Viento.	274
Tabla III.3. Índice de vulnerabilidad por inundación de acuerdo a sus características.	277
Tabla III.4. Condición de vulnerabilidad por indicadores de salud.	291
Tabla III.5. Condición de vulnerabilidad por indicadores de educación.	292
Tabla III.6. Condición de vulnerabilidad por indicadores de vivienda.	293
Tabla III.7. Condición de vulnerabilidad por indicadores de empleo e ingresos.	294
Tabla III.8. Condición de vulnerabilidad por indicadores de población.	295
Tabla III.9. Rangos para clasificar el resultado de la cedula de percepción local.	297
Tabla III.10. Resultado de indicadores socioeconómicos de vulnerabilidad social.	300
Tabla III.11. Rangos para determinar el Grado de Vulnerabilidad Social.....	301
Tabla IV.1. Índice de riesgo para fenómenos geológicos.	304
Tabla IV.2. Riesgo poblacional por deslizamiento de laderas.	305
Tabla IV.3. Riesgo poblacional por caídos y derrumbes.	308
Tabla IV.4. Pérdidas en producción en actividades económicas por caídos y derrumbes.	308
Tabla IV.5. Índice de riesgo para fenómenos hidrometeorológicos.	311
Tabla IV.6. Afectaciones de riesgo por sequía.	312
Tabla IV.7. Riesgo poblacional por inundación.	315
Tabla IV.8. Pérdidas en producción en actividades económicas por inundación... ..	315
Tabla IV.9. Aproximación de daños por inundación.	316
Tabla IV.10. Índice de riesgo para fenómenos antropogénicos.	321
Tabla IV.11. Riesgo poblacional por exposición al almacenamiento de sustancias peligrosas.....	322
Tabla IV.12. Población flotante expuesta al almacenamiento de sustancias peligrosas.	322
Tabla IV.13. Unidades económicas expuestas al almacenamiento de sustancias peligrosas.....	322
Tabla IV.14. Producción expuesta al almacenamiento de sustancias peligrosas. ...	323
Tabla IV.15. Riesgo poblacional por exposición a estación de servicio.	326
Tabla IV.16. Características generales de las unidades económicas e infraestructura expuesta a estación de servicio.....	326
Tabla IV.17. Producción económica expuesta a estación de servicio.	327
Tabla IV.18. Población en riesgo por el transporte de sustancias peligrosas.....	332
Tabla IV.19. Infraestructura expuesta al transporte de sustancias peligrosas.....	332



Tabla V.1. Lista de obras de mitigación por tipo de fenómeno.334
 Tabla V.2. Datos para levantar reporte.341

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura I.1. Fenómenos perturbadores de origen natural y antrópico. 3
 Figura I.2. Metodología general de trabajo. 4
 Figura I.3. Localización. 8
 Figura I.4. Mapa Base Estatal. 9
 Figura I.5. Mapa base a nivel municipal. 10
 Figura I.6. Mapa base Zona Urbana. 11
 Figura I.7. Mapa base a nivel centro poblacional. 12
 Figura I.8. Provincias y Subprovincias Fisiográficas. 14
 Figura I.9. Sistema de Topoformas. 16
 Figura I.10. Columna geológica generalizada del Estado de Hidalgo (SGM). 19
 Figura I.11. Geología del Municipio de Tetepango. 20
 Figura I.12. Edafología del Municipio de Tetepango Hgo. 23
 Figura I.13 Mapa De Subcuenca 1. 26
 Figura I.14 Mapa De Subcuenca 2. 27
 Figura I.15 Mapa De Subcuenca 3. 28
 Figura I.16 Mapa De Subcuenca 4. 29
 Figura I.17 Mapa de Microcuencas. 30
 Figura I.18. Hidrología subterránea. 33
 Figura I.19. Gráfica de temperaturas mensuales 35
 Figura I.20. Gráfica de precipitación mensual. 35
 Figura I.21. Climograma del área de estudio. 36
 Figura I.22. Clima del Municipio de Tetepango Hgo. 37
 Figura I.23. Uso de suelo y Vegetación INEGI (serie VII). 39
 Figura I.24. Áreas Naturales Protegidas. 41
 Figura I.25. Áreas Naturales Protegidas Municipales. 42
 Figura I.26. Tasa de crecimiento Municipal (1990-2020 INEGI 2020) 43
 Figura I.27. Proyección de las localidades y el municipio para el año 2040 (CONAPO 2020). 45
 Figura I.28. Pirámide Poblacional del Municipio (INEGI 2020). 45
 Figura I.29. Densidad Poblacional a nivel AGEB. 46
 Figura I.30. Distribución de la población analfabeta en el municipio. 48
 Figura I.31. Porcentaje de población según su nivel de educación. 48
 Figura I.32. Población por tipo de discapacidad. 49
 Figura I.33. Población de habla indígena en el municipio por género. 49
 Figura I.34. Población con discapacidad a nivel localidad. 50
 Figura I.35. Población con alguna discapacidad por AGEB. 51
 Figura I.36. Población habla indígena a nivel localidad. 52
 Figura I.37. Personas afiliadas a servicios de salud 53
 Figura I.38. Números de unidades de Salud. 53
 Figura I.39. Distribución de unidades médicas por estrato. 54
 Figura I.40. Hacinamiento a nivel localidad. 57
 Figura I.41. Hacinamiento a nivel AGEB Urbana. 58
 Figura I.42. Grado de marginación a nivel localidad. 60



