ATLAS

DE PELIGROS Y RIESGOS

2025

MUNICIPIO DE TULTITLÁN

ESTADO DE MÉXICO
¡El poder de servir!

COORDINACIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL Y GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO

TULTITLÁN
Gobierno que Transforma
2025 - 2027

ACTUALIZACIÓN DE LAS DISPOSICIONES GENERALES

Directorio Institucional

GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO (2023-2029)

Gobierno del Estado de México

Mtra. Delfina Gómez Álvarez

Gobernadora Constitucional del Estado de México

Secretaría General de Gobierno

Mtro. Horacio Duarte Olivares

Secretario General de Gobierno

Coordinación General de Protección Civil y Gestión Integral del Riesgo

Lic. Adrián Hernández Romero

Coordinador General de Protección Civil del Estado de México

Ing. Gilberto Ernesto Suárez Pacheco

Director General de Gestión de Riesgos

Lic. Alejandro Galicia González

Subdirector de Atlas de Riesgos

Mtro. Ricardo Méndez Palacios

Jefe del Departamento de Geoprocesamiento y Base de Datos

CABILDO DEL MUNICIPIO DE TULTITLÁN (2025-2027)

Lic. Ana María Castro Fernández
Presidenta Municipal Constitucional
Tel: 55 2620 8900 Ext: 1102
presidencia@tultitlan.gob.mx

Lic. José Alfredo Contreras Suárez
Secretario del Ayuntamiento
Tel: 55 2620 8900 Ext: 1104
secretaria@tultitlan.gob.mx

C. Bernardo Maurilio Hernández Maldonado
Síndico Municipal de Egresos
Tel: 55 2620 8908 Ext: 1151
sindicatura.egresos@tultitlan.gob.mx

Stefani Itzel Jiménez Martínez
Segunda Síndica Municipal
Tel: 55 2620 8900 Ext: 1102
presidencia@tultitlan.gob.mx

Patricia Miranda Ávila
Primera Regidora
Tel: 55 2620 8930 Ext: 1110
patricia.miranda@tultitlan.gob.mx

Gustavo Contreras Montes
Segundo Regidor
Tel: 55 2620 8929 Ext: 1111
gustavo.contreras@tultitlan.gob.mx

Raquel Imelda Quintero González
Tercera Regidora
Tel: 5526208932 Ext: 1113
raquel.quintero@tultitlan.gob.mx

Edgar Salas Yáñez
Cuarto Regidor
Tel: 55 2620 8931 Ext: 1112
edgar.salas@tultitlan.gob.mx

Lourdes Catalina Ramírez Padilla
Quinta Regidora
Tel: 55 2620 8933 Ext: 1116
lourdes.ramirez@tultitlan.gob.mx

Perla Ramírez Cortes
Sexta Regidora
Tel: 55 2620 8934 Ext: 1118
perla.ramirez@tultitlan.gob.mx

María Fernanda Sánchez Hernández
Séptima Regidora
Tel: 55 2620 8935 Ext: 1117
maria.sanchez@tultitlan.gob.mx

Mariana Vanessa Ruiz Ledesma
Octava Regidora
Tel: 55 2620 8936 Ext: 1119
mariana.ruiz@tultitlan.gob.mx

Diana Itzel Rodríguez Espinoza
Novena Regidora
Tel: 55 2620 8937 Ext: 1120
diana.rodriguez@tultitlan.gob.mx

Gerardo Lazcano Rangel
Décimo Regidor
Tel: 55 2620 8938 Ext: 1121
gerardo.lazcano@tultitlan.gob.mx

Mauricio Bárcenas Cedillo
Décimo Primer Regidor
Tel: 55 2620 8939 Ext: 1158
mauricio.barcenas@tultitlan.gob.mx

Nicolasa Valente Ramírez
Décimo Segundo Regidor
Tel: 55 2620 8940 Ext: 1157
nicolasa.valente@tultitlan.gob.mx

GABINETE 2025-2027

Lic. Antonio Villalobos Rodríguez
Tesorero Municipal
Tel: 55 2620 8900 Ext: 1124
tesoreria@tultitlan.gob.mx

Lic. Martha Angélica Martínez Torres
Directora de Desarrollo Económico
Tel: 55 2620 8925 Ext: 1159
desarrollo.economico@tultitlan.gob.mx

Mtro. Víctor Daniel García García
Director de Servicios Públicos
Tel: 55 2620 8942 Ext: 1176
servicios.publicos@tultitlan.gob.mx

Lic. Rosa María García Guerra
Directora de Educación, Cultura y Turismo
Tel: 5558880065
dect@tultitlan.gob.mx

Dra. Esli Ellian Reyes Barrera
Consejera Jurídica Municipal
Tel: 55 2620 8900 Ext: 1131
consejeria.juridica@tultitlan.gob.mx

Mtra. Edna Ariadna Martínez Torres
Directora de Gobierno y Protección Civil
Tel: 55 5888 2371 Ext: 1127
gobierno.proteccion.civil@tultitlan.gob.mx

C. Yessica Juárez García
Directora del Instituto Tultitlense de la Juventud
Tel: 55 2159 6553
intujuve@tultitlan.gob.mx

Lic. María del Carmen Urban Correa
Directora del Organismo Público Descentralizado Sistema Municipal para el Desarrollo Integral de la Familia del Municipio de Tultitlán
Tel: 56 5102 8798 o 55 5122 1440
direccion.dif@tultitlan.gob.mx

Ing. Oscar Ramírez Peralta
Director de Obras Públicas
Tel: 55 2620 8907 Ext: 1150
obras.publicas@tultitlan.gob.mx

Lic. Mariana Guadalupe Pérez Martínez
Directora de Administración
Tel: 55 2620 8900 Ext: 1124
administracion@tultitlan.gob.mx

Ing. Gerardo Adalberto Olvera Rodríguez
Director de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente
Tel: 55 2620 8900 Ext: 4006
desarrollo.urbano@tultitlan.gob.mx

Lic. Roberto Escobar Calderón
Director de Seguridad Ciudadana y Vialidad
Tel: 55 5888 2371
proteccion.civil@tultitlan.gob.mx

Lic. Juan de Dios Román Montoya Bárcenas
Director de Información, Planeación, Programación y Evaluación
Tel: 55 2620 8900 Ext: 1129
uippe@tultitlan.gob.mx

Lic. María Guadalupe Juárez Molina
Directora del lnstituto Municipal de la Mujer de Tultitlán
Tel: 55 5888 0907
inmujer@tultitlan.gob.mx

Ing. Eloy Espinosa Montoya
Director General APAST
Tel: 55 5888 3333 Ext: 110
apast@tultitlan.gob.mx

C. Tereza Domínguez Castro
Directora del Organismo Público Descentralizado lnstituto Municipal de Cultura Física y Deporte de Tultitlán
Tel: 55 5888 2745 o 55 5888 5561
imcufidet@tultitlan.gob.mx

C.P. José Manuel Bonilla Alegría
Órgano Interno de Control Municipal
Tel: 55 2620 8900 Ext: 1142 y 1143
mailto:contraloria@tultitlan.gob.mx

CONSEJO MUNICIPAL DE PROTECCIÓN CIVIL (2022-2024)

Lic. Ana María Castro Fernández
Presidenta Municipal Constitucional
Presidenta del consejo

Lic. José Alfredo Contreras Suárez
Secretario del Ayuntamiento
Secretario Ejecutivo del consejo

Mtra. Edna Ariadna Martínez Torres
Directora de Gobierno y Protección Civil
Secretario Técnico "A"

C. Cuitláhuac Salvador Castrejón López
Coordinador Municipal de Protección Civil y Bomberos
Secretario Técnico "B"

Lic. Bardo Maurilio Hernández Maldonado
Síndico municipal
Consejero

Lic. Stefani Itzel Jiménez Martínez
Síndica municipal
Consejera

Ing. Gerardo Adalberto Olvera Rodríguez
Director Desarrollo Urbano y Medio Ambiente
Consejero

Ing. Arq. Oscar Ramírez Peralta
Director Obras Públicas
Consejero

Dra. Esli Ellian Reyes Barrera
Consejera Jurídica Municipal
Consejera

Lic. Mariana Guadalupe Pérez Martínez
Directora de Administración
Consejera

Lic. Martha Angélica Martínez Torres
Directora de Desarrollo Económico
Consejera

Lic. Roberto Escobar Calderón
Director de Seguridad Ciudadana y Vialidad
Consejero

Lic. Ricardo Torres Torres
Jefa del Departamento de Comunicación Social
Consejero

C. Gustavo Contreras Montes
Presidente del Sistema Municipal del DIF del Municipio de Tultitlán
Consejero

Ing. Eloy Espinosa Montoya
Director General del Organismo Público Descentralizado APAST
Consejero

Lic. Adrián Hernández Romero
Coordinador General de Protección civil y Gestión Integral del Riesgo en el Estado de México
Consejero

Sub. Op. Res. Martin Pérez González
Secretario de Seguridad Pública del Estado de México
Consejero

Capitán 2/o de Infantería Ramiro Castellanos Hernández
Secretario de la Defensa Nacional
Consejero

Lic. Víctor Rafael Bustos Mendoza
Presidente Ejecutivo de la Asociación de Industriales Unidos por México y Consejero
Consejero

Lic. En Der. Alejandro Vega Martínez
Dirección General de la Unión es la Fuerza de Comerciantes y Empresarios de Tultitlán A.C.
Consejero

Lic. Julio César Domínguez Bautista
Vicepresidente de COPARMEX Metropolitano del Estado de México
Consejero

C. Juan Manuel Ángeles Lira
Subsecretario de Desarrollo Municipal Comisionado Municipal
Consejero

C. Oscar J. Pérez Mendoza
Jefe Regional de Tultitlán
Consejero

Mensaje de Autoridades Municipales y Estatales

El **Gobierno Municipal de Tultitlán**, ha realizado importantes acciones para promover un desarrollo social ordenado y sustentable. El Atlas de Peligros y Riesgos, es una herramienta indispensable para alcanzar este importante objetivo. Trabajamos con rigor y profesionalismo para realizar su actualización, ya que nos interesa contar con un diagnóstico preciso de los peligros, la vulnerabilidad y los riesgos intrínsecos a nuestro territorio.

Los objetivos que buscamos alcanzar al crear y actualizar este documento son: reducir el riesgo a través de una planeación y prevención adecuadas, disminuir la vulnerabilidad de la población ante los efectos destructivos de los fenómenos naturales por medio de la mejora en sistemas estructurales de mitigación, el respeto irrestricto a la normatividad de los métodos constructivos, el fortalecimiento de la cultura de la prevención y el uso adecuado del territorio.

El Atlas de Peligros y Riesgos con que cuenta el Municipio de Tultitlán, se ha elaborado en apego a los Lineamientos para la elaboración y actualización de los Atlas de Riesgos municipales del Estado de México 2025 y los criterios establecidos por la Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración del Atlas Nacional de Riesgos 2016 (CENAPRED) y demás normatividad aplicable en la materia.

El **H. Ayuntamiento de Tultitlán 2025 – 2027**, asume que el mayor bien a tutelar es la vida, además de la seguridad física y patrimonial de los ciudadanos. Este documento, es un firme paso en la dirección correcta para prevenir y, en la medida de lo posible, evitar las consecuencias trágicas derivadas de fenómenos naturales.

El Atlas de Peligros y Riesgo, es, por lo tanto, un medio para hacer de nuestra comunidad un mejor lugar para vivir, más seguro y ordenado. Este esfuerzo, en esencia, representa una visión basada en la decidida promoción del desarrollo sustentable y sostenido para el municipio.

La Administración que tengo el honor y responsabilidad de encabezar, continuará aplicado una política eficaz en materia de Protección Civil y prevención de desastres, es un deber ético irrenunciable para con la sociedad a las que debemos y queremos servir. Trabajamos por un Tultitlán más próspero, justo, seguro, moderno y resiliente.

Resumen Ejecutivo

Los **Atlas de Riesgos** constituyen una herramienta cada vez más relevante en la planeación territorial de nuestro país. No obstante, persisten oportunidades de mejora en su diseño y aplicación dentro de las instituciones públicas y el ámbito social. Uno de los principales desafíos radica en la brecha entre el contenido y la calidad de la información contenida en los Atlas de Riesgos y las condiciones laborales de los servidores públicos, así como de los ciudadanos que los emplean como referencia. La evolución, durante las últimas tres décadas, en la percepción e intervención del proceso riesgo-desastre ha evidenciado la necesidad de trascender a la caracterización de fenómenos de gran magnitud. Es imperativo avanzar hacia un análisis que permitan determinar cuándo un riesgo se torna crítico y desarrollar mecanismos territoriales para atender sus causas a través del fortalecimiento de las capacidades institucionales para su reducción. Esto se logra mediante modelos de riesgo que identifiquen e integren el peligro, la amenaza y las vulnerabilidades, de modo que los usuarios de los Atlas de Riesgos puedan implementar acciones eficaces orientadas a la mitigación.

El municipio de Tultitlán es susceptible a diferentes peligros de origen natural. En años recientes, los fenómenos con mayor impacto en la población han sido las inundaciones, hundimientos y subsidencias, así como procesos de remoción en masa. Estos eventos presentan patrones de distribución espacial, destacando las zonas de inundación en la planicie municipal, especialmente próximas a la vialidad José López Portillo y canales de desagüe; los hundimientos predominan en la zona oriente (Isla Municipal); y los procesos gravitacionales se ubican principalmente en la región sur, donde se localiza la Sierra de Guadalupe.

La ocurrencia de estos peligros naturales responde a la interacción de diversos componentes físicos del sistema territorial: geomorfología, geología, clima (macroestructuras), suelos, hidrología y vegetación (mesoestructuras), así como, de manera creciente, las acciones humanas que modifican dichos elementos.

Por tal motivo, la actualización del Atlas de Peligros y Riesgos de Tultitlán se fundamenta en el estudio y análisis de los diversos fenómenos que afectan la infraestructura y población del municipio. Contar con un panorama integral de estos fenómenos es esencial para implementar la Gestión Integral de Riesgos: Previsión, Prevención, Mitigación, Preparación, Auxilio, Recuperación y Reconstrucción, principios básicos para afrontar adecuadamente cualquier contingencia.

El Atlas de Riesgos resulta indispensable en municipios como Tultitlán, donde convergen factores socioambientales que originan múltiples riesgos para la población. El inventario detallado de peligros permite llevar a cabo acciones que disminuyan la vulnerabilidad y el riesgo existentes.

En este contexto, el presente documento ofrece un diagnóstico detallado de los peligros de origen natural en Tultitlán, poniendo énfasis en sus particularidades espacio-temporales. Posteriormente, se evalúan los grados de vulnerabilidad poblacional considerando variables sociales y

demográficas, con el propósito de identificar áreas en las que coexisten altos niveles de amenaza natural y vulnerabilidad, determinando así los puntos prioritarios para la gestión de riesgos. Finalmente, se presentan propuestas de proyectos basados en conocimiento técnico-científico aplicable a las realidades cotidianas de los habitantes del municipio, con el fin de apoyar la planeación territorial, la toma de decisiones y la ejecución de acciones específicas en materia de riesgos.

Los principales fenómenos que impactan al municipio son: las inundaciones, concentradas en las zonas sur y centro, y las subsidencias en la zona oriente, registrándose anualmente un promedio de quince hundimientos y dos a tres inundaciones, siendo la vialidad López Portillo la más afectada. Actualmente, esta vía cuenta con un campamento fijo de la CAEM y equipos Vactor para la gestión y redirección de aguas pluviales.

En 2015, la colonia Fuentes del Valle experimentó una inundación significativa, activándose el Plan DN-III-E de auxilio a la población civil con apoyo del ejército y del Ayuntamiento. Actualmente, se encuentra en marcha la obra de revestimiento con forma de bóveda del canal La Mariscala, cuyo objetivo es disminuir el riesgo de desbordamiento e inundación en dicha comunidad.

En 2023, en colaboración con la SEDATU, se procedió a la reubicación de un edificio en riesgo por hundimiento, resguardando el inmueble y garantizando la seguridad de sus ocupantes.

La Dirección de Gobierno y Protección Civil mantiene un acercamiento constante con la ciudadanía, promoviendo la cultura del riesgo, anticipando futuros escenarios y desarrollando obras de mitigación en coordinación con otras dependencias municipales, contribuyendo así al bienestar y seguridad de la población de Tultitlán.

ÍNDICE

ACTUALIZACIÓN DE LAS DISPOSICIONES GENERALES ---- 3
Directorio Institucional ---- 3
Mensaje de Autoridades Municipales y Estatales ---- 7
Resumen Ejecutivo ---- 8
ÍNDICE ---- 10
Marco conceptual ---- 16
Siglas y acrónimos ---- 22
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y PRESENCIA DE FENÓMENOS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS ---- 25
Introducción ---- 25
Características generales del municipio ---- 26
Descripción breve de los fenómenos que inciden en el municipio ---- 26
Objetivos ---- 27
Objetivo General ---- 27
Objetivos Específicos ---- 27
Alcances ---- 28
Metodología ---- 28
Marco Jurídico ---- 30
CAPÍTULO 2. DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO ---- 37
Localización, descripción y representación en mapa ---- 37
Toponimia ---- 37
Ubicación Geográfica y coordenadas ---- 37
Municipios Colindantes ---- 37
Superficie ---- 39
Catálogo de Localidades (colonias, pueblos, barrios, unidades habitacionales, entre otros) ---- 39
Zonas político-administrativas ---- 43
Mapa topográfico ---- 45
CAPÍTULO 3. DETERMINACIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICO-GEOGRÁFICOS DEL MUNICIPIO ---- 49
Descripción general del medio natural que predomina en el municipio ---- 49
Mapas Temáticos a nivel municipal ---- 49
Fisiografía ---- 49
Superficies absolutas y valores relativos (porcentajes) ---- 50
Geomorfología ---- 52
Geología ---- 57
Litología ---- 57
Geología estructural ---- 59
Minería ---- 60
Edafología ---- 62
Hidrología ---- 65
Cuencas y Subcuencas ---- 67
Clima ---- 69
Uso de Suelo ---- 71

Vegetación---- 73
Áreas Naturales Protegidas---- 75
CAPÍTULO 4. CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS Y ECONÓMICAS DEL MUNICIPIO---- 77
Densidad y distribución de la población. ---- 77
Dinámica Demográfica ---- 77
Pirámide de edades---- 78
Natalidad---- 80
Fecundidad---- 80
Mortalidad---- 80
Crecimiento poblacional---- 80
Características Sociales ---- 81
Educación---- 81
Analfabetismo---- 81
Escolaridad ---- 81
Religión---- 82
Vivienda ---- 83
Déficit de Vivienda ---- 83
Hacinamiento ---- 85
Población con discapacidad---- 86
Grupos étnicos ---- 87
Marginación---- 88
Pobreza---- 90
Asentamientos Irregulares ---- 90
Antecedentes ---- 90
Principales Actividades Económicas ---- 94
Sector Primario ---- 94
Sector Secundario ---- 94
Sector Terciario---- 95
Población Económicamente Activa---- 99
Instalación de servicios vitales y sistemas estratégicos ---- 99
Infraestructura Hidráulica ---- 99
Infraestructura Eléctrica ---- 103
Alumbrado Público---- 103
Drenaje y alcantarillado ---- 103
Transporte ---- 105
Infraestructura hospitalaria de primer, segundo y tercer nivel.---- 108
Estaciones de bomberos ---- 110
Policía---- 110
Protección Civil---- 110
Escuelas públicas y privadas---- 113
Vías de comunicación---- 115
Cementerios ---- 116

Refugios temporales ---- 116
Áreas de Conservación Patrimonial ---- 119
Reserva Territorial ---- 121
CAPÍTULO 5. IDENTIFICACIÓN DE AMENAZA, PELIGROS, VULNERABILIDAD Y/O RIESGOS POR FENÓMENOS PERTURBADORES ---- 123
Fenómenos Geológicos ---- 124
Deslizamiento de laderas ---- 124
Fenómenos presentados dentro del municipio ---- 134
Metodología ---- 140
Metodología de cálculo ---- 142
Litología ---- 142
Densidad de Lineamientos (fallas y fracturas) ---- 143
Pendientes y ángulos de pendiente ---- 143
Uso de suelo y vegetación ---- 144
Energía de relieve ---- 146
Precipitación ---- 147
Estimación del peligro considerando los escenarios de lluvia con duración de 24 horas como fenómeno desencadenante para diferentes periodos de retorno ---- 148
Resultados y conclusiones ---- 148
Mapas de susceptibilidad. ---- 156
Mapas de peligros para deslizamientos por precipitación de 24 horas ---- 161
Mapas de peligros para flujos por precipitación de 24 horas ---- 167
Mapas de peligros para caídos por precipitación de 24 horas ---- 173
Mapa de Riesgo por inestabilidad de laderas ---- 179
Determinación del Riesgo a partir de la vulnerabilidad local considerando la marginación por AGEB ---- 179
Riesgo por deslizamiento de laderas ---- 179
Sismos (determinación de la Zonificación Sísmica) ---- 200
Antecedentes por sismo ---- 211
Metodología empleada ---- 211
Zonificación sísmica a nivel municipal ---- 211
Resultados ---- 215
Interpretación de Isovalores ---- 217
Informe de Espectros de diseño ---- 220
Erupciones volcánicas ---- 222
Volcanes de México ---- 222
Campos Volcánicos Monogenéticos ---- 222
Peligros volcánicos primarios ---- 225
Caída de tefra (piroclastos) ---- 226
Nevado de Toluca ---- 229
Antecedentes ---- 230
Posibles escenarios de peligro ---- 232
Depósitos de pómez ---- 232
Popocatépetl ---- 234

Antecedentes ---- 234
Escenarios de peligro ---- 237
Caída de ceniza ---- 237
Riesgo por caída de material volcánico ---- 243
Impactos de la ceniza en infraestructura ---- 243
Hundimientos y agrietamientos ---- 251
Hundimiento ---- 251
Hundimientos por fallas ---- 254
Agrietamiento ---- 259
Sondeo Mixto ---- 262
Pruebas de laboratorio ---- 268
Propiedades índices ---- 268
Conclusiones y recomendaciones del estudio de mecánica de suelos SPT ---- 285
Correlación estratigráfica y caracterización de materiales ---- 285
Estratigrafía de la Zona Oriente ---- 285
Recomendaciones generales ---- 286
Recomendaciones para la población en general ---- 287
Fenómenos Hidrometeorológicos ---- 289
Vientos ---- 289
Lluvias ---- 292
Medición de lluvias ---- 292
Clasificación de las precipitaciones ---- 292
Características de las lluvias ---- 294
Lluvias en Tultitlán ---- 294
Inundaciones ---- 296
Inundaciones pluviales ---- 296
Inundaciones fluviales ---- 297
Tormentas de granizo ---- 303
Tormentas eléctricas ---- 305
Sequías ---- 307
Ondas cálidas ---- 310
Ondas gélidas ---- 312
Heladas ---- 313
Tornados ---- 316
Químico – Tecnológicos ---- 320
Almacenamiento de sustancias peligrosas ---- 320
Gasolina y diésel ---- 321
Inmuebles que cuentan con Programa Especifico ---- 327
Explosiones ---- 329
Fugas Toxicas ---- 332
Derrames ---- 334
Pirotecnia ---- 336

Incendios---339
Puntos de calor---339
Incendios forestales---342
Parques industriales---346
Sanitario – Ecológicos---348
Contaminación del suelo---348
Antecedente de contaminación por cromo hexavalente---348
Contaminación del aire---353
Contaminación del agua---354
Epidemias y plagas---355
Epidemias: casos COVID---355
Plagas---360
Especies de importancia médica---364
Probabilidad de plaga---365
Socio – Organizativos---369
Accidentes aéreos---369
Accidentes terrestres---371
Concentración masiva de población---382
Estudio---388
CAPÍTULO 6. ESCENARIOS DE RIESGO Y LAS ESTRATEGIAS EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE LA GIR---401
Integración de escenarios de riesgo en el municipio---401
Riesgo por inestabilidad de laderas---401
Determinación del Riesgo a partir de la vulnerabilidad local considerando la marginación por AGEB---402
Riesgo por deslizamiento de laderas---402
Riesgo por caída de material volcánico---419
Acciones preventivas y de mitigación---425
Fenómenos geológicos---425
Inestabilidad de laderas---425
Sismos---427
Erupciones volcánicas---428
Hundimiento (subsidencia y agrietamientos---429
Fenómenos hidrometeorológicos---430
Vientos---430
Lluvias---430
Inundaciones pluviales---431
Inundaciones fluviales---431
Tormentas de granizo---432
Tormentas eléctricas---432
Sequías---433
Ondas cálidas---433
Ondas gélidas---433
Heladas---434

Tornados ---- 434
Fenómenos Químico-Tecnológicos ---- 435
Almacenamiento de sustancias peligrosas ---- 435
Pirotecnia ---- 435
Explosiones ---- 435
Fugas toxicas ---- 436
Derrames ---- 436
Incendios forestales ---- 436
Parques industriales ---- 437
Fenómenos Sanitario-Ecológicos ---- 438
Contaminación del suelo, aire y agua ---- 438
Epidemias y plagas ---- 438
Fenómenos Socio-Organizativos ---- 440
Accidentes aéreos ---- 440
Accidentes terrestres ---- 440
Concentración masiva de población ---- 441
CAPÍTULO 7. RESILIENCIA Y GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO ---- 443
a) Acuerdos internacionales, planes, programas, estrategias, acciones para incrementar la resiliencia y privilegiando a la Gestión Integral de Riesgos. ---- 443
Conceptos fundamentales de la gestión de riesgos ---- 444
Programa de Intercambio Internacional de Bomberos y Paramédicos ---- 447
b) Programas especiales de Protección Civil de acuerdo con el peligro, actualizados al 2024-2025. ---- 448
c) Planeación y Proyección de Obras Públicas de mitigación de acuerdo con la identificación en Zonas de Alto Riesgo del municipio. ---- 449
Evaluación de riesgos (Prospección) ---- 450
Reducción de riesgos (Corrección) ---- 451
Gestión reactiva ---- 452
d) Comités comunitarios, académicos y/o empresariales ---- 452
e) Plan(es) de intervención para Grupos Vulnerables ---- 453
Cursos 2024 ---- 454
Atenciones realizadas en el 2025 ---- 461
f) Plan de Comunicación del Riesgo de acuerdo con el peligro ---- 464
Simulacros ---- 465
g) Programa municipal de Protección Civil ---- 467
h) Sistema de monitoreo y Sistemas de Alertamiento ---- 470
Índice de fotos ---- 473
Índice de Graficas ---- 473
Índice de Ilustraciones ---- 474
Índice de Mapas ---- 475
Índice de Tablas ---- 476

Marco conceptual

Altimetría (**hipsometría**): parte de la topografía que se ocupa de la medida de las alturas de la superficie terrestre.

Áreas naturales protegidas: Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas.

Artículo de la Constitución: Disposición numerada en forma consecutiva dentro de la constitución, puede contemplar subdivisiones dentro de su estructura que pueden ser párrafos, fracciones e incisos.

Atlas de Riesgos Municipal: Sistema integral de información sobre 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 los agentes afectables población e infraestructura a nivel municipal.

Buzamiento (**echado**): ángulo de inclinación de una línea de un rasgo estructural que se mide con respecto a un plano horizontal.

Climatología: Ciencia que estudia el clima, sus variedades y causas, a través del conjunto de datos de condiciones atmosféricas y ambientales de al menos 30 años (recomendable).

Colisión: Choque de dos cuerpos.

Combustión: Reacción química entre el oxígeno y un material oxidable, acompañada de desprendimiento de energía y que habitualmente se manifiesta por incandescencia o llama.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos: La carta magna y norma fundamental, establecida para regir jurídicamente al país, la cual fija los límites y define las relaciones entre los poderes: poder legislativo, ejecutivo y judicial, y entre los tres órdenes de gobierno.

Cuenca hidrográfica: Cavidad natural en la que se acumula agua de lluvia, posee una corriente principal y con un punto de salida común. Se considera la unidad básica para la gestión de recursos hídricos.

Derechos humanos: Son normas que reconocen y protegen la dignidad de todos los seres humanos. Estos derechos rigen la manera en que los individuos viven en sociedad y se relacionan entre sí, al igual que sus relaciones con el Estado y las obligaciones del Estado hacia ellos.

Desastre: Al resultado de la ocurrencia de uno o más agentes perturbadores severos y o extremos, concatenados o no, de origen natural, de la actividad humana o aquellos provenientes del espacio exterior, que cuando acontecen en un tiempo y en una zona determinada, causan daños y que por su magnitud exceden la capacidad de respuesta de la comunidad afectada

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

Diésel: Fracción destilada del petróleo crudo, que se purifica especialmente para eliminar el azufre y se usa, sobre todo, en los motores diésel y como combustible doméstico.

Embalse: Cuerpo de agua formado de manera natural (deslizamiento de laderas) o antrópico (construcción en un río o arroyo) causando el cierre parcial o total del cauce de agua.

Energía termina: Es la energía dentro de un sistema que se crea por el movimiento aleatorio de moléculas y átomos. A medida que aumenta el movimiento, se produce más energía. Esta energía se transfiere en forma de calor.

Erosión: Fenómeno de descomposición y desintegración de materiales por acciones mecánicas o químicas. En particular, desgaste de la superficie terrestre por arrastre de componentes sólidos por agentes externos, como el agua (erosión hídrica) o el viento (erosión eólica).

Falla subvertical: cuando el buzamiento es mayor que 80° y menor que 90°.

Falla: Plano de rotura en una masa rocosa a lo largo de la cual se produce movimiento.

Fenómeno Geológico: Agente perturbador que tiene como causa directa las acciones y movimientos de la corteza terrestre, como son los sismos, las erupciones volcánicas, los tsunamis, la inestabilidad de laderas, los flujos, los caídos o derrumbes, los hundimientos, la subsidencia y los agrietamientos.

Fenómeno Hidrometeorológico: Agente perturbador generado por la acción de los agentes atmosféricos, como: ciclones tropicales, lluvias extremas, inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres; tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad; heladas; sequías; ondas cálidas y gélidas; y tornados

Fenómeno Perturbador: Agente perturbador producido por la naturaleza o por la intervención humana

Fenómeno Químico-Tecnológico: Agente perturbador que se genera por la acción violenta de diferentes sustancias derivadas de su interacción molecular o nuclear. Comprende fenómenos destructivos tales como: incendios de todo tipo, explosiones, fugas tóxicas, radiaciones y derrames.

Fenómeno Sanitario-Ecológico: Agente perturbador que se genera por la acción patógena de agentes biológicos que afectan a la población, animales y cosechas, causando su muerte o la alteración de su salud. Las epidemias o plagas constituyen un desastre sanitario en el sentido estricto del término. La contaminación del aire, agua, suelo y alimentos

Fenómeno Socio-Organizativo: Agente perturbador que se genera con motivo de errores humanos o por acciones premeditadas, concentraciones o movimientos masivos de población, terrorismo, sabotaje, vandalismo, accidentes aéreos marítimos o terrestres, e interrupción o afectación de los servicios básicos o de infraestructura estratégica para el desarrollo y buen funcionamiento en una determinada zona.

Fractura: Cualquier rotura longitudinal de la roca sin que haya habido movimiento apreciable.

Gas L.P.: La denominación L.P. es el acrónimo de Licuado del Petróleo. Es un producto de la refinación del crudo y un gas natural también, proveniente de los yacimientos de petróleo.

Gasolina: Mezcla de hidrocarburos líquidos volátiles e inflamables, más ligeros que el gasóleo, obtenidos de la destilación del crudo de petróleo y su posterior tratamiento químico, que se usa como combustible en algunos tipos de motores.

Gestión Integral de Riesgos: 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.

Hidrocarburos: Compuestos resultante de la combinación del carbono con el hidrógeno.

Ignición: Proceso que inicia o desencadena una combustión.

Inestabilidad de laderas: También llamados proceso de remoción de masa, que es la pérdida de la capacidad del terreno natural para auto sustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos. Se presenta en zonas montañosas donde la superficie del terreno adquiere diversos grados de inclinación.

Isovalores: representa todos los lugares donde una variable tiene el mismo valor.

Lineamiento: estructura geológica o rasgos físico-geográficos de carácter regional, con orientación definida en línea recta o curva, de origen tectónico (generalmente debido a una falla geológica).

Llanura eólica: Formación de llanuras por efecto de la erosión eólica

Llanura lacustre: Formaciones de llanuras al desaparecer depósitos de agua, podrían ser lagos o lagunas.

Llanura: Superficie extensa de una región donde el terreno es plano.

Lluvia acida: Es una de las consecuencias de la contaminación atmosférica. Los gases procedentes de la quema de combustibles reaccionan con el oxígeno del aire y el vapor de agua, transformándose en ácidos que se depositan sobre la superficie terrestre a través de las precipitaciones.

Lluvia: Gotas de agua o cristales de hielo que se forman en las nubes y llegan a la superficie por efecto de la gravedad en forma de gotas.

Lomeríos: Elevaciones de tierra de altura pequeña y prolongada.

Manto freático (Nivel freático): Capas de agua que se acumulan en el suelo a una profundidad determinada. Puede hacer referencia a los acuíferos libres o a zonas de saturación creadas por lluvia.

Mitigación: A toda acción orientada a disminuir el impacto o daños ante la presencia de un agente perturbador sobre un agente afectable.

Mortalidad: Tasa de muertes producidas en una población durante un tiempo dado, en general o por una causa determinada.

Muros de sostenimiento: Las estructuras de retención son construidas frecuentemente para soportar masas de tierra estables o inestables.

Peligro: La Probabilidad de ocurrencia de un agente perturbador potencialmente dañino de cierta intensidad, durante un cierto periodo y en un sitio determinado

Pluviógrafo: Instrumento que se utiliza para registrar la lluvia, este instrumento mide la cantidad de agua caída en el tiempo, es decir, mide la intensidad, de esta forma es posible saber cuándo y cuánto llovió en cada instante durante una tormenta. La cantidad de lluvia que se presenta en cierto tiempo es conocida como la intensidad de la precipitación (altura de precipitación por unidad de tiempo). Sus unidades son mm/h, mm/día. generalmente por día. Otra manera de expresar la cantidad de lluvia es considerando que un mm distribuido uniformemente en un metro cuadrado (m2) equivale a un volumen de un litro. Por lo que si llueve un mm/h es igual a decir que llueve un litro por m2 en una hora.

Pólvora: Mezcla explosiva de distintas composiciones, originariamente de salitre, azufre y carbón, que a cierto grado de calor se inflama, desprendiendo bruscamente gran cantidad de gases, que se emplea casi siempre en granos y es el principal agente de la pirotecnia.

Precipitación: Se refiere al agua que precipita desde la atmosfera a la superficie en cualquiera de los estados físicos posibles, como sólido (granizo o nieve) o líquido (lluvia).

Preparación: Actividades y medidas tomadas anticipadamente para asegurar una respuesta eficaz ante el impacto de un fenómeno perturbador en el corto, mediano y largo plazo

Prevención: Conjunto de acciones y mecanismos implementados con antelación a la ocurrencia de los agentes perturbadores, con la finalidad de conocer los peligros o los riesgos, identificarlos, eliminarlos o reducirlos; evitar o mitigar su impacto destructivo sobre las personas, bienes, infraestructura, así como anticiparse a los procesos sociales de construcción de estos.

Previsión: Tomar conciencia de los riesgos que pueden causarse y las necesidades para enfrentarlos a través de las etapas de identificación de riesgos, prevención, mitigación, preparación, atención de emergencias, recuperación y reconstrucción.

Protección Civil: Es toda aquella acción solidaria y participativa, que en consideración tanto de los riesgos de origen natural o antrópico como de los efectos adversos de los agentes perturbadores, prevé la coordinación y concertación de los sectores público, privado y social en el marco del Sistema Nacional, con el fin de crear un conjunto de disposiciones, planes, programas, estrategias, mecanismos y recursos para que de manera corresponsable, y privilegiando la Gestión Integral de Riesgos y la Continuidad de Operaciones, se apliquen las medidas y acciones que sean necesarias para salvaguardar la vida, integridad y salud de la población, así como sus bienes; la infraestructura, la planta productiva y el medio ambiente.

Relieve volcánico: Es la creación de las formas de la superficie terrestre por acción de procesos endógenos y exógenos.

Resiliencia: Capacidad de un sistema, comunidad o sociedad potencialmente expuesta a un peligro para resistir, asimilar, adaptarse y recuperarse de sus efectos en un corto plazo y de manera eficiente, a través de la preservación y restauración de sus estructuras básicas y funcionales, logrando una mejor protección futura y mejorando las medidas de reducción de riesgos.

Riesgo: Daños o pérdidas probables sobre un agente afectable, resultado de la interacción entre su vulnerabilidad y la presencia de un agente perturbador

Rumbo (**acimut**): orientación lineal en dirección del movimiento de las manecillas del reloj en la superficie terrestre que se mide de 0 a 90° con respecto al norte (NW y NE) o al sur (SW y SE).

Sierra: Sucesión de montañas que abarcan grandes extensiones de terreno, como las sierras Madre Occidental, Oriental y del Sur o la Cordillera Centroamericana.

Sismo: el término sismo es más formal y técnico, utilizado por instituciones como el Servicio Sismológico Nacional (SSN), medios de comunicación y Protección Civil; temblor es un término más popular y coloquial; terremoto es menos frecuente pero las personas lo utilizan o asimila a eventos que fueron muy fuertes, impactantes o destructivos.

Smog: El smog es la acumulación de gases y partículas contaminantes en el aire que reduce la visibilidad y la calidad del aire.

Taludes de corte: Son cortes realizados en las laderas, para poder realizarlos en importante determinar la altura e inclinación para la cual el talud será estable durante cierto tiempo, considerando las mejores condiciones económicas. El diseño estará siempre influido por las condiciones geológicas, el material in situ, las presiones de agua, los métodos constructivos, y la potencial ocurrencia de fenómenos naturales, tales como altas precipitaciones, flujos, erosión y sismos. La estabilidad de taludes de corte debe considerar la pérdida de resistencia al corte del material con el tiempo, así como la variabilidad y condiciones geológicas que pudieran presentarse

en las capas de suelo y/o roca. También se deben considerar variaciones en las condiciones de flujo del talud, a fin de prever problemas de estabilidad a largo plazo.

Tefra: refiere a material piroclástico en general. Sinónimos: material volcanoclástico; material piroclástico.

Terraplenes: Son taludes de relleno compactado que pueden encontrarse en obras de construcción, como carreteras y ferrocarriles, zonas de relleno en terrenos a media ladera, presas de tierra y diques.

Tormentas Eléctricas: Descargas violentas de electricidad atmosférica, que se manifiestan con rayos o chispas, emiten un resplandor breve o relámpago (luz) y un trueno (sonido). pueden durar hasta dos horas Acompañan a una tormenta severa con lluvias intensas, vientos fuertes, probabilidad de granizo, rayos, inundaciones repentinas.

Vialidad: Calle formada por dos filas paralelas de árboles u otras plantas.

Vulnerabilidad: Es una condición de susceptibilidad o propensión de un agente afectable a sufrir daños o pérdidas ante la presencia de un agente perturbador, determinado por factores físicos, sociales, económicos y ambientales.

Siglas y acrónimos

AGEB: Área Geoestadística Básica

AICM: Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

AIFA: Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles.

APAST: Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Tultitlán.

ATUS: Accidentes de Tránsito Terrestre en Zonas Urbanas y Suburbanas.

CAEM: Comisión del Agua del Estado de México.

CENAPAF: Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna

CENAPRED: Centro Nacional de Prevención de Desastres.

CFE: Comisión Federal de Electricidad

CLUES: Catálogo de Clave Única de Establecimientos en Salud directorio oficial a nivel nacional

CONAFOR: Comisión Nacional Forestal

CONAPO: Consejo Nacional de Población.

CONAVI: Comisión Nacional de Vivienda

CONEVAL: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.

CONUEE: Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía.

COVID: *coronavirus disease* 2019.

DENUE: Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas.

DGAC: Dirección General de Aeronáutica Civil

DGPA: Dirección General de Planeación y Análisis.

DGyPC: Dirección de Gobierno y Protección Civil

DIF: Desarrollo Integral de la Familia.

DOF: Diario Oficial de la Federación.

ECOGEM: Ecosistema de Datos Geoestadísticos del Estado de México y sus Municipios.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura o por sus siglas en inglés *Food and Agriculture Organization*.

IMEPI: Instituto Mexiquense de la Pirotecnia.

INAH: Instituto Nacional de Antropología e Historia.

INBA: Instituto Nacional de Bellas Artes.

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

MDE: Modelo Digital de Elevación

NADM: The North American Drought Monitor (Monitor de Sequía de América del Norte)

NOM: Normas Oficiales Mexicanas.

RAMA: Red Automática de Monitoreo Atmosférico

SAHOP: Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.

SAT: Sistema de Alertamiento Temprano

SCT: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

SEDATU: Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano.

SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SENER: Secretaría de Energía.

SIALT: Por sus siglas en ingles Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas

SIG (por sus siglas en inglés **GIS**): Sistema de Información Geográfica

SIGED: Sistema de Información y Gestión Educativa

SINAPROC: Sistema Nacional de Protección Civil

SMN: Servicio Meteorológico Nacional

SPT: Sondeo de Penetración Estándar

SSN: Servicio Sismológico Nacional

STPS: Secretaría del Trabajo y Previsión Social

UNESCO (por sus siglas en inglés, *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*): la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y PRESENCIA DE FENÓMENOS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS

Introducción

El presente documento, titulado **Fortalecimiento del Atlas de Peligros y Riesgos del Municipio de Tultitlán**, está diseñado como una **herramienta estratégica para la identificación y gestión del riesgo de desastres a nivel local**. Su propósito es facilitar la comprensión de las manifestaciones naturales y sociales que pueden representar un peligro en el territorio, permitiendo a la autoridad municipal realizar una **evaluación integral de sus capacidades técnicas, financieras y administrativas ante posibles fenómenos perturbadores que puedan afectar a la población, sus bienes y su entorno**.

Tultitlán constituye una zona conurbada próxima a la Ciudad de México, dividida en dos regiones: 1) la zona centro-sur, donde se ubica la cabecera municipal, y 2) la zona oriente, conocida como Isla Municipal. La zona sur alberga el Área Natural Protegida (ANP) Sierra de Guadalupe, elemento clave para el desarrollo urbano y la sostenibilidad de servicios ecosistémicos que repercuten directamente en la salud, economía y calidad de vida de los habitantes.

El análisis del presente documento pone especial énfasis en los **fenómenos geológicos**, tales como sismos, actividad volcánica, inestabilidad de laderas, hundimientos, subsidencias y agrietamientos. Estos procesos están vinculados con las características del material rocoso y del suelo en la región, lo que contribuye a la comprensión de las causas y consecuencias de derrumbes, hundimientos y los efectos de sismos y caída de ceniza volcánica.

Igualmente, relevante es el estudio de los **fenómenos hidrometeorológicos**, originados por agentes atmosféricos como ciclones tropicales, lluvias extremas, tormentas eléctricas, inundaciones pluviales y fluviales, granizadas, heladas, sequías, ondas cálidas y frías, y vientos fuertes; así como el análisis de las condiciones que inciden en su comportamiento e impacto sobre el territorio.

Cabe destacar que dentro de la demarcación también existen riesgos derivados de **fenómenos de origen antrópico**, generados por actividades humanas. Entre estos se encuentran:

- **Químico-tecnológicos:** provocados por la acción de sustancias moleculares o nucleares cuyo manejo inadecuado puede generar fugas, derrames, contaminación ambiental e incendios forestales.
- **Sanitario-ecológicos**: ocasionados por agentes patógenos que afectan a la población, fauna y cultivos, generando daños a la salud y al ambiente, tales como plagas, epidemias y contaminación de agua, aire, suelo y alimentos.
- **Socio-organizativos:** generados por errores humanos o acciones deliberadas, como eventos masivos, manifestaciones, asentamientos irregulares y accidentes terrestres.

La información recopilada permitirá valorar el riesgo antes de la ocurrencia de desastres, propiciando que el municipio priorice la prevención y mitigación, y facilite la elaboración e implementación de medidas idóneas para la preparación y atención eficaz ante eventuales emergencias, mediante el uso, análisis y difusión sistemática de información relevante tanto digital como impresa.

Características generales del municipio

El municipio de Tultitlán, cuyo nombre proviene del náhuatl y significa "lugar entre, junto o cerca del tule", forma parte de los 125 municipios del Estado de México y abarca una superficie de 66.04 km² según el bando municipal. Se encuentra integrado en la Región V, Centro Regional Tultepec, del sistema estatal de Protección Civil y Gestión Integral del Riesgo, representando el 0.31% de la extensión territorial estatal, con 12 localidades y una población total de 516,341 habitantes.

La demarcación está parcialmente ubicada en el Área Natural Protegida Sierra de Guadalupe y abarca zonas de planicie con ligera inclinación de poniente a oriente, presentando una altitud mínima de 2,238 msnm en la zona noroeste y máxima de 2,950 msnm en el cerro El Picacho (Otontepec), situado al sur del municipio[1].

Descripción breve de los fenómenos que inciden en el municipio

A lo largo del tiempo, la población ha estado expuesta a diversos fenómenos que modifican su entorno y dinámica social, por lo que es fundamental analizar su impacto mediante estudios especializados. En Tultitlán, destacan riesgos como **inundaciones, incendios forestales, hundimientos, subsidencias** e **inestabilidad de laderas.**

Las inundaciones se producen al ocupar el agua zonas habitualmente secas, generalmente por aportes excepcionales o repentinos, aunque pueden obedecer a múltiples factores combinados. Los incendios forestales forman parte de la dinámica natural de algunos ecosistemas, pero suelen asociarse también a acciones humanas, como prácticas agropecuarias, fogatas no reguladas o negligencias, generando impactos negativos en el ambiente, infraestructura y vidas humanas.

Los **hundimientos** responden a desplazamientos o deformaciones en las partículas del suelo, mientras que las **subsidencias** se manifiestan como hundimientos graduales inducidos por descenso del nivel freático, minería subterránea, extracción de hidrocarburos y otros procesos. Tanto los factores naturales como antrópicos pueden acelerar estas problemáticas, agravadas por la urbanización y la reducción del aporte de sedimentos.[2]

[1] (Barradas, 2021)

[2] (DOW/URV de Desarrollo Sostenible, 2024)

La **inestabilidad de laderas** implica la pérdida de capacidad de sustentación del terreno natural, ocasionando colapsos y reacomodos en áreas montañosas. Este fenómeno, también denominado proceso de remoción de masa, incluye caídos, deslizamientos y flujos, cuyos niveles de estabilidad dependen de factores geológicos, geomorfológicos, intemperismo, deforestación y actividad humana, además de detonantes como sismos, lluvias y actividad volcánica.[3]

Objetivos

Objetivo General

Actualizar y robustecer el Atlas de Riesgos del municipio de Tultitlán mediante el análisis de los diversos fenómenos que impactan la infraestructura y la población local. Se emplearán metodologías, criterios técnicos y herramientas para identificar zonas de peligro, generar información geográfica y bases de datos orientadas a potenciar la gestión integral del riesgo, establecer estrategias preventivas y fortalecer el trabajo colaborativo interinstitucional y la transferencia de conocimiento entre los integrantes del Sistema de Protección Civil.

Objetivos Específicos

- Realizar estudios de mecánica de suelos a partir de sondeos de penetración estándar (SPT) para obtener muestras representativas.
- Analizar e interpretar muestras de suelo a fin de determinar la estratigrafía, propiedades índice y mecánica que permitan comprender el comportamiento de los hundimientos presentes en el territorio.
- Identificar industrias de mayor índice de peligro y verificar la existencia de Programas Específicos o Programas Internos de Protección Civil.
- Efectuar estudios de densidad poblacional durante eventos relevantes del municipio y definir rutas de acceso para servicios y apoyo de emergencia.

[3] (CENAPRED, 2024)

Alcances

El presente análisis busca generar la información adecuada para que las autoridades y población puedan estar informados de los indicadores de peligro, vulnerabilidad y riesgo que se encuentran dentro del territorio, que permita una mejor toma de decisiones antes, durante y después de un evento que pueda perturbar a la población, sus bienes y entorno.

Esto con el fin de que el municipio pueda obtener un fortalecimiento en su previsión, prevención, mitigación, reacción y recuperación que permita generar una evaluación periódica de su capacidad de respuesta y resiliencia ante posibles riesgos impactando en la escala social, y en lugares de interés desde el punto de vista histórico, religioso y de conservación patrimonial.

En esta actualización se contempla la integración de la siguiente información:

Fenómenos Geológicos:

- Actualización de las incidencias ocurridas durante el periodo 2024-2025
- Estudio e interpretación de la mecánica de suelos ara determinar la estratigrafía, propiedades índice y mecánica del suelo de la zona oriente del municipio.
- Escenarios de posibles eventos volcánicos relacionados al Nevado de Toluca.

Fenómenos Hidrometeorológicos:

- Actualización de los polígonos de inundación

Fenómenos Químico-Tecnológicos:

- Identificación de industrias con mayor índice de peligro y que cuentan con Programas Especiales o Programas Internos.

Fenómenos Sanitario-Ecológicos:

- Integración de antecedentes de contaminantes
- Integración de antecedentes de casos COVID.

Fenómenos Socio-Organizativos:

- Análisis de concentraciones masivas en fiestas patronales, realizando el análisis de densidad poblacional dentro de un perímetro establecido, rutas de acceso para servicios y apoyo de emergencia.

Metodología

Para la actualización y elaboración de los estudios mencionados se toma como referencia las metodologías de la “Guía de contenido mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos (DOF, 2016)” para la determinación de **peligro**, **vulnerabilidad** y **riesgo** desarrolladas por el CENAPRED, así como la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, desarrollada por el CENAPRED en el 2001, los lineamientos para la

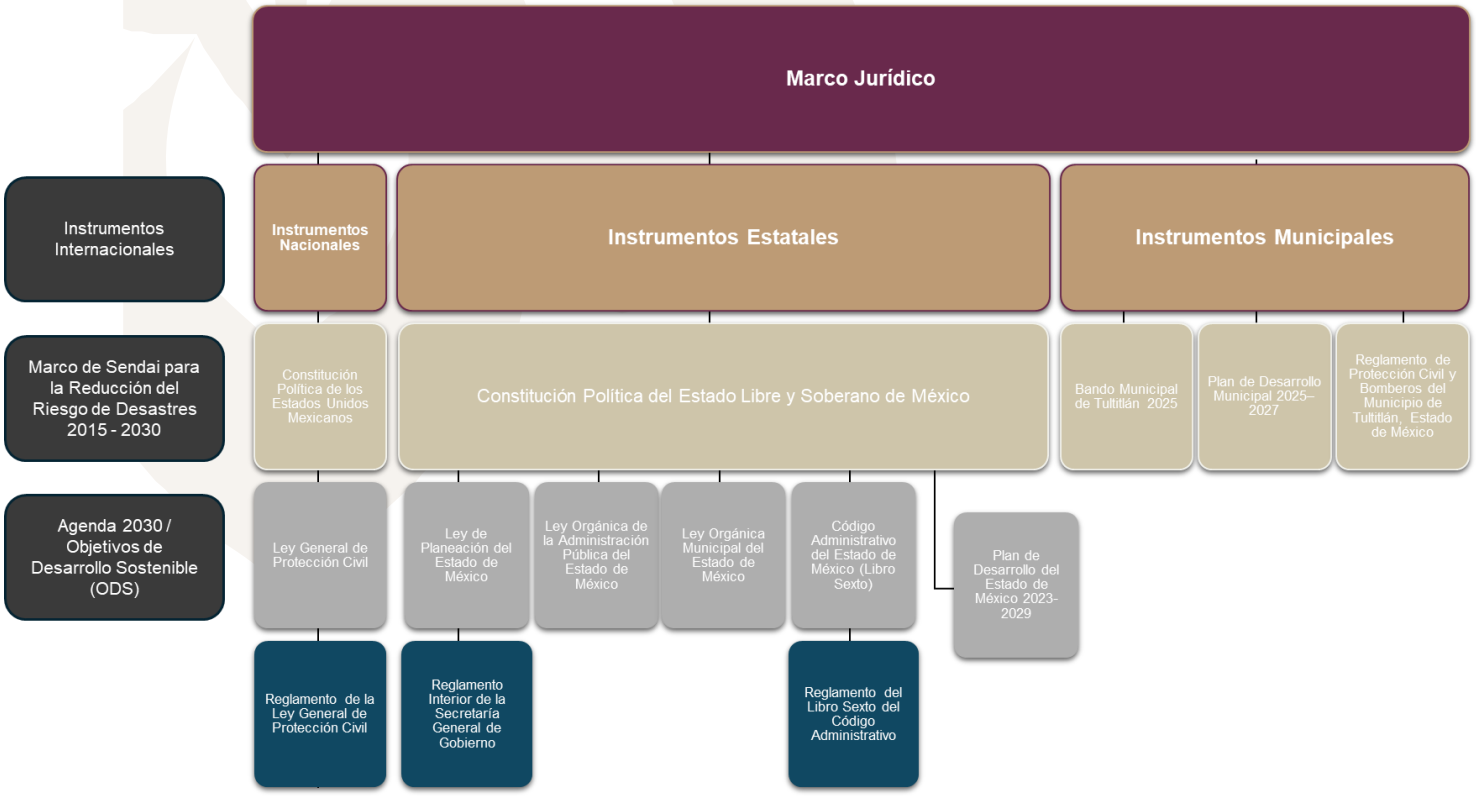
elaboración y actualización de atlas de riesgos municipales del Estado de México (2025) e información recopilada por el área de Protección Civil.

Para el presente trabajo se plantea lo siguiente:

- Planeación y programación de trabajo en campo y gabinete.
- Recopilación y análisis de información geoespacial
- Descripción de las características naturales y sociodemográficas del municipio
- Identificación de los fenómenos perturbadores
- Análisis de antecedentes de fenómenos perturbadores de origen natural y antrópicos del municipio.
- Recorrido en campo para la extracción de muestras de suelo de la zona oriente a partir de SPT.
- Análisis de muestras de suelo en laboratorio para interpretación geotécnica.

Marco Jurídico

La actualización del Atlas Municipal de Riesgos de Tultitlán, Estado de México, se apoya en un marco jurídico que va desde lo internacional hasta lo local. Este sustento legal tiene un propósito fundamental: proteger los derechos humanos, salvaguardar la vida y el patrimonio de la población, así como cuidar el entorno frente a la posible ocurrencia de fenómenos perturbadores que puedan ponerlos en riesgo.



Marco Jurídico Internacional

Marco de Sendai para la Reducción de Riesgos de Desastres 2015-2030,

---

El presente atlas se apega a instrumentos internacionales tales como el **Marco de Sendai** para la Reducción de Riesgos de Desastres 2015-2030, **cuyo propósito primordial consiste en fortalecer las acciones de prevención frente a la aparición de nuevos riesgos de desastres y reducir los existentes, mediante la implementación de medidas de carácter integral e incluyente de índole económica, estructural, jurídica, social, sanitaria, cultural, educativa, ambiental, tecnológica, política e institucional.**

En el que resaltan dos de sus cuatro metas, los cuales son:

- **Meta 1**: **Comprender** el **riesgo de desastre**
- **Meta 4**: **Aumentar la preparación** para casos de desastre a fin de **dar una respuesta eficaz y "reconstruir mejor"** en los ámbitos de la **recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción.**

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030

También es importante tomar en cuenta los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030**, en donde resaltan los siguientes objetivos:

Marco Jurídico Nacional

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

En el **artículo 1o**. señala que **todas las autoridades, en el ámbito de sus competencias, tienen la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos"** de conformidad con los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad. Debido a que, **los derechos humanos están en riesgo ante una emergencia o desastre**, entre ellos: **la vida, la integridad personal, la no discriminación, el trabajo, la salud, la alimentación, la educación, la vivienda, el derecho a un ambiente sano, al agua y a la propiedad.**

De igual manera en el **artículo 6º Constitucional** señala que el **acceso libre a la información de cualquier índole es un derecho de los ciudadanos;** esto se plasma dentro del Plan Nacional, Estatal, Municipal de Desarrollo, que a su vez se confirma con el **artículo 26 de la Carta Magna** el cual dice que "Mediante los **mecanismos de participación que establezca la ley, recogerá las aspiraciones y demandas de la sociedad"** para incorporarlas al plan y los programas de desarrollo de los tres niveles de gobierno.

Dentro del **artículo 73 fracción XXIX-I** de la Constitución Política indica que para expedir leyes que establezcan las bases sobre las cuales la Federación, las entidades federativas, **los municipios** y, en su caso, las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, **en el ámbito de sus respectivas competencias, coordinarán sus acciones en materia de protección civil**.

Ley General de Protección Civil

La **Ley General de Protección Civil**, derivada del artículo 73, fracción XXIX-I de la Constitución, es el marco normativo que organiza la coordinación entre la Federación, los estados, los municipios y la Ciudad de México. Su propósito principal es fortalecer la prevención, reducir los riesgos y garantizar la protección de la población.

En su esencia, la ley define la protección civil como un sistema integral que abarca la **prevención, el auxilio y la recuperación** frente a emergencias y desastres. Reconoce a la **gestión integral del riesgo** como un eje transversal y obliga a la elaboración de instrumentos de planeación, entre ellos los **Atlas de Riesgo, los Planes de Emergencia y los Programas Especiales**.

De esta manera, los atlas dejan de ser simples documentos complementarios y se convierten en **herramientas obligatorias y estratégicas para la prevención**.

En concordancia, el artículo 19, fracción XXII, faculta al **CENAPRED** para supervisar y dar seguimiento a la actualización de los atlas de riesgo de los estados y municipios. Además, la ley establece que dichos instrumentos deben incorporar **bases de datos, sistemas geográficos y simulaciones de escenarios**, lo que refuerza su utilidad práctica para la toma de decisiones.

Reglamento de la Ley General de Protección Civil

El **Reglamento de la Ley General de Protección Civil** es una norma de carácter secundario que complementa y precisa lo establecido en la Ley. Su función principal es **operacionalizar la gestión integral del riesgo y la protección civil**, definiendo de manera práctica cómo deben elaborarse, actualizarse, utilizarse y difundirse los **Atlas de Riesgo**.

En su **artículo 7, fracción I, inciso b)**, señala que la gestión del riesgo debe incorporarse en las **políticas públicas orientadas a mejorar la calidad de vida y la seguridad humana**, vinculando además la **prevención del riesgo con el desarrollo sustentable y resiliente**.

Así, los **Atlas de Riesgo** no representan un fin en sí mismos, sino una **herramienta estratégica** para elevar el bienestar social, al guiar la ubicación de asentamientos, la planeación de infraestructura y la provisión de servicios con criterios de seguridad y sostenibilidad.

El **Artículo 64** establece que las autoridades tienen la obligación de **basar sus decisiones de planeación y gestión en los riesgos identificados en los Atlas de Riesgo**. Esto abarca aspectos como el uso de suelo, la ejecución de obras públicas, la protección de infraestructura crítica y la autorización de construcciones.

En consecuencia, el Atlas adquiere la fuerza de un **mandato legal vinculante**. Ignorarlo en la toma de decisiones no solo compromete la seguridad de la población y su entorno, sino que además puede derivar en **responsabilidad administrativa para la autoridad que lo omita**.

Los **Artículos 100 y 111, fracción I, inciso d)**, destacan que los Atlas de Riesgo son una herramienta fundamental tanto para **acceder a instrumentos financieros** como para **realizar análisis técnicos de riesgos**. Su elaboración y actualización deben seguir lo establecido en la **Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración de Atlas** y en los **lineamientos emitidos para los atlas municipales del Estado de México**.

El **Artículo 112** resulta especialmente relevante, ya que define la **estructura obligatoria de los Atlas de Riesgos**. En él se señalan los contenidos mínimos que deben incluir, tales como: **mapas de peligros**, **mapas de susceptibilidad en zonas de laderas**, **inventario de bienes expuestos**, **inventario de vulnerabilidades**, así como **mapas y escenarios de riesgo**.

Marco Jurídico Estatal

Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México

Los **Artículos 78, 122 y 137** establecen que los municipios deben **coordinar sus acciones con los planes federal y estatal**, además de contar con **dependencias responsables de ejecutar las políticas públicas en materia de protección civil**.

Plan de Desarrollo del Estado de México 2023-2029

En el capítulo **"Construcción de la paz y seguridad"**, dentro del **Eje Transversal 2, fracción I, inciso f**, se establece la importancia de **fomentar una cultura de protección civil**. El objetivo es que todas las personas cuenten con las **herramientas necesarias para responder ante desastres**, ya sean de origen natural o provocados por actividades humanas. Esto implica fortalecer las **acciones de prevención del riesgo**, de manera que la población desarrolle una **mayor resiliencia** frente a posibles emergencias y logre una **protección más efectiva de su vida, sus bienes y su entorno**.

Ley de Planeación del Estado de México

Los **Artículos 9 y 21** disponen que debe emplearse **información estadística y geográfica confiable** como base para el **desarrollo sustentable** y la **planeación democrática**. Esta tarea corresponde al **Instituto de Información e Investigación Geográfica y Catastral**.

Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de México

---

El **Artículo 25, fracción XV**, establece que la **Secretaría General de Gobierno** tiene la responsabilidad de **coordinar la gestión de riesgos** y supervisar la **asignación de recursos** para la atención de desastres.

Reglamento Interior de la Secretaría General de Gobierno

El reglamento establece que la **Coordinación General de Protección Civil**, conforme a los **Artículos 4, fracción III, y 22, fracciones VII, XV y XVI**, tiene la responsabilidad de **integrar y sistematizar la información sobre riesgos**, así como de **coordinarse con otras entidades** para la **elaboración de Atlas Metropolitanos de Riesgo**.

Ley Orgánica Municipal del Estado de México

El **Artículo 31, fracción XXI Quater**, establece que los municipios tienen la **obligación de elaborar y mantener actualizado el Atlas de Riesgos**. Asimismo, la **fracción I del Artículo 81 TER** dispone que los ayuntamientos deben **actualizar el Atlas durante el primer año de su gestión**, utilizándolo como **herramienta fundamental para el Consejo y el Sistema Municipal de Protección Civil**.

Código Administrativo del Estado de México

Los **Artículos 6.7, fracciones XI y XX, y 6.14**, establecen que los municipios tienen la **obligación de elaborar, actualizar y difundir sus Atlas de Riesgos** al menos **tres veces al año**.

Reglamento del Libro Sexto del Código Administrativo

El **Artículo 99** brinda certeza jurídica, al establecer que los programas municipales de protección civil **deben estar necesariamente vinculados a los Atlas de Riesgo**. Por su parte, el **Artículo 99 Bis** refuerza la **homologación y calidad técnica** de estos instrumentos, garantizando que los Atlas no sean meros documentos formales, sino **herramientas funcionales, dinámicas y compatibles con los de otros niveles de gobierno**.

Marco Jurídico Municipal

Bando Municipal de Tultitlán 2025

Para garantizar la seguridad y el bienestar de la población, es fundamental que la planificación y ejecución de las acciones de protección civil se basen en **información actualizada y confiable sobre los riesgos existentes en el municipio**. En este sentido, el **Atlas de Riesgo de Tultitlán** constituye la herramienta técnica y estratégica que permite identificar peligros, vulnerabilidades y escenarios de riesgo, orientando la toma de decisiones y la priorización de acciones preventivas y de auxilio.

En concordancia con este enfoque, el **Artículo 81 del Bando Municipal de Tultitlán** establece que la **Coordinación Municipal de Protección Civil** será responsable de implementar acciones destinadas a

salvaguardar la vida y el patrimonio de las personas, mediante medidas de prevención y auxilio frente a emergencias o desastres, ejerciendo las atribuciones que le confieren las legislaciones federal y local, así como el Reglamento Orgánico de la Administración Pública del municipio.

Plan de Desarrollo Municipal 2025-2027

Para garantizar un desarrollo urbano seguro y una gestión integral del riesgo efectiva, es esencial que las decisiones municipales se apoyen en información confiable sobre los peligros y vulnerabilidades del territorio. En este contexto, el **Atlas Municipal de Riesgos de Tultitlán** se constituye como una **herramienta estratégica para el ordenamiento territorial**, permitiendo que la planeación del municipio sea **resiliente, sustentable y alineada con los marcos legales estatal y federal**.

Reglamento de Protección Civil y Bomberos del Municipio de Tultitlán, Estado de México

---

El **Atlas de Riesgo Municipal de Tultitlán** se constituye como la herramienta central de la **Gestión Integral del Riesgo**, siendo su elaboración, actualización y difusión una responsabilidad clave de la **Coordinación de Protección Civil y Bomberos**. Según los **Artículos 16, 18 y 20** del reglamento municipal, corresponde al Coordinador y al área de Gestión Integral de Riesgos **desarrollar y mantener actualizado este instrumento**, con la participación de los sectores industrial, académico, comercial y de otras instancias gubernamentales, para priorizar acciones preventivas y de auxilio en las zonas más vulnerables. Además, los **Artículos 22 y 23** establecen que su información debe ser de **dominio público**, incorporarse en los planes y programas de **Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial**, y considerarse en la emisión de permisos y licencias de construcción, promoviendo decisiones que reduzcan riesgos. Finalmente, el **Artículo 24** destaca que el Atlas sirve también como base para informar a la población sobre los riesgos que podrían afectarla, así como las **medidas de seguridad y prevención** que deben adoptar para proteger su vida, bienes y entorno.

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

CAPÍTULO 2. DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Localización, descripción y representación en mapa

Toponimia

El municipio se denomina oficialmente **"Tultitlán"** proveniente del náhuatl "*Tullin*", "*tule*" y "*tlan*", entre, lo que tiene como significado **"lugar entre el tule"**; este municipio es uno de los 125 municipios del Estado de México con **70.74 km²**.

Ubicación Geográfica y coordenadas

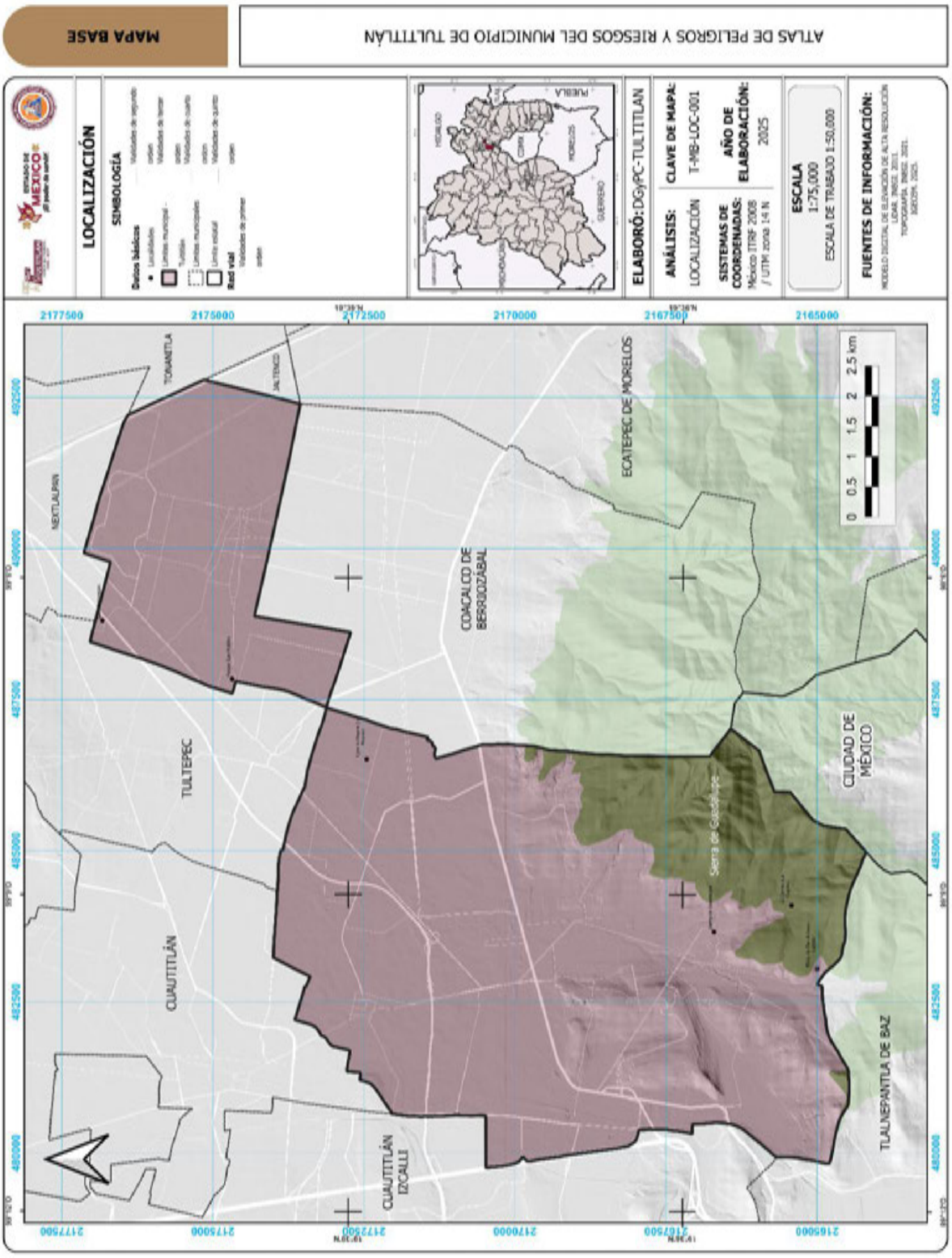
El municipio de **Tultitlán** se localiza al Este de la entidad federativa, entre los paralelos **19° 33' y 19° 41' de latitud** norte; los meridianos **99° 04' y 99° 11'** de longitud oeste, con una altitud entre 2,200 y 3,00 metros sobre el nivel del mar (msnm)[4].

Municipios Colindantes

Limita al norte con los municipios de Tultepec y Cuautitlán; al sur con Tlanepantla de Baz y la Ciudad de México; al oriente con Tonanitla, Jaltenco, Coacalco de Berriozábal, Ecatepec de Morelos y Nextlalpan; por último, del lado poniente limita con Cuautitlán Izcalli y Cuautitlán (ver Mapa 1).[5]

[4] (INEGI, 2010)

[5] (Gobierno Municipal Tultitlán, 2024)



Mapa 1. Localización del Municipio Tultitlán

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INEGI 2011, INEGI 2019, INEGI 2022.

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

Superficie

El territorio del Municipio se divide hasta en tres zonas, de acuerdo con sus funciones políticas y administrativas (ver Tabla 2); y de estas tres zonas pueden ser clasificadas en dos secciones principales. Actualmente la sección más grande está conformada por la **zona centro y sur**, contando con una extensión de **53.29 km²**. En la segunda sección se encuentra la llamada **isla municipal o zona oriente**, la cual está conformada por **12.75 km²**.

Catálogo de Localidades (colonias, pueblos, barrios, unidades habitacionales, entre otros)

El municipio está conformado por 12 localidades censales, en las cuales la población se distribuye de la siguiente manera (ver Mapa 2 y Tabla 1):

Tabla 1. Localidades del Municipio de Tultitlán

Localidad	Población	Grado de marginación	Ámbito
Ampliación San Mateo (Colonia Solidaridad)	19,460	Muy bajo	Urbano
Buenavista	216,776	Muy bajo	Urbano
Colonia Lázaro Cárdenas (Los Hornos)	4,473	Muy bajo	Urbano
Ejido de San Antonio Tultitlán	674	Medio	Rural
Ejido la Reyna (La Reyna)	197	Muy bajo	Rural
El Cerrito (La Capilla)	5	Muy alto	Rural
Fuentes del Valle	82,274	Muy bajo	Urbano
Las Chinampas	453	Bajo	Rural
Paraje San Pablito	324	Muy bajo	Rural
San Pablo de las Salinas	157,998	Muy bajo	Urbano
Sierra de Guadalupe	2,778	Bajo	Urbano
Tultitlán de Mariano Escobedo	30,929	Muy bajo	Urbano
Total, del Municipio	**516,341**		

Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Además, se cuenta con otra división de zonas que se determinan respecto a sus funciones políticas y administrativas, esta descripción territorial es la siguiente:

Tabla 2. Demarcaciones territoriales del Municipio de Tultitlán

Demarcaciones territoriales	
Zona Centro	
Cabecera Municipal, Barrios.	
Belem	San Bartolo
La Concepción	San Juan
Los Reyes	Santiaguito
Nativitas	
Colonias	
10 de junio	La Providencia
Ejido de Santa María Cuautepec	La Tabla
Ejido de Santiago Teyahualco	Lázaro Cárdenas
El Arenal	Lechería
El Cueyamil	Los Reyes
Ferrocarrilera Mariano Escobedo	Recursos Hidráulicos
Independencia	Villa Esmeralda
Unidades Habitacionales y Fraccionamientos	
Agaves Tultitlán	Jardines de Tultitlán
COCEM I	Los Portales
Fuentes del Valle (Primera y Segunda Sección o Primera y Segunda Etapa)	Villas de San José
Condominios	
Bosques de Tultitlán	Residencial La Ponderosa
Ampliación COCEM I	Residencial Los Reyes I y II
Conjunto Brillante	Residencial Sol de Tultitlán
El Obelisco	Residencial Villas de Tultitlán
Porto Alegre	Rincón Colonial
Porto Isabel	Unidad Electricistas
Privada San Marcos	Villa Jardín
Quinta El Ángel	
Zona Sur	
Pueblos	
San Francisco Chilpan	Santa María Cuautepec
San Mateo Cuautepec	
Colonias	
Ampliación Buenavista	La Cuarta Transformación
Ampliación Buenavista 1ra sección	La Joya
Ampliación Buenavista 2da sección	La Libertad
Ampliación El Fresno	La Loma San Francisco Chilpan
Ampliación El Tesoro	La Mariscala
Ampliación La Sardaña	La Sardaña
Ampliación Las Torres 1ra Sección	Las Torres

Demarcaciones territoriales	
Ampliación Las Torres 2da Sección	Nueva Tultitlán
Ampliación San Marcos	Ojo de Agua 1a. Sección
Bello Horizonte	Ojo de agua 2a. Sección
Benito Juárez	Rinconada San Marcos (incluye la comunidad de San Marcos)
Buenavista Parte Alta	Santa Clara
Buenavista Parte Baja	Santa María de Guadalupe (Sierra de Guadalupe)
Ejido de Buenavista	Solidaridad 1a. Sección
Ejido de San Antonio Tultitlán	Solidaridad 2a. Sección
El Fresno	Solidaridad 3a. Sección
El Paraje San Francisco Chilpan	Valle de Tules
El Tesoro	Valle Verde
FIMESA I	
Fraccionamientos y Unidades Habitacionales	
Ciudad Labor	Desarrollo Habitacional Lote 11, Ciudad Labor (Los Tulipanes)
Izcalli del Valle	Mayorazgo de Tultitlán
Jardines de la Cañada	Real del Bosque
La Loma	Residencia La Loma II
La Loma I	Villas de San Francisco I
Lomas de Cartagena	Villas de San Francisco II
Lomas del Parque	Lomas del Parque III
Condominio	
Arbolada La Loma	Lote “A” (Residencial Camelia)
Chilpan III, Lote C (Residencial Mira Vista)	Residencial Duraznos
Las Terrazas	Residencial El Golfo
Los Sauces	Zakara II
Zona Oriente	
Pueblos	
San Pablo de las Salinas (Incluye las comunidades Paraje San Pablo y Ampliación San Pablo de las Salinas)	
Colonias	
El Ciprés (Fracción Lote 90, incluye Las Rosas)	La Chinampa
Emilio Chuayffet Chemor	Las Cruces (Incluye Solar San Pablo)
Fraccionamientos y Unidades Habitacionales	
Alborada I	Las Esmeraldas (Estrellas de Tultitlán o Galaxia)
Alborada II	Las Estepas
Alcázar condominios II, III y IV	Las Estepas II
Arcos de Tultepec	Las Fuentes I
Azul Cielo	Las Llanuras
Bonito Tultitlán (Lote 60)	Las Tórtolas
Conjunto Habitacional Calle Lava Lote 52	Los Agaves (Lote 71)
Conjunto Habitacional Magnolias (Lote 117-B)	Los Arcos Condominios I, II, III, IV y V

Demarcaciones territoriales	
Conjunto Habitacional Prados Sección A	Lote 105 Solidaridad Social
Conjunto Habitacional Prados Sección B	Lote 19B-19A-20-21 (La Isla)
Conjunto Habitacional San Pablo	Lote 41 o El Carmen
Conjunto Residencial Magnolias (Lote 117-A)	Lote 47
Conjunto Verde Claro	Lote 50 B (Las Laderas)
El Alcázar I	Lote 64 (Octavio Paz fracción poniente)
El Laurel	Lote 82 (Guillermo González Camarena)
Fracción Lote 77	Lote 84 o Adela
Granjas San Pablo	Lote 93
Gustavo Baz	Magnolias 2000
Hacienda Real de Tultepec	Mariano Escobedo (Los Faroles)
Hacienda San Pablo	Pensamientos
IMMEX II	Portal San Pablo
Izcalli Rinconada	Portal San Pablo II
Izcalli San Pablo de las Salinas	Privada Los Prados
Izcalli San Pablo II	Residencial San Pablo III-A
Jardines de los Claustros I	San Pablo Castera
Jardines de los Claustros II	Sustitución Arista
Jardines de los Claustros III	Tercera Unidad José María Morelos (Unidad Morelos Tercera Sección)
Jardines de los Claustros IV	Unidad Habitacional San Pablo - CTM
Jardines de los Claustros V	Unidad Habitacional San Pablo de las Salinas
Jardines de los Claustros VI	Unidad Morelos Segunda Sección
Jardines de San Pablo	Unidad Morelos Tercera Sección INFONAVIT
La Granja	Villas Loreto
La Granja CTC	Villas San Pablo (Lote 117 Sur)
Las Almenas	
Condominios	
Bahía de Tultitlán Lote 117-C	Lote 115 (Ébano)
Casitas San Pablo	Lote 46 (El Reloj Villas)
Conjunto Cristal	Lote 48
Conjunto Fortuna	Lote 49 (Las Arboledas)
Conjunto Habitacional El Rocío Lote 85	Lote 50 A
Conjunto Kristal	Lote 50 C (Real de Tultitlán)
Conjunto San Pablo	Lote 50 D
Conjunto San Pablo III-B	Lote 52 (Torres de Tultitlán)
Coyoli Martínez	Lote 56 (Los Girasoles)
El Campanario	Lote 59 (Torres del Reloj)
El Crepúsculo (Fracción Oriente del Lote 12)	Lote 62 Oriente (Juan Rulfo)
El Faro (Lote 3 Poniente)	Lote 63 (Lotificaciones en condominio)
El Kiosko	Lote 76 (El Reloj)
El Reloj Fracc. De lote 48 (Cronos)	Lote 92 Sector Oriente (Las Rosas)
Fracción Lote 90 Villas de San Pablo	Parque San Pablo

Demarcaciones territoriales	
Hogares de Castera (Sección I)	Real de Tultitlán
Hogares de Castera (Sección II)	Residencial La Esperanza
Isidro Fabela	Residencial Morelos
Las Quintas San Pablo	Solar San Pablo
Llanura Verde	Villas de Santa Teresita I
Los Tejados-Lote 55 (Mitad Oriente)	Villas de Tultitlán III (Villas del Sol III)
Lote 104 (Tehuantepec)	Villas Tultitlán

Fuente: Bando Municipal 2025.

Zonas político-administrativas

El territorio del municipio de Tultitlán se divide en tres zonas, que se identifican como Zona Centro, Zona sur y Zona Oriente; de acuerdo con la descripción territorial de cada zona se desempeñan sus funciones políticas y administrativas:

- **Los polígonos de las Zonas Centro y Sur** se inician en el crucero que se forma de las calles Mariano Matamoros, de las Rosas y Modesto Flores que es lindero con el municipio de Tultepec, continuando con rumbo noroeste, sobre la calle misma Mariano Matamoros, hasta el límite de los Fraccionamientos San Blas y Misiones, pertenecientes a los municipios de Tultepec y Cuautitlán, respectivamente; para reanudar con rumbo suroeste hasta llegar a la calle La Palma perteneciente al municipio de Cuautitlán; continuando con rumbo suroeste en línea quebrada hasta llegar con terrenos de la colonia El Infiernillo del municipio de Cuautitlán hasta la vía de férrea México-Querétaro; reanudando con rumbo suroeste cruzando la vías de ferrocarril hasta llegar a la calle Ixtapan perteneciente al municipio de Cuautitlán; para luego continuar en dirección noroeste hasta llegar a la calle Cuauhtémoc del Municipio de Cuautitlán colindando la colonia Loma de Guanos y Panteón de Cuautitlán hasta llegar con la avenida San Antonio intersección con la carretera Tlalnepantla-Cuautitlán; continuando con rumbo sur hasta el lindero norte de la empresa Bacardí y/o Ejido de Tultitlán y sus Barrios que es lindero del municipio de Cuautitlán Izcalli; para seguir con rumbo oeste hasta llegar a la autopista México-Querétaro; y luego continuar con rumbo sureste hasta la incorporación a la autopista México- Querétaro; para proseguir con rumbo sureste hasta la carretera Tlalnepantla-Cuautitlán por la calle Circunvalación; para enseguida avanzar sobre la carretera Tlalnepantla-Cuautitlán hasta llegar con la carretera Circunvalación (actualmente Vía José López Portillo) y con rumbo noreste hasta llegar a las vías del ferrocarril que es límite con el municipio de Cuautitlán Izcalli; para enseguida avanzar con rumbo sureste hasta la prolongación de la calle Texcoco perteneciente a la colonia Nueva Tultitlán que es lindero con el municipio de Tlalnepantla; para reanudar con rumbo sureste hasta llegar al límite del inmueble de la Comisión Nacional del Agua y colindando con la colonia El Olivo del municipio de Tlalnepantla; para posteriormente avanzar con rumbo sureste colindando con la misma colonia El Olivo

y el Panteón Jardines del Recuerdo del municipio de Tlalnepantla; posteriormente prosiguiendo con rumbo noreste con el Panteón Jardines del Recuerdo del municipio de Tlalnepantla hasta llegar a la avenida Santa Cecilia también conocida como Cola de Caballo del mismo municipio de Tlalnepantla; luego, siguiendo con rumbo noreste hasta llegar a la prolongación de la calle Violetas y avenida Santa Cecilia que son linderos con el municipio Tlalnepantla; para continuar en línea quebrada con rumbo sureste hasta la intersección con límite de la Ciudad de México; para luego proseguir en línea quebrada con rumbo noreste hasta la intersección con el límite del municipio de Coacalco; y avanzando en línea quebrada con rumbo noreste hasta llegar a la intersección que se forma con la vía José López Portillo; para seguir con rumbo noroeste sobre la calle Arquitecto Antonio Flores Torres que es lindero con el municipio de Coacalco hasta llegar al Fraccionamiento Los Portales que es Municipio de Tultitlán; y luego continuar en línea quebrada sobre el canal federal que es límite con Racho La Palma perteneciente al municipio de Coacalco con rumbo noreste hasta llegar al límite que corresponde al Fraccionamiento Bosques del Valle del municipio de Coacalco; para proseguir con rumbo noreste sobre el mismo canal federal que es límite con el Rancho La Palma hasta llegar al crucero que se forma con las calles Mariano Matamoros, de Las Rosas y Modesto Flores que es el punto de inicio y cierre de poligonal.

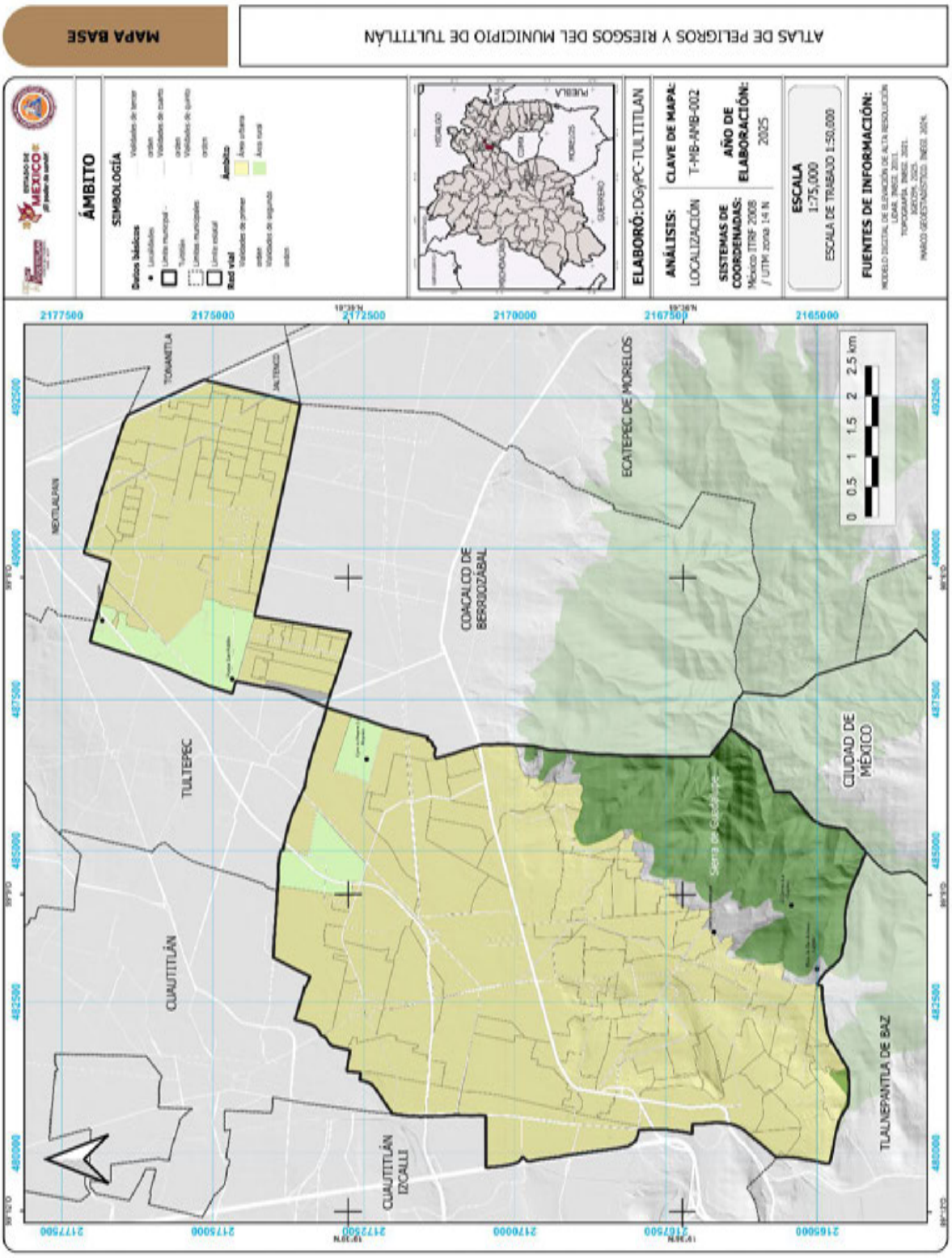
- **El polígono de la Zona Oriente** inicia en la esquina de la avenida Eje Tres con calle Istmo que es lindero con los municipios de Jaltenco, Ecatepec y Coacalco; continuando con rumbo noreste sobre la calle Istmo que es colindancia con el municipio de Jaltenco hasta llegar con la intersección del Gran Canal, ahora Circuito Exterior Mexiquense, siguiendo con rumbo noroeste sobre el mismo canal hasta llegar a los límites del Fraccionamiento Villas Loreto que es colindancia con el municipio de Nextlalpan; para luego proseguir con rumbo noroeste con terrenos del municipio de Nextlalpan hasta llegar al crucero de la avenida Recursos Hidráulicos; para continuar en dirección suroeste sobre el lindero del Fraccionamiento Unidad Morelos Tercera Sección y colindando con terrenos del municipio de Tultepec hasta llegar con la traza denominada “guardarraya”; luego siguiendo con rumbo noroeste sobre la traza conocida como “guardarraya” hasta llegar a la mojonera determinada por un árbol de pirúl que es colindancia con terrenos del municipio de Tultepec; para luego avanzar con rumbo suroeste sobre la traza denominada “guardarraya” que es colindancia con terrenos de la colonia Xacopinca del municipio de Tultepec, cruzando por el Circuito Exterior Mexiquense y la avenida Recursos Hidráulicos, hasta llegar a la avenida San Pablito; y luego proseguir con dirección suroeste sobre la avenida San Pablito hasta llegar a la avenida Hacienda Flor de Canela que es colindancia con Teyahualco del municipio de Tultepec; para después mantenerse con rumbo sureste en línea quebrada sobre la misma avenida Flor de Canela y que continua como calles Amado Nervo y Modesto Fuentes hasta llegar a la esquina avenida de Las Rosas que

es colindancia con Teyahualco municipio de Tultepec; para proseguir en dirección sureste sobre la avenida Hacienda de las Rosas hasta llegar con el límite del Fraccionamiento Unidad CTM que es colindancia con el Fraccionamientos Rancho de la Palma IV, y los Portales del Municipio de Coacalco; para en seguida mantenerse con rumbo noreste sobre Fraccionamiento Héroes Coacalco y Hacienda Coacalco del municipio de Coacalco hasta llegar a la guardarraya que divide el municipio de Coacalco con Tultitlán y continuando con la guardarraya referida que es continuación del Eje Tres hasta llegar con la intersección de la calle Istmo que es punto de inicio

Mapa topográfico

El Mapa 4 es una imagen de referencia en donde se superponen capas que permitan visualizar información geográfica y representen de manera espacial el territorio municipal, fue elaborado bajo los lineamientos que establece el INEGI.

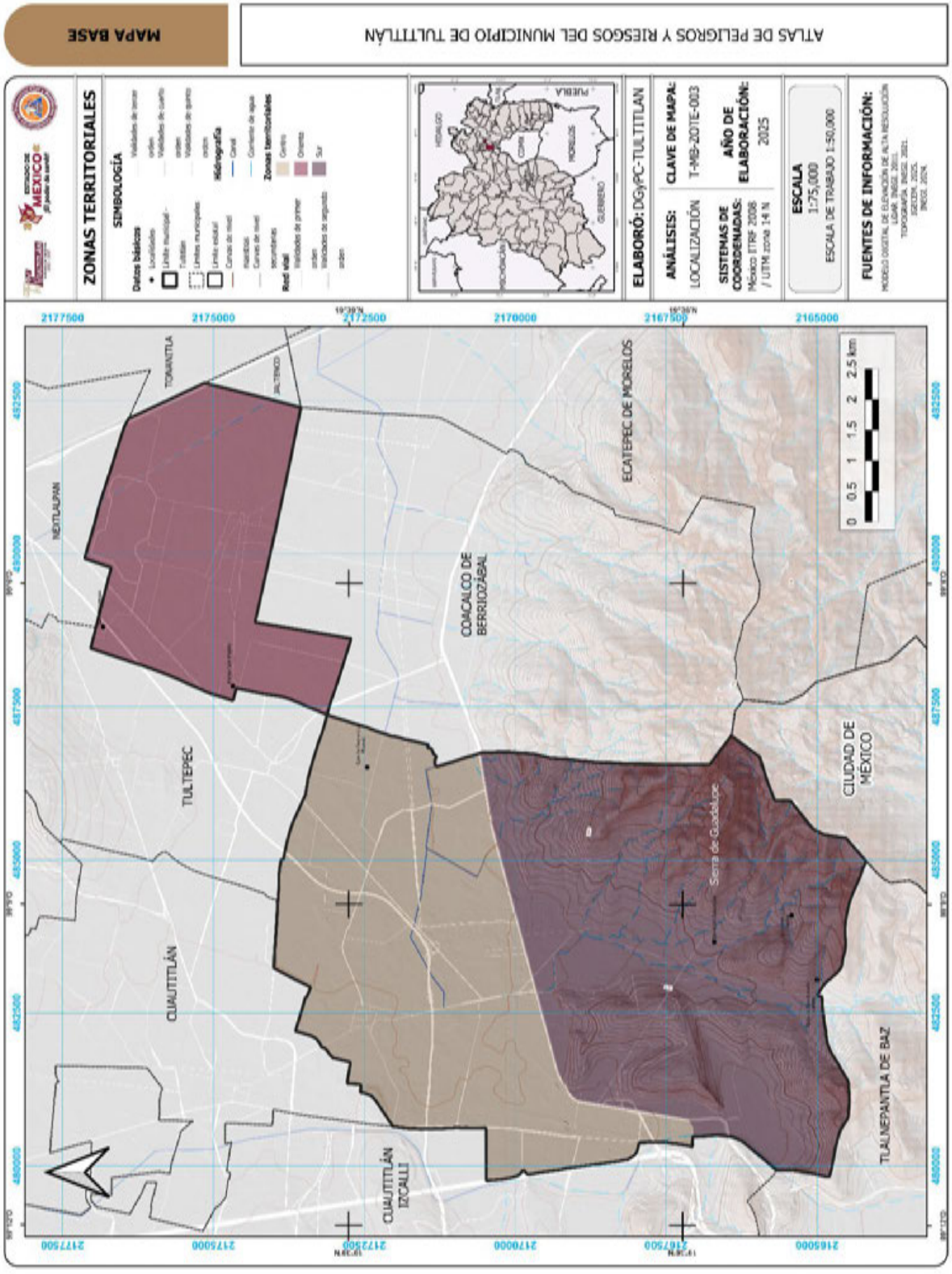
Este mapa contempla el *modelo digital de elevación*, el cual permite representar el relieve del terreno; *curvas de nivel*, que permite proyectar las zonas de menor y mayor altitud; hidrografía, representando cuerpos de agua como son ríos permanentes, intermitentes y cuerpos de agua; localidades puntuales, vialidades principales y zonas urbanas.



Mapa 2. Distribución del ámbito rural y urbano

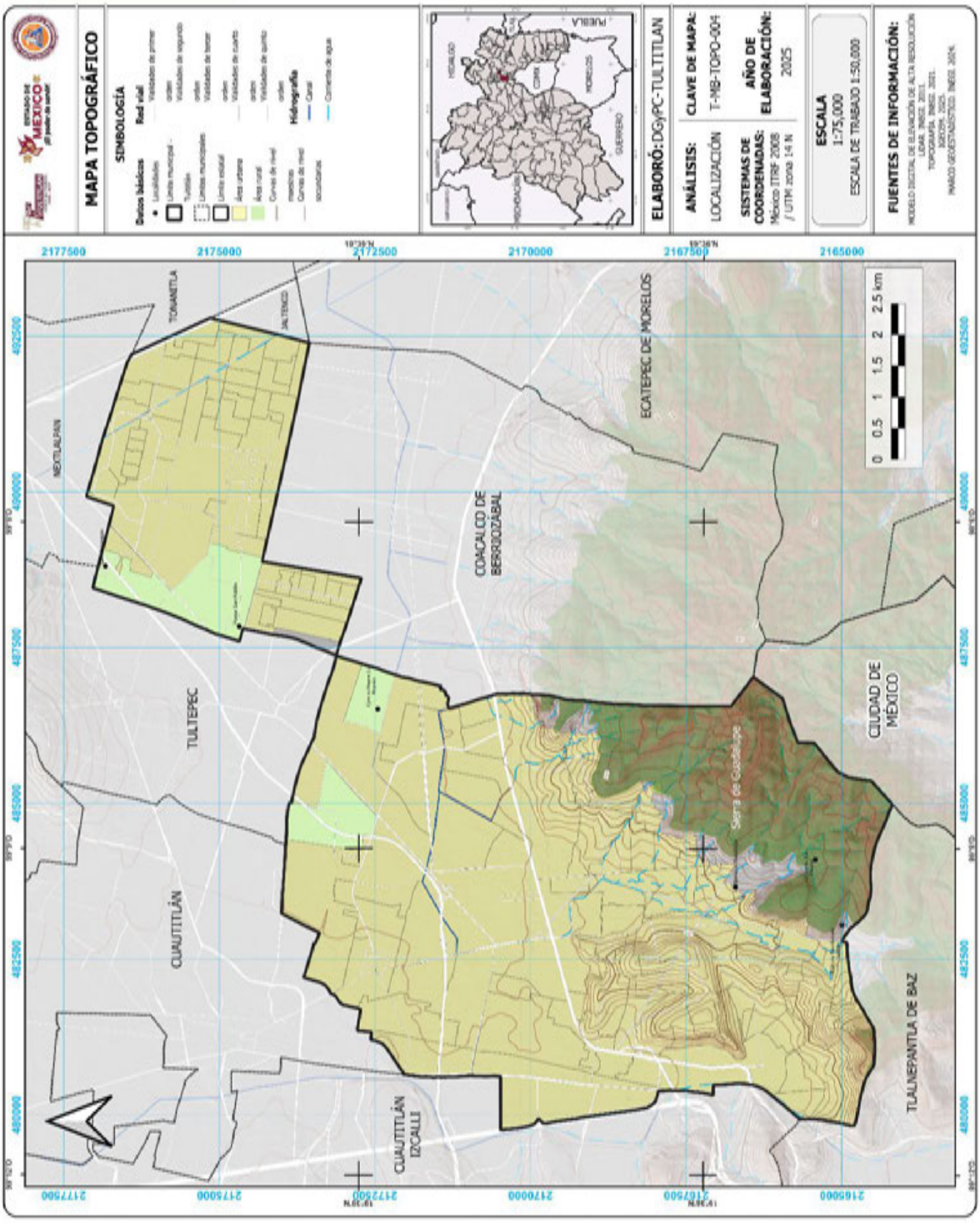
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE INEGI

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00



Mapa 3. Zonas territoriales

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DEL PLAN MUNICIPAL



Mapa 4. Mapa Base

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

CAPÍTULO 3. DETERMINACIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICO-GEOGRÁFICOS DEL MUNICIPIO

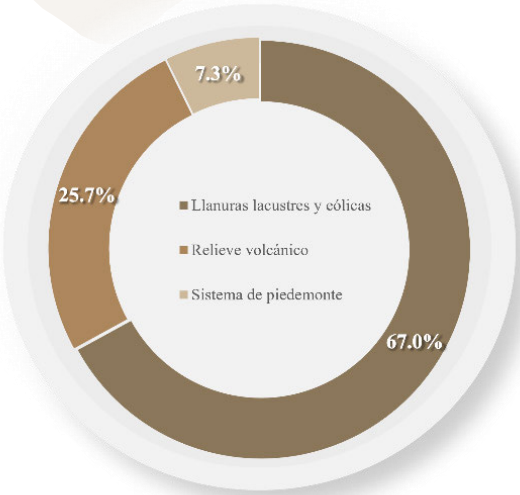
Descripción general del medio natural que predomina en el municipio

A continuación, se presenta una descripción general del medio natural que predomina en el municipio de Tultitlán, la cual resulta esencial para comprender las dinámicas territoriales, sociales y ambientales que se desarrollan en esta región. El medio natural constituye la base sobre la cual se han establecido los asentamientos humanos, las actividades económicas y los procesos de transformación del territorio. Esta información es clave para la planificación territorial, la gestión sustentable del ambiente y la formulación de políticas públicas adecuadas a las condiciones locales.

Mapas Temáticos a nivel municipal

Fisiografía

La fisiografía o también conocida como geografía física es la subdisciplina geográfica que estudia fenómenos naturales que ocurren en la superficie terrestre, además de ver desde una perspectiva espacial las interacciones humanas con el ambiente. También abarca los aspectos físicos y biológicos (biofísicos), además de la relación con acciones humanas. Su ámbito temporal abarca desde los estudios de evolución del paisaje a escalas milenarias, hasta la observación y medición de fenómenos actuales.[6]



Gráfica 1. Topoformas
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE INEGI 2010.

En el caso de Tultitlán, la fisiografía pertenece a la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico Transversal, también conocida como Faja Volcánica Transmexicana. Esta se desarrolla sobre el margen suroccidental de la Placa de Norteamérica como resultado de la subducción entre las Placas Rivera y Cocos, también es importante destacar que dentro de esta provincia se encuentra la subprovincia fisiográfica “Lagos y Volcanes de Anáhuac”, la cual se caracteriza por estar formada por grandes sistemas de sierras y aparatos volcánicos.

[6] (Instituto de Geografía. UNAM, 2024)

La Sierra de Guadalupe es parte de estos sistemas generales y está conformada por estructuras volcánicas, tales como domos y estratovolcanes colapsados, los cuales están asociados a depósitos de caída, flujos piroclásticos, flujos de lodo y avalanchas.

En la parte sur del territorio podremos encontrar fisiografía relacionada con los estratovolcanes, como son El Jaral y el cono volcánico El Picacho. El relieve de la sierra se originó a partir de procesos volcánicos y tectónicos, después fue definido por la erosión y depositación. La disección se manifiesta por barrancos, depresiones en forma cóncava producida por erosiones o también conocidos como circos de erosión y valles[7].

Superficies absolutas y valores relativos (porcentajes)

Estas estructuras modelan el relieve del territorio y forman diferentes patrones morfológicos en la superficie terrestre, los cuales son conocidos como "topoformas". Las topoformas son el resultado de la interacción entre factores geológicos, climáticos, hidrológicos y biológicos a lo largo del tiempo, y permiten identificar las formas del terreno que caracterizan una región específica. (Tabla 3 y Gráfica 1):

Tabla 3. Topoformas

Tipo	Superficie (km^2)	Porcentaje
Llanuras lacustres y eólicas	47.44	67.0 %
Relieve volcánico	18.18	25.7 %
Sistema de piedemonte	5.15	7.3 %

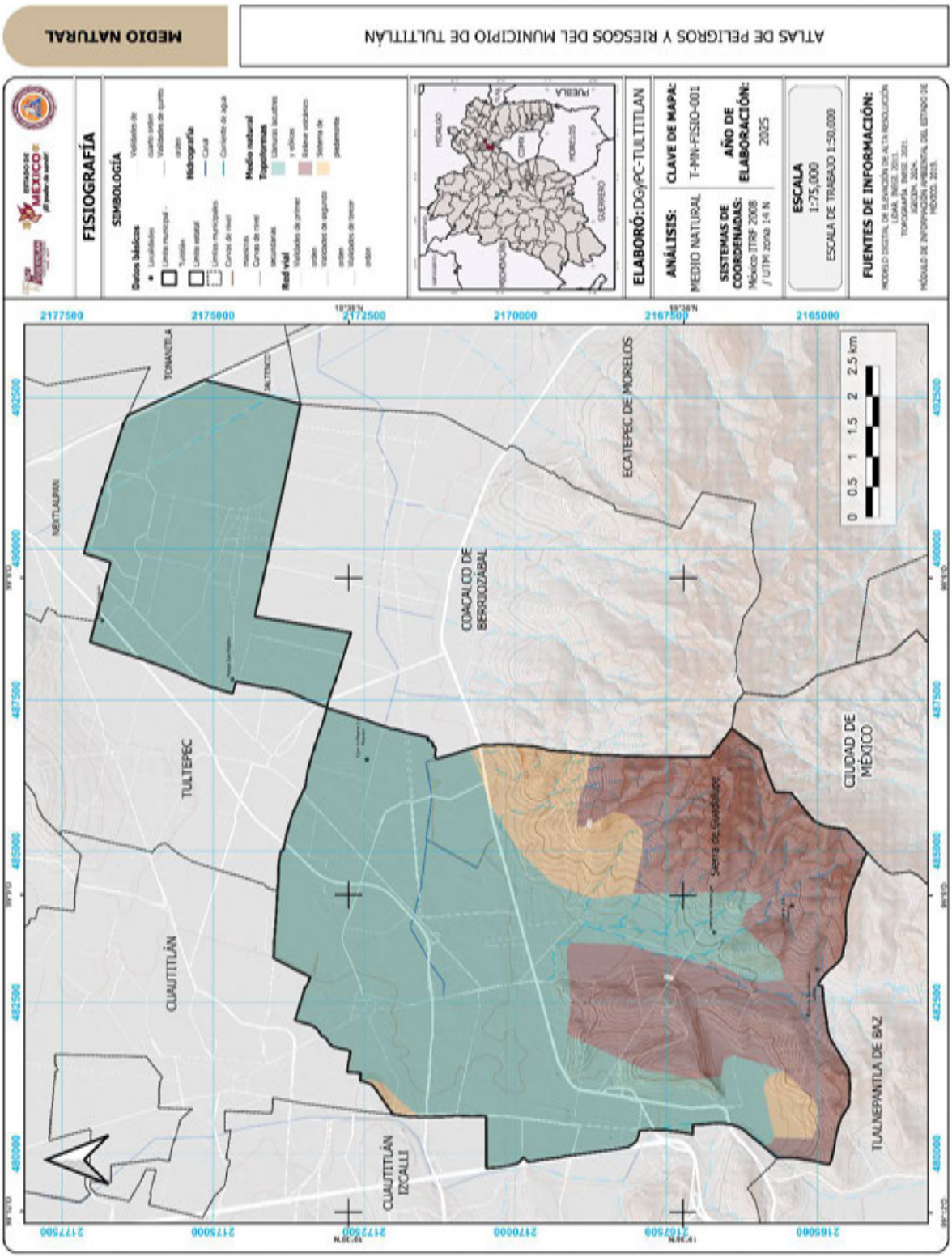
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE INEGI 2010.

De acuerdo con información del INEGI, la llamada **isla municipal** está compuesta en su totalidad por **llanuras lacustres y eólicas**, al igual que la mitad norte del territorio donde se encuentra la cabecera municipal, estas son las zonas más bajas del territorio.

Al sur de la demarcación se encuentra con menor cobertura la topoforma **relieve volcánico**, en colindancias con la Ciudad de México y Tlalnepantla de Baz, que representan las zonas más altas del municipio. Por último, colindante con los municipios Cuautitlán y Cuautitlán Izcalli, en menor proporción los **sistemas de piedemonte** (ver Mapa 5).

[7] (Sociedad Geológica Mexicana, 2007)

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00



Mapa 5. Fisiografía

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de plataforma CEPANAF.

Geomorfología

La geomorfología se considera una ciencia geológica-geográfica que estudia el relieve (las formas de la superficie terrestre), incluso si se encuentran cubiertas por agua y/o glaciares; y la superficie de los astros del Sistema Solar. También incluye la descripción de las formas (morfología), su origen (génesis), estructura, historia de desarrollo, dinámica actual, diagnóstico futuro y su interacción con actividades humanas.[8]

Dentro del municipio no se perciben cambios bruscos de elevación, sin embargo, encontramos alturas que oscilan entre los 2,210 m y los 3,010 m; siendo la **Isla Municipal** la zona de menor elevación que van de los 2,210 m a los 2,248 m; en la zona centro y sur del municipio donde se encuentra la **Cabecera Municipal** la altitud varia de los 2,283 m a los 3,010 m (Mapa 8). Las zonas más altas que forman parte de la Sierra de Guadalupe y de las que se tienen registro dentro del municipio se ven en la Tabla 4:

Tabla 4. Elevaciones[9]

Nombre	Elevación
El Jaral	2,466 msnm
El Picacho	2,860 msnm

Fuente: Elaboración propia con datos de Riesgo geológico en el municipio de Tultitlán de Mariano Escobedo, Estado de México.

Tomando como referencia el Modelo Digital de Elevación (MDE), se realizó la medición de la altitud del terreno, el cual se categorizó de la siguiente manera y que se pueden visualizar en el Mapa 7:

Tabla 5. Cualificación de la altitud

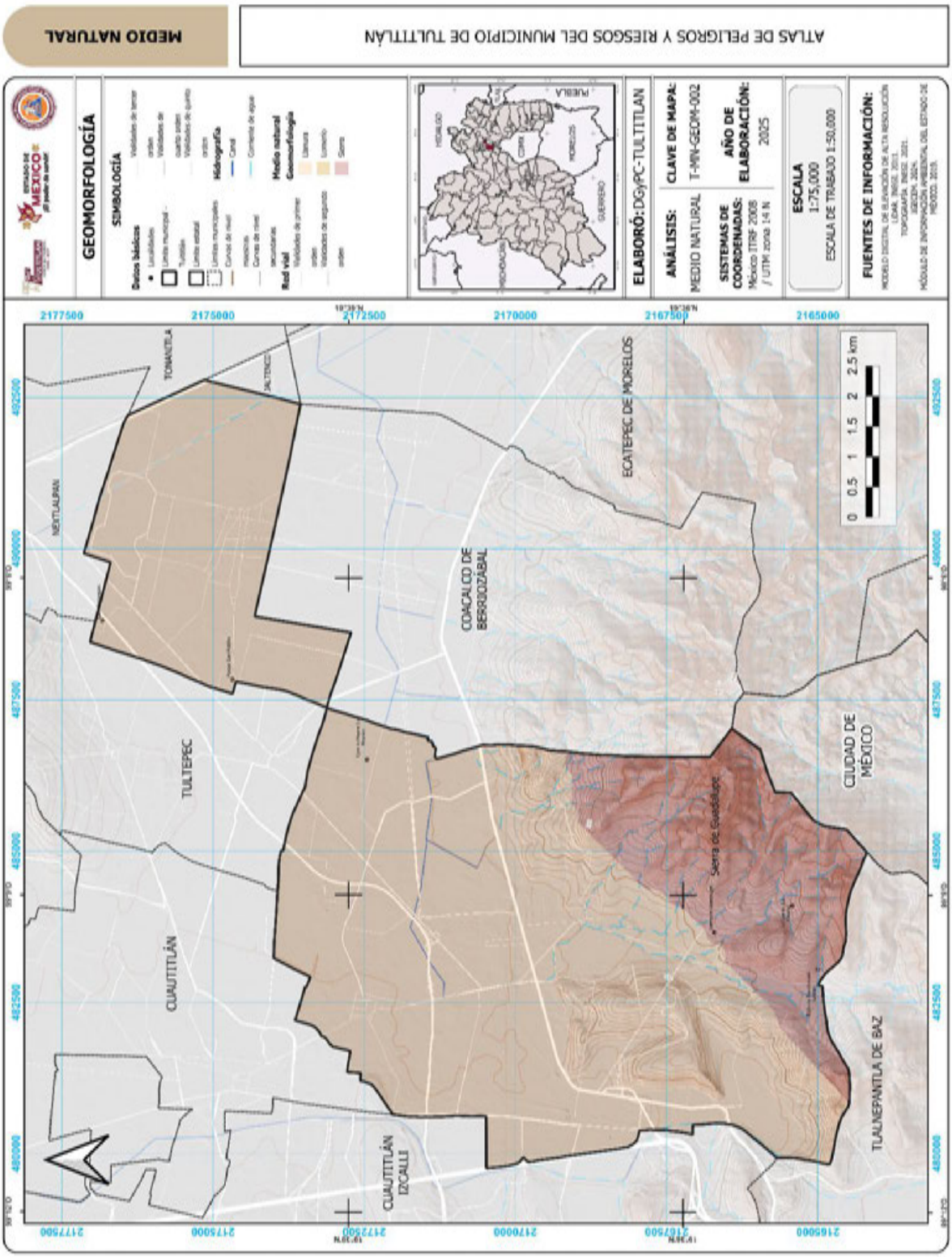
Color	Altitud msnm
	Menor a igual a 2,410
	2,410 - 2560
	2560 – 2710
	2710 – 2860
	Mayor a 2860

Fuente: Elaboración propia

Manifestándose geomorfológicamente dos grandes sistemas generales dentro de la demarcación, las cuales se denominan **llanuras** y **sierras**, y en menor proporción en la parte suroeste colindando con Tlalnepantla de Baz inicia un tercer sistema denominado **lomerío** que conforma el 0.02% del territorio (Tabla 6 y Mapa 6).

[8] (Hubp, 2011)

[9] (Rodrigo, 2019)



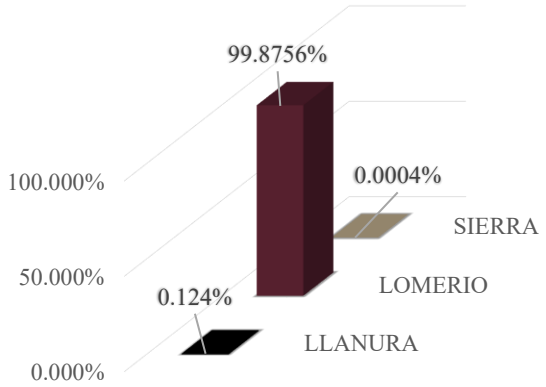
Mapa 6. Geomorfología

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE PLATAFORMA ECOGEM.

En la Tabla 6 se presentan los sistemas generales que predominan en el municipio, así como su proporción relativa dentro del total de su superficie (ver Gráfica 2). Estos sistemas geomorfológicos presentes en el municipio representan las unidades del relieve que han sido conformadas por procesos geológicos y geomorfológicos a lo largo del tiempo:

Tabla 6. Sistemas Geomorfológicos

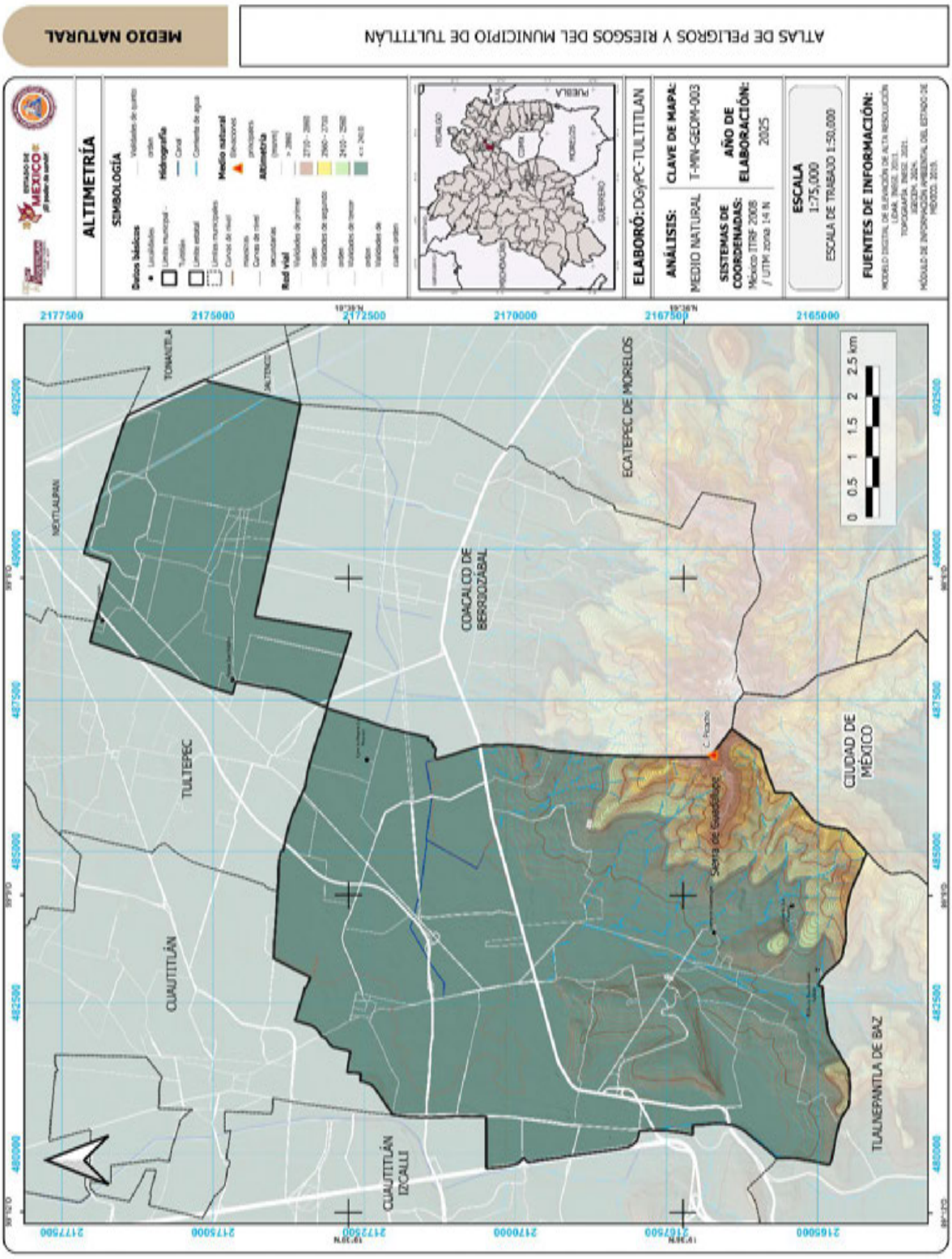
Tipo	Superficie (km^2)	Porcentaje
Llanura	24.47	0.124%
Lomerío	19713.13	99.8756%
Sierra	0.08	0.0004%



Gráfica 2. Sistemas geomorfológicos en porcentaje.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ECOGEM 2019.

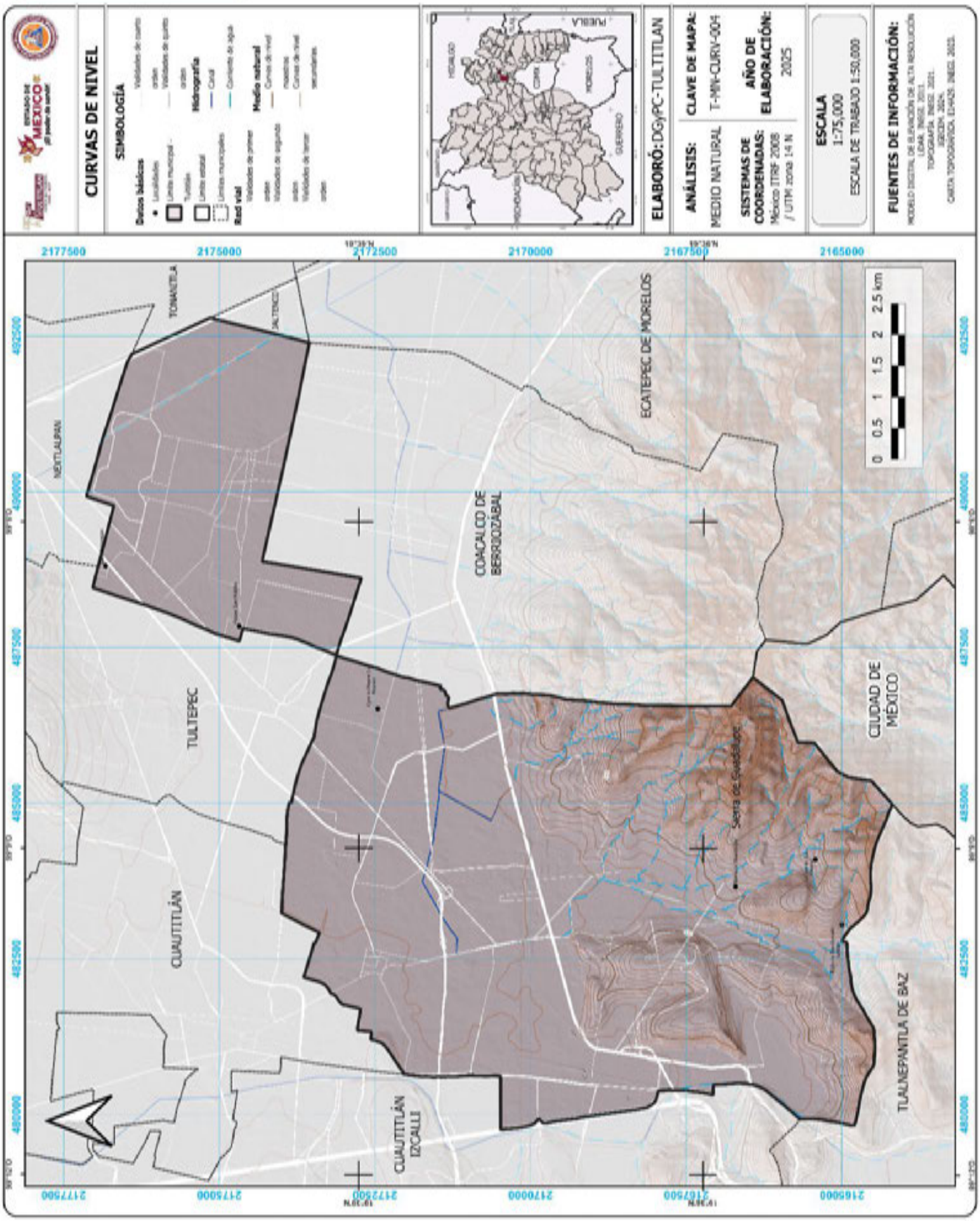
En la superficie topográfica se puede distinguir que en diversos tramos se tiene una elevación menor que **2,240 msnm** (ver Mapa 8), lo cual hace que estas partes sean susceptibles a diversos riesgos por inundaciones pluviales. También es notorio el cambio repentino y abrupto de pendiente en la parte sureste, el cual se relaciona con circos de erosión; afectados por procesos fluviales además de depresiones estrechas controladas por fracturas (ver Mapa 7).[10]

[10] (Rodrigo, 2019)



Mapa 7. Altimetría

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Mapa 8. Curvas de nivel

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE INEGI

Geología

Litología

La geología es una ciencia natural que estudia la composición, estructura e historia del desarrollo de la corteza terrestre y sus capas más profundas. La geología no solo se considera como una ciencia, sino también como un conjunto de disciplinas científicas entre algunas de estas incluye la estratigrafía, la tectónica, la geología histórica, la vulcanología, la mineralogía, la petrología, la sedimentología y la geoquímica. [11]

En el municipio de Tultitlán como se mencionó anteriormente en la sección de fisiografía, el municipio forma parte de la Sierra de Guadalupe, con sus dos formaciones estrato volcánicas: El Jaral y El Picacho, los cuales están constituidos predominantemente por dacita y andesita. Se considera que este complejo volcánico tuvo inicios a partir de procesos explosivos en el plioceno temprano y posteriormente procesos efusivos en el plioceno medio.

Es fundamental tener conocimiento sobre el material geológico que existe dentro del municipio, de ahí que se obtenga información para comprender la causa y manifestación de diferentes sucesos geológicos dentro de la demarcación, por lo que a continuación se describirá los materiales rocosos (Mapa 9 y Tabla 7):

- **Andesitas (Rocas Extrusivas):** originadas en el Mioceno Medio y Tardío. Conforman parte de la sierra de Guadalupe y están compuestas por derrames lávicos principalmente de andesita y sus compuestos como son: andesitas de lamprobolita, augita y andesitas de hiperstena, encontrando espesores promedio de 400 m a una profundidad aproximada de 900 m; este material representa el 8.22 % del territorio (Gráfica 3).
- **Dacitas:** la Sierra de Guadalupe al ya haber tenido su período de actividad explosiva, como se mencionó anteriormente, pasó a una actividad efusiva, lo cual dio como resultado flujos lávicos daciticos; encontrado a mitad del territorio. El espesor promedio de este material rocoso es de 300 m; este material representa el 8.04 % del territorio. Se propone que los depósitos superiores de esta unidad probablemente fueron productos de erosión y dar origen a depósitos de lahares (ver Gráfica 3).
- **Lahar:** normalmente están formados por flujos de barro a partir de la saturación de agua del material suelto producto de una erupción volcánica, como son rocas erosionadas y cenizas. Debido al origen de este material, algunas zonas pueden estar poco consolidadas, creando planos de debilidad, que con la interacción del agua favorecen su movimiento; lo podemos localizar en la parte sureste del municipio y del lado suroeste del municipio en el límite con Cuautitlán Izcalli representando el 0.65 % (Gráfica 3).

[11] (Hubp, 2011)

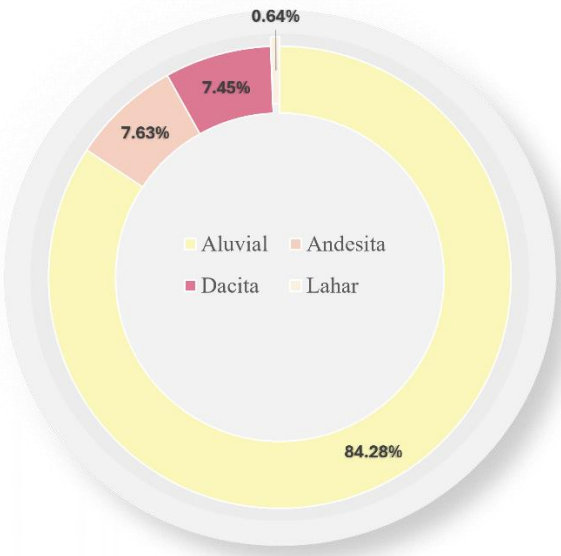
- **Depósitos aluviales:** generalmente es material erosionado que se fue depositando por flujos de agua y/o deslizamiento conformado por gravas, arenas, cenizas y arcillas, lo que causa que este poco consolidado. Este material cubre la mayor parte del territorio al norte y noreste con un 83.08% (Gráfica 3).

Tabla 7. Litología

Tipo	Superficie (km²)	Porcentaje
Aluvial	24.86	83.08 %
Andesita	5.43	8.22 %
Dacita	5.31	8.04 %
Lahar	0.43	0.65 %

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DEL ATLAS NACIONAL DE RIESGOS.

Otro factor geológico que considerar del municipio es la identificación de **fallas y fracturas** que se ubican al sur del territorio, estas son rupturas del material geológico. Estos sistemas de fallas y fracturas se agrupan en 3 familias, las cuales siguen orientaciones similares, unos de estos sistemas de fallas presentan una orientación Noreste a Suroeste. El segundo sistema de fallas presenta una orientación Noroeste a Sureste. Finalmente, el tercer sistema de fallas lleva una orientación Este a Oeste, se considera que estas últimas afectan a rocas jóvenes.



Gráfica 3. Material Geológico

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DEL ATLAS NACIONAL DE RIESGOS.

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

Geología estructural

La geología estructural de Tultitlán está marcada por la cercanía a la Sierra de Guadalupe, una formación volcánica que pertenece al Eje Neovolcánico Transmexicano. Esta área presenta rocas andesíticas y basaltos, afectados por fallas y fracturas tectónicas, lo que ha modelado el relieve actual y refleja la actividad volcánica y tectónica de la región.

Tabla 8. Rumbo y echado

Identificador	Tipo de estructura	Rumbo/echado	Identificador	Tipo de estructura	Rumbo/echado
1	Falla	S54.0E/89.5°SE	26	Falla	N77.8O/81.7°SE
2	Falla	N0.7O/86.5°SE	27	Falla	S12.0O/62.0°SE
3	Falla	S74.0E/63.6°SE	28	Falla	N68.2E/61.6°SE
4	Falla	N64.9O/61.8°SE	29	Falla	S46.6O/59.4°SE
5	Falla	N35.0E/59.0°SE	30	Falla	N72.4E/60.1°SE
6	Falla	S22.3E/83.9°SE	31	Falla	N70.8O/69.0°SE
7	Falla	N14.5O/84.8°SE	32	Falla	N76.9E/69.3°SE
8	Falla	S58.7O/83.3°SE	33	Falla	N0.4O/80.7°SE
9	Falla	N80.5E/81.8°SE	34	Falla	N88.1E/74.4°SE
10	Falla	S17.5O/84.9°SE	35	Falla	N25.1O/77.8°SE
11	Falla	S37.1O/69.7°SE	36	Falla	N40.8E/81.3°SE
12	Falla	N61.5E/66.6°SE	37	Falla	N23.6O/83.0°SE
13	Falla	N17.4E/81.0°SE	38	Falla	S41.7O/81.2°SE
14	Falla	N35.4E/68.2°SE	39	Falla	N81.3O/65.7°SE
15	Falla	S69.6O/47.4°SE	40	Falla	N70.9E/82.9°SE
16	Falla	N38.8E/80.5°SE	41	Falla	N82.8E/87.7°SE
17	Falla	S12.0E/85.3°SE	42	Fractura	N69.4E/70.3°SE
18	Falla	S10.7O/61.8°SE	43	Fractura	S78.4O/87.6°SE
19	Falla	S0.7O/78.1°SE	44	Fractura	N63.6O/70.4°SE
20	Falla	S71.4O/71.6°SE	45	Lineamiento	S54.2E/89.0°SE
21	Falla	S26.6O/73.6°SE	46	Lineamiento	S29.9O/77.2°SE
22	Falla	N10.2O/71.6°SE	47	Lineamiento	S59.1E/88.6°SE
23	Falla	N86.5O/82.1°SE	48	Lineamiento	N89.2O/75.6°SE
24	Falla	N7.7O/70.3°SE	49	Lineamiento	N58.3O/89.6°SE
25	Falla	S23.2E/87.6°SE	50	Lineamiento	N59.5E/77.0°SE

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Interpretación estructural preliminar

En cuanto a las orientaciones, los **rumbos** de las fallas varían principalmente entre los **valores de 0° a 90°**, con una inclinación hacia el este y sureste, lo que sugiere que la mayoría de las fallas están orientadas en esa dirección. También se observa una diversidad en los **ángulos de echado**, que van de **47.4° a 89.5°**, lo que indica que las fallas tienen una inclinación generalmente subvertical. Los **lineamientos** tienen una orientación más coherente, con rumbos centrados en el este y sureste, mientras que las **fracturas** muestran una ligera dispersión en sus rumbos, pero

también están orientadas mayormente en direcciones similares a las fallas (ver Tabla 8). Este patrón de orientación es importante para entender los esfuerzos tectónicos que podrían estar actuando en la región, aunque el análisis no incluye datos cinemáticos directos que permitan determinar el tipo de desplazamiento o el sentido del movimiento (ver Imagen 1). La falta de estos datos limita la capacidad para realizar un análisis cinemático detallado de las deformaciones observadas (ver Mapa 9).

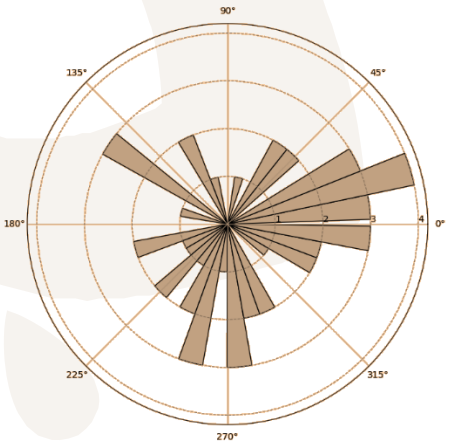


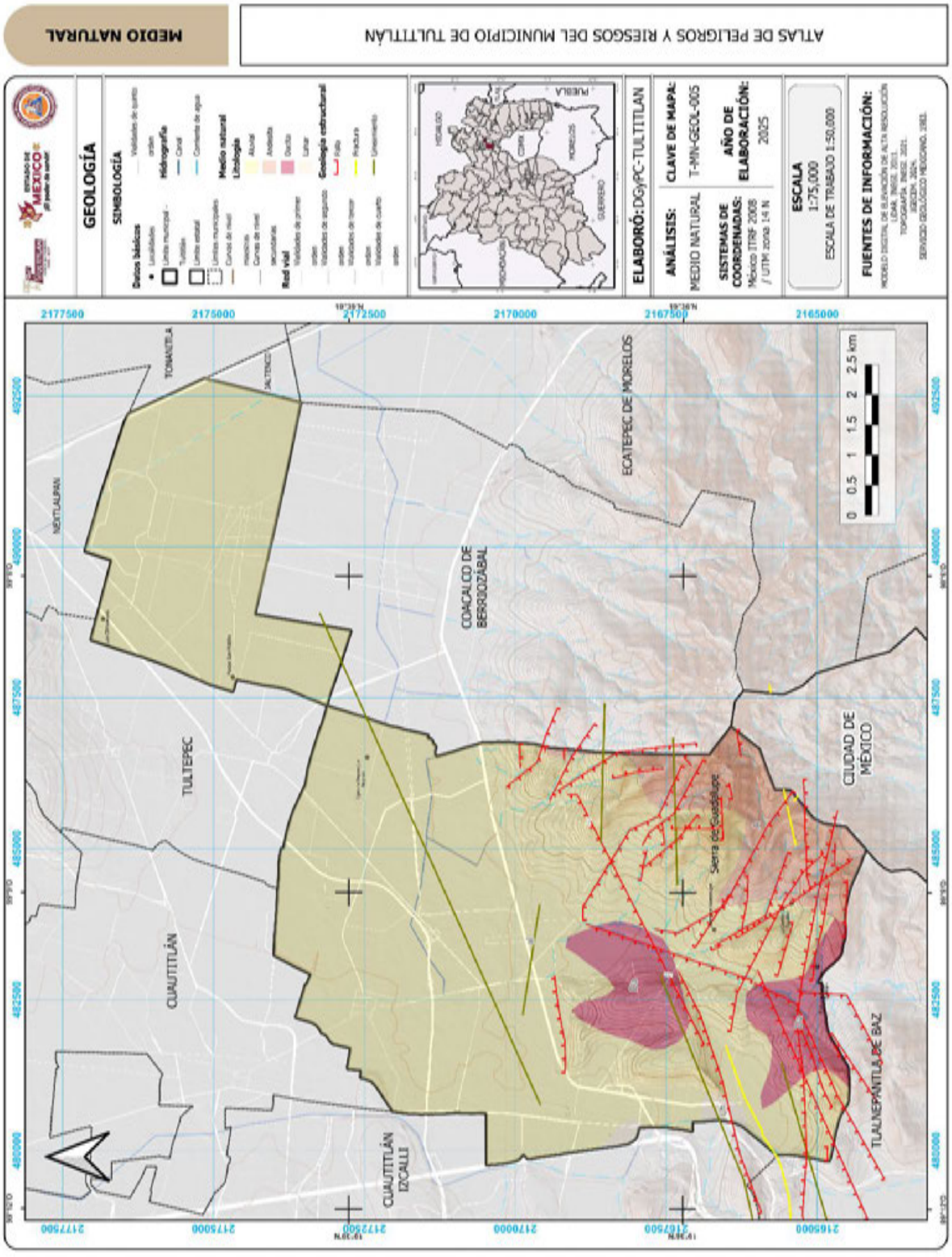
Imagen 1. Roseta de rumbos de fallas, fracturas y lineamientos

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Minería

En el municipio de Tultitlán, no se ha registrado actividad minera formal ni informal.[12] A pesar de que el Estado de México posee un alto potencial minero, con numerosas minas en zonas como El Oro, Tlalpujahua y Zacualpan, Tultitlán no aparece en los listados de distritos mineros relevantes ni en las bases de datos oficiales relacionadas con la minería. Además, no se han identificado concesiones mineras activas ni proyectos de exploración minera en esta área. Tampoco se reportan actividades relacionadas con la extracción de materiales pétreos como arena, grava o caliza, lo que sugiere que, aunque otras regiones del estado albergan estas actividades, Tultitlán no forma parte de estas zonas de explotación minera. Por lo tanto, no hay evidencia de minería registrada en el municipio.

[12] (Gobierno Municipal, 2025)



Mapa 9. Geología

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DEL ATLAS NACIONAL DE RIESGOS.

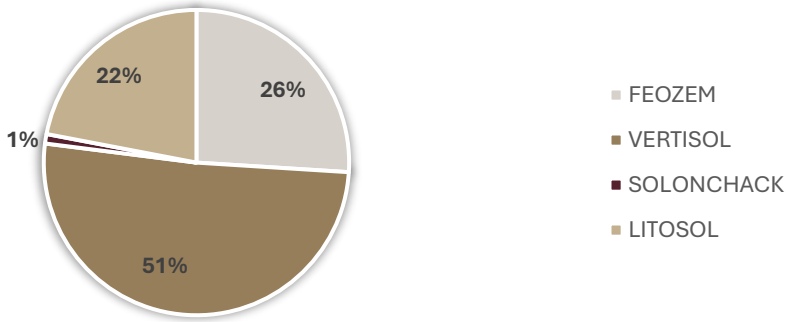
Edafología

Proveniente del griego la edafología es el estudio del suelo. Es una disciplina que estudia los suelos en relación con la biota (organismos vivos) y la utilidad de estos para el cultivo. También abarca la génesis, clasificación y cartografía de suelos en relación con las formas del relieve[13]

Dentro del municipio a través de los años se han presentado varios factores bióticos y abióticos que han generado procesos formativos del suelo, como lo es el volcanismo, clima, erosión, actividades humanas y urbanización; las cuales transportan cantidades importantes de material que componen y modifican los perfiles del suelo. De acuerdo con la clasificación de suelos de la Organización para la Alimentación y la Agricultura de Naciones Unidas, por sus siglas en inglés FAO/UNESCO; y basándose en sus características físicas y químicas, así como en su correlación con la cubierta vegetal que sustenta las principales unidades edafológicas de acuerdo con el INEGI, dentro del municipio se encuentra:

Tabla 9. Tipos de suelo

Tipo de suelo	Categoría	Superficie (km²)	Porcentaje
Feozem	Háplico	18.48	26 %
Vertisol	Pélico	35.78	51%
Solonchak	Órtico	0.7	1 %
Litosol	Háplico	15.79	22 %



Fuente: Elaboración propia a partir de ECOGEM 2019.

El municipio de Tultitlán presenta cuatro tipos principales de suelo, los cuales varían en extensión, características físicas y aptitud para el uso agrícola o urbano (ver Tabla 9 y Mapa 10). A continuación, se describen del más representativo al de menor superficie:

1. Vertisol Pélico (51 % - 35.78 km²)

- Este tipo de suelo es el más extendido en el municipio y se localiza principalmente en la parte norte y en la isla municipal de Tultitlán.

[13] (Hubp, 2011)

- **Características**: Son suelos muy arcillosos, duros en época seca y pegajosos en época húmeda.
- **Limitaciones**: Presentan muy baja velocidad de infiltración, dificultando el manejo del agua, y son problemáticos para la construcción debido a su alto grado de expansión y contracción.
- **Potencial**: Tienen una fertilidad natural elevada, por lo que pueden ser aprovechados para agricultura si se realiza un manejo adecuado.

2. Feozem háplico (26 % - 18.48 km²)

- Predomina en la parte sur y sureste del municipio, en terrenos planos o ligeramente inclinados.
- **Características**: Son suelos profundos, con una capa superficial oscura, rica en materia orgánica y nutrientes.
- **Ventajas**: Alta porosidad y retención de agua, estructura en bloques estables.
- **Uso agrícola**: Muy aptos para cultivos como trigo, soya y algodón, gracias a su fertilidad y estabilidad.

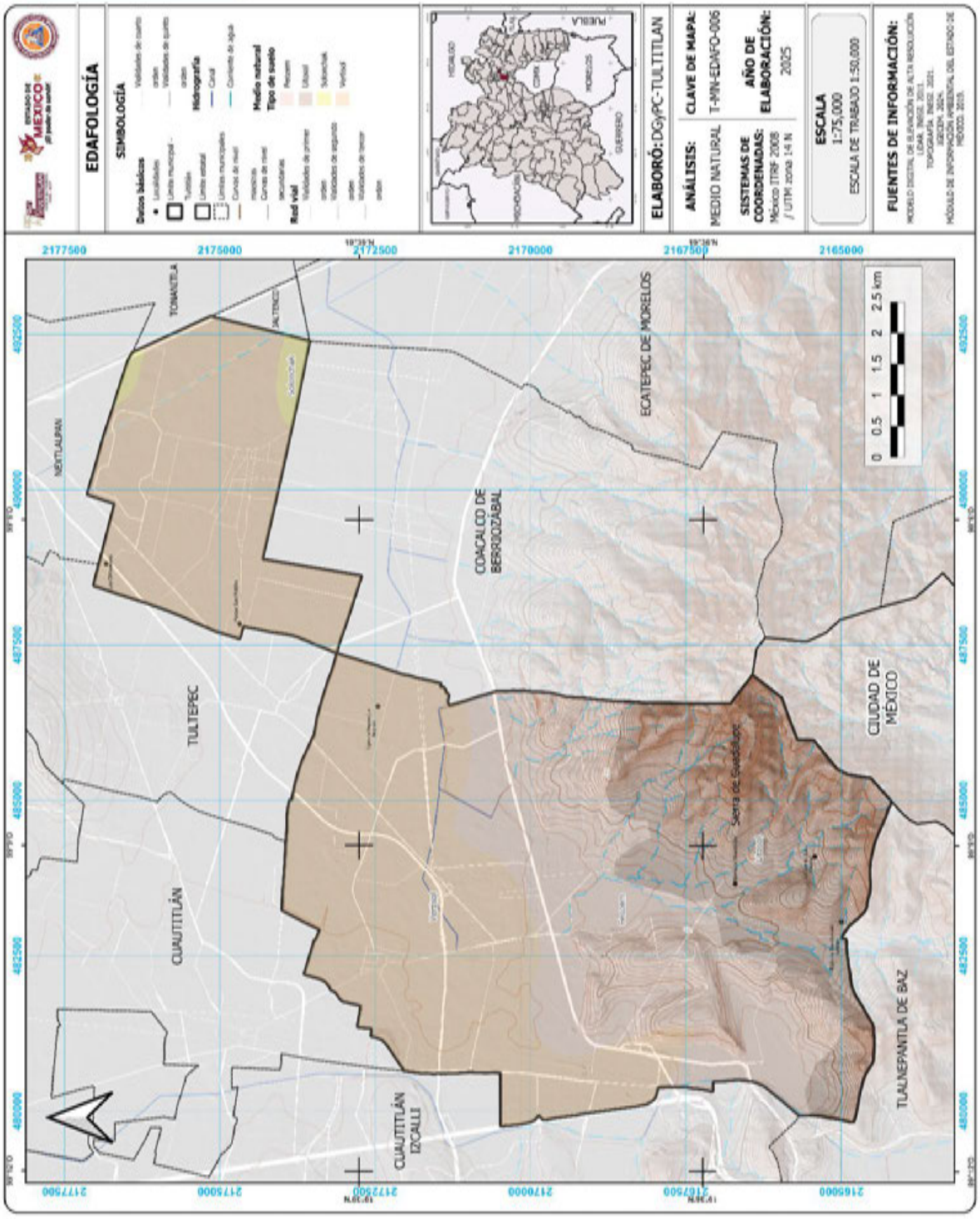
3. Litosol (o leptosol) háplico (22 % - 15.79 km²)

- Se encuentra principalmente en zonas con pendiente pronunciada o presencia de roca madre expuesta.
- **Características**: Suelos muy delgados (menos de 20 cm), con baja fertilidad y capacidad de retención de agua.
- **Riesgos**: Alta susceptibilidad a la erosión e inestabilidad de laderas.
- **Uso**: Limitado a pastizales o vegetación natural. No se recomienda para uso agrícola intensivo ni construcción.

4. Solonchak órtico (1 % - 0.7 km²)

- Localizado en pequeñas superficies al noreste de la isla municipal, en los límites con Nextlalpan y Tonanitla.
- **Características**: Suelos con alta concentración de sales solubles.
- **Limitaciones**: Bajo valor agrícola, posibilidad de acumulación de salitre en edificaciones, y drenaje deficiente.
- **Uso**: Solo apto en ciertos cultivos adaptados a salinidad o para conservación. [14]

[14] (Barradas, 2021)



Mapa 10. Edafología

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE LA PLATAFORMA ECOGEM.

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

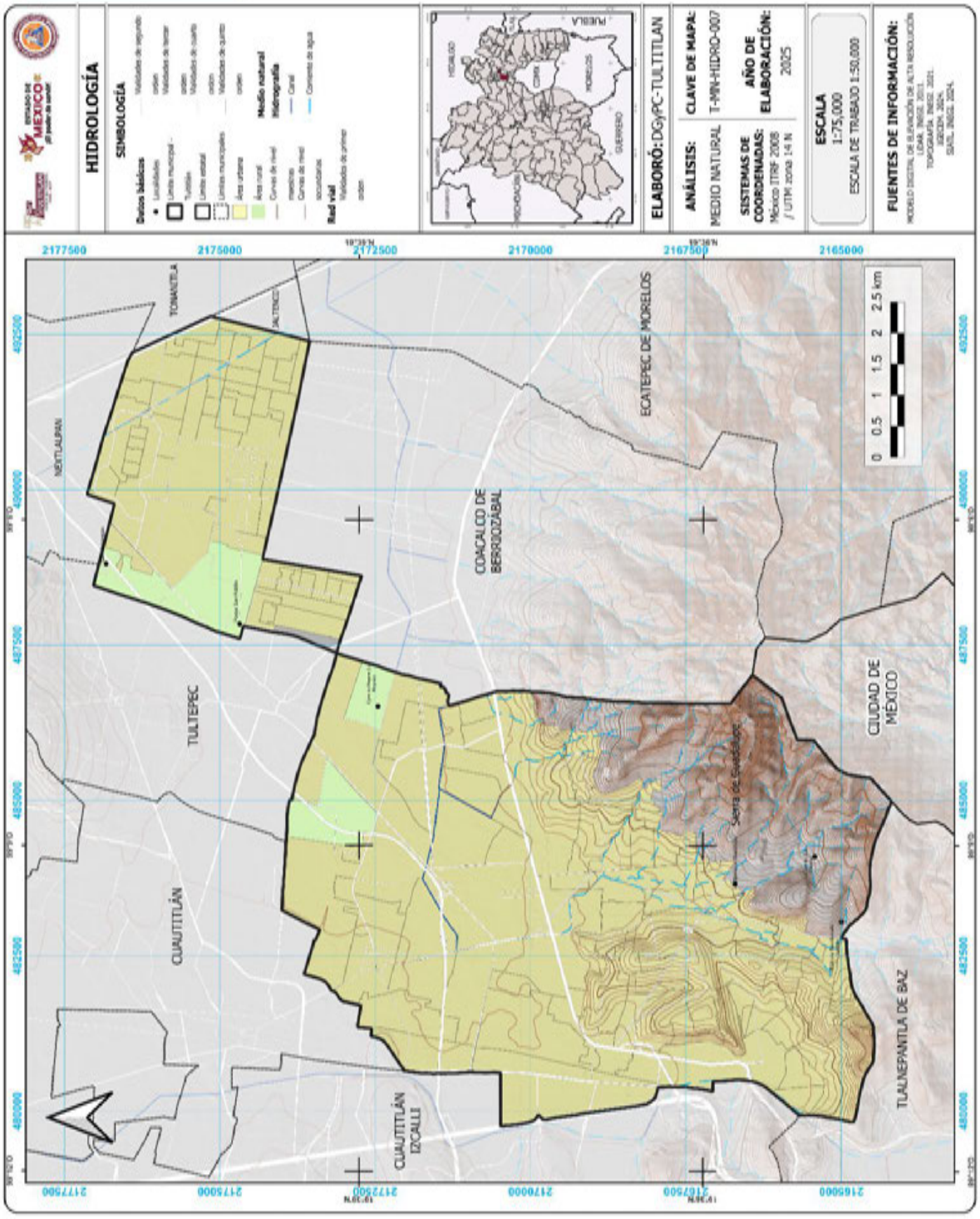
Hidrología

El municipio de Tultitlán ha tenido un desarrollo urbano en constante crecimiento que va de la mano con su hidrología, ya que lo anterior implica una reducción en los cuerpos de agua del territorio, así como la modificación de los procesos hidrológicos.

En la actualidad el municipio no cuenta con ríos o presas, sino con algunos canales de riego. Entre los principales están los llamados Cartagena y la Acocila, aunque en ambos casos conducen aguas[15]. También cuenta con 3 arroyos que se ubican en las faldas de la Sierra de Guadalupe, como son: La Huerta, Hondo y Mariscala (Mapa 11). Estos cuerpos de agua se encuentran sujetos a un régimen de lluvias bajo y de carácter estacional, por lo tanto, la mayor parte del año no tienen un alto contenido de agua.

Al ser una zona conurbada, en épocas de lluvia, se presentan escurrimientos superficiales provenientes de la zona alta del municipio que circulan por las vialidades y terminan siendo captados por su sistema de drenaje. La demanda de agua potable del municipio se encuentra cubierta a través del Sistema Cutzamala y la extracción de pozos profundos.

[15] (Barradas, 2021)



Mapa 11. Hidrología

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE SIATL INEGI 2019.

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

Cuencas y Subcuencas

El municipio se ubica dentro de la Región Hidrológica Pánuco y la cuenca Río Moctezuma. La mayor parte del municipio abarca las subcuencas del Lago de Texcoco y Zumpango con una extensión de 62.09 km^2, R. Cuautitlán con extensión de 3.94 km^2 que no presentan corrientes o cuerpos de agua activos. (Mapa 12 y Tabla 10)

Tabla 10. Hidrografía

Tipo	Nombre	Porcentaje
Región Hidrológica	Pánuco	100%
Cuenca	R. Moctezuma	100%
Subcuenca	L. Texcoco Zumpango	94.4%
	R. Cuautitlán	5.6%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE INEGI 2019.

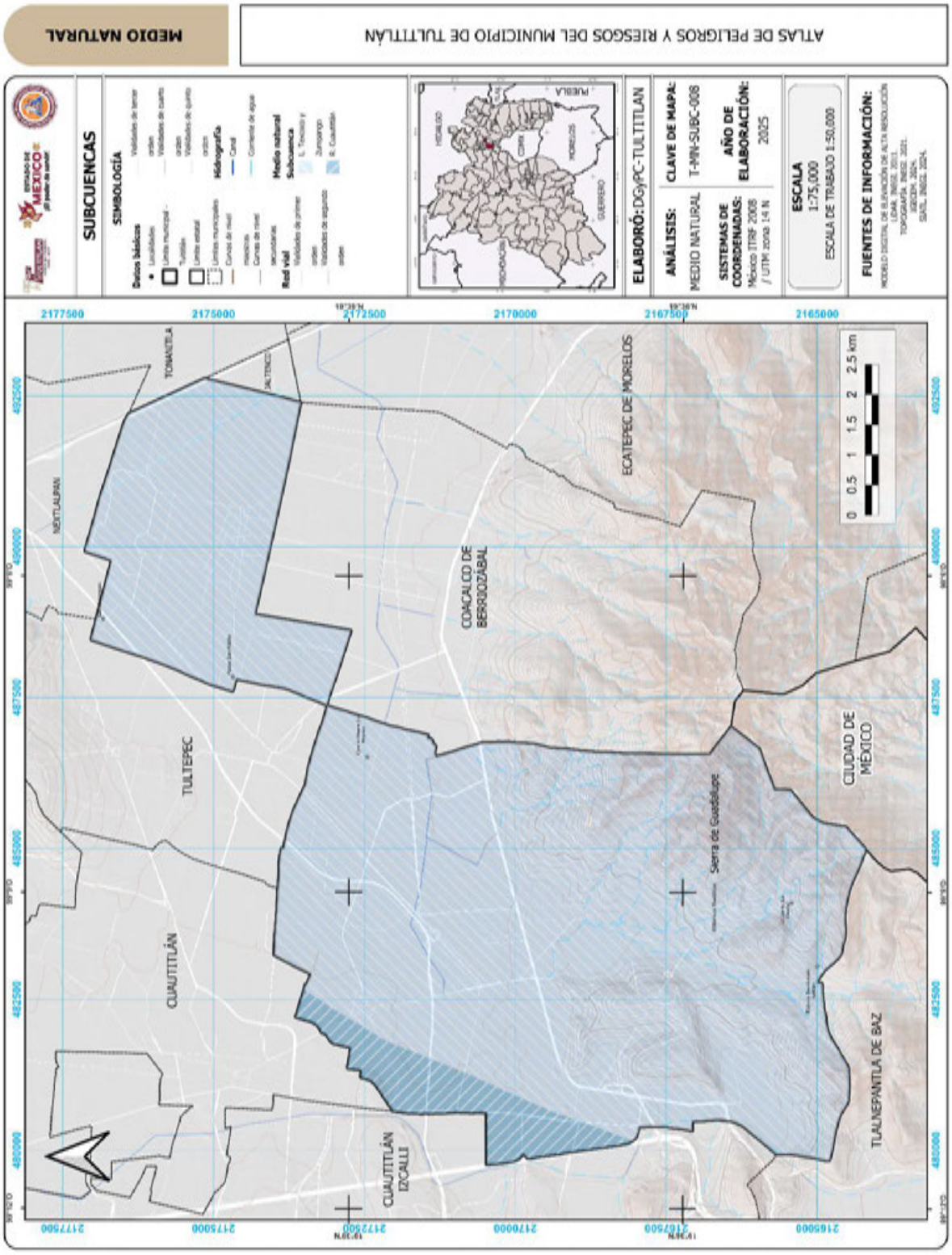
La región hidrológica del Pánuco abarca principalmente los municipios conurbados de la Ciudad de México y los estados de México, Hidalgo, Querétaro, Guanajuato, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz, así como en menor superficie, los estados de Nuevo León, Puebla y Tlaxcala con una superficie de 97,195.727 km^2. [16]

La Subregión Hidrológica Río Pánuco inicia aguas arriba de la confluencia del Río San Juan con el Río Tula, a partir de donde el colector principal recibe el nombre de Río Moctezuma. El municipio de Tultitlán pertenece a la cuenca del Río Moctezuma en su primera sección que comienza desde la casa de máquinas de la presa Zimapán y la confluencia del Río Extoraz hasta la Estación Hidrométrica Puente Mazacintla con una superficie de 836.552 km^2. [17]

Las subcuencas del L. Texcoco y Zumpango, así como R. Cuautitlán a causa del desequilibrio ambiental se encuentran desecadas debido a los factores de cambio de uso de suelo, desaparición de áreas verdes, abastecimiento de agua, entre otro han propiciado el deterioro de ambas subcuencas.

[16] (Barradas, 2021)

[17] (INEGI, 2010)



Mapa 12. Subcuencas

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE SIATL INEGI 2019.

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

Clima

Tultitlán comparte las características climáticas de la región norte del Estado de México, presentando un clima templado subhúmedo. De acuerdo con el INEGI, su rango de temperatura va de 12 a 14°C y el de precipitación de 600 a 700 mm anuales; presentando lluvias ligeras de verano en los meses de junio a septiembre.

Podemos distinguir dos temporadas en el municipio, la de lluvias y secas. La temporada de lluvias puede llegar a durar hasta 4 meses con poca probabilidad de tormentas de granizo; la zona tiene planicies de origen aluvial, por lo tanto, existe una alta probabilidad de inundaciones. La temporada de secas puede durar hasta 7 meses siendo diciembre el mes con menos lluvias del año.[18]

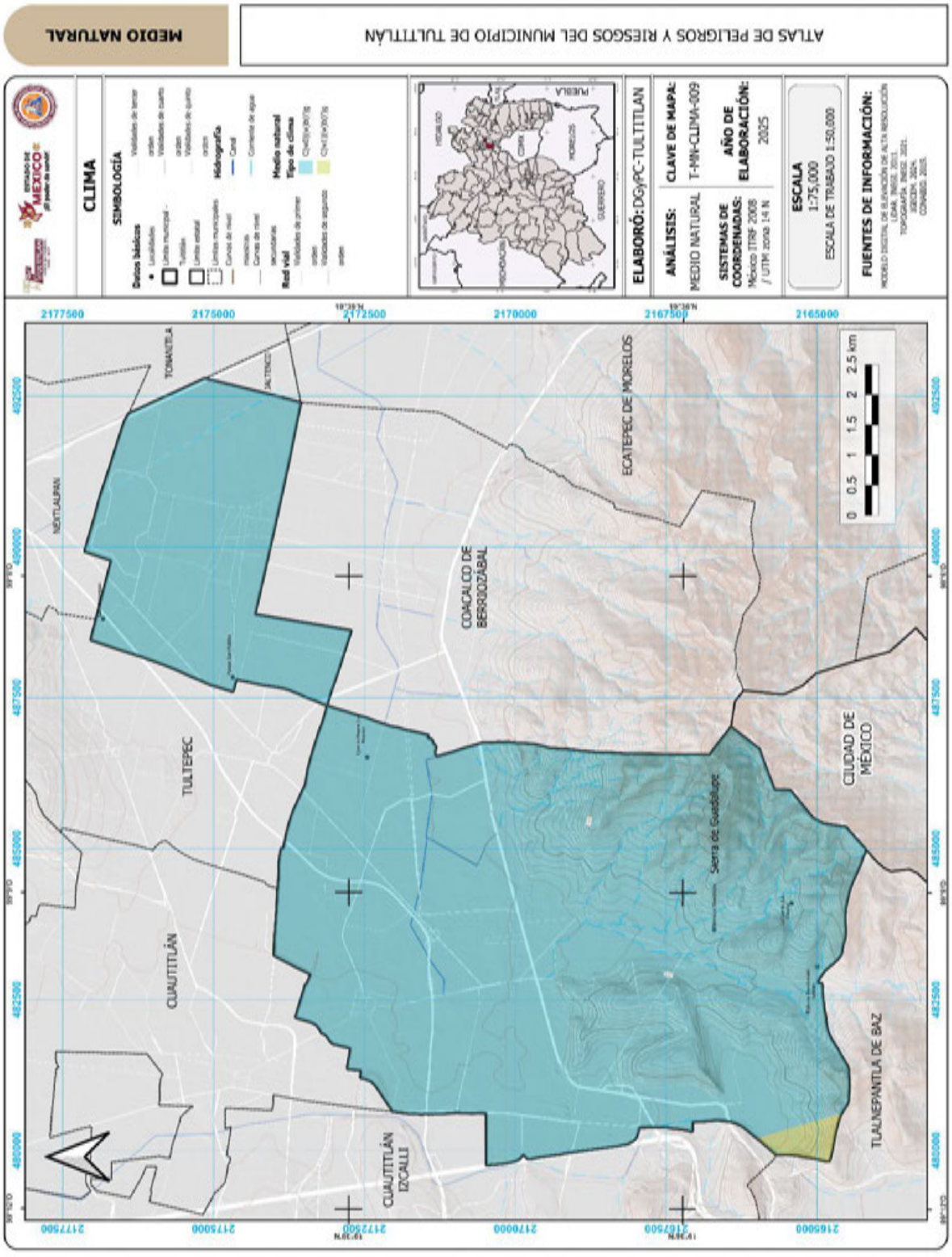
EL municipio presenta dos tipos de clima basados en la clasificación de Köppen (Mapa 13) y se describe en la Tabla 11.

Tabla 11. Clima

Clima	Descripción	Superficie km²	Porcentaje
C(w0)(w)b(i')g	Clima templado, subhúmedo (el de menor precipitación de los templados), verano largo, con porcentaje de lluvia invernal menor al 5%, con poca fluctuación térmica y la temperatura más elevada acontece antes del solsticio de verano.	70.2117	99.2%
C(w1)(w)b(i')g	Clima templado, subhúmedo (humedad moderada), de verano largo, con precipitación de invierno inferior al 5%, posee una oscilación térmica y la temperatura más alta ocurre antes del solsticio de verano.	0.5957	0.8%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DICCIONARIO DE DATOS CLIMÁTICOS INEGI.

[18] (Park, 2024)



Mapa 13. Clima

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE PLATAFORMA ECOGEM.

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

Uso de Suelo

En el municipio se clasifican en habitacionales, centros urbanos, corredores urbanos, equipamiento, industria, usos especiales, usos naturales y agrícolas. (Mapa 14).

De lo anteriormente descrito el 47.73% de su superficie territorial está destinado para uso habitacional y 16.19% de su superficie para el espacio natural que corresponde al uso agrícola, parques municipales y pastizales (Tabla 12).[19]

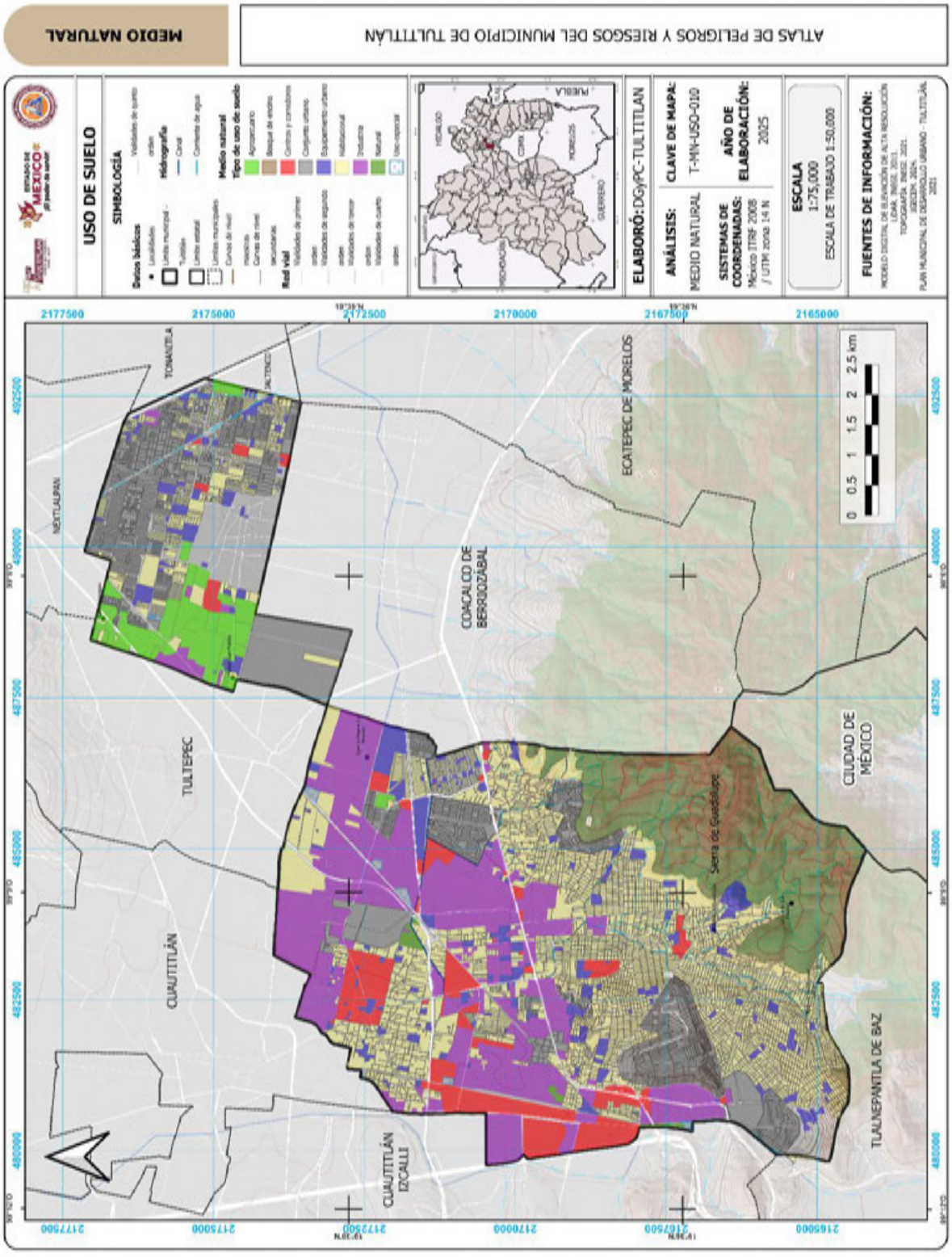
Tabla 12. Tipos de uso de suelo

Uso de suelo	Superficie km^2	Porcentaje
Agrícola	234	3.33%
Centro Urbano	420	5.98%
Equipamiento	752	10.72%
Habitacional	3,350	47.73%
Industrial	1,126	16.04%
Natural	1,136	16.19%
Total	7,018	100%

Fuente: Elaborado a partir de datos de Programa Territorial de la zona norte del valle de México.

Uno de los problemas que se ha presentado dentro del territorio es el cambio de uso de suelo agrícola por el uso de suelo habitacional, infraestructura urbana y comercial; propiciando mayor recubrimiento de concreto hidráulico y mezcla asfáltica, generando como consecuencia la disminución de filtración de agua al subsuelo provocando encharcamientos e inundaciones. Por lo que es necesario resolver las problemáticas de asentamientos humanos en zonas no aptas para su desarrollo e implementando políticas y estrategias para su regulación.

[19] (SEDATU, 2020)



Mapa 14. Usos de Suelo

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE PMDU 2021.

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

Vegetación

En Tultitlán podemos encontrar 5 tipos de vegetación, el que tiene una mayor cobertura es el pastizal inducido con una superficie de 6.27 km^2, en segundo lugar, se encuentra el matorral *crasicaule* con una superficie de 3.49 km^2 y los que abarcan menor cobertura son el pastizal halófilo y el bosque de encino. (Tabla 13).

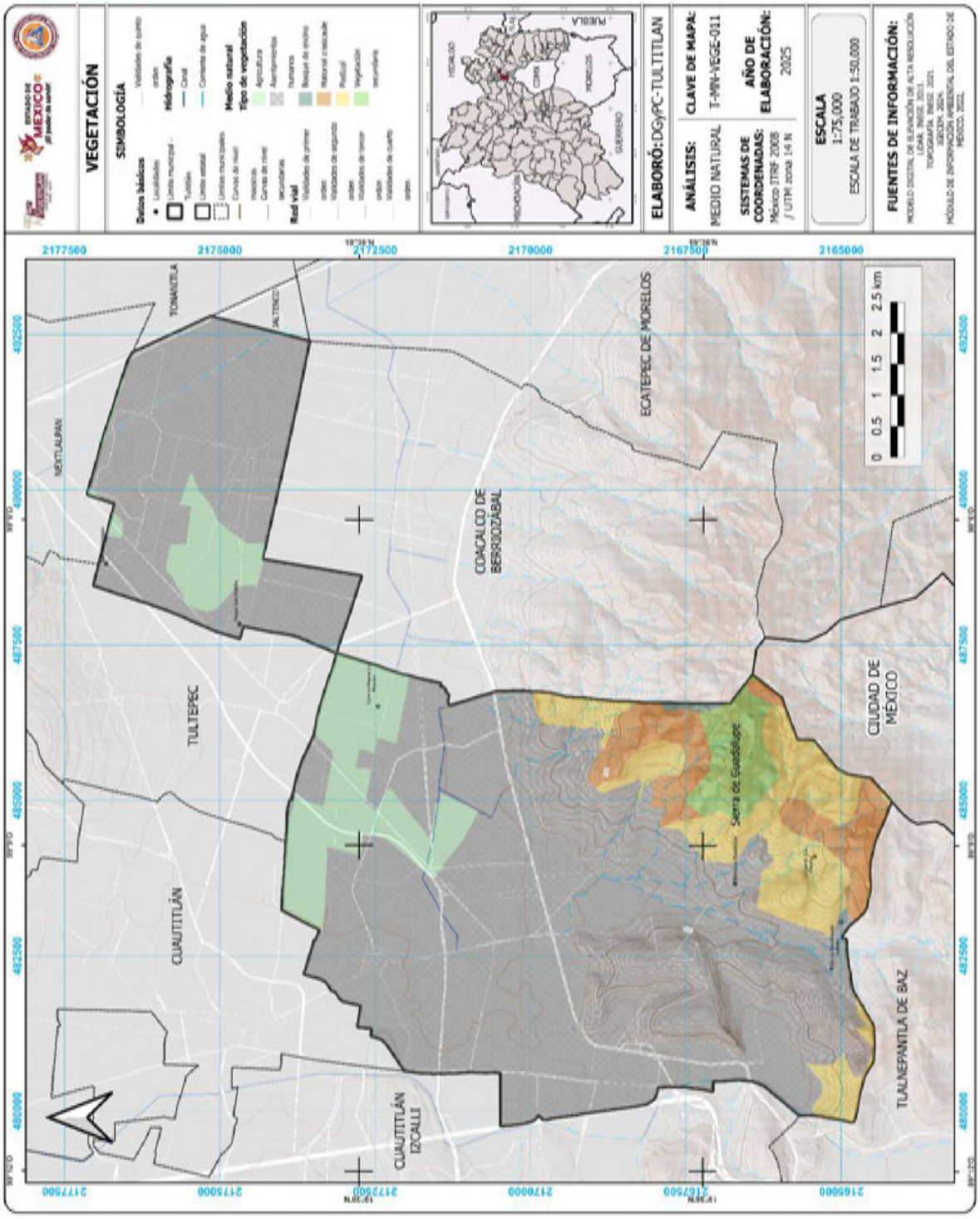
Tabla 13. Tipos de vegetación

Descripción	Superficie (km^2)	Porcentaje
Agricultura de riego anual y semipermanente	7.09	10%
Asentamientos humanos	51.92	73.3%
Bosque de encino	0.10	0.2%
Matorral crasicaule	3.45	4.9%
Pastizal halófilo	0.002	0.003%
Pastizal inducido	6.27	8.9%
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	1.94	2.7%
Total	70.8	100%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE ECOGEM.

El área con mayor diversidad de vegetación corresponde al Parque Estatal Sierra de Guadalupe catalogado como Área Natural Protegida descrita en el próximo capítulo. Dentro del parque podemos encontrar matorral xerófilo que se distribuye en las partes bajas e intermedias de la sierra abarcando casi el 80% de la superficie con especies características como el palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*), huizache (*Acacia schaffneri*), mezquite (*Prosopis laevigata*), uña de gato (*Mimosa aculeaticarpa*), yuca (*Yucca filifera*), cuajiote (*Bursera fagaroides*), tuna mansa (*Opuntia streptacantha)* y nopal (*Opuntia spp*) (Mapa 15).[20]

[20] (SEDEMA, 2023)



Mapa 15. Vegetación

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE PLATAFORMA ECOGEM.

Àreas Naturales Protegidas

La Sierra de Guadalupe fue declarada Zona de Protección Forestal en 1923, en 1976 como **Área Natural Protegida** (**ANP**) y en la publicación del 10 de junio de 1992 de la Gaceta Oficial del Distrito Federal es catalogado en la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica.[21]

Esta ANP cuenta con una superficie total de 52,934 km^2, abarcando los municipios de **Tultitlán de Mariano Escobedo,** Coacalco de Berriozábal, Ecatepec de Morelos, Tlalnepantla de Baz y la alcaldía Gustavo A. Madero. En Tultitlán la superficie que abarca es de 12,052 km^2, por contener una menor extensión que la de los demás municipios, el gobierno municipal no cuenta con atribuciones para su administración (Mapa 16).[22]

Se conforma por diferentes tipos de vegetación como matorral xerófilo, bosque de encino y pastizal; también cuenta con cerca de 319 especies de plantas. En cuanto a su fauna, se registran 135 especies de vertebrados, distribuidas en 8 especies de anfibios, 20 especies de reptiles, 80 especies de aves y 27 especies de mamíferos. De estos, 18 especies están enlistadas bajo alguna categoría de protección, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001.[23]

La venta de terrenos ilegales en los noventa intensificó la expansión humana en la zona de la Sierra de Guadalupe. Hoy en día el cambio de uso de suelo en las faldas de la sierra ya representa el 5.61% con la presencia de asentamientos humanos irregulares, infraestructura, agricultura de temporal y nopaleras. [24]

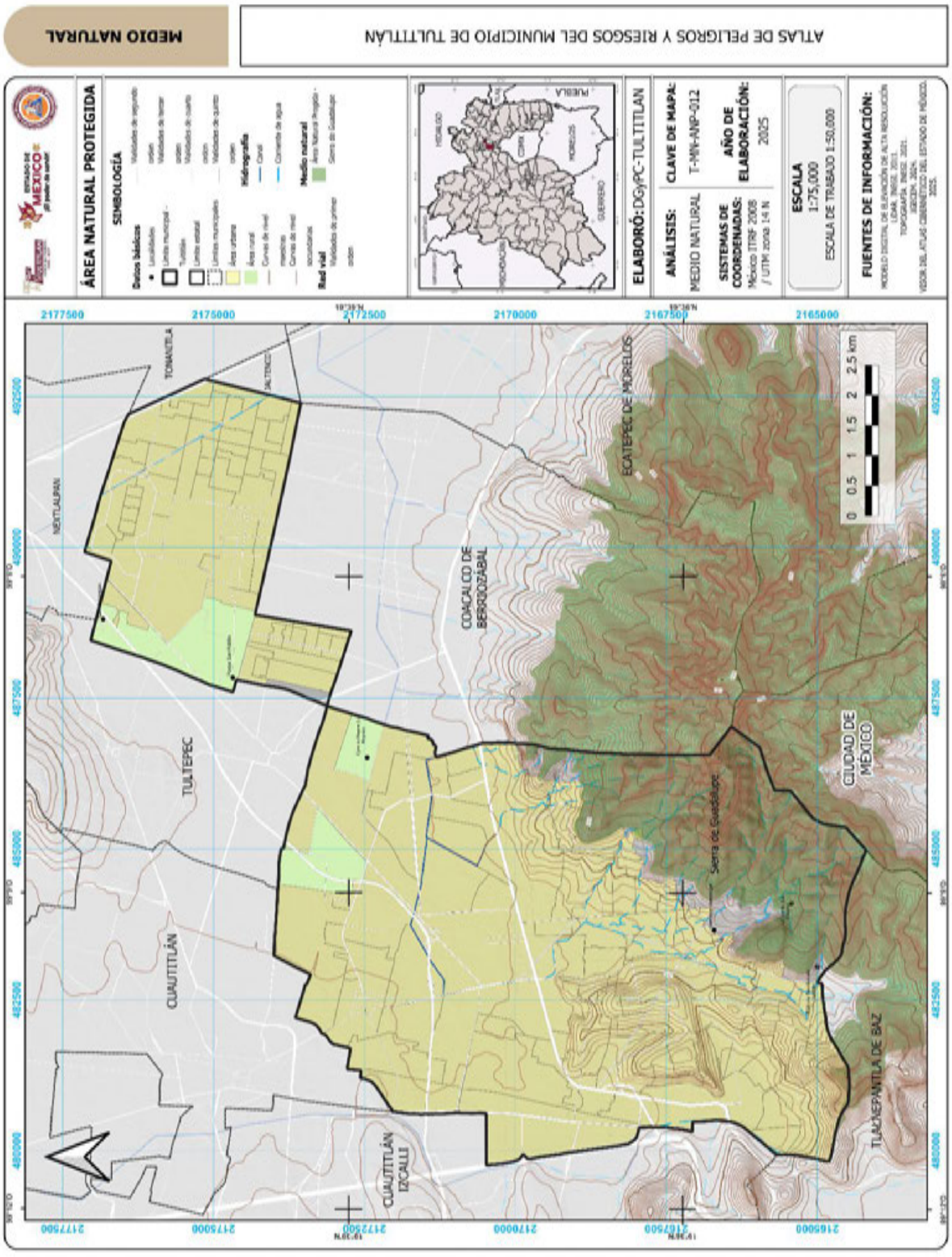
Para la conservación de las ANP se debe de promover la restauración de áreas verdes de la región, ya que contribuyen a mejorar la calidad del aire y agua por los servicios ambientales que proveen. También zonificar las áreas, así como construir barreras físicas evitará el crecimiento de la mancha urbana.

[21] (GOF, 2006)

[22] (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2024)

[23] (SEDEMA, 2023)

[24] (Gatopardo, 2011)



Mapa 16. Áreas Naturales Protegidas

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de plataforma ECOGEM.

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

CAPÍTULO 4. CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS Y ECONÓMICAS DEL MUNICIPIO

Densidad y distribución de la población.

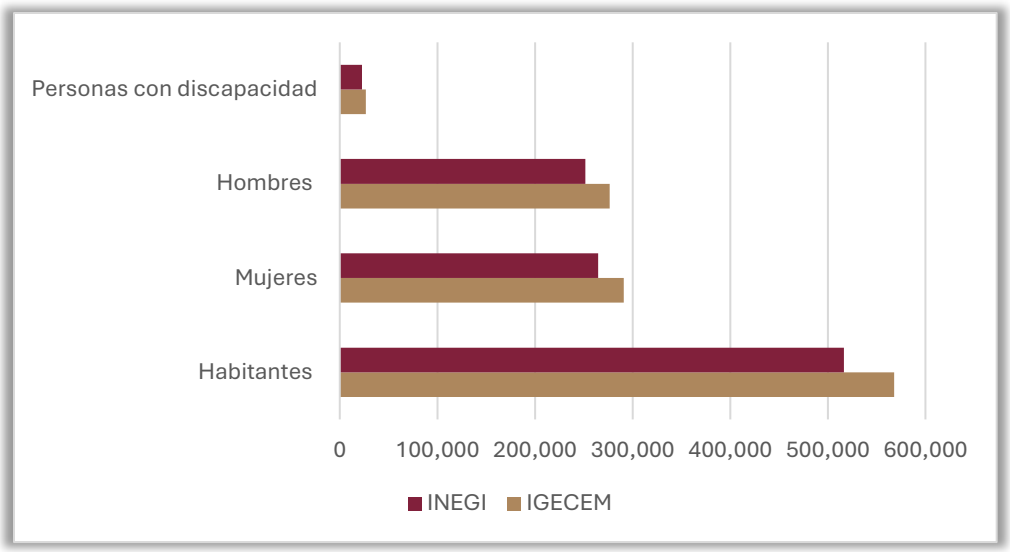
La distribución de la población es de tipo estacionaria, es decir, que la mayor parte de su población son **adultos** entre 18 a 64 años que representan el **71%** de la población total del municipio; en segundo lugar, se encuentra la población **joven** de 0 a 17 años con un **30.4%**; en tercer lugar, está el grupo de **adultos mayores** de 65 años y más que tiene el **7.41%** de la población; finalmente la población no especificada representa el 0.06% (Gráfica 5). Aproximadamente la **edad media** de esta población es de **33 años (**Mapa 17**)**.

Dinámica Demográfica

De acuerdo con datos del **INEGI** (Censo **2020**), el municipio de Tultitlán cuenta con una población total de **516,341 habitantes**, de los cuales **264,703** son **mujeres** y **251,638** son **hombres** (Gráfica 4)**.** Esta cifra representa el **3.04 %** de la población total del Estado de México (ver Mapa 17). **La razón de masculinidad es de 95 hombres por cada 100 mujeres.**

Por su parte, el Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México **(IGECEM)** reporta al año **2024** una población de **568,010 habitantes**, integrada por **290,962 mujeres**, **276,415 hombres** y 226,635 personas con algún tipo de discapacidad.

La diferencia entre las fuentes se debe a los criterios derivados de la delimitación territorial e integración de la información. Sin embargo, para efectos del presente Atlas de Riesgo se tomará como referencia el dato de población del INEGI, por ser la fuente oficial a nivel nacional, lo que asegura consistencia metodológica, comparabilidad y validez técnica en el análisis.

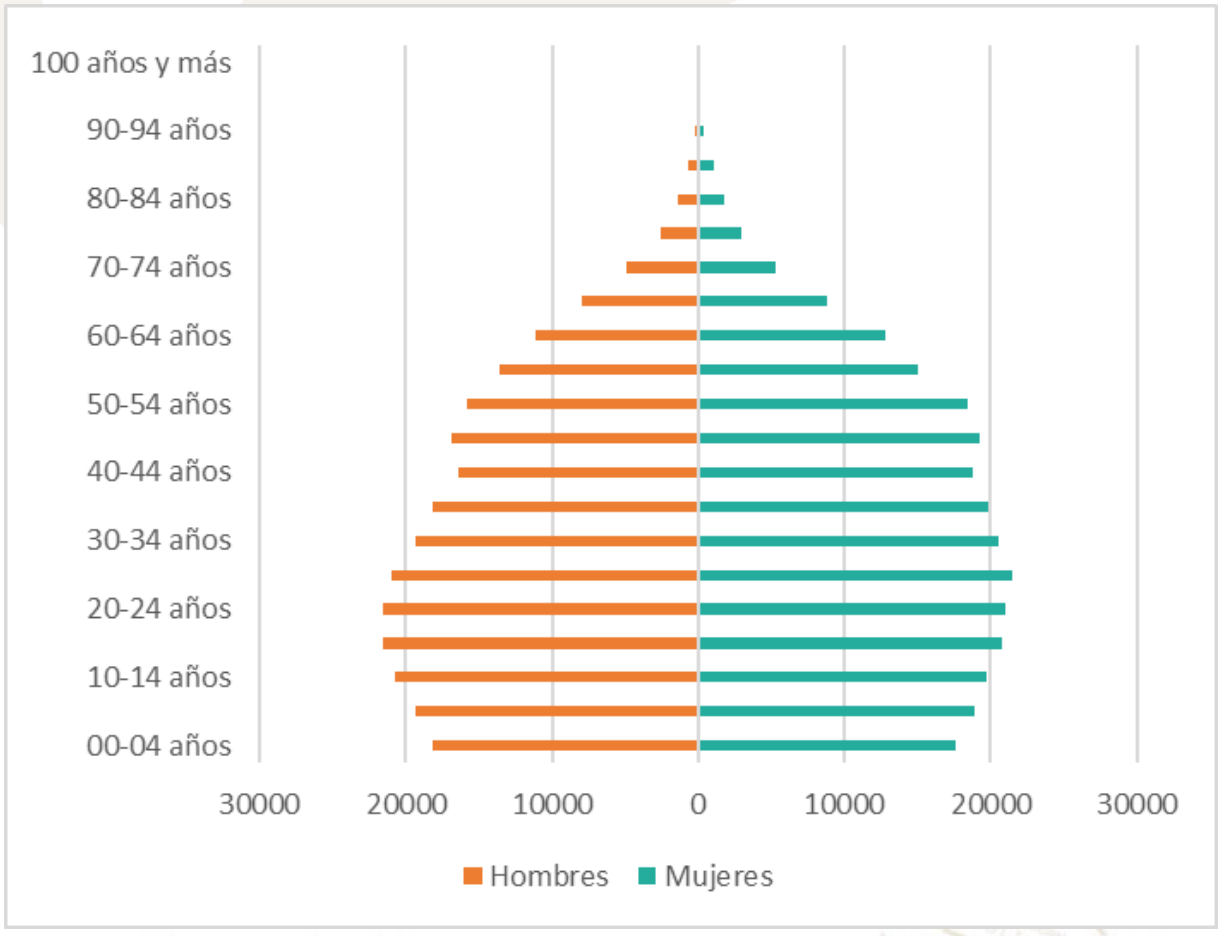


Gráfica 4. Porcentaje de población por sexo.

Fuente: INEGI, 2020.

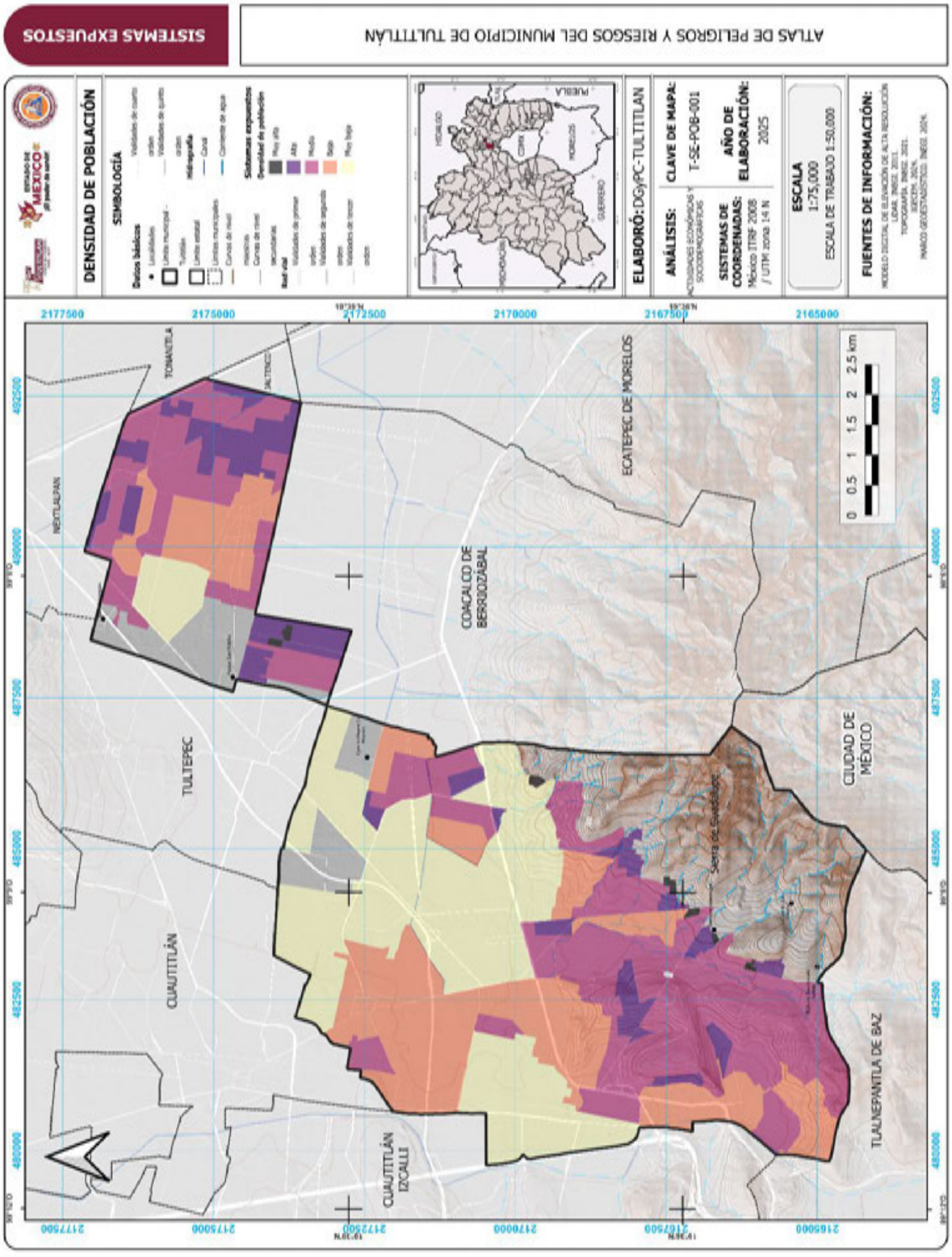
Pirámide de edades

En la Grafica 5, podemos observar una pirámide poblacional que corresponde al municipio de Tultitlán, con datos extraídos del Censo 2020 del INEGI. En cuanto a hombres, la mayor concentración de población está en un rango de edad entre 10-25 años, mientras que, en las mujeres, el rango de edad es entre 14-25 años. La relación hombres y mujeres es de 51% a 48% poblacional.



Gráfica 5. Pirámide de Población

FUENTE: INEGI, 2020.



Mapa 17. Densidad Poblacional

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE INEGI.

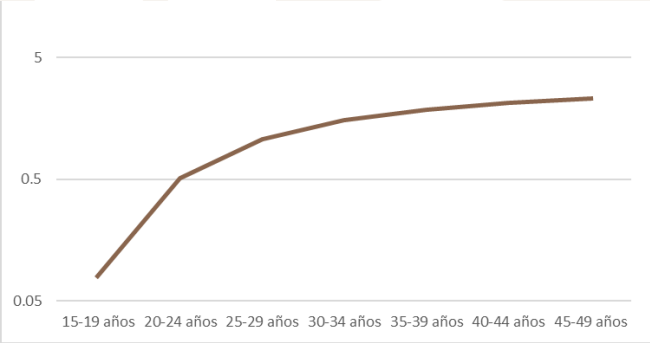
Natalidad

Es el número de personas que nacen en un lugar y en un periodo determinado. Es importante tomar en cuenta esta información, ya que esto le sirve para realizar proyecciones poblacionales y visualizar los diferentes servicios que son necesarios para el desarrollo de las personas, como son educación y salud, entre otros.

De acuerdo con INEGI (2020), el promedio de hijas e hijos nacidos vicos dentro del municipio es del 1.9%.

Fecundidad

El Índice Sintético de Fecundidad (ISF) para las mujeres de Tultitlán en 2020 es de **9.45 hijos.** Este indicador refleja que, en promedio, una mujer de la entidad tendría 9.45 hijos a lo largo de su vida reproductiva (Gráfica 6), si las tasas de fecundidad por edad se mantuvieran constantes como las observadas en 2020.



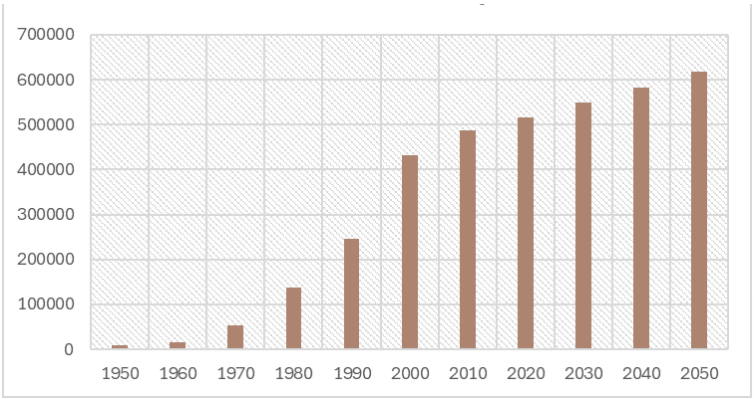
Gráfica 6. Tasas específicas de fecundidad
FUENTE: INEGI, 2020.

Mortalidad

La tasa de mortalidad de Tultitlán en 2020 corresponde al de **7.04** personas, esta indica la cantidad de defunciones que ocurrieron en la población total durante ese año por cada mil personas.

Crecimiento poblacional

La tendencia de la población es creciente (Gráfica 7), ya que desde 1950 hasta 2020 se ha registrado un incremento en la población con una tasa de crecimiento entre 2010 y 2020 del **0.60%.** Siguiendo esa tasa, se prevé que para el año **2050** la población supere los **600,000** habitantes, como se muestra en la siguiente gráfica.



Gráfica 7. Tendencia de crecimiento poblacional
FUENTE: INEGI 1950, 1960, 1970, 1990, 2000, 2010 y 2020.

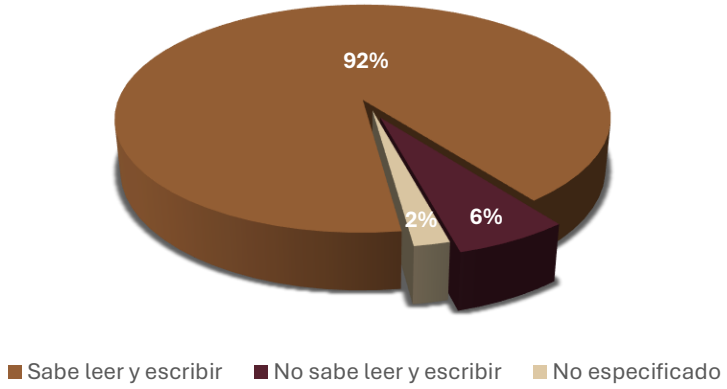
Por ello, es crucial enfocarse en las estrategias de planificación y organización del territorio para establecer áreas seguras que promuevan el desarrollo y la recreación de la población.