Figura I.43. Grado de marginación a nivel AGEB.	61
Figura I.44. Grado de cambio de superficie en el municipio (2013-2016).	63
Figura I.45. Grado de cambio de superficie en el municipio (2016-2020).	64
Figura I.46. Indicadores de educación y salud.	67
Figura I.47. Indicadores de servicios básicos en viviendas.	67
Figura I.48. Rezago social a nivel localidad.	68
Figura I.49. Tipos de religión.	69
Figura I.50. Denuncias según bien afectado.	70
Figura I.51. Porcentaje de Viviendas con piso de tierra por localidad.	71
Figura I.52. Viviendas con piso de tierra a nivel localidad.	72
Figura I.53. Viviendas con piso de tierra por AGEB.	73
Figura I.54. Cobertura de servicios en el municipio.	74
Figura I.55. Viviendas con agua potable a nivel localidad.	75
Figura I.56. Viviendas con agua potable por AGEB.	76
Figura I.57. Viviendas con drenaje a nivel localidad.	77
Figura I.58. Viviendas con drenaje por AGEB.	78
Figura I.59. Viviendas con electricidad a nivel localidad.	79
Figura I.60. Viviendas con electricidad por AGEB.	80
Figura I.61. Distribución de la PEA en los sectores económicos del municipio.	81
Figura I.62. Población económicamente activa.	82
Figura I.63. Distribución de remesas en el municipio.	82
Figura I.64. Unidades económicas por sector económico.	83
Figura I.65. Concentración de empleados por sector económico.	84
Figura I.66. Población flotante por actividad económica.	86
Figura I.67. Actividades económicas.	87
Figura I.68. Reserva Territorial.	89
Figura I.69. Población total a nivel localidad.	91
Figura I.70. Población total a nivel AGEB.	92
Figura I.71. Tipos de viviendas del municipio.	94
Figura I.72. Tipos de viviendas del municipio.	94
Figura I.73. Tipos de viviendas del municipio.	94
Figura I.74. Tipos de viviendas del municipio.	95
Figura I.75. Tipos de viviendas del municipio.	95
Figura I.76. Tipos de viviendas del municipio.	95
Figura I.77. Tipos de viviendas del municipio.	96
Figura I.78. Tipos de viviendas del municipio.	96
Figura I.79. Tipos de viviendas del municipio.	97
Figura I.80. Tipos de viviendas del municipio.	97
Figura I.81. Infraestructura municipal.	101
Figura I.82. Distribución porcentual de los principales cultivos.	102
Figura I.83. Distritos de riego región Tula.	104
Figura I.84. Distribución porcentual de los principales productos de origen animal.	105
Figura II.1. Procesos de remoción de masa.	108
Figura II.2. Peligro por deslizamientos.	111
Figura II.3. Peligro por flujos de detritos.	114
Figura II.4. Peligro por caída de bloques.	117
Figura II.5. Frecuencia de Sismos registrados en el Estado de Hidalgo de 1976 a septiembre de 2022.	119