Características Sociales

Educación

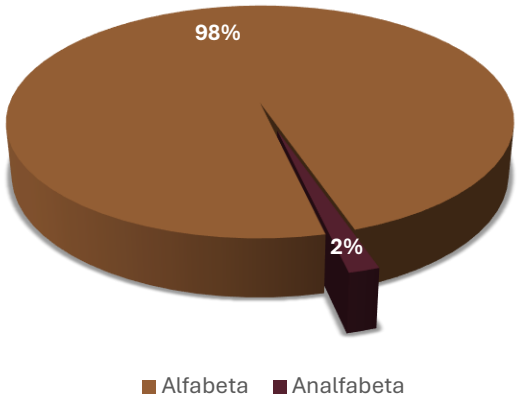
Analfabetismo

En el municipio hay **401,508 personas mayores de 15 años**; del total de esta cifra **6,624 son analfabetas**, lo cual representa un **1.65%** de la población. También hay **70,762 jóvenes de 6 a 14 años** de los cuales **4,441 no saben leer ni escribir** estos representan un **6.28%** de la población (Gráfica 8 y Gráfica 9). La tasa de analfabetismo de Tultitlán en 2020 fue **1.65%.** Del total de población analfabeta, **31.2% correspondió a hombres y 68.8% a mujeres.**



Gráfica 8. Porcentaje de población que sabe leer y escribir

FUENTE: INEGI, 2020.



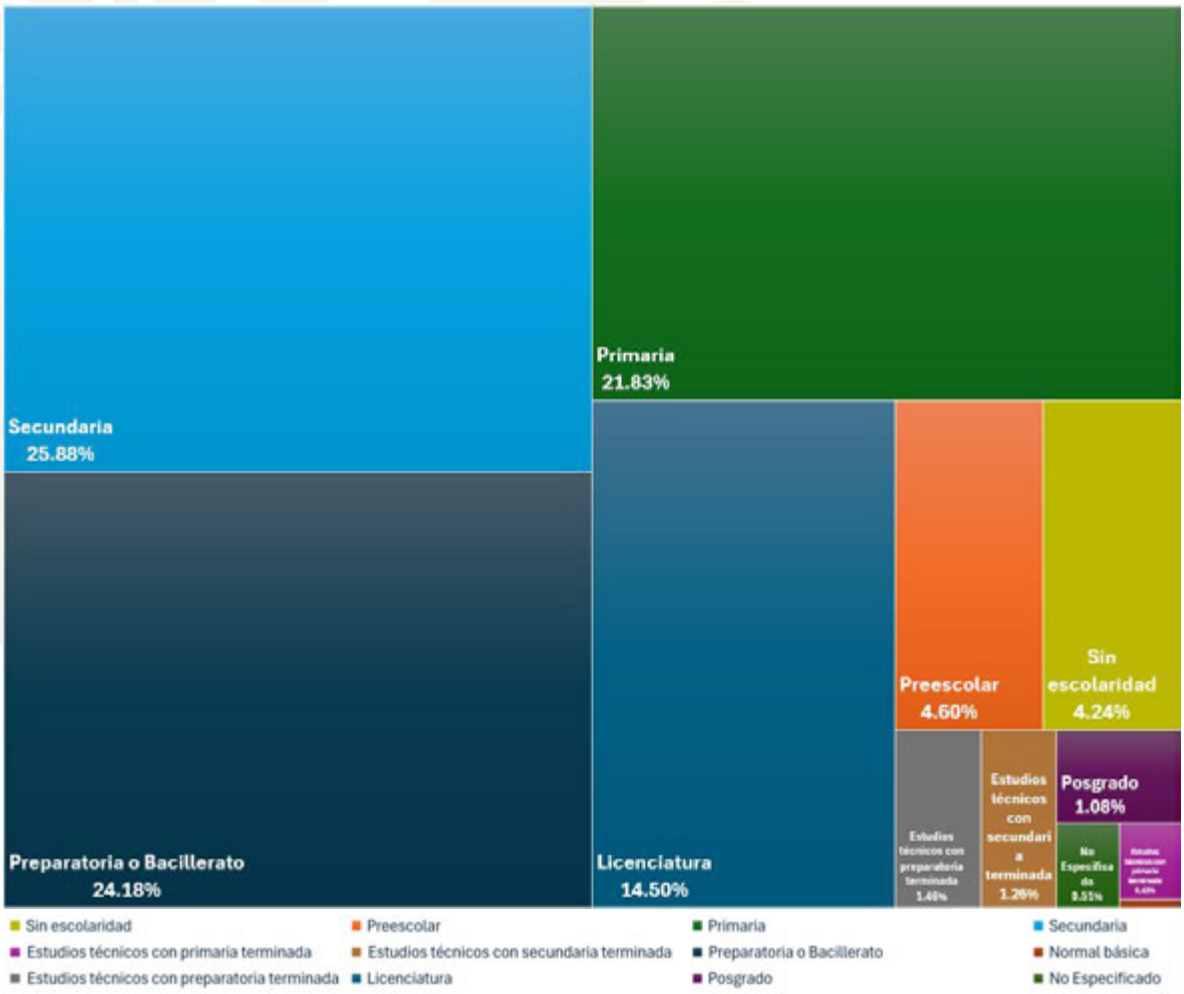
Gráfica 9. Población alfabeta y analfabeta

FUENTE: INEGI, 2020.

Escolaridad

De acuerdo con el INEGI, en Tultitlán hay **21,028 personas que no cuentan con algún grado de escolaridad,** lo que representa un **4.24% de la población mayor de 3 años**. En este sentido hay **259,235 personas que cuentan con estudios de educación básica**, lo cual representa un **53.3% de la población**, siendo el grado de **secundaria** el más alto para el municipio con un **25.88%.** Asimismo, las personas con estudios **de educación media superior son 126,304** que conforman al **25.48%** de la población, siendo el grado de **preparatoria** el segundo más alto del municipio

con un **24.18%.** Finalmente, las personas que se encuentran dentro de los **estudios superiores representan un 17.03%** con un total de **84,434** personas (Gráfica 10).



Gráfica 10. Población por grado de escolaridad

FUENTE: INEGI, 2020.

Religión

En los censos demográficos de Tultitlán, al igual que en la mayoría de las localidades del país, se registra una notable presencia de creyentes o practicantes de la religión católica. A pesar de esta predominancia, se ha observado la instalación de templos pertenecientes a otras religiones en el municipio. Según los datos recopilados en el censo general del año 2000, se constata que había **324,582 católicos**; **13,789 protestantes**; **6,960 adherentes a creencias bíblicas no evangélicas**; **67 seguidores de la fe judaica** y 2,971 personas que se identificaban con otras religiones, mientras que **7,918 declararon no tener afiliación religiosa**.

Vivienda

A través del tiempo, ha sido evidente de manera constante la vulnerabilidad de las construcciones y la infraestructura en general frente a la ocurrencia o impacto de ciertos fenómenos naturales. Entre las estructuras afectadas se destacan principalmente las viviendas de bajo costo, las cuales se distinguen por su construcción informal, el uso de materiales de baja calidad y la ausencia de un diseño estructural formal.

Déficit de Vivienda

Los resultados del censo 2020 (INEGI), indican que en el municipio de Tultitlán hay **160,146 viviendas particulares;** de las cuales **145, 951** son **viviendas particulares habitadas** y representando el **91.13%** del total. En este sentido el número de **viviendas particulares deshabitadas es de 11,730** lo cual representa un **7.32%.** Por último, se da cuenta de las **viviendas particulares de uso temporal con un 1.53%** que son **2,465** viviendas.

La misma fuente indica que hay **145,951** hogares censales, de los cuales **46, 601** tienen como referencia a una mujer, es decir el **32%** de los hogares del municipio reconocen como **jefa de la vivienda a una mujer**, mientras que el **68%** de los hogares tienen como referencia a **99, 350** hombres reconocidos como **jefes de la vivienda**.

Se observa dentro de las características de las viviendas las siguientes carencias de servicios; **1,366** viviendas que representan el **0.93%** del total tienen **piso de tierra**; **133** viviendas que representan el **0.91%** carecen de un excusado o letrina (INEGI, 2020); **456** viviendas representando el **0.3%** tienen techos con material endeble; **363** viviendas correspondientes al **0.3%** tienen muros de material endeble; 3,443 viviendas constituyendo el **2.4%** no tienen acceso al agua; **805** viviendas representando un **0.6%** no tienes acceso a drenaje, el **0.00010%** con un total de **15 viviendas** no cuentan con electricidad; finalmente, **350** viviendas correspondientes al **0.2%** no tienen chimenea aun cuando usan leña o carbón para cocinar.

De las necesidades conjuntas no satisfechas en la calidad y espacios de vivienda según el CONEVAL con datos del Cuestionario Ampliado 2020 se presentan en la Tabla 14:

Tabla 14. Necesidades conjuntas no satisfechas en la calidad y espacios de vivienda

No. De viviendas	Porcentaje	No. De viviendas	Porcentaje
Pisos y muros		Muros y techos	
53	0.01%	92	0.10%
Pisos y techos		Muros y hacinamiento	
124	0.10%	72	0.10%
Pisos y hacinamiento		Techos y hacinamiento	
118	0.10%	61	0.01%

FUENTE: DGPA, INEGI, CONEVAL, 2020.

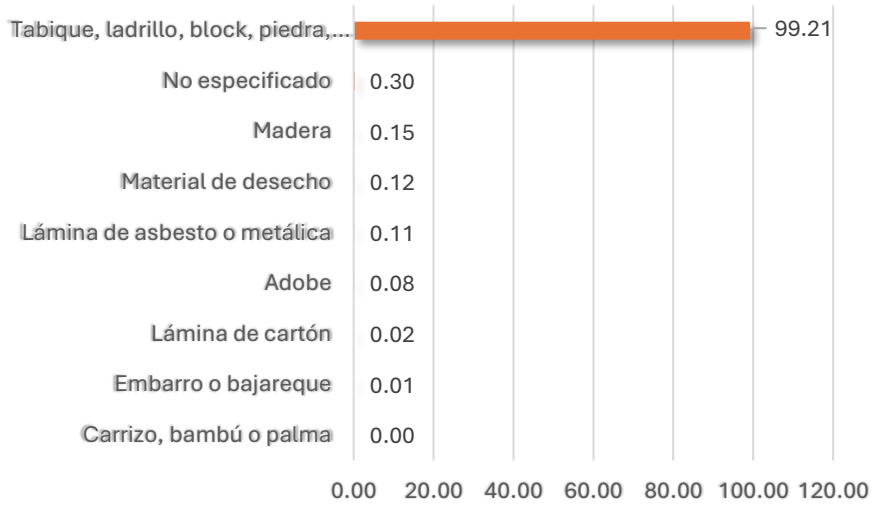
Entre las necesidades conjuntas no satisfechas para tener una vivienda digna, la Secretaría de Bienestar determina las siguientes (Tabla 15). Resaltando que el acceso a agua y drenaje son los aspectos que tienen más carencias.

Tabla 15. Necesidades conjuntas no satisfechas en servicios básicos

No. De viviendas	Porcentaje	No. De viviendas	Porcentaje
Agua y drenaje		Drenaje y electricidad	
181	0.10%	15	0.00%
Agua y electricidad		Drenaje y combustible	
15	0.00%	26	0.01%
Agua y combustible		Electricidad y combustible	
98	0.10%	7	0.00%

FUENTE: DGPA, INEGI, 2020.

De acuerdo con las estimaciones del censo ampliado de población y vivienda de 2020, los materiales predominantes en la construcción de muros para las viviendas son **tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto** con un **99.21%,** seguida por la **madera** con un **0.15%**, posteriormente se encuentra el **material de desecho** con un **0.12%**; en cuarto lugar **la lámina de asbesto o metálica** con un **0.11%**, a continuación esta la **lámina de cartón** con un **0.02%** y el embarque o barraje con un **0.01%,** finalmente el **carrizo, bambú o palma** con un **0.0%** (Gráfica 11).

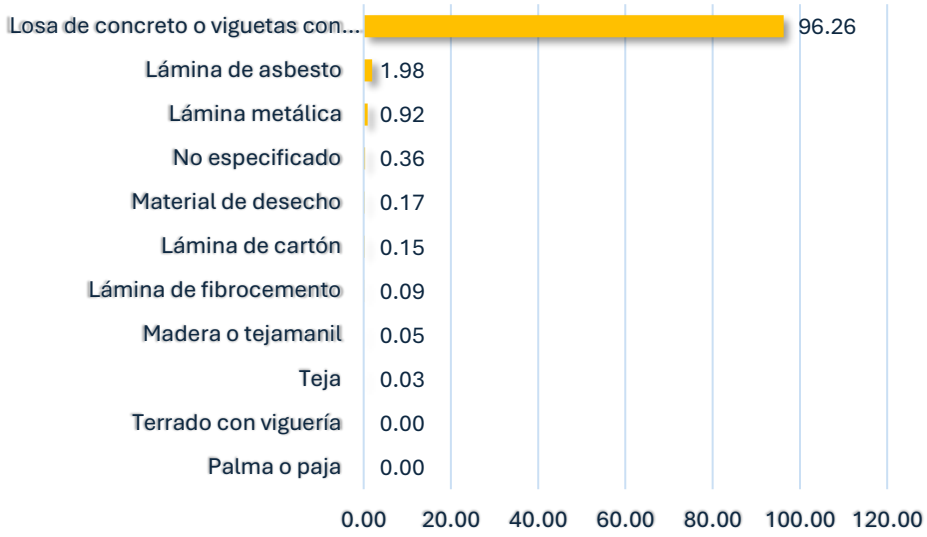


Gráfica 11. Estimador de viviendas para muros

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE INEGI, 2020.

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

En el caso de los techos (Gráfica 12) podemos observar que la **losa de concreto** es la predominante con un **96.26%,** en seguida esta la **lámina de asbesto** con un **1.98%,** a continuación se encuentra **la lámina metálica** con un **0.92%,** posteriormente está el **material de desecho** con un **0.17%**, en quinto lugar se encuentra la **lámina de cartón** con un **0.15%**, seguido de la **lámina de fibrocemento** con un **0.09%,** después se encuentra **la madera o tejamanil** con un **0.05%** y la **teja** con un **0.03%,** finalmente se encuentran el **terrado con viguería** y la **palma o paja** ambos con un **0.0%**.



Gráfica 12. Estimadores de viviendas para techos

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE INEGI 2020.

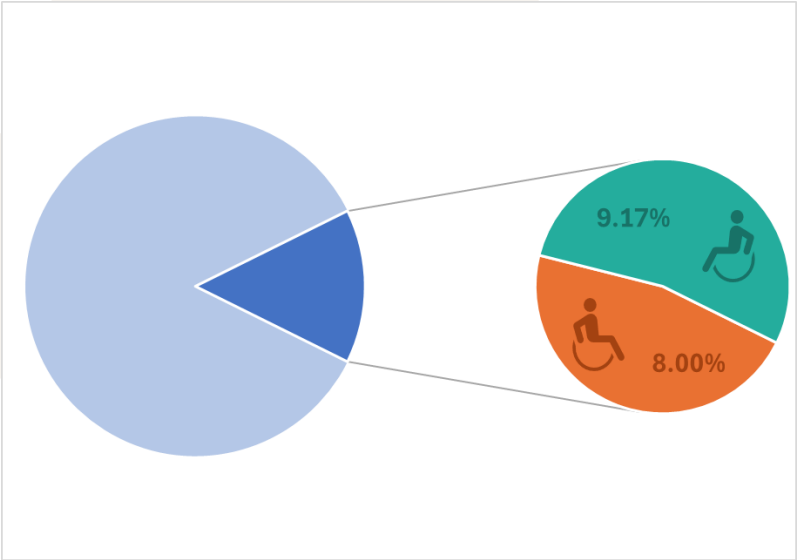
Hacinamiento

Los criterios establecidos por la **Comisión Nacional de Vivienda** (**CONAVI**), para evaluar la calidad y los espacios de la vivienda, comprenden dos aspectos fundamentales: el material de construcción utilizado en la vivienda y la distribución de sus espacios internos. Para lo anterior se considera que la población se encuentra en situación de carencia por calidad y espacio de vivienda si residen en hogares que presentan al menos una de las siguientes características: que el piso de la vivienda esté construido con tierra, que el techo esté hecho de lámina de cartón o materiales desechados, que los muros estén fabricados con materiales como barro o bajareque, carrizo, bambú, palma, lámina de cartón, metal o asbesto, o bien, que la densidad de habitantes por cuarto exceda los 2.5, lo que indica hacinamiento.

Según los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda 2020, de las **145,961** viviendas individuales registradas, se encontró que **32,328** de ellas disponen de **solo un dormitorio.** Esta situación puede llevar a condiciones de hacinamiento, especialmente considerando que el **promedio de ocupantes por vivienda es de 3.54** personas. En este sentido la Secretaría de bienestar marca que dentro del municipio se encuentran **3,330** viviendas, constituyendo el **2.4%** en condición de hacinamiento.

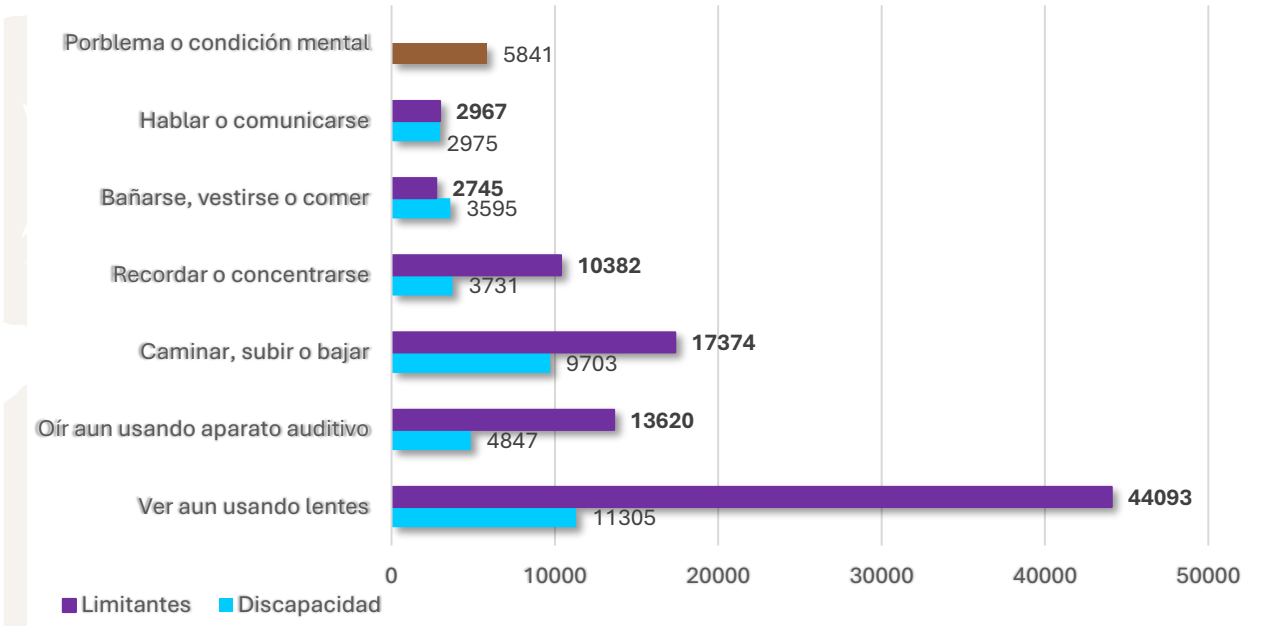
Población con discapacidad

En el municipio viven aproximadamente **88,684 personas con alguna discapacidad**, limitación o con algún problema o condición mental, lo cual representa un **17.17%** de la población total de Tultitlán. De las cuales **41,321 son hombres** y **47, 363 son mujeres** (Gráfica 13).



Gráfica 13. Porcentaje de población con discapacidad, limitante o problema de condición mental según su sexo
FUENTE: INEGI, 2020.

Se encuentra la clasificación de personas con **discapacidad y/o limitante, dificultad** o no pode realizar alguna actividad en la vida cotidiana de **ver, aun usando lentes** con un **62.46%**; **oír, aun usando aparato auditivo** representando al **20.8%**; **caminar, subir o bajar** que cuenta al **30.53%**; **recordar o concentrarse** con un **15.91%**; **bañarse, vestirse o comer** representando al **7.14%**; y **hablar o comunicarse** que cuenta con el **6.7%**. Además, se encuentran las personas que cuentan con algún **problema o condición mental** representando al **6.5%** del total de las personas con discapacidad (Gráfica 14).

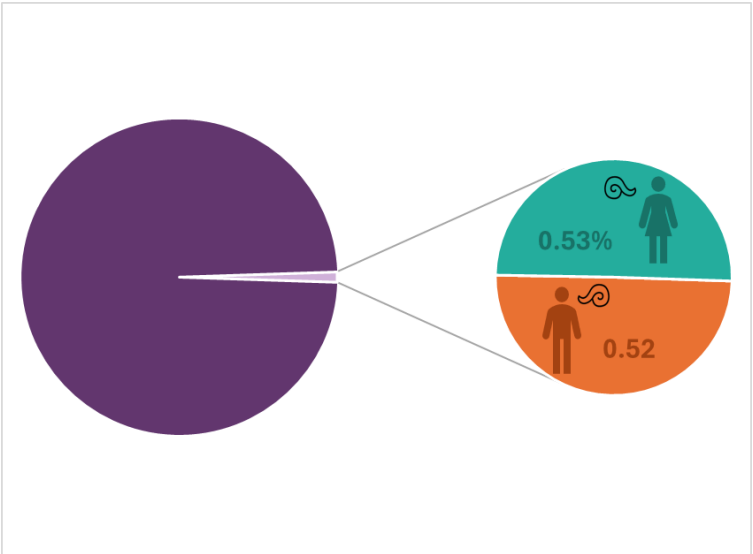


Gráfica 14. Población por tipo de discapacidad, limitante o problema de condición mental

FUENTE: INEGI,2020.

Se sugiere se establezca contacto con esta comunidad y sus familiares para proporcionarles formación y orientación, con el objetivo de informar sobre las medidas que pueden tomar antes, durante y después de cualquier situación de emergencia o desastre. Asimismo, es importante coordinar con otras áreas del municipio para mejorar la atención a esta población en todas las fases de la gestión del riesgo de desastre.

Grupos étnicos

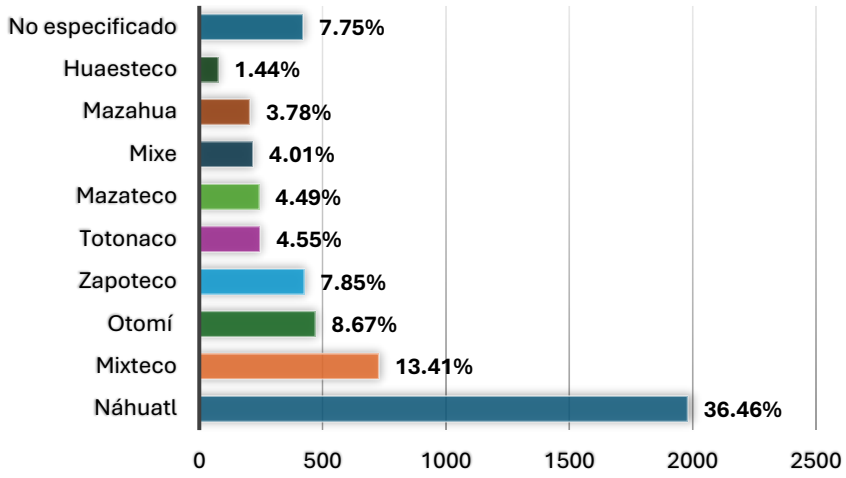


Dentro de Tultitlán residen **5,430 personas mayores de 3 años hablantes de alguna Lengua Indígena**, esta población representa el **1.05%** de la población total del municipio, de estas personas **2,701 son hombres y 2,728 son mujeres** (Gráfica 15).

Gráfica 15. Porcentaje de población hablante de lengua indígena por sexo

FUENTE: INEGI, 2020.

Las lenguas más habladas son (ver gráfica): el **Náhuatl** con **1,980 hablantes**; el **Mixteco** con **728 hablantes**, el **Otomí** con **471 hablantes**, el **Zapoteco** con **426 hablantes**, el **Totonaco** con **247 hablantes**, el **Mazateco** con **244 hablantes**, el **Mixe** con **218 hablantes**, el **Mazahua** con **205 hablantes**, el **Huasteco** con **78 hablantes**, es preciso destacar que hay un total de **421 hablantes que no se tiene especificada su lengua (**Gráfica 16**)**.

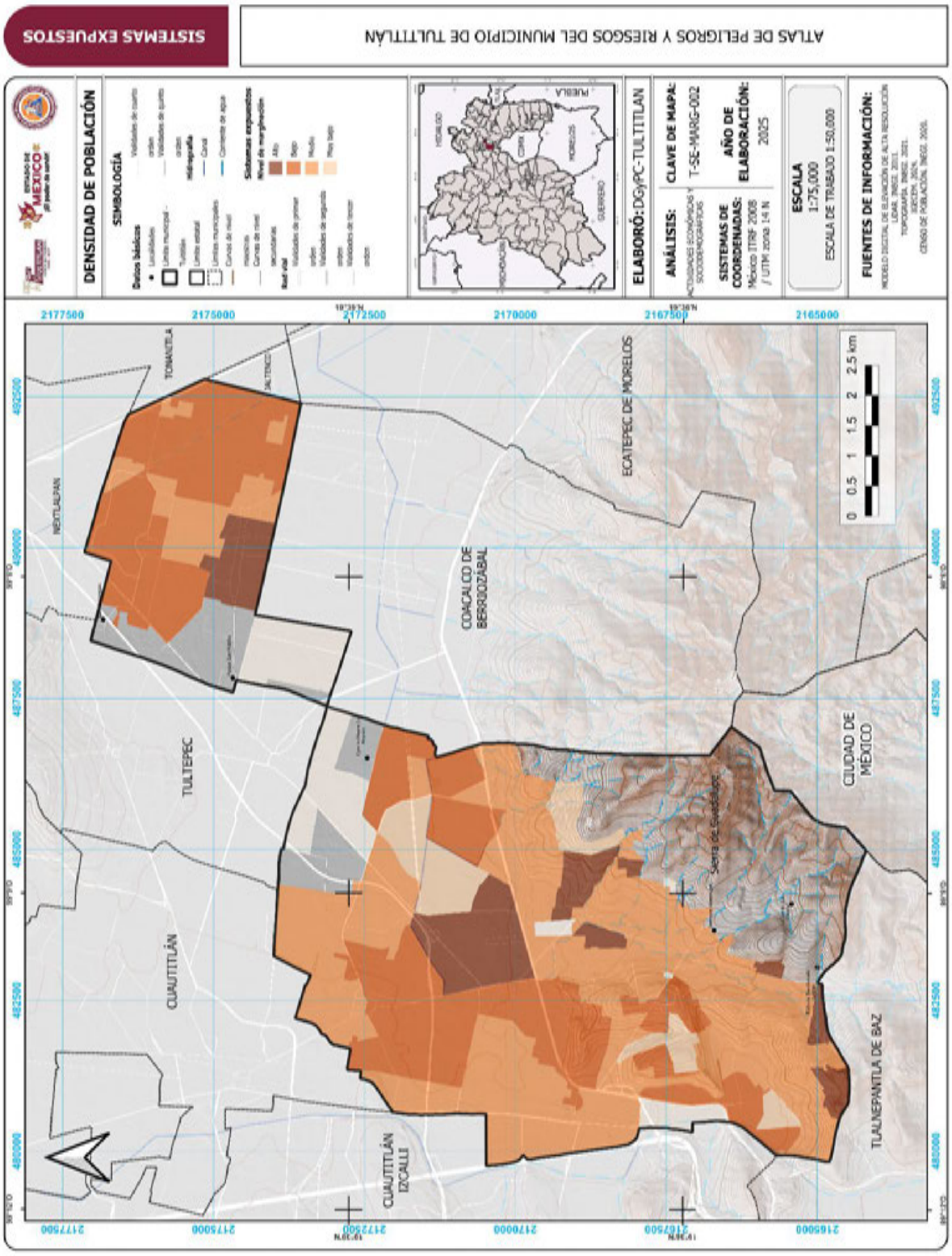


Gráfica 16. Principales lenguas indígenas habladas

FUENTE: INEGI,2020.

Marginación

De acuerdo con datos de la **Comisión Nacional de Población** (**CONAPO**), el municipio de Tultitlán tiene un grado de marginación **muy bajo** a nivel municipal (Mapa 18). Sin embargo, de manera desagregada a escala de Áreas Geoestadísticas Básicas Urbanas encontramos **4** con **marginación alta**, **47** con **marginación baja**, **42** con **marginación media** y **7** con **marginación muy baja**.

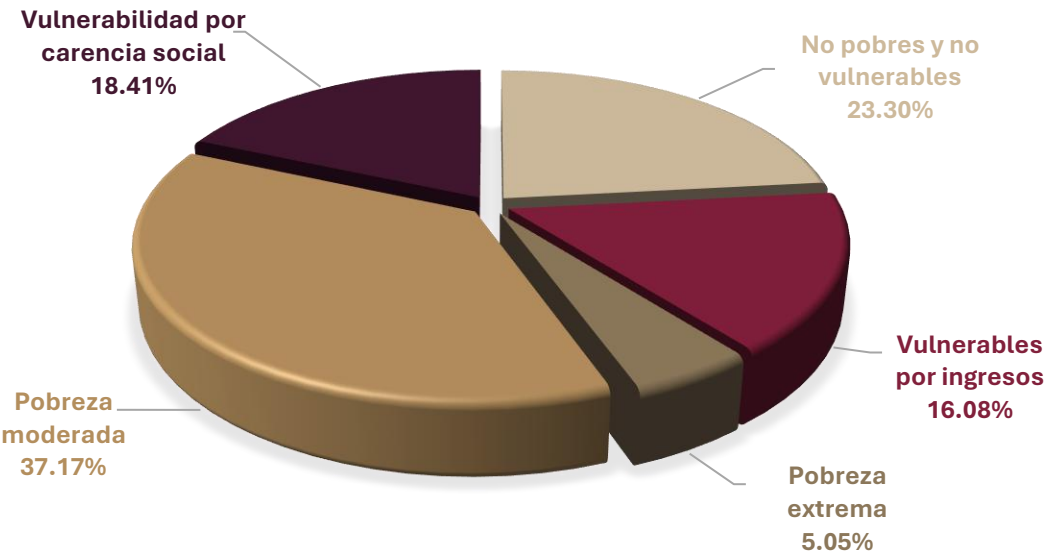


Mapa 18. Marginación por AGEB

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE CONAPO, 2020.

Pobreza

De acuerdo con el Informe Anual Sobre La Situación De Pobreza Y Rezago Social 2022, dentro del municipio de Tultitlán se encuentran **236, 578 personas en situación de pobreza**, lo cual representa un **42.21% de la población total** (Gráfica 17). La condición de pobreza tiene una característica de multidimensionalidad, en este sentido dentro del municipio las personas que tienen la condición de **pobreza extrema son 28,303** lo cual representa un **5.05%** del total, asimismo se encuentra que **208,275 tienen la condición de pobreza moderada** dando cuenta de un **37.17%.** Finamente, existe la dimensión de **la vulnerabilidad por carencia social** en la cual se encuentra el **18.41%** con un total de **103, 148 personas**, y la **vulnerabilidad por ingresos** en la cual se encuentra un total de **90, 085** residentes del municipio, representando un **16.08%.**



Gráfica 17. Porcentaje de población en condición de pobreza y vulnerabilidad

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CONAPO, 2020.

Asentamientos Irregulares

Es un lugar donde se establece una persona o una comunidad que no está dentro del margen de los reglamentos o las normas establecidas por las autoridades encargadas del ordenamiento urbano. Estas zonas ponen en riesgo a su población debido a la degradación ambiental y los peligros preexistentes a los que se exponen, además, el acceso a servicios básicos como salud y educación se encuentra limitado, estas condiciones dan como resultado que en estos grupos se pueda presentar un alto grado de mortandad.

Antecedentes

La problemática de los asentamientos irregulares del municipio iniciaba en colonias y pueblos como: Ampliación Buenavista, 1ª sección, Ampliación el Tesoro, Benito Juárez, Buena Vista parte alta y parte baja, El tesoro, Recursos hidráulicos, La Ferrocarrilera, La libertad, La Saldaña, Las torres, Valle de Tules, Mariano Escobedo, Ojo de Agua1 a. Sección y segunda sección, Rinconada San Marcos, Paraje de San Francisco Chilpan, Santa María de Guadalupe, Santa Clara, Zona

hornos, Bello horizonte, Solidaridad, Valle Verde, El Fresno. Pueblos; San Francisco Chilpan, San Mateo Cuautepec, Santa María Cuautepec y San Pablo de las Salinas. (ANAYA, 2001)

En el Municipio no se contaba con un departamento de planeación hasta el año 1997 y la regulación de los asentamientos ha presentado un gran reto en cuestiones de ordenamiento del territorio. Ver. (Tabla 16)

Tabla 16 Colonias con asentamientos irregulares en Tultitlán

Colonia/zona de asentamiento irregular	Servicio de luz	Servicio de drenaje
Rincón del Bosque en Sierra de Guadalupe	✗	✗
La Chinampa	✗	✗
Barrio San Miguelito	✗	✓
Ampliación San Mateo Cuautepec	✓	✗
La Cuarta Transformación	✓	✗
Paraje San Pablito	✓	✗

FUENTE: PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2025-2027 TULTITLÁN.

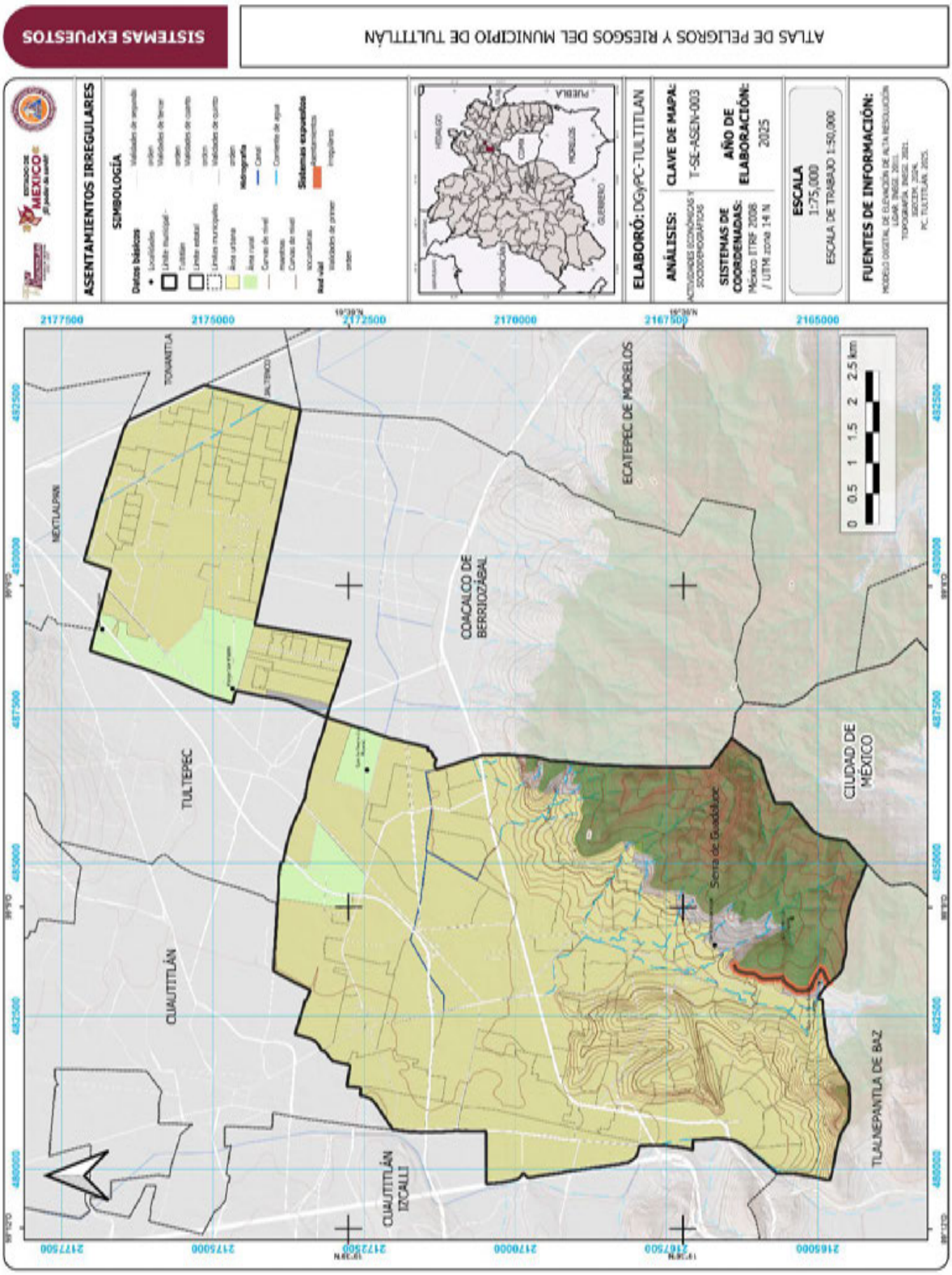
Los asentamientos irregulares en las tres zonas del territorio municipal reflejan la carencia de drenaje por lo que en viviendas de estos lugares cuentan con letrinas o fosas sépticas, entorno que se da en colonias como Rincón del Bosque en Santa María de Guadalupe (Sierra de Guadalupe), Ampliación San Mateo Cuautepec, Barrio San Miguelito, Las Chinampas, La Cuarta Transformación y Paraje San Pablito. Presentando carencia del servicio de luz eléctrica, los asentamientos irregulares en comunidades como Rincón del Bosque en Sierra de Guadalupe, La Chinampa y Barrio San Miguelito.[25]

De acuerdo con el **Plan de Desarrollo Municipal 2025–2027** se destaca la importancia de implementar planes y programas de desarrollo que permitan frenar la expansión de asentamientos irregulares. Esto se alinea con lo establecido en la **Ley General de Asentamientos Humanos,**

[25] (Tultitlan, Plan de Desarrollo Municipal , 2025)

Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, cuya última reforma fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de abril de 2024. En su artículo 64 señala que en la legislación local

debe incluir estrategias de Gestión Integral de Riesgos que contemplen prevención, posible reubicación de asentamientos humanos, acciones reactivas y medidas para fortalecer la resiliencia urbana. y su artículo 66 Antes de autorizar construcciones en zonas de alto riesgo, las autoridades deben exigir un estudio de prevención que demuestre la aplicación de medidas de mitigación, conforme a la Ley General de Protección Civil, normas oficiales mexicanas y reglamentos de construcción.



Mapa 19. Asentamientos irregulares.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por PCyB

Principales Actividades Económicas

Sector Primario

Dentro del sector primario, que abarca las actividades de agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza, apenas el **0.28%** de la población de Tultitlán se dedica a estas actividades económicas (censo ampliado). En este sentido, de acuerdo con las estadísticas proporcionadas por la **Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad** (**CONABIO**), en el año 2015, se estima que **651 personas** dentro de la población ocupada de Tultitlán, representando el 0.31% del total, están involucradas en este sector. Este dato sugiere que, a pesar de las tendencias hacia la urbanización y la diversificación de la economía, un número considerable de personas sigue dependiendo de las actividades primarias para su sustento. Adicionalmente, en el año 2018, se registró la presencia de **1 unidad económica** dedicada al sector primario en Tultitlán.

Sector Secundario

Dentro del sector secundario, que engloba actividades como la minería, la extracción de petróleo y gas, la industria manufacturera, la generación de electricidad, el suministro de agua y la construcción, se observa que este sector representa un considerable **17.52% de la población** en Tultitlán. (Cuestionario ampliado). Según datos proporcionados por la CONABIO, en el año 2015, se estima que aproximadamente el **24.25% de la población ocupada de Tultitlán**, lo que equivale a **50,916 personas**, está involucrada en el sector secundario.

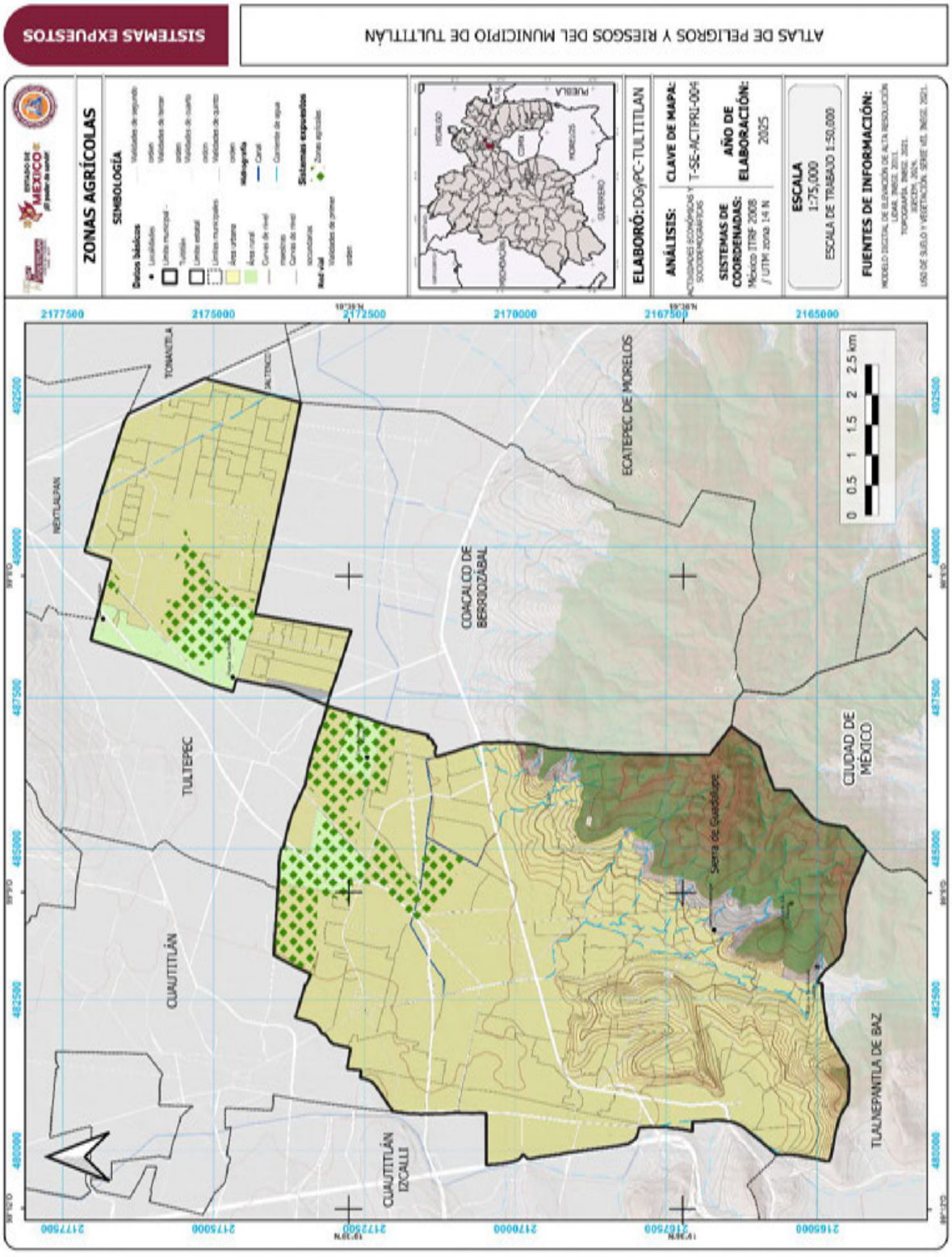
Adicionalmente, en el año 2018 se registró la existencia de **1,588 unidades económicas** dedicadas a la **industria manufacturera**. Por otro lado, en el año 2003, se tuvo constancia de la presencia de 2 unidades económicas relacionadas con la minería, de igual manera en el año 2018, se registraron **29 unidades dedicadas a actividades de construcción en la región**.

Sector Terciario

Debido a que el municipio se encuentra dentro de la zona conurbada de la Zona Metropolitana del Valle de México, el **46.95% de la población labora en actividades que son parte de la economía terciaria**, de acuerdo con el censo elaborado por el INEGI en el 2020. Este sector alberga actividades como son: el comercio, transporte, almacenamiento, información en medios, servicios financieros, mobiliarios, publicidad, administrativos, mantenimiento, seguridad, limpieza, comercialización, instalación, reparación de sistemas de seguridad, servicios educativos, de salud y de esparcimiento recreativo.

Al respecto de la división ocupacional en el 2015 el **32.14% de la población eran profesionistas técnicos y administrativo**s, mientras que el **42.74% eran comerciantes y trabajadores en servicios diversos**, según las estadísticas de biodiversidad, ambientales y sociodemográficas de CONABIO.

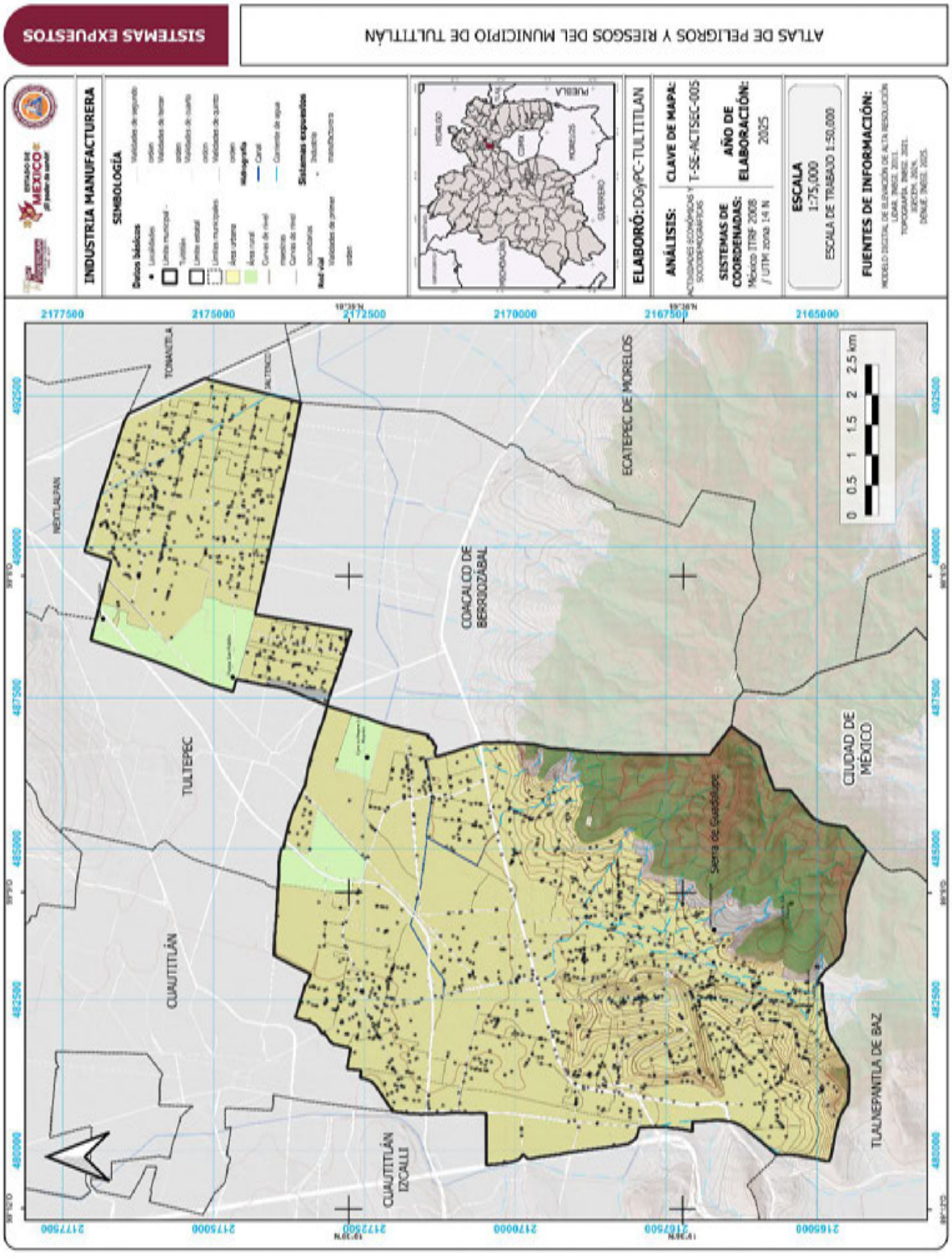
Por su parte, la distribución del género en esta economía se encuentra conformado de la siguiente forma: el **47.59% de las mujeres** labora en este sector de servicios, mientras que el **46.56% de los hombres** trabaja en esta economía. Esto como consecuencia de que la ubicación geográfica del territorio ha permitido que en las últimas décadas se invierta económicamente en el municipio por la cercanía que cuenta con otras demarcaciones económicamente activas.



Mapa 20. Zonas agrícolas

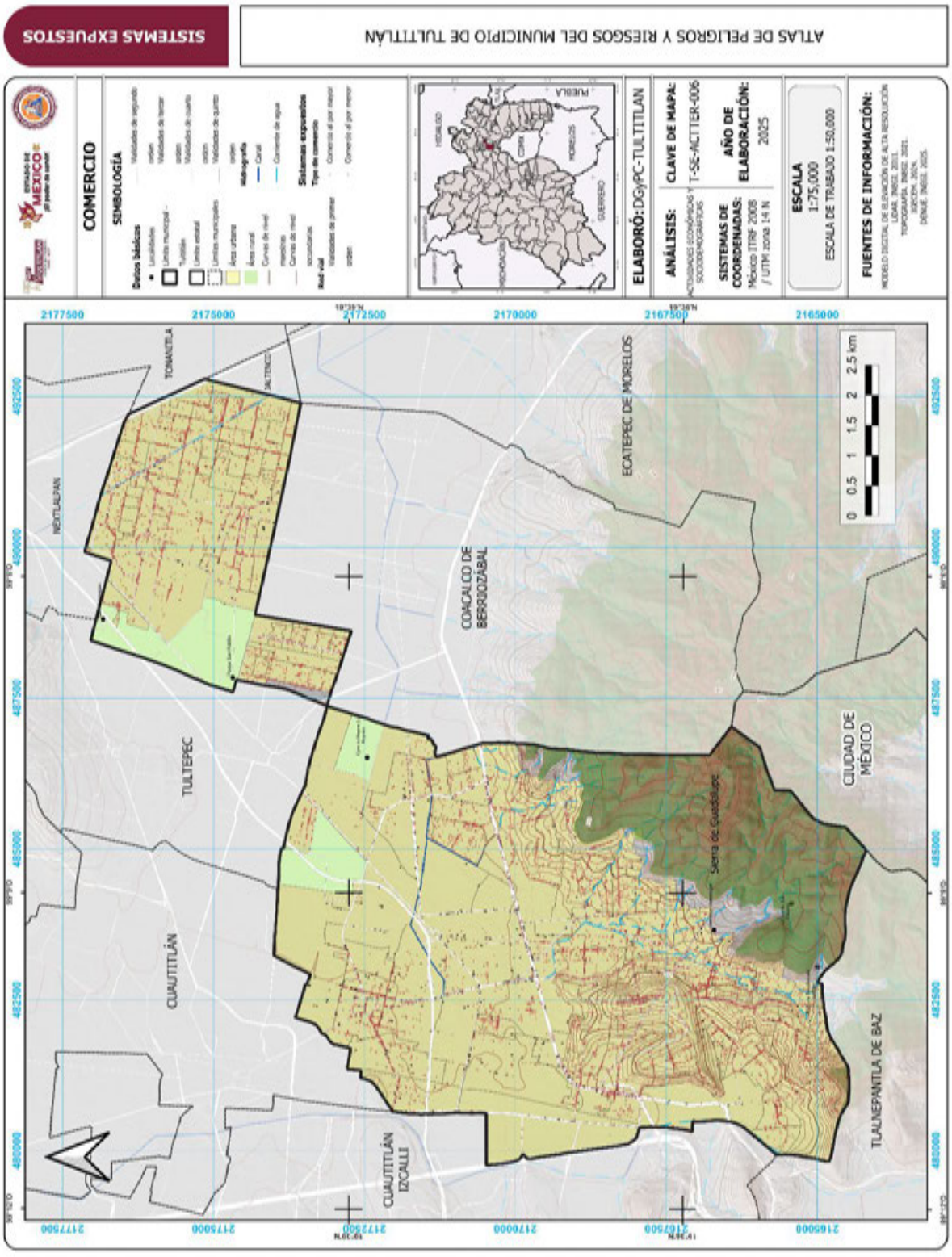
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DEL INEGI

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00



Mapa 21. Industria manufacturera

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del DENUE



Mapa 22. Comercio

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DEL DENUE

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

Población Económicamente Activa

Dentro del municipio el **61.31%** de la población total es **considerada económicamente activa (PEA),** esto es, **261,203 personas mayores de 12 años**, de las cuales, **254,951 se encontraban ocupadas**, y **6, 252 desocupadas**. De acuerdo con estas cifras, la **tasa de desempleo abierto** durante el periodo censal es de **2.39%.**

También hay **163,088** personas que **no son económicamente activas**, estas representan al **38.28%** de la población total mayor de 12 años. Dentro de este grupo **19, 092 personas** que conforman el **4.48%** de la población son **pensionadas o jubiladas**, en este sentido **60,623 personas** con un **14.23%** son **estudiantes de tiempo completo**, asimismo el **16. 29%** se dedica a los **quehaceres del hogar** con un total de **69, 391 personas** haciendo esta labor **sin recibir alguna remuneración económica**, además se encuentran **2,788 personas** que **tienen alguna discapacidad, limitante o problema de condición mental** representando un **0.65%,** Finalmente, el **2.65%** no trabajan por **razones distintas a las anteriores** con un total de **11, 194 personas.**

Con base en las cifras anteriores, se estima que la **razón de dependencia en el municipio es de 42.07%,** es decir, alrededor del 42.07% de la población total está compuesta por personas menores de 15 años y mayores de 64 años, mientras que el restante 57.93% se encuentra en la franja de edad considerada en capacidad de trabajar, entre los 15 y 64 años.

Instalación de servicios vitales y sistemas estratégicos

Infraestructura Hidráulica

En cuanto al registro de derechos de aprovechamiento de extracción de agua, se observa que **el Organismo Público Descentralizado para la Prestación de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Municipio de Tultitlán** es el titular de dos títulos de aprovechamiento. El primero, identificado como **13MEX100237/18HADG07** que fue otorgado el **12 de diciembre de 2007** para uso público urbano, con un registro de volumen de **14,821,920 m^3 por año**. El segundo, titulado **13MEX100341/26HMSG98**, fue concedido el **4 de junio de 1998** también para uso público urbano, con un registro de volumen de **22,979,696 m^3** por año. En conjunto, estos títulos suman un total de **37,801,616 m^3 por año** (Tabla 17).

Tabla 17. Registro De Derechos De Aprovechamiento De Extracción De Agua

Titular	Título	Uso	Registro	Volumen (m^3/año)
Organismo Público Descentralizado para la Prestación de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Municipio de Tultitlán	13MEX100237/18HADG07	Público Urbano	12/12/2007	14,821, 920
Organismo Público Descentralizado para la Prestación de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Municipio de Tultitlán	13MEX100341/26HMSG98	Público Urbano	04/06/1998	22, 979, 696
Total				**37,801, 616**

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano 2019-2021.

El municipio dispone de un total de **26 pozos de agua** destinados al abastecimiento de las diversas localidades que conforman su territorio. De estos, **12 pozos se encuentran ubicados en la zona oriente**, mientras que los **14 restantes están distribuidos entre las zonas centro y sur** del municipio. Esta red de infraestructura hidráulica es fundamental para asegurar el suministro de agua potable, cubriendo las necesidades de consumo, higiene y actividades productivas en las distintas regiones del municipio.

En la Tabla 18 se proporciona información sobre **los nombres de los pozos** ubicados en diferentes áreas del municipio de Tultitlán; cada fila representa un pozo identificado por su nombre.

Tabla 18. Pozos de Tultitlán

Nombre	
Pozo Bonito Tultitlán	Pozo Portal San Pablo II
Pozo Prados	Pozo Constitución
Pozo el Reloj	Pozo San Pablo de las Salinas núm.267
Pozo San Pablo de las Salinas II núm. 268	Pozo Granjas San Pablo
Pozo Robles y Colorines	Pozo Castera núm.7
Pozo Alborada	Pozo Alborada I
Pozo Santo Domingo I	Pozo industrial Cartagena
Pozo San Juan 266 Nuevo	Pozo Buenavista
Pozo San Mateo	Pozo San Mateo I
Pozo San Mateo II	Pozo Villas San José I
Pozo Villas San José II	Pozo Fuentes del Valle núm.265
Pozo Portales	Pozo Viveros
Pozo Santo Domingo II	Pozo Juan II

FUENTE: PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO MUNICIPAL 2025-2027

El municipio dispone de un total de **27 pozos de agua** destinados al suministro de diversas localidades de su territorio. No obstante, los pozos identificados como **Agaves** y **Jardines de Tultitlán**, en la **macro medición de volumen de agua** correspondiente al año 2024 realizada por el Organismo Público Descentralizado para la Prestación de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (OPD APAST), arrojaron valores nulos.[26]

Esto se debe a que ambos pozos **han permanecido fuera de operación desde septiembre de 2015**, como consecuencia de la contaminación por aguas residuales provenientes del **Dren Cartagena** durante los eventos de inundación ocurridos en dicho año.[27]

La reactivación de estos pozos exige una **inversión significativa en medidas de saneamiento urbano, rehabilitación estructural y renovación de funcionamiento**, que necesariamente debe involucrar la **cooperación y financiamiento compartido de los tres niveles de gobierno**

[26] (Gobierno Municipal 2025 - 2027, 2025)

[27] (La Jornada, 2025)

(municipal, estatal y federal) para asegurar su restablecimiento operativo y garantizar el acceso continuo al recurso hídrico de manera sustentable.

La información proporcionada en la Tabla 19 detalla las fuentes de abastecimiento de agua en el municipio, clasificadas según su administración y tipo. En cuanto a las **derivaciones de agua en bloque**, se registran un total de **17 bajo la administración federal/estatal**. Por otro lado, el **gobierno municipal** gestiona **25 pozos** como fuente de abastecimiento de agua.

Tabla 19. Fuentes de abastecimiento de agua

Administración	Tipo	Total
Federal/Estatal	Derivaciones de agua en bloque	17
Municipal	Pozos	25

FUENTE: PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO 2019-2021.

Se detalla los tanques de almacenamiento de agua en el municipio clasificados por zona geográfica. Aquí se enumeran los **nombres específicos** de los tanques y se dividen según su ubicación en las áreas de Oriente y Centro/Sur. (Tabla 20)

Tabla 20. Tanques de Almacenamiento

Zona	Nombre
Oriente	Pozo Bonito Tultitlán Pozo Portal San Pablo II Pozo Prados Pozo Constitución Pozo El Reloj Pozo San Pablo de Las Salinas núm.267 Pozo San Pablo de Las Salinas II núm.268 Pozo Granjas San Pablo Pozo Robles y Colorines Pozo Castera núm.7 Pozo Alborada Pozo Alborada I Pozo Santo Domingo I Pozo Industrial Cartagena Pozo San Juan 266 Nuevo
Centro y Sur	Pozo Buenavista Pozo San Mateo Pozo San Mateo I Pozo San Mateo II Pozo Villas San José I Pozo Villas San José II Pozo Fuentes del Valle núm.265 Pozo Portales Pozo Viveros Pozo Santo Domingo II San Juan II

FUENTE: PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO MUNICIPAL 2025-2027

En el año 2024, el volumen de agua potable extraída en los pozos del municipio de Tultitlán representó un recurso fundamental para el abastecimiento local (ver Tabla 21). Esta extracción fue clave para cubrir la demanda de la población y apoyar las actividades cotidianas de los habitantes, en un contexto de creciente preocupación por la gestión sostenible del agua. La medición y seguimiento de este volumen permiten evaluar la disponibilidad hídrica subterránea, así como planificar estrategias de uso responsable y conservación en la región.

Tabla 21. Volumen de agua potable extraída en pozos de Tultitlán durante el año 2024

Nombre del Pozo	Enero Febrero Marzo (m^3)	Abril Mayo Junio (m^3)	Julio Agosto Septiembre (m^3)	Octubre Noviembre Diciembre (m^3)	TOTAL
Santo Domingo I	175,545.79	137,030.40	158,294.88	149,529.89	**620,400.96**
Santo Domingo II	303,915.74	264,219.84	275,486.40	293,868.14	**1,137,490.13**
Buenavista	139,913.57	135,944.35	156,759.84	191,348.10	**623,965.86**
Industrial Cartagena	99,574.27	88,945.20	103,269.60	104,499.94	**396,289.01**
San Juan II	19,279.87	18,356.51	15,611.76	0.00	**53,248.14**
San Juan 266	264,835.01	296,994.82	276,912.00	261,281.81	**1,100,023.63**
Viveros	174,502.94	185,535.36	181,738.08	180,544.90	**722,321.28**
San Mateo	93,637.73	80,616.38	80,858.05	80,316.43	**335,428.60**
San Mateo I	103,633.34	108,071.17	106,939.28	104,454.00	**423,097.79**
San Mateo II	333,785.66	303,530.11	321,805.44	319,595.33	**1,278,716.54**
Fuentes del Valle 265	257,554.73	219,376.51	256,608.00	238,291.20	**971,830.44**
Villas San José I	338,982.62	342,894.24	353,940.19	293,844.82	**1,329,661.87**
Villas San José II	220,645.73	225,134.14	257,003.71	262,548.00	**965,331.58**
Portales	296,173.15	299,548.80	300,627.07	299,006.21	**1,195,355.23**
Agaves	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.00**
Jardines de Tultitlán	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.00**
Alborada	202,238.28	79,869.24	181,674.72	195,918.12	**659,700.36**
Castera No. 7	249,787.80	238,725.00	288,547.56	244,344.24	**1,021,404.60**
Robles y Colorines	261,593.82	260,010.00	233,452.80	317,209.75	**1,072,266.37**
Prados	219,890.88	400,569.12	398,139.84	403,813.08	**1,422,412.92**
San Pablo de las Salinas 267	326,180.30	316,224.00	270,076.32	324,749.52	**1,237,230.14**
San Pablo de las Salinas 268	337,781.52	315,201.60	326,893.14	327,497.04	**1,307,373.30**
Granjas San Pablo	204,544.80	185,647.14	110,910.38	208,697.04	**709,799.36**
Constitución	267,014.23	297,621.40	294,723.65	336,922.85	**1,196,282.12**
El Reloj	129,666.31	115,719.84	78,449.04	109,456.13	**433,291.32**
Bonito Tultitlán	250,612.92	239,200.99	244,608.60	245,484.00	**979,906.51**
Portal San Pablo II	74,857.68	82,828.80	77,050.08	92,532.10	**327,268.66**
Alborada I	266,359.97	252,450.00	261,281.88	263,203.20	**1,043,295.05**
TOTAL	**5,612,508.68**	**5,490,264.96**	**5,611,662.32**	**5,848,955.82**	**22,563,391.78**

FUENTE: PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO MUNICIPAL 2025-2027

Infraestructura Eléctrica

Dentro del contexto del suministro eléctrico de la zona, las subestaciones eléctricas son fundamentales. En el área del Centro y Sur se realiza a través de varias subestaciones, incluyendo "Cuautitlán", "Lechería", "Quebrada" y "Cartagena". Por otro lado, en la zona del Oriente, el abastecimiento eléctrico proviene principalmente de la subestación "Ecatepec" (Tabla 22).

Tabla 22. Subestaciones eléctricas

Subestación eléctrica	
Zona	**Nombre**
Centro y Sur	Abastecimiento por subestación "Cuautitlán"
	Abastecimiento por subestación "Lechería"
	Abastecimiento por subestación "Quebrada"
	Abastecimiento por subestación "Cartagena"
Oriente	Abastecimiento por subestación "Ecatepec"

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano 2019-2021.

Alumbrado Público

En relación con el alumbrado público, se identificó la necesidad de **reemplazar un total de 14,328 luminarias** que no utilizan tecnología LED, de un conjunto de **32,845 luminarias** que conforman el sistema de alumbrado público municipal, lo que representa el **46.5% del total**. Estos datos se derivan del último censo realizado por la Comisión Federal de Electricidad, el cual está bajo la supervisión del Departamento de Alumbrado Público.

Drenaje y alcantarillado

La infraestructura de la red de drenaje en el municipio de Tultitlán cuenta con una diversidad de componentes necesarios para la gestión de las aguas residuales y pluviales. Se registra **1 emisor**, **46 colectores**, **45 subcolectores** y una **red de 263 atarjeas (**Tabla 23**).**

Tabla 23. Red de drenaje

Infraestructura de la red de drenaje	
Tipo	**Total**
Emisores	1
Colectores	45
Subcolectores	45
Red de atarjeas	263
Número de descargas domiciliarias	145,054

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Municipal 2025-2027

Además, se tiene un registro detallado de los cárcamos de bombeo en el municipio, proporcionando información sobre su capacidad individual en metros cúbicos (m³). Se destacan los cárcamos con mayor capacidad, siendo estos el cárcamo **"Real del Bosque"** con una cantidad de **6,400 m³**; seguido de **San Juan II** con una capacidad de **1,710 m³** y **Villas de San José II** con **1,200 m³.** El conjunto de la capacidad total de los cárcamos es de **15,260 m³** (Tabla 24**).**

Tabla 24. Cárcamos de bombeo

Nombre	Capacidad (m³)	Nombre	Capacidad (m³)
La Acocila	640	San Mateo II	490
Santiaguito	120	Real del Bosque	6,400
San Juan II	1,710	Deprimido	50
Cartagena	210	Cueyamil	640
Cartagena II	300	Jardines de Tultitlán	300
Los Reyes	225	Agaves Cárcamo I	60
Lechería	100	Agaves Cárcamo II	60
Lomas del Parque	350	Agaves Cárcamo III	60
Fuentes del Valle	300	Agaves Cárcamo IV	60
Fuentes del Valle II	600	Portal San Pablo I	380
Villas de San José II	1,200	Portales	150
Tepalcapa	125	Lázaro Cárdenas	430
Recursos Hidráulicos	300	**Total**	**15,260**

FUENTE: PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO 2019-2021.

De igual manera, se encuentran los proyectos de infraestructura pluvial en el municipio. Por ejemplo, el **proyecto de construcción de un colector pluvial** en la **Avenida Estado de México**, que se extiende por **1,400 metros**, y que tiene como objetivo beneficiar a una población de **10,000 personas**, este proyecto tuvo una inversión de **$5,178,398.17** y es ejecutado por **APAST** y la **CAEM (**Tabla 25**).**

Tabla 25. Infraestructura Pluvial

Obra	Ubicación	Longitud	Población beneficiada	Inversión	Responsable
Colector de aguas pluviales "La Bandera"	Colonia Buenavista. Fracc. COCEM. Vía José López Portillo	481 m	7,500	$689,603.24	APAST

Obra	Ubicación	Longitud	Población beneficiada	Inversión	Responsable
Colector pluvial de 61 cm de diámetro	Parque Industrial Cartagena, Av. Hidalgo	427 m	5,428	$7,506,543.11	Municipio de Tultitlán/APAST
Construcción de colector pluvial	Av. Estado de México, Solidaridad 3a y 2a Sección	1400 m	10,000	$5,178,398.17	APAST/CAEM
Construcción de colector pluvial	Av. Jardín, Ampliación Buenavista	1180 m	15,000	$5,190,613.99	APAST/CAEM
Construcción de tanque de tormenta y pozo de infiltración	Av. Estado de México, Solidaridad 3a y 2a Sección	300 m^3	10,000	$1,177,197.45	APAST/CAEM

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano 2019-2021.

Finalmente, nos encontramos con la información sobre las plantas de tratamiento de aguas residuales, incluyendo sus nombres y capacidades de tratamiento en litros por segundo (lts/seg). Se destaca que la Planta Tratadora Portales tiene una capacidad de tratamiento de 12.5 lts/seg. Aunque las plantas de tratamiento de Villas de San José, Robles y Colorines, así como de La Isla y Jardines de Tultitlán aún se encuentran en desuso (Tabla 26).

Tabla 26. Plantas de tratamiento de aguas residuales

Nombre	Capacidad (lts/seg)
Planta Tratadora de Villas de San José	-
Planta Tratadora de Robles y Colorines	-
Planta Tratadora de la Isla	-
Planta Tratadora Portales	12.5
Jardines de Tultitlán	-

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano 2019-2021.

Transporte

El servicio de transporte Mexibús se encuentra disponible en diversas estaciones a lo largo de una longitud total de **17.69 kilómetros**. Entre estas estaciones, algunas cuentan con servicio de transporte expreso estas son Villas de San José, Mariscala Real del Bosque, Fuentes del Valle, Cartagena, Bandera Tultitlán, Chilpan y ERO. Por otro lado, las estaciones que no brindan este servicio son Santa María, De La Cruz San Mateo, Bello Horizonte, Buenavista, COCEM, Recursos Hidráulicos, Ciudad Labor, Vidriera y Lechería (Tabla 27).

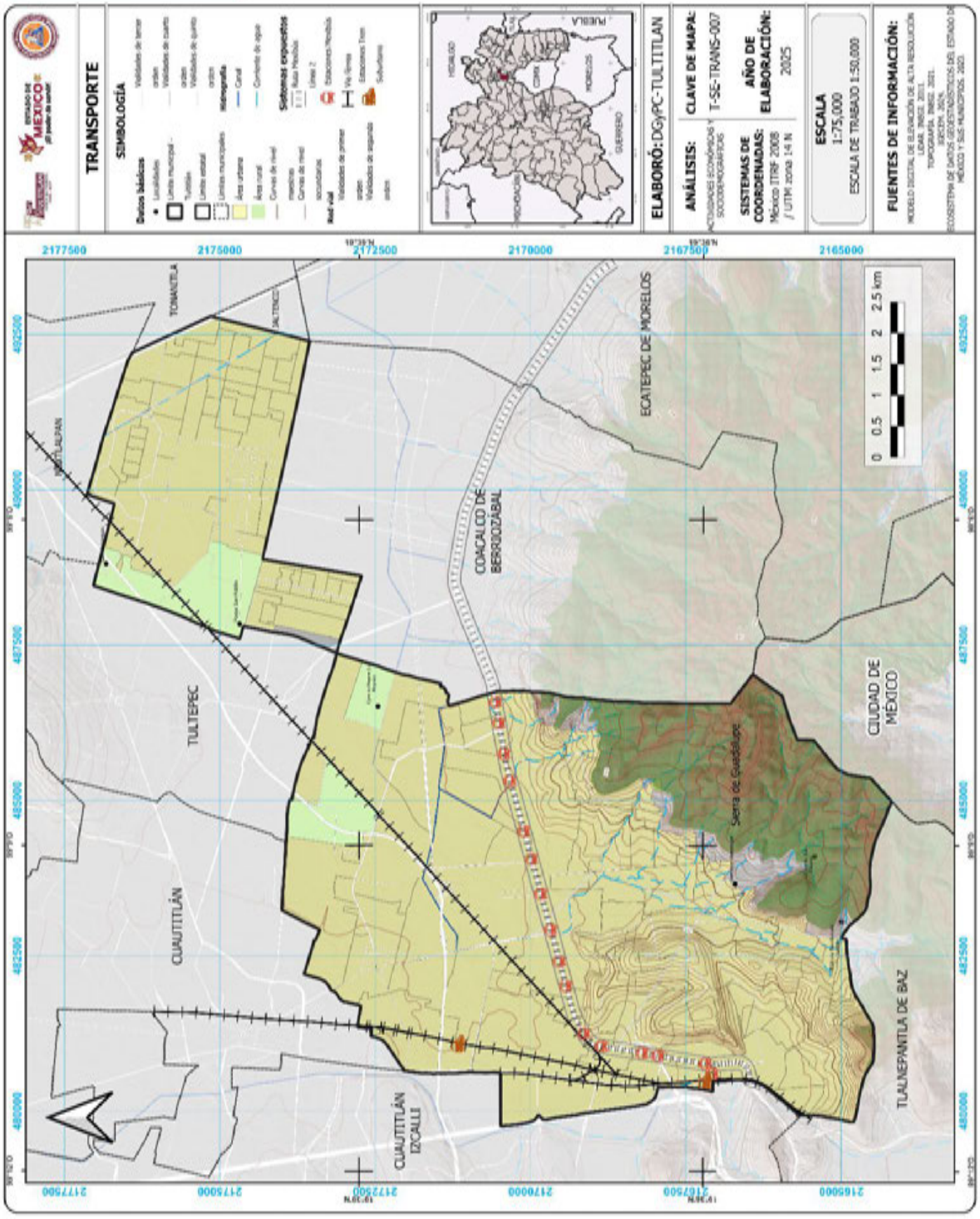
Tabla 27. Red de transporte Mexibús

Transporte Mexibús	
Estación	Express
Santa María	NO
Villas de San José	SI
Mariscala Real del Bosque	SI
Fuentes del Valle	SI
De La Cruz San Mateo	NO
Cartagena	SI
Bello Horizonte	NO
Bandera Tultitlán	SI

Transporte Mexibús	
Buenavista	NO
COCEM	NO
Recursos Hidráulicos	NO
Chilpan	SI
Ciudad Labor	NO
Vidriera	NO
Lechería	NO
ERO	SI
Longitud Total	17.69 km

FUENTE: PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO 2019-2021.

Asimismo, cuenta con **vías férreas** que tienen una longitud total de **18.91 kilómetros**, estas corresponden al Ferrocarril Suburbano de la Zona Metropolitana del Valle de México o Tren Suburbano del Valle de México (Mapa 23). Este sistema ferroviario es crucial para la movilidad de los habitantes de la zona metropolitana, proporcionando un medio de transporte entre el Estado de México y la Ciudad.



Mapa 23. Red de Transporte

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IGECEM. 2023.

Infraestructura hospitalaria de primer, segundo y tercer nivel.

De acuerdo con el **Catálogo de Claves Únicas de Establecimientos de** salud (**CLUES**) dan cuenta de la infraestructura de salud en el municipio (Tabla 28). De acuerdo con el tipo de establecimiento, se registran **2 centros de apoyo**, **12 unidades de asistencia social**, **51 centros de consulta externa** y **4 de hospitalización**, sumando un total de **69 establecimientos**. Es necesario tomar en cuenta estos datos para comprender la distribución y capacidad de los servicios de salud en el municipio.

Tabla 28. Infraestructura de salud

Tipo de establecimiento	Cantidad de unidades
De apoyo	2
De asistencia social	12
De consulta externa	51
De hospitalización	4
Total:	**69**

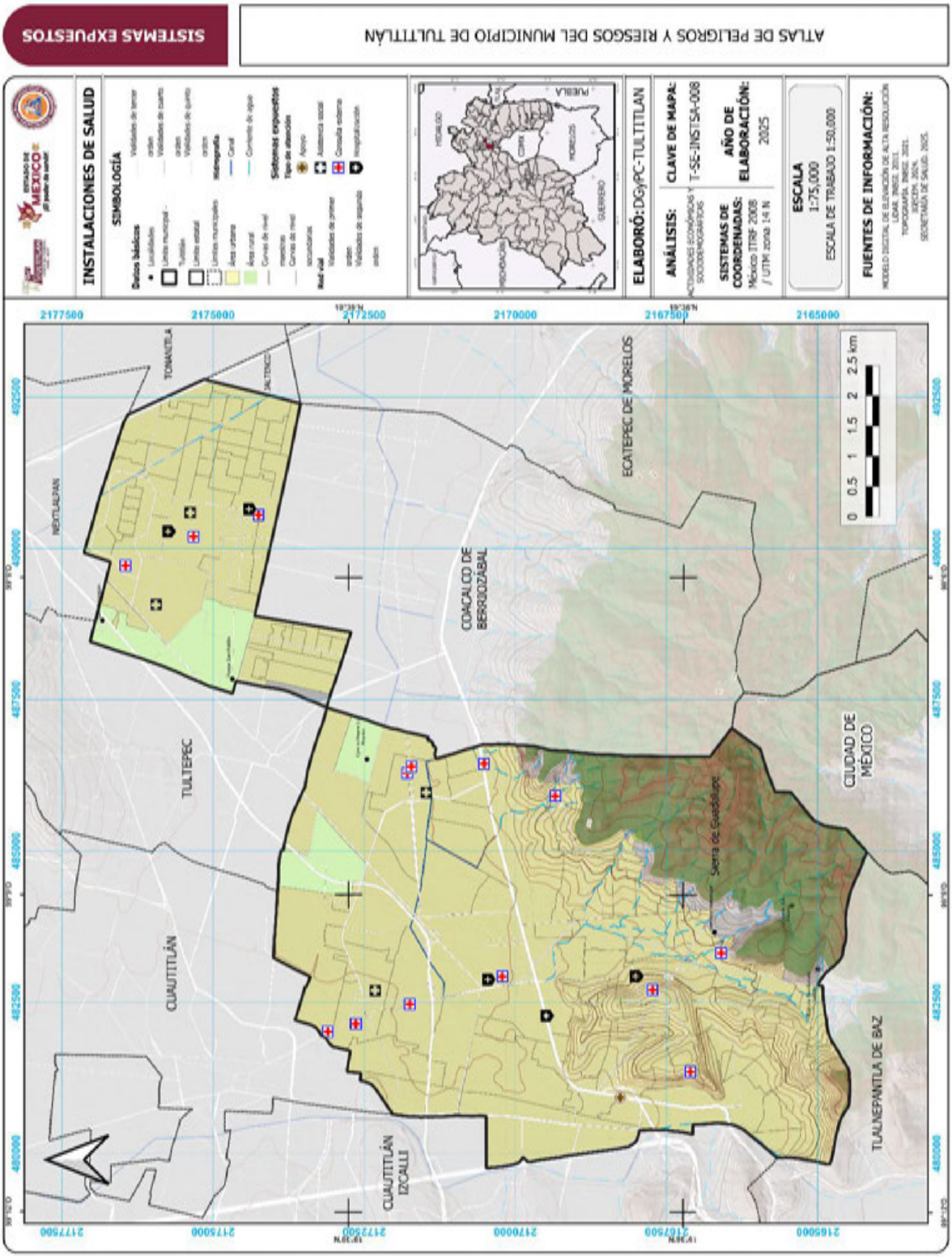
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LA BASE DE DATOS CLUES.

La misma fuente nos detalla la clasificación por la institución administrativa; se destacan **3 unidades** administrativas del **DIF Estatal**, **14** del **DIF Municipal**, junto con centros particulares como **3 Farmacias del Ahorro** y **1 San Pablo Farmacia**, así como instituciones de seguridad social como el **Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE)** con **1 centro**, y el **Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)** con **2 unidades**. De igual manera se identifican unidades de la **Secretaría de Salud Estatal** con **8 elementos** y **4 estaciones** de **Servicios Médicos Estatales**. Finalmente, **La Fundación Best A. C.** también figura con **23 unidades** administrativas, lo cual nos da **69 unidades administrativas registradas**, esta información es esencial para comprender la diversidad y alcance de los servicios de salud y asistencia social disponibles en la comunidad, facilitando así la planificación y gestión de recursos en el ámbito de la salud pública (Tabla 29 y Mapa 24).

Tabla 29. Tipos de Instituciones de Salud

Nombre de la institución administrativa	Cantidad de unidades
DIF Estatal	3
DIF Municipal	14
Farmacias Del Ahorro	3
Fundación Best A. C.	23
Instituto De Seguridad Y Servicios Sociales Para Los Trabajadores Del Estado	1
Instituto Mexicano Del Seguro Social	2
No Especificado	5
Otra	5
San Pablo Farmacia	1
Secretaria De Salud Estatal	8
Servicios médicos Estatales	4
Total:	**69**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LA BASE DE DATOS CLUES 2024.



Mapa 24. Instalaciones de salud

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LA BASE DE DATOS CLUES 2024.

Estaciones de bomberos

Las unidades de equipamiento de servicios urbanos proporcionan servicios esenciales para la comunidad. La **central de bomberos**, con **4 unidades** y un radio de servicio de **70,000 metros**, brinda cobertura completa al **100% de la población**.

Finalmente, los **4 módulos de protección civi**l, también con un radio de servicio de **1,500 metros**, cubren al **91.72% de la población**. Estos servicios son fundamentales para garantizar la seguridad y el bienestar de la comunidad urbana (Tabla 30 y Mapa 25).

Policía

Por su parte, los **16 módulos de policía**, con un radio de servicio de **1,500 metros** cada uno, alcanzan al **85.49%** de la población (Ver Tabla 30).

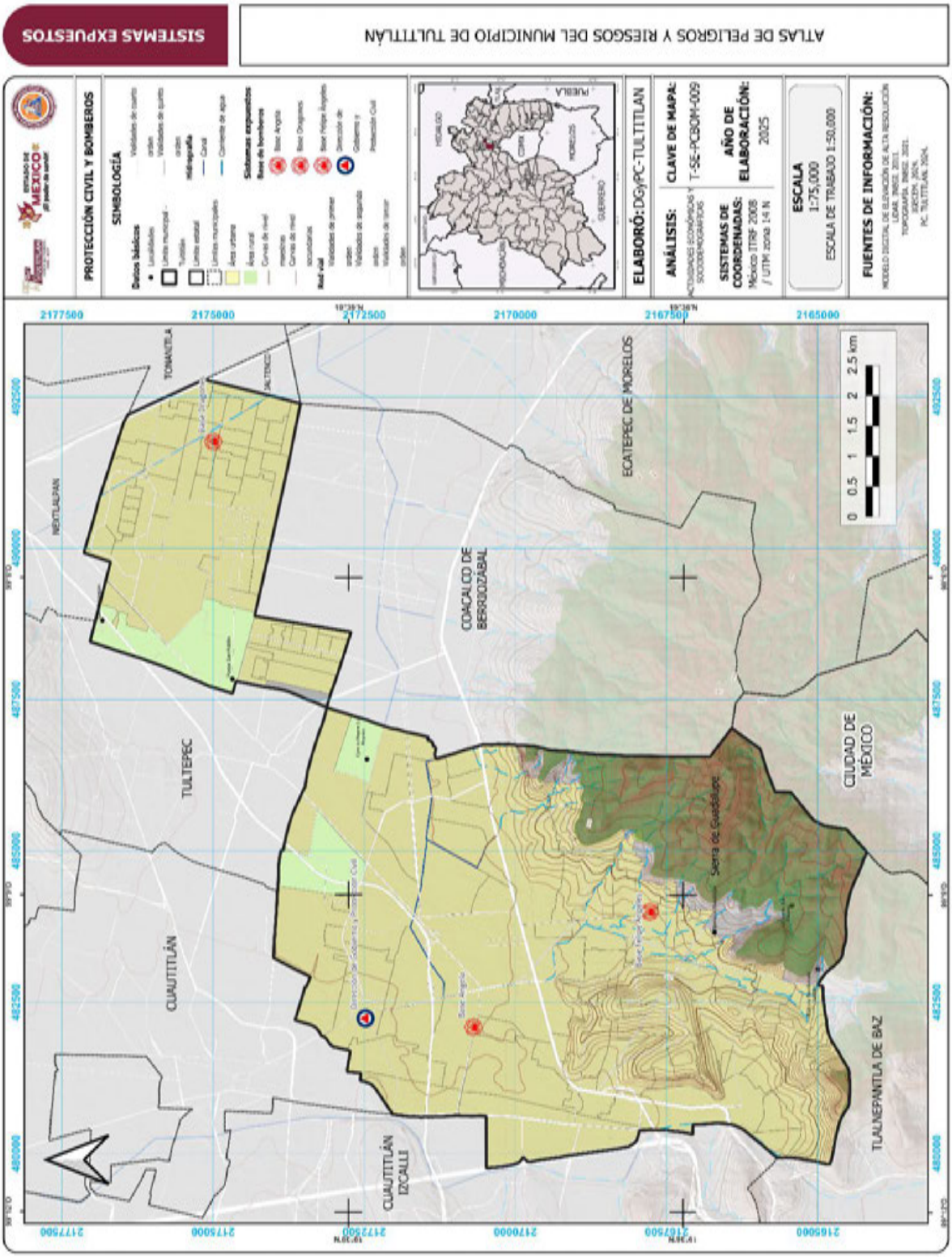
Protección Civil

Finalmente, los **4 módulos de protección civi**l, también con un radio de servicio de **1,500 metros**, cubren al **91.72% de la población**. Estos servicios son fundamentales para garantizar la seguridad y el bienestar de la comunidad urbana (Tabla 30 y Mapa 25).

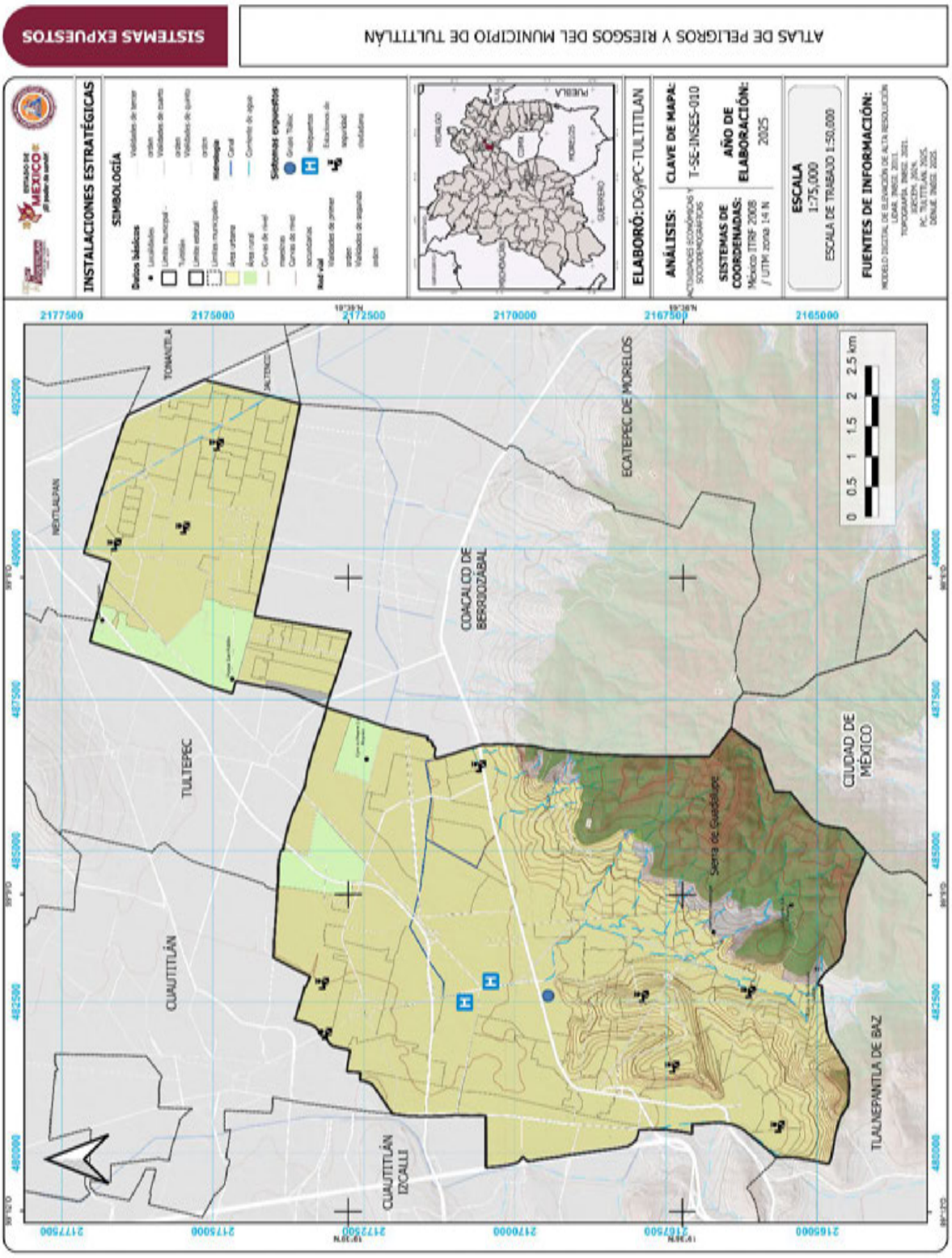
Tabla 30. Infraestructura estratégica

Tipo	Total	Radio de servicio (m)	Población cubierta	Población cubierta (%)
Cementerio	10	2,500	479,225	92.81%
Central de bomberos	4	70,000	516,341	100%
Módulo de policía	16	1,500	441,434	85.49%
Módulo de protección civil	4	1,500	473,571	91.72%

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano 2019-2021.



Mapa 25. Infraestructura estratégica
Fuente: Elaboración propia a partir de DGyPC.



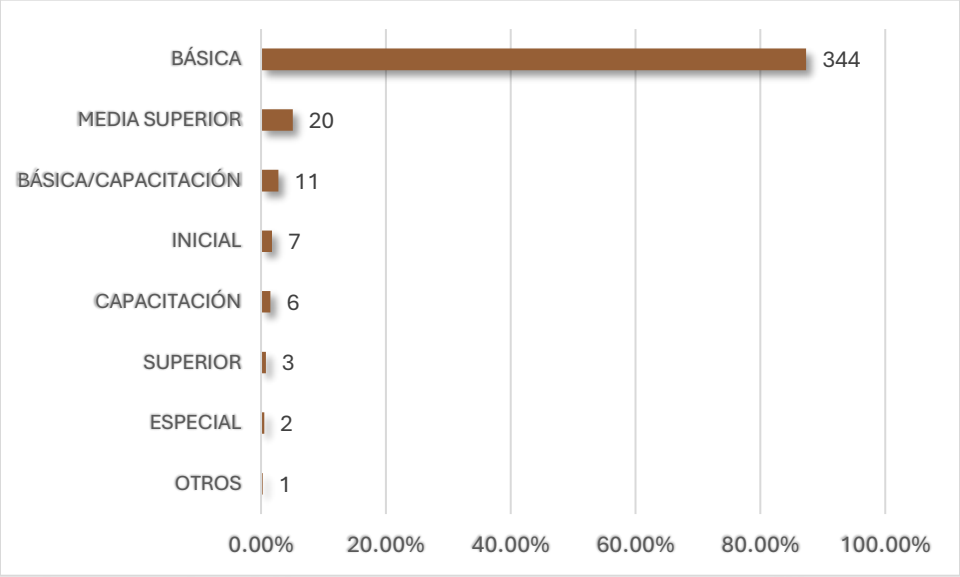
Mapa 26. Instalaciones estratégicas

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

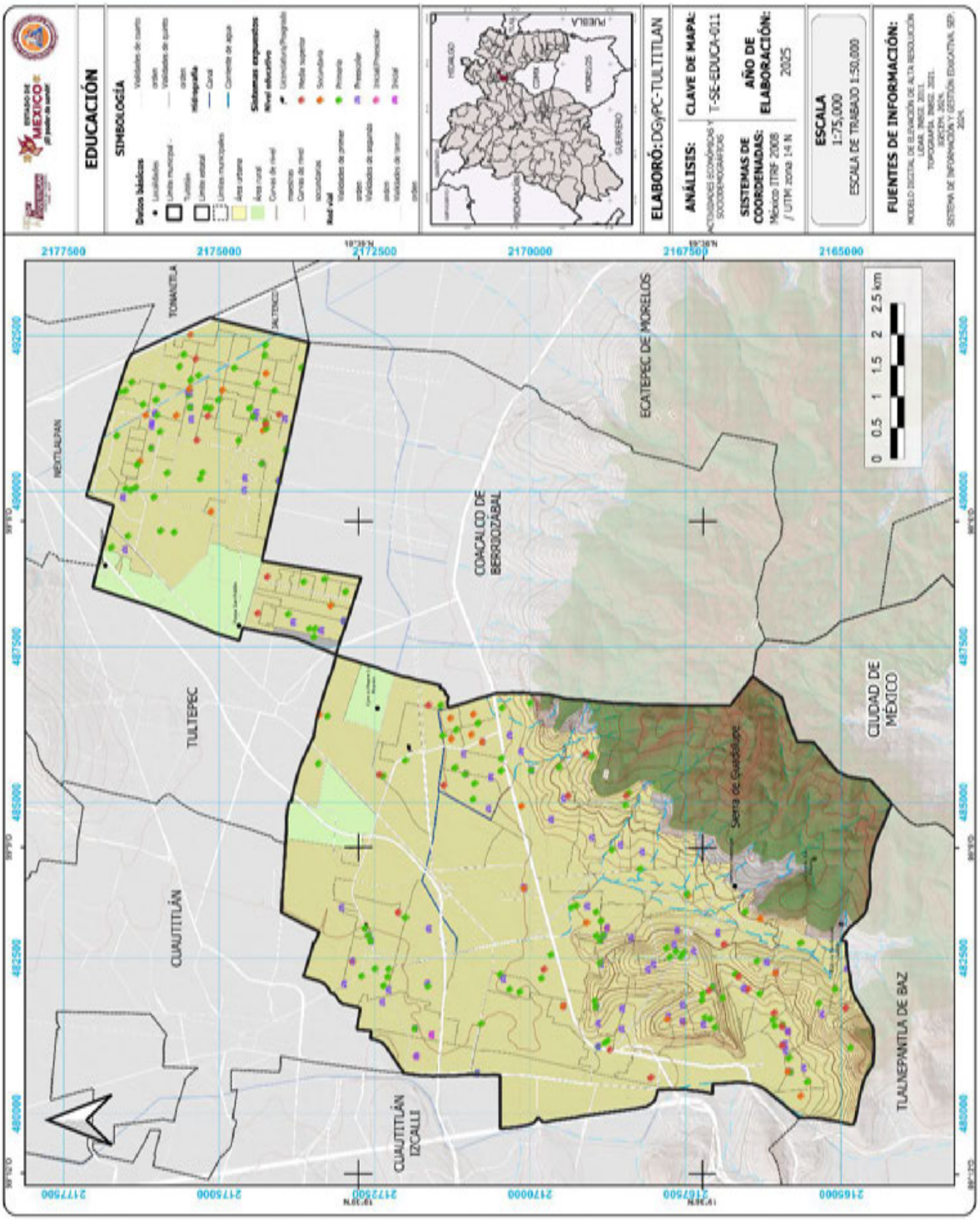
Escuelas públicas y privadas

De acuerdo con los datos del **Sistema de Información y Gestión Educativa (SIGED)** de la **Secretaría de Educación Pública (SEP)**, en el municipio se registran **344** centros educativos de nivel básico, con un total de **75,245 alumnos**, **2,889 docentes** y **2,869 aulas en uso**; seguido por escuelas de **nivel media superior** que cuentan con **20 centros**, **10,752 alumnos** y **862 docentes**; en tercer lugar, vemos que se encuentran **11 centros de educación básica y capacitación** (formación para el trabajo); a continuación están las instituciones iniciales con **7 centros**, un total de **115 alumnos**, **15 docentes** y **15 aulas en uso**, seguidos de los centros de **capacitación que se encargan de la formación para el trabajo** con **6 sedes**, posteriormente están las instituciones encargadas del **nivel superior** con **3 centros**, que cuentan con **6,049 alumnos** y **365 docentes**; finalmente hay **2 sedes** que se encargan de la **educación especial** con **115 alumnos**, **15 docentes** y **15 aulas en uso**. En total hay **394 centros educativos**, con un total de **92,667 alumnos**, **4,170 docentes** y **2,916 aulas en uso** (Gráfica 18 y Mapa 27).



Gráfica 18. Porcentajes de inmuebles educativos

FUENTE: FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LA BASE DE DATOS SIGED.



Mapa 27. Instalaciones educativas

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LA BASE DE DATOS SIGET.

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

Vías de comunicación

En Tultitlán las principales vías regionales o de acceso controlado tienen una longitud de 23.63 km (2.06% de la red vial); estas son: Circuito Exterior Mexiquense, Vía José López Portillo y la Carretera México Querétaro. La primera es de peaje y funciona como una vía de acceso controlado que permite la conectividad de municipio con otros municipios del Estado de México como Nextlalpan, Zumpango, Huehuetoca, la Autopista México Pachuca, Texcoco-Peñón, México-Puebla y Lechería Chamapa; brinda al municipio una posición estratégica a nivel estatal y federal por su conectividad con Hidalgo, Ciudad de México y Puebla.

La Carretera México-Querétaro, por su parte, posiciona al municipio en un punto estratégico entre la Ciudad de México y Querétaro, lo que permite el intercambio de flujos y mercancías entre dichos estados.

La Red vial urbana se divide en tres grupos:

Vías primarias: primeras son vías de alta capacidad donde se permite el flujo del tránsito vehicular continuo o controlado y se caracterizan por permitir mayor movilidad y menor habitabilidad que otro tipo de vías. El municipio cuenta con un total de 1352. 76 km de éstas, que equivalen al 11.56% de toda la red vial municipal. Algunos ejemplos se mencionan en la Tabla 31.

Tabla 31. Ejemplos de principales vialidades Primarias

Nombre	
Vía López Portillo	Av. Cuautitlán-México
Prados del Sur	Av. San Antonio
Eje Lara Camacho	Av. Álvaro Obregón
Av. Magnolias	Héroes de Nacozari
5 de mayo	Vicente Guerrero
Av. De las Torres Cd Labor	Adolfo López Mateos
Canal de Castera	Anastasio Bustamante
Av. Estado de México	Av. Recursos hidráulicos
Buenavista	Av. Miguel Hidalgo – Camino a los Portales

FUENTE: ELABORADO A PARTIR DE INEGI Y PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO

Vías secundarias o conectoras: son las que conectan las vías locales con las primarias, cuentan con una sección vial más reducida que las vías primarias, conformando la red vial

principal de los barrios o colonias. Las vías secundarias del municipio suman un total de 105.63 km que equivalen al 9.19% del total de la red vial municipal, entre las principales se encuentran: Lomas de Cartagena, Av. Uno, Venustiano Carranza, Independencia, Rancho Santa María, Rancho de San José, Av. Prados, Pról. Betunias, San Antonio, Flamingos, Río Balsas y Chilpancingo.

Vía terciaria o local: cuentan con una movilidad reducida pero mayor habitabilidad que el resto dado que su principal función es dar acceso a los predios al interior de los barrios y las colonias. Son las calles con menos volumen, velocidad y capacidad vial de la red y en su mayoría, con intersecciones no semaforizadas.

Cementerios

Las unidades de equipamiento de servicios urbanos proporcionan servicios esenciales para la comunidad. En cuanto a la cobertura, el **cementerio** cuenta con **10 unidades** que cubren un **radio de servicio** de **2,500 metros**, alcanzando al **92.81% de la población**. (Tabla 30).

Refugios temporales

Son Instalaciones físicas habilitadas para brindar temporalmente protección y bienestar a las personas que no tienen posibilidades inmediatas de acceso a una habitación segura en caso de un riesgo inminente, una emergencia, siniestro o desastre.

Un refugio temporal debe de contar con la siguiente estructura: [28]

Imagen 2. Estructura de un refugio

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

[28] (Tamaulipas, 2020)

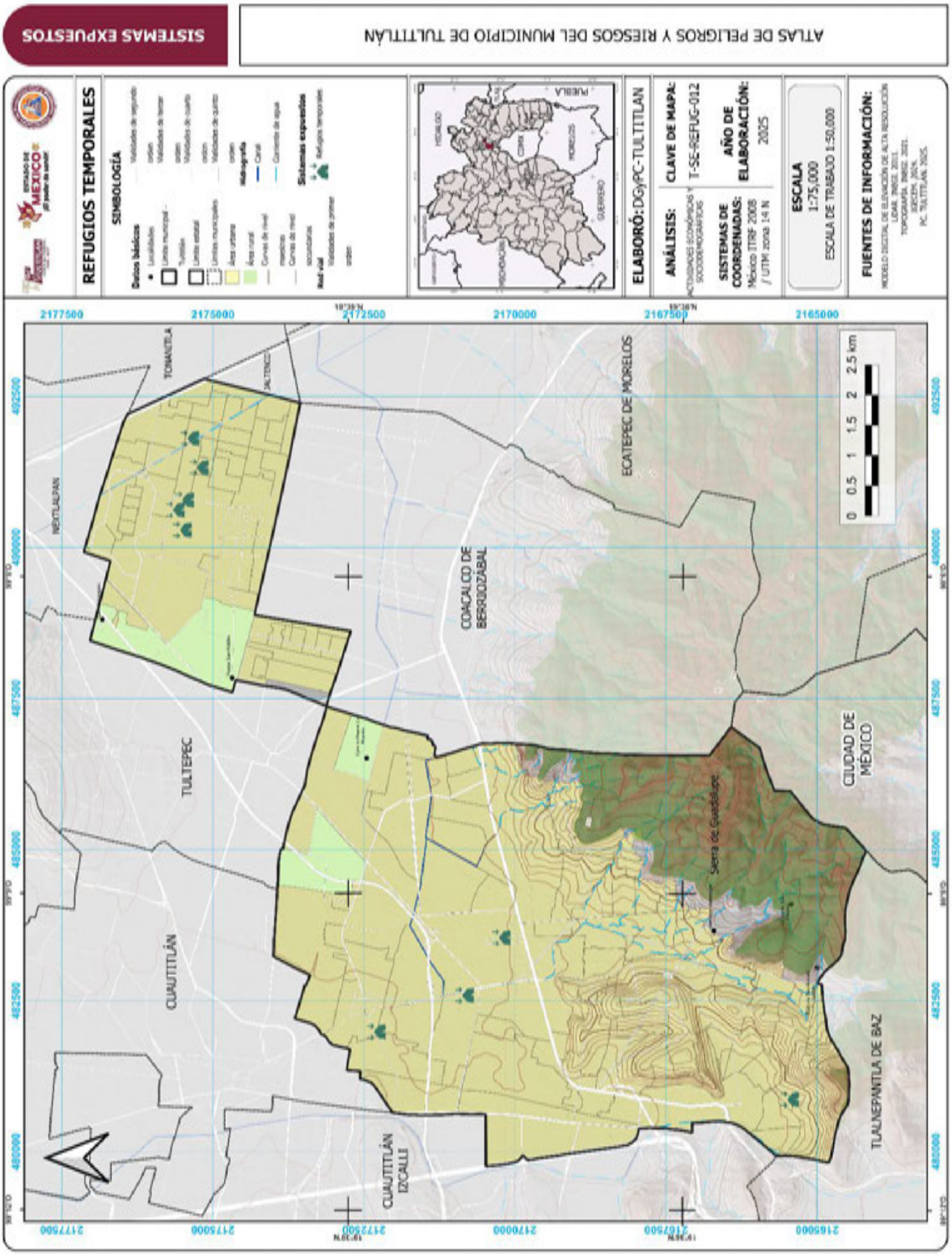
Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

En la Tabla 32 se mencionan los refugios temporales que se encuentran en el municipio

Tabla 32. Refugios temporales activos dentro del municipio

Nombre Refugio	Uso del inmueble	Dirección	Latitud y Longitud	Capacidad personas	Responsable	Estatus	Servicios
Deportivo Toltitltlan	Deportivo	Boulevard Tultitlán Poniente 204 C.P. 54900	19° 37.954'N 99° 9.974'O	1,000	Edgar Salas Yáñez	Activo	Agua, baño y cocina
Deportivo Bicentenario	Deportivo	Primavera s/n C.P:54945	19° 35.017'N 99° 10.955'O	1,000	Oírico Álvarez Martínez	Activo	Agua y baño
Deportivo el Reloj	Deportivo	Av. Andrés Quintana Roo s/n C.P. 54930	19° 40.573'N 99° 5.350'O	500	Alejandro Roberto Espinosa Córdoba	Activo	Agua y baño
Deportivo Morelos	Deportivo	Av. Canal de Castera y Valeriano Trujillo	19° 40.424'N 99° 4.677'O	150	Diego Sebastián Rosas Arrollo	Activo	SD
Ágora San Pablo de las Salinas	Dirección de Educación Cultura y Turismo	Oaxaca Manzana 003	19° 40.381'N 99° 5.549'O	400	Socorro Sarmina Carmina Marín	Activo	SD
Esc. Secu. Sor Juana Inés de la Cruz	Escuela	Av. Ignacio Zaragoza s/n. C.P: 54930	19° 40.475'N 99° 5.275' O	3,000	SD	Activo	Agua y baño
Esc. Secu. Dos de marzo	Escuela	Av. Pasero de la Constitución s/n C.P. 54930	19°40.342'N 99°4.955'O	2,000	SD	Activo	Agua y baño
Esc. Secu. #36	Escuela	Av., San Antonio, Beme	19°38.737'N 99°10.318'O	2,000	SD	Activo	Agua, baño y cocina
CETIS 95	Escuela	Fresno s/n C.P. 54916	19°37.626'N 99°9.394'P	1,000	SD	Activo	Agua, baño y concina

Fuente: CGPCyGIR y PCyB Tultitlán



Mapa 28. Refugios temporales

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LA CGPCYGIR

Áreas de Conservación Patrimonial

Foto 1. El Convento y Parroquia de San Antonio de Padua
FUENTE: SECRETARÍA DE CULTURA Y TURISMO DEL ESTADO DE MÉXICO

Las áreas de conservación patrimonial contienen valores históricos, arqueológicos, artísticos o culturales, categorizadas por el INAH e INBA y aquellas que, sin estar formalmente clasificadas, presentan características de unidad formal y propiedades que requieren de atención especial para mantener y potenciar sus valores. [29]

Uno de los monumentos históricos más representativos del municipio es El Convento y Parroquia de San Antonio de Padua, un conjunto arquitectónico del siglo XVI que se encuentra en el centro de Tultitlán. Consta de un convento franciscano, el Templo de San Lorenzo y la Parroquia de San Antonio de Padua, actual patrono del municipio. Se ubica sobre un basamento piramidal que perteneció al Centro Ceremonial Tepaneca (Mapa 29). Durante los trabajos de remodelación llevados a cabo por el INAH se encontraron vestigios de pirámides, así como restos de vasijas y otros elementos prehispánicos y coloniales. [30]

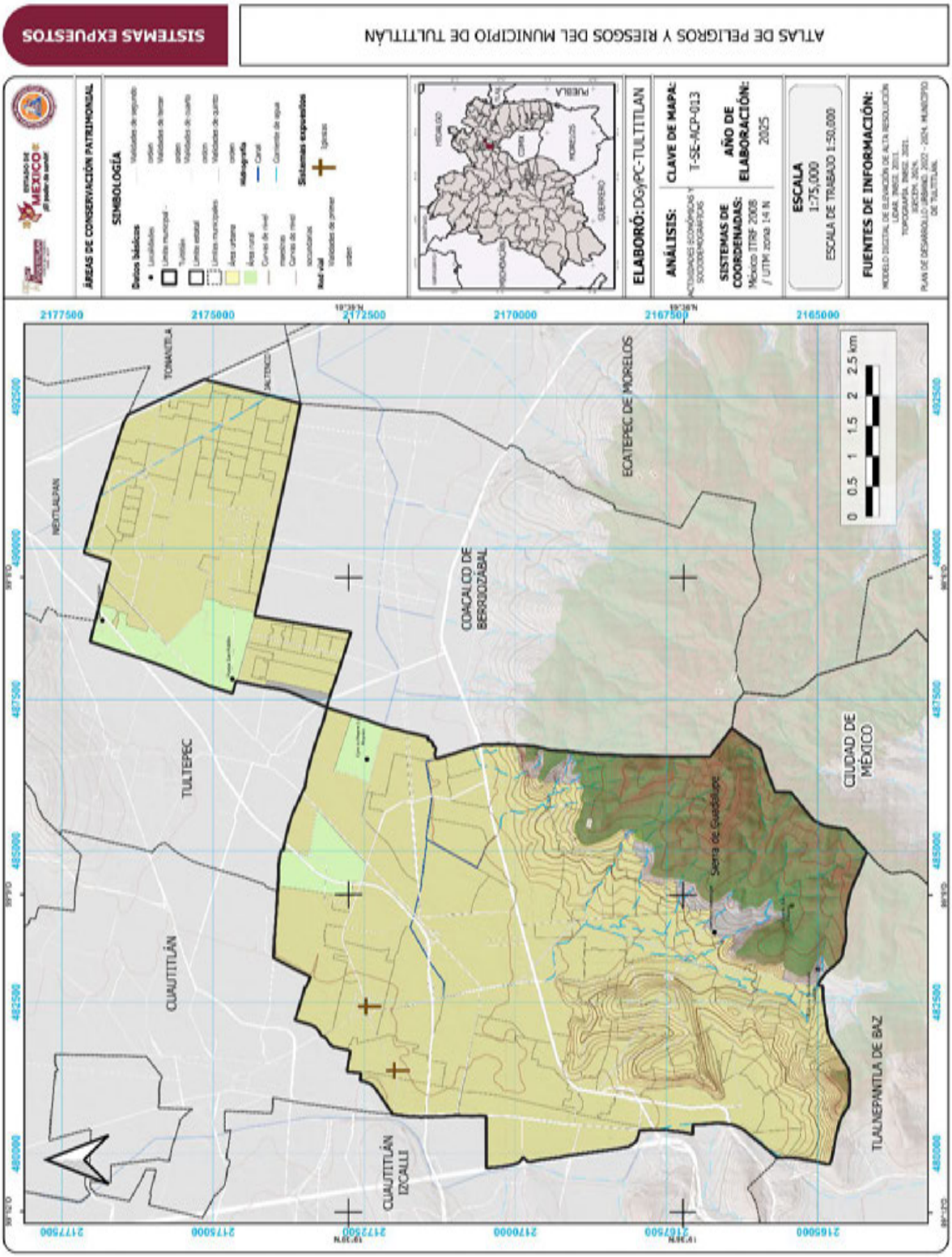
En el municipio se conservan cinco ejemplos del arte barroco, los cuales son:

1) Fachada del templo de San Lorenzo, ubicado en la parroquia de San Antonio de Padua.
2) Fachada del templo del pueblo de Santa María Cuautepec.
3) Retablo del templo de San Francisco de Asís, en el pueblo de San Francisco Chilpan.
4) Retablo del templo de San Pedro y San Pablo, en el pueblo de San Pablo de las Salinas.
5) Pintura del Señor Santiago, en la capilla del barrio Santiaguito.

Foto 2. Altar barroco del pueblo de San Francisco Chilpan
Padua
FUENTE: GOBIERNO MUNICIPAL DE TULTITLÁN

[29] (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2005)

[30] (Barradas, 2021)



Mapa 29. Áreas de Conservación Patrimonial

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Reserva Territorial

La única línea de trabajo dentro de las medidas de gobierno relacionadas con la incorporación de suelo al desarrollo urbano dentro de la normatividad vigente tenía un carácter correctivo y básicamente consistió en la regularización de la tenencia de la tierra en colonias populares intentando conformar reservas territoriales.

El organismo encargado de la regularización de los asentamientos humanos en terrenos ejidales desde 1973 fue el Comité (y Comisión desde 1974) para la Regularización de la Tenencia de la Tierra (Corett). En 1979 un nuevo decreto le obliga a coordinarse con la **Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas** (**SAHOP**) e Instituto Nacional para el Desarrollo de la Comunidad y la Vivienda Popular (Indeco) en las tareas de delimitación de las áreas ejidales a regularizar.

En 1978 es cuando surge el Programa Nacional de Reservas Territoriales a cargo de la SAHOP. Este es incorporado al Plan Nacional de Desarrollo Urbano y Vivienda por lo que los planes urbanos estatales y municipales incorporan a su contenido las categorías de usos, destinos, reservas, aprovechamientos, áreas urbanizables y no urbanizables, etcétera; pero se generalizaba su uso.

El Programa Nacional de Reservas Territoriales fracasa por diversas razones: la sujeción de las reservas territoriales a las leyes agrarias dificultaba su cambio al régimen de propiedad privada y su control desde el derecho común (urbano) o la falta de lineamientos específicos para su urbanización y su necesaria vinculación con programas de infraestructura, vialidad y redes. [31]

[31] (Olivera, 2001)

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

CAPÍTULO 5. IDENTIFICACIÓN DE AMENAZA, PELIGROS, VULNERABILIDAD Y/O RIESGOS POR FENÓMENOS PERTURBADORES

En la siguiente Ilustración 1se muestran los principales peligros presentes en el municipio, los cuales se derivan de las condiciones naturales del territorio descritas en el Capítulo 3. Dichas condiciones, junto con los elementos físico-geográficos del área, permiten identificar la existencia de diversos tipos de amenazas que pueden afectar al municipio. Entre estos peligros se encuentran los de origen geológico, hidrometeorológico y químico-tecnológico, mismos que se describen con mayor detalle en este capítulo.

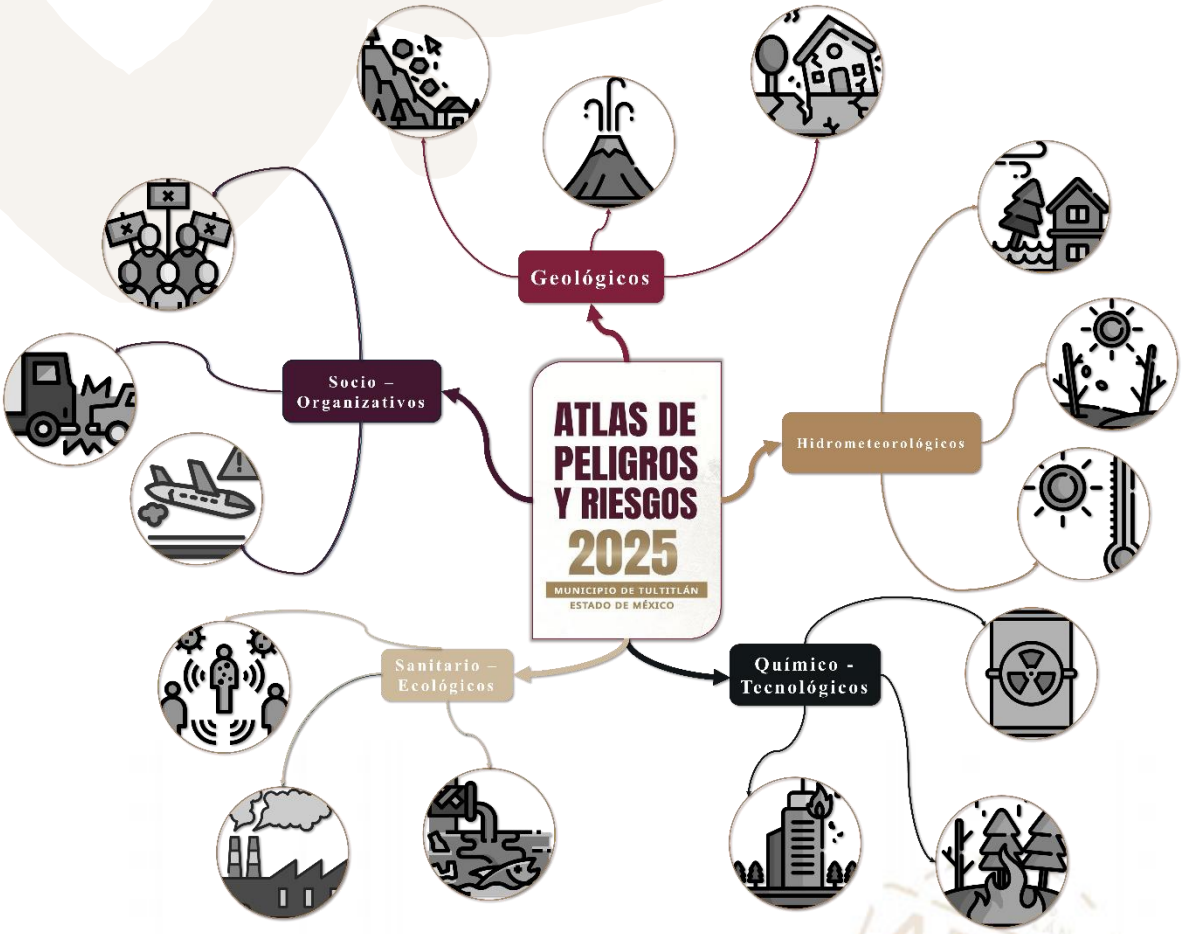


Ilustración 1. Identificación de peligros

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En los apartados siguientes se procederá al desarrollo y análisis de los principales fenómenos que pueden presentarse dentro del territorio municipal, con el objetivo de identificar los agentes perturbadores más relevantes que podrían poner en peligro a la población, la infraestructura y los ecosistemas locales. La comprensión de estos fenómenos es clave para establecer estrategias eficaces de prevención, mitigación y respuesta ante emergencias.

Fenómenos Geológicos

Deslizamiento de laderas

Como se expuso en el Capítulo 3, correspondiente a la Caracterización de los Elementos del Medio Natural, específicamente en el apartado de Fisiografía, el municipio de Tultitlán se localiza dentro de la Faja Volcánica Transmexicana, albergando en su territorio a la Sierra de Guadalupe, un sistema montañoso de origen volcánico.

La inestabilidad de laderas constituye un fenómeno que debe ser tomado en cuenta tanto por la población como por las autoridades, dado que sus efectos no se limitan a la afectación directa de las personas, sino que también comprometen sus bienes materiales y el entorno, generando considerables pérdidas económicas. Esta inestabilidad se produce cuando el terreno natural pierde su capacidad de cohesión, como resultado de diversos procesos naturales o alteraciones provocadas por la actividad humana (véase Foto 6).

Según la definición propuesta por Díaz (1998), una ladera o talud se refiere a una masa de terreno que no presenta una superficie plana, sino que posee inclinaciones o cambios de elevación significativos. Aunque estas formaciones pueden mantenerse estables durante largos periodos, están sujetas a fallos súbitos ocasionados por factores como modificaciones topográficas, sismos locales o regionales, presencia de flujos subterráneos de agua, alteraciones en la resistencia del suelo, procesos de meteorización (desgaste natural del suelo o la roca causado por la acción del agua y del viento), así como por intervenciones humanas o fenómenos naturales que alteran las condiciones originales de estabilidad del terreno. [32] (Ver Foto 3).

[32] (Díaz, Deslizamientos de taludes en zonas tropicales, 1998)

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

Foto 3. Ladera natural perteneciente a la Sierra de Guadalupe dentro del municipio de Tultitlán. Se observa fallamiento de tipo normal, marcado de forma escalonada. Ocasionando caídos de rocas

FUENTE: FOTOGRAFÍA TOMADA EN RECORRIDO TULTITLÁN

En la literatura técnica, se define como:

- **Ladera**: cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural.
- **Talud**: son pendientes creadas de forma artificial. Estos se pueden agrupar en tres categorías generales: los terraplenes, los cortes de laderas naturales y los muros de contención[33] (ver Foto 4).

Foto 4. Ejemplo de un muro de contención en una ladera inestable, cuya pendiente es muy inclinada

FUENTE: FOTOGRAFÍA TOMADA DE CONSTRUMATICA.COM.

[33] (Díaz, Deslizamientos de taludes en zonas tropicales, 1998)

Considerando que el talud o la ladera son estructuras que constan de una morfología, los elementos que los definen o constituyen son los siguientes: [34] (ver Foto 5).

1. **Altura:** es la distancia vertical entre el pie y la cabeza, es complicada de cuantificar en las laderas debido a que el pie y la cabeza no están bien marcados en algunas topográficamente.
2. **Pie:** corresponde al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte inferior.
3. **Cabeza o escarpe**: se refiere al cambio brusco de pendiente en la parte superior.
4. **Altura de nivel freático:** distancia vertical desde el pie del talud o ladera hasta le nivel de agua medida debajo de la cabeza.
5. **Pendiente:** es la medida de la inclinación del talud o ladera. Puede medirse en grados, en porcentaje, o en una relación m/l

Foto 5. Descripción de los componentes de una ladera natural. Santa María Cuautepec, Tultitlán, Edo de México

FUENTE: FOTOGRAFÍA TOMADA EN RECORRIDO TULTITLÁN.

De manera complementaria, existen 3 clasificaciones para los tipos de deslizamiento en una ladera: deslizamientos, flujos y caídos.

- **Deslizamientos**: Son movimientos de una masa de materiales térreos pendiente abajo, sobre una o varias superficies de falla delimitadas por la masa estable o remanente de una ladera, de acuerdo con el tipo de superficie se pueden dividir en dos (ver Imagen 3):

    1. **Rotacionales**: Deslizamientos en los que su superficie principal de falla resulta cóncava hacia arriba, definiendo un movimiento circular de la masa inestable de suelos y/o fragmentos de rocas. A menudo estos deslizamientos rotacionales ocurren en suelos arcillosos blandos, aunque también se presentan en formaciones de rocas muy intemperizada (ver Foto 6).

[34] (Díaz, Deslizamientos de taludes en zonas tropicales, 1998)

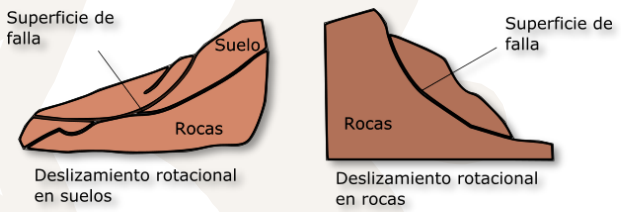


Imagen 3. Deslizamiento rotacional tanto en roca como en suelo. La superficie de falla siempre va a tener forma de cuchara, por la curvatura cóncava hacia arriba.

FUENTE: IMAGEN TOMADA DE GEOLOGIAWEB.COM.

Foto 6. Debido a que en el municipio de Tultitlán NO se tienen registrados antecedentes de deslizamientos rotacionales, se utiliza como ejemplo ilustrativo una fotografía tomada en la Sierra de Guadalupe, específicamente en la colonia Benito Juárez 1ª Sección, en el municipio de Ecatepec, Estado de México.

FUENTE: FOTO DE ENTORNO TIZAYUCA.

2. **Traslacionales**: Deslizamientos masivos de suelo o fragmentos de rocas que se desplazan hacia afuera y hacia abajo, a lo largo de una superficie de falla más o menos plana, con muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo. Usualmente se determinan deslizamientos someros en suelos granulares, o bien están definidos por superficies de debilidad en formaciones rocosas, tales como planos de estratificación, fracturas y zonas de diferente alteración o degradación de las rocas. (Ver Tabla 32 e Imagen 4).

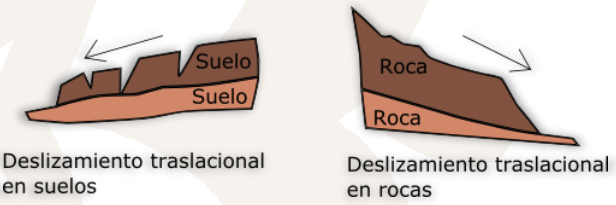


Imagen 4. Deslizamiento traslacional. Carece de una pendiente predominantemente inclinada; sin embargo, estos movimientos también generan daños y son un peligro para la población que se encuentre al pie de una ladera.

FUENTE: IMAGEN TOMADA DE GEOLOGÍAWEB.COM.

- **Flujos:** Son movimientos de suelos y/o fragmentos de rocas pendiente abajo de una ladera, que involucran un alto contenido de agua, provocando que sus partículas, granos o fragmentos tengan movimientos o deslizamientos sobre una superficie de falla. Los flujos pueden ser de muy lentos a muy rápidos. Se pueden clasificar en:

    1. **Flujos de lodo:** Masa de suelo y agua que fluye pendiente abajo muy rápidamente, que contiene por lo menos 50% de granos de arena y limo, así como partículas arcillosas (ver Imagen 5 y Foto 7).

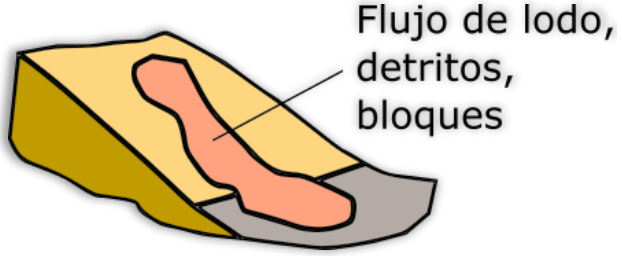


Imagen 5. Morfología de un flujo de lodo. Este se va a formar en presencia de agua sobre material terrígeno de granulometría fina principalmente.

Foto 7. Ejemplo de un flujo de lodo proveniente del volcán Popocatépetl

FUENTE: FOTOGRAFÍA TOMADA DE GEOLOGÍAWEB.COM Y LA JORNADA.

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

2. **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 (ver Foto 8).

Foto 8. En esta pequeña ladera la pendiente es de 30 ° aproximadamente, constituida por limo y arena, en temporada de lluvia se puede convertir en un flujo de tierra, Tulipanes Buenavista, Tultitlán Edo. De México

FUENTE: FOTOGRAFÍA TOMADA EN RECORRIDO TULTITLÁN.

3. **Flujos o avalancha de detritos:** Movimiento rápido de una mezcla en donde se combinan suelos sueltos, fragmentos de rocas, y vegetación con aire y agua, formando una masa viscosa o francamente fluida que fluye pendiente abajo.

Foto 9. Vista general de un deslizamiento previo que fracturó una barda.

FUENTE: FOTOGRAFÍA TOMADA EN RECORRIDO TULTITLÁN.

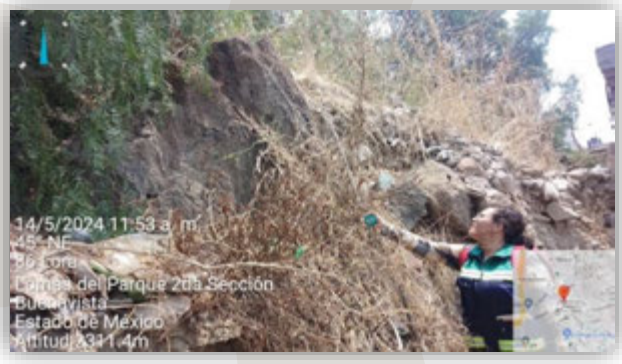


Foto 10. Medición del caído de roca y su desplazamiento de ladera abajo. Lomas del Parque 2da. Secc. Buenavista. Tultitlán Edo. México.

FUENTE: FOTOGRAFÍA TOMADA EN RECORRIDO TULTITLÁN.

4. **Reptación o flujo muy lento:** A diferencia de los casos anteriores, es un movimiento constante pero muy lento de suelo y rocas pendiente abajo, en el que no se define con precisión la superficie de falla (ver Foto 11).

Foto 11. Inclinación en árboles, que sirven como indicadores de deslizamiento. La Joya Buenavista, Tultitlán, Edo. De México.

FUENTE: FOTOGRAFÍA TOMADA EN RECORRIDO TULTITLÁN.

5. **Lahar:** Flujo de suelos o detritos que se origina en las laderas de un volcán, generalmente ocasionados por lluvias intensas que erosionan depósitos volcánicos, deshielo repentino por actividad volcánica, o bien por rotura o desbordamiento de represas de agua (ver Imagen 6).

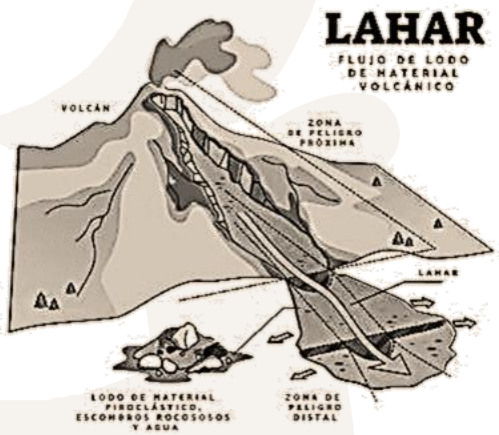


Imagen 6. Dibujo ilustrativo. En Tultitlán no se tienen volcanes activos, por lo tanto, no se tiene un registro reciente de este tipo de fenómeno natural; sin embargo, podemos encontrar depósitos de lahares antiguos pertenecientes a la Sierra de Guadalupe.

FUENTE: IMAGEN TOMADA DE ECOLOGIAVERDE.COM.

- **Caídos:** Son movimientos abruptos de suelo y/o fragmentos aislados de rocas que se originan en pendientes abruptas y acantilados, por lo que el movimiento es prácticamente de caída libre, rodando y rebotando (ver Foto 12).

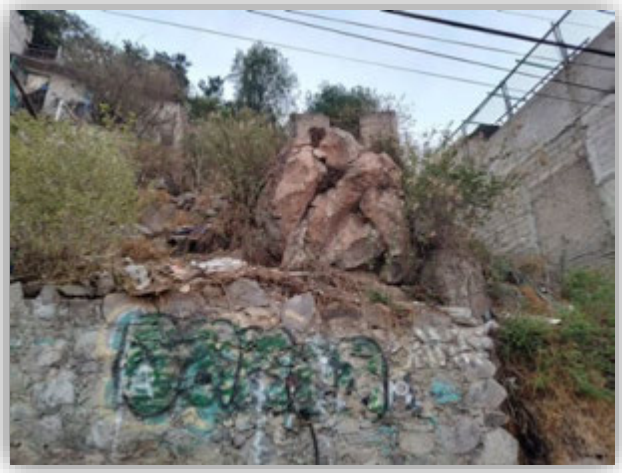


Foto 12. Alto fracturamiento sobre un caído de roca, siendo una amenaza para la población. #356 Santa Barbara, San Marcos Buenavista, Tultitlán, Edo. De México.

FUENTE: FOTOGRAFÍA TOMADA EN RECORRIDO TULTITLÁN.

- **Desprendimientos:** Caída de suelos, o de bloques rocosos, producto de la erosión, atendiendo a discontinuidades estructurales (grietas, planos de estratificación, o fracturamiento) que provocan lo que se denomina acuñamientos (fragmentos de laderas) que se vuelven proclives a la inestabilidad (ver Foto 13).

Foto 13. Alto fracturamiento sobre una ladera de escarpe pronunciado, que provoca desprendimientos de bloques rocosos

FUENTE: FOTOGRAFÍA TOMADA EN RECORRIDO TULTITLÁN.

- **Vuelcos o volteos:** Caída de bloques rocosos con giro hacia adelante y hacia afuera, propiciado por la presencia de discontinuidades estructurales (grietas de tensión, formaciones columnares, o diaclasas) que tienden a la verticalidad (ver Foto 14).

Foto 14. Volteos de roca con giro hacia adelante debido al alto fracturamiento en la zona. Juan de la Barrera, Santa María Cuautepec. Fuentes del Valle, Tultitlán, Edo. De México.

FUENTE: FOTOGRAFÍA TOMADA EN RECORRIDO TULTITLÁN.

Por otro lado, también tenemos otro tipo de movimientos que son:

- **Basculamiento de suelos y rocas / inclinación.**

La definición de basculamiento, de acuerdo con (Cruden & Varnes, 1996), dice que el basculamiento es la rotación hacia adelante de una masa de suelo o roca, alrededor de un punto o eje bajo el centro de gravedad de la masa desplazada y pueden ser desde extremadamente rápidos a muy lentos y acelerar con el avance del movimiento, ver Tabla 32. El basculamiento puede ser causado por el empuje del material localizado ladera arriba y otras veces por la presencia de agua en las grietas del macizo rocoso. Estos producen caídas o deslizamientos del material desplazado, dependiendo de la geometría de la superficie de

separación y la orientación y extensión de las discontinuidades cinemáticamente activas (ver Imagen 7).

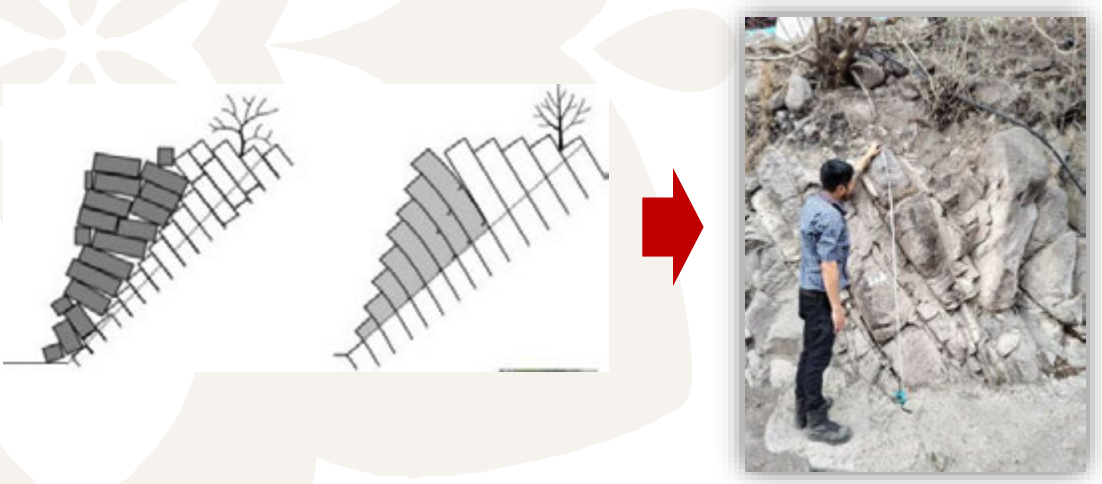


Imagen 7. Basculamiento en roca. La cual presenta un alto fracturamiento paralelo. Su inclinación es aproximadamente de 70° propensa a caer del lado del camino. Santa Barbara, San Marcos Buenavista. Tultitlán, Edo. De México. Camino.

FUENTE: FOTOGRAFÍA TOMADA EN RECORRIDO TULTITLÁN.

- **Desplazamientos laterales**

Movimientos de masas térreas que ocurren en pendientes muy suaves, que dan como resultado desplazamientos casi horizontales. Suelen causar licuación; fenómeno en el que los materiales sueltos y saturados, principalmente arenosos y limosos, se comportan como un fluido por las vibraciones causadas por un sismo.

Este tipo de movimiento en masa suele ser regional, se origina debido a que un tipo de roca masivo y competente que se encuentra sobre un material blando y deformable, lo que permite desplazamientos laterales lentos y constantes. En el municipio de Tultitlán no encontramos indicios de este tipo de desplazamiento pesé a que en la parte norte de la demarcación pudiera contar con estas características; por lo que fuera el lago de Xaltocan. (ver Tabla 32 e Imagen 8)

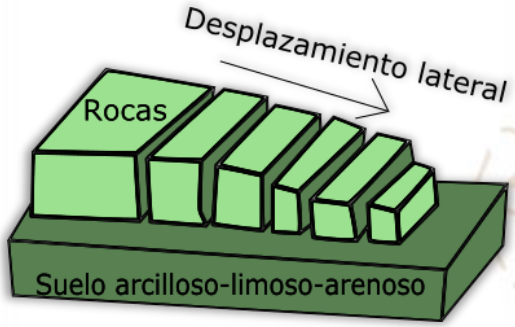


Imagen 8. Dibujo esquemático de un desplazamiento lateral.

Fuente: Fotografía tomada de geología web.

Para entender mejor lo antes descrito y la importancia de actuar oportunamente frente a los fenómenos geológicos previamente explicados, se anexa la siguiente tabla de velocidades de movimiento que estos pudieran tener y el impacto que pueden llegar a causar al entorno. Por ello es importante hacer revisiones continuas alrededor de los bienes y en el mismo para detectar indicadores de movimientos de tierra.

Tabla 32. Velocidad de movimiento

Velocidad	Descripción de la velocidad	Naturaleza del impacto
3 m/s - 5 m/s	Extremadamente rápido	Catástrofe de gran violencia
0.3 m/min - 3 m/min	Muy rápido	Pérdida de algunas vidas, gran destrucción.
1.5 m/día -13 m/mes	Rápido	Posible escape y evacuación, estructuras, posesiones y equipos destruidos.
1.5 m/año - 1.6 m/año	Moderado	Estructuras poco sensibles pueden sobrevivir.
1.5 m/año - 1.6 m/año	Lento	Carreteras y estructuras poco sensibles pueden sobrevivir a través de trabajo de mantenimiento constante.
0.06 m/año - 0.016 m/año	Muy lento	Algunas estructuras permanentes no son dañadas y sufren agrietamientos por el movimiento, pueden ser reparadas.
	Extremadamente lento	No hay daño a las estructuras construidas con ciertos criterios de ingeniería formales.

Fuente: Fascículo inestabilidad de laderas, CENAPRED.

Fenómenos presentados dentro del municipio

En la parte sur del municipio podemos encontrar un sistema de fallas dentro de la Sierra de Guadalupe que se encuentran ubicadas en el límite con la Alcaldía Gustavo A. Madero y con el municipio de Tlalnepantla. Estás fallas dieron origen a un domo de composición dacítica, (véase Mapa 27), donde se concentran los puntos de inestabilidad de laderas el cual ya se encuentra completamente habitado alrededor de todos sus flancos y en la parte superior de este. Sus laderas están propensas a inestabilidad debido al fracturamiento de la roca, la erosión y las construcciones realizadas sobre cimientos de la misma roca, lo cual denota un peligro ya que en la zona denominada El Paraje, ya se han tenido antecedentes de caídos de roca, flujos y derrumbes. (Mapa 27 y Tabla 33).

Más al sur en la zona de Izcalli del Valle, ya se han presentado deslizamientos y derrumbes, caída de rocas por volteo y una serie de eventos combinados. Ya propiamente hacia la parte sureste, este y noreste de la demarcación al estar colindando con la Sierra de Guadalupe los antecedentes que se tienen en la zona han sido propiamente de derrumbes, caída de rocas por volteo y deslizamientos.

Estás laderas debido a la erosión que presentan sus partes más altas (escarpes), causadas por la deforestación, la extracción de materiales térreos (banco de material), las lluvias y el viento. Hay un arrastre de sedimentos desde granulometría fina a media, fragmentos de roca

(cantos rodados) y bloques de roca de más de 50 cm de diámetro, que caen al pie de las laderas ocasionando la inestabilidad de estos.

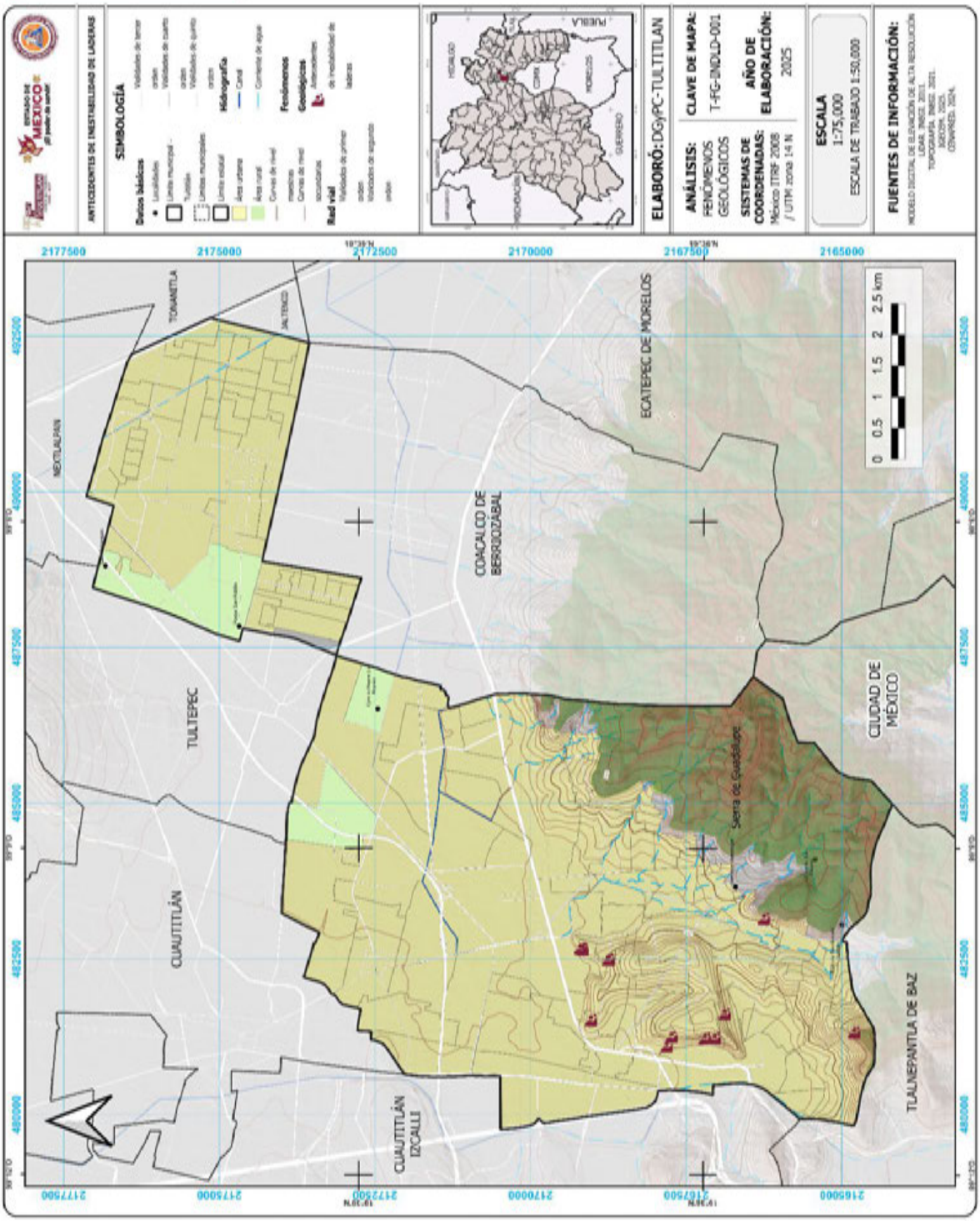
En temporada de lluvias se pueden presentar más específicamente flujos de tierra o flujos de detritos, (véase Foto 8 y Foto 9). Ambos casos se pueden presentar de manera espontánea, ya que son movimientos de tierra muy rápidos, por lo que siempre se tiene que estar en estado de alerta, (Tabla 32).

En la Tabla 33 muestra tipos de mecanismos de movimientos que se han presentado en el municipio de Tultitlán.

Tabla 33. Mecanismos de movimiento

Mecanismos de movimiento	Número de incidentes	Área (m^2)
Caída de rocas por volteo	7	372.93
Deslizamientos	1	35.70
Derrumbes	15	919.10
Flujos	2	8.79
Movimientos combinados	4	558.41

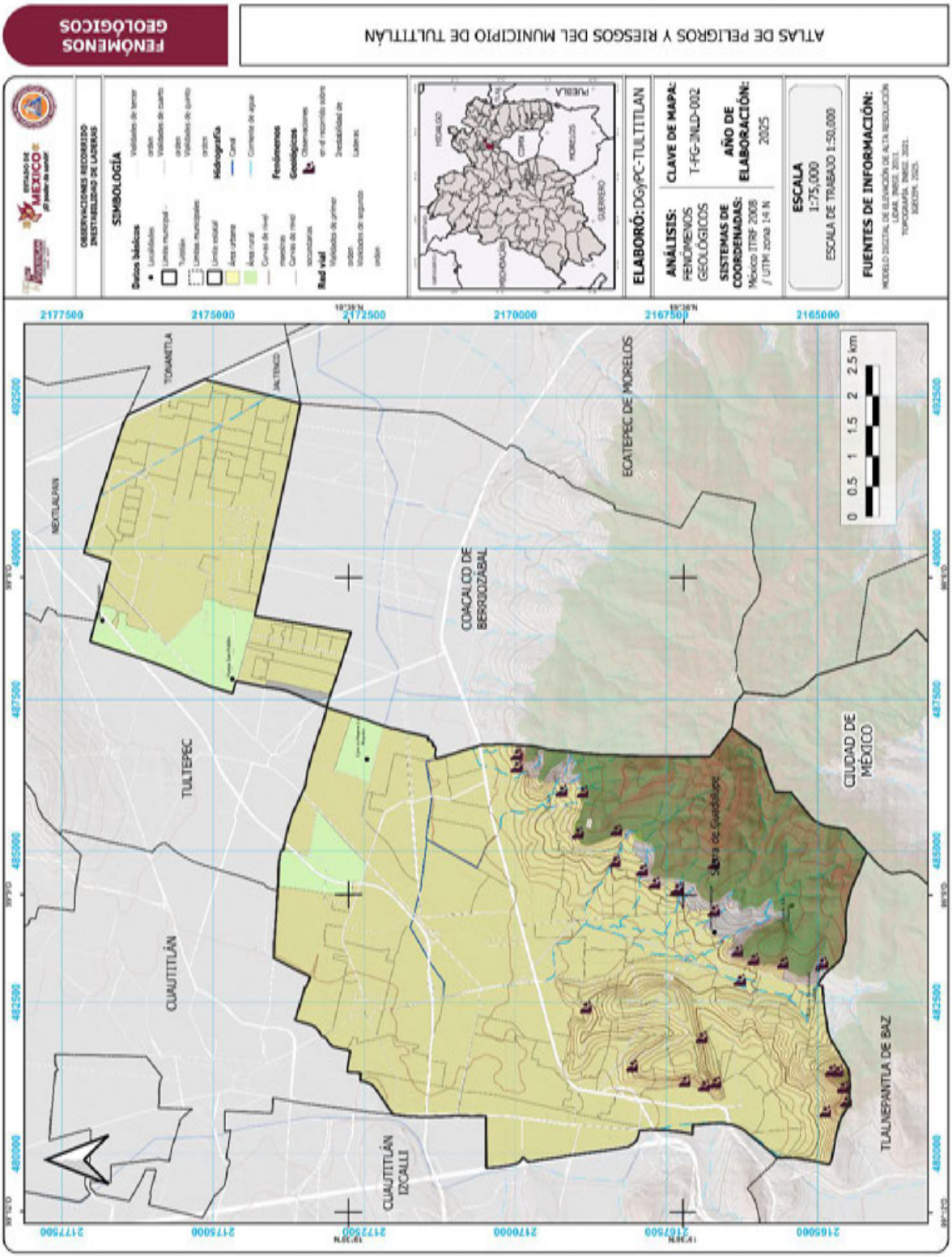
Fuente: (Armando García-Palomo, 2006)



Mapa 27. Antecedentes de inestabilidad de laderas

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00



Mapa 28. Recorrido en campo de inestabilidad de laderas

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Para ilustrar la tabla anterior y dar un panorama general de las localidades o puntos en los que se han tenido estos movimientos de tierra anteriormente en el municipio, se anexa el Mapa 27, donde se puntualizan de forma general los eventos antes mencionados. Nótese que la mayoría de estos eventos se han puntualizado en la zona oeste y suroeste; en la zona oeste se tiene la formación de un domo volcánico de laderas pronuncias y en la zona suroeste se tiene la colindancia con la Sierra de Guadalupe (ver Tabla 34).

Tabla 34. Antecedentes de inestabilidad de laderas

Año	incidentes	Colonias con mayores afectaciones
2022	**8**	El Paraje Ex ejido San Francisco Chilpan III Rinconada San Marcos Buenavista
2023	**2**	
2024	**4**	
Total:		**14**

El Mapa 28 fue elaborado con la finalidad de supervisar los puntos de antecedentes antes descritos en el Mapa 27, y con el fin de localizar nuevos puntos que puedan considerase como zonas de peligro para los habitantes del municipio y poder realizar trabajos de prevención y/o mitigación del problema sí es que así se requiere.

A continuación, se agregan las fotografías tomadas en campo durante el recorrido de supervisión de inestabilidad de laderas. En los cuales se detectaron algunas afectaciones debido a la remoción de tierra o al empuje que provoca un deslizamiento.

En las primeras dos imágenes se tienen dos tipos de laderas, la primera (véase Foto 15) compuesta de macizo rocoso, que se está fragmentado y ocasionando caídos de roca (Foto 12); en la segunda imagen se puede observar que se tiene una ladera compuesta de suelo y fragmentos de roca, sumado a esto se le apilan en algunas zonas montículos de material de construcción que ya no se ocupó sobre el terreno y van “rellenando” algunas partes irregulares naturales del terreno (ver Foto 16).

En la Foto 17, muestra un claro movimiento de empuje debido al desplazamiento de la masa de tierra, la cual ya rompió parte de la barda que se tiene por debajo, quebrando el cemento y doblando la malla. En la Foto 18, se tiene una barda construida a lado de una pequeña ladera; que en temporada de lluvias inestabilizan el terreno, por lo que se tuvo que poner un sistema de anclaje de la barda a nivel de calle que se encuentra del otro lado.

Foto 15. Santa María Cuautepec, escarpe pronunciado

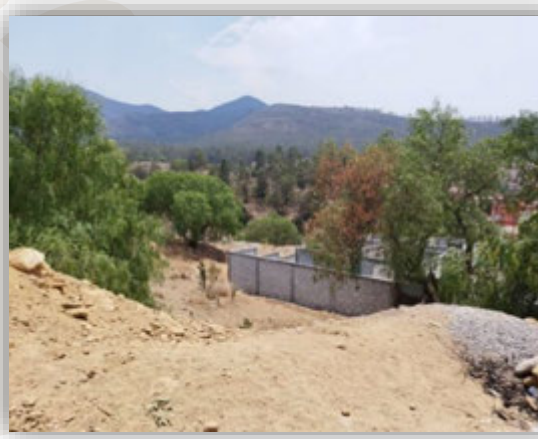


Foto 16. Santa María Cuautepec, ladera con relleno

Foto 17. Santa Bárbara, Buenavista. Movimiento de empuje

Foto 18. Biclamores, Real del Bosque. Inestabilidad de ladera

Fuente: Fotografías tomadas en recorrido de campo durante el 2024.

Tabla 35. Antecedentes

Fecha	Fenómeno
02/09/2024	Derrumbe de tierra
15/09/2024	Derrumbe de tierra
28/09/2024	Derrumbe de tierra
20/11/2024	Derrumbe

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por Protección Civil de Tultitlán

Metodología

Para la elaboración de los cálculos realizados en este análisis se utilizó la metodología señalada en la "Guía de contenido mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgos" y su Anexo 2 "Metodología para la elaboración de mapas de peligro por precipitación, por inestabilidad de laderas" (http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/descargas/Guia_contenido_minimo2016.pdf)[35], tomando en consideración factores adicionales de los que señala la guía con fines de aumentar la fiabilidad y precisión de estos.

De acuerdo con el CENAPRED, la susceptibilidad es una propiedad del terreno que indica que tan favorables o desfavorables son las condiciones de éste, y se refiere solamente a factores propios (condicionantes) como los materiales naturales de la ladera, sin considerar factores desencadenantes, como sería el caso de la precipitación o la sismicidad.

Para la elaboración de un mapa de susceptibilidad deben tenerse en cuenta como mínimo tres **factores condicionantes**:

- Pendiente de la ladera;
- Características geológicas;
- Cobertura vegetal y el uso de suelo.

Cada uno de estos factores se clasifican en diversas categorías, que tendrán diferente dominio (peso) sobre la estabilidad del terreno en el grado y susceptibilidad a la inestabilidad que este puede presentar.

De los valores más representativos de la ladera, destaca factores: **geológicos, biológicos, ambientales y humanos** a los cuales se les asigna algún peso de contribución que suma al valor final de la susceptibilidad (Figura 1 e Imagen 9)

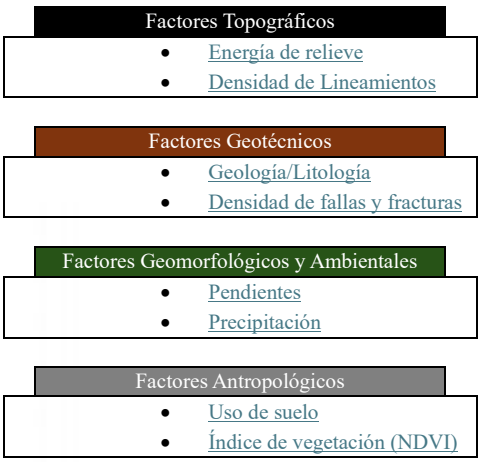


Figura 1. Factores para el cálculo de la susceptibilidad

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

[35] (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2014)

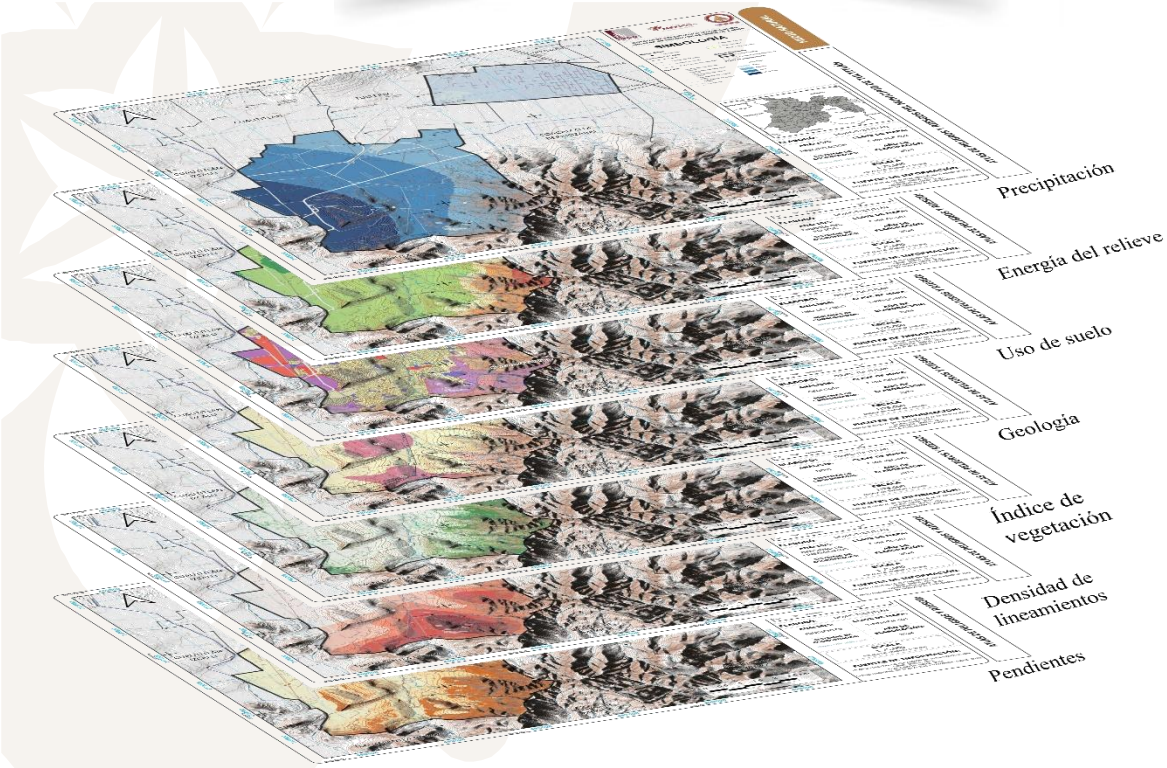


Imagen 9. Sobreposición de los mapas temáticos emulando la suma algebraica de mapas

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La metodología señala que: "no existe un proceso estandarizado para la elaboración de mapas de susceptibilidad por inestabilidad de ladera. Lo más común, sin embargo, es que se realice una combinación de las cartografías de los factores condicionantes, asignándole un peso relativo a cada uno de los factores, según su contribución a la inestabilidad y se sumen estas contribuciones para obtener los valores finales de susceptibilidad. Para esto, el uso de Sistemas de Información Geográfica (GIS por sus siglas en inglés), permite el tratamiento automático de la información y la realización de numeroso análisis con diferentes combinaciones"[36].

Otro aspecto fundamental en la construcción de mapas de susceptibilidad son los criterios por seguir para la ponderación de los factores condicionantes (asignación de los pesos relativos), para lo cual tampoco hay un proceso estándar.

Los tres principales factores que se mencionan en la metodología para el cálculo de la susceptibilidad no limitan los parámetros que pueden emplearse, ya que en el apartado de peligro indica que podrán integrarse otras variables, esto con el fin de poder precisar y

[36] (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2015)

obtener mapas lo más cercanos a la realidad, por lo que para la elaboración de estos análisis se ha considerado la escala de **1:75,000** utilizando los factores:

- Pendientes
- Densidad de fallas y fracturas
- Geología/Litología
- Uso de suelo y vegetación
- Energía del relieve
- Precipitación

Para la elaboración del presente estudio fue utilizado el Modelo Digital de Elevación (MDE) del INEGI de 5x5m integrado en una matriz de datos georreferenciada en la que cada celda contiene un dato de altitud por píxel. Dichos datos están contenidos en un archivo de tipo ráster (imagen) con estructura conformada por pixeles.

Para el cálculo de algunas variables como el Análisis de Pendientes, es importante un modelo base, en este caso, el MDE, es la forma de representar tanto de manera visual como matemática los valores de altura con respecto al nivel medio del mar y con ello, permite caracterizar las formas del relieve, los elementos, así como objetos presentes en el mismo.

Metodología de cálculo

A continuación, se especifican los factores detonantes que se tomaron en cuenta y son esenciales para el cálculo de la susceptibilidad, peligro y riesgo para la inestabilidad de laderas.

Litología

Como complemento del apartado de geología, donde se describen los tipos de rocas presentes en el municipio (Tabla 36).

Tabla 36. Ponderaciones de la litología

Factor	Tipo de roca	Ponderación cualitativa	Ponderación cuantitativa	Ponderación cuantitativa normalizada
Geología/ Litología	Andesita	Muy bajo	1	25
	Dacita	Bajo	2	50
	Lahar	Medio	3	75
	Aluvial	Alto	4	100

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DEL MDE RESOLUCIÓN 5X5M

Densidad de Lineamientos (fallas y fracturas)

Se refiere a las estructuras geológicas (rasgos físicos - geográficos) de carácter regional, orientación definida y originado por alguna falla o fractura geológica.

La **Densidad de Kernel** se calcula de forma diferente para entidades diferentes y para entidades lineales, conceptualmente se instala una única superficie en cada línea. Su valor es mayor a lo largo de la línea y disminuye alejándose de ella, llegando a cero a una distancia del Radio de Búsqueda especificado por la línea. Define la superficie de modo que el volumen debajo de la superficie sea igual a la longitud de la línea multiplicada por el valor del Campo Población. Para calcular la densidad de cada celda del ráster de salida, los valores de todas las superficies principales se agregan a la posición que se superpone al centro de la celda del ráster (Tabla 37).

Tabla 37. Ponderación de la densidad de lineamientos

Factor	Inclinación	Ponderación cualitativa	Ponderación cuantitativa	Ponderación cuantitativa normalizada
Densidad de lineamientos	0-2.196021	Muy bajo	1	20
	2.196021-10.247758	Bajo	2	40
	10.247758-25.5779	Medio	3	60
	25.5779-45.320576	Alto	4	80
	45.320576-89.774582	Muy alto	5	100

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LA INTERPRETACIÓN DE LAS CURVAS DE NIVEL

Pendientes y ángulos de pendiente

La pendiente es el grado de inclinación respecto al plano horizontal de terreno. El ángulo de la pendiente es la cuantificación de la pendiente calculada por medio de la fórmula de la tangente, considerando a la tangente el valor de la superficie a medir.

$$Tan\ \alpha = \frac{Altura}{Base}$$

Para el cálculo de este factor se utilizó el MDE de INEGI y se realizó el geoprocesamiento en un GIS a partir del ángulo de la pendiente obtenida.

El formulario de la herramienta es bastante sencillo: 1) necesitamos implementar un MDE o capa ráster que contenga los valores de elevación de nuestra área de estudio como capa de análisis; 2) La herramienta de cálculo de pendiente permite escoger el formato de unidad de salida, ya sea en porcentaje o bien en forma de grados; 3) Se puede establecer una simbología adecuada y representativa de nuestro terreno para mostrar el grado de pendiente de nuestro modelo para que nos entregué una idea de lo escarpado que es el relieve.

Los métodos más usuales para este cálculo son **Zevenbergen & Thorne** y el de **Horn**; los cuales se distinguen en el número de puntos que intervienen en el cálculo de la pendiente. En

este estudio se utilizó el primer método, que suele ser mejor para superficies más lisas y suaves.

Uso de suelo y vegetación

La cobertura vegetal en las laderas suele considerarse un factor estabilizador, ya que la presencia de arbustos y árboles reduce el impacto de procesos erosivos sobre el terreno, como las fuertes lluvias que han azotado al país en los últimos años.

El asentamiento poblacional y la actividad humana en general han cambiado significativamente el paisaje, el medio ambiente de México y el mundo, especialmente en las últimas décadas. El desarrollo de infraestructura y la conversión de áreas forestales en áreas agrícolas son dos factores importantes de origen antropogénico que cambian el uso de la tierra en grandes áreas del país, provocando una fuerte erosión en todo el territorio.

Junto a estos cambios ambientales, la reducción y eliminación de la cubierta vegetal, se afecta la inestabilidad de las laderas porque se altera el equilibrio natural de estas. Para tener en cuenta los factores ambientales en los análisis de sensibilidad, es necesario obtener información sobre el uso de suelo (Tabla 38).

Los usos de suelo y vegetación se clasifican en las siguientes vertientes:

- Primarios: son los menos modificados por la acción del hombre y están constituidos en mayoría por vegetación, como bosques, selvas, matorrales, etcétera.
- Secundarios: su suelo y vegetación está parcialmente explotada o en proceso de recuperación.

Como se dijo anteriormente, la cubierta vegetal y la estabilidad de laderas se ven afectadas por proceso que fomentan el cambio de uso de suelo, y pueden ser:

- Alteración de la cubierta vegetal;
- Crecimiento del terreno para uso agrícola y ganadero;
- Deforestación;
- Incendios forestales;
- Prácticas agrícolas inadecuadas;
- Sobrepastoreo;
- Urbanización.

La **Reclasificación de Ráster** (o también llamada **reasignación**) implica reemplazar toda o parte de una imagen, agrupando los valores representados de la imagen de entrada en clasificaciones de rango definidas por el usuario.

Este tipo de operación es especialmente útil, sobre todo si queremos crear, por ejemplo, una clasificación de zonas de pendientes para entender la topografía, patrones de dirección,

elevaciones, índices de vegetación, etcétera, en nuestra zona de estudio, se utilizó para uso de suelo (Tabla 38).

El **Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada** (**NDVI** por sus siglas en inglés) estima la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación. Este cálculo utiliza la Intensidad de la Radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación refleja.

Para el cálculo de los Índices de vegetación es necesaria la información que se encuentra en las bandas roja e infrarroja de ese espectro electromagnético:

$$NDVI = \frac{\varphi NIR - \varphi RED}{\varphi NIR + \varphi RED}$$

Tabla 38. Ponderación de uso de suelo y vegetación

Factor	Tipo de suelo	Ponderación cualitativa	Ponderación cuantitativa	Ponderación cuantitativa normalizada
Uso de suelo y vegetación	Agricultura de riego anual y semipermanente	Muy alto	5	100
	Agricultura de temporal anual	Muy alto	5	100
	Agropecuario	Muy alto	5	100
	Asentamientos humanos	Muy alto	5	100
	Bosque de encino	Muy bajo	1	20
	Centros y corredores urbanos	Alto	4	80
	Conjunto urbano	Muy alto	5	100
	Equipamiento urbano	Alto	4	80
	Habitacional	Alto	4	80
	Industria	Medio	3	60
	Matorral crasicaule	Medio	3	60
	Natural	Bajo	2	40
	Pastizal halófilo	Muy alto	5	100
	Pastizal inducido	Muy alto	5	100
	Uso especial	Muy bajo	1	20
	Vegetación secundaria de bosque de encino	Bajo	2	40
	Vegetación secundaria de bosque de encino	Bajo	2	40

Fuente: Elaboración propia a partir de una imagen satelital tomada de Sentinel 2

Energía de relieve

Es el elemento integrador de dos importantes índices morfométricos: la disección horizontal y la disección vertical, como expresión de las principales características cuantitativas del relieve junto con la pendiente.

Esta integración brinda la posibilidad de caracterizar, dentro del cuadro exógeno, la desmembración total, responsable de la magnitud o la energía potencial con que pueden ocurrir los procesos exógenos denudativos (procesos que provocan el desgaste de la superficie terrestre lo que lleva a una reducción de la elevación y del relieve de las formas terrestres) y fluviales.

A partir de esta información se identifican formas y rasgos del relieve a partir de su contraste de pendiente como barrancos, escarpes, terrazas, etcétera, así como algunos como indicativos de la expresión en el relieve de procesos morfodinámicos.

Estos parámetros sirven de base para identificar donde suceden procesos de remoción en masa (PRM) y procesos erosivos asociados tales como la remoción de material en flujo, inundaciones y procesos de acumulación.

La elaboración del mapa de inclinación del terreno involucra transformar los valores de altitud para cada píxel contenido en el archivo ráster, a grados de pendiente, con base en la siguiente función trigonométrica.

$$I = \tan -1 \left(\frac{DV}{DH}\right)$$

Donde:

I = inclinación;

DV = distancia vertical;

DH = distancia horizontal.

El método utilizado para el despliegue de este mapa es por **rupturas naturales** o **Jenks**.

Las categorías obtenidas de esta clasificación se agrupan en función de valores similares, mientras que se maximizan las diferencias entre categorías. Por tanto, los valores se agrupan en diferentes órdenes con límites establecidos cuando comienzan a aparecer diferencias significativas entre cada unidad de perfil. (Tabla 39)

Tabla 39. Ponderación de la Energía del Relieve

Factor	Valor	Ponderación cualitativa	Ponderación cuantitativa	Ponderación cuantitativa normalizada
Energía de relieve	44.559208-1222.082204	Muy bajo	1	20
	1222.082204-1695.40027	Bajo	2	40
	1695.400272-2087.90793	Medio	3	60
	2087.907937-2422.69388	Alto	4	80
	2422.693887-2988.36669	Muy alto	5	100

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DEM DE INEGI 5X5 METROS

Precipitación

La precipitación es una medida de la cantidad de agua que cae en forma de lluvia en un periodo de tiempo determinado, por ejemplo, una semana o un mes. Las precipitaciones se miden recogiendo el agua de lluvia en diferentes zonas y momentos, ya que las cantidades pueden variar entre lugares y momentos.

En hidrología, los usuarios pueden enfatizar la importancia del análisis del terreno y el modelado hidrológico (simulando el movimiento del agua sobre y dentro de la tierra).

La **interpolación espacial** es un proceso donde se emplean puntos con valores conocidos para poder estimar los valores de los puntos desconocidos. Para ilustrar, para crear un mapa de precipitaciones de un lugar, no habrá suficientes estaciones meteorológicas que cubran uniformemente toda la región.

Esta clase de superficie interpolada es comúnmente llamada **superficie estadística**. En un GIS, esta interpolación de puntos se puede aplicar para generar una superficie ráster con estimaciones realizadas para todas las celdas ráster.

El método de interpolación que se utilizó fue Distancia Inversa Ponderada (IDW por sus siglas en inglés), donde los puntos de muestreo se ponderan de modo que la influencia de un punto con relación a otro decrece con la distancia desde el punto desconocido que se desea generar y viceversa. (Tabla 40).

Tabla 40. Ponderación de la Precipitación

Factor	Valor	Ponderación cualitativa	Ponderación cuantitativa	Ponderación cuantitativa normalizada
Precipitación	58.230942-61.232416	Muy bajo	1	20
	61.232416-63.805108	Bajo	2	40
	63.805108-67.092437	Medio	3	60
	67.092437-71.666113	Alto	4	80
	71.666113-76.525642	Muy alto	5	100

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE ISOYETAS DEL INSTITUTO DE GEOFÍSICA DE LA UNAM

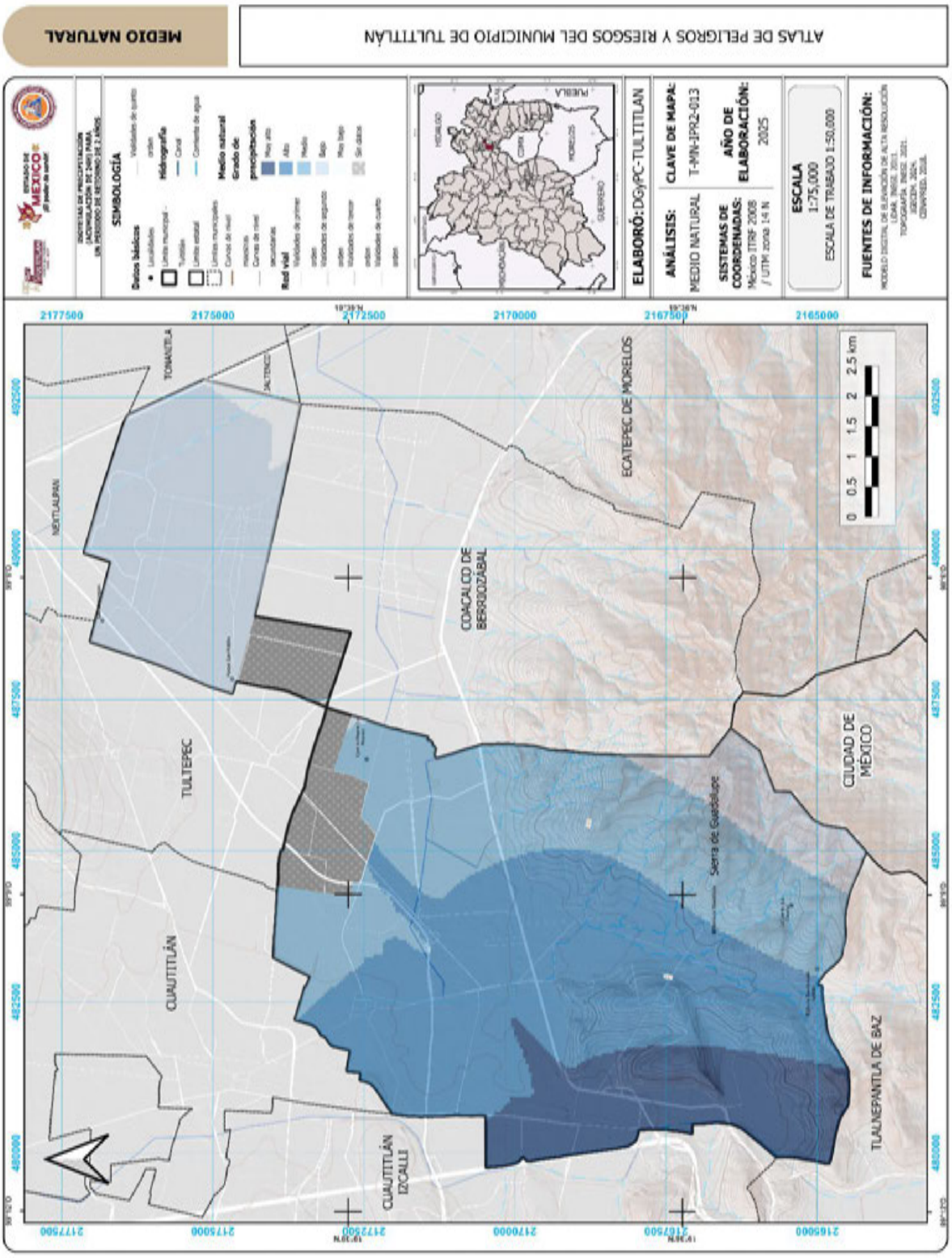
Estimación del peligro considerando los escenarios de lluvia con duración de 24 horas como fenómeno desencadenante para diferentes periodos de retorno

Resultados y conclusiones

De acuerdo con la Ley General de Protección Civil en su Art. 2 fracción XXXVII define que el peligro "es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno perturbador…", para el caso del análisis de peligro por deslizamiento de laderas y tomando en consideración el análisis de lluvias realizado en apartados anteriores los eventos desencadenantes en su mayoría son por este fenómeno.

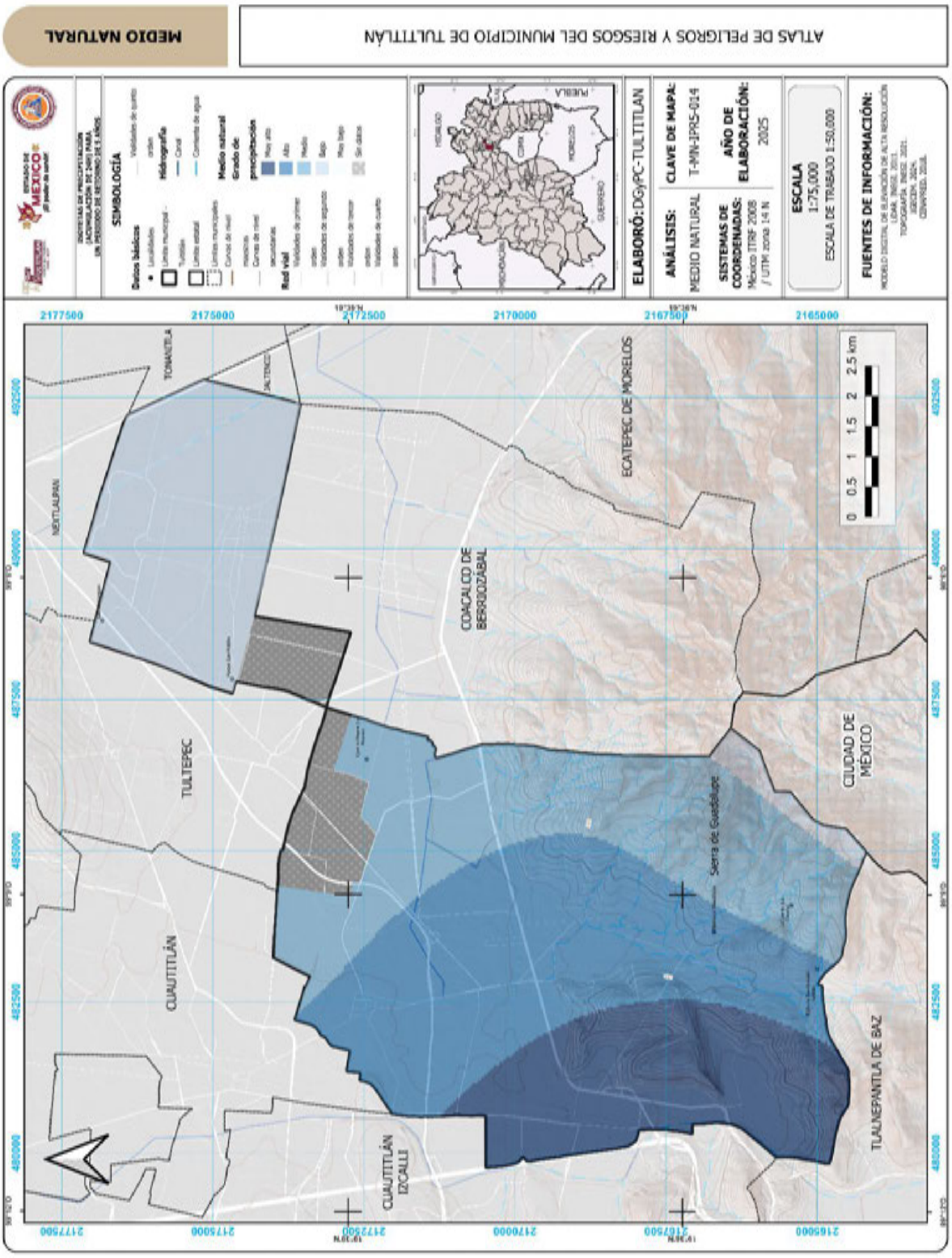
De acuerdo con la metodología de la Guía de Contenido Mínimo Para la Elaboración del Atlas Nacional de Riesgos[37] fueron utilizados las isoyetas de precipitación a 24 horas (Instituto de Ingeniería, U.N.A.M.) para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años (Mapa 29 a Mapa 34) para generar los mapas de peligro correspondientes a cada uno de los periodos de retorno.

[37] (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2016)



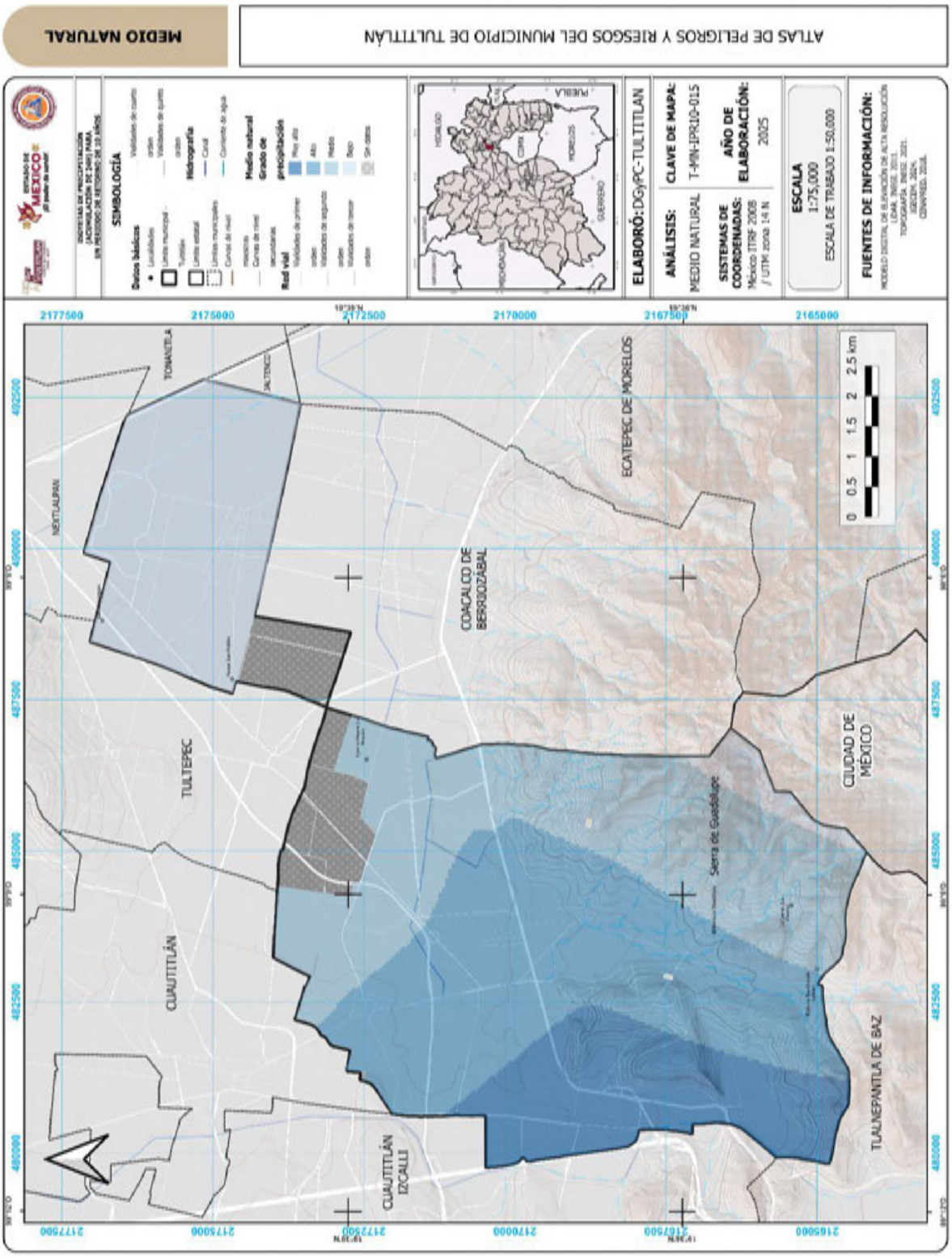
Mapa 29. Isoyetas de precipitación (acumulación 24hrs), para un Periodo de Retorno de 2 años

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



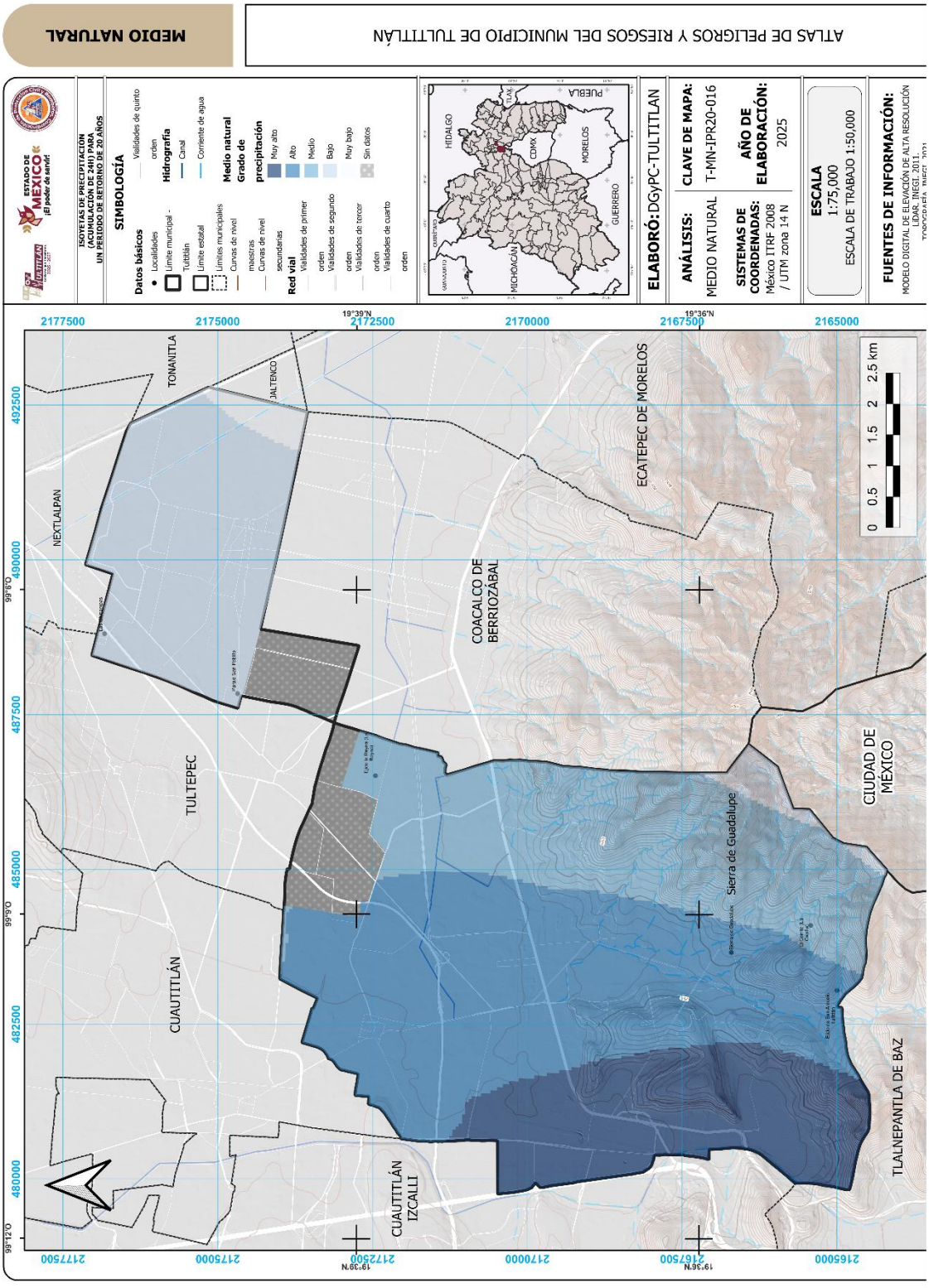
Mapa 30. Isoyetas de precipitación (acumulación 24hrs), para un Periodo de Retorno de 5 años

FUENTE: *ELABORACIÓN* PROPIA



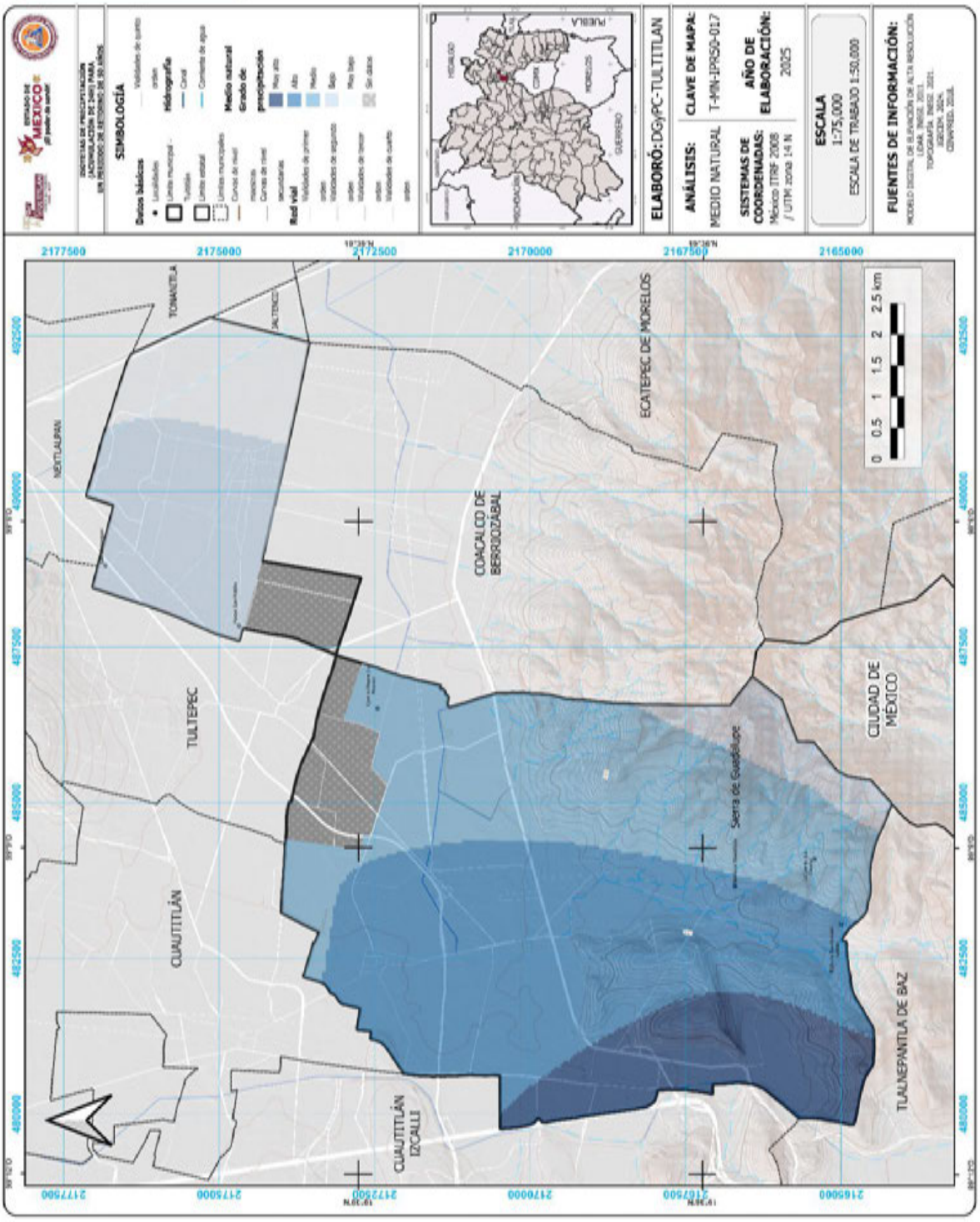
Mapa 31. Isoyetas de precipitación (acumulación 24hrs), para un Periodo de Retorno de 10 años

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



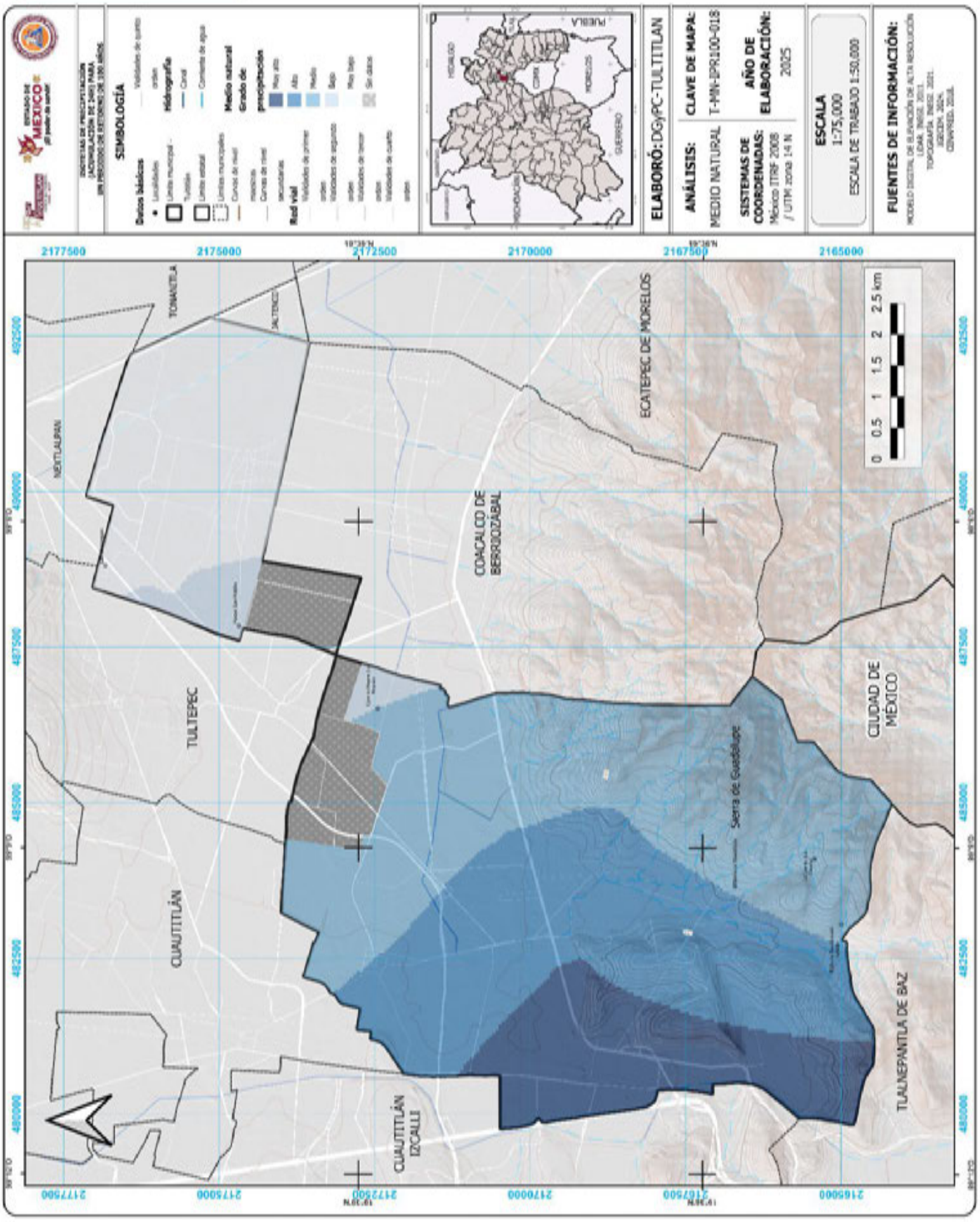
Mapa 32. Isoyetas de precipitación (acumulación 24hrs), para un Periodo de Retorno de 20 años

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



Mapa 33. Isoyetas de precipitación (acumulación 24hrs), para un Periodo de Retorno de 50 años

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



Mapa 34. Isoyetas de precipitación (acumulación 24hrs), para un Periodo de Retorno de 100 años

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Para la identificación de los umbrales se consideró el semáforo de alertamiento por lluvias de U.N.A.M.: Protección Civil; en el que describen los umbrales de las lluvias que se pueden presentar y generar algún tipo de riesgo para el territorio, en este caso aplicado al municipio como se observa en la Imagen 10.