Figura II.6. Mapa de Regionalización Sísmica. 120

Figura II.7 Sismos en el Municipio de Tetepango Hgo. 121

Figura II.8. Zonas generadoras de Tsunamis. 123

Figura II.9. Mapa de Susceptibilidad de caída de ceniza 131

Figura II.10 Susceptibilidad por flujos piroclásticos 132

Figura II.11. Radios de susceptibilidad por flujos de lava 133

Figura II.12 Susceptibilidad por lluvia acida y emanaciones gaseosas 134

Figura II.13. Susceptibilidad por formación de lahares. 135

Figura II.14. Susceptibilidad por proyectiles balísticos 136

Figura II.15 Zona de Alto Riesgo de Hundimientos. 139

Figura II.16. Susceptibilidad por erosión hídrica 143

Figura II.17 Correlación entre Altitud y Temperatura Máxima. 147

Figura II.18. Temperatura máxima promedio. 148

Figura II.19 Ondas Cálidas, periodo de retorno de 5 Años. 149

Figura II.20 Ondas Cálidas, periodo de retorno de 10 Años. 150

Figura II.21 Ondas Cálidas, periodo de retorno de 25 Años. 151

Figura II.22 Ondas Cálidas, periodo de retorno de 50 Años. 152

Figura II.23 Correlación de temperatura mínima y altitud. 156

Figura II.24. Ondas Gélidas con Gradiente Altitudinal. 157

Figura II.25 Figura II.21 Ondas Gélidas Con Periodo de Retorno de 5 Años. 158

Figura II.26 Ondas Gélidas Con Periodo de Retorno de 10 Años. 159

Figura II.27 Ondas Gélidas Con Periodo de Retorno de 25 Años. 160

Figura II.28 Ondas Gélidas Con Periodo de Retorno de 50 Años. 161

Figura II.29 Precipitación mensual registrada en la estación 13018 y polígono funicular construido. 165

Figura II.30 Precipitación mensual registrada en la estación 13060 y polígono funicular construido. 165

Figura II.31 Precipitación mensual registrada en la estación 13068 y polígono funicular construido. 166

Figura II.32 Precipitación mensual registrada en la estación 13075 y polígono funicular construido. 167

Figura II.33 Precipitación mensual registrada en la estación 13080 y polígono funicular construido. 167

Figura II.34 Precipitación mensual registrada en la estación 13084 y polígono funicular construido. 168

Figura II.35 Precipitación mensual registrada en la estación 13090 y polígono funicular construido. 169

Figura II.36 Precipitación mensual registrada en la estación 13111 y polígono funicular construido. 169

Figura II.37. Índice de canícula 171

Figura II.38. Grado de peligro por sequías, periodo de retorno 5 años 172

Figura II.39. Grado de peligro por sequías, periodo de retorno 10 años 173

Figura II.40. Grado de peligro por sequías, periodo de retorno 25 años 174

Figura II.41. Grado de peligro por sequías, periodo de retorno 50 años 175

Figura II.42 Probabilidad de ocurrencia de heladas. 178

Figura II.43 Índice de Frecuencias por Heladas. 180

Figura II.44 Mapa de heladas, periodo de retorno a 5 Años. 181

Figura II.45 Mapa de heladas, periodo de retorno a 10 Años. 182

Figura II.46 Mapa de heladas, periodo de retorno a 25 Años. 183



Figura II.47 Mapa de heladas, periodo de retorno a 50 Años.184

Figura II.48. Grado de peligro por granizada.....189

Figura II.49. Grado de Peligro por Granizada en un Periodo de Retorno de 5 Años.
190

Figura II.50. Grado de Peligro por Granizada en un Periodo de Retorno de 10 Años.
191

Figura II.51 Grado de Peligro por Granizada en un Periodo de Retorno de 25 Años.
192

Figura II.52. Grado de Peligro por Granizada en un Periodo de Retorno de 50 Años.
193