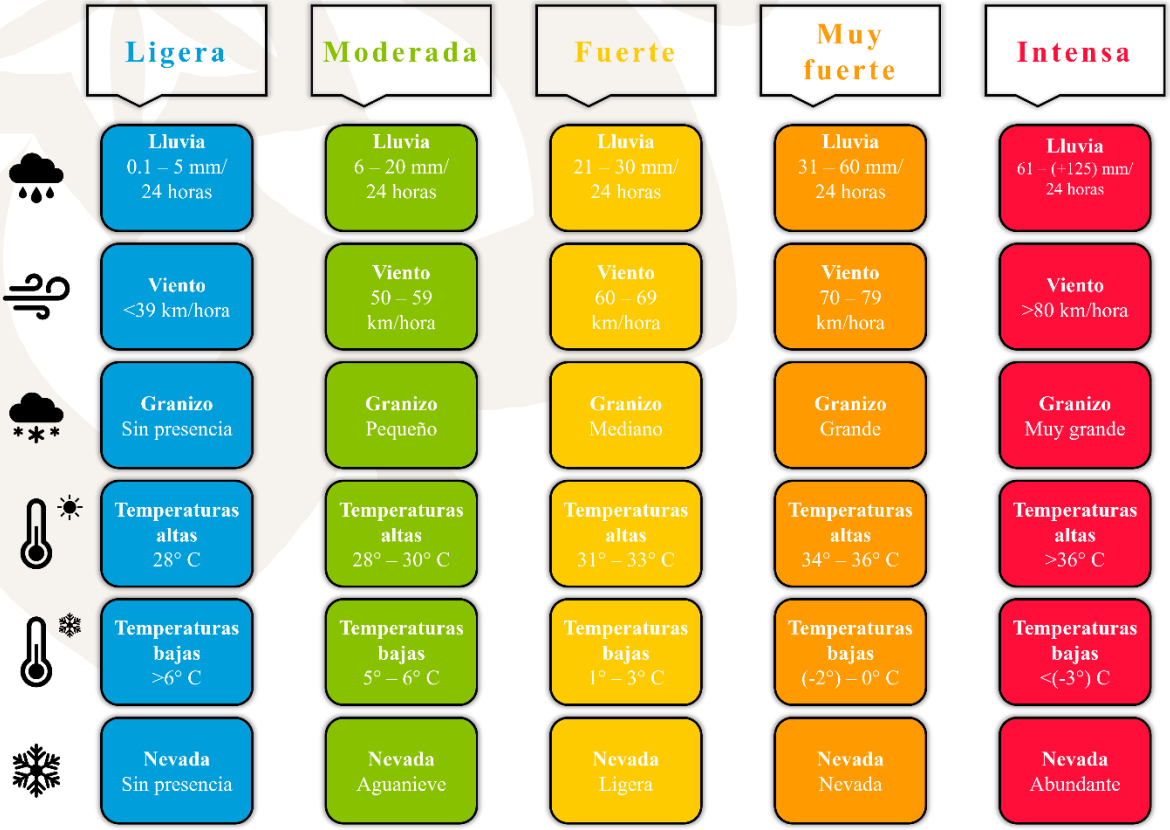


Imagen 10. Clasificación de niveles de alerta por fenómenos meteorológicos

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE SGIRPC

Tomando como base los mapas de susceptibilidad por inestabilidad de laderas, los umbrales de lluvias de la Imagen 10 y las isoyetas por el Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M. con periodo de retorno de 24 horas, fueron elaborados 6 mapas de peligro para el municipio con resolución alta de 5x5m por pixel y corresponden al Mapa 38 al Mapa 43.

Mapas de susceptibilidad.

La población con menor susceptibilidad al deslizamiento de laderas es de 47,739 personas; mientras que 64,670 se encuentran en el rango de **muy alto** de susceptibilidad; le sigue el rango **alto** con 241,903 habitantes, un número que sumado al rango alto es de casi el 60% de la población y se encuentra en el umbral de susceptibilidad **alto** a **muy alto**, por lo tanto, es una zona de mayor vulnerabilidad (Tabla 41 y Mapa 35).Mapa 35. Susceptibilidad de deslizamiento de laderas.

Las viviendas que se registran en el rango de susceptibilidad **muy bajo** son 14,342; en comparación con el rango **muy alto** son 19,140 viviendas.

Tabla 41 Susceptibilidad por deslizamiento de laderas

Rango de susceptibilidad	Población total	Población de 0 a 18 años	Población de 65 años y más	Población con discapacidad	Viviendas
Muy bajo	47,739	12,156	3,344	1,891	14,342
Bajo	13,236	3,034	843	413	4,382
Medio	148,193	35,065	11,916	6,253	49,368
Alto	241,903	62,176	17,147	9,832	72,749
Muy alto	64,670	17,753	3,522	2,354	19,140
Total	**515,741**	**130,184**	**36,772**	**20,743**	**159,981**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

En caso de susceptibilidad por flujos, en el rango de muy bajo se encuentran 47,849 personas; por el contrario, 69, 738 personas se encuentran en el rango de susceptibilidad muy alto y añadiendo las 196,513 personas en el rango alto suman más del 19% de la población se encuentra en el umbral de mayor vulnerabilidad.

La mayor parte de la población se concentra en los rangos de susceptibilidad medio y alto con 190,741 y 196, 513 habitantes respectivamente, que suman el 75% de la población.

Las viviendas con menor vulnerabilidad registradas en el rango de susceptibilidad muy bajo son 1,891; mientras que las viviendas en el rango muy alto con 2,610 presentan mayor vulnerabilidad (Tabla 42 y Mapa 36).

Tabla 42 Susceptibilidad por flujos

Rango de susceptibilidad	Población total	Población de 0 a 18 años	Población de 65 años y más	Población con discapacidad	Viviendas
Muy bajo	47,840	12,168	3,350	1,891	14,376
Bajo	10,909	2,449	661	343	3,723
Medio	190,741	45,894	14,956	7,752	63,185
Alto	196,513	50,214	14,186	8,147	58,409
Muy alto	69,738	19,459	3,619	2,610	20,288
Total	**515,741**	**130,184**	**36,772**	**20,743**	**159,981**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

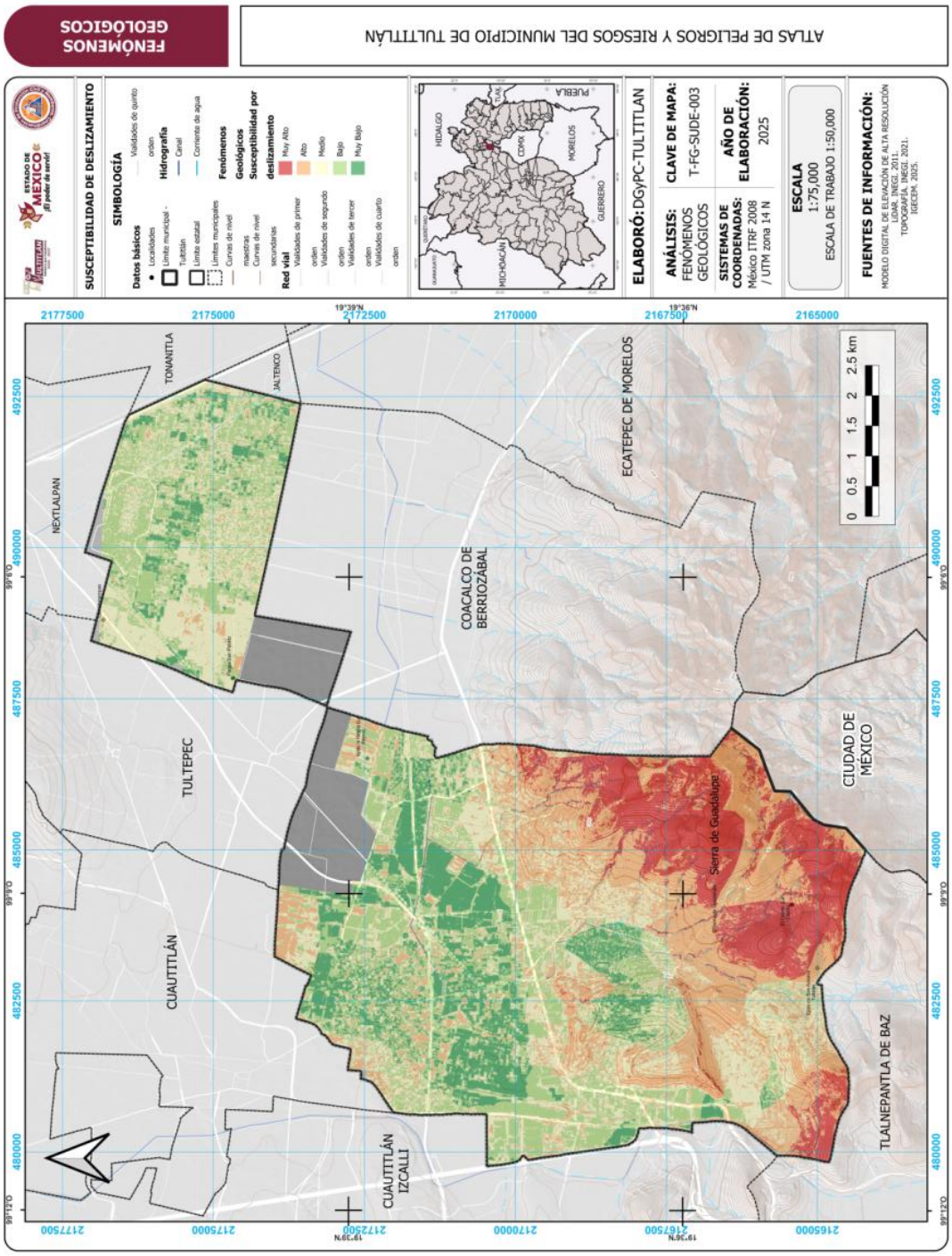
En el rango de susceptibilidad para caída de rocas va de muy bajo afecta a 54, 798 de personas; por el contrario, el rango muy alto, tiene 43, 491 de personas (Tabla 43 y Mapa 37).

Por otro lado, la menor cantidad de viviendas están registradas en el rango de susceptibilidad de muy alto con 1, 680 de ellas; en el rango bajo se registraron 9, 668 viviendas, es decir, en zonas de menor vulnerabilidad.

Tabla 43. Susceptibilidad por caída de rocas

Rango de susceptibilidad	Población total	Población de 0 a 18 años	Población de 65 años y más	Población con discapacidad	Viviendas
Muy bajo	54,798	13,741	3,673	2,121	16,729
Bajo	237,619	58,346	18,060	9,668	77,781
Medio	59,376	15,151	4,342	2,583	17,551
Alto	120,457	30,755	8,444	4,691	35,525
Muy alto	43,491	12,191	2,253	1,680	12,395
Total	**515,741**	**130,184**	**36,772**	**20,743**	**159,981**

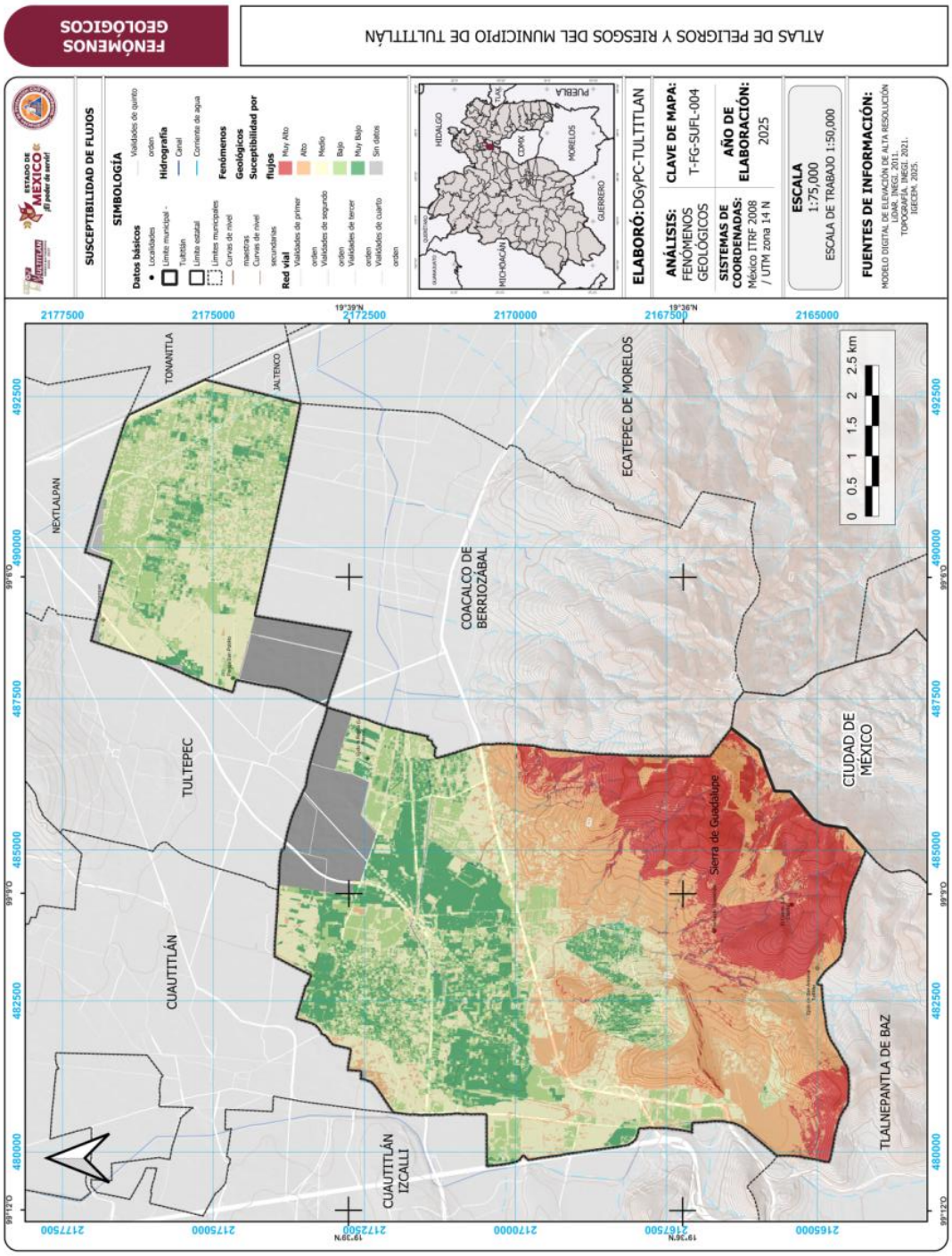
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



Mapa 35. Susceptibilidad de deslizamiento de laderas.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

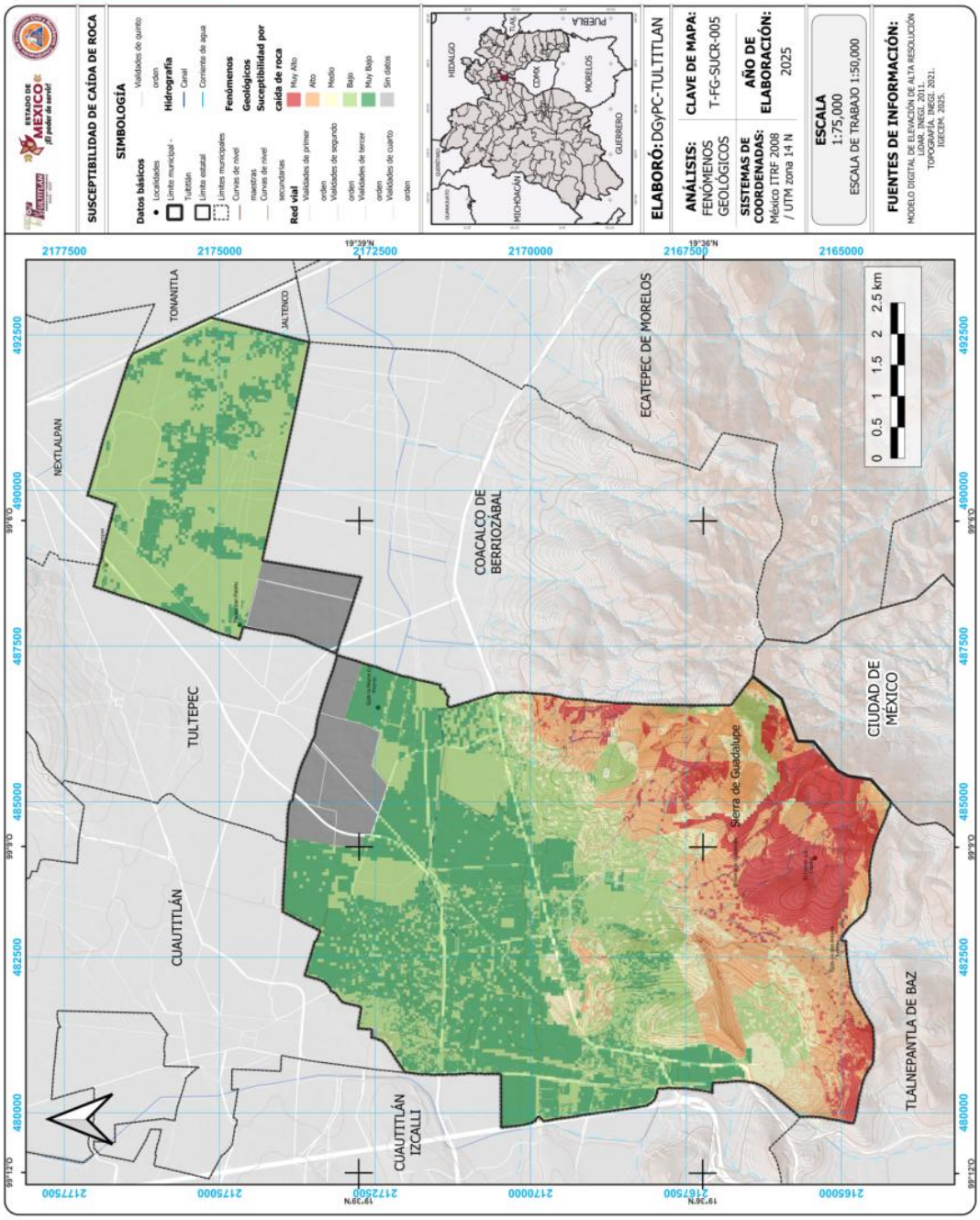
Susceptibilidad	Área (m^2)	Área (km^2)
Muy Bajo	9,565,825	9.57
Bajo	14,928,767	14.93
Medio	19,614,878	19.61
Alto	15,161,187	15.16
Muy Alto	6,769,343	6.77



Mapa 36. Susceptibilidad de flujos.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

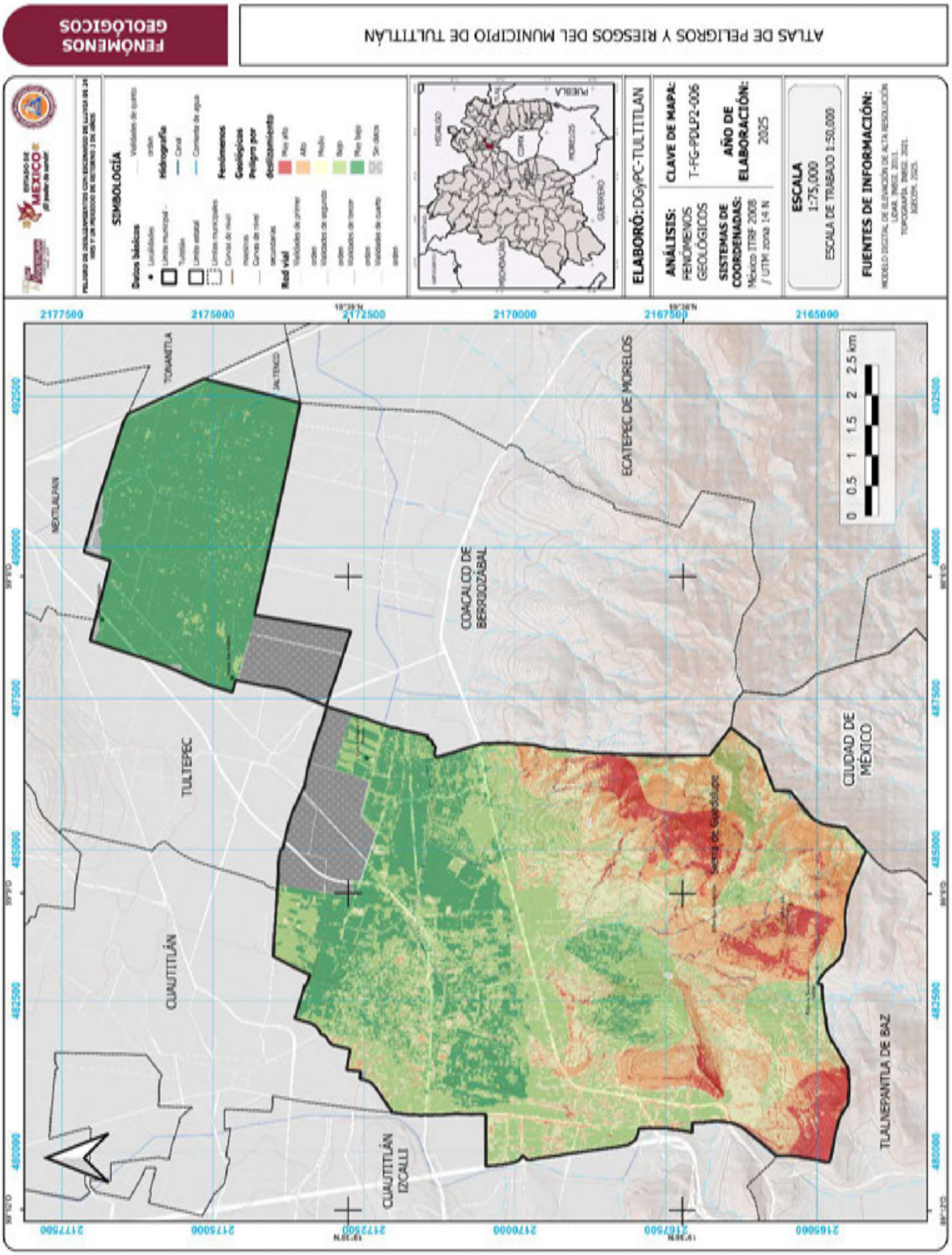
Susceptibilidad	Área (m^2)	Área (km^2)
Muy Bajo	10,554,226	10.55
Bajo	11,507,020	11.51
Medio	20,645,003	20.65
Alto	15,088,222	15.09
Muy Alto	82,455,29	8.25



Mapa 37. Susceptibilidad de caída de roca y derrumbes

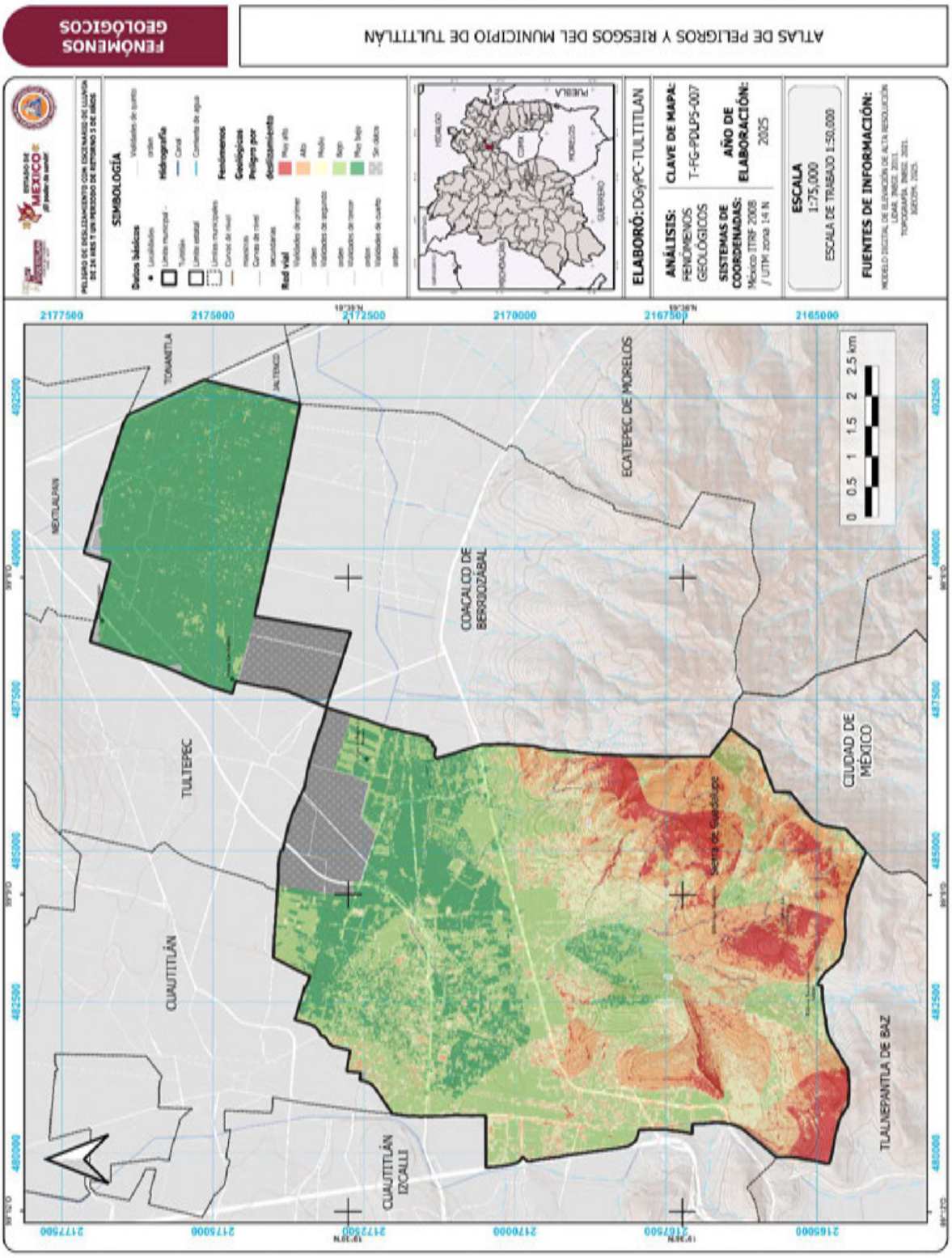
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Susceptibilidad	Área (m^2)	Área (km^2)
Muy Bajo	20,227,291	20.23
Bajo	26,689,486	26.69
Medio	5,608,992	5.61
Alto	9,008,351	9.01
Muy Alto	4,505,880	4.51



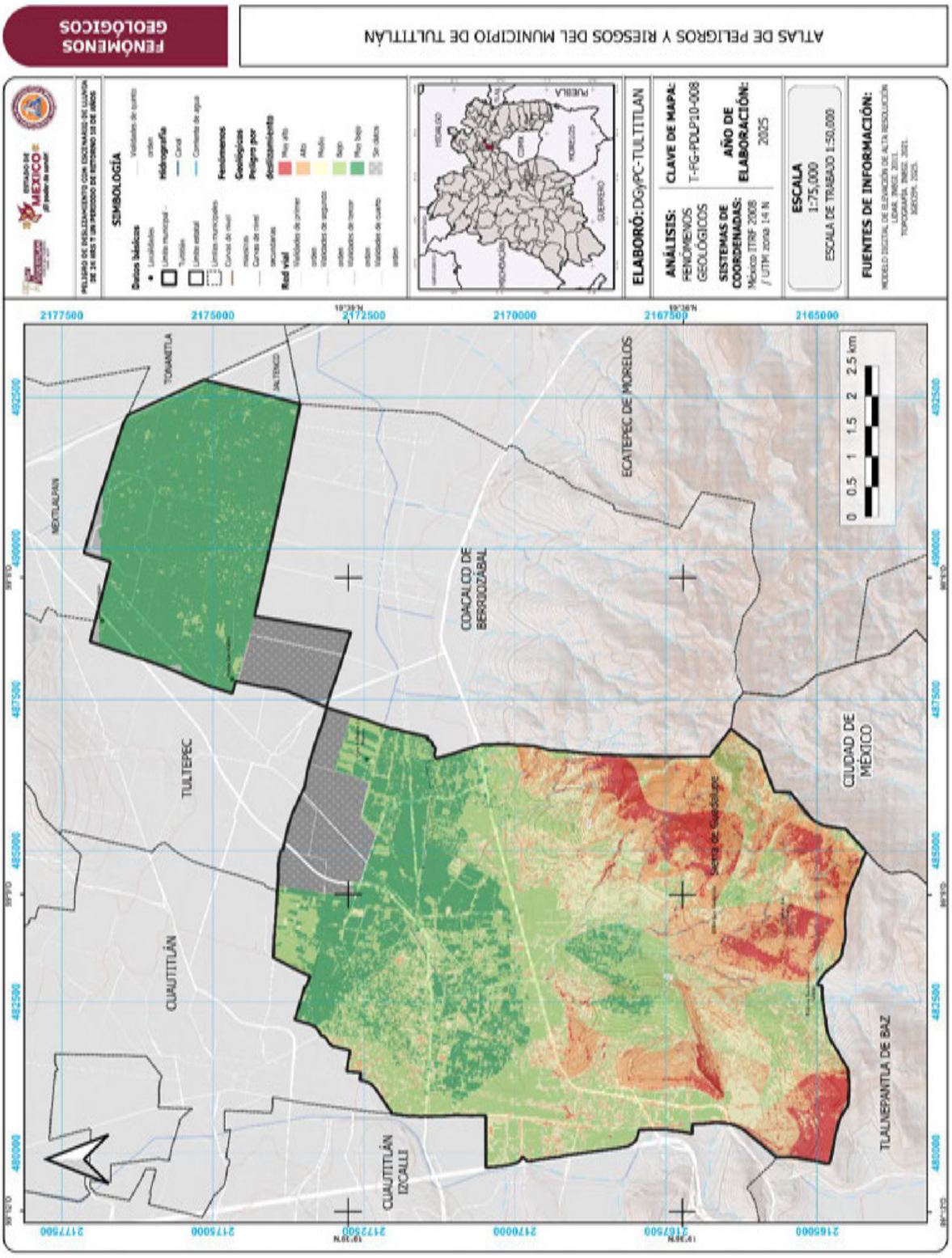
Mapa 38. Peligro por deslizamiento de laderas por precipitación, para un Periodo de Retorno de 2 años

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



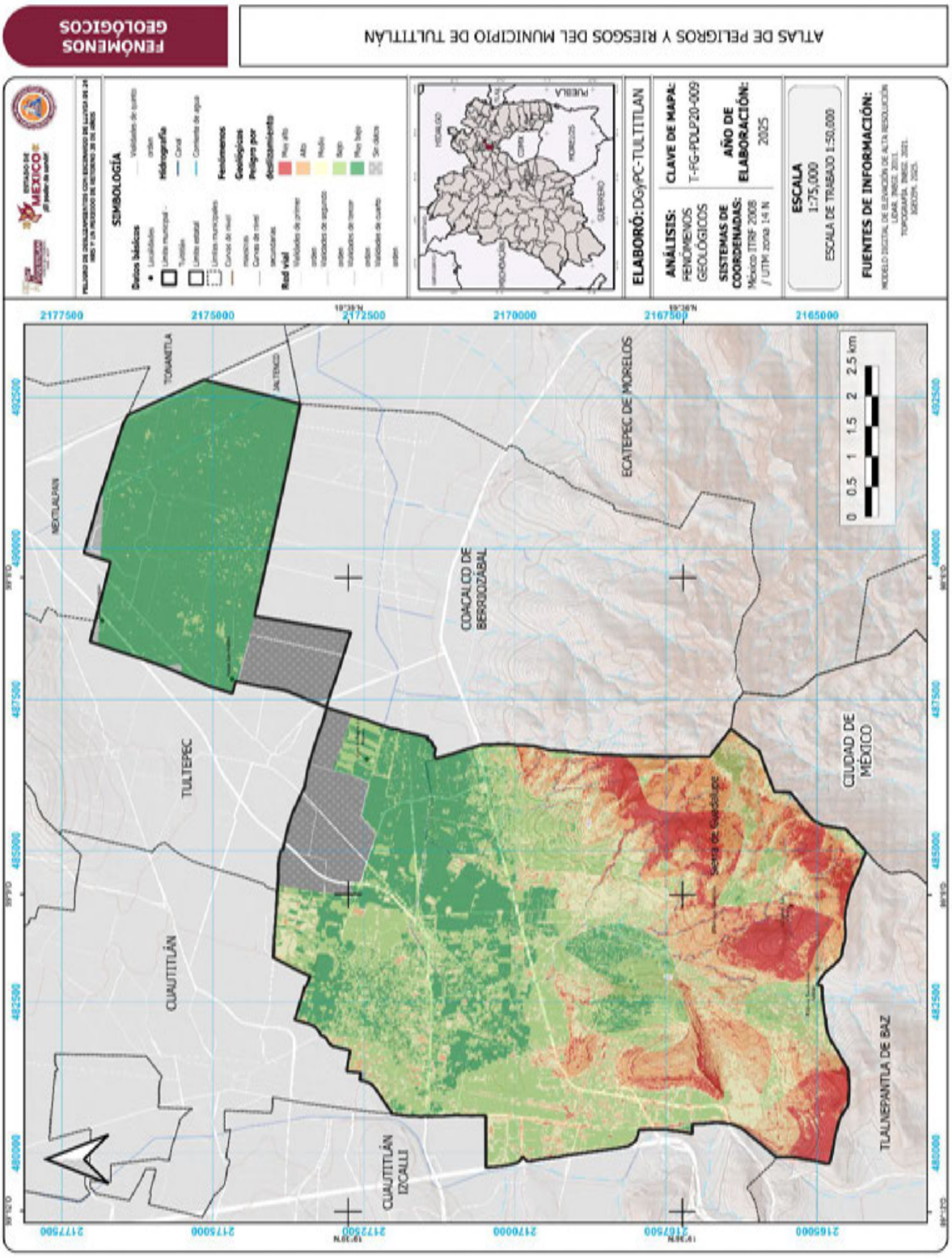
Mapa 39. Peligro por deslizamiento de laderas por precipitación, para un Periodo de Retorno de 5 años

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



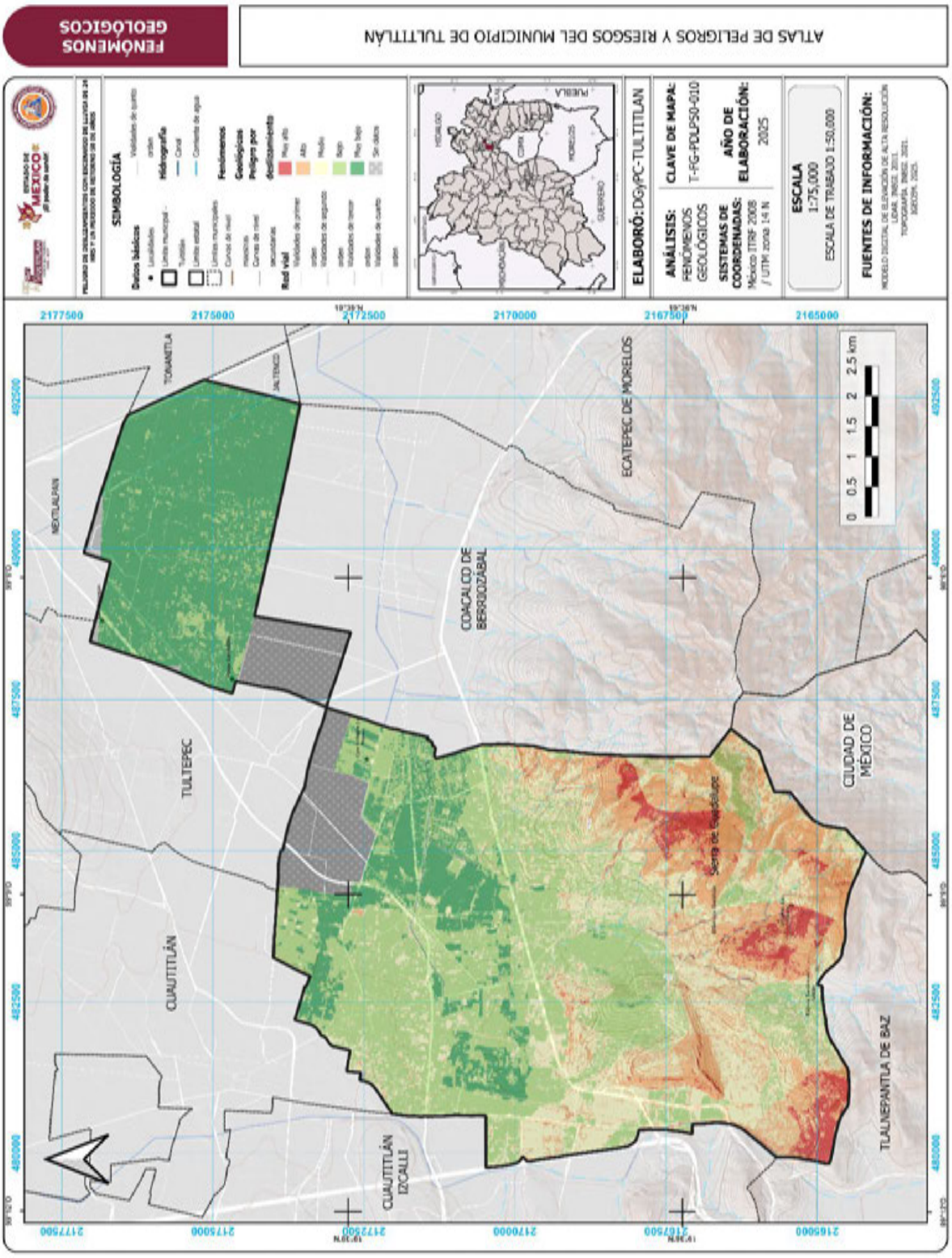
Mapa 40. Peligro por deslizamiento de laderas p, para un Periodo de Retorno de 10 años

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



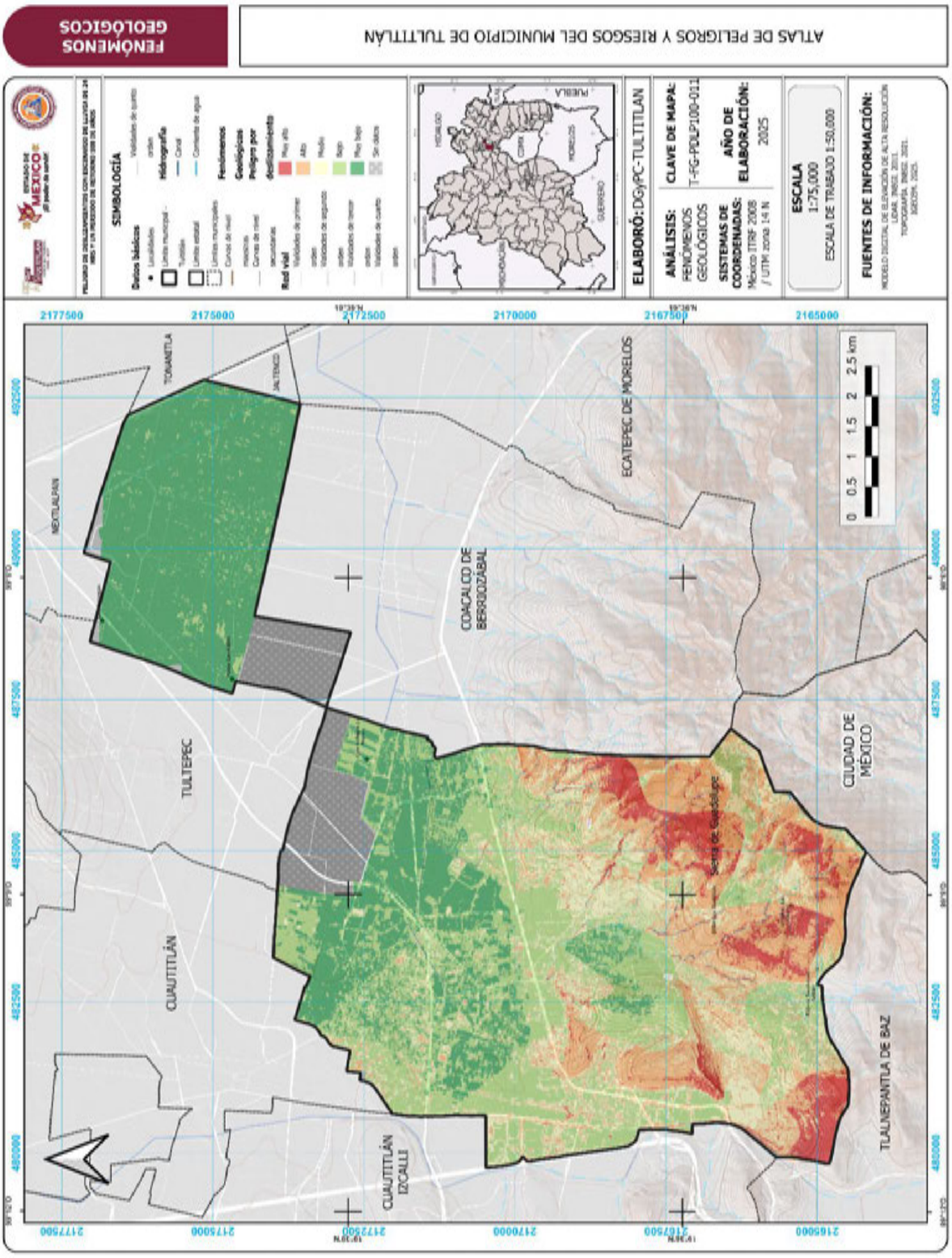
Mapa 41. Peligro por deslizamiento de laderas por precipitación, para un Periodo de Retorno de 20 años

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



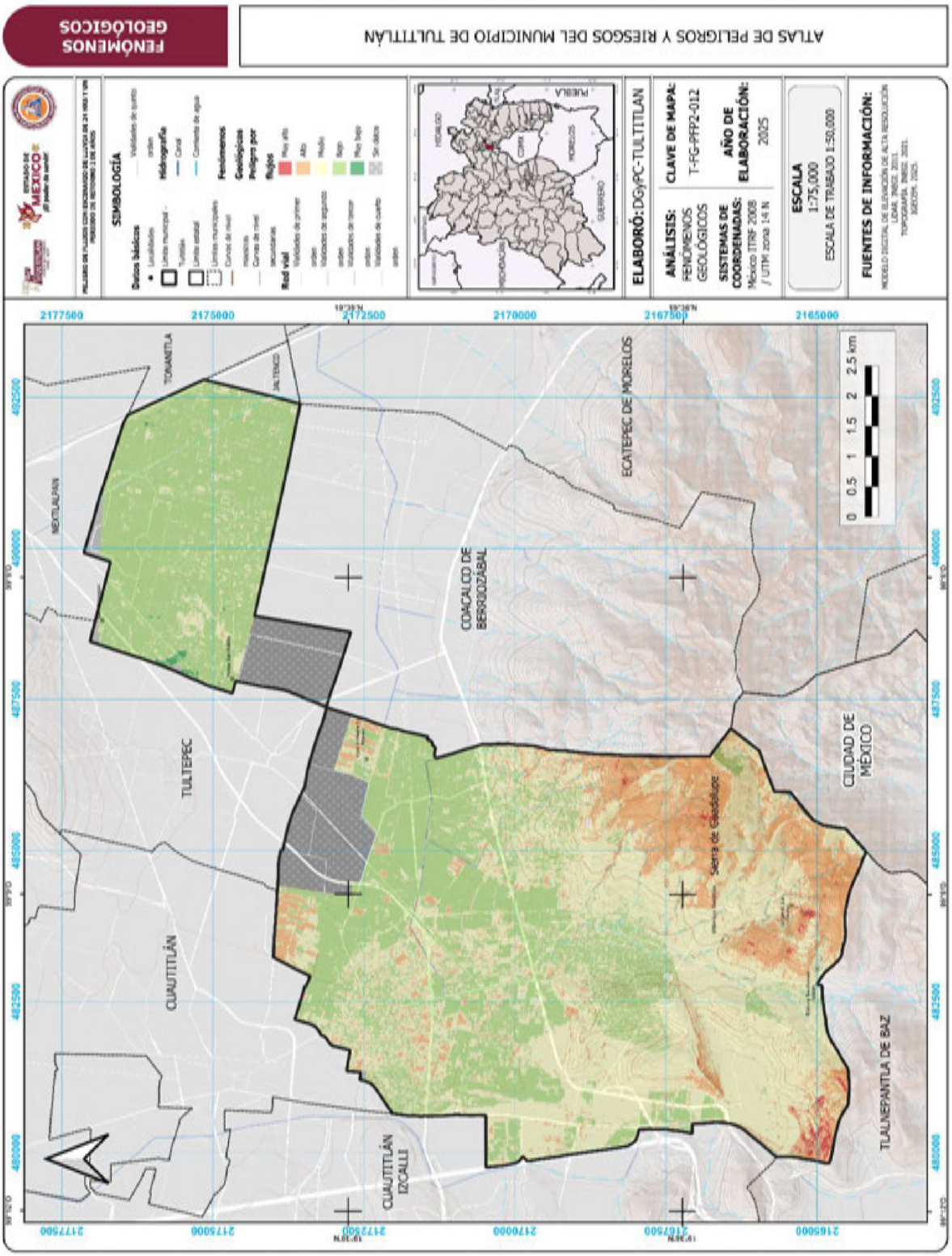
Mapa 42. Peligro por deslizamiento de laderas por precipitación, para un Periodo de Retorno de 50 años

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



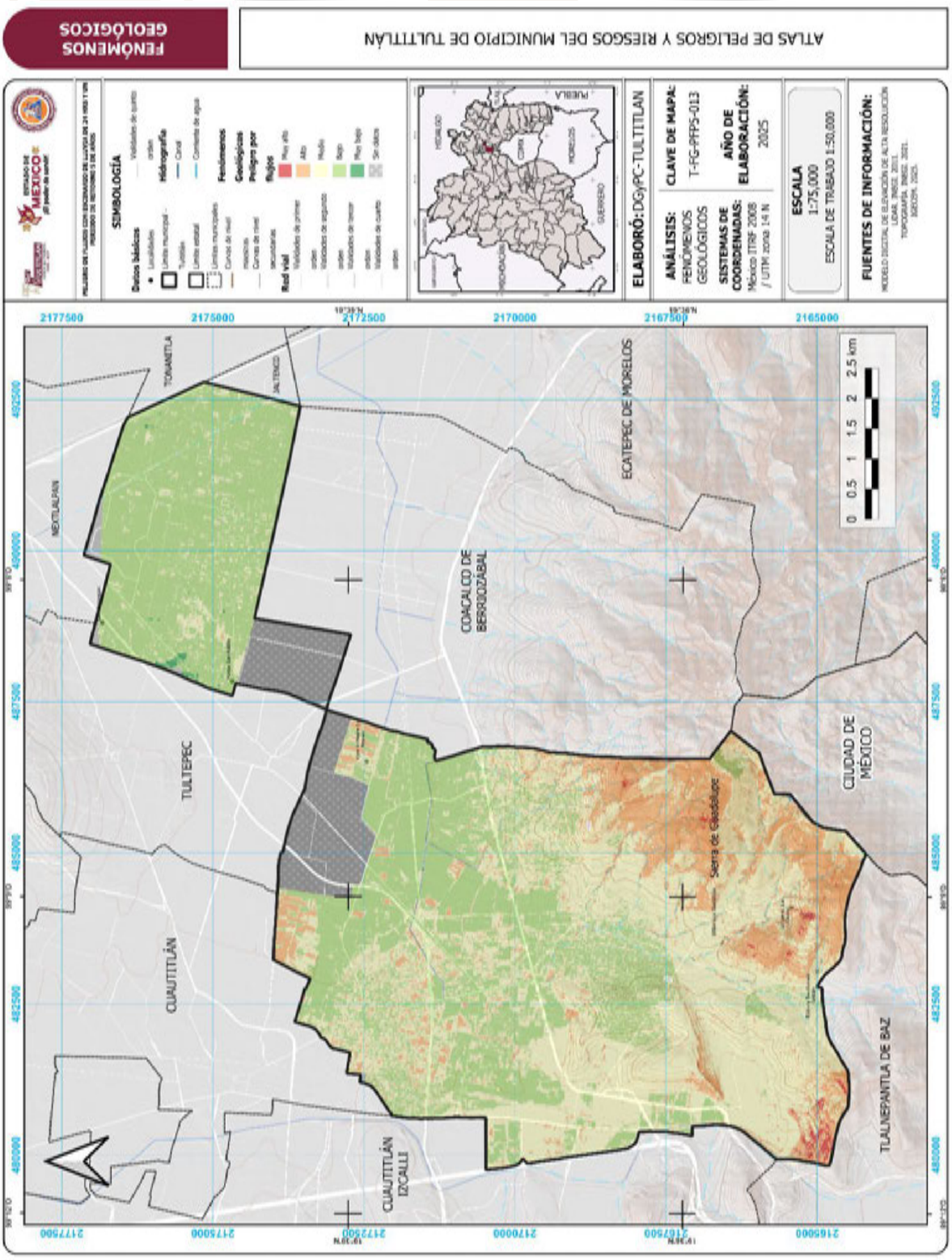
Mapa 43. Peligro por deslizamiento de laderas por precipitación, para un Periodo de Retorno de 100 años

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



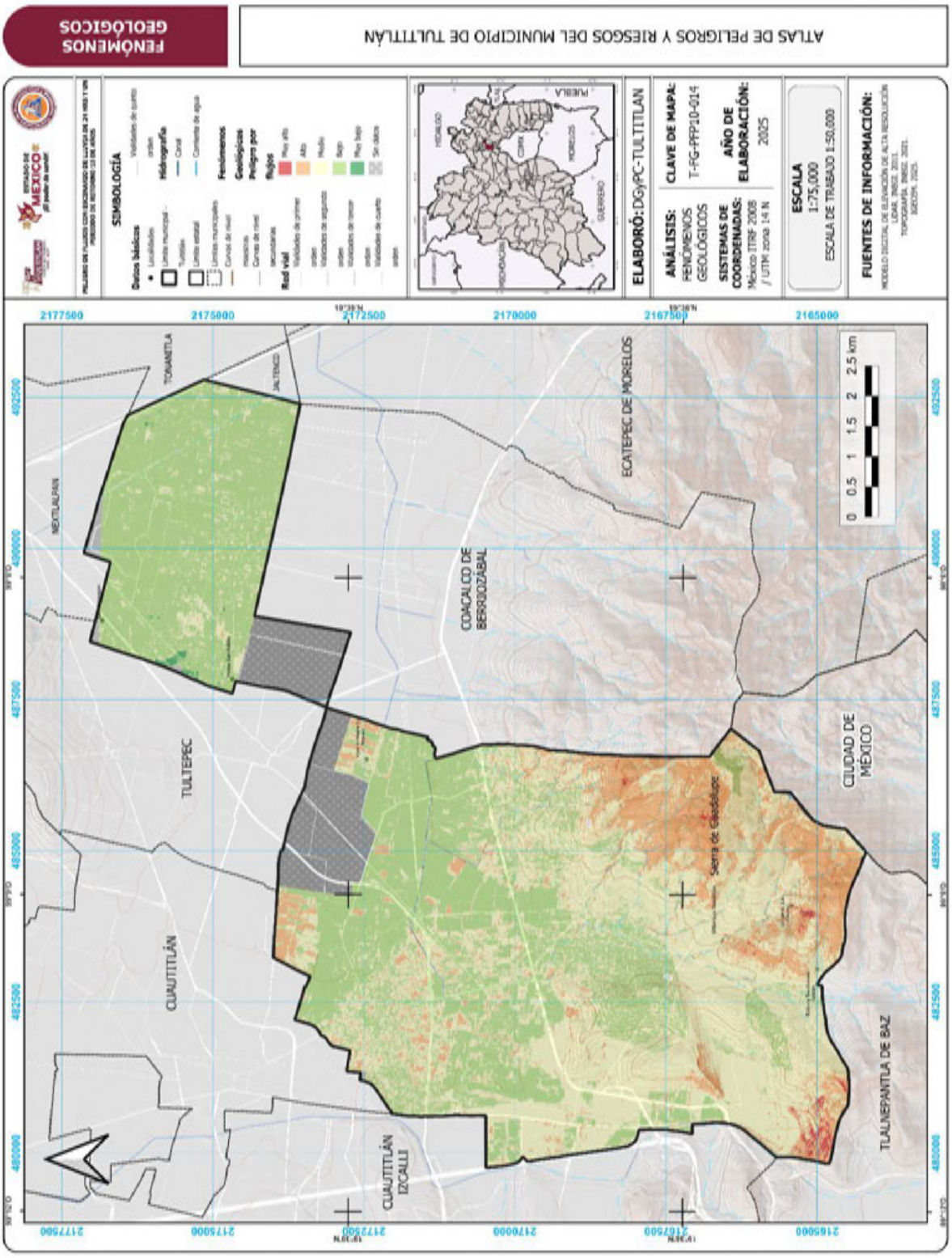
Mapa 44. Peligro de flujo por precipitación, para un Periodo de Retorno de 2 años

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



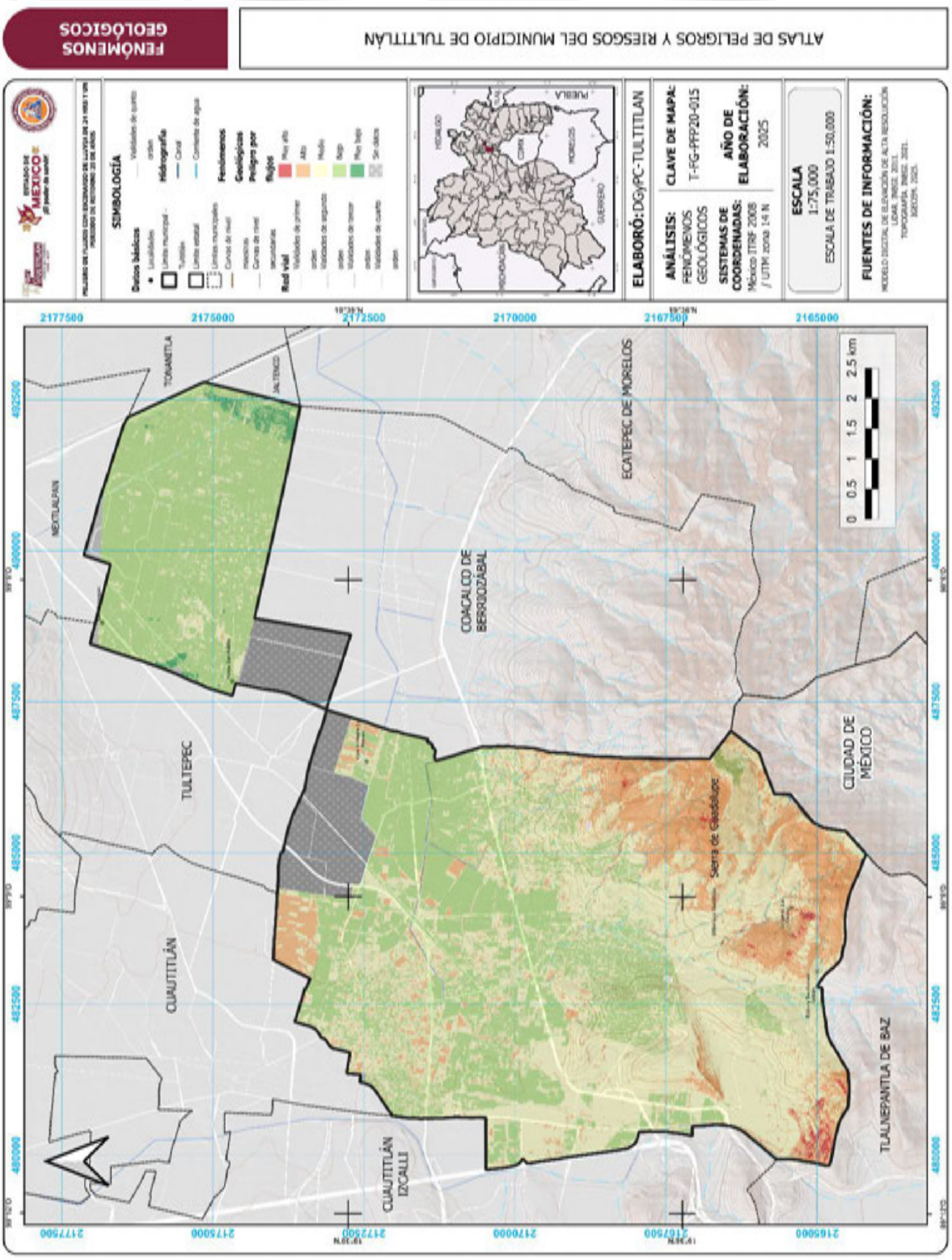
Mapa 45. Peligro de flujo por precipitación, para un Periodo de Retorno de 5 años

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



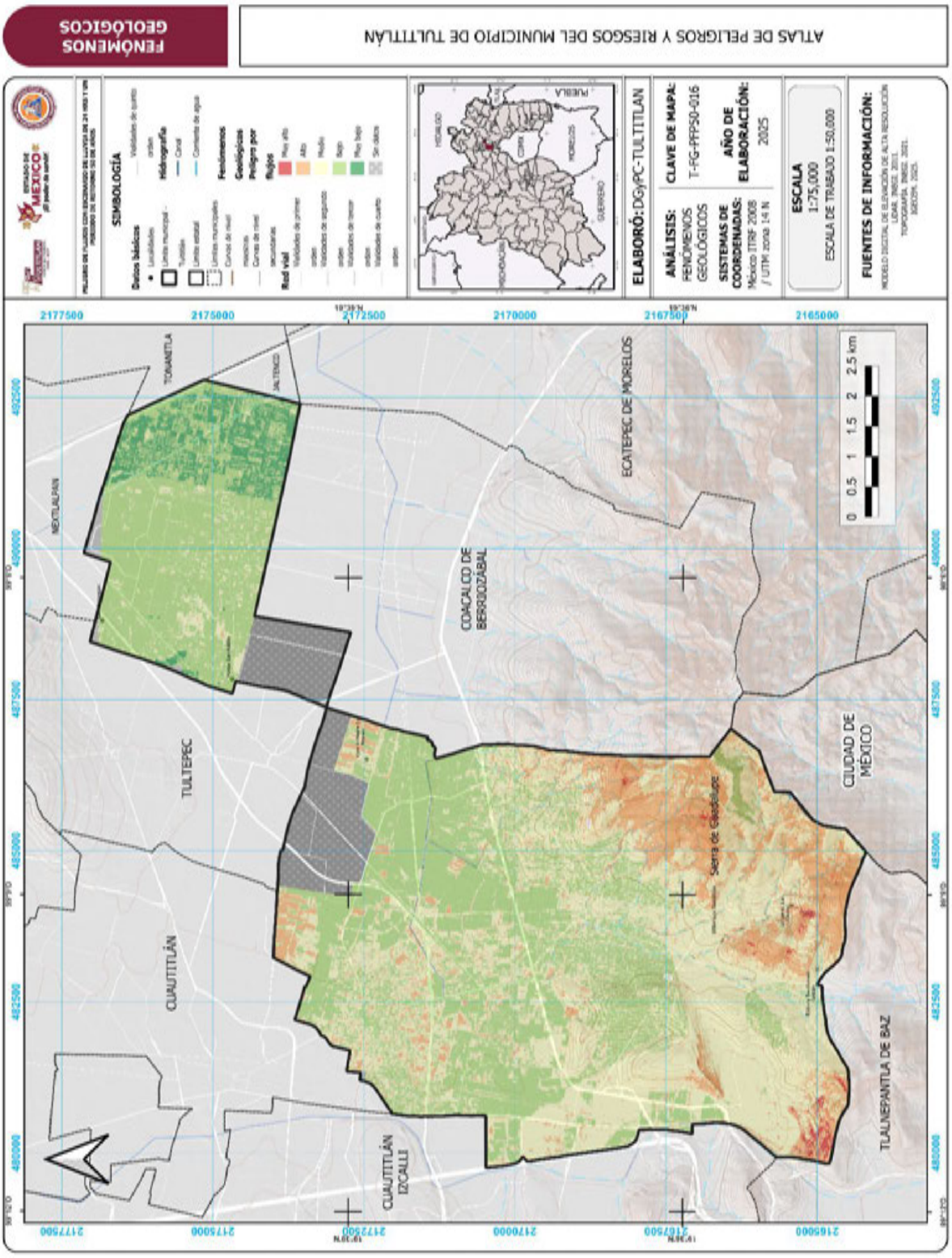
Mapa 46. Peligro de flujo por precipitación, para un Periodo de Retorno de 10 años

Fuente: Elaboración propia.



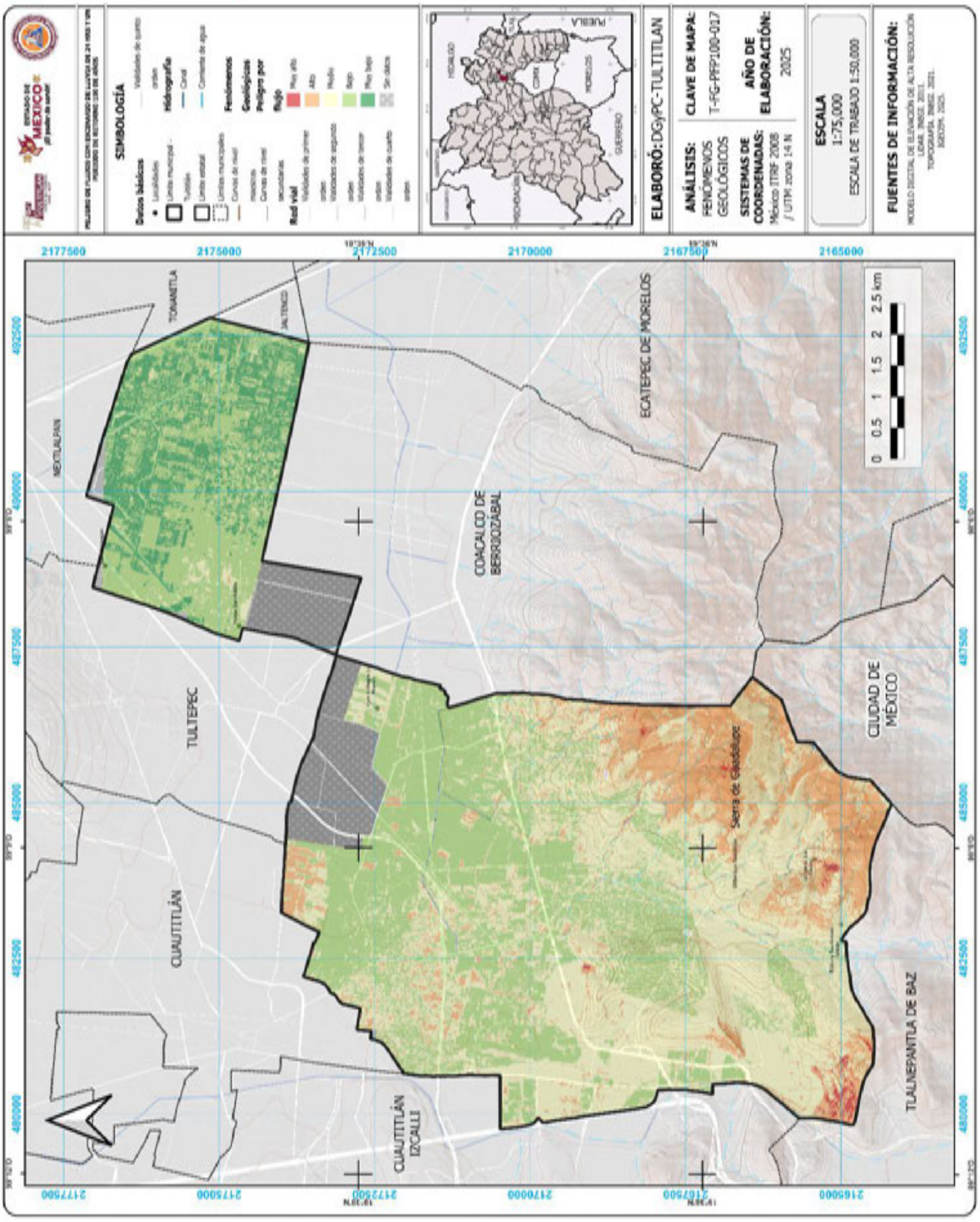
Mapa 47. Peligro de flujo por precipitación, para un Periodo de Retorno de 20 años

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



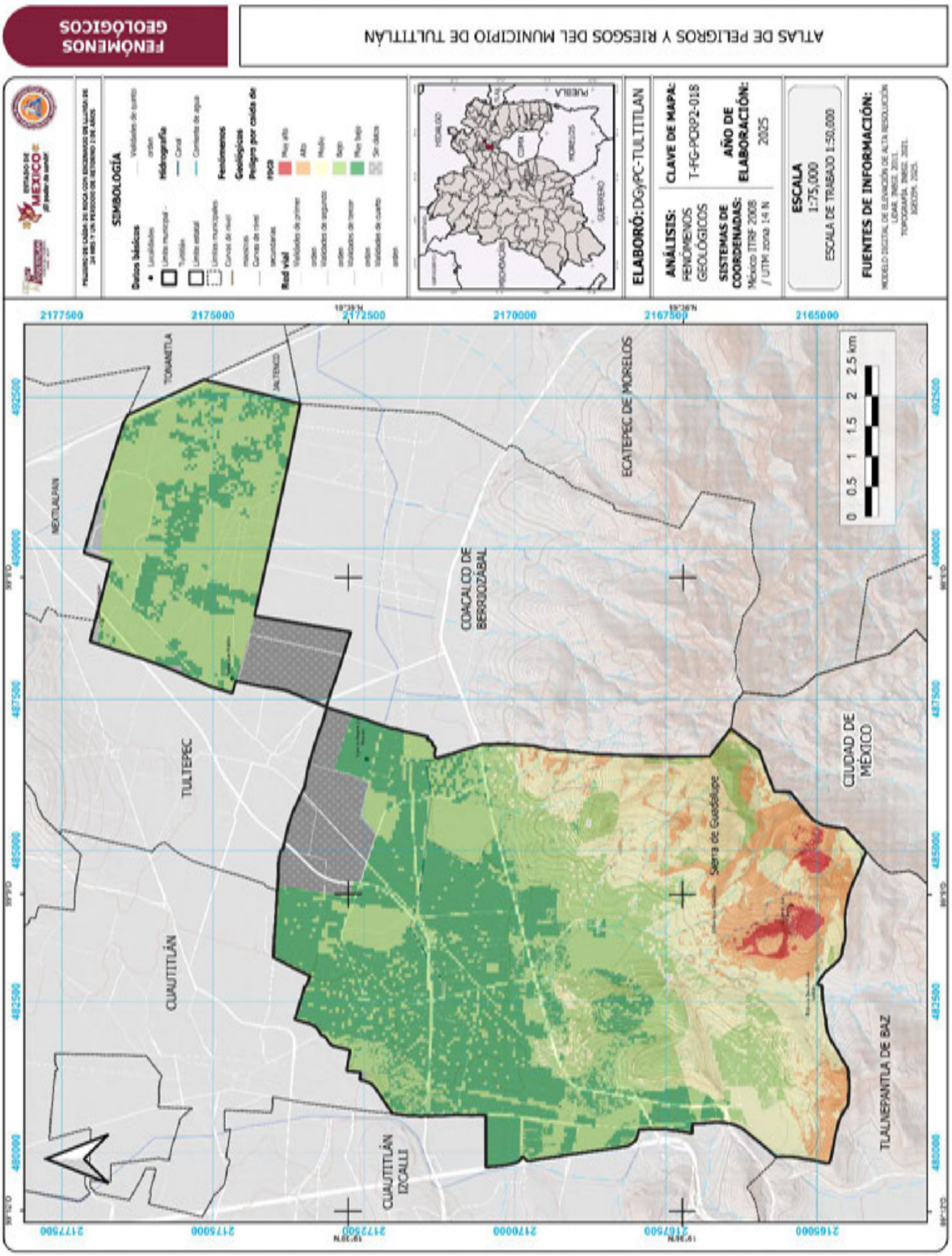
Mapa 48. Peligro de flujo por precipitación, para un Periodo de Retorno de 50 años

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



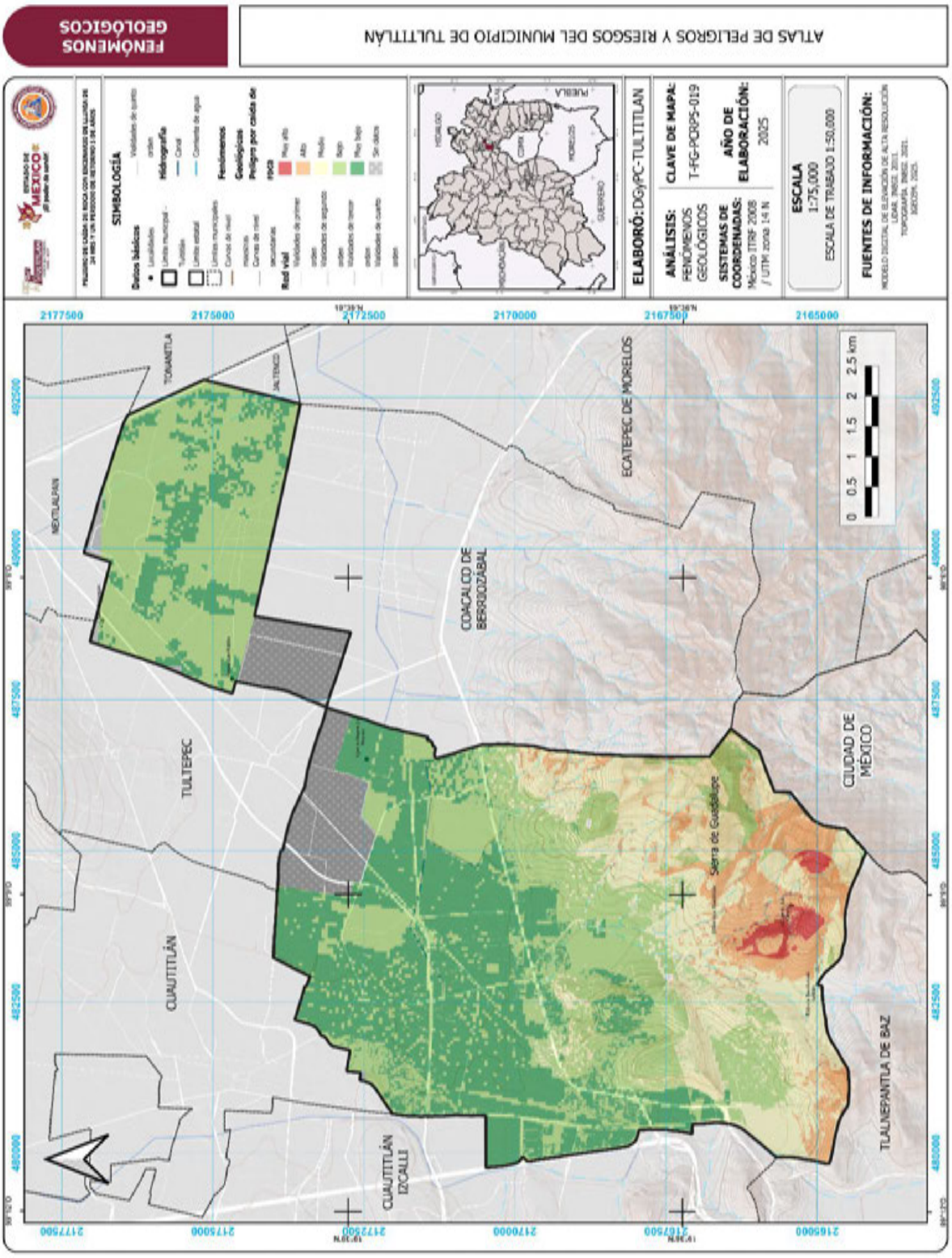
Mapa 49. Peligro de flujo por precipitación, para un Periodo de Retorno de 100 años

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



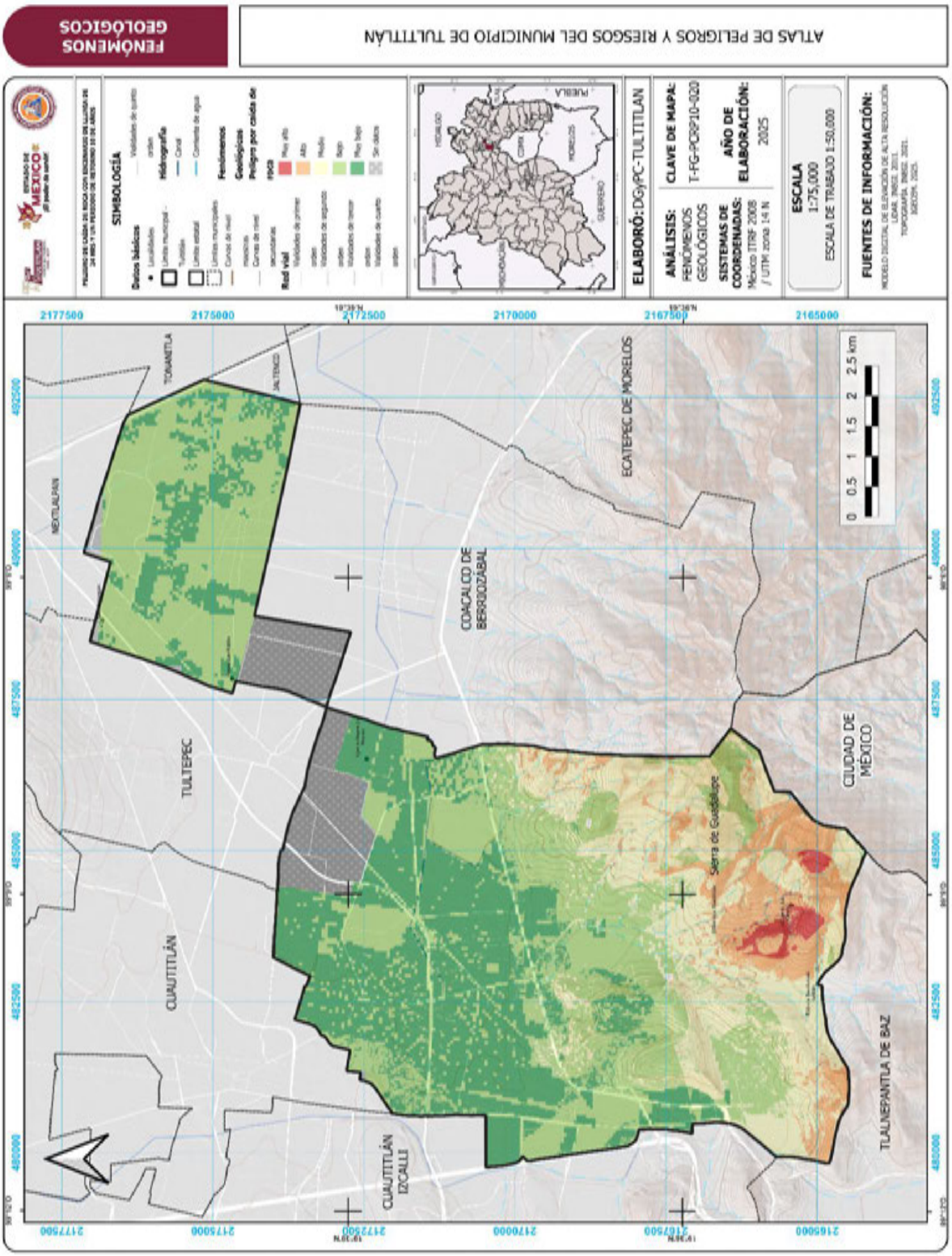
Mapa 50. Peligro de caído de roca por precipitación, para un Periodo de Retorno de 2 años

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



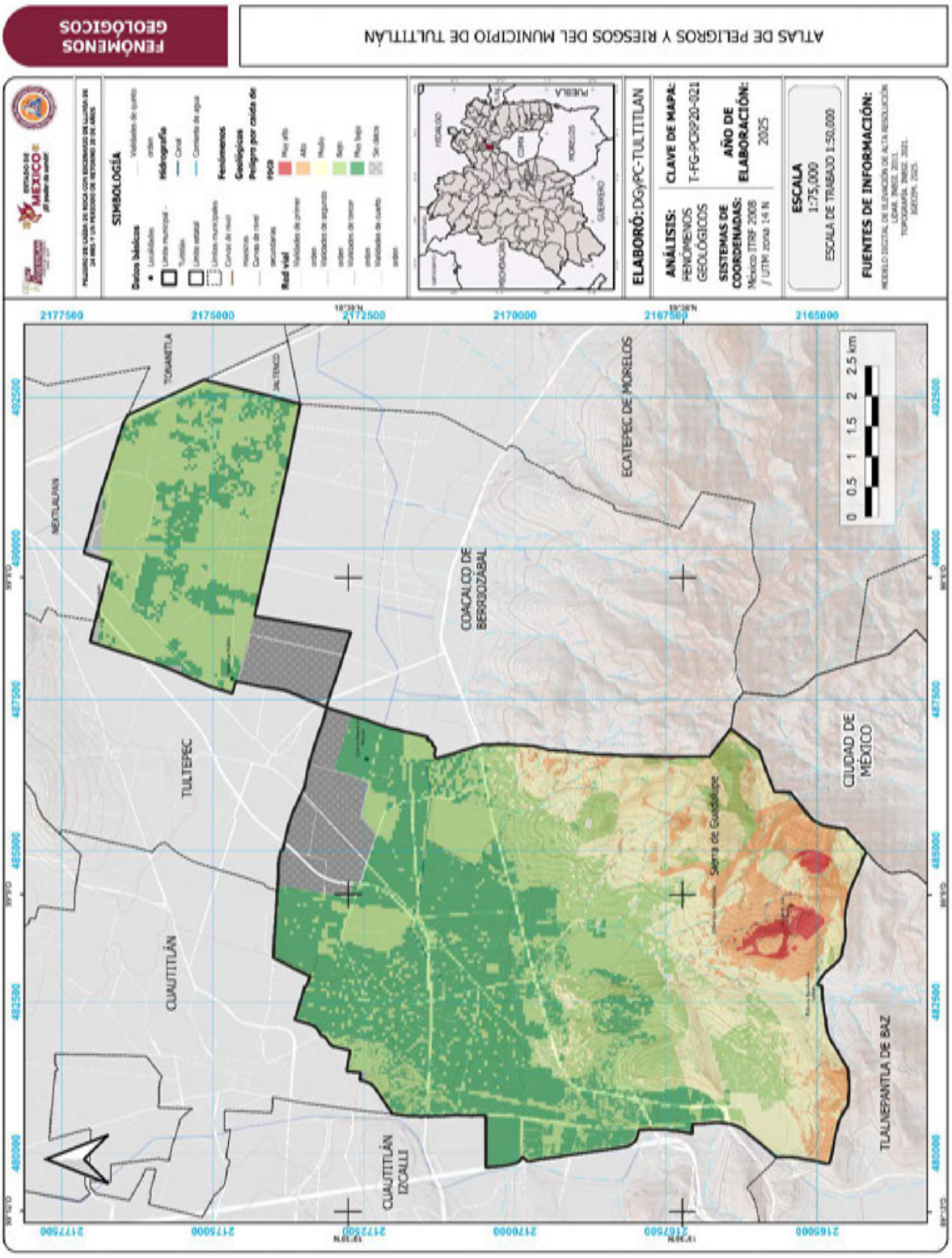
Mapa 51. Peligro de caído de roca por precipitación, para un Periodo de Retorno de 5 años

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



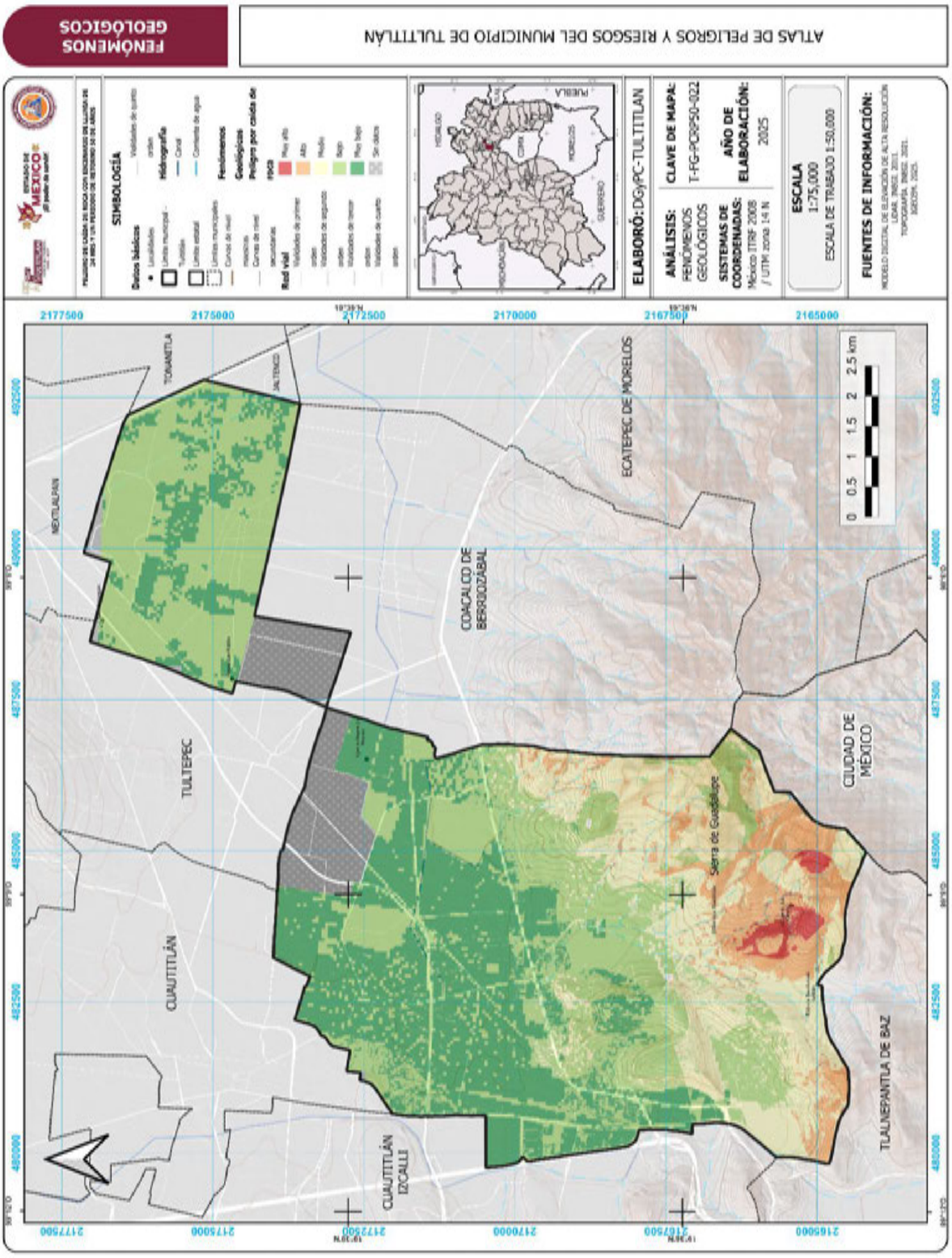
Mapa 52. Peligro de caído de roca por precipitación, para un Periodo de Retorno de 10 años

Fuente: Elaboración propia.



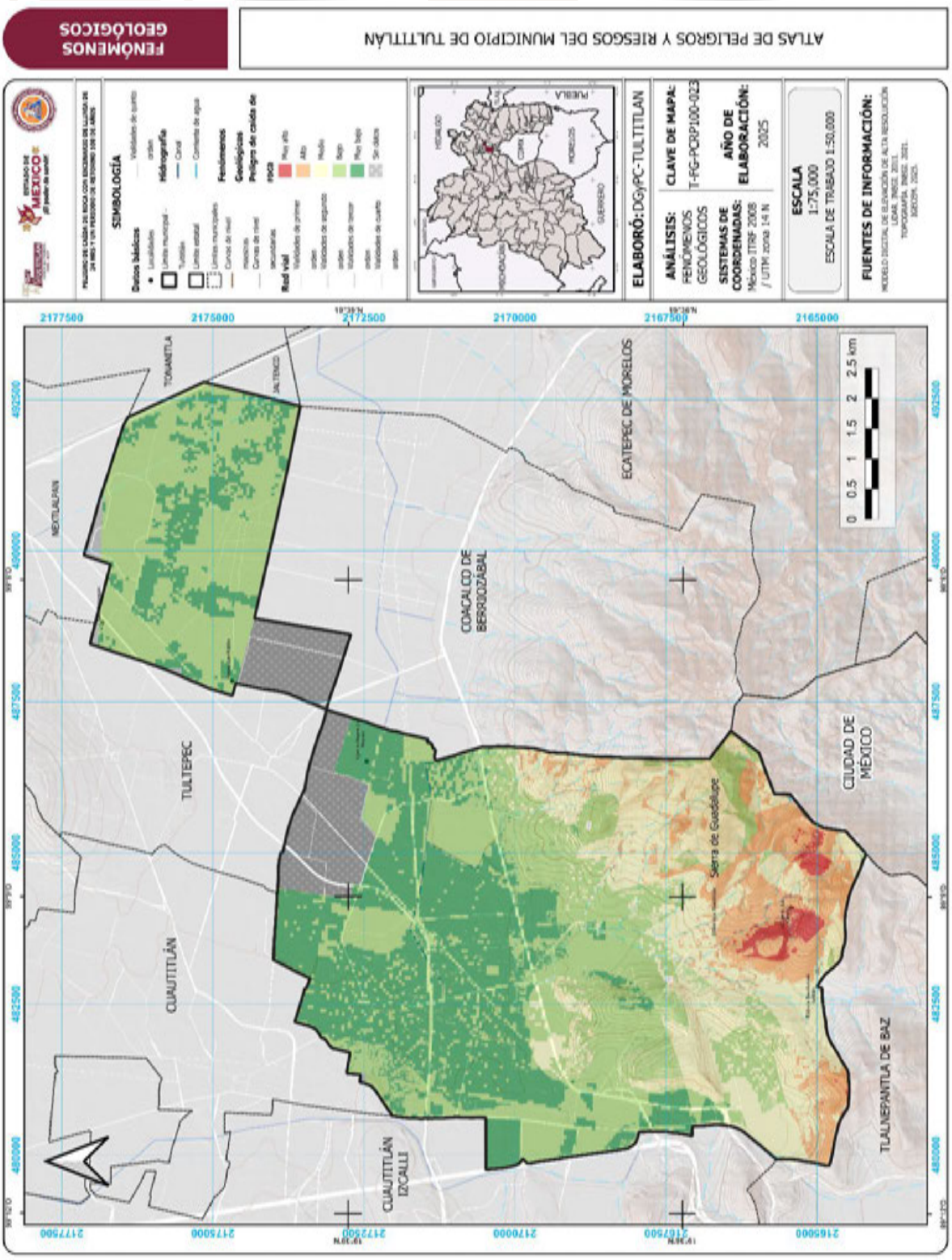
Mapa 53. Peligro de caído de roca por precipitación, para un Periodo de Retorno de 20 años.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



Mapa 54. Peligro de caído de roca por precipitación, para un Periodo de Retorno de 50 años

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



Mapa 55. Peligro de caído de roca por precipitación, para un Periodo de Retorno de 100 años

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Mapa de Riesgo por inestabilidad de laderas

Para determinar el riesgo relacionado por inestabilidad de laderas se utilizaron los siguientes insumos:

- Modelado de peligro asociado a un periodo de retorno de 10 años, el cual muestra una probabilidad de ocurrencia para que un evento pueda presentarse.
- Recorrido en campo (Foto 15 a Foto *18*) de las zonas que han presentado algún evento de inestabilidad, con el fin de corroborar y adecuar el modelado de peligro y la matriz de riesgo. De igual manera se tomaron en cuenta las pendientes del terreno, las instalaciones y/o rupturas de tubería de agua y/o drenaje, corrientes de agua de lluvia que viaja a través de las calles y que favorecen el reblandecimiento del material de roca y/o suelo.
- Exposición, en donde se tomaron en cuenta las AGEB urbanas y rurales.
- Vulnerabilidad social, tomando como referencia la marginación a nivel AGEB.

A partir de éstos se desarrollaron tres matrices, una por cada manifestación de inestabilidad (Tabla 44, Tabla 47y Tabla 51). Las cuales apoyaran en la determinación de riesgo por AGEB (Tabla 45,Tabla 48 y Tabla 51) y permite generar un cálculo aproximado de la población por nivel de riesgo (Tabla 46, Tabla 49 y Tabla 54).

Determinación del Riesgo a partir de la vulnerabilidad local considerando la marginación por AGEB

Riesgo por deslizamiento de laderas

Tabla 44. Matriz de riesgo para deslizamiento de laderas

VULNERABILIDAD	PELIGRO				
	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Muy baja					
Baja					
Media					
Alta					

Fuente: Elaboración propia

De un total de 153 AGEB's, 2 cuentan con un riesgo de deslizamiento de laderas muy bajo, 67 bajo, **32 medio, 30 alto y 6 muy alto**. La Tabla 45 muestra el listado de AGEB's por nivel de riesgo. A continuación, se mencionan algunas de las colonias que quedan dentro de un nivel de riesgo Muy alto, como son: Buena Vista 2da Sección, Sierra de Guadalupe, Izcalli del Valle, El Paraje, Fimesa I, El Fresno y San Francisco Chilpan (Mapa 56).

Tabla 45. Niveles de vulnerabilidad, peligro y riesgo por deslizamiento de laderas

Clave AGEB	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas para 10 años (valor máximo por AGEB)	Riesgo por deslizamientos
1510900030648	Alto	Muy Alto	Muy Alto
1510900691453	Alto	Alto	Alto
1510900030845	Alto	Medio	Alto
1510900250328	Alto	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900030968	Alto	Muy Bajo	Bajo
1510900250027	Alto	Muy Bajo	Bajo
1510900691311	Alto	Medio	Alto
1510900251788	Alto	Muy Bajo	Bajo
1510900721839	Alto	Muy Bajo	Bajo
151090003142A	Alto	Muy Alto	Muy Alto
1510900031400	Medio	Medio	Medio
1510900010347	Medio	Muy Bajo	Bajo
1510900691345	Medio	Medio	Medio
151090003085A	Medio	Alto	Alto
1510900031082	Medio	Muy Alto	Muy Alto
1510900031275	Medio	Bajo	Medio
1510900031627	Medio	Alto	Alto
1510900250281	Medio	Muy Bajo	Bajo
151090003135A	Medio	Alto	Alto
151090001007A	Medio	Muy Bajo	Bajo
151090025167A	Medio	Muy Bajo	Bajo
1510900011805	Medio	Muy Bajo	Bajo
151090025103A	Medio	Muy Bajo	Bajo
1510900691468	Medio	Alto	Alto
1510900680582	Medio	Alto	Alto
1510900692023	Medio	Alto	Alto
1510900680667	Medio	Medio	Medio
1510900032042	Medio	Alto	Alto
1510900030559	Medio	Muy Alto	Muy Alto
1510900030722	Medio	Bajo	Medio
1510900031769	Medio	Bajo	Medio
1510900030737	Medio	Bajo	Medio
1510900030455	Medio	Alto	Alto
1510900030597	Medio	Alto	Alto
1510900030703	Medio	Medio	Medio
1510900030775	Medio	Bajo	Medio

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

Clave AGEB	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas para 10 años (valor máximo por AGEB)	Riesgo por deslizamientos
151090003078A	Medio	Bajo	Medio
1510900030794	Medio	Alto	Alto
1510900031044	Medio	Muy Bajo	Bajo
1510900031538	Medio	Alto	Alto
1510900031542	Medio	Medio	Medio
1510900031735	Medio	Bajo	Medio
1510900691330	Medio	Medio	Medio
1510900031256	Medio	Bajo	Medio
1510900031260	Medio	Bajo	Medio
151090003128A	Medio	Medio	Medio
1510900031364	Medio	Alto	Alto
1510900031557	Medio	Medio	Medio
1510900250224	Medio	Muy Bajo	Bajo
1510900691326	Medio	Medio	Medio
1510900251650	Medio	Muy Bajo	Bajo
151090003174A	Medio	Bajo	Medio
1510900030756	Medio	Medio	Medio
1510900681241	Medio	Muy Bajo	Bajo
1510900681379	Medio	Alto	Alto
1510900031415	Medio	Alto	Alto
1510900030741	Medio	Bajo	Medio
1510900250883	Medio	Muy Bajo	Bajo
1510900030474	Medio	Bajo	Medio
1510900030760	Medio	Alto	Alto
151090003046A	Medio	Bajo	Medio
1510900030614	Medio	Bajo	Medio
1510900030826	Medio	Alto	Alto
1510900030953	Medio	Bajo	Medio
1510900031612	Medio	Bajo	Medio
1510900031646	Medio	Muy Alto	Muy Alto
1510900031631	Medio	Muy Alto	Muy Alto
1510900031576	Medio	Alto	Alto
1510900010351	Medio	Muy Bajo	Bajo
1510900250135	Bajo	Muy Bajo	Bajo
151090025014A	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900250686	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900250898	Bajo	Muy Bajo	Bajo

Clave AGEB	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas para 10 años (valor máximo por AGEB)	Riesgo por deslizamientos
1510900251701	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900031059	Bajo	Bajo	Bajo
1510900680879	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250173	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900250949	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900250900	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251218	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251148	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900010065	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251152	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900030031	Bajo	Alto	Medio
1510900030050	Bajo	Alto	Medio
1510900031561	Bajo	Alto	Medio
1510900251133	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251129	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900250188	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251006	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900250243	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900250915	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900681824	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251307	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251665	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900680864	Bajo	Bajo	Bajo
1510900681097	Bajo	Bajo	Bajo
151090068110A	Bajo	Bajo	Bajo
1510900681114	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251222	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900030489	Bajo	Bajo	Bajo
1510900681504	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251294	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251025	Bajo	Muy Bajo	Bajo
151090025092A	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251171	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251167	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251186	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251190	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251699	Bajo	Muy Bajo	Bajo

Clave AGEB	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas para 10 años (valor máximo por AGEB)	Riesgo por deslizamientos
1510900030811	Bajo	Muy Alto	Alto
1510900010084	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251203	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900250934	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251684	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900681434	Bajo	Muy Bajo	Bajo
151090068060A	Bajo	Muy Bajo	Bajo
151090025021A	Bajo	Muy Bajo	Bajo
151090025181A	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900030633	Bajo	Medio	Medio
1510900031580	Bajo	Alto	Medio
1510900031716	Bajo	Muy Alto	Alto
1510900010101	Bajo	Bajo	Bajo
1510900010116	Bajo	Bajo	Bajo
1510900010690	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900010120	Bajo	Bajo	Bajo
1510900031720	Bajo	Muy Alto	Alto
1510900681449	Muy bajo	Alto	Alto
1510900681523	Muy bajo	Alto	Alto
1510900030807	Muy bajo	Alto	Alto
1510900681519	Muy bajo	Alto	Alto
1510900031608	Muy bajo	Alto	Alto
1510900681063	Muy bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900031595	Muy bajo	Muy Alto	Alto
1510900031773	SD	Medio	Medio
1510900031754	SD	Bajo	Bajo
1510900692038	SD	Alto	Alto
1510800140104	SD	SD	SD
1510800140176	SD	SD	SD
1510800140053	SD	SD	SD
1510800140195	SD	SD	SD
1510800140119	SD	SD	SD
1510800140123	SD	SD	SD
1510800140157	SD	SD	SD
1510800140180	SD	SD	SD
1510800140532	SD	SD	SD
1510800140462	SD	SD	SD

Clave AGEB	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas para 10 años (valor máximo por AGEB)	Riesgo por deslizamientos
1510800140138	SD	SD	SD
1510800140161	SD	SD	SD
1510800140528	SD	SD	SD
1510800140091	SD	SD	SD
1510800140458	SD	SD	SD
1510800140142	SD	SD	SD

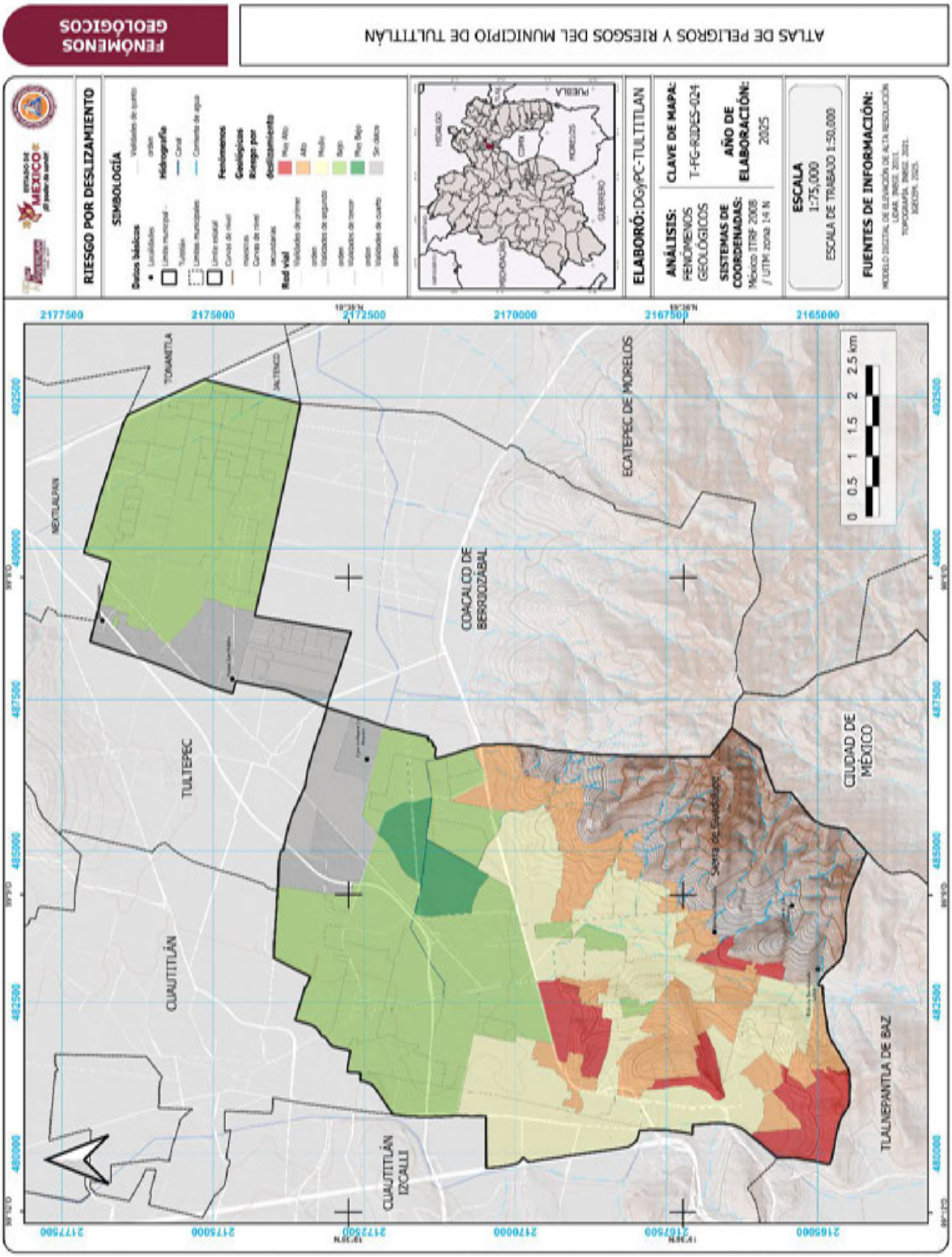
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de marginación e INEGI 2020.

A partir de la información determinada en la Tabla 45, se pudo realizar un cálculo aproximado de la población que se encuentra dentro de los diferentes niveles de riesgo (Tabla 46), siendo los datos de los niveles medio, alto y muy alto, los que se deben considerar en caso de algún evento de deslizamiento.

Tabla 46. Determinación de la población y viviendas de acuerdo con el nivel de riesgo.

POBLACIÓN	NIVEL DE RIESGO				
	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Población total	4,134	254,980	126,373	103,059	22,443
Población masculina	2,028	123,565	61,829	50,082	11,176
Población femenina	2,104	131,163	64,387	52,844	11,248
Población menor a 18 años	1,583	89,322	46,338	36,946	8,737
Población mayor a 65 años	255	18,904	9,136	7,204	1,167
Población con discapacidad	178	9,978	5,625	3,989	858
Viviendas totales	1,337	84,208	36,008	30,936	6,079

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI 2020



Mapa 56. Riesgo por deslizamiento de laderas a nivel AGEB.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Riesgo por flujo

Tabla 47. Matriz de riesgo para flujo

VULNERABILIDAD	PELIGRO				
	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Muy baja					
Baja					
Media					
Alta					

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De un total de 153 AGEB's, 60 cuentan con un riesgo por flujo bajo, **66 medio, 9 alto y 2 muy alto**. La Tabla 48 muestra el listado de AGEB's por nivel de riesgo. A continuación, se mencionan algunas de las colonias que quedan dentro de un nivel de riesgo alto a muy alto, como son: El Fresno, El Paraje, Fimesa I, Izcalli del Valle, San Marcos, Sierra de Guadalupe, Solidaridad 3ra Sección y Real del Bosque (Mapa 57).

Tabla 48. Niveles de vulnerabilidad, peligro y riesgo por flujo.

Clave AGEB	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas para 10 años (valor máximo por AGEB)	Riesgo por deslizamientos
1510900030648	Alto	Muy Alto	Muy Alto
1510900691453	Alto	Medio	Alto
1510900030845	Alto	Medio	Alto
1510900250328	Alto	Bajo	Bajo
1510900030968	Alto	Medio	Medio
1510900250027	Alto	Bajo	Bajo
1510900691311	Alto	Medio	Medio
1510900251788	Alto	Bajo	Bajo
1510900721839	Alto	Bajo	Bajo
151090003142A	Alto	Alto	Alto
1510900031400	Medio	Medio	Medio
1510900010347	Medio	Bajo	Bajo
1510900691345	Medio	Medio	Medio
151090003085A	Medio	Medio	Medio
1510900031082	Medio	Alto	Alto
1510900031275	Medio	Medio	Medio
1510900031627	Medio	Medio	Medio
1510900250281	Medio	Bajo	Bajo
151090003135A	Medio	Medio	Medio

Clave AGEB	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas para 10 años (valor máximo por AGEB)	Riesgo por deslizamientos
151090001007A	Medio	Medio	Medio
151090025167A	Medio	Bajo	Bajo
1510900011805	Medio	Medio	Medio
151090025103A	Medio	Bajo	Bajo
1510900691468	Medio	Medio	Medio
1510900680582	Medio	Medio	Medio
1510900692023	Medio	Medio	Medio
1510900680667	Medio	Medio	Medio
1510900032042	Medio	Medio	Medio
1510900030559	Medio	Muy Alto	Muy Alto
1510900030722	Medio	Medio	Medio
1510900031769	Medio	Medio	Medio
1510900030737	Medio	Medio	Medio
1510900030455	Medio	Medio	Medio
1510900030597	Medio	Medio	Medio
1510900030703	Medio	Medio	Medio
1510900030775	Medio	Medio	Medio
151090003078A	Medio	Medio	Medio
1510900030794	Medio	Medio	Medio
1510900031044	Medio	Bajo	Bajo
1510900031538	Medio	Medio	Medio
1510900031542	Medio	Medio	Medio
1510900031735	Medio	Medio	Medio
1510900691330	Medio	Medio	Medio
1510900031256	Medio	Medio	Medio
1510900031260	Medio	Medio	Medio
151090003128A	Medio	Medio	Medio
1510900031364	Medio	Medio	Medio
1510900031557	Medio	Medio	Medio
1510900250224	Medio	Bajo	Bajo
1510900691326	Medio	Medio	Medio
1510900251650	Medio	Bajo	Bajo
151090003174A	Medio	Medio	Medio
1510900030756	Medio	Medio	Medio
1510900681241	Medio	Bajo	Bajo
1510900681379	Medio	Medio	Medio
1510900031415	Medio	Medio	Medio

Clave AGEB	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas para 10 años (valor máximo por AGEB)	Riesgo por deslizamientos
1510900030741	Medio	Medio	Medio
1510900250883	Medio	Bajo	Bajo
1510900030474	Medio	Medio	Medio
1510900030760	Medio	Medio	Medio
151090003046A	Medio	Medio	Medio
1510900030614	Medio	Bajo	Bajo
1510900030826	Medio	Medio	Medio
1510900030953	Medio	Medio	Medio
1510900031612	Medio	Medio	Medio
1510900031646	Medio	Alto	Alto
1510900031631	Medio	Alto	Alto
1510900031576	Medio	Medio	Medio
1510900010351	Medio	Bajo	Bajo
1510900250135	Bajo	Bajo	Bajo
151090025014A	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250686	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250898	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251701	Bajo	Bajo	Bajo
1510900031059	Bajo	Medio	Medio
1510900680879	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250173	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250949	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250900	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251218	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251148	Bajo	Bajo	Bajo
1510900010065	Bajo	Medio	Medio
1510900251152	Bajo	Bajo	Bajo
1510900030031	Bajo	Medio	Medio
1510900030050	Bajo	Medio	Medio
1510900031561	Bajo	Medio	Medio
1510900251133	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251129	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250188	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251006	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250243	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250915	Bajo	Bajo	Bajo
1510900681824	Bajo	Bajo	Bajo

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

Clave AGEB	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas para 10 años (valor máximo por AGEB)	Riesgo por deslizamientos
1510900251307	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251665	Bajo	Bajo	Bajo
1510900680864	Bajo	Bajo	Bajo
1510900681097	Bajo	Bajo	Bajo
151090068110A	Bajo	Bajo	Bajo
1510900681114	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251222	Bajo	Bajo	Bajo
1510900030489	Bajo	Bajo	Bajo
1510900681504	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251294	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251025	Bajo	Bajo	Bajo
151090025092A	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251171	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251167	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251186	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251190	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251699	Bajo	Bajo	Bajo
1510900030811	Bajo	Medio	Medio
1510900010084	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251203	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250934	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251684	Bajo	Bajo	Bajo
1510900681434	Bajo	Bajo	Bajo
151090068060A	Bajo	Medio	Medio
151090025021A	Bajo	Bajo	Bajo
151090025181A	Bajo	Bajo	Bajo
1510900030633	Bajo	Medio	Medio
1510900031580	Bajo	Medio	Medio
1510900031716	Bajo	Medio	Medio
1510900010101	Bajo	Medio	Medio
1510900010116	Bajo	Medio	Medio
1510900010690	Bajo	Medio	Medio
1510900010120	Bajo	Medio	Medio
1510900031720	Bajo	Alto	Alto
1510900681449	Muy bajo	Medio	Medio
1510900681523	Muy bajo	Medio	Medio
1510900030807	Muy bajo	Medio	Medio

Clave AGEB	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas para 10 años (valor máximo por AGEB)	Riesgo por deslizamientos
1510900681519	Muy bajo	Alto	Alto
1510900031608	Muy bajo	Medio	Medio
1510900681063	Muy bajo	Bajo	Bajo
1510900031595	Muy bajo	Medio	Medio
1510900031773	SD	Medio	Medio
1510900031754	SD	Bajo	Bajo
1510900692038	SD	Alto	Alto
1510800140104	SD	SD	SD
1510800140176	SD	SD	SD
1510800140053	SD	SD	SD
1510800140195	SD	SD	SD
1510800140119	SD	SD	SD
1510800140123	SD	SD	SD
1510800140157	SD	SD	SD
1510800140180	SD	SD	SD
1510800140532	SD	SD	SD
1510800140462	SD	SD	SD
1510800140138	SD	SD	SD
1510800140161	SD	SD	SD
1510800140528	SD	SD	SD
1510800140091	SD	SD	SD
1510800140458	SD	SD	SD
1510800140142	SD	SD	SD

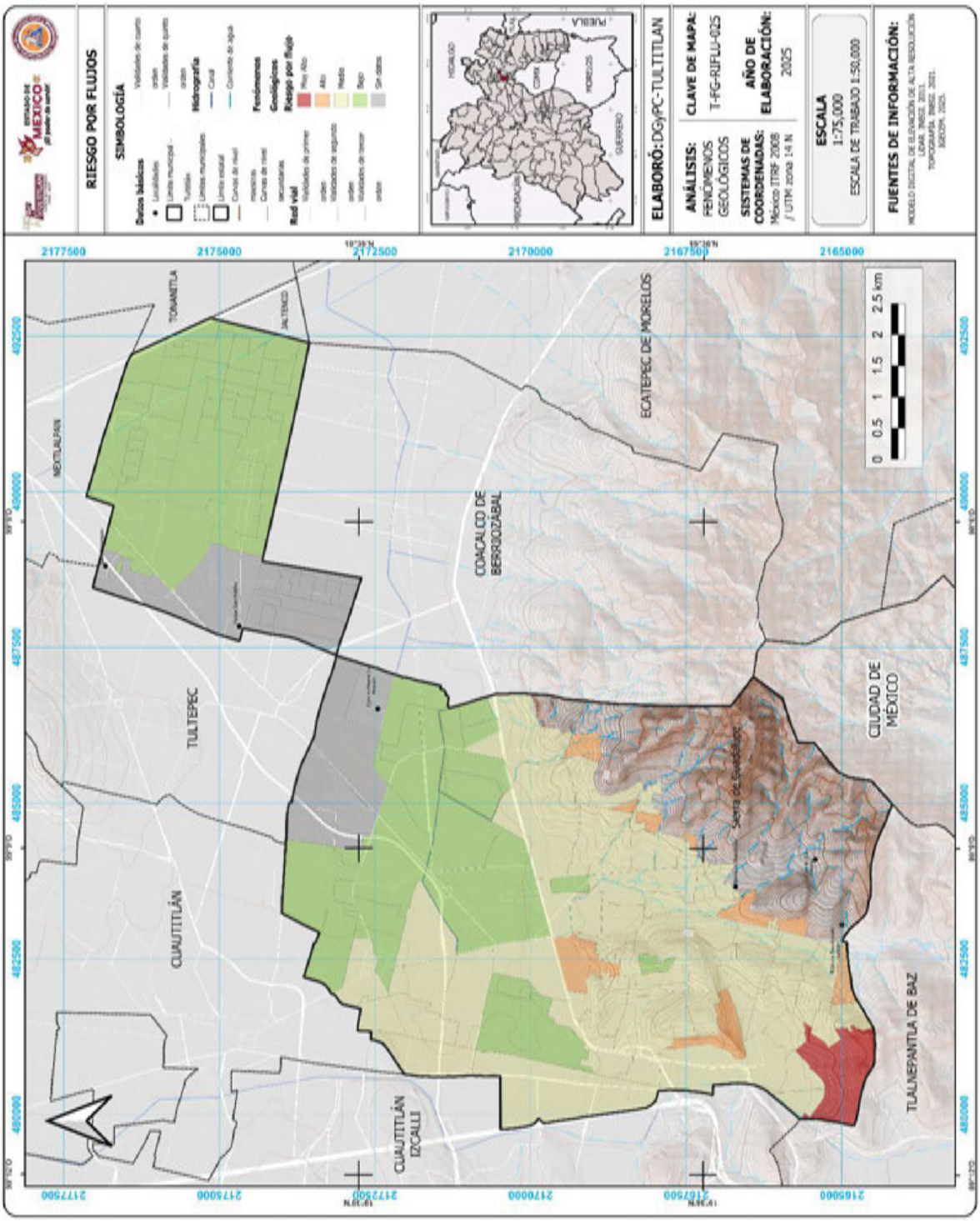
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE MARGINACIÓN E INEGI 2020.

A partir de la información determinada en la Tabla 48, se pudo realizar un cálculo aproximado de la población que se encuentra dentro de los diferentes niveles de riesgo (Tabla 49), siendo los datos de los niveles medio, alto y muy alto, los que se deben considerar en caso de algún evento por flujo.

Tabla 49. Determinación de la población y viviendas de acuerdo con el nivel de riesgo.

POBLACIÓN	NIVEL DE RIESGO			
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Población total	225,880	250,171	23,631	11,307
Población masculina	109,407	121,927	11,748	5,598
Población femenina	116,261	127,970	11,817	5,698
Población menor a 18 años	79,227	90,665	8,754	4,280
Población mayor a 65 años	16,745	18,205	845	871
Población con discapacidad	9,307	10,132	704	485
Viviendas totales	75,670	72,890	6,989	3,019

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DEL INEGI 2020.



Mapa 57. Riesgo por flujo a nivel AGEB.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Riesgo por Caídos de Roca

Tabla 50. Matriz de riesgo para caídos de roca

VULNERABILIDAD	PELIGRO				
	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Muy baja					
Baja					
Media					
Alta					

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De un total de 153 AGEB's, 20 cuentan con un riesgo por caídos de roca muy bajo, 73 bajo, **12 medio, 24 alto y 8 muy alto**. La Tabla 51 muestra el listado de AGEB's por nivel de riesgo. A continuación, se mencionan algunas de las colonias que quedan dentro de un nivel de riesgo alto a muy alto, como son: Sierra de Guadalupe, Ampliación San Mateo, Solidaridad 2da. Sección, Solidaridad 3ra Sección, Las Torres, Santa María Cuautepec, San Marcos, Buenavista 2da Sección (ver Mapa 58).

Tabla 51. Niveles de Vulnerabilidad, Peligro y Riesgo por Caídos de Roca a nivel AGEB

Clave AGEB	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas AGEB para 10 años (valor máximo por)	Riesgo por deslizamientos
1510900030648	Alto	Alto	Muy Alto
1510900691453	Alto	Medio	Alto
1510900030845	Alto	Medio	Alto
1510900250328	Alto	Bajo	Bajo
1510900030968	Alto	Bajo	Bajo
1510900250027	Alto	Bajo	Bajo
1510900691311	Alto	Bajo	Bajo
1510900251788	Alto	Muy Bajo	Bajo
1510900721839	Alto	Muy Bajo	Bajo
151090003142A	Alto	Alto	Muy Alto
1510900031400	Medio	Bajo	Bajo
1510900010347	Medio	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900691345	Medio	Medio	Alto
151090003085A	Medio	Alto	Muy Alto
1510900031082	Medio	Alto	Muy Alto
1510900031275	Medio	Medio	Alto
1510900031627	Medio	Medio	Alto
1510900250281	Medio	Bajo	Bajo
151090003135A	Medio	Medio	Alto

Clave AGEB	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas AGEB para 10 años (valor máximo por)	Riesgo por deslizamientos
151090001007A	Medio	Muy Bajo	Muy Bajo
151090025167A	Medio	Bajo	Bajo
1510900011805	Medio	Muy Bajo	Muy Bajo
151090025103A	Medio	Bajo	Bajo
1510900691468	Medio	Medio	Alto
1510900680582	Medio	Medio	Alto
1510900692023	Medio	Medio	Alto
1510900680667	Medio	Bajo	Bajo
1510900032042	Medio	Medio	Alto
1510900030559	Medio	Alto	Muy Alto
1510900030722	Medio	Bajo	Bajo
1510900031769	Medio	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900030737	Medio	Bajo	Bajo
1510900030455	Medio	Medio	Alto
1510900030597	Medio	Alto	Muy Alto
1510900030703	Medio	Bajo	Bajo
1510900030775	Medio	Medio	Alto
151090003078A	Medio	Medio	Alto
1510900030794	Medio	Medio	Alto
1510900031044	Medio	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900031538	Medio	Bajo	Bajo
1510900031542	Medio	Bajo	Bajo
1510900031735	Medio	Bajo	Bajo
1510900691330	Medio	Medio	Alto
1510900031256	Medio	Bajo	Bajo
1510900031260	Medio	Bajo	Bajo
151090003128A	Medio	Medio	Alto
1510900031364	Medio	Alto	Muy Alto
1510900031557	Medio	Bajo	Bajo
1510900250224	Medio	Bajo	Bajo
1510900691326	Medio	Bajo	Bajo
1510900251650	Medio	Bajo	Bajo
151090003174A	Medio	Bajo	Bajo
1510900030756	Medio	Medio	Alto
1510900681241	Medio	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900681379	Medio	Medio	Alto
1510900031415	Medio	Alto	Muy Alto

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

Clave AGEB	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas AGEB para 10 años (valor máximo por)	Riesgo por deslizamientos
1510900030741	Medio	Bajo	Bajo
1510900250883	Medio	Bajo	Bajo
1510900030474	Medio	Bajo	Bajo
1510900030760	Medio	Medio	Alto
151090003046A	Medio	Bajo	Bajo
1510900030614	Medio	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900030826	Medio	Medio	Alto
1510900030953	Medio	Bajo	Bajo
1510900031612	Medio	Bajo	Bajo
1510900031646	Medio	Medio	Alto
1510900031631	Medio	Medio	Alto
1510900031576	Medio	Medio	Alto
1510900010351	Medio	Bajo	Bajo
1510900250135	Bajo	Bajo	Bajo
151090025014A	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250686	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250898	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251701	Bajo	Bajo	Bajo
1510900031059	Bajo	Bajo	Bajo
1510900680879	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250173	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900250949	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250900	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251218	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251148	Bajo	Bajo	Bajo
1510900010065	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251152	Bajo	Bajo	Bajo
1510900030031	Bajo	Medio	Medio
1510900030050	Bajo	Medio	Medio
1510900031561	Bajo	Medio	Medio
1510900251133	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251129	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250188	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251006	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250243	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900250915	Bajo	Bajo	Bajo
1510900681824	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo

Clave AGEB	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas AGEB para 10 años (valor máximo por)	Riesgo por deslizamientos
1510900251307	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251665	Bajo	Bajo	Bajo
1510900680864	Bajo	Bajo	Bajo
1510900681097	Bajo	Bajo	Bajo
151090068110A	Bajo	Bajo	Bajo
1510900681114	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251222	Bajo	Bajo	Bajo
1510900030489	Bajo	Bajo	Bajo
1510900681504	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251294	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251025	Bajo	Bajo	Bajo
151090025092A	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251171	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900251167	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251186	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251190	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251699	Bajo	Bajo	Bajo
1510900030811	Bajo	Medio	Medio
1510900010084	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900251203	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900250934	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251684	Bajo	Bajo	Bajo
1510900681434	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
151090068060A	Bajo	Bajo	Bajo
151090025021A	Bajo	Bajo	Bajo
151090025181A	Bajo	Bajo	Bajo
1510900030633	Bajo	Bajo	Bajo
1510900031580	Bajo	Bajo	Bajo
1510900031716	Bajo	Medio	Medio
1510900010101	Bajo	Bajo	Bajo
1510900010116	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900010690	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900010120	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900031720	Bajo	Medio	Medio
1510900681449	Muy bajo	Medio	Medio
1510900681523	Muy bajo	Medio	Medio
1510900030807	Muy bajo	Medio	Medio

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

Clave AGEB	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas AGEB para 10 años (valor máximo por)	Riesgo por deslizamientos
1510900681519	Muy bajo	Alto	Alto
1510900031608	Muy bajo	Medio	Medio
1510900681063	Muy bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900031595	Muy bajo	Medio	Medio
1510900031773	SD	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900031754	SD	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900692038	SD	Medio	Medio
1510800140104	SD	SD	SD
1510800140176	SD	SD	SD
1510800140053	SD	SD	SD
1510800140195	SD	SD	SD
1510800140119	SD	SD	SD
1510800140123	SD	SD	SD
1510800140157	SD	SD	SD
1510800140180	SD	SD	SD
1510800140532	SD	SD	SD
1510800140462	SD	SD	SD
1510800140138	SD	SD	SD
1510800140161	SD	SD	SD
1510800140528	SD	SD	SD
1510800140091	SD	SD	SD
1510800140458	SD	SD	SD
1510800140142	SD	SD	SD

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

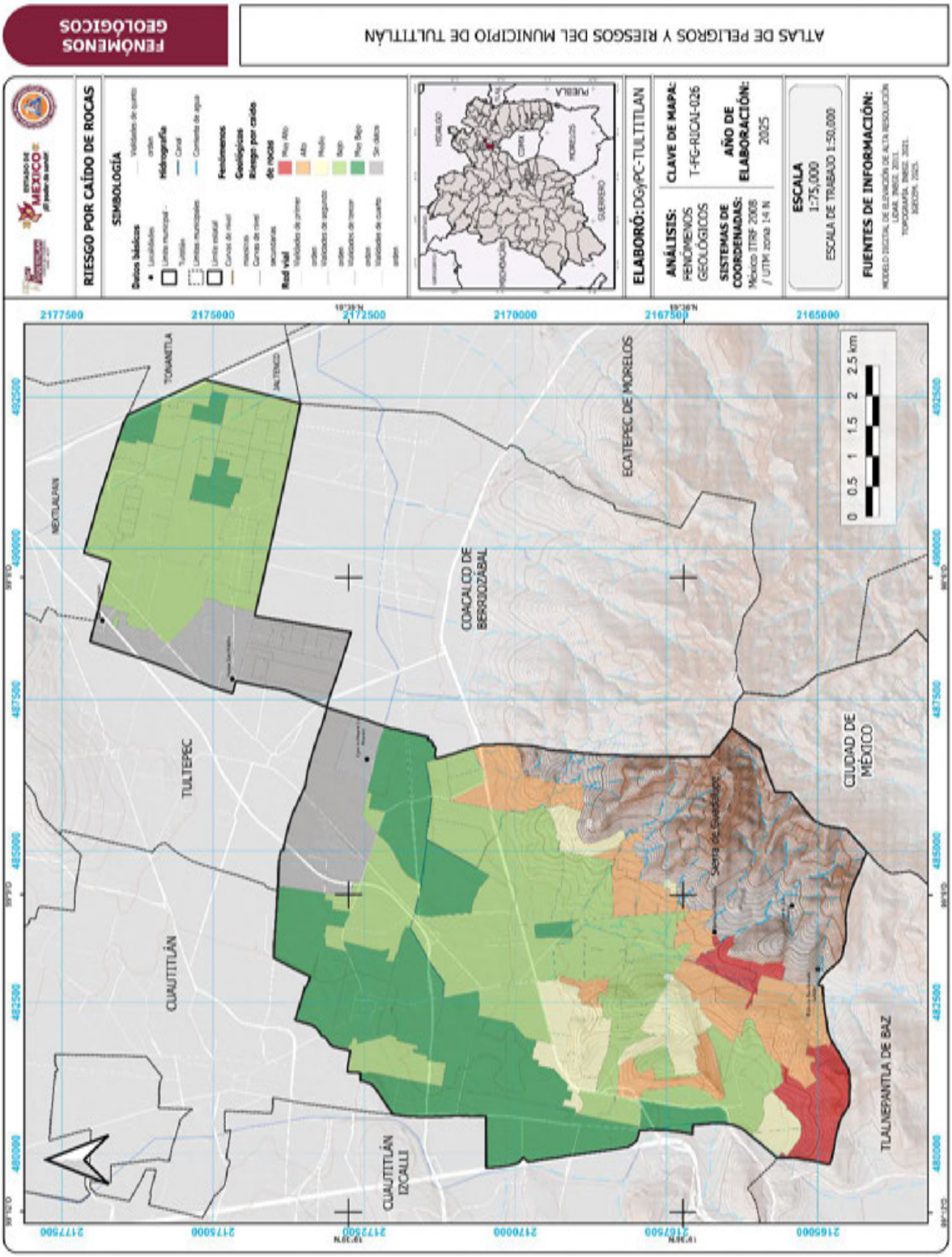
A partir de la información determinada en la Tabla 51, se pudo realizar un cálculo aproximado de la población que se encuentra dentro de los diferentes niveles de riesgo (Tabla 52), siendo los datos de los niveles medio, alto y muy alto, los que se deben considerar en caso de algún evento por caídos de roca.

Tabla 52. Determinación de la población y viviendas de acuerdo con el nivel de riesgo.

POBLACIÓN	NIVEL DE RIESGO				
	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Población total	55,887	290,077	58,452	82,672	23,901
Población masculina	27,230	140,980	28,088	40,540	11,842
Población femenina	28,580	148,792	30,286	42,049	12,039
Población menor a 18 años	19,611	103,176	19,073	31,715	9,351
Población mayor a 65 años	3,817	21,651	5,342	4,380	1,476
Población con discapacidad	1,818	12,075	2,727	2,888	1,120
Viviendas totales	17,868	92,660	18,789	22,834	6,417

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DEL INEGI 2020

La determinación de la exposición poblacional y de infraestructura (vivienda), genera un conocimiento adecuado al momento de realizar alguna toma de decisión en caso de algún evento de inestabilidad de laderas y tomar en cuenta recursos, materiales, humanos o económicos para realizar acciones de reactivas y de recuperación. De igual manera a partir de los modelados es posible tener en cuenta las zonas para realizar atenciones de manera inmediata.



Mapa 58. Riesgo por caídos y derrumbes a nivel AGEB.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Sismos (determinación de la Zonificación Sísmica)

Un **sismo**, es un movimiento del suelo o de la superficie terrestre causado por la propagación de **ondas sísmicas** (u ondas elásticas) a través del interior de la Tierra. Estas ondas son generadas por la liberación repentina de energía acumulada en las rocas, generalmente como resultado del **rompimiento de porciones de la corteza terrestre**, de la **activación de fallas geológicas** o de la **erupción de volcanes**. Cuando estos fenómenos tienen un origen natural, se clasifican como **sismos naturales**.

En cambio, cuando los sismos son provocados por la acción humana, como **explosiones atómicas**, **detonaciones pirotécnicas** o cualquier otro **evento antropogénico** que genere una liberación súbita de energía en el subsuelo, se denominan **sismos artificiales**.

La causa más común de los sismos naturales está relacionada con el movimiento de las **placas tectónicas**. La **litósfera**, que es la capa más externa y rígida de la Tierra, está dividida en grandes fragmentos conocidos como placas tectónicas. Estas placas se desplazan lentamente sobre la **astenosfera**, una capa subyacente con comportamiento visco-elástico que permite el flujo del material al ejercer presión.

Este desplazamiento es impulsado por **corrientes de convección** en el **manto terrestre**, donde el material caliente asciende desde el interior del planeta y el material más frío desciende, generando un ciclo constante de movimiento. Como resultado, las placas interactúan entre sí en sus bordes o límites, donde se acumulan **fuerzas de fricción** que impiden el movimiento libre entre ellas.

Con el tiempo, la acumulación de esfuerzo en estas zonas supera la resistencia de las rocas o la fuerza de fricción que las mantiene inmóviles. En ese momento se produce una **ruptura violenta**, que libera de forma repentina la energía almacenada. Esta energía se transmite en forma de ondas sísmicas que se propagan en todas direcciones a través del medio sólido terrestre, generando así el movimiento del suelo que percibimos durante un sismo.[38]

Los sismos más comunes tienen su origen por la interacción entre las placas tectónicas, este tipo de sismos pueden ocurrir de dos maneras distintas de acuerdo con la cercanía o frontera entre las placas;

- **Interplaca.** Este tipo de sismo son los más comunes, estos ocurren en los límites de subducción de placas. (véase Imagen 11)
- **Intraplaca**. Este tipo de sismos ocurren por la deformación interna de las placas, esta deformación es causada, generalmente, por compresión.[39] (véase Imagen 11)

[38] (Servicio Sismológico Nacional, 2025)

[39] (UNAM, 2024)

De igual manera, existe una clasificación de los sismos considerando la profundidad donde se generan las ondas sísmicas, esta clasificación es:

- **Superficiales**. Estos sismos ocurren hasta los 70 km de profundidad.
- **Intermedios**. Tienen lugar entre los 70 km y 300 km de profundidad.
- **Profundos.** Corresponden a sismos cuyo hipocentro es mayor a 300 km.[40]

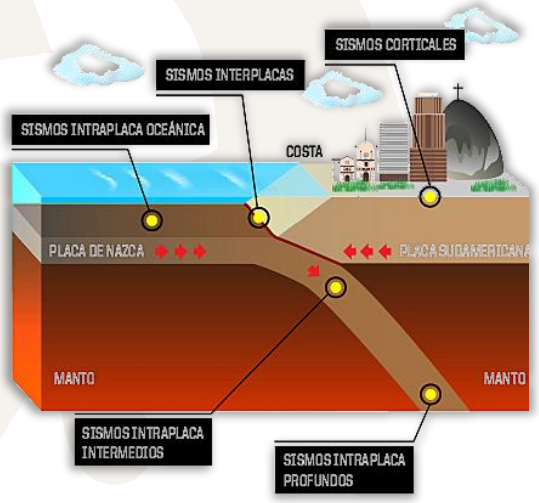


Imagen 11. Visualización de los tipos de sismos por su profundidad y localización en las placas

FUENTE: IMAGEN OBTENIDA DE TIMETOAST.COM.[41]

Las ondas que se generan durante el rompimiento de la corteza terrestre se dividen en cuatro, las primeras dos se denominan **ondas de cuerpo**, ya que su desplazamiento se realiza a través de las rocas, estas son; las **ondas primarias (P)** y las **ondas secundarias (S)**, estas tienen mayor velocidad y menor energía, las siguientes dos se denominan **ondas superficiales**, ya que, como lo dice su nombre, su desplazamiento se realiza en la superficie, estas son las **ondas Rayleigh** y **las ondas Love**, estas ondas tienen menor velocidad y mucho mayor energía, estas últimas son de mayor interés social, ya que son las que afectan a la infraestructura durante un sismo.

Se le denomina **Hipocentro** al lugar donde ocurre el rompimiento de la corteza y donde se generan las ondas elásticas, mientras que la proyección del hipocentro en la superficie se le denomina **Epicentro**, a la distancia entre el epicentro y el hipocentro se le denomina **Profundidad del hipocentro o profundidad focal**, la cual se mide en km; por último, la **distancia epicentral** es la distancia del hipocentro a alguna estación sismológica, esta distancia se mide en km o grados. (Imagen 12)

[40] (Museo Geologico, 1993)

[41] (Timetoast Timelines, 2024)

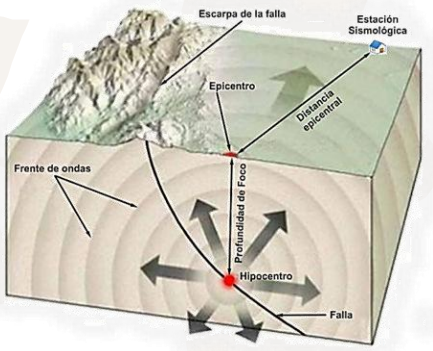


Imagen 12. Componentes del proceso de un sismo.

FUENTE: IMAGEN OBTENIDA DE ARGENTINA.GOB. [42]

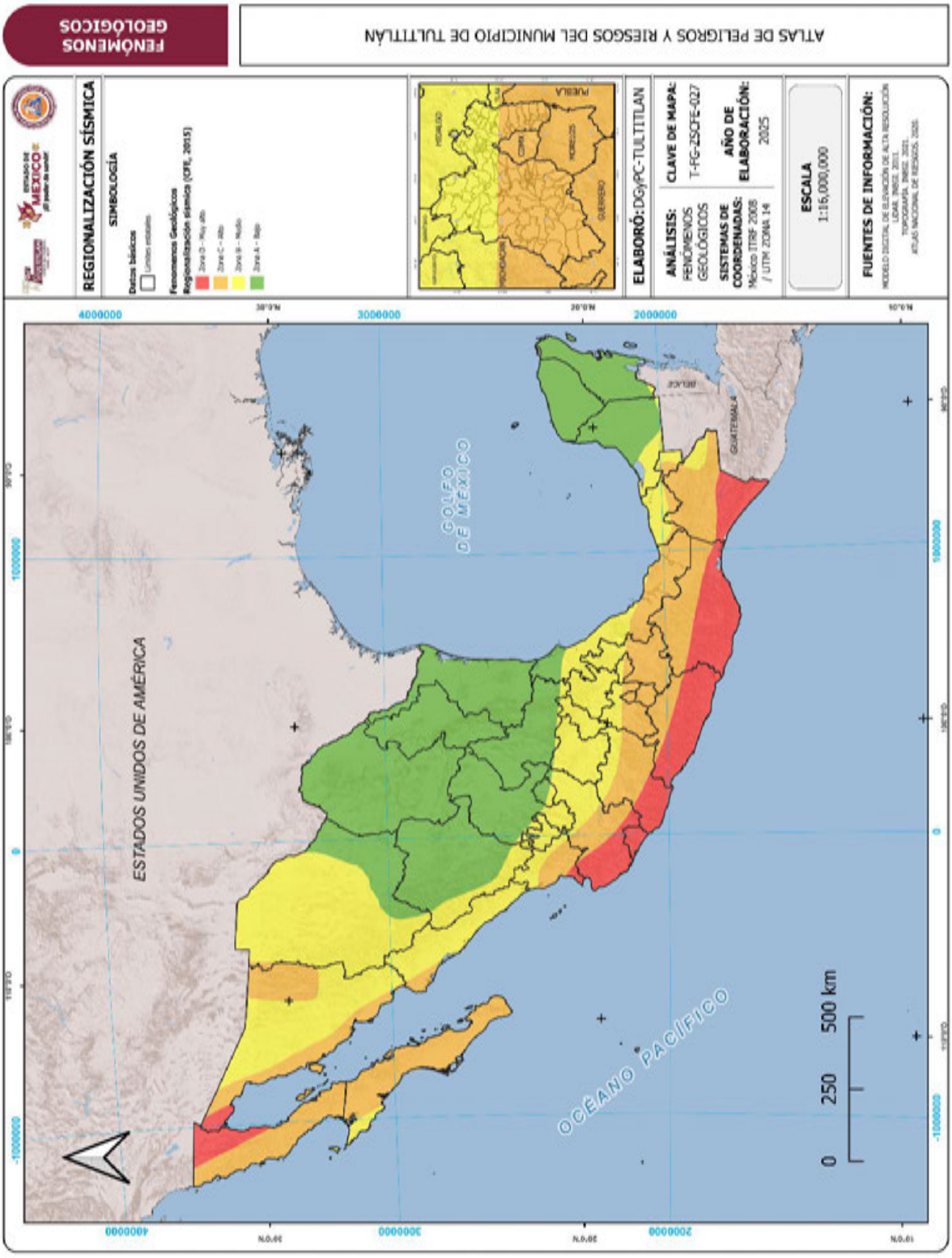
México está delimitado por cuatro zonas sísmicas de acuerdo con la **Comisión Federal de Electricidad** (**CFE**), estas fueron delimitadas basándose en los catálogos de sismicidad que abarcan desde 1900 hasta nuestros días y datos de aceleración del suelo obtenidos por los sismos de gran magnitud[43], estas mismas zonas se clasifican como: (Mapa 59)

Tabla 53. Zonificación sísmica nacional

Zona A	Sismicidad muy baja, esta zona se observa de color verde y se ubica en la parte noreste del país y en la península de Yucatán.
Zona B	Sismicidad baja se observa de color amarillo claro y se observa a lo largo del país desde la parte noroeste hasta la parte sursureste.
Zona C	Sismicidad Alta de igual manera se observa a lo largo del país de color amarillo, se observa del noroeste al sureste del país acercándose a la costa del país
Zona D	Sismicidad Muy Alta, esta zona se identifica de color naranja en la imagen, esta zona se encuentra muy cercana a la zona de subducción de placas, de igual manera, se observa una zona de muy alta sismicidad en la parte norte de la Península de Baja California.

[42] (Argentina, 2024)

[43] (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2020)



Mapa 59. Zonas sísmicas de México

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL IDEGEO. [44]

Los estados con mayor sismicidad se encuentran en la franja D o franja naranja como se observa en el mapa anterior, estos se identifican por estar cerca del límite de subducción de la placa de Cocos y la placa de Rivera con la placa de Norte América, los estados que comprenden esta franja son; la región del golfo de California, Jalisco, Colima, Guanajuato, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Oaxaca tiene un mayor porcentaje de incidencia contando con un 29%, seguido de guerrero con 17%, la región del golfo de california con 15%, Michoacán con 13%, Chiapas con 10%, Jalisco con 6%, Colima con 5%, Veracruz con 2% y los demás estados con un 3%[45].

En la Tabla 54 se muestran los sismos con magnitudes igual o menores a 7.5 que han ocurrido en el país[46], los sismos que más desastre provocaron se observan en amarillo.

Tabla 54. Registro de sismos mayores a 7

Fecha	Hora	Magnitud	Lat.	Long.	Profundidad	Referencia de localización
18/04/1902	20:23:00	**7.5**	14.9	-91.5	25	72 Km Al Este De Cacahoatan, Chis
23/09/1902	14:18:00	**7.7**	16.5	-92.5	25	5 Km Al Suroeste De Teopisca, Chis
13/01/1903	19:47:36	**7.6**	15	-93	33	50 Km Al Sur De Mapastepec, Chis
15/04/1907	00:08:06	**7.6**	16.7	-99.2	33	23 Km Al Sureste De San Marcos, Gro
26/03/1908	17:03:30	**7.5**	16.7	-99.2	33	23 Km Al Sureste De San Marcos, Gro
07/06/1911	05:02:42	**7.6**	17.5	-102.5	33	59 Km Al Suroeste De Cd Lázaro Cárdenas, Mich.
16/12/1911	13:14:18	**7.5**	16.9	-100.7	50	36 Km Al Sur De Tecpán, Gro
21/03/1928	22:17:30	**7.5**	15.67	-96.1	33	12 Km Al Sureste De Crucecita, Oax.
16/06/1928	21:19:28	**7.6**	16.33	-96.7	33	11 Km Al Oeste De Miahuatlán, Oax
08/10/1928	21:01:08	**7.5**	16.3	-97.3	33	35 Km Al Noreste De Rio Grande, Oax
14/01/1931	19:50:40	**7.8**	16.34	-96.87	40	30 Km Al Oeste De Miahuatlán, Oax
03/06/1932	04:36:52	**8.2**	19.57	-104.42	33	4 Km Al Sureste De Casimiro Castillo, Jal
18/06/1932	04:12:10	**7.8**	19.5	-103.5	33	14 Km Al Suroeste De Tuxpan, Jal
15/04/1941	13:09:51	**7.6**	18.85	-102.94	33	25 Km Al Noreste De Coalcomán, Mich.
06/08/1942	17:36:59	**7.9**	14.8	-91.3	50	93 Km Al Este De Cd Hidalgo, Chis
28/07/1957	02:40:10	**7.8**	17.11	-99.1	33	47 Km Al Noreste De San Marcos, Gro
30/01/1973	15:01:12	**7.6**	18.412	-103.019	24	43 Km Al Sureste De Coalcomán, Mich
04/02/1976	03:01:46	**7.5**	15.262	-89.198	13	319 Km Al Este De Frontera Comalapa, Chis
29/11/1978	13:52:50	**7.6**	16.013	-96.586	23	32 Km Al Noroeste De S Pedro Pochutla, Oax
19/09/1985	07:17:49	**8.1**	18.419	-102.468	15	45 Km Al Noroeste De La Mira, Mich
20/09/1985	19:37:14	**7.6**	17.828	-101.681	17	25 Km Al Noroeste De Zihuatanejo, Gro
09/10/1995	09:35:54	**8**	18.993	-104.245	25	10 Km Al Sureste De Manzanillo, Col
21/01/2003	20:06:34	**7.6**	18.6	-104.22	9	46 Km Al Suroeste De Cd De Armería, Col
20/03/2012	12:02:48	**7.5**	16.264	-98.457	18	46 Km Al Sur De Ometepec, Gro
19/09/2017	13:14:39	**7.1**	18.3297	-98.6712	51.2	8 Km Al Noroeste De Chiautla De Tapia, Pue
07/09/2017	23:49:17	**8.2**	14.761	-94.103	45.9	140 Km Al Suroeste De Pijijiapan, Chis
19/09/2022	13:05:09	**7.7**	18.2377	-103.269	12.1	61 Km Al Sur De Coalcomán, Mich

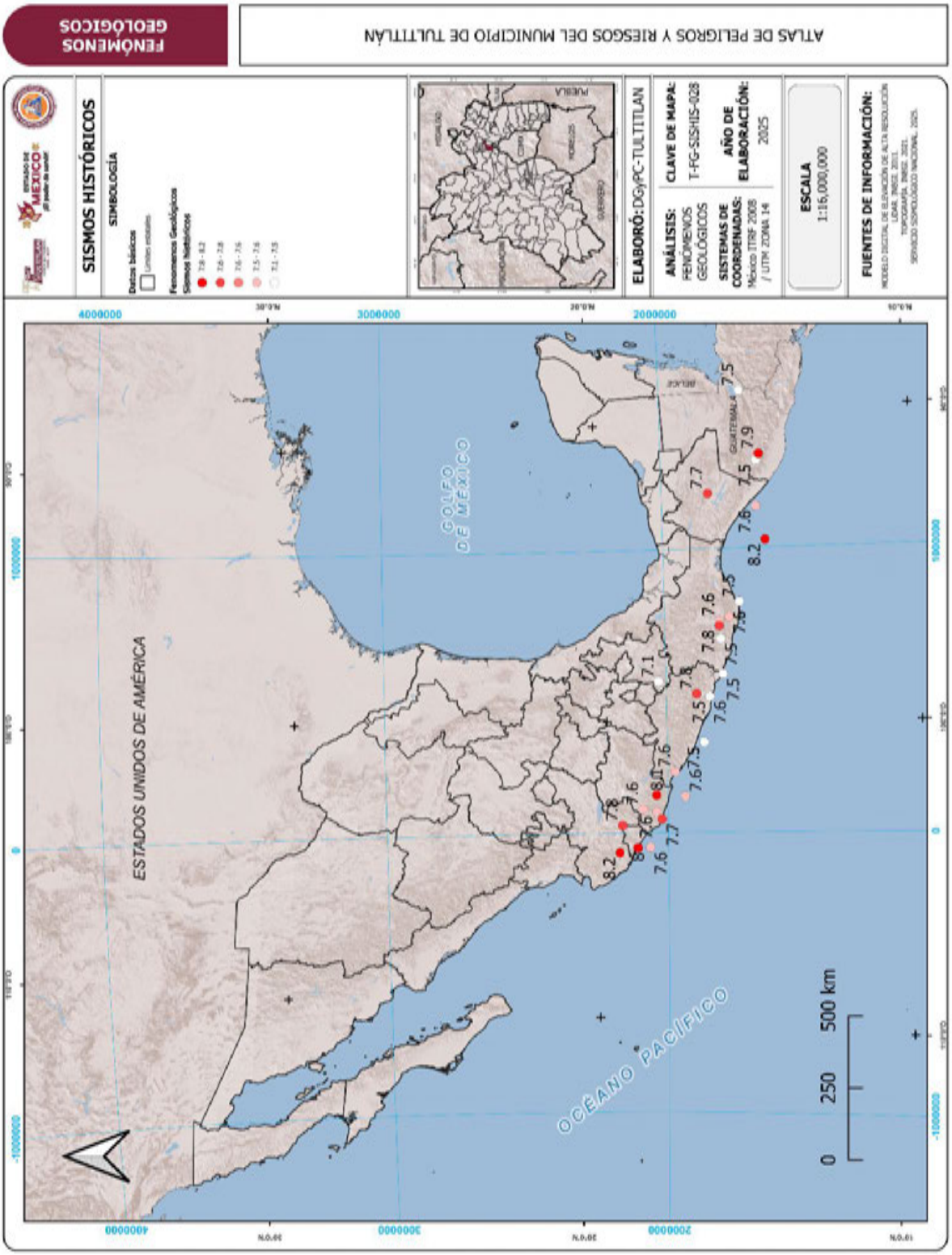
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LOS DATOS DEL SSN.

[44] (CONABIO, 2022)

[45] (El Debate, 2023)

[46] (Servicio Geológico Mexicano, 2017)

De igual manera, se puede observar la distribución de los sismos en el Mapa 60, la mayor parte de los sismos ocurren, como ya se mencionó, en las cercanías a los límites de placas.



Mapa 60. Distribución de sismos con magnitud mayor a 7 en la república mexicana

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DEL SERVICIO SISMOLÓGICO NACIONAL.

Cabe destacar que los sismos analizados corresponden a registros del **Estado de México** y la **Ciudad de México (CDMX)**. La inclusión de la CDMX se justifica por su **cercanía geográfica e interacción tectónica directa con el Estado de México**, lo cual es relevante, especialmente al evaluar riesgos regionales y patrones de actividad sísmica compartida.

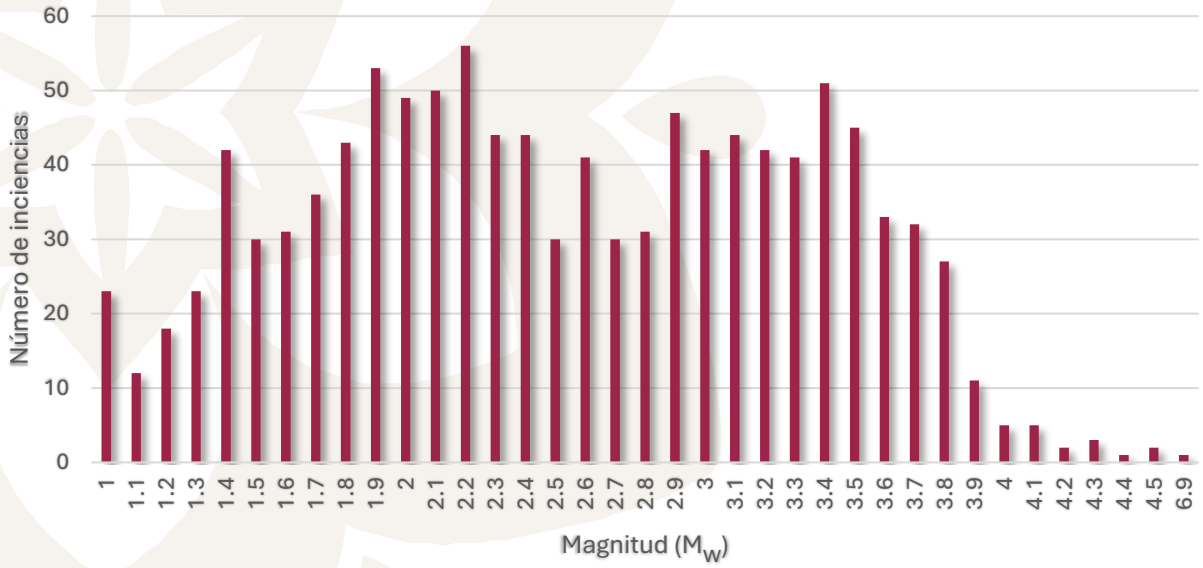
Al observar la distribución, se identifica una clara concentración de eventos en las **magnitudes bajas**, particularmente entre **1.0 y 3.5**, lo cual representa la franja con mayor actividad sísmica en la muestra. En este intervalo, los sismos son frecuentes, aunque de baja intensidad, y en general no representan riesgos significativos para la población. No obstante, su análisis es importante, ya que reflejan el comportamiento dinámico del subsuelo y la constante liberación de energía acumulada en las rocas.

Las magnitudes con **mayor número de incidencias** dentro del rango considerado fueron **2.2 (56 sismos)**, seguida por **1.9 (53 sismos)**, **3.5 (51 sismos)**, **2.1 (50 sismos)** y **2.0 (49 sismos)**. Este grupo de magnitudes muestra una notable estabilidad en la frecuencia, con valores superiores a los 40 eventos, lo cual indica un comportamiento sísmico activo y constante en este rango.

Entre las magnitudes **3.6 y 4.5**, se aprecia una **disminución progresiva** en la frecuencia de sismos. Por ejemplo, la magnitud 3.6 presentó 45 incidencias, mientras que las magnitudes 4.0 y superiores tuvieron frecuencias significativamente menores, descendiendo hasta apenas **1 o 2 sismos** por nivel de magnitud. Esta tendencia decreciente es coherente con el comportamiento sísmico global, donde los **sismos de mayor magnitud son naturalmente menos frecuentes** debido a la mayor cantidad de energía que requieren para generarse.

Finalmente, se registra un único sismo de **magnitud 6.9**, que representa el evento más fuerte en el conjunto de datos analizados. Este tipo de sismos, aunque raros, son altamente relevantes debido a su potencial destructivo. La presencia de un solo evento de esta magnitud confirma que, aunque la actividad sísmica es predominantemente leve o moderada, **no se puede descartar la ocurrencia de eventos significativos** que puedan tener impactos importantes en zonas pobladas o vulnerables.

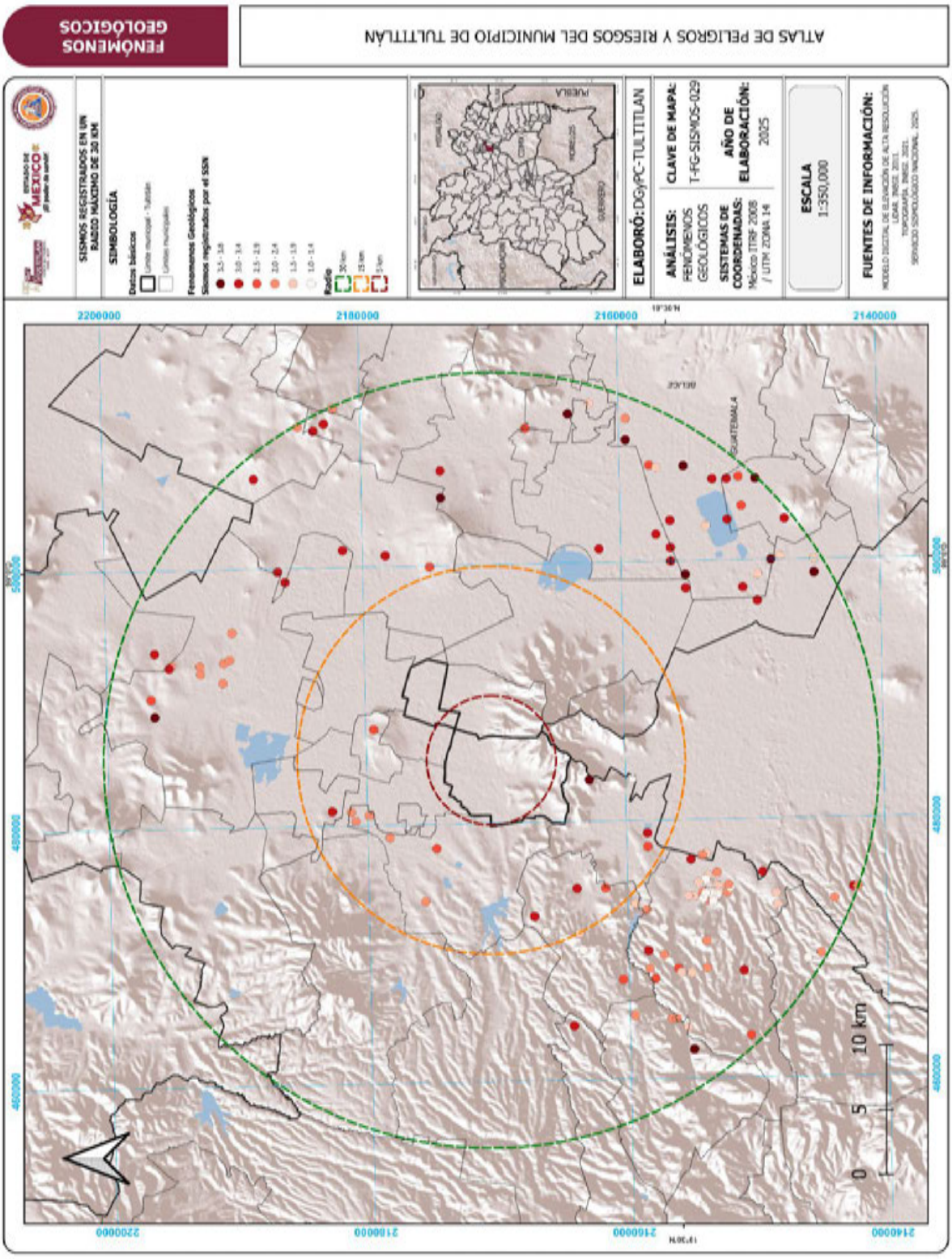
En la Gráfica 18 se puede observar el conteo de cada sismo de acuerdo con su magnitud.



Gráfica 18. Conteo de sismos del Estado de México y Ciudad de México desde 1° de Enero de 1900 al 1° de Agosto del 2025

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Servicio Sismológico Nacional.

Con los datos obtenidos del Servicio Sismológico Nacional (SSN), en el Mapa 61 se observa la distribución de registro de sismos del Estado de México acontecidos desde el 1° de Enero del 1900 hasta el 9 de septiembre de 2025, se observan sismos alrededor de la localidad de estudio. Se hicieron 3 círculos con radios de 5 km, 15 km y 30 km con centro en el municipio de Tultitlán para visualizar los sismos que tuvieron lugar en las cercanías del municipio.



Mapa 61. Distribución de sismos con epicentro en el Estado de México y la Ciudad de México

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Servicio Sismológico Nacional.

De acuerdo con "Identificación de peligro sísmico a nivel municipal que permita contar con información básica para el desarrollo posterior de atlas municipales en todo el país", realizado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres, **Tultitlán se encuentra en la Zona B**, esto quiere decir que se encuentra en una zona de sismicidad Baja, la cual se caracteriza por ser una región en donde no se registran eventos sísmicos con frecuencia y porque las amplificaciones del suelo no sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad (Tabla 55).

Tabla 55. Identificación de la zona donde se encuentra el Municipio de Tultitlán[43].

Estado	Cve_mun(eemmm)	Municipio	Zona	Efecto de sitio	Deslizamiento por sismo
Estado De México	15107	Tonatico	C		
Estado De México	15108	Tultepec	B	Posibles efectos de sitio (suelo blando)	
Estado De México	15109	Tultitlán	B		
Estado De México	15110	Valle De Bravo	C		
Estado De México	15122	Valle De Chalco Solidaridad	C		

FUENTE: TABLA DE OBTENIDA DE CENAPRED[47]

El efecto de sitio es la respuesta del suelo dependiendo de las características que lo conforman, como son las condiciones geológicas y topográficas, estas características predicen el comportamiento del suelo al momento de ocurrir un sismo, estas características pueden amplificar las ondas sísmicas si el suelo está constituido por materiales blandos y sueltos, de igual manera las ondas son afectadas al momento de atravesar una zona con rocas duras y compactas haciendo que estas mismas se atenúen.

La intensidad de un sismo se mide basándose en los efectos que produce sobre las personas, los objetos, las construcciones y el terreno. La intensidad difiere en cuanto a la distancia del hipocentro o foco, por esto mismo puede ocurrir un sismo de una magnitud única, pero de diferentes intensidades, esta característica ayuda a elaborar mapas de igual intensidad, denominados mapas de isosistas.

Para medir la intensidad de un sismo se ocupan escalas como la escala de Intensidad de Mercalli Modificada[48], las cuales nos dan a conocer, dependiendo de las características de los sismos, los tipos de intensidades que se pueden reflejar durante un sismo, como se describe en la Tabla 56.

[47] (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2020)

[48] (Ecoexploratorio, 2024)

Tabla 56. Escala de Mercalli con descripción

Intensidad	Descripción
I	No sentido
II	Sentido solamente por algunas personas en posición de descanso, especialmente en pisos altos. Objetos suspendidos oscilan un poco.
III	Sentido en el interior. Muchas personas no lo reconocen como un temblor. Automóviles parados se balancean. Vibraciones como el paso de un camión pequeño. Duración apreciable.
IV	Sentido en el interior por muchos, en el exterior por pocos. Ventanas, platos, puertas vibran. Las paredes crujen. Vibraciones como el paso de un camión grande; sensación de sacudida como de un balón pesado. Automóviles parados se balancean bastante.
V	Sentido por casi todo el mundo; muchos se despiertan y se protegen. Algunos platos, ventanas, etc. se rompen; algunas casas de mampostería se agrietan. Objetos inestables volcados. Los péndulos de los relojes se detienen. Las puertas se balancean, se cierran, se abren. Árboles, arbustos se sacuden visiblemente.
VI	Sentido por todos; muchos se asustan y se protegen. Es difícil caminar o sostenerse. Ventanas, platos y objetos de vidrio se rompen. Algunos muebles pesados se mueven; se caen algunas casas de mampostería; chimeneas dañadas. Daños leves.
VII	Daños muy pequeños en edificios de buen diseño y construcción; daños leves a moderado en estructuras bien construidas; daños considerables en las estructuras pobremente construidas; algunas chimeneas se rompen. Es sentido por conductores.
VIII	Daño leve en estructuras especialmente diseñadas para terremotos; daño considerable hasta con colapso parcial en edificios; daños mayores en estructuras pobremente construidas. Los paneles de las paredes se salen de los marcos. Se caen chimeneas, monumentos, columnas y paredes. Se viran muebles pesados. Pequeños deslizamientos de arena y fango. Cambios en el caudal de fuentes y pozos. Difícil conducir.
IX	Daño considerable en estructuras de diseño y construcción buena, estructuras bien diseñadas, desplazadas de sus cimientos; daños mayores en edificios con colapso parcial y total. Amplias grietas en el suelo. Expulsión de arena y barro en áreas de aluvial. Tuberías subterráneas rotas.
X	Algunas estructuras bien construidas en madera y puentes destruidos, la mayoría de las construcciones y estructuras de armazón destruidas con sus cimientos. Grietas grandes en el suelo. Deslizamientos de tierra, agua rebasa las orillas de canales, ríos, lagos, etc. Arena y barro desplazados lateralmente.
XI	Colapso de la mayoría de las estructuras de cemento y hormigón. Puentes y otras vías de transporte seriamente afectadas.
XII	Pérdida total en la infraestructura. Grandes masas de rocas desplazadas. Objetos pesados lanzados al aire con facilidad.

Fuente: tabla obtenida de ecoexploratorio.org.[49]

[49] (Ecoexploratorio, 2024)

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

Antecedentes por sismo

Los sismos que mayor destrucción han provocado en México ocurrieron el 19 y 20 de septiembre de 1985 con magnitudes de 7.6 y 8 respectivamente, con una profundidad de 15 km a 45 km al noroeste de La Mira, Michoacán, el 19 de septiembre del 2017 con una magnitud de 7.1 a una profundidad de 51.2 km a 8 km al noroeste de Chiautla de Tapia, Puebla, el 7 de septiembre de 2017 con una magnitud de 8.2 a un profundidad de 45.9 km a 140 km al suroeste de Pijijiapan, Chiapas, el 20 de marzo de 2012 con una magnitud de 7.5 a una profundidad de 7.5 a 46 km al sur de Ometepec Guerrero, el 28 de Julio de 1957 con una magnitud de 7.8 a una profundidad de 33 km a 47 km al noreste de San Marcos, Guerrero y el 4 de Abril de 2010 con una magnitud de 7.2 con una profundidad de 10 km a 23km al sureste de Mexicali Baja california, estos sismos provocaron desastre debido al efecto de sitio, que consiste en la amplificación de las ondas, debido al suelo en el que se encuentra asentada la zona urbana, la cual se caracteriza por ser blanda, debido a que son depósitos lacustres en la ciudad de México. (véase Tabla 57).

Tabla 57. Antecedentes de afectaciones por sismos

Año	Total de incidentes	Colonias con mayores afectaciones
2022	**30**	Unidad Habitacional la Isla San Pablo de las Salinas
2023	**3**	Barrio Los Reyes San Pablo de las Salinas Unidad Morelos 2da Sección
Total:		**33**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS BASE DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL Y BOMBEROS.

Metodología empleada

Zonificación sísmica a nivel municipal

La zonificación sísmica se realiza para determinar un mapa de predicción de respuesta sísmica a periodos dominantes o amplificación a cierto periodo de interés, este tipo de estudio se utiliza para la estimación del comportamiento del suelo debido a la influencia de las condiciones locales durante un sismo en las zonas de interés delimitadas por el mapa.

La zonificación sísmica se basa en la implementación de un método de prospección sísmica denominado cociente espectral H/V, Método de Nakamura o HVSR, este método se basa en la identificación de la frecuencia, y a su vez el periodo fundamental de vibración del suelo en un punto de interés, este método es muy eficaz para determinar la frecuencia fundamental de suelos blandos, además de ser de fácil implementación y de bajo costo.

Existen diferentes parámetros y recomendaciones a seguir al momento de la obtención de datos en campo[50], entre ellos, primordialmente, se debe revisar con anterioridad el tipo de

[50] (Acerra, y otros, 2004)

roca y suelo que conforma la zona de interés, así como la profundidad de la roca madre, y la ubicación de estructuras geológicas.

En cuanto a los parámetros de grabación, se recomienda obtener un intervalo de frecuencias de 0.2 Hz a 10 Hz, de acuerdo con la profundidad de interés, la duración de grabación se recomienda un lapso mínimo de 60 minutos, la frecuencia de muestreo puede ser de 50 Hz.

Este método inicia posicionando un sensor de ruido sísmico ambiental en un punto de la zona de interés, este se alinea al norte, después se nivela, para finalmente conectarlo a una batería y comenzar con el registro del ruido ambiental con los parámetros ya elegidos.

Para el procesamiento se requieren las tres componentes de las ondas tomadas con el sensor, Norte, Este y Vertical, para cada componente se seleccionan la cantidad de ventanas necesarias, durante este ventaneo se elimina el ruido sísmico no deseado, que es causado por diferentes agentes, como microsismos, maquinaria de construcción, etc., los cuales son representados como intervalos de gran energía. Se realiza el cálculo del espectro de Fourier para cada componente, así como el suavizamiento de cada componente transformada, después se realiza el promedio entre las componentes Norte y Este para obtener la componente Horizontal (H), para finalizar con el cálculo de H/V, el cual se calcula de la siguiente manera.[51]

$$\frac{H}{V}(f) = \sqrt{\frac{H_N(f)^2 + H_E(f)^2}{V(f)^2}}$$

Donde $H_N(f)$ y $H_E(f)$ son los espectros de Fourier de las componentes Norte y Este respectivamente, y $V(f)$ corresponde al espectro de Fourier de la componente Vertical.

Este método, además de ayudarnos a obtener la frecuencia y periodo fundamental de la zona de interés, nos permite conocer el espesor de la capa superficial, así como la velocidad de propagación de las ondas en esta misma y el incremento de amplificación del movimiento sísmico.

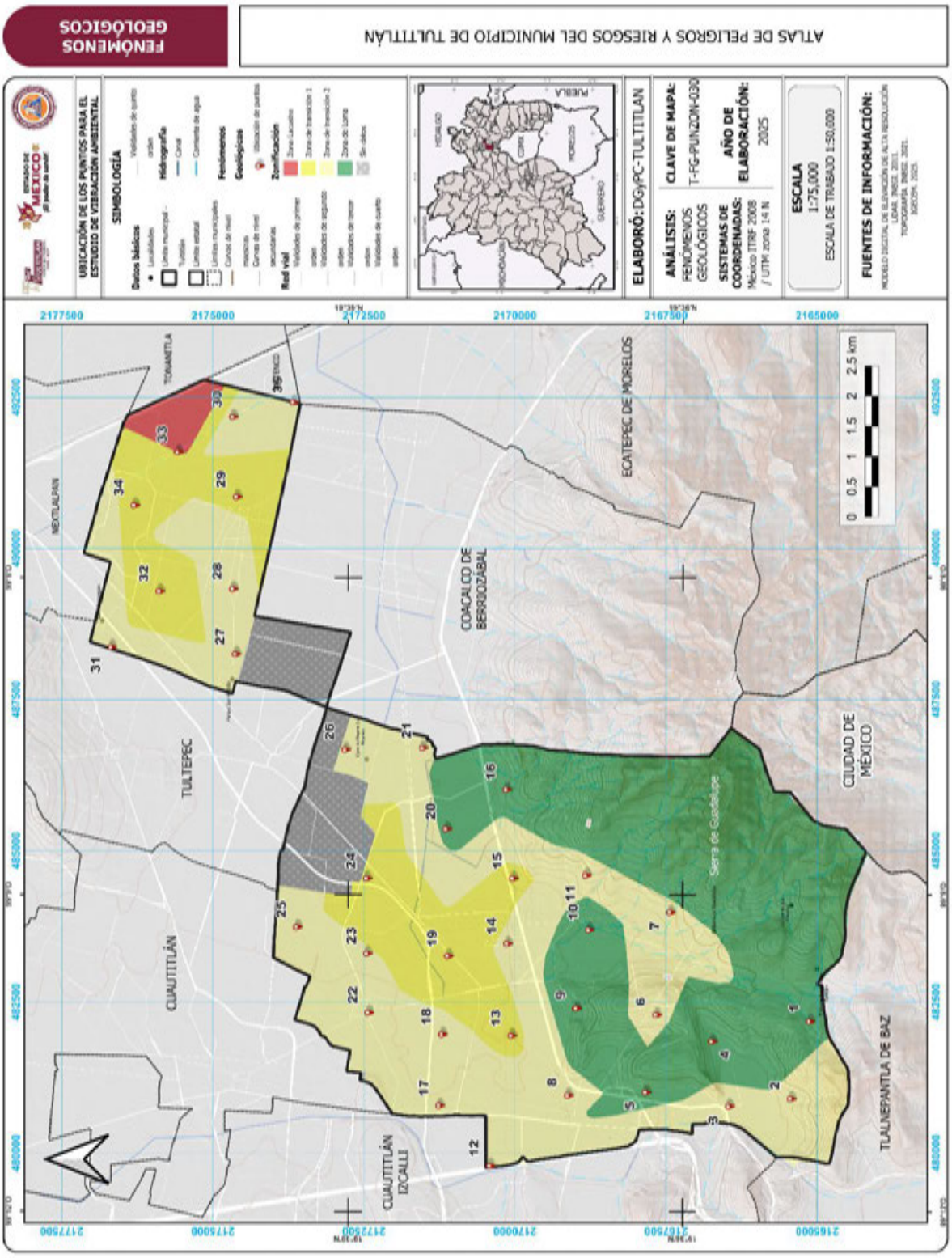
Exploración de campo

Para la toma de datos de vibración ambiental se utilizó un acelerómetro triaxial K2 Altus de KINEMETRICS y un GEOBOX marca SARA, es importante mencionar que el primer acelerómetro cuenta con un filtro anti aliasing FIR Rickwall con un corte de 80% frecuencia de Nyquist, un rango dinámico de 114 dB, una y tasa de muestreo de 20, 40, 50, 100, 200, y 250 mps, cuenta con un modo de adquisición continuo y por trigger o disparo, mientras que el segundo acelerómetro cuenta con un rango dinámico de 124 dB, una frecuencia de

[51] (Universidad Nacional Autónoma de México, 2020)

muestreo de 10, 20, 50, 100, 200 Hz, además de contar con un modo de adquisición de registro continuo y por trigger o disparo.

El proyecto se desarrolla dentro del área del municipio de Tultitlán, para una mejor estimación de los periodos, se dividieron en dos zonas. Para la Zona 1 le corresponde los puntos de vibración 1 a 26 y para la Zona 2 le corresponden los puntos de vibración 27 a 36. (Mapa 62)



Mapa 62. Distribución de puntos de Vibración Ambiental.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la Tabla 58 se ejemplifican algunas fotografías que muestran la toma y lugar de diferentes puntos de vibración ambiental.

Tabla 58. Vibración ambiental, lugar en el mapa, documentación fotográfica.

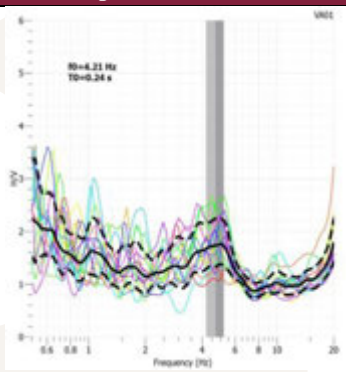
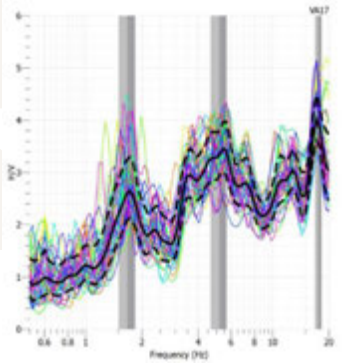
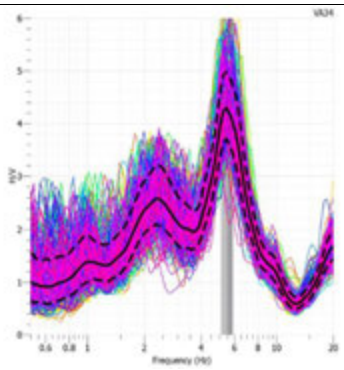
ADQUISISCIÓN DE VIBRACIÓN AMBIENTAL			
PUNTO	UBICACIÓN FOTOGRAFÍA	ANEXO FOTOGRAFICO 1	ANEXO FOTOGRAFICO 2
VA01			
VA17			
VA34			

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE CAMPO

Resultados

Se analizaron los registros capturados durante la campaña de Vibración Ambiental (VA) para establecer el intervalo en que se ubica el periodo dominante de vibración en la zona. A partir de los espectros de Fourier, se muestran ejemplos de los espectros de Fourier calculados de los registros de VA, se obtuvo la razón espectral entre las componentes horizontales y la vertical de un mismo registro (técnica de Nakamura, REHV o H/V), para determinar las frecuencias dominantes de vibración del terreno. (Tabla 59)

Tabla 59. Visualización de espectros de Fourier de los puntos VA01, VA17 y VA34.

Punto	Espectro de Fourier
VA01	
VA17	
VA34	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE CAMPO

Interpretación de Isovalores

En la Tabla 60 se encuentran los periodos fundamentales, la frecuencia fundamental, la ubicación, hora y fecha de toma de punto, así como el equipo con el que fueron tomados los datos.

Tabla 60. Tabla de Resultados, frecuencia fundamental F0(Hz) y Periodo fundamental T(s)

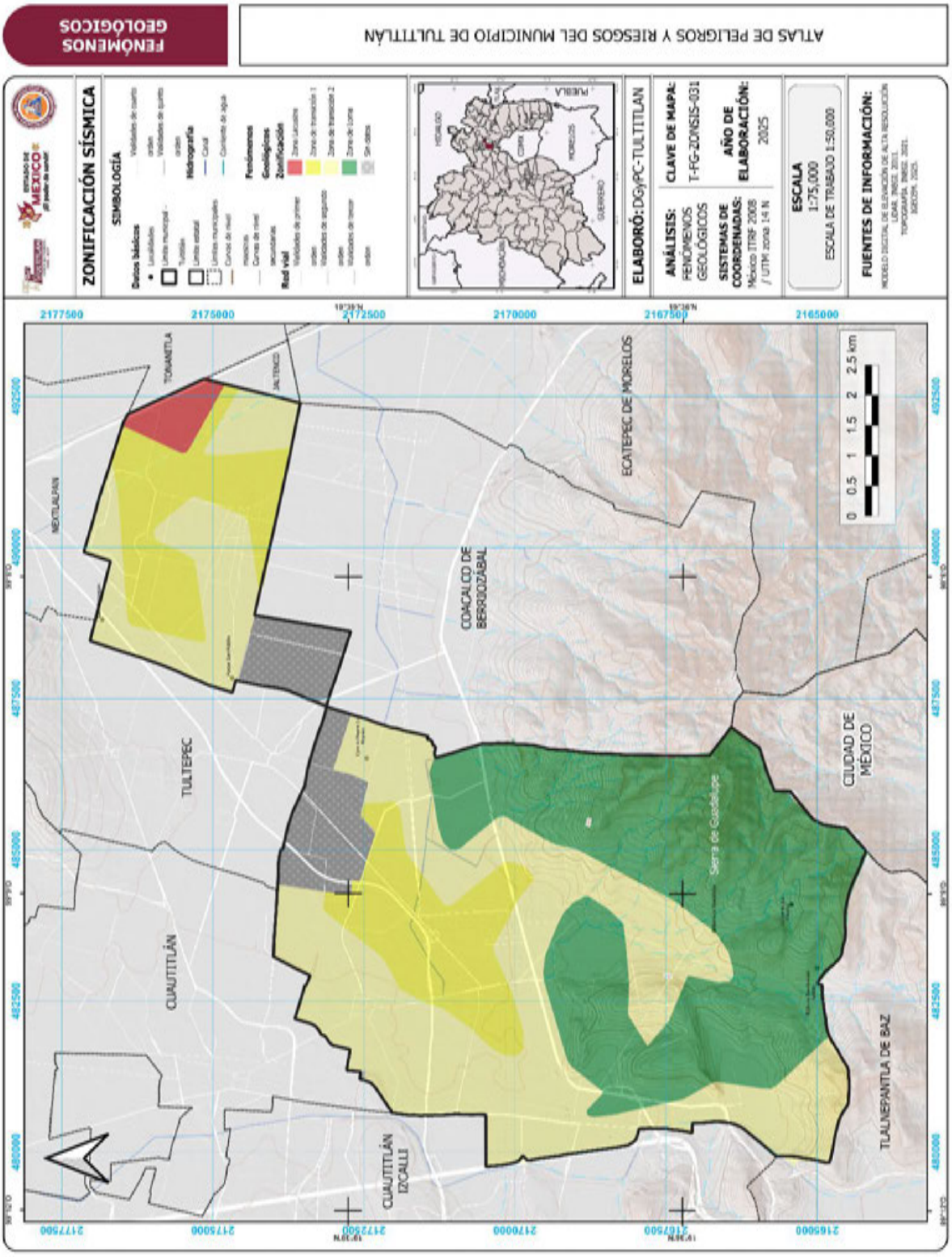
Punto	Equipo	Hora	Fecha	X	Y	F0 (Hz)	T (s)
P1	Geobox	10:04	06/05/2024	482157	2165145	5.04	0.2
P2	Geobox	11:02	06/05/2024	480880	2165494	3.47	0.29
P3	K2-2627	08:55	06/05/2024	480731	2166531	2.67	0.37
P4	K2-2627	11:17	06/05/2024	481875	2166808	15.41	0.06
P5	K2-2178	09:29	06/05/2024	481017	2167874	6.54	0.15
P6	K2-2178	11:34	06/05/2024	482269	2167727	2.99	0.33
P7	Geobox	13:06	06/05/2024	483973	2167492	2.3	0.43
P8	Geobox	11:57	06/05/2024	480976	21699169	2.88	0.35
P9	Geobox	14:14	06/05/2024	482393	2169031	10.62	0.09
P10	K2-2627	13:48	06/05/2024	483708	2168841	10.62	0.09
P11	K2-2178	14:10	06/05/2024	484586	2168883	2.88	0.35
P12	Geobox	14:55	06/05/2024	479762	2170516	2.3	0.43
P13	Geobox	15:27	06/05/2024	481954	2170115	1.59	0.63
P14	K2-2626	08:49	07/05/2024	483452	2170176	2.06	0.49
P15	K2-2627	16:17	06/05/2024	484558	2170098	1.53	0.65
P16	K2-2178	17:45	07/05/2024	486053	2170226.99	14.84	0.07
P17	K2-2178	09:20	07/05/2024	480771	2171283.99	4.68	0.21
P18	K2-2627	10:47	07/05/2024	481954	2171209.99	2.3	0.43
P19	K2-2178	11:15	07/05/2024	483259	2171157.99	1.27	0.79
P20	K2-2178	09:13	08/05/2024	485303	2171054.99	6.07	0.16
P21	K2-2627	16:09	07/05/2024	486698	2171583.99	3.5	0.29
P22	K2-2627	12:16	07/05/2024	482298	2172451.99	2.67	0.37
P23	K2-2178	12:57	07/05/2024	483257	2172448.99	1.98	0.5
P24	K2-2627	14:04	07/05/2024	484527	2172453.99	1.09	0.91
P25	K2-2178	15:02	07/05/2024	483703	2173652.99	3.1	0.32
P26	K2-2627	08:32	08/05/2024	486671	2172864.99	3.7	0.27
P27	Geobox	09:06	07/05/2024	488008	2174683	2.9	0.34
P28	K2-2178	08:34	09/05/2024	490889	2173989	1.37	0.73
P29	K2-2178	13:01	09/05/2024	489998	2174997	3.1	0.32
P30	K2-2627	08:06	09/05/2024	492190	2174713	2.48	0.4
P31	Geobox	13:40	07/05/2024	489289	2175926	0.98	1.02
P32	Geobox	09:15	09/05/2024	491196	2175439	1.56	0.64
P33	Geobox	08:40	08/05/2024	492375	2175477	0.58	1.72
P34	K2-2627	11:06	08/05/2024	488316	2176739	5.43	0.18
P35	K2-2178	11:30	08/05/2024	490248	2176441	1.59	0.63
P36	Geobox	13:08	08/05/2024	491653	2176519	1.53	0.65

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON EL PROCESAMIENTO DE LOS PUNTOS DE VIBRACIÓN AMBIENTAL

Tomando como referencia la **Zonificación Sísmica de la Ciudad de México**, dentro del municipio se determinaron las siguientes características (Mapa 63):

Tabla 61

Zona de Lago	Integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresibles, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla. Estas capas arenosas son en general medianamente compactas a muy compactas y de espesor variable de centímetros a varios metros. Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales, materiales desecados y rellenos artificiales.
Zona de Transición 1	Está constituida predominantemente por arcillas y presenta lentes y/o estrato de limo y arenas.
Zona de Transición 2	Está constituida predominantemente por limos y arenas con lentes de material arcilloso.
Zona de Loma	Formadas por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, pero en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivo relativamente blandos. En esta zona, es frecuente la presencia de oquedades en rocas, de cavernas y túneles excavados en suelos para explotar minas de arena y de rellenos artificiales no controlados.



Mapa 63. Zonificación Sísmica.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS OBTENIDOS DE PUNTOS DE VIBRACIÓN AMBIENTAL

La intensidad del movimiento sísmico es uno de los peligros más importantes al que están expuestas las construcciones en el país. Para tomar en cuenta el peligro sísmico, frecuentemente se recurre al uso de espectros de diseño que dependen, entre otros aspectos, de la cercanía del sitio a las fuentes generadoras de temblores y de las condiciones locales del terreno.

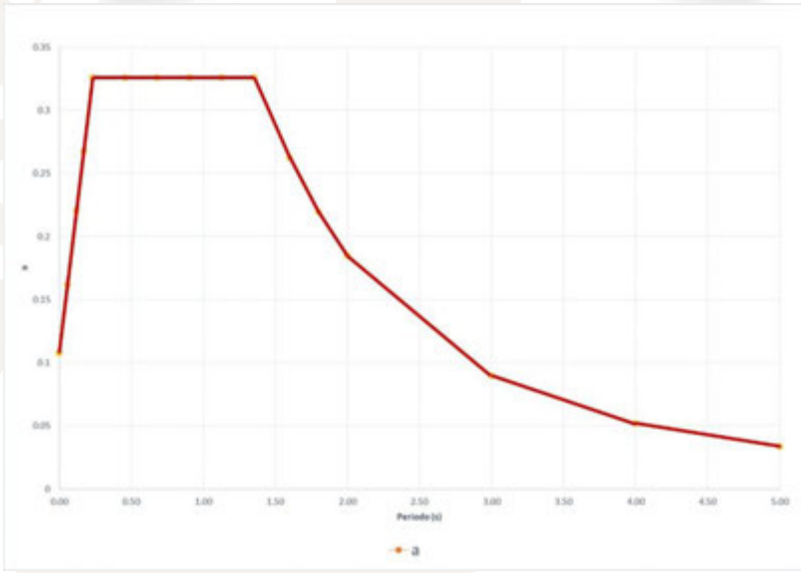
El espectro de diseño sísmico es una gráfica en la cual se resumen las aceleraciones máximas que puede llegar a tener una edificación en un sitio determinado con un tipo de suelo determinado, en función de su periodo natural de vibración.

Desde el punto de vista de ingeniería estructural, **es una descripción de las fuerzas o desplazamientos de diseño sísmico para una estructura que tienen un cierto periodo fundamental de vibración y amortiguación estructural.**

Los parámetros para tomar en cuenta con el objetivo de realizar una construcción adecuada del espectro de diseño deben seleccionarse considerando los factores que influyen en el movimiento del terreno basados en la magnitud del sismo (uo, $\dot{u}o$ y $\ddot{u}o$), distancia a la falla, mecanismo de falla y las condiciones de sitio que puedan afectas la trayectoria de la onda sísmica.

Por lo que para determinar estos espectros se tomaron como referencia el anexo de las normas técnicas complementarias para sismos del Distrito Federal del 2004, así como el estudio de Zonificación Sísmica realizado para el municipio. Para definir los parámetros necesarios de las ecuaciones matemáticas necesarias para el desarrollo del espectro de diseño.

Para este caso se definió el espectro de diseño para la zona de transición 2 con un amortiguamiento del 5% (Gráfica 19), ya que es una de las zonas que presentan reportes de hundimiento, que han provocado daños representativos en zonas habitacionales. Cabe señalar que el espectro para diseño sísmico obtenido es uno de los escenarios de los valores obtenidos en campo, los cuales deben ser verificados y complementados con un estudio geofísico realizado en sitio. Sin embargo, la Comisión Federal de Electricidad (CFE), cuenta con un software para el cálculo de los espectros de diseño que es utilizado a nivel nacional. Quedando a criterio del diseñador estructural el uso de los espectros de diseño para la revisión dinámica de la estructura proyectada.



Gráfica 19. Espectro de diseño sísmico para la zona de transición 2

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Erupciones volcánicas

Volcanes de México

El municipio de Tultitlán se localiza en una zona de alta vulnerabilidad ante la actividad de diversas estructuras volcánicas activas situadas en un radio de 100 kilómetros, las cuales constituyen una amenaza considerable para la población y la infraestructura local. Dentro de estas formaciones se encuentran los **Campos Volcánicos Monogenéticos** (**CVM**) de **Apan – Tezontepec**, **Chichinautzin** y **Valle de Bravo**, reconocidos por su potencial eruptivo y por la capacidad de generar fenómenos volcánicos destructivos como flujos de lava, lahares y caída de ceniza.

Asimismo, en esta misma región se ubican importantes **estratovolcanes** como el **Iztaccíhuatl**, **Jocotitlán**, el **Nevado de Toluca** y el **Popocatépetl**, así como la **caldera de Acoculco** y el **domo Papayo** (ver Mapa 64). Estas estructuras poseen antecedentes de actividad eruptiva, lo que incrementa la probabilidad de erupciones explosivas capaces de originar flujos piroclásticos y otros eventos volcánicos de alto impacto.

Campos Volcánicos Monogenéticos

A diferencia de los grandes estratovolcanes, los CVM presentan un fuerte fracturamiento cortical que genera conductos distintos en cada erupción, guiados por la tectónica local. En vez de formar un solo volcán grande, producen múltiples volcanes pequeños que, en conjunto, pueden igualar o superar el volumen de un estratovolcán.

Una de las mayores dificultades de los CVM es que sus erupciones pueden ocurrir en cualquier punto del campo, a diferencia de los estratovolcanes con un foco eruptivo definido. Esta dispersión dificulta identificar zonas de peligro y elaborar mapas de riesgo. Esta dispersión complica considerablemente la delimitación de zonas de peligro y la elaboración de mapas de riesgo volcánico.

En este contexto, los estudios morfométricos de conos de escoria son clave, ya que revelan datos sobre la evolución magmática, los tipos de erupción, la erosión posterior y zonas de actividad reciente. Estos análisis ayudan a entender la dinámica del campo volcánico y a identificar áreas con mayor riesgo de futuras erupciones.[52]

El **Cinturón Volcánico Transmexicano** (**CVTM**), es un arco volcánico continental activo de aproximadamente ~1,000 kilómetros de longitud y se originan por la subducción de las placas tectónicas de Rivera y Cocos bajo la placa de Norteamérica. A lo largo de esta extensa provincia geológica, los conos de escoria y respiraderos termales monogenéticos son particularmente abundantes, conformando vastos campos volcánicos que representan una expresión significativa de la actividad volcánica en México (ver Tabla 62).[53]

[52] (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2015)

[53] (Universidad Nacional Autónoma de México, 2021)

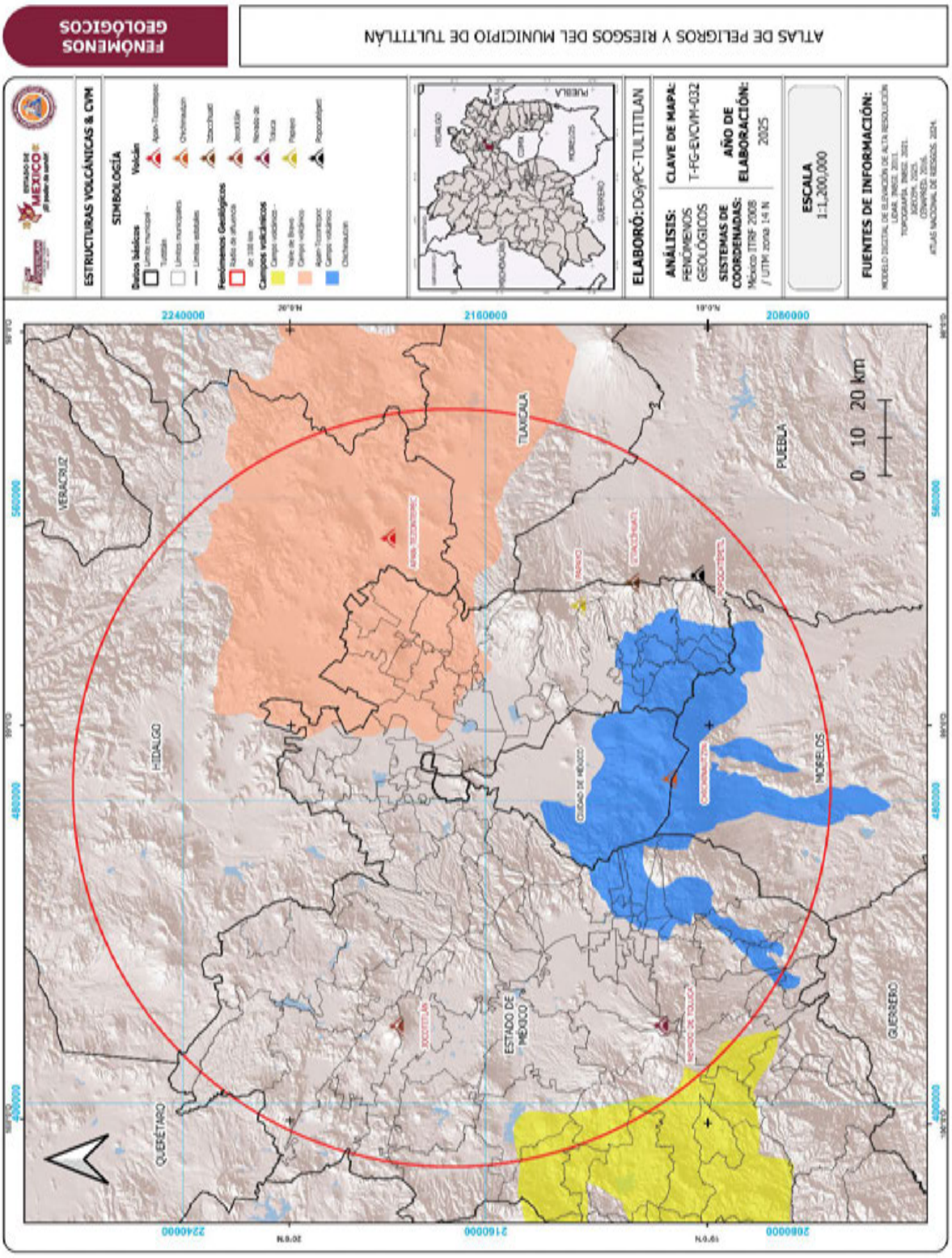
Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

Tabla 62. Campos volcánicos monogenéticos

CVM	Características	Estructuras
Chichinautzin (CVC)	• Situado en el límite sur de la Cuenca de México y el área metropolitana de la Ciudad de México. • Comprende más de 220 volcanes monogenéticos de composición química heterogénea. • Localizado en el centro de México, a ~350 km de la Trinchera Mesoamericana y forma parte de la provincia del CVTM. • Conos de escoria, así como flujos y domos de lava, que muestran un amplio rango composicional (i.e. basalto a dacita), aunque la andesita-basáltica es la composición química más frecuente. • El cono de escoria Xitle y su flujo de lava representan la manifestación volcánica más joven reportada hasta ahora en este campo volcánico.	• Chichinautzin: campo volcánico de composición basáltica – andesítica y andesítica, su principal producto son los flujos de lava.
Valle de Bravo (CVVB)	• Es uno de los tres campos volcánicos identificados hasta el momento en el sector central del CVTM (CVMG y CVC son los otros dos) • Se encuentra en el frente sur del sector central del CVTM. • Cubre una amplia área de ~3703 km^2. • Incluye al menos 120 conos de ceniza, un volcán en escudo, algunos domos de lava y dos complejos de domos de lava.	• Zitácuaro: volcán tipo caldera de composición dacítica, sus productos son flujos de lava y piroclásticos.
Apan – Tezontepec (CVAT)	• Situada entre los sectores este y central del CVTM. • Formado por 280 conos de escoria, 10 volcanes en escudo y 5 domos. • La mayoría de los volcanes están formados por lavas basálticas andesíticas con fenocristales de olivino y plagioclasa, y domos dacíticos.	• Acoculco: tipo caldera, sus principales productos son los flujos de lava y piroclásticos.