Figura II.53 Mapa de Ciclones Tropicales.198

Figura II.54. Peligro por Tormentas Eléctricas.....202

Figura II.55. Grado de Peligro por Tormentas, Periodo de Retorno 5 Años.203

Figura II.56. Grado de Peligro por Tormentas, Periodo de Retorno 10 Años.204

Figura II.57. Grado de Peligro por Tormentas, Periodo de Retorno 25 Años.205

Figura II.58. Grado de Peligro por Tormentas, Periodo de Retorno 50 Años.206

Figura II.59. Velocidades promedio y máximas del viento.208

Figura II.60. Precipitaciones máximas promedio.211

Figura II.61. Curva IDF estación 13049.212

Figura II.62. Curva Precipitación - Duración estación 13049.213

Figura II.63. Curva IDF estación 13073.214

Figura II.64. Curva Precipitación - Duración estación 13073.215

Figura II.65. Curva IDF estación 13086.216

Figura II.66. Curva Precipitación - Duración estación 13086.217

Figura II.67. Curva IDF estación 13106.218

Figura II.68. Curva Precipitación - Duración estación 13106.219

Figura II.69. Curva IDF estación 13111.220

Figura II.70. Curva Precipitación - Duración estación 13111.221

Figura II.71. Curva IDF estación 13131.222

Figura II.72. Curva Precipitación - Duración estación 13131.223

Figura II.73. Curva IDF estación 13166.224

Figura II.74. Curva Precipitación - Duración estación 13166.225

Figura II.75. Peligro por lluvias extremas227

Figura II.76. Peligro por lluvias extremas, periodo de retorno 5 años228

Figura II.77. Peligro por lluvias extremas, periodo de retorno 10 años229

Figura II.78. Peligro por lluvias extremas, periodo de retorno 25 años230

Figura II.79. Peligro por lluvias extremas, periodo de retorno 50 años231

Figura II.80. Peligro por lluvias extremas, periodo de retorno 100 años232

Figura II.81. Riesgo de Inundación, Periodo de Retorno 5 Años.236

Figura II.82. Riesgo de Inundación, Periodo de Retorno 10 Años.237

Figura II.83. Riesgo de Inundación, Periodo de Retorno 25 Años238

Figura II.84. Riesgo de Inundación, Periodo de Retorno 50 Años239

Figura II.85. Riesgo de Inundación, Periodo de Retorno 100 Años240

Figura II.86. Riesgo de Inundación, Periodo de Retorno 500 Años241

Figura II.87. Riesgo de Inundación, Periodo de Retorno 1000 Años242

Figura II.88. Peligro por incendios forestales.247

Figura II.89. Industrias del municipio de Tetepango.252

Figura II.90. Grado de peligro por explosión de Industrias.253

Figura II.91. Peligro por almacenamiento de sustancias.254



Figura II.92. Peligro por nube tóxica.	258
Figura II.93. Peligro por fuga del tanque con incendio (Jet fire).	259
Figura II.94. Peligro por derrame de combustible (Pool fire)	260
Figura II.95. Peligro por explosión de tanque (Fire ball).	261
Figura II.96. Mapa de peligro transporte Gas LP.	264
Figura II.97 Mapa de peligro transporte Gasolina o Diésel.	265
Figura II.98. Ubicación de los Ductos de Pemex.	268
Figura II.99. Distancia de seguridad de los ductos.	269
Figura II.100. Zonas de riesgo sanitario	272
Figura III.1. Vulnerabilidad física de las viviendas por sismo.	275
Figura III.2. Vulnerabilidad física de las viviendas por viento.	276
Figura III.3. Función de vulnerabilidad para vivienda tipo IV.	278
Figura III.4. Función de vulnerabilidad para vivienda tipo V.	279
Figura III.5 Vulnerabilidad por inundación periodo de retorno 5 años.	280
Figura III.6 Vulnerabilidad por inundación periodo de retorno 10 años.	281
Figura III.7 Vulnerabilidad por inundación periodo de retorno 25 años.	282
Figura III.8 Vulnerabilidad por inundación periodo de retorno 50 años.	283
Figura III.9 Vulnerabilidad por inundación periodo de retorno 100 años.	284
Figura III.10 Vulnerabilidad por inundación periodo de retorno 500 años.	285
Figura III.11 Vulnerabilidad por inundación periodo de retorno 1000 años.	286
Figura III.12. Susceptibilidad por exposición.	289
Figura IV.1. Riesgo por deslizamiento de laderas.	306
Figura IV.2. Riesgo por deslizamiento de laderas en localidad de Tetepango.	307
Figura IV.3. Riesgo por caídos y derrumbes.	309
Figura IV.4. Riesgo por caída de bloques en la localidad de Tetepango.	310
Figura IV.5. Riesgo por Vientos fuertes y tornados.	313
Figura IV.6. Riesgo por inundación.	317
Figura IV.7. Riesgo por inundación para la localidad de Juandhó.	318
Figura IV.8. Riesgo por inundación para la localidad de Ulapa de Melchor Ocampo.	319
Figura IV.9. Riesgo por inundación para la localidad de Tetepango.	320
Figura IV.10. Grado de Riesgo por Almacenamiento de Sustancias Peligrosas	325
Figura IV.11. Grado de Riesgo por Nube Tóxica.	328
Figura IV.12. Grado de Riesgo por Fuga del Tanque con Incendio (Jet fire)	329
Figura IV.13. Grado de Riesgo por Explosión del Tanque (Fire ball)	330
Figura IV.14. Grado de Riesgo por Derrame de Combustible (Pool fire).	331
Figura IV.15. Grado de Riesgo por Transporte de Sustancias Peligrosas.	333
Figura V.1. Derrumbes al Sur del municipio.	335
Figura V.2. Caído al oeste del municipio, vista de ambos lados.	336
Figura V.3. Condiciones de la roca al oeste de del municipio.	336
Figura V.4. Fracturas presentes en la roca.	337
Figura V.5. Canal de aguas negras, al sur del municipio.	338
Figura V.6. Compuestas sobre el canal.	338
Figura V.7. Compuerta de salida del canal y canal de salida a las áreas de cultivo.	339
Figura V.8. Situación actual del Jaguey.	339
Figura V.9. Estación de servicio en funcionamiento.	340