FUENTE: VARIAS

El Mapa 64 que se presenta a continuación muestra la distribución de los campos volcánicos monogenéticos localizados dentro de un radio de 100 kilómetros en torno al municipio de Tultitlán, subrayando las zonas con potencial actividad volcánica que podrían afectar el área circundante. Este enfoque permite una comprensión más precisa de la disposición espacial de estos campos y su vinculación con las características geológicas locales.



Mapa 64. Estructuras volcánicas y CVM

FUENTE: CENAPRED

Conforme a lo indicado por el **Servicio Geológico Mexicano** (**SGM**), los materiales emitidos durante una erupción volcánica tienen una notable diversidad y se clasifican en diferentes estados físicos: gaseoso, líquido, viscoso y sólido. Sin embargo, debido a la lejanía de Tultitlán de las estructuras volcánicas, para este análisis se tomarán en cuenta los materiales en su estado **gaseoso** y **sólido** (ver Tabla 63 e Imagen 13), ya que son los que tienen mayor probabilidad de llegar al municipio y generar impactos en la población e infraestructura.[54]

Tabla 63. Productos volcánicos según su estado físico

Estado físico	Características
Gaseoso	Incluyen vapor de agua, que forma nubes blancas en grandes cantidades. Cuando está caliente y lleva partículas de roca, se transforma en nubes ardientes. También están las fumarolas, que son emisiones gaseosas clasificadas como secas (menos de 500°C), ácidas (entre 100°C y 500°C) y alcalinas o solfataras (entre 40°C y 100°C). Las emanaciones de anhídrido carbónico se denominan *mofetas*. Es importante mencionar que también hay gases tóxicos, como el ácido clorhídrico y el amoníaco. Además, los gases volcánicos pueden interactuar con el agua subterránea, generando fuentes termales, *géiseres* o volcanes de lodo en regiones volcánicas.
Sólido (piroclásticos)	Se diferencian por su acidez y contenido de anhídrido silícico, lo que influye en la actividad volcánica y la morfología de sus edificaciones. Entre los productos volcánicos están los *piroclastos*, materiales fragmentados emitidos en forma sólida o líquida. El término *tefra* se utiliza para referirse genéricamente a estos productos, aunque hay clasificaciones más específicas. Los fragmentos mayores de 32 mm se llaman *bombas* si estaban parcialmente fundidos y *bloques* si eran sólidos. Los fragmentos de 4 a 32 mm se denominan *lapilli*, sin importar su estado, y los más pequeños son *cenizas*.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE INFORMACIÓN DEL SGM

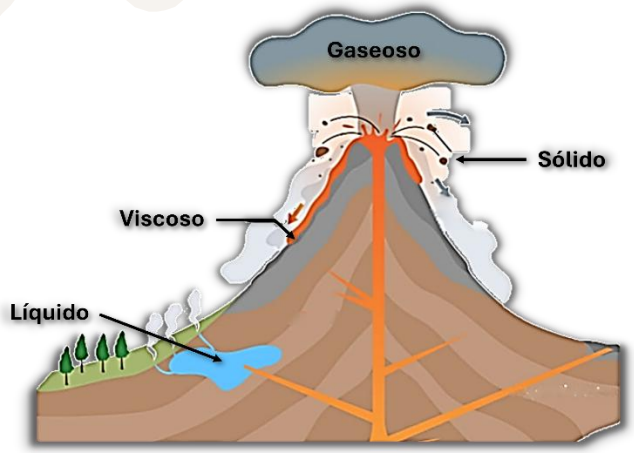


Imagen 13. Estados de los productos volcánicos

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Peligros volcánicos primarios

Por su parte, el CENAPRED indica que los principales peligros asociados a la actividad volcánica son diversos (véase Imagen 14), e incluyen la caída de *tefra* (piroclastos), gases volcánicos, proyectiles balísticos entre otros. Estos fenómenos representan riesgos significativos para el municipio, ya que las proyecciones y modelos de dispersión favorecen la posibilidad de que dichos peligros lo afecte.

[54] (Servicio Geológico Mexicano, 2017)

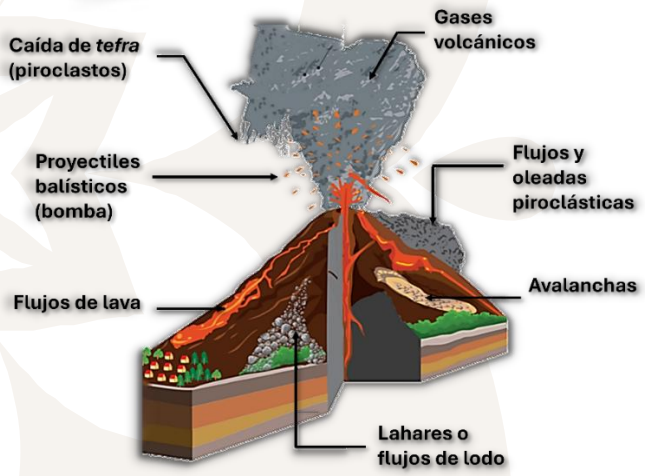


Imagen 14. Principales peligros volcánicos

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE INFORMACIÓN DEL CENAPRED

De los diversos fenómenos asociados a la actividad volcánica, únicamente la caída de *tefra* (también conocida como piroclastos) podría afectar al municipio de Tultitlán. Esto se debe a que dicho municipio se encuentra a una distancia considerable del **Popocatépetl** y del **Nevado de Toluca**, por lo que los fenómenos más destructivos y de corto alcance, como los flujos de lava o piroclásticos, no representarían un riesgo directo. En cambio, la *tefra*, **que consiste en fragmentos de roca volcánica y ceniza lanzados al aire durante una erupción**, puede ser transportada por el viento a decenas o incluso cientos de kilómetros.

Caída de tefra (piroclastos)

Este fenómeno hace referencia a la deposición de fragmentos de material volcánico expulsados durante erupciones explosivas, los cuales varían en tamaño desde partículas finas de aproximadamente 2 milímetros (conocidas como ceniza) hasta fragmentos de 64 milímetros (denominados *lapilli*). Esta mezcla, compuesta principalmente por **ceniza** y **pómez**, es emitida a través de fumarolas y puede ser transportada por el viento a largas distancias debido a su baja densidad y a la fuerza del evento eruptivo.

La dispersión de este material volcánico puede generar una serie de impactos tanto en el medio ambiente como en la salud humana. Entre los efectos más relevantes se encuentran:

- El entierro de infraestructura y terrenos productivos;
- La formación de suspensiones de partículas finas en el agua y el aire, que afectan la calidad de ambos recursos;
- El transporte de sustancias tóxicas como gases volcánicos, ácidos y sales, así como la emisión de calor en las zonas próximas al punto de emisión;
- La generación de incendios, derivados de la acumulación de material caliente.

La presencia de partículas en suspensión representa un grave riesgo para la aviación, pues estas pueden ingresar en las turbinas, provocar fallos mecánicos e incluso detener los motores, aumentando así el riesgo de accidentes.

En conjunto, la caída de *tefra* constituye un fenómeno de amplio alcance, cuyos efectos pueden extenderse mucho más allá del cráter,[55] afectando gravemente tanto a los ecosistemas como a las actividades humanas.

En el caso específico del municipio de Tultitlán, el escenario más probable ante una eventual erupción volcánica es la caída de ceniza y material piroclástico, debido principalmente a su ubicación y a las condiciones atmosféricas que favorecen su transporte a larga distancia (Tabla 64).

La dispersión de ceniza volcánica y fragmentos piroclásticos está influida por dos factores principales como:

Tabla 64. Factores en la dispersión de ceniza

Factor	Características
Estilos de erupción	Determina el volumen y tamaño de las partículas de ceniza y piroclastos según las características del magma, la energía de la erupción y la altitud de la columna eruptiva.
Condiciones del viento	La dirección y velocidad del viento influyen en el trayecto y la deposición de los materiales en la atmósfera y en el suelo.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Las condiciones varían con la altitud y la distancia al volcán, y pueden cambiar durante erupciones prolongadas, sobre todo si coinciden con ciclones o huracanes. En estos casos, como en el Pinatubo (1991), la ceniza puede dispersarse de forma más amplia y errática (ver Imagen 15 e Imagen 16).

[55] (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2021)

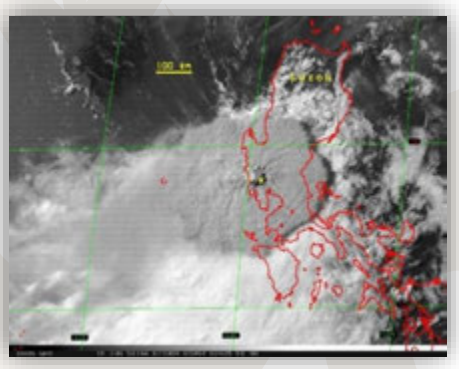


Imagen 15. Imagen satelital de la nube eruptiva del Monte Pinatubo, aproximadamente 2,225 horas después del inicio de la fase climática de la erupción, el 15 de junio de 1991. La X amarilla marca el volcán. La enorme forma redonda de la nube eruptiva.

Imagen 16. Imagen satelital de la nube de erupción del Monte Etna (filo marrón a la derecha del centro), el 24 de julio de 2021. La ceniza volcánica fue arrastrada por fuertes vientos del noroeste, y lo que resultó en una nube de ceniza unidireccional relativamente estrecha.

FUENTE: UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY

Además, es importante considerar que los patrones de viento cambian drásticamente en los distintos niveles de la atmósfera. En la troposfera, hasta aproximadamente 10 km de altitud, los vientos son intensos y variables debido a la convección, mientras que, en la estratosfera, que se extiende hasta los 25 km, los vientos son más estables, pero también influyen en la dirección final de la ceniza.[56] Estas complejas interacciones explican cómo materiales emitidos por un volcán pueden alcanzar localidades lejanas como Tultitlán.

[56] (United States Geological Survey, 2015)

El CENAPRED ha identificado el **Nevado de Toluca** y el **Popocatépetl** como dos estructuras volcánicas de peligro para el municipio. El primero es uno de los volcanes más activos y presenta un riesgo constante para las comunidades cercanas. El Nevado de Toluca, aunque menos activo, también es monitoreado por su potencial, más por los riesgos derivados de su geología que por su actividad eruptiva.

Nevado de Toluca

El **Nevado de Toluca** (**NdT**) con una altitud de **4,680 metros sobre el nivel del mar**. En su cima hay un cráter abierto de **2 km de diámetro**, dentro del cual se localiza el **domo dacítico** «**El Ombligo**», formado hace aproximadamente **10,500 años**. Este domo separa dos cuerpos de agua conocidos como el **Lago del Sol** y el **Lago de la Luna** (ver Imagen 17). El volcán se ubica al centro-oeste del Estado de México, cerca del **Valle de Toluca**.

Imagen 17. Cráter del Nevado de Toluca

FUENTE: CENAPRED

Actualmente se considera un **volcán en reposo**, ya que su **última erupción ocurrió hace aproximadamente 3,140 – ± 195 años**. A pesar de esto, ocupa **séptimo lugar** en la **Evaluación del Riesgo Relativo de Los Volcanes de México**, debido a su historia eruptiva y su cercanía con zonas pobladas.

En cuanto a su **morfología**, está compuesto por **domos y conos volcánicos**, y presenta un **cráter en forma de herradura** que se abre hacia el noreste. La zona está atravesada por sistemas de fallas geológicas importantes: **Taxco – Querétaro (NNE – SSW)**, **San Antonio (NE - SW)** y **Tenango (E – W)** (ver Imagen 18). Estas fallas han moldeado el relieve, generando al **norte** pendientes suaves (6 – 8°) con barrancas poco profundas como el **Arroyo Grande**, y al **sur**, una topografía abrupta, con pendientes mayores a 20° y valles profundos como la **Barranca del Muerto**, que alcanza los **450 metros de profundidad** y se orienta hacia el nornoroeste.

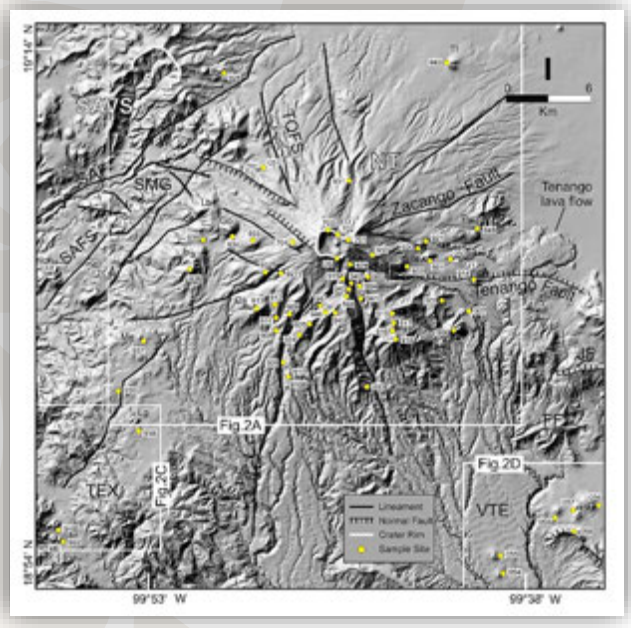


Imagen 18. Mapa estructural del Nevado de Toluca[57]

FUENTE: TORRES-OROZCO ET AL., 2017

Antecedentes

La historia eruptiva del NdT incluye dos colapsos mayores que originaron flujos piroclásticos. Se han documentado además cuatro erupciones plinianas y una ultrapliniana, ocurridas hace aproximadamente 45,000, 36,000, 24,000, 12,040 y 10,445 años, las cuales produjeron caídas de ceniza y flujos piroclásticos.

De igual manera, se han identificado seis erupciones de tipo vulcaniano, así como eventos de destrucción de domos que dieron origen a flujos de bloques y cenizas. El episodio eruptivo más reciente se registró hace 3,300 años (3.3 ka BP = miles de años, siglas en inglés *Before Present*), generando nuevamente flujos piroclásticos y oleadas.[58]

Tabla 65. Evolución volcánica

Periodo	Características	Morfología
Hace 1,600,000 de años	Formación del edificio volcánico sobre el alineamiento NW-SE, relacionado con los subsistemas SW – NE y E-W.	Estratovolcán de más de 5000 m, con pendientes de 30° a 45°, amplia chimenea y cráter abierto al Este.
Entre 60,000 y 36,000 años	Actividad eruptiva intensa de tipo peleano que rompe la parte superior del cráter, con avalanchas, flujos de ceniza y colapso que origina una caldera.	La caldera se forma por explosiones que destruyen la cima del cono, generando una depresión de más de un kilómetro y depósitos de sedimentos por avalanchas piroclásticas y cenizas.
Entre 36,000 24,000 años	En este período no hay actividad volcánica registrada.	Se generan condiciones de biostasia con formación de suelos en los flancos del volcán y se desarrolla un sistema fluvial guiado por alineamientos tectónicos.

[57] (Torres Orozco, Arce Saldaña, William Layer, & Benowitz, 2017)

[58] (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2020)

Periodo	Características	Morfología
Hace 24,000años	Reactivación violenta con primera erupción pliniana, que deposita pómez hacia el Este; los flujos se conocen como Formación TPI.	Los depósitos de la erupción pliniana sepultan geoformas glaciares y fluviales, y se forma un paleosuelo en esta fase.
Entre 24,000 y 11,600 años	Tras 12,400 años de inactividad, el Nevado se reactiva con una erupción pliniana más violenta; sus depósitos, llamados Formación TPS, se extienden más de 70 km al NE y superan los 2 metros de espesor.	Se define el cráter actual, el piedemonte y la planicie al este; se forma otro paleosuelo y se registra la presencia humana en Amanalco de Becerra.
Hace 11,500 años	Se forma un domo dentro del cráter, marcando el fin de la actividad eruptiva del Nevado.	Se exhibe la morfología actual con suelos volcánicos y procesos erosivo-acumulativos glaciar, fluvioglaciar y fluvial.
Hace 3,300 años	Últimas pequeñas manifestaciones volcánicas del Nevado de Toluca, indicando la secuencia dacítica hasta el Holoceno.	Forman el conjunto volcánico San Antonio-Nevado de Toluca, con migración de la actividad hacia el sur.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE REYES, A.59

En la propuesta del **Mapa Práctico del Volcán Nevado de Toluca** se establecen los alcances de diversos **peligros volcánicos**, como **cenizas**, **depósitos de pómez**, **flujos piroclásticos** y **lahares** (ver Imagen 19). No obstante, debido a su mayor alcance, en este análisis solo se considerarán los **depósitos de pómez** correspondientes a la erupción ocurrida hace aproximadamente 10 mil años (10 ka BP).[60]

La peligrosidad del NdT se evaluó con un mapa geológico y simulaciones *(FLOW3D*, *TITAN2D*, *LAHARZ* y *HAZMAP*), lo que permitió delimitar con precisión las zonas de mayor riesgo.

El estudio y proyecciones de los depósitos de **Pómez del Alto Toluca** se basan en el análisis realizado por la Dra. Lucía Capra en su investigación "*Volcanic hazard zonation of the Nevado de Toluca volcano, México*", desarrollada en el Centro de Geociencias (actualmente Instituto de Geociencias) de la UNAM.

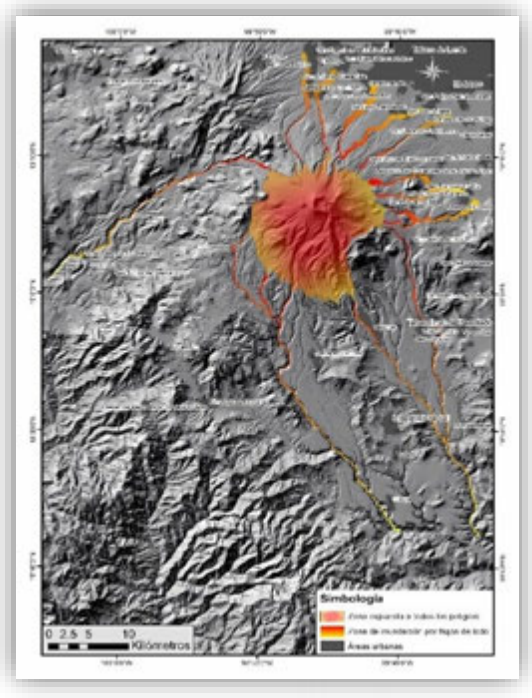


Imagen 19. Mapa Práctico del volcán Nevado de Toluca
FUENTE: CENAPRED

[59] (Reyes Enriquez, Valdez Pérez, & Mireles Lezama, 2006)

[60] (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2020)

Depósitos de pómez

La **Pómez del Alto Toluca** (***UTP*** *–Upper Toluca Pumice–*, **a 10.5 ka *BP***) corresponde a una de las tres grandes erupciones plinianas históricas del volcán. Ocurrida hace aproximadamente **10,500 años antes del presente**, esta erupción fue altamente explosiva y generó una extensa dispersión de materiales piroclásticos, especialmente piedra pómez.

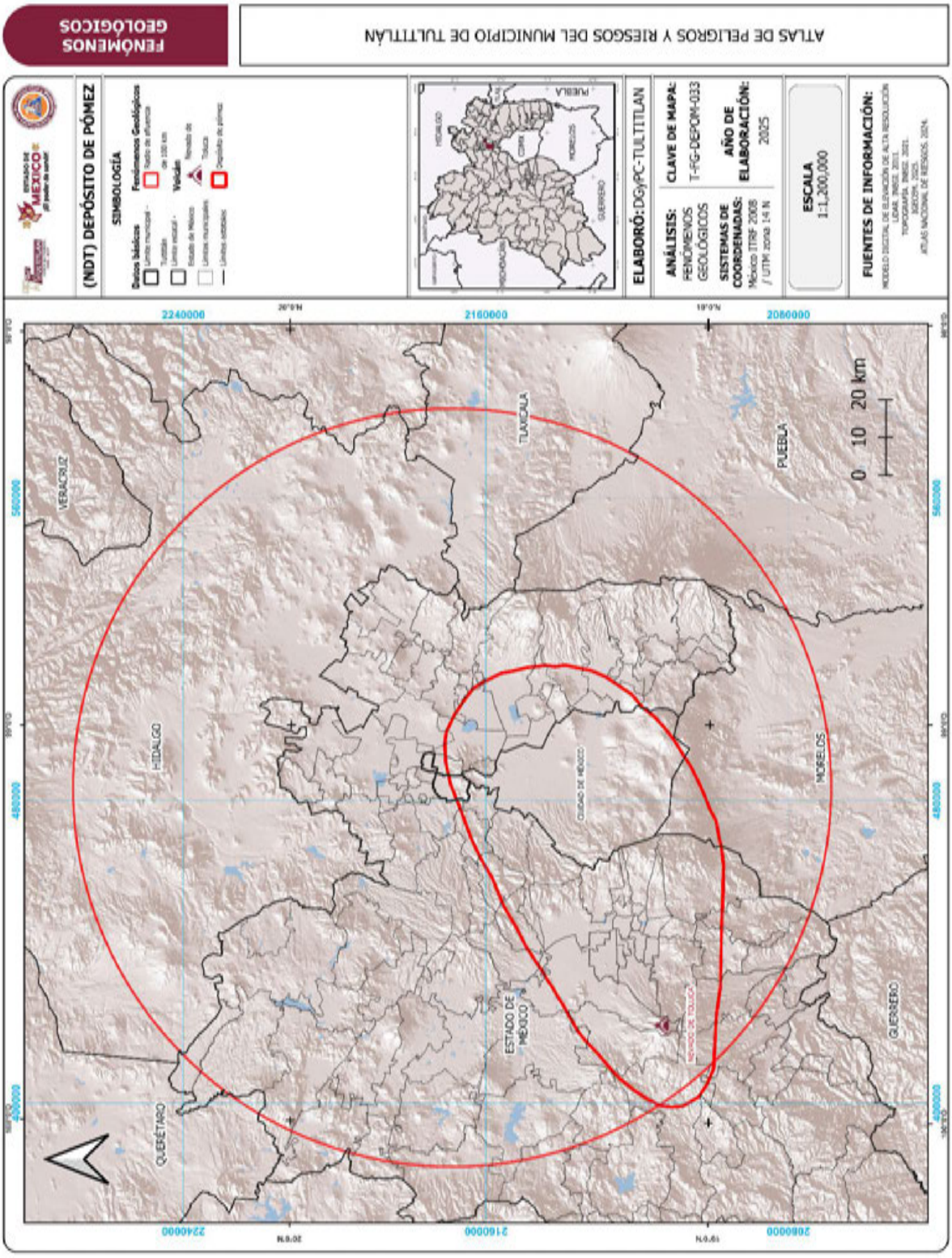
Una erupción pliniana es muy violenta, con columnas de ceniza y gases que alcanzan kilómetros de altura. La erupción *UTP* expulsó mucha piedra pómez blanca, que el viento llevó, incluso hasta la actual Ciudad de México (ver Mapa 65).

El estudio de este depósito es crucial para entender la magnitud de las erupciones pasadas del NdT. La distribución y el espesor de los depósitos de *UTP* permiten reconstruir la dirección predominante de los vientos en aquel entonces, así como el alcance potencial de futuras erupciones similares.

La reactivación del NdT podría poner en riesgo a más de 20 millones de personas, incluida la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), donde Tultitlán forma parte de la región central – norte de este, que hace aproximadamente 10,5 ka estuvo cubierta por más de 10 cm de piedra pómez proveniente de la erupción del Alto Toluca, una de las erupciones plinianas más intensas del Holoceno.[61]

[61] (Capra, Norini, Groppelli, Macías-Vázquez, & Arce, 2008)

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00



Mapa 65. Pómez del Alto Toluca de 10.5 ka BP

FUENTE: CENAPRED

Popocatépetl

El **volcán Popocatépetl**, con una altitud de **5,419.43 msnm**, es la **tercera montaña más alta de México**. Se ubica en el centro del **CVTM**, cerca de los valles de Puebla y Atlixco, y forma parte del sistema montañoso de la **Sierra Nevada**, donde colinda con el **Iztaccíhuatl** a través del conocido **Paso de Cortés**.

Este estratovolcán, de composición **andesítica – dacítica**, tiene un cráter elíptico de **800 × 600 m** y **307 m de profundidad**, cuya forma e inclinación provocan pendientes irregulares.

En las zonas oeste y suroeste del volcán, el relieve es más accidentado por antiguos derrumbes que formaron *hummocks* o montículos, resultado de avalanchas volcánicas gigantes.[62]

Antecedentes

A lo largo de los aproximadamente 25,000 años de antecedentes eruptivos del volcán Popocatépetl, se han documentado numerosos eventos de distinta magnitud; sin embargo, en lo que respecta al municipio de Tultitlán, dentro del periodo de actividad actual iniciado la madrugada de diciembre de 1994, únicamente se tiene registro de afectación directa durante la erupción del 30 de junio de 1997 (ver Imagen 20 y Mapa 66). En dicha ocasión, el volcán generó una columna eruptiva que superó los 8 kilómetros de altura sobre el cráter, provocando la caída de ceniza en diversas zonas, incluida Tultitlán, lo que ocasionó afectaciones a la movilidad urbana y fue perceptible también en los estados de Hidalgo y Querétaro. Esta erupción se distinguió por ser la de mayor volumen de emisión de ceniza hasta ese momento y marcó el inicio de la formación de un nuevo domo de lava.

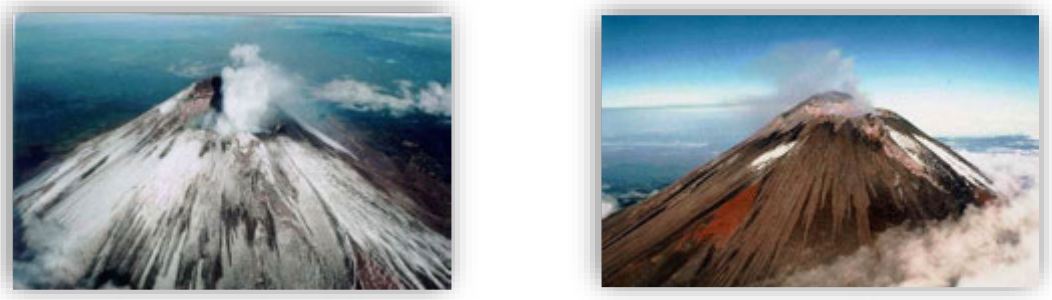


Imagen 20. Depósitos de flujos piroclásticos del 30 de junio de 1997

FUENTE: CENAPRED

El evento fue precedido por una serie de sismos volcanotectónicos con magnitudes entre **2.0** y **2.7**, además de la aparición de tremor armónico en los registros sísmicos, lo que indicó el comienzo del proceso eruptivo, el cual se desarrolló en dos pulsos principales. La intensidad de la erupción fue clasificada con un **Índice de Explosividad Volcánica (VEI)** entre **2** y **3.** Por recomendación del Comité Científico Asesor (CCA) del SINAPROC, el semáforo de

[62] (Siebe Grabach, Abrams, & Macías Vázquez, 1995)

alerta volcánica se elevó temporalmente a color rojo, aunque no se llevaron a cabo evacuaciones.

En el interior del cráter se formó un nuevo cráter secundario dentro del domo de lava de 1996, en cuyo interior surgió un cuarto domo, el cual fue destruido el 12 de agosto en una explosión de 2 kilómetros de altura. Posteriormente, el 16 de agosto comenzó la formación del quinto domo, seguido por un sexto domo que apareció entre noviembre y diciembre, cubriendo todo el fondo del cráter con un diámetro de aproximadamente 400 metros. Este último domo fue finalmente destruido en un evento eruptivo ocurrido el 24 de diciembre de 1997. Este evento es considerado una de las grandes erupciones del volcán, donde la ceniza tuvo mayor dispersión. El radar Doppler, operado conjuntamente entre el USGS y CENAPRED, mostró señales fuertes de la columna de ceniza.

Se ha identificado un escenario de riesgo volcánico (Tabla 66), entre otros posibles, vinculado a erupciones de distintas magnitudes que podrían suceder en el futuro.[63]

Tabla 66. Posible escenario

Escenario	MENOR magnitud («Pequeño» o núm. 1)
Tipo de erupción	Vulcaniana
Volumen (km3)	0.001 – 0.01
Altura de la columna (km)	1 a 10
VEI	1 a <3
Rango temporal	Anual a decenas de años

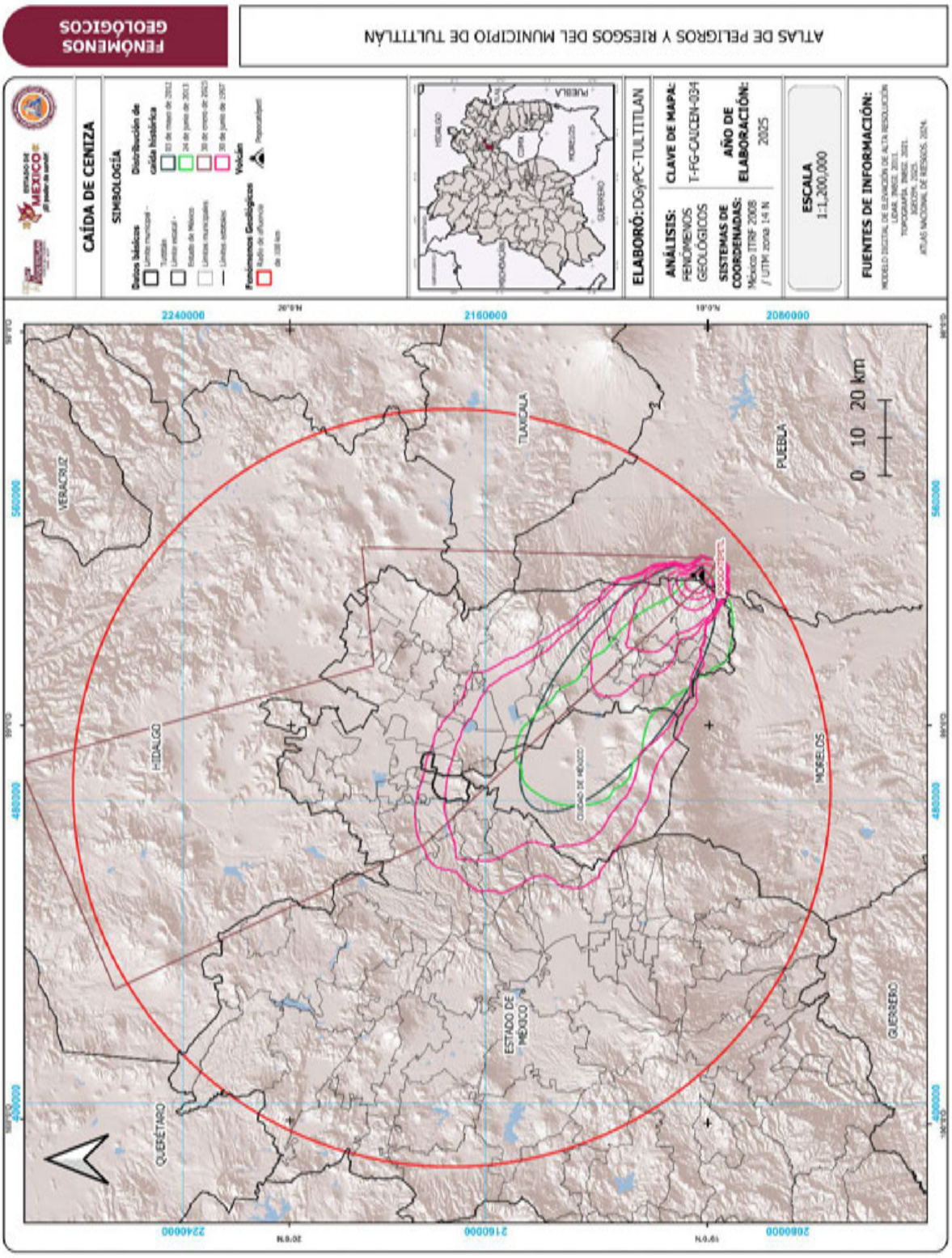
FUENTE: CENAPRED

Durante el periodo comprendido entre el **21 de mayo y el 27 de junio de 2023**, correspondiente a la **Fase Amarillo Fase 3** del semáforo de alerta volcánica del Popocatépetl (ver Imagen 21), no se registraron reportes oficiales de caída de ceniza en el municipio de Tultitlán. La actividad del volcán durante esta fase incluyó emisiones frecuentes de ceniza y explosiones moderadas a fuertes, con dispersión de material volcánico principalmente hacia el centro, sur y oriente del Valle de México.

Imagen 21. Imágenes del sobrevuelo del 19 de junio de 2023 tomadas por la SEMAR

FUENTE: CENAPRED

[63] (Instituto de Geofísica, 2017)



Mapa 66. Antecedentes de caída de ceniza del Popocatépetl

FUENTE: CENAPRED

Escenarios de peligro

Caída de ceniza

La reciente actividad del Popocatépetl ha sido de intensidad moderada, con un **Índice de Explosividad Volcánica** (***VEI*** por sus siglas en inglés) entre **2** y **3**, según la clasificación internacional (Tabla 67 y Mapa 67).[64]

Tabla 67. Características de VEI 2 y 3

Índice VEI	Magnitud de la erupción	Características principales	Alcance de impacto	Riesgos asociados
2	Moderada	- Explosiones de baja a media intensidad - Caída de ceniza local - Flujos menores de lava o escombros	Áreas cercanas al cráter (decenas de km)	Afectación limitada a comunidades cercanas y cultivos
3	Moderadamente alta	- Explosiones más intensas - Caída de ceniza en zonas distantes - Posibles colapsos parciales del domo	Regiones más amplias (hasta cientos de km)	Riesgos mayores para salud, infraestructura y transporte

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE VARIAS FUENTES

Los mapas de caída de ceniza del Popocatépetl consideran tres escenarios eruptivos (**menor**, **intermedio** y **mayor**), basados en observaciones de campo y simulaciones que permiten modelar con precisión su dispersión.

- En el escenario de **menor** probabilidad, representado en tonos amarillos en el Mapa 68, se considera una erupción explosiva con columnas eruptivas superiores a los 20 kilómetros de altura. Bajo este supuesto, se estima la dispersión de ceniza en espesores de 10 cm, 1 cm y 1 mm, cubriendo amplias zonas del centro del país. Aunque la probabilidad de que ocurra este tipo de evento es baja, no puede ser descartada.[65]
- El escenario de probabilidad **intermedia**, representado en tonos naranjas en el Mapa 69 de peligro, considera erupciones con columnas eruptivas que alcanzan entre 10 y 20 kilómetros de altura. Este escenario refleja una situación de probabilidad moderada, que implica la caída de ceniza.

  Los diferentes tonos de naranja indican las zonas con posible acumulación de ceniza en espesores aproximados de 1 cm y 1 mm, lo que permite visualizar con mayor detalle la extensión y severidad potencial del impacto; además, se incluyen áreas con probabilidad de presencia de trazas de ceniza.[66]

[64] (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2019)

[65] (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2016)

[66] (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2016)

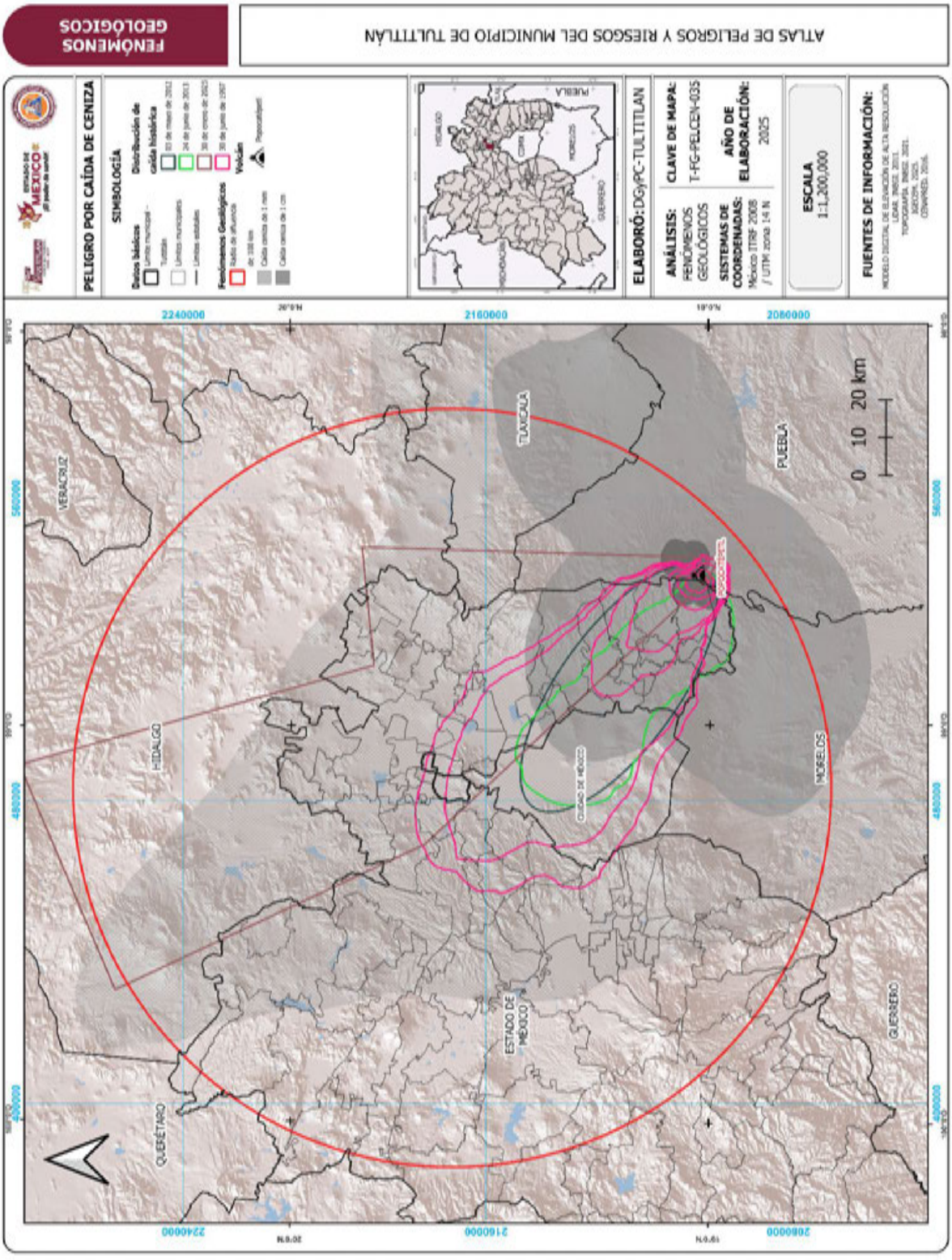
- El escenario de **mayor** probabilidad, representado en tonos rosas en el Mapa 70 de peligro, corresponde a las erupciones más frecuentes del volcán Popocatépetl, caracterizadas por columnas eruptivas inferiores a los 10 kilómetros de altura. Este escenario contempla condiciones altamente favorables para la caída de ceniza, lo que lo convierte en el más crítico en términos de recurrencia y exposición poblacional.
  Los distintos tonos de rojo señalan las zonas con probabilidad de acumulación de ceniza en espesores aproximados de 1 cm y 1 mm; también se incluye áreas con probabilidad de presencia de trazas de ceniza y donde ha habido trazas observadas.
  Dada la alta probabilidad de ocurrencia, este escenario implica una afectación prácticamente inevitable, lo que requiere la implementación inmediata de medidas preventivas y de protección para salvaguardar la salud pública y minimizar los impactos sobre la infraestructura, el medio ambiente y las actividades económicas.[67]

En conclusión, la forma en que se distribuyen los materiales expulsados durante una erupción volcánica —como la ceniza y otros fragmentos piroclásticos— depende de varios factores, como el tamaño de las partículas, la fuerza de la erupción, la altura que alcanza la columna volcánica, el viento, y las características del terreno (Mapa 67). En general, mientras más lejos se esté del volcán, más delgada es la capa de material que se deposita y más pequeñas son las partículas que llegan al suelo. Además, estos materiales pueden variar mucho en su forma, tamaño y composición, ya que están directamente influenciados por el tipo de erupción y por el volcán que los emite.[68]

[67] (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2016)

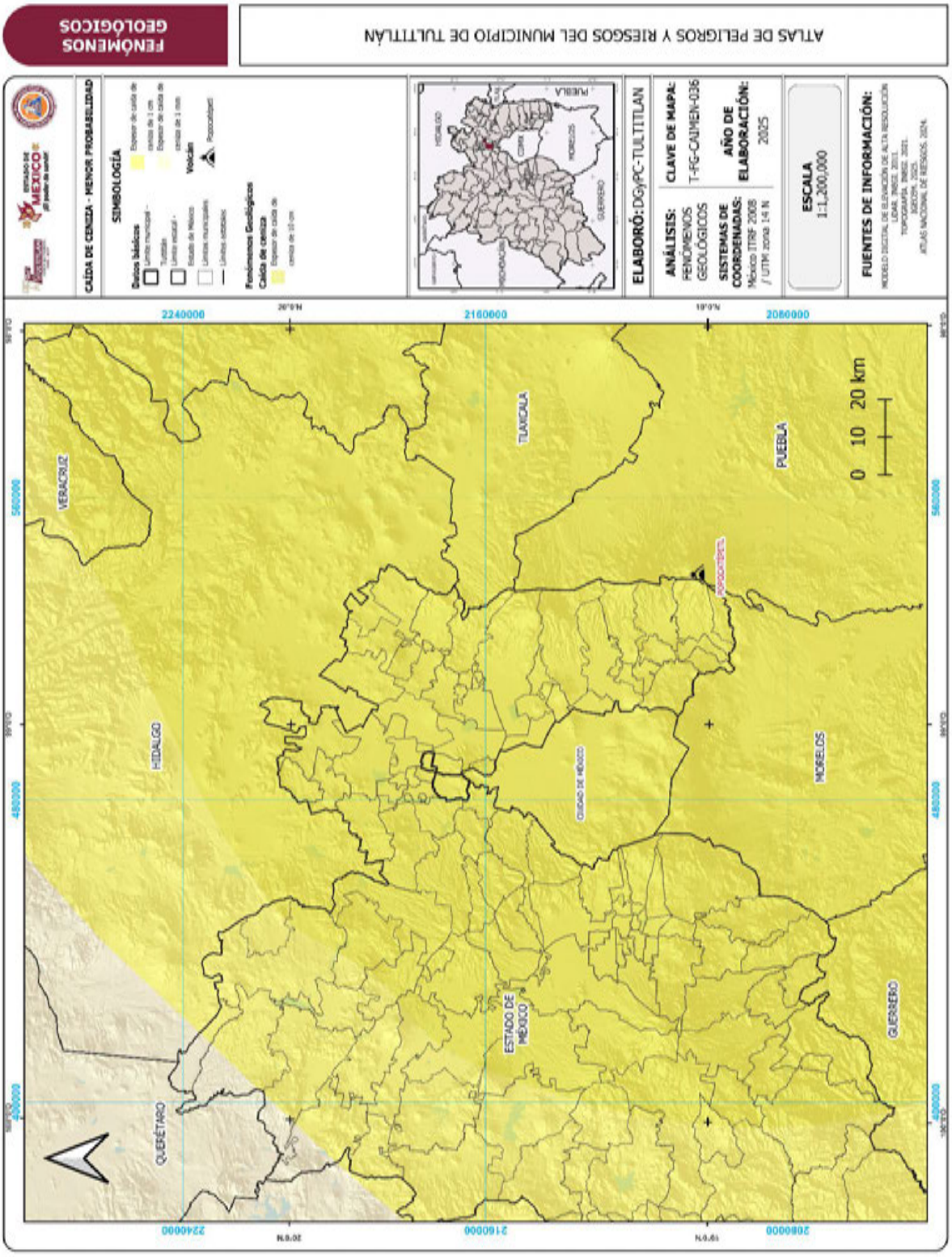
[68] (Lemougna, y otros, 2018)

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00



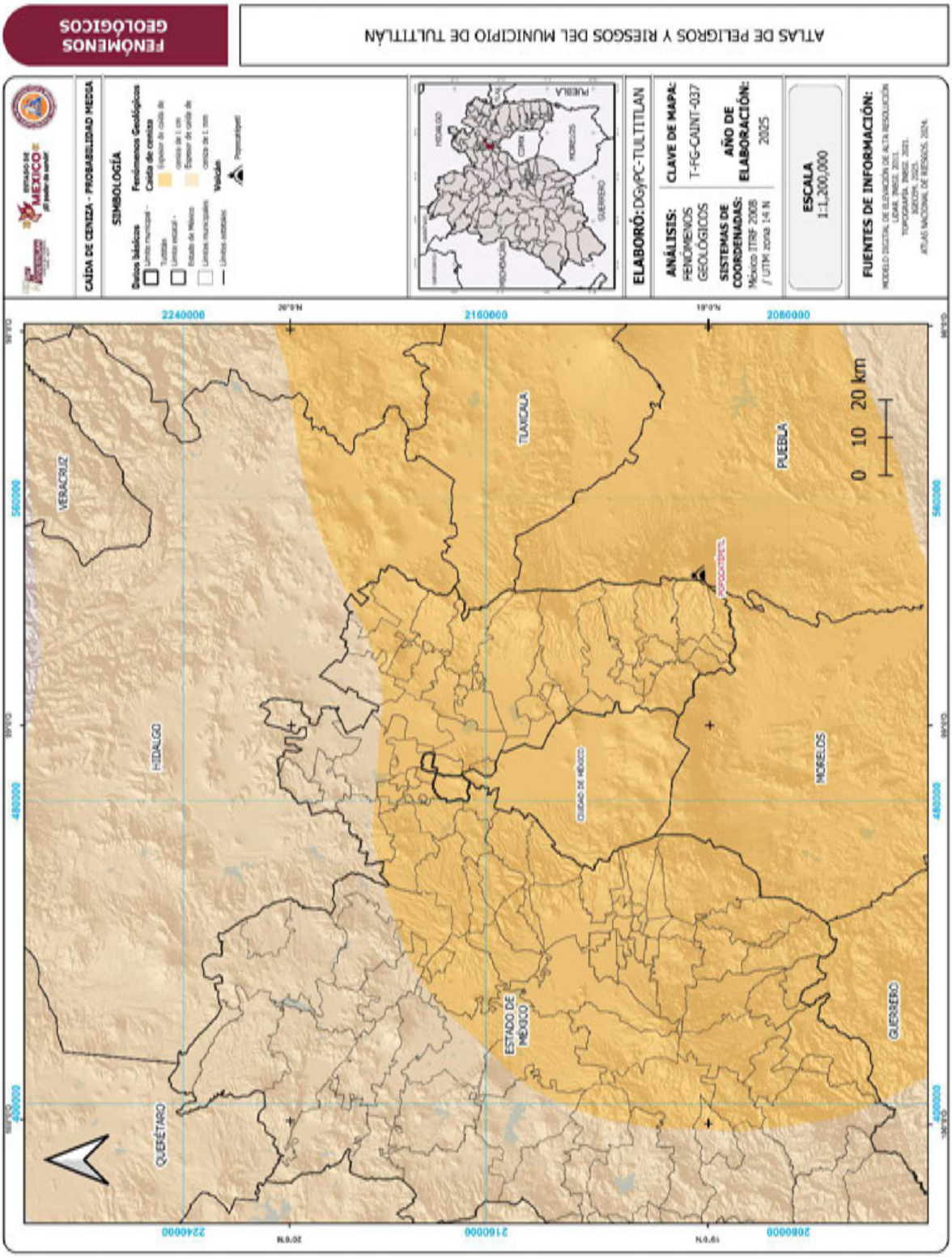
Mapa 67. Peligros de caída de ceniza del Popocatépetl

FUENTE: CENAPRED



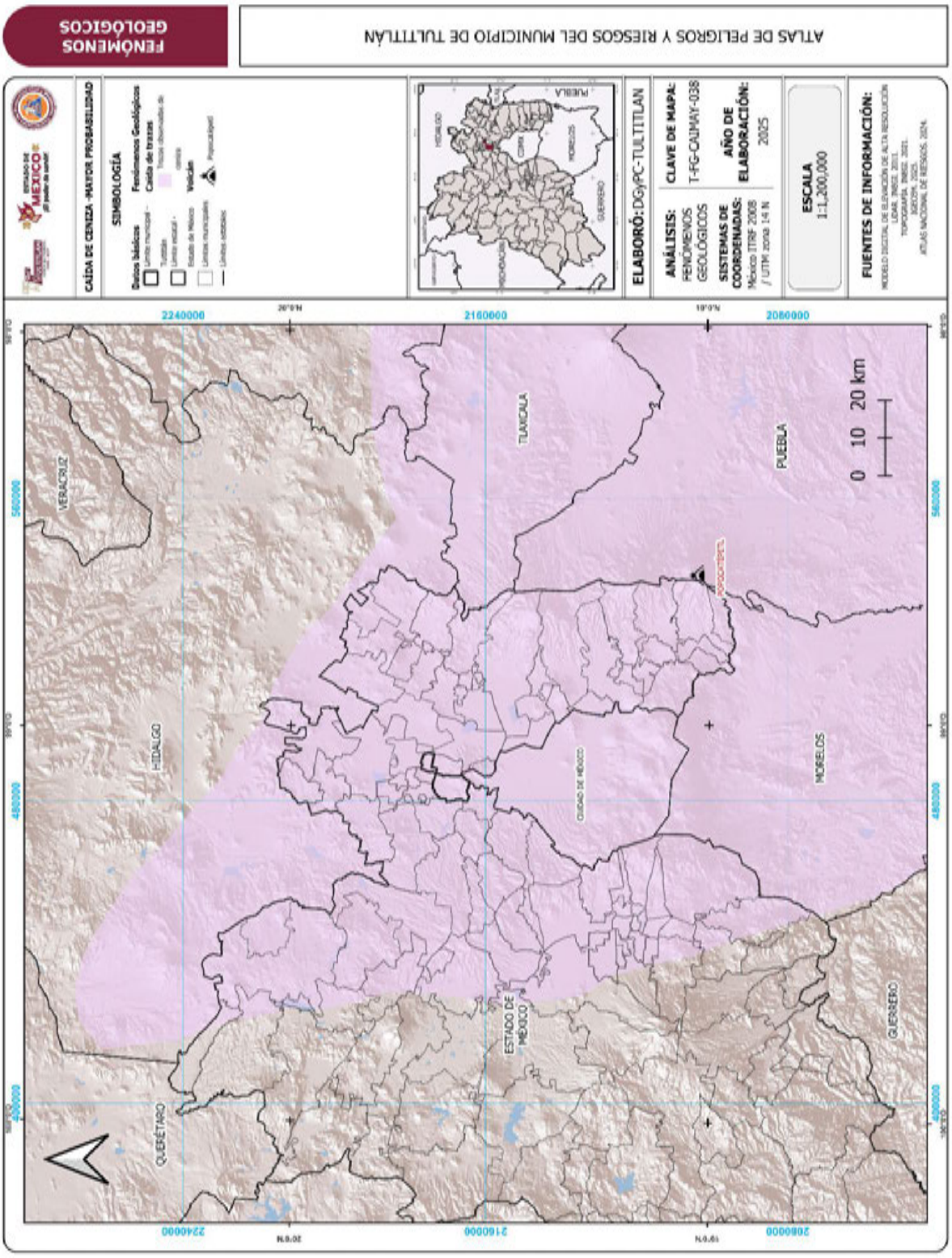
Mapa 68. Escenario de menor probabilidad

FUENTE: CENAPRED



Mapa 69. Escenario de probabilidad media

FUENTE: CENAPRED



Mapa 70. Escenario de mayor probabilidad

FUENTE: CENAPRED

Tabla 68. Características del escenario de riesgo

Tiempo estimado de duración	3 horas
Edad estimada	~10,500 años antes del presente (10.5 ka BP)
Tipo de erupción	Pliniana (altamente explosiva)
Producto volcánico principal	Piedra pómez blanca
Área afectada	Zona Sur
Uso de escenario	Acumulación por piedra pómez

FUENTE: DATOS HISTÓRICOS CENAPRED

La **piedra pómez** es una roca volcánica altamente porosa y de baja densidad, con valores que oscilan entre **0.7 y 1.2 g/cm³**[69], esta característica permite que, aunque se acumule en espesores relativamente grandes, **su peso por unidad de volumen sea menor**, reduciendo en parte el impacto estructural inmediato, especialmente en construcciones resistentes.

Sin embargo, debido a su **estructura vesicular** (llena de cavidades), la pómez puede formar depósitos **voluminosos y sueltos**, que tienden a **acumularse con mayor espesor** que otros materiales. Su **tamaño de partícula más grande** y su capacidad para formar capas espesas sobre techos y superficies expuestas incrementa la **carga distribuida** en techos planos o débiles, especialmente si no se retira a tiempo o si llegara a humedecerse (aumentando su peso).

En este sentido, aunque su densidad sea baja, **la acumulación progresiva de piedra pómez puede alcanzar cargas estructuralmente significativas**, sobre todo en techos de baja resistencia o mal conservados. Por ello, el nivel de daño esperado **aumenta con el espesor**, a pesar de que el material en sí sea liviano en comparación con otros productos eruptivos.

Con base en la investigación realizada por la Dra. Lucía Capra, titulada *"Volcanic hazard zonation of the Nevado de Toluca volcano, México"* y desarrollada en el entonces Centro de Geociencias (hoy Instituto de Geociencias) de la UNAM, se definió un escenario de riesgo asociado a la acumulación de **10 centímetros de piedra pómez**, correspondiente a la erupción pliniana *UTP* ocurrida hace aproximadamente 10,500 años. Este escenario fue utilizado para estimar el posible daño estructural en edificaciones actuales, tomando en cuenta el tipo de material de techo predominante, y así evaluar la vulnerabilidad de las zonas expuestas ante una eventual erupción de características similares.

A continuación, se presenta en la Tabla 69 que relaciona el espesor acumulado de pómez (en centímetros) con el porcentaje esperado de daño estructural según el tipo de material de techo, clasificado mediante códigos numéricos que corresponden a materiales comunes en la región;

[69] (United States Geological Survey), 2015)

además, para estimar el daño estructural esperado por acumulación de piedra pómez, se consideró un valor de densidad de **1.2 g/cm³**, con el fin de representar un **escenario de carga más exigente**, útil para la evaluación de riesgo estructural en techos de distintos tipos de materiales:

Tabla 69. Impacto de la piedra pómez en la infraestructura

Espesor de pómez acumulada (cm)	Porcentaje de daño estructural esperado por tipo de edificación				
	1 y 2	**3 y 4**	**5 y 6**	**7**	**8, 9, 10**
5	10 – 30	3 – 10	0	0	0
10	30 – 70	15 – 40	1 – 3	0	0
20	60 – 90	60 – 80	10 – 20	1 – 5	0 – 1
40	90 –100	90 – 100	30 – 50	5 – 10	1 – 5
60	100	100	60 – 80	10 – 20	5 – 10
80	100	100	80 – 95	20 – 30	10 – 15
10	100	100	90 – 100	30 – 50	20 – 30

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Estos datos evidencian que techos construidos con materiales más frágiles (material de desecho, lámina de cartón) presentan un riesgo mucho mayor de daño estructural a espesores bajos y moderados de acumulación de pómez, mientras que estructuras con materiales robustos como losas de concreto o tejas pueden resistir mejores espesores altos, aunque no están exentas de riesgos en caso de acumulaciones extremas. Por lo tanto, la vigilancia y mitigación en zonas susceptibles a caída de pómez es fundamental para proteger a la población y su patrimonio.

Resultados y conclusiones

- Las zonas con **grado de marginación muy bajo y bajo** tienen **materiales resistentes** al peso de 10 cm de piedra pómez, por lo que **no se espera daño estructural significativo**.
- Las zonas con **marginación media** podrían presentar **daños menores**, especialmente si el mantenimiento o la calidad del techo es deficiente.
- Las zonas con **marginación alta**, que usan láminas metálicas o de asbesto, son **más vulnerables**: podrían sufrir daños **moderados a severos** por acumulación del material, sobre todo si no hay limpieza o refuerzo posterior a la caída.

Aunque el Nevado de Toluca ha permanecido inactivo durante los últimos milenios, se estima que su **última erupción ocurrió hace aproximadamente 3,300 años**, lo que lo clasifica como un volcán activo en estado de reposo. Considerando este antecedente, y con base en la magnitud de eventos anteriores como la erupción UTP (~10,500 años BP), se construyó un escenario técnicamente sólido utilizando un valor alto de densidad para la piedra pómez (ver Mapa 71). Esto se hizo **con el fin de representar un escenario de carga más exigente, útil para la evaluación de riesgo estructural en techos de distintos tipos de materiales**,

especialmente en zonas con alta vulnerabilidad social y constructiva. Este enfoque permite anticipar el impacto potencial de futuras erupciones y orientar medidas de mitigación y planeación urbana preventiva.

Popocatépetl

Según lo establecido por el CENAPRED, la acumulación de ceniza volcánica en techos representa un riesgo estructural que varía según el espesor depositado. A partir de esta información, se puede establecer una clasificación de riesgo para viviendas dependiendo del espesor de ceniza, y asociarla con los tipos de techo registrados en el Censo 2020.

Una asignación sugerida para clasificar y asociar los tipos de materiales de techo utilizados en las viviendas es a través del grado de marginación a nivel AGEB, ya que en AGEB's con alto grado de marginación es más frecuente el uso de materiales precarios como láminas de cartón, palma o desechos, lo que se traduce en techos más vulnerables. En contraste, en AGEB's con baja marginación predominan materiales más duraderos y costosos, como concreto, teja o lámina metálica, por lo que el impacto del mismo espesor de ceniza puede ser significativamente menor (ver Tabla 70).

Tabla 70. Asignación sugerida de materiales de techo por grado de marginación

Grado de marginación	Materiales de techo más comunes
Muy alto	Material de desecho, lámina de cartón, palma o paja
Alto	Lámina metálica, lámina de asbesto
Medio	Madera o tejamil, fibrocemento
Bajo	Teja, terrado con viguería
Muy bajo	Losa de concreto, viguetas con bovedilla

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DEL CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2020

La resistencia estructural de los techos ante la acumulación de ceniza volcánica varía de manera significativa según el tipo de material utilizado. En zonas con muy alta y alta marginación, donde predominan techos construidos con materiales ligeros y precarios como cartón, palma, tejamil o lámina metálica, se espera un mayor nivel de daño estructural tanto con ceniza seca como con ceniza saturada, debido a su baja capacidad de carga. En áreas con marginación media, donde son comunes materiales como fibrocemento, teja o terrado con viguería, el daño estructural puede ser moderado y dependerá de factores como el mantenimiento del techo y la cantidad de ceniza acumulada. En contraste, en zonas con baja y muy baja marginación, donde predominan techos de losa de concreto o viguetas con bovedilla, la resistencia estructural frente a la acumulación de ceniza es considerablemente mayor, por lo que se espera un menor nivel de afectación.

A continuación, se presentan dos tablas: la primera muestra el espesor de **ceniza insaturada** (seca), el tipo de material de los techos y el porcentaje de daño estructural esperado (ver Tabla

71); la segunda corresponde a los mismos materiales, pero considerando la **ceniza saturada** con humedad (ver Tabla 72).

Tabla 71. Efectos de la ceniza volcánica(seca) en infraestructura

Espesor de ceniza acumulada (cm)	Porcentaje de daño estructural esperado por tipo de edificación				
	1 y 2	**3 y 4**	**5 y 6**	**7**	**8**
5	20 - 50	5 - 20	0	0	0
10	30 - 70	15 - 40	1 - 2	0	0
20	60 - 100	70 - 90	3 - 8	1 - 3	0 - 1
40	100	100	20 - 30	5 - 10	1 - 5
60	100	100	50 - 70	10 - 15	5 - 8
80	100	100	75 - 90	20 - 30	10 - 15
10	100	100	90 - 95	40 - 50	20 - 30

FUENTE: CENAPRED

Tabla 72.Efectos de la ceniza volcánica (saturada) en infraestructura

Espesor de ceniza saturada acumulada (cm)	Porcentaje de daño estructural esperado por tipo de edificación					
	1 y 2	**3 y 4**	**5 y 6**	**7**	**8**	**9**
5	40 - 70	10 - 40	1 - 2	0	0	0
10	60 - 90	25 - 60	2 - 5	1 - 3	0 - 1	0
20	100	80 - 100	15 - 20	5 - 10	3 - 7	2 - 6
40	100	100	50 - 70	15 - 30	10 - 20	6 - 15
60	100	100	80 - 95	30 - 60	20 - 35	15 - 20
80	100	100	90 - 100	50 - 80	30 - 60	25 - 40
10	100	100	100	70 - 90	50 - 70	30 - 60

FUENTE: CENAPRED

Las edificaciones con materiales más precarios (tipos 1 y 2), correspondientes a techos de materiales como cartón, palma o lámina ligera, presentan los niveles más altos de daño incluso con espesores bajos, alcanzando el 100% de afectación a partir de los 20 cm en el caso de ceniza saturada, y desde los 40 cm con ceniza seca.

En las categorías de material intermedios (3 a 6), el daño crece de forma más gradual, pero se vuelve considerable a partir de espesores superiores a 20 cm. Con ceniza seca, las afectaciones oscilan entre leves y moderadas en estos rangos, mientras que con ceniza saturada los niveles de daño aumentan drásticamente, llegando a superar el 90–100% en espesores de 60–80 cm.

Por otro lado, las edificaciones más resistentes (tipos 7, 8 y 9), que generalmente corresponden a techos de losa de concreto o viguetas con bovedilla, muestran daños mínimos con ceniza seca hasta los 40 cm, pero comienzan a registrar daños moderados con ceniza

saturada a partir de los 20 cm. A 80–100 cm de ceniza saturada, incluso estas construcciones empiezan a mostrar afectaciones estructurales relevantes, aunque en menor proporción en comparación con los tipos más vulnerables.

El daño estructural esperado aumenta significativamente al pasar de ceniza seca a saturada, con incrementos de entre 20 y 40 puntos en techos precarios, y hasta 60 puntos en estructuras intermedias o resistentes a partir de espesores altos (ver Tabla 73). La humedad de la ceniza es un factor clave en la evaluación del riesgo.

Tabla 73. Aumento promedio entre ceniza y ceniza saturada

Tipología	Aumento promedio por pasar de ceniza seca a saturada (puntos porcentuales)
Tipo 1 y 2	20 – 40
Tipo 3 y 4	10 – 25
Tipo 5 y 6	10 – 40
Tipo 7, 6 y 9	10 – 60

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En el municipio, la gran mayoría de las viviendas cuentan con techos construidos con losa de concreto o viguetas con bovedilla, representando el **95.46%** del total, lo que equivale a 89,260 viviendas. En contraste, otros materiales como lámina metálica (**0.39%**), lámina de asbesto (**1.14%**) y madera o tejamanil (**0.09%**) tienen una presencia significativamente menor. Los materiales menos comunes incluyen el material de desecho (**0.02%**), lámina de cartón (**0.04%**), lámina de fibrocemento (**0.06%**) y teja (**0.04%**). Cabe destacar que un **2.75%** de los techos, correspondientes a 2,574 viviendas, no especificaron el tipo de material utilizado. Estos datos reflejan una clara preferencia por materiales duraderos y estructuralmente sólidos en la construcción de techos en la región.

Resultados y conclusiones

Los techos construidos con **material de desecho (1)** y **lámina de cartón (2)** presentan los **mayores niveles de vulnerabilidad estructural**. Incluso con tan solo **5 cm de ceniza seca**, el **porcentaje de daño supera el 50%**, y bajo condiciones de **ceniza saturada**, este se eleva hasta más del **70%**. Con espesores de **15 cm o más**, ambas condiciones (seca y húmeda) muestran **niveles de daño cercanos al colapso total**, superiores al **90%**, lo que confirma que **estas viviendas se encuentran en grave riesgo estructural** ante una eventual erupción volcánica.

Los materiales como **lámina metálica (3)**, **lámina de asbesto (4)** y **lámina de fibrocemento (5)** ofrecen una **ligeramente mayor resistencia**, pero aún presentan una **vulnerabilidad significativa**. Con **15 a 20 cm de ceniza**, los porcentajes de daño esperados se ubican entre **60% y más del 90%**, tanto en condiciones secas como saturadas, lo que los mantiene en un **nivel de riesgo alto** ante acumulación de ceniza.

Los techos de **madera o tejamanil (7)** y **teja (9)** también son **altamente susceptibles al daño**, especialmente a partir de los **10 cm de espesor**, donde el porcentaje de daño supera el

70% en ambos escenarios de ceniza. Estos materiales, comunes en viviendas más tradicionales o de autoconstrucción, muestran **escasa capacidad estructural** frente al peso adicional que implica la ceniza volcánica.

En contraste, los techos construidos con **losa de concreto o viguetas con bovedilla (10)** —el **material predominante en Tultitlán**, que representa más del **95% del total de techos**— demuestran **mayor resistencia estructural**. Aun con **20 a 25 cm de ceniza saturada**, el porcentaje de daño **permanece por debajo del 80%**, y en el caso de **ceniza seca**, incluso con esa misma carga, **no supera el 60%**. Esto resalta la **importancia de este tipo de construcción**, no solo desde una perspectiva habitacional, sino también como una **estrategia de mitigación ante fenómenos volcánicos** (ver Tabla 74).

Finalmente, los datos correspondientes a viviendas con **material no especificado (99)** no pueden ser evaluados con precisión, lo que representa una **limitación importante** en la elaboración de un análisis de riesgo integral.

Tabla 74. Resultados de la distribución de techos por tipo de material de construcción

Etiquetas	Tipo de material	Suma de techos por material de construcción	Porcentaje del total
1	Material de desecho	18	0.02%
2	Lámina de cartón	40	0.04%
3	Lámina metálica	369	0.39%
4	Lámina de asbesto	1,068	1.14%
5	Lámina de fibrocemento	55	0.06%
7	Madera o tejamanil	84	0.09%
9	Teja	36	0.04%
10	Losa de concreto o viguetas con bovedilla	89,260	95.46%
99	No especificado	2,574	2.75%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para la determinación del riesgo asociado a la caída de ceniza volcánica en el municipio, se tomaron en cuenta los datos históricos proporcionados por el CENAPRED. Con base en dicha información, se propone un **escenario de riesgo probable** correspondiente a un evento eruptivo de **baja intensidad**, similar al ocurrido el **30 de junio de 1997**.

Escenario de riesgo por caída de material

A continuación, en la Tabla 75, se presenta el escenario de riesgo que contempla la posible ocurrencia de una actividad volcánica que podría generar afectaciones por caída de ceniza y material piroclástico. Si bien se trata de un evento de corta duración y con acumulación leve, los efectos sobre la salud, la infraestructura y las actividades cotidianas pueden ser significativos, especialmente si la población no cuenta con las medidas preventivas adecuadas. Este escenario permite anticipar posibles impactos y orientar acciones de preparación, respuesta y:

Tabla 75. Características del escenario de riesgo.

Tiempo del Evento	3 horas
Columna eruptiva	10 km
Espesor de ceniza	menor o igual a 1 mm
Peso correspondiente al espesor de ceniza	Menor a 0.40 a 0.70 kg/m^2 si se encuentra seca y 1.0 a 1.25 kg/m^2 si se encuentra húmeda.

FUENTE: DATOS HISTÓRICOS CENAPRED[70]

En este escenario, las viviendas que presentan mayor grado de vulnerabilidad son aquellas que cuentan con **techos construidos con materiales precarios**, tales como lámina, madera o materiales de desecho, ya que estas estructuras permiten una mayor filtración del material volcánico al interior de las viviendas y, en casos extremos, pueden sufrir afectaciones estructurales por acumulación de ceniza húmeda.

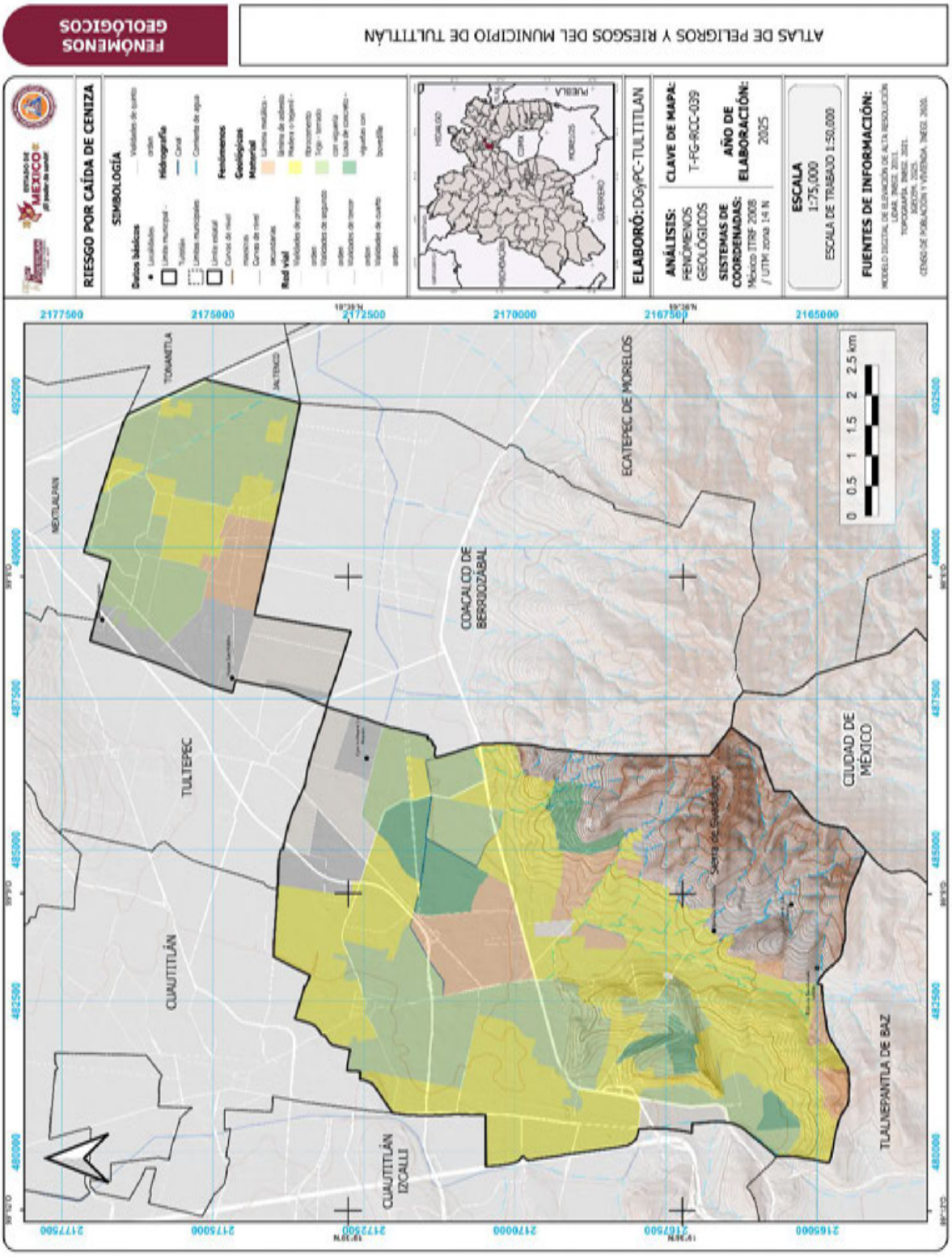
Sin embargo, diversos factores geográficos y contextuales **disminuyen significativamente el nivel de riesgo** en el municipio:

- La **distancia** entre el municipio y el volcán Popocatépetl.
- Los **registros históricos** indican espesores de ceniza menores a 1 mm dentro del municipio.
- La presencia de una **barrera natural**, como la **Sierra de Guadalupe**, que actúa como elemento atenuante al disminuir la llegada de ceniza a la zona.

En conjunto, estos elementos permiten clasificar el **riesgo por caída de ceniza como muy bajo** para el municipio (ver Mapa 71).

No obstante, es importante señalar que las **partículas de ceniza que logran alcanzar el municipio son extremadamente finas**, lo cual puede provocar **afectaciones menores a la salud respiratoria**, especialmente en grupos vulnerables como personas en situación de calle o quienes habitan en viviendas con techos de materiales de desecho. Este tipo de ceniza, debido a su tamaño reducido, puede ingresar fácilmente a los domicilios y afectar la calidad del aire interior.

[70] (CENAPRED, 2012)



Mapa 71. Riesgo a nivel AGEB por caída de ceniza por material de construcción

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Hundimientos y agrietamientos

Hundimiento

El **hundimiento del suelo** es un problema que ocurre cuando el terreno pierde estabilidad y comienza a bajar de nivel, ya sea lentamente o de manera repentina. Este fenómeno se presenta sobre todo en zonas donde el suelo es blando, como en antiguos lagos o zonas en donde se cuentan con muchas construcciones, excavaciones o zonas donde se extrae agua del subsuelo.

El suelo está formado por partículas que, al moverse o reacomodarse, generan huecos. Cuando estos huecos colapsan o el suelo ya no puede sostener el peso de la superficie, el terreno se hunde. Este fenómeno puede ocurrir de manera lenta, sin que se note al principio, o de golpe, causando grietas, inclinaciones o incluso el colapso de construcciones. [71]

Cuatro causas principales pueden hacer que el suelo se hunda:

1. **El volumen** de suelo afectado.
2. **La forma**, sobre todo si hay cavidades debajo (como túneles o huecos).
3. **La profundidad o espesor** del suelo blando.
4. **La resistencia del material** que está encima (por ejemplo, si hay una construcción pesada).

Aunque hundimiento y subsidencia se ocupan como sinónimos o parecen lo mismo, **no lo son**:

- El **hundimiento** es más localizado: puede hundirse una casa, una calle o una esquina.
- La **subsidencia** es más amplia y lenta: afecta colonias enteras, ciudades y puede durar años.

En Tultitlán, se han registrado **casos tanto de hundimientos locales como de subsidencia regional**, lo cual representa un riesgo para sus habitantes e infraestructura. Aquí algunos ejemplos recientes:

Antecedentes

Se pueden encontrar afectaciones por este fenómeno en la periferia del municipio de Tultitlán, como en el municipio de Nextlalpan, en las localidades de Santa Ana Nextlalpan y San Miguel Jaltocán, así como en el municipio de Cuautitlán, en la localidad de San Mateo Ixtacalco.[72]
Esto es debido a la sobre explotación y el consecuente abatimiento del acuífero Cuautitlán – Pachuca, por lo que se han presentado hundimientos regionales en diversas localidades de

[71] (MUNIVE, DOMÍNGUEZ, & ZARAGOZA, 2022)

[72] (INEGI, Detección de Zonas de Subsidencia en México con Técnicas Satelitales Vol 2, 2021)

Tultitlán con manifestaciones como asentamientos y agrietamientos del terreno por la alteración de este cuerpo de agua en el subsuelo (Mapa 74). El crecimiento urbano en la Zona Oriente ha producido que el agua pluvial que décadas antes se filtraba en el subsuelo para recargar los mantos acuíferos, en la actualidad se encauza por los drenajes y colectores hacia el Gran Canal del Desagüe para conducirse hacia otra región, este canal es el cause a cielo abierto más importante del Sistema General de Alcantarillado (Mapa 72, Tabla 76 y Tabla 77)

En 2025, vecinos de la Unidad Habitacional La Isla comenzaron a notar **grietas en paredes, puertas que ya no cierran y pisos inclinados**. Incluso escuchaban ruidos extraños por las noches, como si el edificio "tronara". Finalmente, **Protección Civil ordenó el desalojo** de al menos un edificio (F1) por riesgo de colapso. Se planeó un estudio geológico para entender el problema.

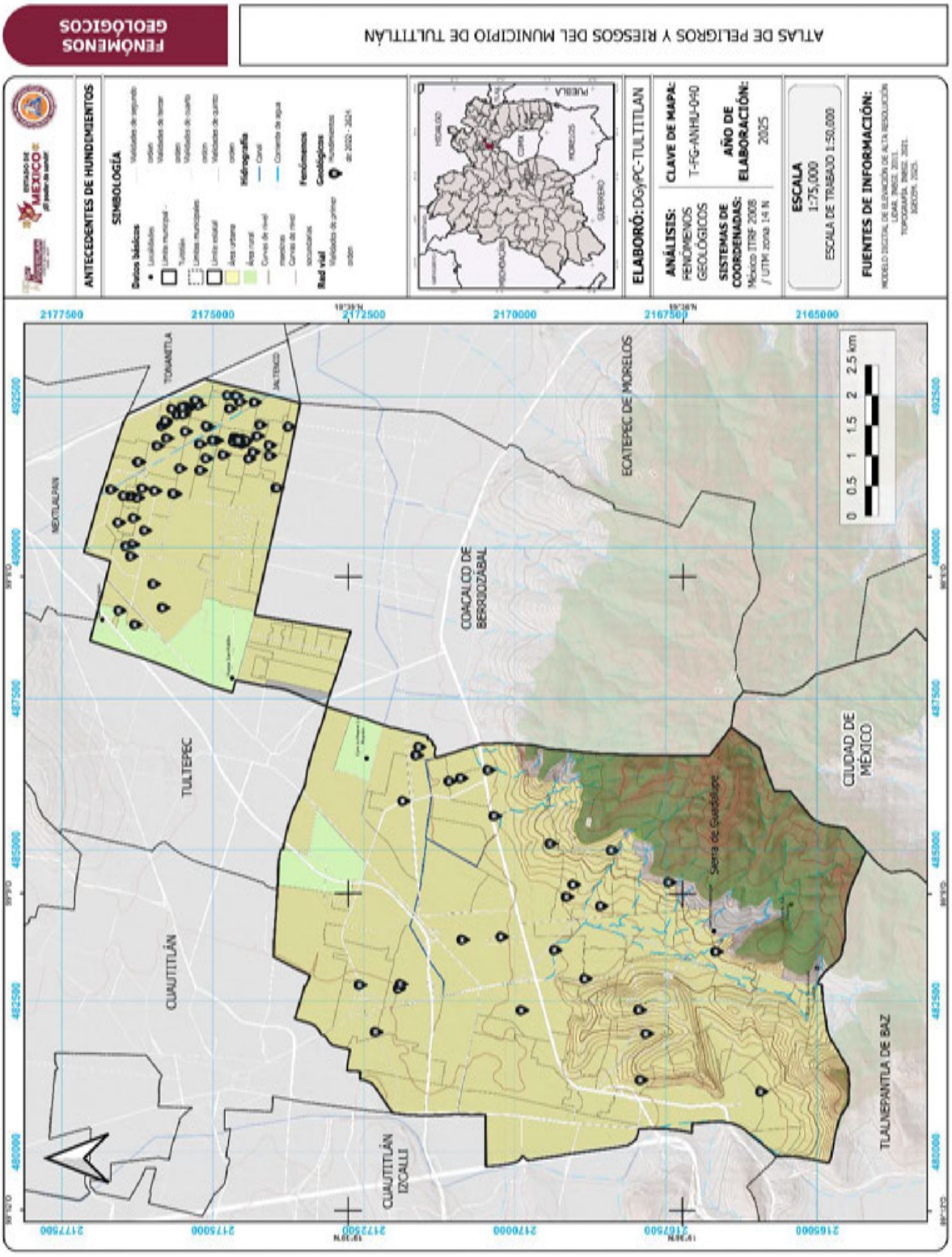
Esto es un **claro ejemplo de hundimiento localizado**, probablemente causado por:

- Suelo mal compactado.
- Fallas en los sistemas de agua o drenaje.
- Posible extracción de agua en zonas cercanas.

Estudios recientes del INEGI y otras instituciones muestran que **Tultitlán es uno de los municipios del Estado de México donde el suelo se está hundiendo de forma gradual**. Esta subsidencia afecta a muchas colonias y no se nota de inmediato, pero con el tiempo provoca grietas, inclinación de casas y problemas estructurales.

Este tipo de hundimiento está relacionado con:

- **La extracción de agua del subsuelo** a través de pozos.
- **El peso de las construcciones** sobre suelos que no han sido preparados adecuadamente.
- **Cambios en el nivel del agua subterránea** o antiguos cuerpos de agua que fueron rellenados.



Mapa 72. Antecedentes de hundimiento regional

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE DIRECCIÓN DE GOBIERNO Y PROTECCIÓN CIVIL.

Tabla 76. Antecedentes de Hundimientos

Año	Incidentes	Colonias con mayores afectaciones
2022	37	San Pablo de las Salinas Lázaro Cárdenas Fraccionamiento Jardines Unidad Morelos 3ra Sección Unidad Morelos 2da Sección Unidad Habitacional Plaza el Kiosco
2023	61	
2024	8	
Total:		**106**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS BASE DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL Y BOMBEROS.

Tabla 77. Antecedentes de socavón

Año	Incidentes		Colonias con mayores afectaciones
2022	4		Fraccionamiento Real del Bosque Prados El Tesoro Rinconada San Marcos
2023	17	La Sardaña	
2024	1		
Total:			**22**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS BASE DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL Y BOMBEROS

Hundimientos por fallas

Los **descensos de la superficie terrestre** producidos por fallas geológicas ocurren a lo largo de planos de ruptura en el sustrato rocoso. Estas fallas permiten el deslizamiento de bloques del terreno, aunque generalmente este proceso es **lento y de baja magnitud**, registrando desplazamientos del orden de milímetros por año. [73]

En el municipio de Tultitlán se han identificado **tres segmentos de fallas normales** al sur, en la zona colindante con los municipios de **Tlalnepantla de Baz** y **Cuautitlán Izcalli**, con una longitud promedio de **4 km**. Estas fallas atraviesan zonas urbanizadas y áreas naturales protegidas como el **Parque Estatal "Sierra de Guadalupe"**, lo que representa un riesgo

[73] (Tomás Jover, 2009)

para la infraestructura, servicios básicos y la población asentada en estas áreas[74] (ver Mapa 7).

El sistema estructural predominante tiene una orientación **N45°E**, que se asocia con el sistema de **cizallamiento de Tenochtitlán**. Las fallas principales dentro del municipio son:

- **Falla Tlayacampa**
- **Falla Chilpan**
- **Falla La Quebrada** (ubicada hacia el centro del municipio)

Las dos primeras forman parte de la **Fosa de Barrientos**.

La existencia y actividad de estas fallas puede generar múltiples procesos geológicos peligrosos, entre ellos:

- **Deslizamiento de terreno** en zonas cercanas a elevaciones o domos volcánicos.
- **Derrumbes** por pérdida de estabilidad en zonas montañosas o en las inmediaciones de las fallas.
- **Desprendimientos de tierra** a partir del escarpe de falla.
- **Formación de grietas visibles**, que pueden atravesar calles, lotes y edificaciones.
- **Microsismos locales** vinculados al movimiento de las fallas.
- **Deformaciones** en calles y viviendas por el desplazamiento horizontal o vertical del terreno.
- **Licuefacción de suelos**, en especial en terrenos arenosos y saturados de agua, lo cual reduce su resistencia y puede provocar fallos estructurales.

Estos fenómenos son evidencia de que las fallas del municipio **están activas** y que las zonas cercanas a ellas presentan un riesgo geológico latente. Por lo tanto, es fundamental considerar estas áreas como **zonas de amenaza natural alta**.

De acuerdo con la **Actualización del Atlas de Riesgos del Municipio de Tultitlán (2024)**, se han identificado al menos **cinco hundimientos asociados directamente a la presencia de fallas geológicas o fracturas del subsuelo**:

1. **Condominio en Hacienda San Pablo**
2. **Condominio en La Isla**

[74] (Gob_Digital, 2022)

3. **Multifamiliar en la colonia San Pablo de las Salinas**, con hundimientos severos por presencia de falla en suelo lacustre.
4. **Unidad habitacional en San Pablo de las Salinas**, con estructuras agrietadas.
5. **Condominios en Prados A**

Estas zonas presentan daños estructurales que han obligado al **desalojo de edificios**, como en el caso de **Jardines de San Pablo**, donde INFONAVIT intervino para proteger a los habitantes (ver Imagen 22 a Imagen 24).

Imagen 22. Inclinación de edificios por hundimiento por explotación de acuíferos. Jardines de San Pablo, en San Pablo de las Salinas. Actualmente el edificio los desalojó INFONAVIT por el riesgo que implica habitarlos

Fuente: Actualización del Atlas de Riesgos del Municipio de Tultitlán, Estado de México.

Imagen 23. Asentamientos humanos en terrenos inclinados generados por procesos tectónicos: Falla la Quebrada, Colonia Tulipanes

Fuente: Actualización del Atlas de Riesgos del Municipio de Tultitlán, Estado de México.

Imagen 24. Amenaza de deslizamiento de tierra y derrumbes en terrenos afectados por la Falla La Quebrada, Colonia Tulipanes

FUENTE: ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TULTITLÁN, ESTADO DE MÉXICO.

El municipio presenta **hundimientos clasificados como de nivel 1**, es decir, con un **nivel de peligro muy alto**. Las causas principales son:

- La **extracción intensiva de agua subterránea**.
- El **desecamiento de antiguos lagos** en el Valle de México.

Durante la actualización del Atlas de Riesgos en 2024, se realizó una evaluación en campo, identificando zonas críticas por hundimientos, principalmente en el **oriente del municipio**, en los límites con **Jaltenco** y **Tonanitla**.

A continuación, se presenta una síntesis de las áreas con mayor exposición al riesgo por hundimiento (ver Tabla 78):

Tabla 78. Asentamientos, población y viviendas en riesgos por hundimientos

Riesgo	Población	Viviendas	Asentamientos ubicados en zonas de riesgo
Muy alto	61,220	21,188	Alborada I, Alborada II, Casitas San Pablo, Celeste, Claustros III, Claustros IV, Claustros V, Coyoli Martínez, Cristal, El Campanario, El Faro, El Portal, El Reloj, El Roció, Emilio Chuayffet Chemor, Fortuna, Galaxia Tultitlán, Granjas San Pablo, Gustavo Baz Prada, Hacienda San Pablo, Hogares de Castera, Hogares de Castera Manzana A y B, IMMEX II, Infonavit Lote 12, Isidro Fabela, Izcalli, Rinconada, Izcalli San Pablo, Jardines San Pablo, Kristal, La Chinampa, La Esperanza, La Granja II Lt 118 B, La Isla, Las Almenas, Las Estepas, Las Fuentes Tultitlán, Las Laderas, Las Llanuras, Las Tórtolas, Lava Lote 52, Llanura Verde, Lomas de San Pablo, Los Agaves, Los Arcos, Los Claustros VI, Los Faroles, Los Tejados, Lote 104, Lote 105 Solidaridad Social, Lote 41, Lote 48, Lote 49, Lote 50 A y B, Lote 56, Lote 59 Pte., Lote 62, Lote 64, Lote 84, Lote 92, Lote 93 Las Amalias, Lote 115 Ébano, Magnolias, Magnolias 2000, Unidad Morelos 2da.Sección, Unidad Morelos 3ra.Sección, Parque San Pablo, Pensamiento, Plaza del Kiosco, Prados A, Prados B, Residencial Magnolias, Residencial Morelos I, Residencial Morelos III, San Pablo, San Pablo de Castera, San Pablo de Las Salinas, San Pablo II, San Pablo III, San Pablo III B, Sustitución Arista, Villas de San Pablo, Villas de Tultitlán, Villas Loreto.
Alto	47,170	15,370	
Medio	6,033	2,519	

Riesgo	Población	Viviendas	Asentamientos ubicados en zonas de riesgo
Total	**114,423**	**39,077**	

Fuente: Elaboración con datos de la Actualización del Atlas Municipal de Riesgos. [75]

De acuerdo con lo que establece el CENAPRED sobre los riesgos geológicos más los hidrometeorológicos (dependiendo de su causa), y con base en los registros observados a nivel local (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), se puede inferir que el **m es de agosto presenta condiciones críticas para la formación de socavones**, debido a los siguientes factores:

- **Alta precipitación acumulada**: Agosto corresponde a la temporada de lluvias más intensas en muchas regiones del país, lo cual genera saturación del suelo.
- **Infiltración de agua en el subsuelo**: Las lluvias fuertes favorecen la entrada de agua a través de grietas o fallas en el pavimento, así como a través de sistemas de drenaje ineficientes.
- **Erosión interna del terreno**: El agua acumulada puede disolver o arrastrar partículas del subsuelo, formando vacíos subterráneos que eventualmente colapsan.
- **Infraestructura vulnerable**: En zonas con redes hidráulicas antiguas o mal mantenidas, las fugas agravan la saturación del suelo y aceleran el debilitamiento estructural del terreno.

Como resultado, se incrementa la probabilidad de aparición de socavones, especialmente en áreas urbanas densamente construidas con drenaje insuficiente o envejecido.

Tabla 79. Antecedentes

Fecha	Calle	Colonia
24/01/2024	San Miguel	Rinconada San Marcos
19/03/2024	rayo	U.H. Morelos
23/04/2024	Elcivo s/n	La Isla
10/05/2024	Tianguistengo	Bo. La Concepción
17/05/2024	Libertad	Libertad
06/06/2024	Lote85	EL RELOJ
01/08/2024	Andador del Valle no.602	CD. LABOR
02/08/2024	Andador del Valle no.60	CD. LABOR
05/08/2024	Tultepec	Solidaridad 3ra Secc.
05/08/2024	Jacarandas	Jardines de la Cañada
27/08/2024	S/D	S/D
19/09/2024	S/D	S/D
21/09/2024	S/D	S/D
27/09/2024	S/D	S/D
02/11/2024	S/D	S/D
07/11/2024	S/D	S/D

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por Protección Civil de Tultitlán

[75] (Gobierno Municipal - Tultitlán, 2013)

Agrietamiento

Los agrietamientos geológicos se manifiestan como una serie de fisuras en el terreno que se profundizan hacia el subsuelo. Estas grietas, generalmente alargadas, presentan una abertura variable que puede ir desde unos pocos centímetros hasta varias decenas de centímetros. En conjunto, pueden formar alineamientos lineales que se extienden desde cientos de metros hasta algunos kilómetros. Este fenómeno suele presentarse de manera simultánea con otros procesos geodinámicos, como hundimientos del terreno, socavones, colapsos por licuefacción, corrimientos de tierra y formación de oquedades.

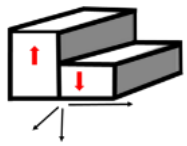
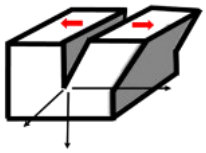
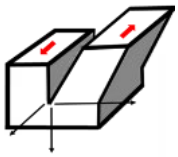
Estas deformaciones del subsuelo, tales como aberturas, desplazamientos y desniveles, afectan directamente a las construcciones, provocando cuarteaduras estructurales e incluso desplomes, lo que evidencia la peligrosidad del fenómeno en zonas urbanas.

En México, persiste un debate técnico y académico respecto a los términos más adecuados para describir este fenómeno, ya sea como "agrietamiento" o "fracturamiento" del suelo.

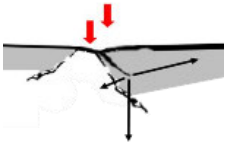
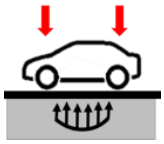
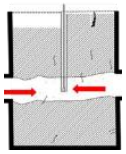
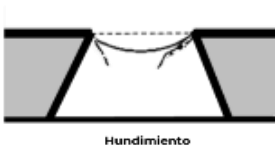
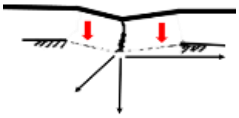
Independientemente de la terminología empleada, el agrietamiento del terreno implica un desequilibrio mecánico en el medio geológico, generado por sobrecargas estáticas, tensiones internas y presiones dinámicas.

Su origen puede atribuirse a uno o varios de los mecanismos descritos en la Tabla 80, entre los cuales se incluyen: [76]

Tabla 80. Tipos de agrietamiento

Origen	Características	Imagen
Tectónica	En estos casos, el agrietamiento se origina debido al movimiento de una falla geológica o un sismo. Esto puede explicarse por la tensión cortante o el deslizamiento, en el que las caras de la grieta se desplazan una respecto a la otra en una dirección perpendicular a su vértice debido a una separación asimétrica. Como resultado, se produce un desplazamiento tanto tangencial como perpendicular al frente de la grieta.	
Esfuerzos de tensión	Dependen de la estabilidad, plasticidad, elasticidad y propagación de los esfuerzos en los materiales del suelo. Se producen cuando los planos de la grieta se separan, lo que genera una abertura simétrica con un desplazamiento relativo entre las caras opuestas, en dirección perpendicular a la superficie de fractura debido a la tensión normal en el plano de ruptura.	
Rotura transversal	Se le conoce como tensión cortante o torsión, en la que las caras de la grieta se deslizan una sobre la otra con un desplazamiento paralelo al frente de la grieta, resultado de la aplicación de un esfuerzo de torsión.	
Fracturamiento hidráulico	Durante lluvias intensas, el agua se infiltra y causa encharcamientos, lo que genera esfuerzos de punzonamiento en la “punta” de la grieta, aumentando su profundidad y anchura. Además, la circulación del agua dentro de la grieta provoca erosión interna, lo que intensifica los agrietamientos y puede crear cavidades en el subsuelo, que, al colapsar, originan hundimientos repentinos.	

[76] (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2022)

Origen	Características	Imagen
Estratigrafía y transición abrupta	Cuando existen capas intercaladas o litologías con resistencias variables, en las zonas de contacto se genera una deformación que da lugar a la formación de grietas en las áreas de transición.	
Desgaste de materiales	Las fuerzas mecánicas que afectan la superficie y los cambios de temperatura son responsables de estos agrietamientos, los cuales son frecuentes en las carpetas asfálticas, banquetas o pisos de concreto.	
Extracción de recursos naturales del subsuelo	Extracción por bombeo en pozos de agua.	
Rellenos	Como se mencionó antes, estas obras suelen originarse por actividades humanas como excavaciones y rellenos mal compactados. Con el tiempo, el suelo en el centro de la excavación se deforma y las grietas en los bordes aumentan. Este tipo de agrietamiento es común en obras públicas, especialmente al instalar tuberías o cuando se rompe el drenaje y el material del subsuelo se filtra por la tubería rota.	
Hundimiento	Provoca agrietamientos por tensión interna (estiramiento), siendo destructivo por el hundimiento desigual del terreno. Aunque es un proceso gradual, los principales riesgos incluyen daños en construcciones, tuberías, edificios, y en infraestructuras como líneas eléctricas, carreteras y puentes.	 Hundimiento 

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DEL CENAPRED

Causas

- La subsidencia o hundimiento progresivo del subsuelo;
- La aceleración de dicho hundimiento debido a la extracción intensiva de agua subterránea, lo cual está directamente relacionado con el contenido de humedad en el terreno;
- El lento y variable corrimiento de tierra, frecuentemente influido por la infiltración de agua en el subsuelo.

Un factor clave en el deterioro del terreno es la pérdida de la cubierta vegetal, la cual cumple una función esencial en la protección del suelo frente a la erosión y la degradación. La remoción de esta cobertura, resultado de procesos como la deforestación, la expansión urbana o la agricultura intensiva, expone el suelo a la acción directa de los elementos, facilitando su descomposición y reduciendo su capacidad para retener nutrientes y humedad.

Además, la falta de una adecuada planificación territorial, especialmente en zonas de crecimiento urbano, agrava esta problemática. La construcción de infraestructuras sin considerar las características geotécnicas del terreno incrementa el riesgo de inestabilidad. A

esto se suma la sobreexplotación de acuíferos, particularmente en regiones agrícolas, lo cual contribuye de manera significativa a la subsidencia y, en consecuencia, al agrietamiento del suelo.

Antecedentes

Un estudio del INEGI (2021–2022) identificó a **Tultitlán** como uno de los **17 municipios del Estado de México afectados por subsidencia gradual del terreno** (ver Mapa 74). Este fenómeno ocurre cuando el suelo cede progresivamente, lo que puede eventualmente provocar grietas en superficie.[77]

Además, en un análisis geológico local se menciona que el **agrietamiento superficial puede derivar de tensiones en el subsuelo** debidas a procesos como compresión de arcillas, drenaje, peso de edificaciones o licuefacción en zonas saturadas.[78]

El Colegio Mexiquense advierte que el **desequilibrio entre extracción y recarga del agua subterránea**, combinado con la composición geológica del suelo, crea predisposición a **fracturamientos y socavones**. Aunque esto no es específico de Tultitlán, es relevante como condición regional.

Por lo que en el presente año se realizó un estudio de recuperación de muestras de suelo por medio de Sondeos de Penetración Estándar (SPT) y pruebas de Piezocono (CPTu), las cuales ayudaran a tener un perfil del suelo que se encuentra dentro del territorio.

Exploración de campo

Con el objetivo de conocer las características físicas, índice y mecánicas del subsuelo bajo el área de desplante de la estructura, se decidió efectuar una etapa de exploración basada en la ejecución de **ocho pruebas a lo largo de la zona Oriente** (Mapa 73) de 20 a 40 m de profundidad (Tabla 81), lo que permitirán tener un mejor conocimiento de las posibles afectaciones, obras y la toma de decisiones que puedan reducir los efectos de los hundimientos.

Tabla 81. Ubicación sondeos para la extracción de suelo.

NOMBRE	LATITUD	LONGITUD	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD
SM-01	19.675995	-99.074335	Col. Las Tórtolas	20 m
SM-02	19.667178	-99.071938	Col Hacienda San Pablo	20 m
SM-03	19.66107563	-99.08616347	Col. Las Granjas	20 m
SM-04	19.6684027	-99.07954164	U.H. San Pablo	20 m

[77] (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2021)

[78] (Universidad Nacional Autónoma de México, 2019)

NOMBRE	LATITUD	LONGITUD	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD
SM-05	19.676656	-99.089137	Col. Casitas San Pablo	30 m
SM-06	19.678505	-99.102201	Col. Bonito Tultitlán	40 m
SM-07	19.671451	-99.08286881	Col Alborada II	20 m
SM-08	19.65952174	-99.07471581	Col. San Pablo III B	20 m

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Sondeo Mixto

Se empleó el método de penetración estándar para la obtención de muestras representativas del sitio, el cual consiste en dejar caer libremente desde una altura de 76 cm un martinete con 64.5 kg de peso, sobre un yunque acoplado a una sarta de tubería de perforación y en cuyo extremo inferior se encuentra un penetrómetro. De esta manera se puede estimar la resistencia al esfuerzo cortante del terreno en suelos granulares (arenas y/o gravas), mediante el número de golpes necesarios para hincar los 30 cm intermedios del penetrómetro. Para mantener estables las paredes laterales de la perforación en el sondeo es necesaria la introducción de un lodo bentónico que se va fijando a éstas.

Con el fin de investigar las características del subsuelo a mayor profundidad y tener parámetros mecánicos del suelo, se realizaron dos sondeos mixtos con una profundidad del orden de 12.35 y 10.48 m, para lo cual se empleó una máquina perforadora LONGYEAR 34, con su respectiva bomba para lodos tipo Moyno 3L-6 y torre de 5 m; tubería de perforación y ademe NW.

Durante los trabajos de exploración del sondeo mixto, no se observó el nivel de aguas freáticas. Todas las muestras recuperadas, se protegieron para evitar la pérdida de humedad, se programaron y enviaron al laboratorio, para efectuar los ensayes necesarios (Foto 19 a Foto 34).

Foto 19. Muestra recuperada del SM-02 a una profundidad de 4.40cm a 5.00cm

Foto 20. Muestra recuperada del SM-02 a una profundidad de 15.80cm a 16.40cm

Foto 21. Muestra recuperada del SM-01 a una profundidad de 7.50cm a 8.10cm

Foto 22. Muestra recuperada del SM-01 a una profundidad de 17.70cm a 18.30cm

Foto 23. Muestra recuperada del SM-03 a una profundidad de 1.20cm a 1.42cm

Foto 24. Muestra recuperada del SM-03 a una profundidad de 10.40cm a 11.00cm

Foto 25. Muestra recuperada del SM-04 a una profundidad de 3.60cm a 4.20cm

Foto 26. Muestra recuperada del SM-04 a una profundidad de 19.80cm a 20.08cm

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

Foto 27. Muestra recuperada del SM-05 a una profundidad de 0.00cm a 0.60cm

Foto 28. Muestra recuperada del SM-05 a una profundidad de 17.80cm a 18.40cm

Foto 29. Muestra recuperada del SM-06 a una profundidad de 12.60cm. a 13.20cm

Foto 30. Muestra recuperada del SM-06 a una profundidad de 29.40cm. a 29.70cm

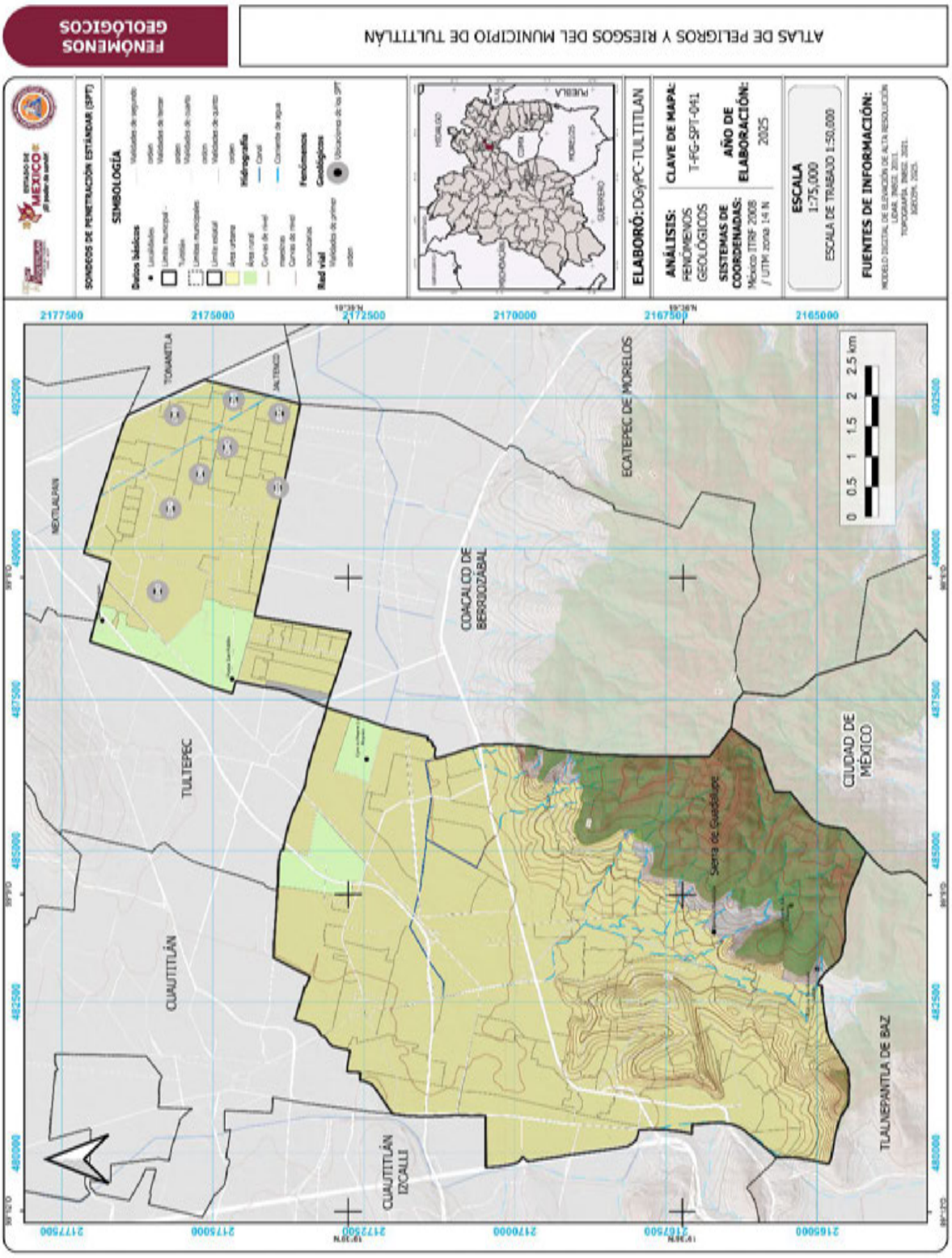
Foto 31. Muestra recuperada del SM-07 a una profundidad de 0.20cm a 0.80cm

Foto 32. Muestra recuperada del SM-07 a una profundidad de 9.40cm a 10.00cm

Foto 33. Muestra recuperada del SM-08 a una profundidad de 5.00cm a 5.60cm.

Foto 34. Muestra recuperada del SM-08 a una profundidad de 11.60cm a 12.20cm.

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00



Mapa 73. Sondeos de penetración estándar (SPT).

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Pruebas de laboratorio

Propiedades índices

Son pruebas realizadas en un laboratorio que proporcionan información necesaria y fundamental sobre las **propiedades físicas** de los suelos, como son **tamaño de grano** (granulometría), propiedades de deformación sin romperse (límites de consistencia), contenido de agua, entre otros para poder generar una clasificación y caracterización de éstos.

A continuación, se presentan algunos resultados de las pruebas realizadas por un laboratorio acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), con registro **C-1737-337/24**.

- Contenido natural de agua. Es una relación entre la masa del material sólido (partículas de suelo) y la masa de agua, usualmente se expresa en porcentaje. Esta propiedad determina la capacidad que tiene un suelo a retener un líquido, en la Imagen 25 e Imagen 26 se muestran los resultados obtenidos para los sondes realizados.

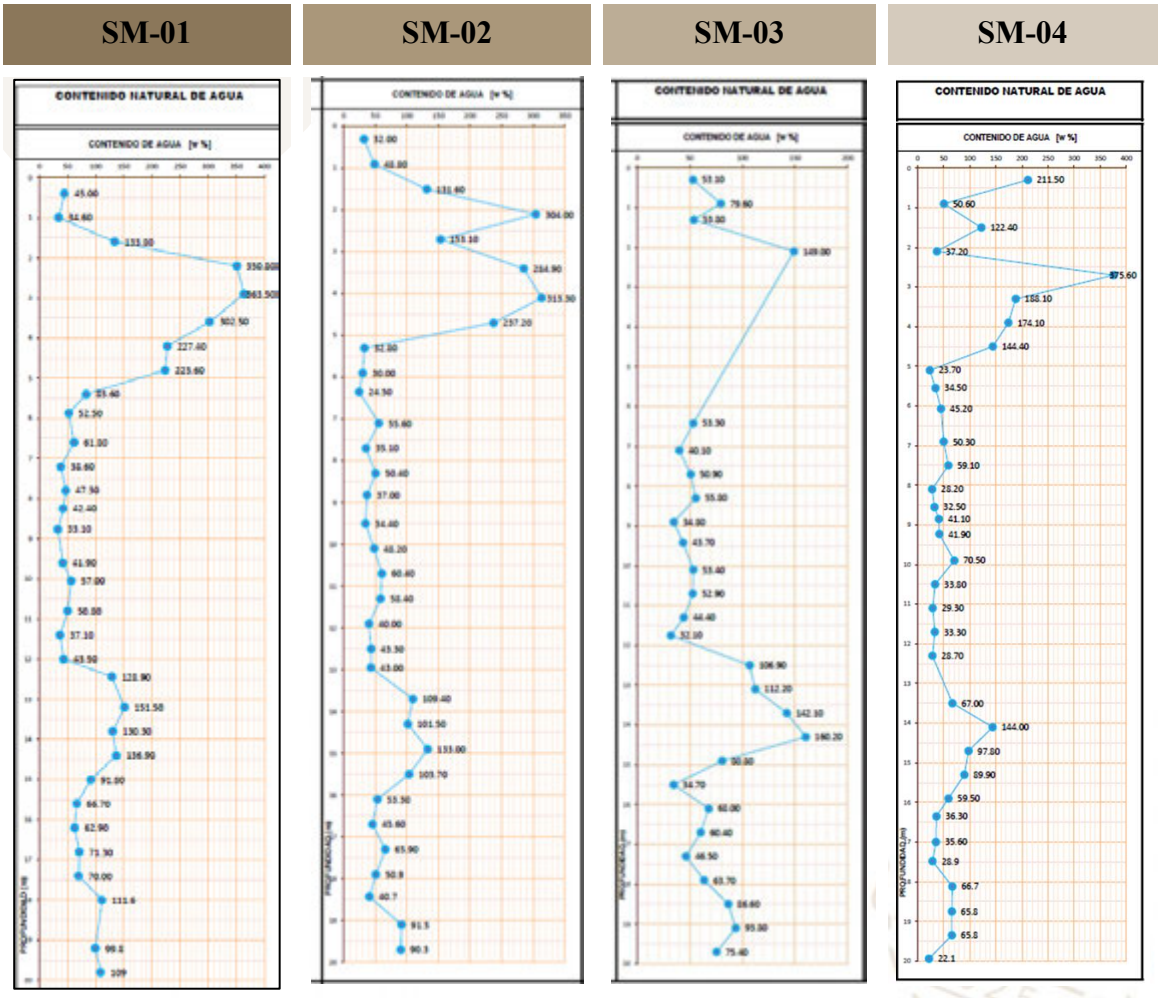


Imagen 25. Representación de contenido de agua de los sondeos SM-01 a SM-04 de acuerdo con sus profundidades de recuperación de muestra.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE PRUEBAS DE LABORATORIO (ASTM D 2216)

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

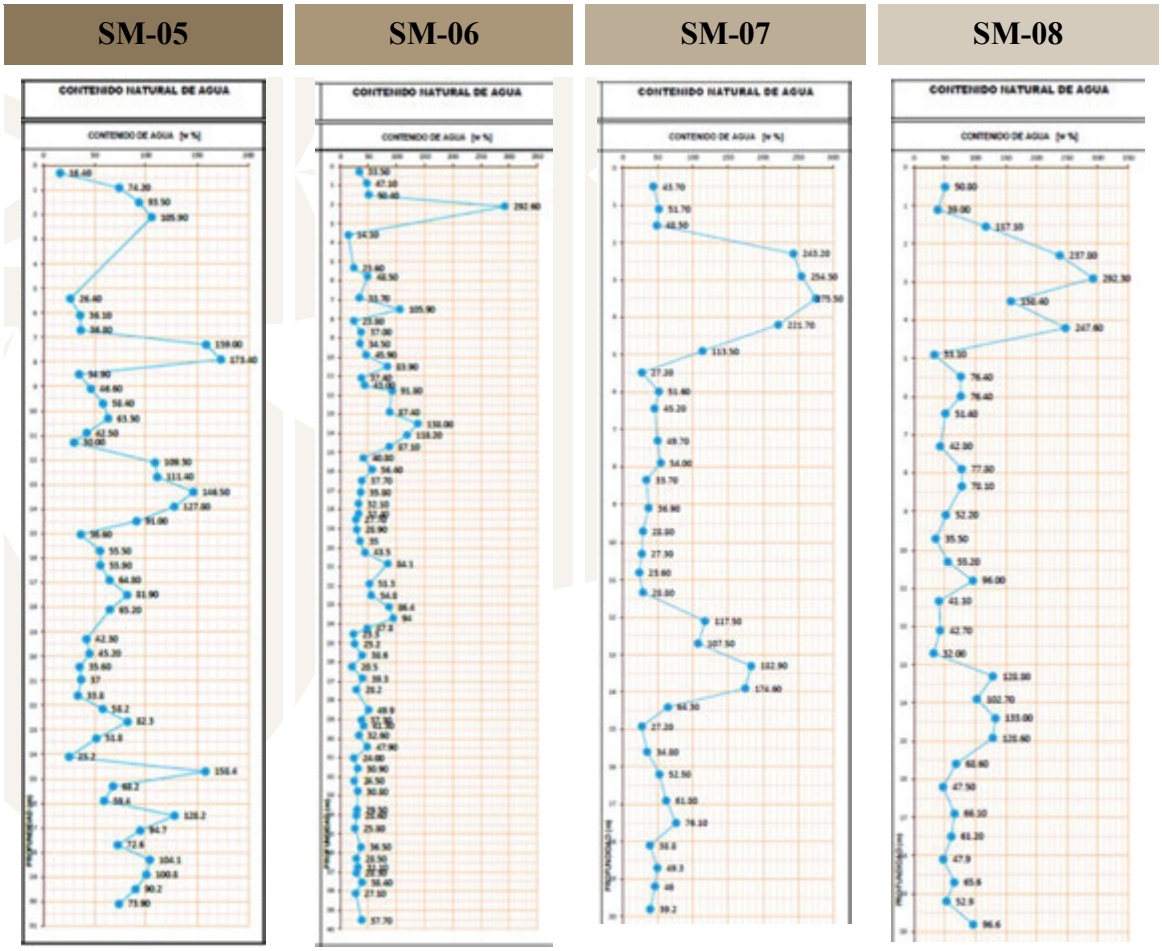


Imagen 26. Representación de contenido de agua de los sondeos SM-05 a SM-08 de acuerdo con sus profundidades de recuperación de muestra.

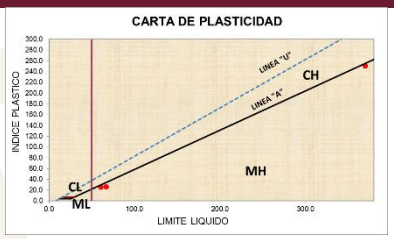
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE PRUEBAS DE LABORATORIO (ASTM D 2216)

Límites de Atterberg (Límites de consistencia)

Esta propiedad es para suelos finos e indica el cambio que puede tener respecto a su estado y consistencia tomando en cuenta el contenido de agua de los suelos, esto permite realizar una clasificación del suelo de acuerdo con esta propiedad denominada Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). A continuación, se presentan algunos resultados obtenidos en laboratorio (Tabla 82 a Tabla 85).

Tabla 82. Resultado de límites de consistencia del SM-01.

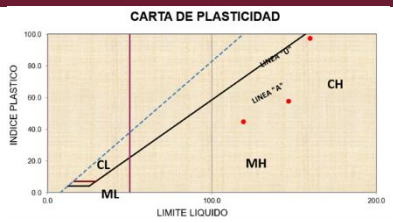
Muestra	Profundidad (m)		LL (%)	LP (%)	IP	SUCS
5	2.50	3.30	369.7	119.1	250.7	MH
18	11.10	11.70	66.8	40.4	26.4	MH
26	15.90	16.50	60.7	35.0	25.7	MH



Fuente: Elaboración propia a partir de pruebas de laboratorio (ASTM D 4318).

Tabla 83. Resultado de límites de consistencia del SM-03.

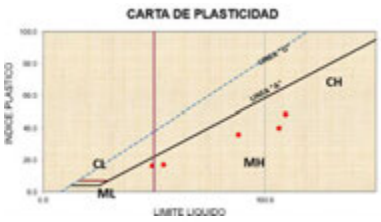
Muestra	Profundidad (m)		LL (%)	LP (%)	IP	SUCS
4	1.80	2.40	146.8	89.5	57.3	MH
18	14.00	14.60	160.1	63.0	97.1	MH
26	18.80	19.40	119.5	75.2	44.3	MH



Fuente: Elaboración propia a partir de pruebas de laboratorio (ASTM D 4318).

Tabla 84. Resultado de límites de consistencia del SM-05.

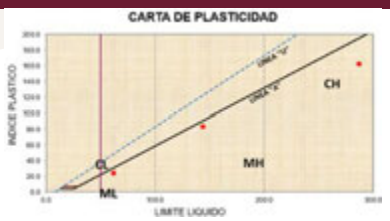
Muestra	Profundidad (m)		LL (%)	LP (%)	IP	SUCS
4	1.80	2.40	106.7	66.9	39.8	MH
11	8.80	9.40	49.4	33.3	16.1	ML
21	14.80	15.25	54.5	37.7	16.9	MH
33	22.00	22.30	88.3	52.8	35.5	MH
42	28.00	28.60	109.5	61.4	48.0	MH



Fuente: Elaboración propia a partir de pruebas de laboratorio (ASTM D 4318).

Tabla 85. Resultado de límites de consistencia del SM-05.

Muestra	Profundidad (m)		LL (%)	LP (%)	IP	SUCS
7	3.80	4.60	287.6	126.0	161.6	MH
13	7.60	8.20	62.4	39.1	23.3	MH
22	13.00	13.60	144.3	61.5	82.8	MH



Fuente: Elaboración propia a partir de pruebas de laboratorio (ASTM D 4318).

Análisis Granulométrico

Esta propiedad se determina tomando en cuenta la distribución del tamaño de los granos o partículas que componen una muestra de suelo, separándolas por tamaños que se van determinando a partir de técnicas de tamizaje. En la Tabla 86 a Tabla 89 se presentan algunos resultados granulométricos.

Tabla 86. Resultados de granulometría del SM-02.

Muestra	Profundidad (m)		G	A	F
			(%)		
6	3.00	3.80	0	2.7	97.3
9	5.00	5.60	0	83.8	16.2

Fuente: Elaboración propia a partir de pruebas de laboratorio (ASTM D 422).

Tabla 87. Resultados de granulometría del SM-04.

Muestra	Profundidad (m)		G	A	F
			(%)		
10	5.40	5.70	0	34.0	66.0
21	12.0	12.6	0	26.7	73.3

Fuente: Elaboración propia a partir de pruebas de laboratorio (ASTM D 422).

Tabla 88. Resultados de granulometría del SM-06.

Muestra	Profundidad (m)		G	A	F
			(%)		
5	4.80	5.25	0	81.5	18.5

Fuente: Elaboración propia a partir de pruebas de laboratorio (ASTM D 422).

Tabla 89. Resultado de granulometría del SM-08.

Muestra	Profundidad (m)		G	A	F
			(%)		
6	3.00	3.80	0	20	80
8	4.40	5.00	0	68.9	31.1
21	12.20	12.35	0	30.0	70.0

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE PRUEBAS DE LABORATORIO (ASTM D 422).

Las pruebas recuperadas en campo y las realizadas en laboratorio permitieron la identificación de los siguientes materiales:

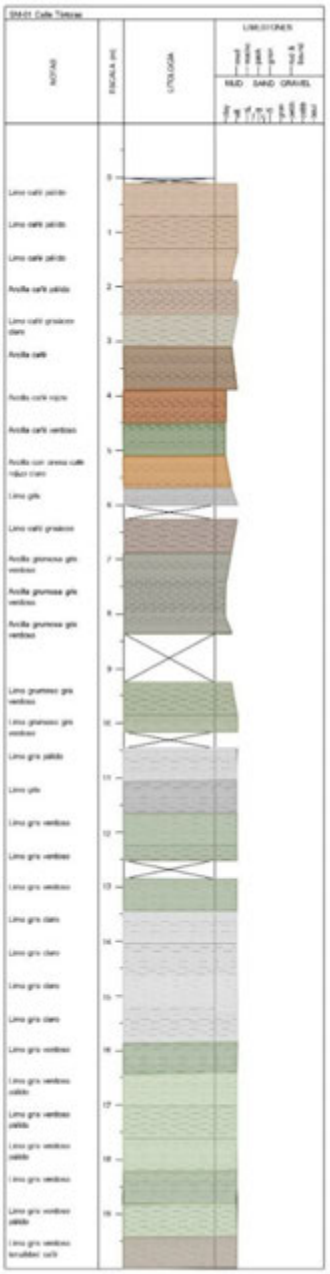
- **Arena**. Este tipo de material este compuesto por partículas de un tamaño que va de 2 a 0.060 mm, aun son visibles a simple vista y al tener contacto con el agua se separan fácilmente.
- **Limo**. Está compuesto por partículas que tienen un tamaño que va de los 0.060 a 0.002 mm. Tienen la capacidad de retener el agua y generar un material pastoso, que al golpearlo puede segregar el agua retenida. Se puede clasificar en dos tipos, de **baja compresibilidad** y de **alta compresibilidad.**
    - **Limo de baja compresibilidad (ML).** Es un material impermeable, esto quiere decir que no deja pasar los líquidos, tiene una resistencia a la deformación de media a baja, esto quiere decir que puede ser deformado al sobrepasar un peso determinado, pueden generar asentamientos grandes.
    - **Limo de alta compresibilidad (MH).** Es un material muy impermeable, en el caso que no se encuentre fracturada, cuenta con una resistencia a la deformación baja, esto quiere decir que puede ser deformada con sobrepasar un peso determinado generando grandes asentamientos en el terreno. **Este tipo de material es el que se puede encontrar dentro de la zona de estudio.**

- **Arcilla.** Compuestas por partículas que tienen un tamaño inferior a los 0.002 mm y tienen la capacidad de retener mayores cantidades de agua, por lo que este tipo de material puede deformarse con mayor facilidad al estar expuesto a grandes pesos o al extraer el agua retenida.
    - En la zona de estudio **se encuentra** una **arcilla de alta compresibilidad (CH),** esto quiere decir que el material es muy impermeable, presenta una resistencia a la deformación baja, esto quiere decir que puede ser deformada con facilidad, generando grandes asentamientos en el terreno.

Con apoyo de los datos obtenidos en campo, los datos de laboratorio y el estudio de Zonificación Sísmica realizado en el 2024, se determinó la estratigrafía de los sondeos estratégicamente ubicados, que, a su vez, permitió corroborar y determinar de mejor manera los límites dicha Zonificación (Mapa 63). A continuación, se describe la secuencia estratigráfica representativa del material obtenido del subsuelo:

Estratigrafía SM-01, calle las Tórtolas

De 0.00 a 1.30 m	*Relleno* *Formado por limo color café de tonalidad pálida, de consistencia muy rígida.*
De 1.30 a 5.10 m	*Unidad Geotécnica (UG-01)* *Formada por arcilla de alta plasticidad (CH) color café de distintas tonalidades, de consistencia muy blanda.*
De 5.10 a 12.90m	*Unidad Geotécnica (UG-02)* *Formada por limo de alta plasticidad (MH) color café y gris de distintas tonalidades, de consistencia dura.*
De 12.90 a 15.90 m	*Unidad Geotécnica (UG-03)* *Formada por limo de alta plasticidad (MH) color gris de distintas tonalidades, de consistencia media.*
De 15.90 a 18.30 m	*Unidad Geotécnica (UG-04)* *Formada por limo de alta plasticidad (MH) color gris verdoso, de consistencia muy rígida.*
De 18.30 a 20.10m	*Unidad Geotécnica (UG-05)* *Formada por limo de alta plasticidad (MH) color gris verdoso, de consistencia rígida a muy rígida.*



Estratigrafía SM-02, Parque El Kiosco

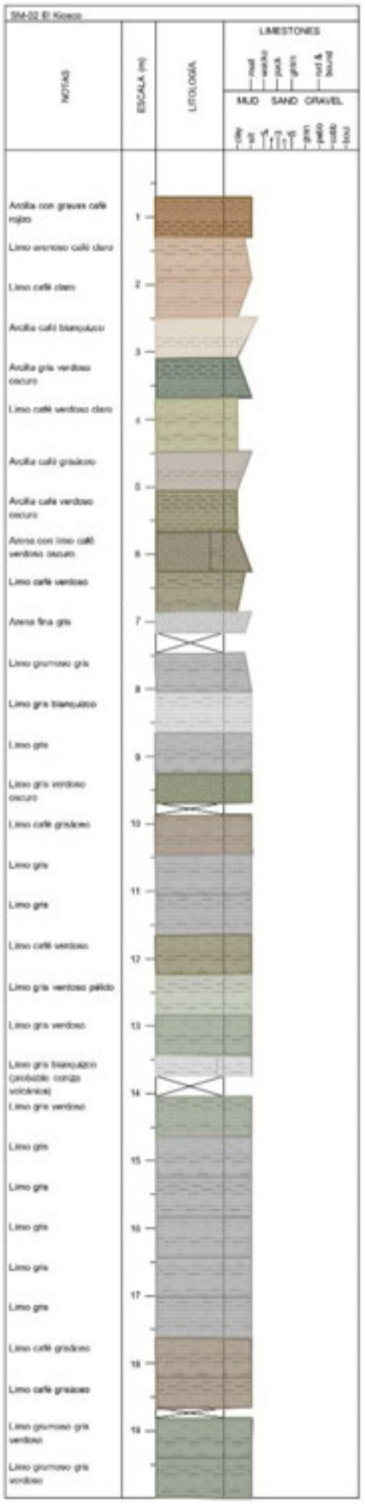
De 0.00 a 1.20 m *Relleno*
Formado por arcilla con gravas y limo arenoso color café de distintas tonalidades, de consistencia muy rígida.

De 1.20 a 5.00 m *Unidad Geotécnica (UG-01)*
Formada por arcilla de alta plasticidad (CH) color café claro de distintas tonalidades, de consistencia muy blanda.

De 5.00 a 13.40m *Unidad Geotécnica (UG-02)*
Formada por limo de alta plasticidad (MH) color café y gris de distintas tonalidades, de consistencia muy firme y dura.

De 13.40 a 15.80 m *Unidad Geotécnica (UG-03)*
Formada por limo de alta plasticidad (MH) color gris de distintas tonalidades, de consistencia media.

De 15.80 a 20.00 m *Unidad Geotécnica (UG-04)*
Formada por limo de alta plasticidad (MH) color gris verdoso, de consistencia rígida a muy rígida.



Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

Estratigrafía SM-03, Colonia Granja

De 0.00 a 1.80 m — *Relleno*
Formado por gravas empaquetadas en arcilla y arcilla poco arenoso color café de distintas tonalidades, de consistencia media a dura.

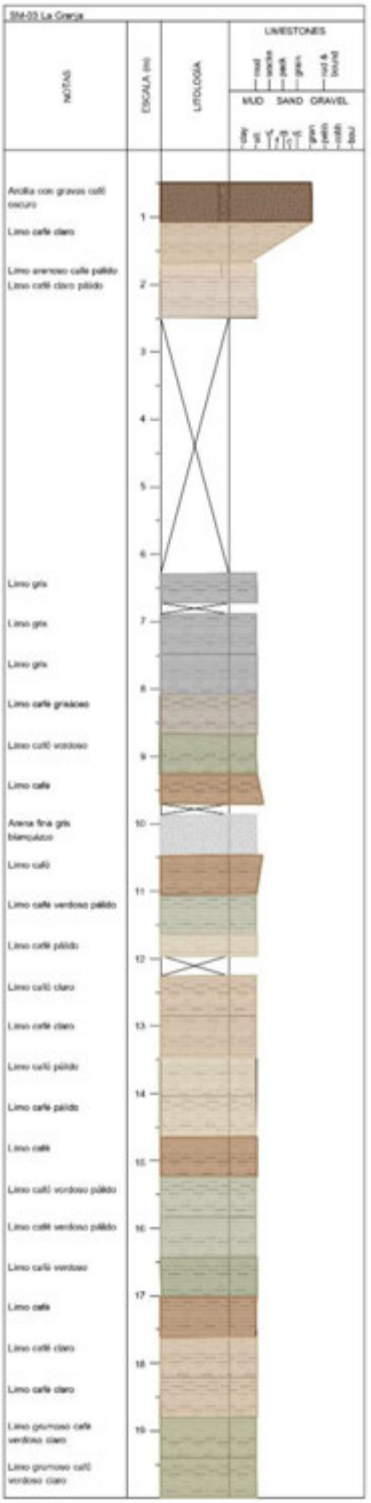
De 1.80 a 6.20 m — *Unidad Geotécnica (UG-01)*
Formada por arcilla de alta plasticidad (CH) color café claro de distintas tonalidades, de consistencia muy blanda.

De 6.20 a 12.20m — *Unidad Geotécnica (UG-02)*
Formada por limo de alta plasticidad (MH) color café y gris de distintas tonalidades, de consistencia dura.

De 12.20 a 15.20 m — *Unidad Geotécnica (UG-03)*
Formada por limo de alta plasticidad (MH) color gris de distintas tonalidades, de consistencia media.

De 15.20 a 18.20 m — *Unidad Geotécnica (UG-04)*
Formada por limo de alta plasticidad (MH) color gris verdoso, de consistencia muy rígida.

De 18.20 a 20.00m — *Unidad Geotécnica (UG-05)*
Formada por limo de alta plasticidad (MH) color gris verdoso, de consistencia rígida a muy rígida.



x

Estratigrafía SM-04, Colonia Prados del Norte

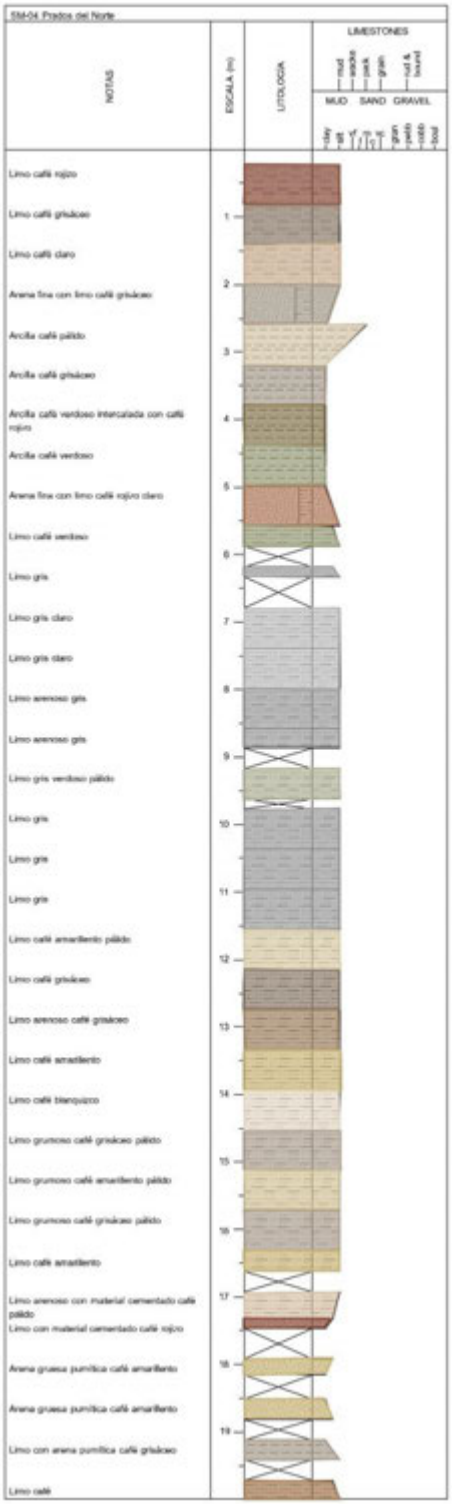
De 0.00 a 2.40 m — *Relleno*
Formado por limo color café de tonalidad pálida, de consistencia muy rígida.

De 2.40 a 5.10 m — *Unidad Geotécnica (UG-01)*
Formada por arcilla de alta plasticidad (CH) color café de distintas tonalidades, de consistencia muy blanda.

De 5.10 a 13.80m — *Unidad Geotécnica (UG-02)*
Formada por limo de alta plasticidad (MH) color café y gris de distintas tonalidades, de consistencia dura.

De 13.80 a 16.20 m — *Unidad Geotécnica (UG-03)*
Formada por limo de alta plasticidad (MH) color gris de distintas tonalidades, de consistencia media.

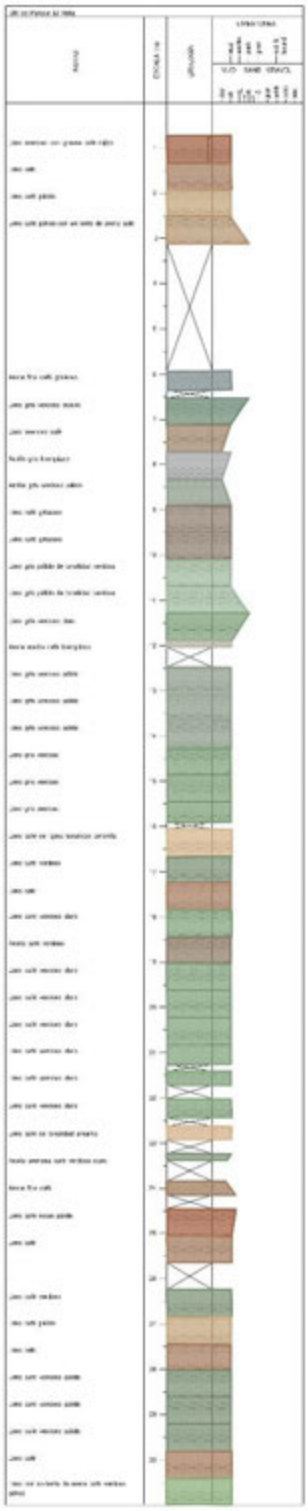
De 16.20 a 20.08 m — *Unidad Geotécnica (UG-04)*
Formada por limo de alta plasticidad (MH) color gris verdoso, de consistencia rígida a muy rígida.



Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

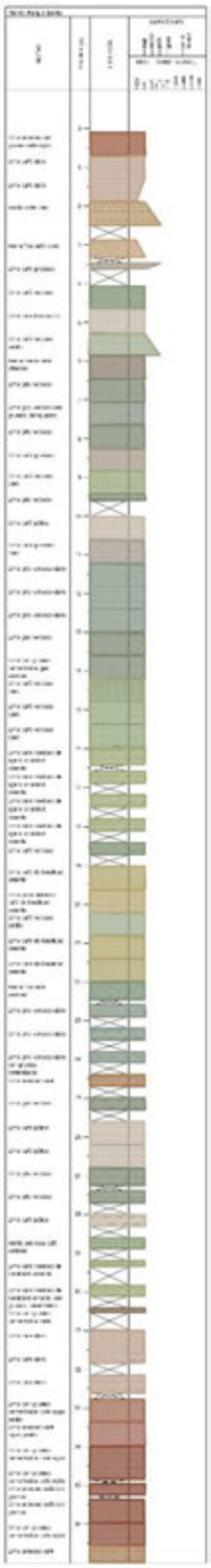
Estratigrafía SM-05, Parque El Reloj

De 0.00 a 1.80 m	*Relleno* *Formado por limo color café de tonalidad pálida, de consistencia muy rígida.*
De 1.30 a 5.20 m	*Unidad Geotécnica (UG-01)* *Formada por arcilla de alta plasticidad (CH) color café de distintas tonalidades, de consistencia muy blanda.*
De 5.20 a 7.00m	*Unidad Geotécnica (UG-02)* *Formada por limo de alta plasticidad (MH) color café y gris de distintas tonalidades, de consistencia dura.*
De 7.00 a 8.20 m	*Unidad Geotécnica (UG-03)* *Formada por arcilla de alta plasticidad (CH) color café de distintas tonalidades, de consistencia muy blanda.*
De 8.20 a 10.00 m	*Unidad Geotécnica (UG-04)* *Formada por limo de alta plasticidad (MH) color gris de distintas tonalidades, de consistencia dura.*
De 10.00 a 14.80 m	*Unidad Geotécnica (UG-05)* *Formada por limo de alta plasticidad (MH) color gris verdoso, de consistencia muy rígida.*
De 14.80 a 23.80m	*Unidad Geotécnica (UG-06)* *Formada por limo de alta plasticidad (MH) color gris verdoso, de consistencia rígida a dura.*
De 23.80 a 30.40m	*Unidad Geotécnica (UG-07)* *Formada por limo de alta plasticidad (MH) color gris verdoso, de consistencia rígida a muy rígida.*



Estratigrafía SM-06, Parque Bonito

De 0.00 a 1.80 m	*Relleno* *Formado por limo color café de tonalidad pálida, de consistencia muy rígida.*
De 1.80 a 4.80 m	*Unidad Geotécnica (UG-01)* *Formada por arcilla de alta plasticidad (CH) color café de distintas tonalidades, de consistencia muy blanda.*
De 4.80 a 12.00m	*Unidad Geotécnica (UG-02)* *Formada por limo de alta plasticidad (MH) color café y gris de distintas tonalidades, de consistencia dura.*
De 12.00 a 15.00 m	*Unidad Geotécnica (UG-03)* *Formada por limo de alta plasticidad (MH) color gris de distintas tonalidades, de consistencia media.*
De 15.00 a 22.80 m	*Unidad Geotécnica (UG-04)* *Formada por limo de alta plasticidad (MH) color gris verdoso, de consistencia muy rígida.*
De 22.80 a 24.00m	*Unidad Geotécnica (UG-05)* *Formada por limo de alta plasticidad (MH) color gris verdoso, de consistencia rígida a muy rígida.*
De 24.00 a 40.05m	*Unidad Geotécnica (UG-06)* *Formada por limo de alta plasticidad (MH) color gris verdoso, de consistencia dura.*



Estratigrafía SM-07, Deportivo Alborada

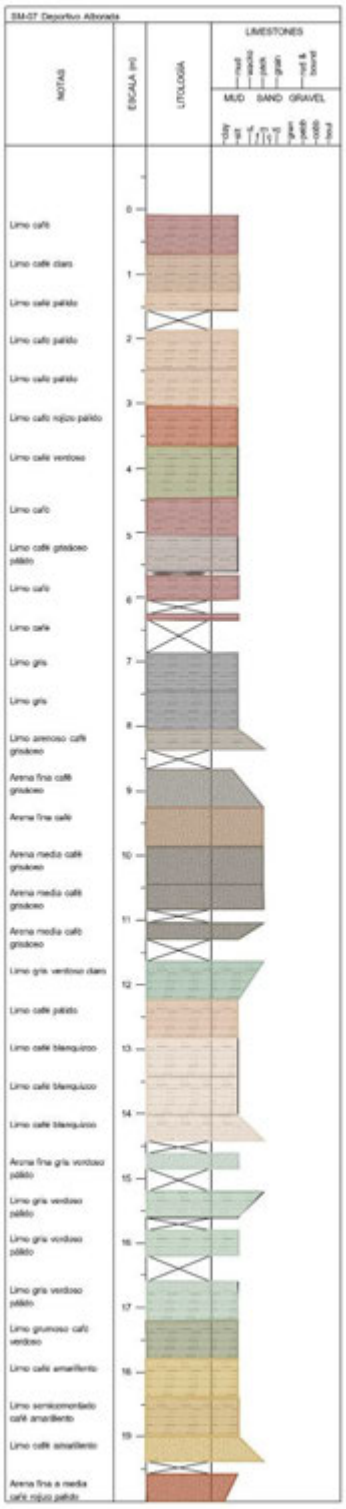
De 0.00 a 2.00 m *Relleno*
Formado por limo color café de tonalidad pálida, de consistencia media a dura.

De 2.00 a 5.20 m *Unidad Geotécnica (UG-01)*
Formada por arcilla de alta plasticidad (CH) color café de distintas tonalidades, de consistencia muy blanda.

De 5.20 a 11.80m *Unidad Geotécnica (UG-02)*
Formada por limo de alta plasticidad (MH) color café y gris de distintas tonalidades, de consistencia dura.

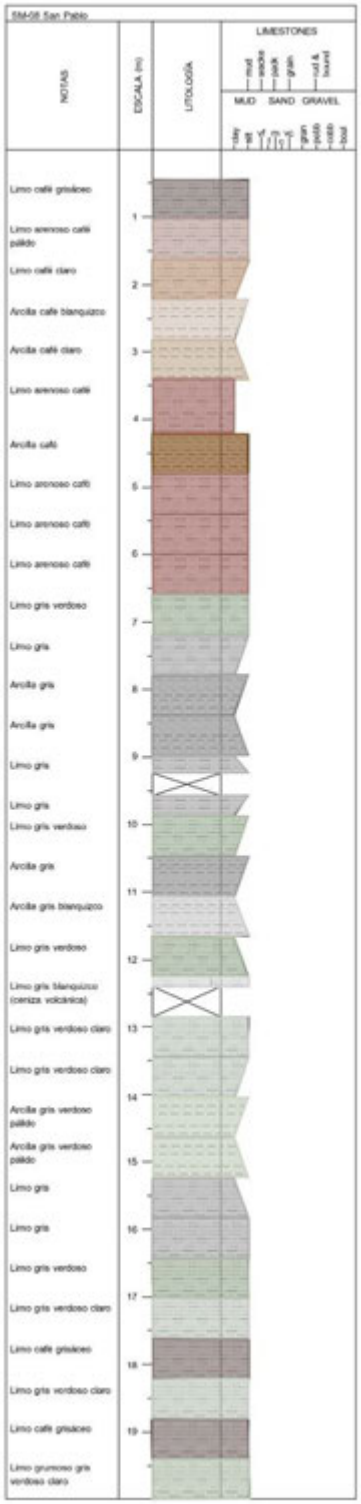
De 11.80 a 14.20 m *Unidad Geotécnica (UG-03)*
Formada por limo de alta plasticidad (MH) color gris de distintas tonalidades, de consistencia media.

De 14.20 a 20.20 m *Unidad Geotécnica (UG-04)*
Formada por limo de alta plasticidad (MH) color gris verdoso, de consistencia dura.



Estratigrafía SM-08, Colonia San Pablo

De 0.00 a 1.20 m	*Relleno* *Formado por limo color café de tonalidad pálida, de consistencia muy rígida.*
De 1.20 a 5.00 m	*Unidad Geotécnica (UG-01)* *Formada por arcilla de alta plasticidad (CH) color café de distintas tonalidades, de consistencia muy blanda.*
De 5.00 a 8.60 m	*Unidad Geotécnica (UG-02)* *Formada por limo de alta plasticidad (MH) color café y gris de distintas tonalidades, de consistencia dura.*
De 8.60 a 10.40 m	*Unidad Geotécnica (UG-03)* *Formada por limo de alta plasticidad (MH) color café y gris de distintas tonalidades, de consistencia dura.*
De 10.40 a 11.00 m	*Unidad Geotécnica (UG-04)* *Formada por limo de alta plasticidad (MH) color gris de distintas tonalidades, de consistencia media.*
De 11.00 a 12.80 m	*Unidad Geotécnica (UG-05)* *Formada por limo de alta plasticidad (MH) color gris verdoso, de consistencia firme a muy rígida.*
De 12.80 a 15.20 m	*Unidad Geotécnica (UG-06)* *Formada por limo de alta plasticidad (MH) color gris verdoso, de consistencia rígida.*
De 15.20 a 19.40 m	*Unidad Geotécnica (UG-07)* *Formada por limo de alta plasticidad (MH) color gris verdoso, de consistencia rígida a muy rígida.*
De 19.40 a 20.00 m	*Unidad Geotécnica (UG-08)* *Formada por limo de alta plasticidad (MH) color gris verdoso, de consistencia rígida.*



Correlación estratigráfica

En todos los sondeos realizados se identifica una capa superficial compuesta por materiales de **color café pálido** o **café claro**, que corresponde al relleno inicial del terreno. Inmediatamente debajo, en todos los sitios, se presentan materiales de **color café** en distintas tonalidades, que se extienden varios metros de profundidad. Conforme se avanza en el perfil estratigráfico, los materiales cambian gradualmente a una combinación de **color café y gris**, lo cual es característico de la transición entre capas. Más abajo, se encuentran materiales de **color gris**, que aparecen de forma continua en todos los sondeos y marcan una sección intermedia del subsuelo. Finalmente, en los niveles más profundos, dominan los materiales de **color gris verdoso**, los cuales son recurrentes a partir de aproximadamente 15 metros de profundidad, aunque en algunos casos se extienden mucho más, superando incluso los 30 metros (Imagen 27 a Imagen 30). Esta secuencia de colores —de café claro en superficie hasta gris verdoso en profundidad— es consistente en todos los puntos evaluados, reflejando una estratigrafía típica de suelos sedimentarios finos con evolución progresiva del color según la profundidad.

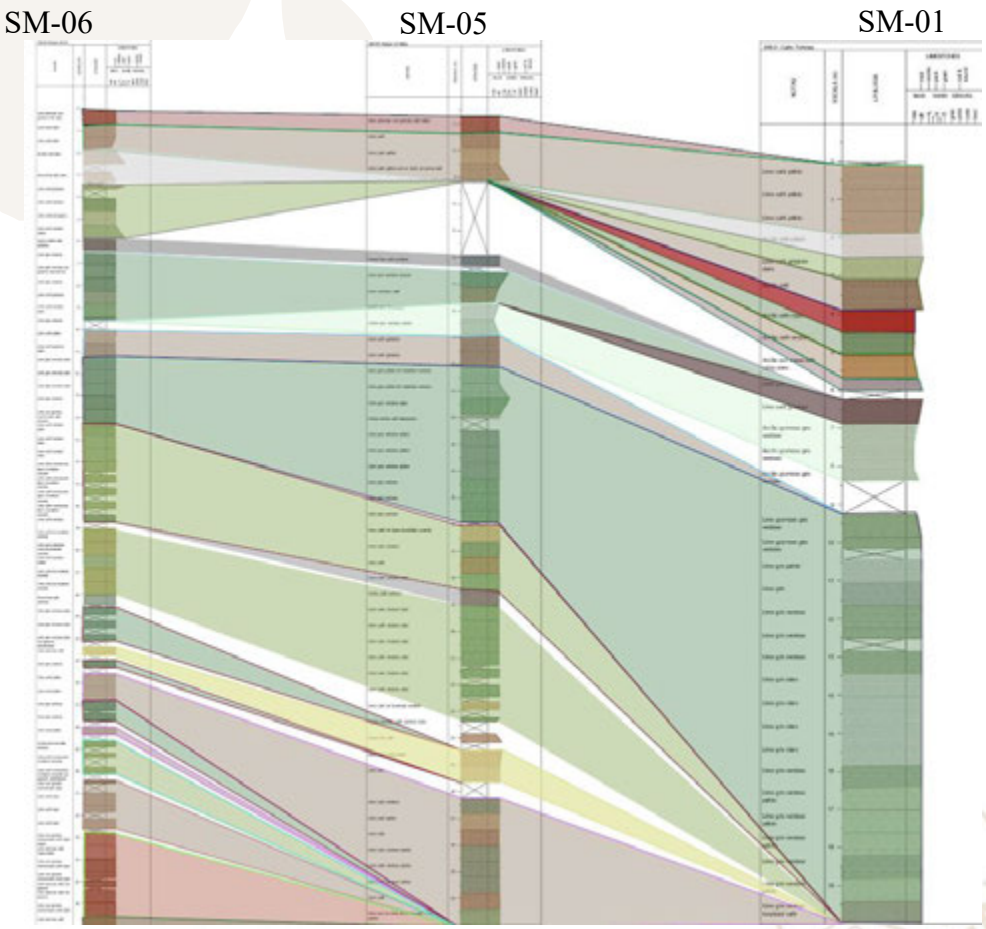


Imagen 27. Relación estratigráfica sondeos SM-06/SM-05/SM-01.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

SM-05 SM-07 SM-04

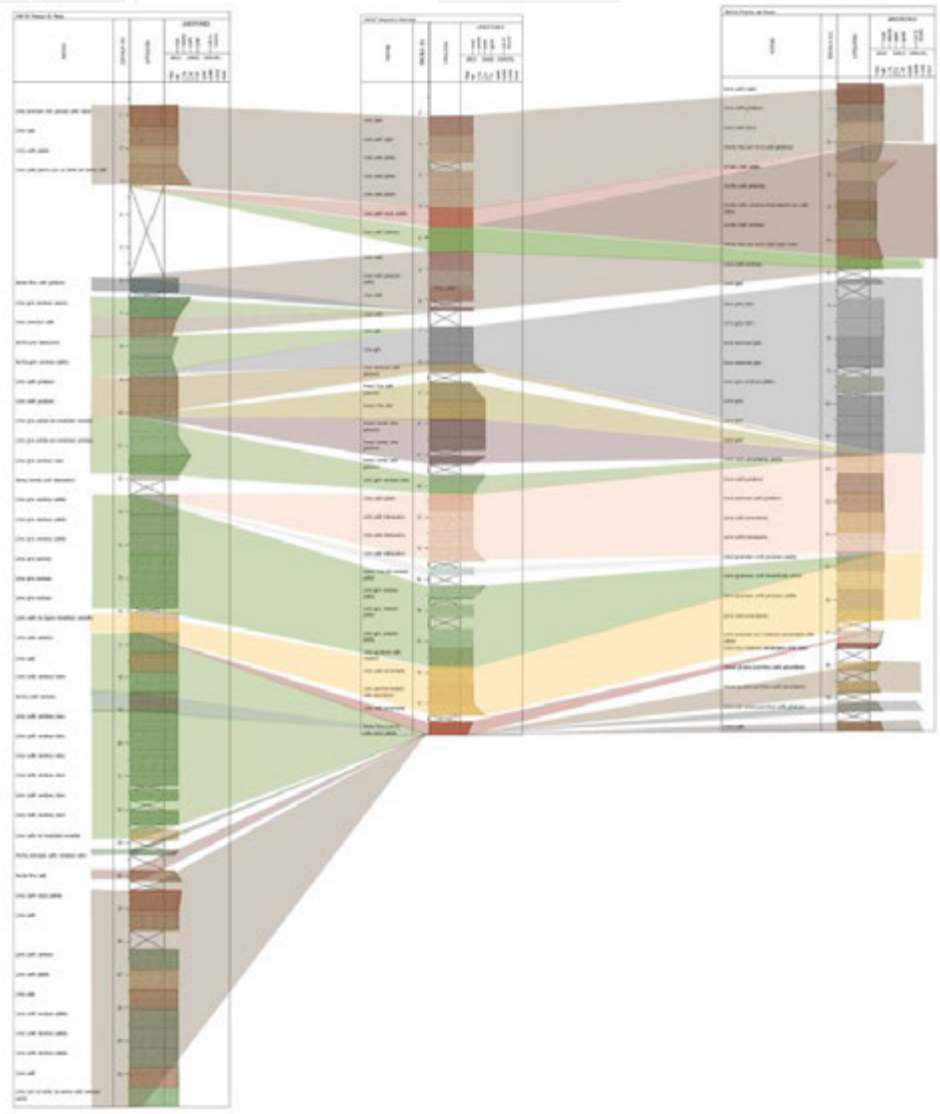


Imagen 28. Relación estratigráfica sondeos SM-05/SM-07/SM-04.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

SM-03 SM-04 SM-01

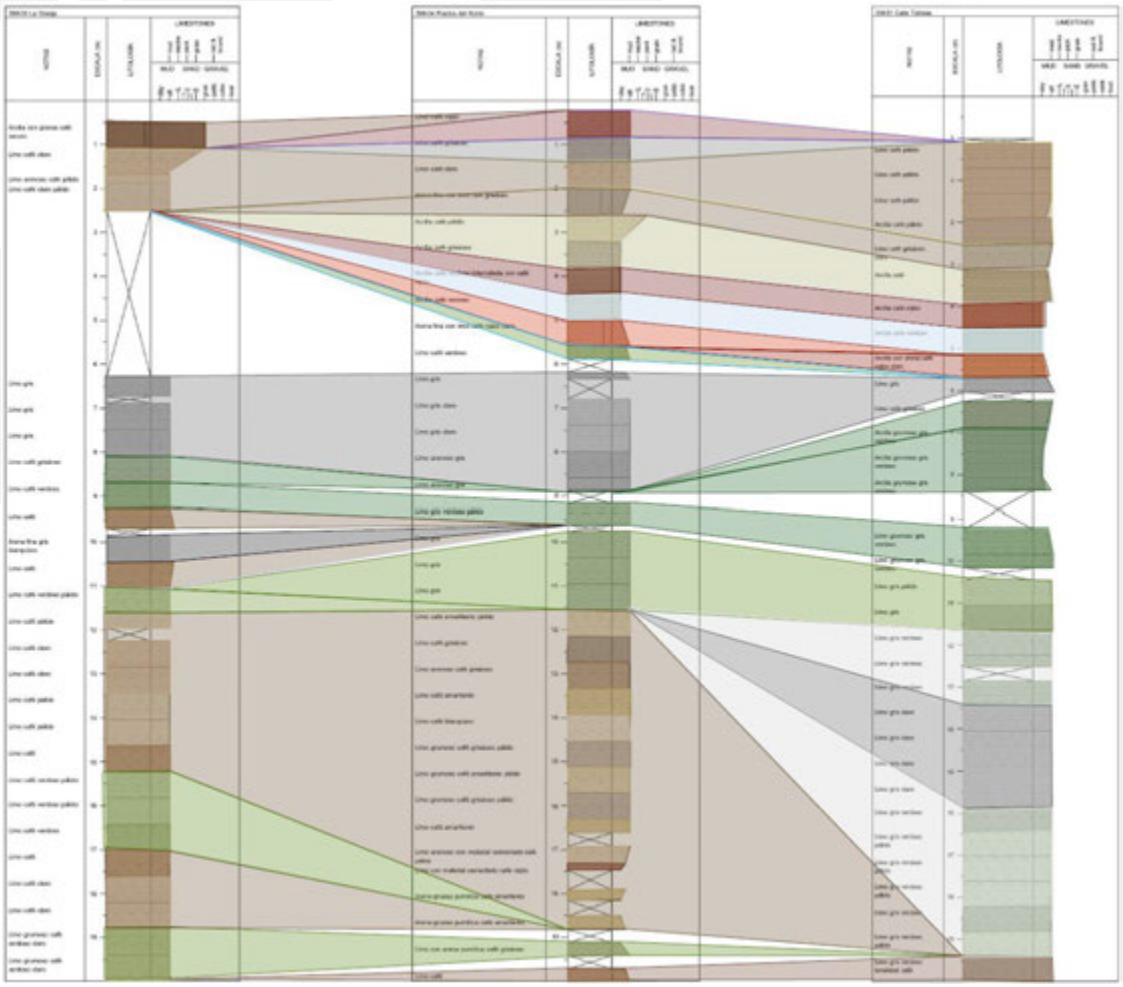


Imagen 29. Relación estratigráfica sondeos SM-03/SM-04/SM-01.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

SM-03 SM-08 SM-02

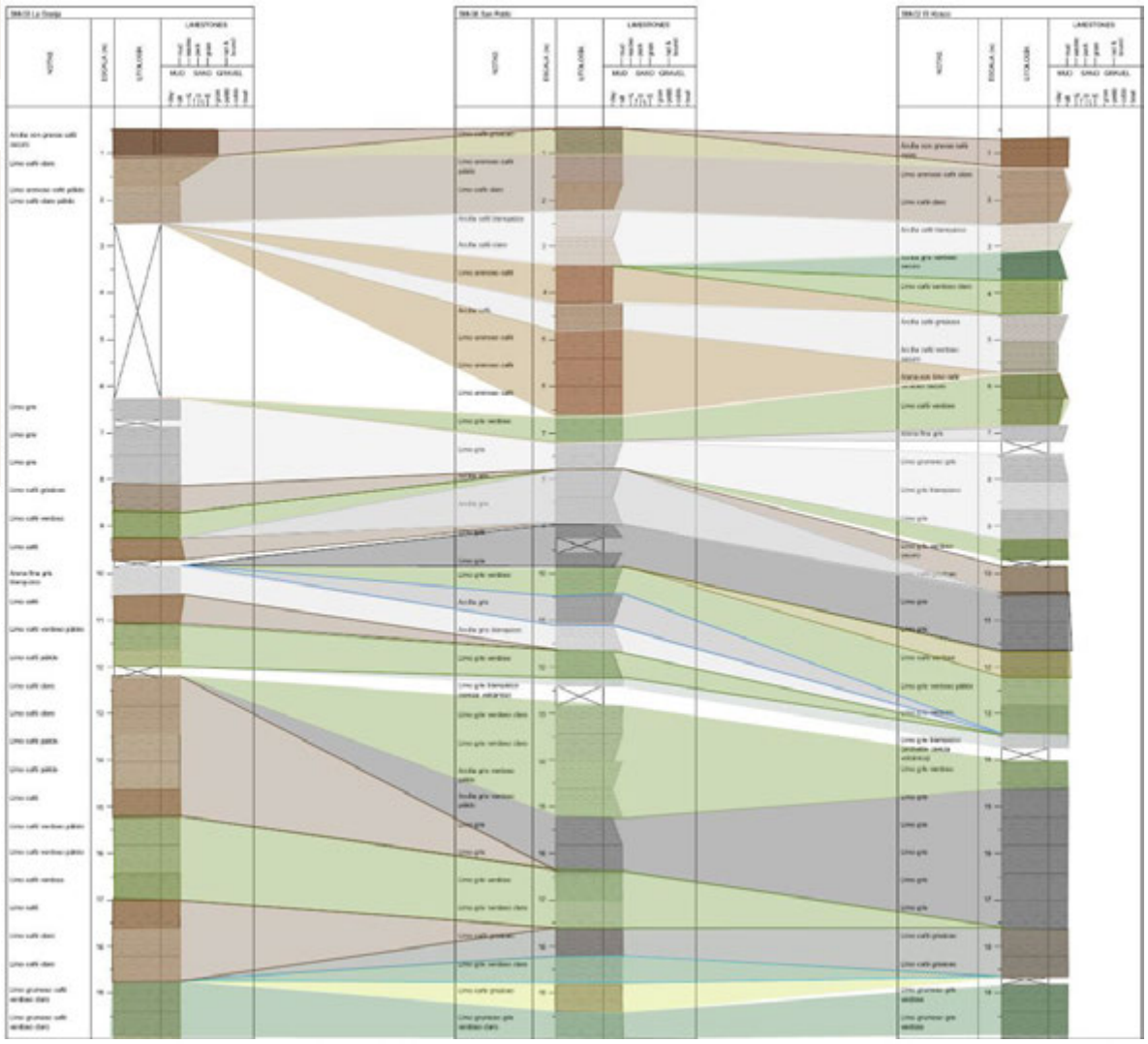


Imagen 30. Relación estratigráfica sondeos SM-03/SM-08/SM-02.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Conclusiones y recomendaciones del estudio de mecánica de suelos SPT

Correlación estratigráfica y caracterización de materiales

De acuerdo con lo estipulado en la Guía de Contenido Mínimo para la Elaboración de Atlas, específicamente en el apartado de Hundimientos y agrietamientos desarrollado en este capítulo, se complementó la información a partir de los estudios realizados en la Zona Oriente. La metodología seguida y la concreción de ideas claras han permitido que los resultados sean de utilidad para desarrolladores, funcionarios y pobladores, con el objetivo de reducir la exposición a este fenómeno. A continuación, se presentan los apartados concluyentes derivados del análisis estratigráfico.

Estratigrafía de la Zona Oriente

El estudio permitió identificar los tipos de materiales que constituyen el suelo en la Zona Oriente, determinando principalmente tres tipos de suelo:

- **Relleno superficial:**
  Se caracteriza por su color marrón y un espesor variable, con profundidad que va de 1.20 a 2.40 metros. Este estrato está constituido por depósitos artificiales, diferenciados por su composición y condiciones particulares. Es comúnmente extraído para rellenar cimentaciones y nivelar terrenos, cumpliendo funciones prácticas en obras de construcción.
- **Arcilla:**
  Presenta espesores de entre 3.00 y 5.00 metros, con tonalidades marrones y grises. Tiene una consistencia blanda y evidencia condiciones de fracturamiento, las cuales se determinan mediante pruebas de pérdida de agua durante el muestreo en campo. Las partículas que conforman este material son menores a 0.002 mm.
  Limo:
- Este material exhibe espesores variables y propiedades diferenciadas. Se observan fragmentos de arena con forma lenticular, denominados “lente de arena”, que alteran sus propiedades mecánicas. Esto genera suelos de distinta rigidez, dependiendo del contenido y tamaño de las partículas de arena y agua. El tamaño de sus partículas oscila entre 0.06 y 0.002 mm.

Las características y espesores de los materiales de arcilla y limo confirman que la Zona Oriente formó parte de un antiguo cuerpo de agua. Ambos materiales son producto del desgaste y transporte por acción del agua y/o viento, acumulándose en el fondo de cuerpos acuáticos o en terrenos inundados. Esta información es relevante para comprender la génesis y comportamiento actual del suelo en la región.

Propiedades de los suelos

a) Arcilla. Su contenido de agua sobrepasa el 200%, indicando que se encuentra sobresaturada, su resistencia a la deformación es baja, generando problemas de asentamiento y deformación del terreno, provocando daños a construcciones y vialidades.
b) Limo. Su contenido de agua varía de acuerdo con la profundidad en la que se encuentra, esto provoca que su resistencia a la deformación sea baja, permitiendo la deformación del suelo y generando asentamientos en el terreno.

Estos resultados sólo son una referencia que ayudarán a determinar los estudios correspondientes para futuros proyectos de desarrollos habitacionales o mejoramiento de suelo, que deberán ser considerados y complementados con otros estudios de mecánica de suelos por empresas, asesorías o constructoras que quieran desarrollar futuras obras en la Zona Oriente.

Recomendaciones generales

Se recomienda promover y establecer normas de construcción rigurosas para la planeación y ejecución de obras.

Las nuevas edificaciones dentro del territorio deberán realizar estudios complementarios de mecánica de suelos, a fin de definir sistemas constructivos adecuados y el diseño óptimo de la infraestructura, contemplando cimentación, tipo estructural, niveles y materiales apropiados.

Para los inmuebles existentes en la zona, es aconsejable elaborar análisis técnicos más detallados y llevar a cabo una evaluación especializada en estructuras, con el objetivo de determinar posibles medidas de remediación o mitigación.

Este estudio técnico deberá ser consultado e interpretado exclusivamente por personal profesional calificado, asegurando así su correcta aplicación.

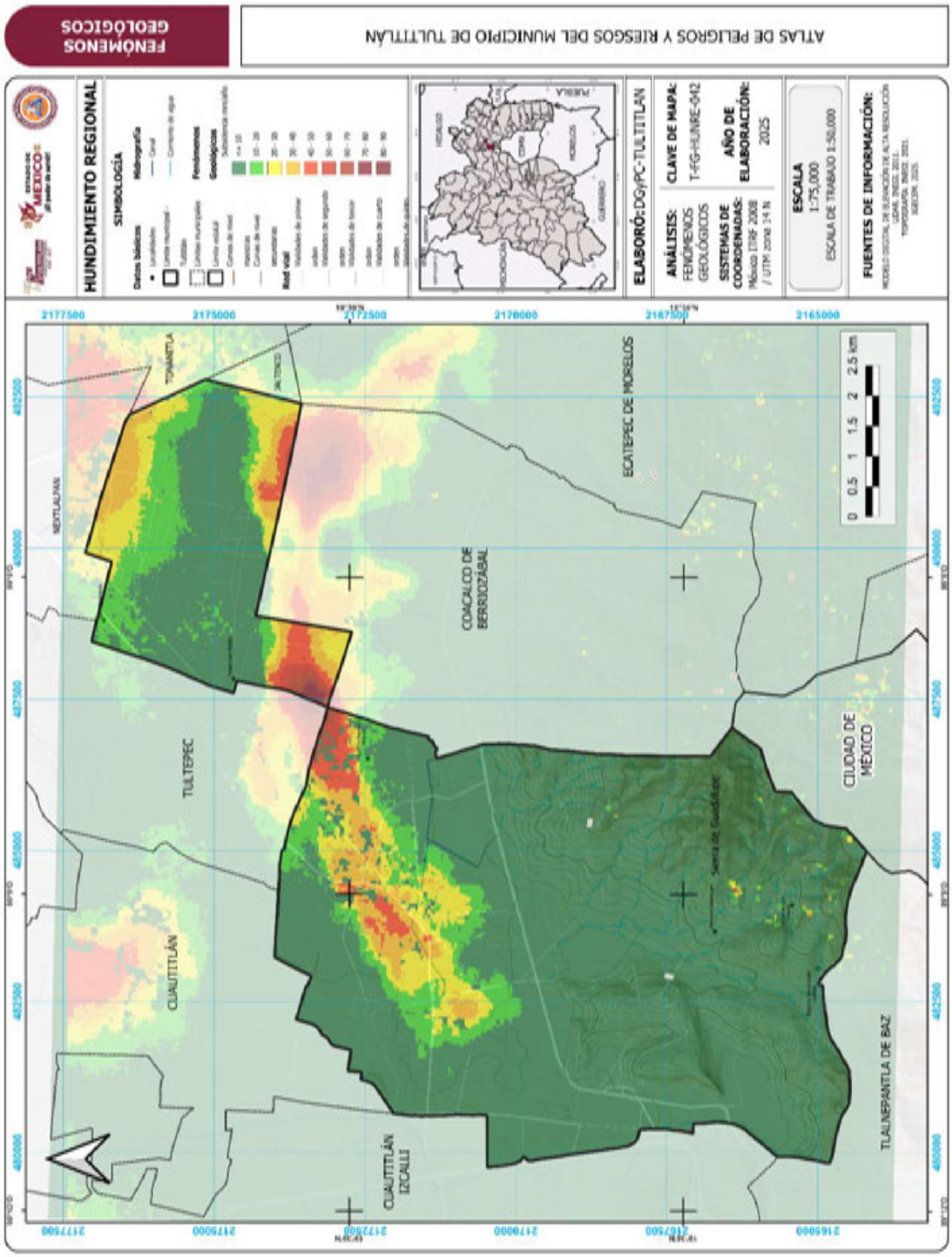
La información debe estar dirigida principalmente a las áreas municipales de desarrollo urbano y obras públicas, así como a profesionales, empresas privadas y particulares involucrados en proyectos de construcción.

Recomendaciones para la población en general

En campo se realizó un estudio especializado para la extracción de muestras de suelo, cuyo objetivo es determinar el comportamiento del material del terreno en función de sus características a diferentes profundidades. Este tipo de análisis se efectúa directamente en el sitio, utilizando equipo técnico calificado para garantizar una ejecución adecuada.

Se obtuvieron diversas muestras de suelo, lo que permitió identificar la composición y propiedades de los materiales. Dichas propiedades, como el contenido de agua, tamaño de grano, composición y capacidad de carga, influyen en el comportamiento del terreno. Ignorar estos factores puede ocasionar efectos adversos en el sitio, tales como deformación del terreno, hundimientos parciales, socavación, inclinación de bardas o edificaciones, así como daños en la infraestructura existente.

Para interpretar estos estudios, se recomienda consultar a especialistas en la materia (geotecnistas, ingenieros civiles, geólogos), quienes podrán explicar el significado de los resultados y brindar asesoría respecto a estudios complementarios necesarios para definir las cargas y el tipo de construcción más adecuado.



Mapa 74. Como resultado de la extracción de agua subterránea del acuífero Cuautitlán – Pachuca, el municipio de Tultitlán experimenta subsidencia

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LA IMAGEN RÁSTER DE SUBSIDENCIA DERIVADO DEL CONTINUO DE ELEVACIONES MEXICANO (CEM 3.0), INEGI.

Fenómenos Hidrometeorológicos

Vientos

Definimos al viento como movimiento de aire en la atmosfera terrestre producto de las diferencias de presión entre distintas zonas, las cuales son generadas debido al calentamiento desigual de la superficie. Al calentarse el aire se vuelve más ligero y este asciende, provocando una zona de baja presión, a su vez el aire frio es más denso y se desplaza hacia esa zona para equilibrar la presión

El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) define a las “rachas” como un aumento brusco del viento con respecto a su velocidad media tomada en un cierto intervalo de tiempo (Ilustración 2)Su duración es menor a 20 segundos y una variación de cuando menos 15 km/h, va seguida de un descenso en el viento en el transcurso de un intervalo de tiempo especificado[79].

Tomando como base lo anterior, el diagnostico de peligro por rachas de viento necesita un estudio de las vulnerabilidades locales, dentro de estas condiciones se encuentra la determinación de áreas expuestas; tales como construcciones e instalaciones, y la presencia de viviendas con techo de lámina. Debido a la manifestación de las rachas, se pueden provocar daños importantes a estas estructuras, como resultado de la presión y succión que el aire ejerce sobre los objetos que se encuentran en su trayectoria[80].

Otros componentes de infraestructura que se podrían ver afectados son los espectaculares, que, debido a su estructura metálica ligera y a su superficie expuesta, pueden salir expulsados violentamente y causar afectaciones a viviendas o personas, de igual manera cables aéreos, postes de luz o árboles[81].

[79] (Nacional, s.f.)

[80] Fuente especificada no válida. (Hubp, 2011)

[81] Fuente especificada no válida. (Hubp, 2011)

Velocidad de 1 km/hr (1)

Hay calma el viento asciende verticalmente

Velocidad 1-5 km/hr (2)

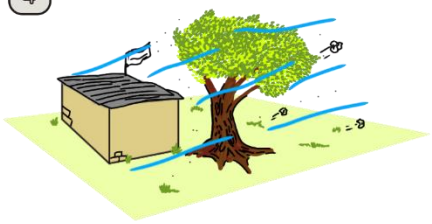
El viento sigue una dirección

Velocidad 6-11 km/hr (3)

Se mueven las hojas de los árboles

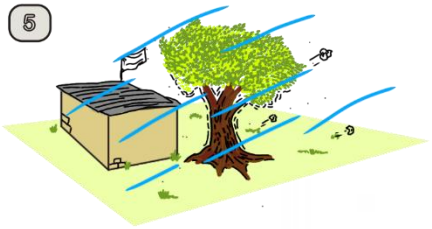
Velocidad 12-19 km/hr (4)

Las copas de los arboles se agitan y las banderas ondulan



Velocidad 20-28 km/hr (5)

Ádemas de que las copas de los árboles se agitan el polvo y los papeles se levantan



Velocidad 29-38 km/hr (6)

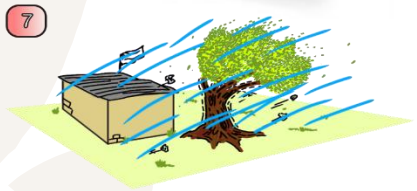
Se observan pequeños movimientos en los árboles y la superficie de los lagos se ondula

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900

55 26 20 89 00

7 **Velocidad 39-49 km/hr**

Las ramas de los árboles se mueven y resulta difícil mantener abierto un paraguas

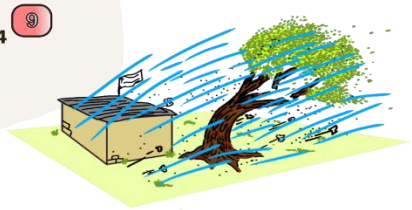


8 **Velocidad 50-61 km/hr**

Los árboles grandes se mueven y es difícil caminar contra el viento.

9 **Velocidad 62-74 km/hr**

Los árboles grandes se mueven y es difícil caminar contra el viento.

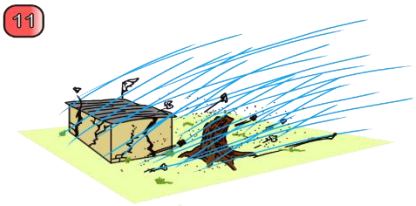


10 **Velocidad 75-88 km/hr**

Se observan daños en los árboles y es imposible caminar contra el viento

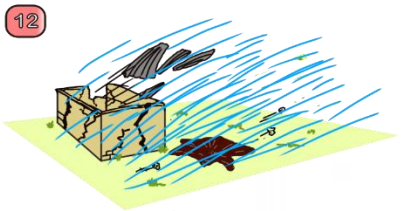
11 **Velocidad 89-102 km/hr**

Los árboles son arrancados y las estructuras de las construcciones sufren daños.



12 **Velocidad 103-117 km/hr**

Ocurren daños severos en las construcciones, tejados y árboles



13 **Velocidad >118 km/hr**

Hay destrucción total

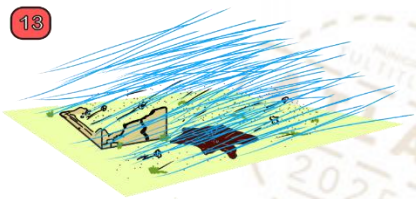


Ilustración 2. Infografía de escala de velocidades de viento

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE LA SEMAR

Lluvias

Las lluvias son la precipitación en forma de gotas de agua desde la atmósfera, en general son de tamaño de 0.5 a 1.5 mm de diámetro. Por medio del pluviómetro se determina la cantidad de lluvia en mm por metro cuadrado, en lapsos de una o más
horas, día, mes, año.[82] La lluvia es dependiente de la temperatura, la presión atmosférica y la humedad. La lluvia es medida en litros por metro cuadrado (l/m^2).

Medición de lluvias

Esta medición se realiza mediante una red de estaciones climatológicas operadas por el SMN, donde registra diariamente datos como:

- Lluvia acumulada (pluviómetro)
- Temperaturas máxima, mínima y ambiente
- Dirección e intensidad del viento
- Fenómenos como granizo, tormentas y heladas

Los instrumentos utilizados incluyen:

- Pluviómetro: mide la cantidad total de lluvia (en mm).
- Pluviógrafo: registra en continuo la intensidad y duración de la lluvia.[83]

Clasificación de las precipitaciones

La lluvia tiene origen con distintos tipos de nubes, así como distintos sistemas; para que exista una lluvia constante y abundante, se necesita que el conjunto de nubes se restaure periódicamente, ascendiendo de las que se encuentran más abajo, situándose en las condiciones ideales para producir una precipitación.

De acuerdo con Vergara (2023), las precipitaciones se clasifican de la siguiente forma:

Precipitación convectiva

Los eventos de tipo convectivo son formados por celdas que cuentan con corrientes ascendentes. Este tipo de eventos regularmente tienen una duración menor a los 30 minutos, en los cuales las celdas se desarrollan y expanden de manera vertical, saturando el aire y los hidrometeoros crecen por la condensación de vapor y la fusión de estos. En general las lluvias de tipo convectivo están asociadas a lluvias intensas localizadas con extensiones de 3-10 km; su proceso es muy rápido y cuenta con zonas en las que no hay precipitación. Por otra parte, los patrones estratiformes se asocian a eventos de menor intensidad sobre extensas regiones y de amplia duración.

[82] (Hubp, 2011)

[83] Fuente especificada no válida.

Precipitaciones orográficas

Este tipo de precipitaciones se presentan cuando una masa de aire caliente se encuentra con una barrera para que continúe con su desplazamiento horizontal. Este tipo de barreras lo que provocan es que la masa de aire se desplace hacia arriba; ante esta acción la humedad del aire se enfría adiabáticamente, el vapor de agua se condensa en partículas de agua o hielo y la probabilidad de precipitación es muy alta.

Precipitación mixta

Los eventos intensos de lluvia, regularmente se presentan alineados con dimensiones de varios cientos de kilómetros. Las bandas de lluvia son áreas lo suficiente elongadas de débil conectividad; mientras que las líneas de chubascos cuentan con estructuras convectivas más fuertes.

Precipitación estratiforme

Las corrientes atmosféricas están conformadas por masas de aire de características uniformes y dependiendo de su origen, pueden contar distintas temperaturas y contenido de humedad. Un ejemplo de dichas características son las masas de aire continentales, las cuales son más secas y sus rangos de temperaturas es más amplio, en comparación con las masas de aire marinas. Al interactuar dos masas de aire que se encuentran a temperaturas y contenido de humedad diferentes es conocido como frente. En esta interacción la masa de aire más cálida es más liviana, por lo que se desplaza elevándose por encima de la masa de aire frío, ya que esta es más densa. Esta interacción provoca que la masa de aire cálida se enfríe adiabáticamente, y que el vapor de agua comience a condensarse, y que se puedan presentar precipitaciones.

Ciclones tropicales

Estos sistemas de bajas presiones rotacionales se producen en aguas tropicales o subtropicales, los cuales tienen extensiones lineales del orden de 300-500 km; cuentan con una superficie de flujo de aire que es convectiva y ciclónica que se forma alrededor de la región de bajas presiones, y que comúnmente se conoce como “el ojo de la tormenta”. Este tipo de eventos son llamados como huracanes o tifones. Sin embargo, la acumulación de un evento de lluvia extrema por un día o más de duración, es usualmente producido por un ciclón tropical de baja o moderada intensidad. Para que un ciclón tropical se pueda desarrollar, requiere que la temperatura de la superficie de las masas oceánicas sea igual o superior a los 27 °C y una condición de inestabilidad atmosférica en la que la temperatura del aire disminuya con la altura.

Tormentas extra tropicales aisladas y convectivas

Las celdas de lluvia tienen extensiones de 10-100 km² y se desplazan sobre los 5-7 km más bajos de la tropósfera. Una tormenta conformada por múltiples celdas con corrientes de aire frío que se combinan para formar un frente. La convergencia a lo largo del borde frontal desencadena nuevas corrientes ascendentes y en consecuencia nuevas celdas, formando

tormentas de múltiples celdas abarcando varios cientos de kilómetros. Este tipo de tormentas son las más intensas del tipo
convectivo, contando con lapsos de varias horas de duración y teniendo un desarrollo vertical, produciendo fuertes vientos, intensas lluvias, o granizo, e incluso tornados de gran duración, con vórtices de diámetros entre 100-500 m.[84]

Características de las lluvias

- **Duración**: es el lapso donde se presenta una precipitación, esta se puede medir en horas o minutos.
- **Intensidad**: la intensidad puede ser expresada como el resultado de la cantidad de precipitación y la duración de la lluvia. Un evento de lluvia intensa genera un crecimiento considerable en las gotas.
- **Extensión**: la extensión de la precipitación es la zona donde se registra la lluvia en una tormenta.
- **Periodo de retorno (frecuencia)**: es el lapso o número de años que, en promedio, se cree que será igualado o excedido, es decir, es la frecuencia con la que se presenta un evento. Las precipitaciones muy intensas ocurren con una frecuencia menor que las moderadas o débiles.[85]

De acuerdo con el SMN, la clasificación de la precipitación acumulada en 24 horas para pronósticos a corto y mediano plazo (24 a 96 horas) es la siguiente:

Tabla 77. Clasificación de la precipitación

Nivel	Lluvia acumulada en 24 horas	Categoría
0	0.1 a 25 mm	Lluvia
1	25.1 a 50 mm	Lluvia fuerte
2	50.1 a 75 mm	Lluvia muy fuerte
3	75.1 mm a 150 mm	Lluvia intensa
4	150.1 a 250 mm	Lluvia torrencial
5	Mayor a 250.1 mm	Lluvia extraordinaria

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Servicio Metrológico Nacional, s.f.[86]

Lluvias en Tultitlán

El municipio de Tultitlán se encuentra en la región centro de México, más específico, dentro de la Cuenca del Valle de México y posee un clima templado subhúmedo, con presencia de precipitaciones en la época de verano. Su altitud promedio es de 2,200 y 3,100 metros sobre el nivel del mar, esto es un factor que interviene en el comportamiento de las lluvias.

[84] Fuente especificada no válida.

[85] Fuente especificada no válida.

[86] (Nacional, s.f.)

De acuerdo con la CONAGUA (2024), la precipitación promedio al año en el municipio oscila entre 600 y 700 mm, presentándose principalmente entre los meses de mayo y septiembre, coincidiendo con la temporada de lluvias en México.

Factores que intensifican las lluvias en Tultitlán

La lluvia es esencial para la recarga de los acuíferos del municipio y es habitual que en cada temporada de lluvia sus efectos se intensifiquen (Tabla 78). Algunos de los factores que agravan los efectos de las lluvias son los siguientes:

- **Alta impermeabilización del suelo**: Expansión urbana y pavimentación que limita la infiltración.
- **Deficiencias en el sistema de drenaje**: Infraestructura hidráulica insuficiente o con falta de mantenimiento.
- **Cambio de uso de suelo**: Reducción de áreas verdes que funcionaban como zonas de amortiguamiento.

Estos factores generan un aumento en la acumulación de la lluvia en el terreno, lo cual provoca escurrimientos súbitos, encaramientos e inundaciones constantes, que afectan a la población y a los sistemas expuestos en general. Es importante implementar medidas que mitiguen sus efectos, como el evitar tirar basura en los drenajes, restaurar áreas verdes y generar una planeación urbana más sostenible que permita reducir los efectos de las lluvias en el municipio.

Tabla 78. Agenda de riesgos.

Mes	Ciclones tropicales	Inundaciones	Sistemas invernales
Enero			
Febrero			
Marzo			
Abril			
Mayo			
Junio			
Julio			
Agosto			
Septiembre			
Octubre			
Noviembre			
Diciembre			

Prepárate ante un posible impacto de estos fenómenos, existe una alta posibilidad de que ocurran

Siempre debemos estar alerta, ante la mediana posibilidad de ocurrencia

Aunque el peligro sea bajo, mantente siempre informado

Fuente: Elaboración propia a partir de del Fascículo de inundaciones de CENAPRED, 2014.

Inundaciones

Una inundación es el evento que debido a la precipitación (lluvia, nieve o granizo extremo), oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica, provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generalmente, daños como los que se producen en el momento de la inundación, ejemplo, muertes, daños a estructuras, residencias, edificios, infraestructura, agricultura, problemas sanitarios y de drenaje. También los que ocurren luego de la inundación como lo son las enfermedades y la contaminación de los cuerpos de agua. [87]

Tabla 79. Tipo de declaratoria

Fecha Inicio	Municipio	Tipo Declaratoria	Clasificación Fenómeno	Tipo Fenómeno	Observaciones
30/10/2009	Tultitlán	Desastre	Hidrometeorológico	Lluvias	Lluvias severas
28/08/2011	Tultitlán	Desastre	Hidrometeorológico	Lluvias	Lluvia severa

FUENTE: CENAPRED

Inundaciones pluviales

Las **inundaciones pluviales** son aquellas que **se originan por la acumulación de agua de lluvia que no puede ser absorbida por el suelo ni evacuada adecuadamente por el sistema de drenaje**, generando encharcamientos o acumulaciones de agua en zonas urbanas o rurales.[88]

En el municipio de Tultitlán, las inundaciones pluviales son un fenómeno recurrente y están relacionadas con:

- **Altos niveles de precipitación**: El umbral de afectación por acumulación de lluvia en 12 horas es de **55.77 mm**, pero precipitaciones menores también pueden causar problemas si ocurren de manera continua y saturan el suelo.
- **Deficiencia en infraestructura**: La **falta de sistemas de drenaje eficientes** y de infraestructura hidráulica adecuada impide el desalojo rápido del agua pluvial. Esto se ve agravado por el crecimiento urbano no planificado.
- **Superficies impermeables**: Las áreas urbanizadas con pavimento o concreto no permiten la infiltración del agua, facilitando la acumulación en calles, banquetas y espacios públicos.
- **Temporada de lluvias**: Se presenta principalmente en **julio, agosto y septiembre**, cuando la intensidad y frecuencia de las lluvias aumenta.

[87] (CENAPRED, 2019)

[88] (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2009)

Afectaciones históricas: Entre los años 2000 y 2019, Tultitlán ha recibido **dos declaratorias de emergencia** por fenómenos de lluvia severa, incluyendo inundaciones pluviales (ver Mapa 76 y Tabla 80).

Inundaciones fluviales

Las **inundaciones fluviales** se producen cuando **los ríos, arroyos o cuerpos de agua exceden su capacidad de cauce y se desbordan**, afectando las zonas aledañas al curso del agua.[89]

En este municipio, las inundaciones fluviales tienen una alta incidencia debido a factores geográficos e hidráulicos como:

- **Escurrimientos de la Sierra de Guadalupe**: Los escurrimientos superficiales provenientes de esta zona montañosa bajan hacia el municipio con dirección predominante norte-sur y **utilizan vialidades como cauce improvisado**, lo que genera desbordamientos.
- **Falta de contención y canalización**: La ausencia de infraestructura adecuada para contener y canalizar estos flujos incrementa el riesgo de desbordamientos.
- **Condiciones topográficas**: La planicie del municipio funciona como receptor natural de los escurrimientos, volviéndolo vulnerable a inundaciones.

Monitoreo institucional: El **Catálogo de Inundaciones**, realizado por la Subdirección de Riesgos por Inundación, CENACOM y CONAGUA, documenta los eventos fluviales que han afectado al municipio (ver Mapa 76 y Tabla 80).

Tabla 80. Antecedentes inundaciones en el municipio

Inundaciones en Tultitlán de 2015 al 2020	
2015	**2**
2016	**2**
2017	**3**
2018	**1**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE INFORMACIÓN BÁSICA DE PELIGROS NATURALES A NIVEL MUNICIPAL.

De acuerdo con la base de datos sobre el impacto socioeconómico de los daños y pérdidas ocasionados por los desastres en México de 2000 a 2023 del CENAPRED (Tabla 81), el municipio de Tultitlán registra 4 eventos de lluvias registrado en la misma base de datos:

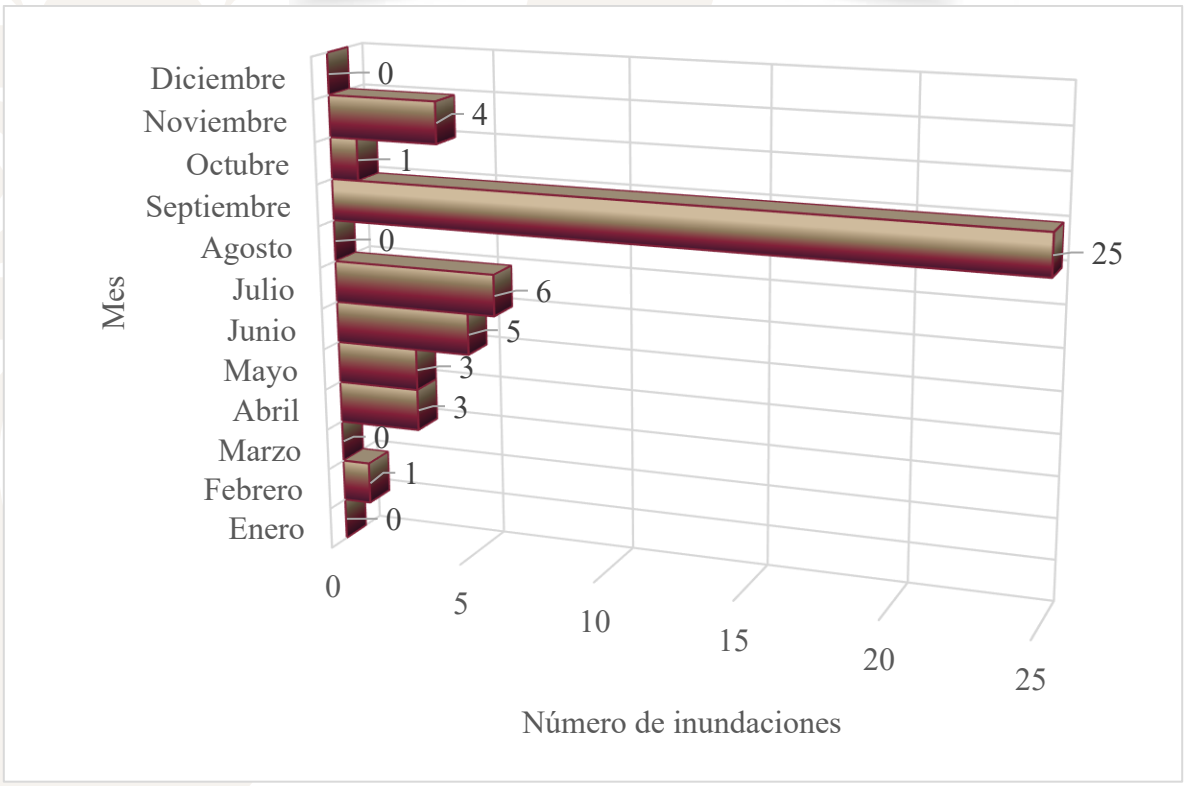
[89] (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2009)

Tabla 81. Eventos de lluvia en el municipio

Fecha de Inicio	Tipo de fenómeno	Municipios Afectados	Descripción general de los daños	Defunciones	Población afectada	Viviendas dañadas	Total, de daños (millones de pesos)	Fuente
2003-09-26	Lluvias	Tultitlán y Coacalco de Berriozábal,	Debido a las fuertes lluvias presentadas en los municipios de Tultitlán y Coacalco, se reportan 110 viviendas afectadas. Se intentó evacuar la zona, pero las personas se negaron a salir de sus domicilios.	0	0	110	0.32	CENACOM
2009-10-30	Lluvias	Coacalco de Berriozábal, Ecatepec de Morelos y Tultitlán	Se registraron severas lluvias en los municipios mencionados ocasionando daños en infraestructura y viviendas, además de 5 personas fallecidas en Ecatepec y 14 lesionadas. Así mismo se reportan daños en al menos 520 viviendas con daños, 15 con daño total. La compañía ICA apoya con; 1 retroexcavadora, 3 retrocargadores, 1 barredora, 20 camiones de 14 metros cúbicos, 3 bombas de gasolina, 1 ambulancia 60 ayudantes, 18 oficiales, 20 señaleros, 7 operadores, 3 oficiales de seguridad, 6 jefes de obra y 3 superintendentes. El FONDEN apoyo con recursos para obras de reconstrucción.	5	2,600	520	87.71	FONDEN
2011-09-28	Lluvias	Atizapán de Zaragoza, Tlalnepantla de Baz, Tultitlán y Cuautitlán Izcalli	Se registró una intensa lluvia en los municipios mencionados, ocasionando daños en la infraestructura hidráulica y urbana de los mismos. Los daños en vivienda no se captaron ya que fueron atendidos por otro programa distinto al FONDEN	3	SD	SD	58.50	FONDEN
2015-08-30	Lluvias	Tultitlán, Coacalco de Berriozábal, Ecatepec de Morelos	Municipio de Coacalco: Colonia Residencial Coacalco, se suscitó la caída de un árbol sobre dos domicilios, sin reporte de personas lesionadas; en las colonias Granjas, E. Reyes, Sánchez Colín se contabilizó la caída de 5 árboles; encharcamiento en la Av. López Portillo con un tirante de aproximadamente 10 a 20 centímetros; en la Colonia Residencial Coacalco barda. Dos decesos cuyas causas probables son arrastre y muerte por traumatismo a causa de caída de granizo un hombre de 70 años y una mujer, se desconoce su edad. Municipio de Tultitlán: Colonia San Juan se suscitó el desbordamiento del canal "Cartagena", presentando penetración de agua en 10 domicilios. Encharcamiento en vialidades y se recibió el reporte de una persona ahogada de 42 años de sexo masculino, en la Avenida. Las Torres, esquina Pichardo Pagaza, Colonia Santa María Chiconautla.	3	63	12	0.01	CENACOM

FUENTE: CENAPRED, IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE DESASTRES

El **Organismo Público Descentralizado para la Prestación de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Tultitlán** (**APAST**) ha identificado y delimitado los polígonos de zonas susceptibles a inundación dentro del territorio municipal (ver Mapa 77), lo que permite contar con una herramienta clave para la planeación del territorio, la gestión del riesgo y la prevención de afectaciones a la población ante eventos de inundación.



Gráfica 20. Numero de Inundaciones en Tultitlán, 2024

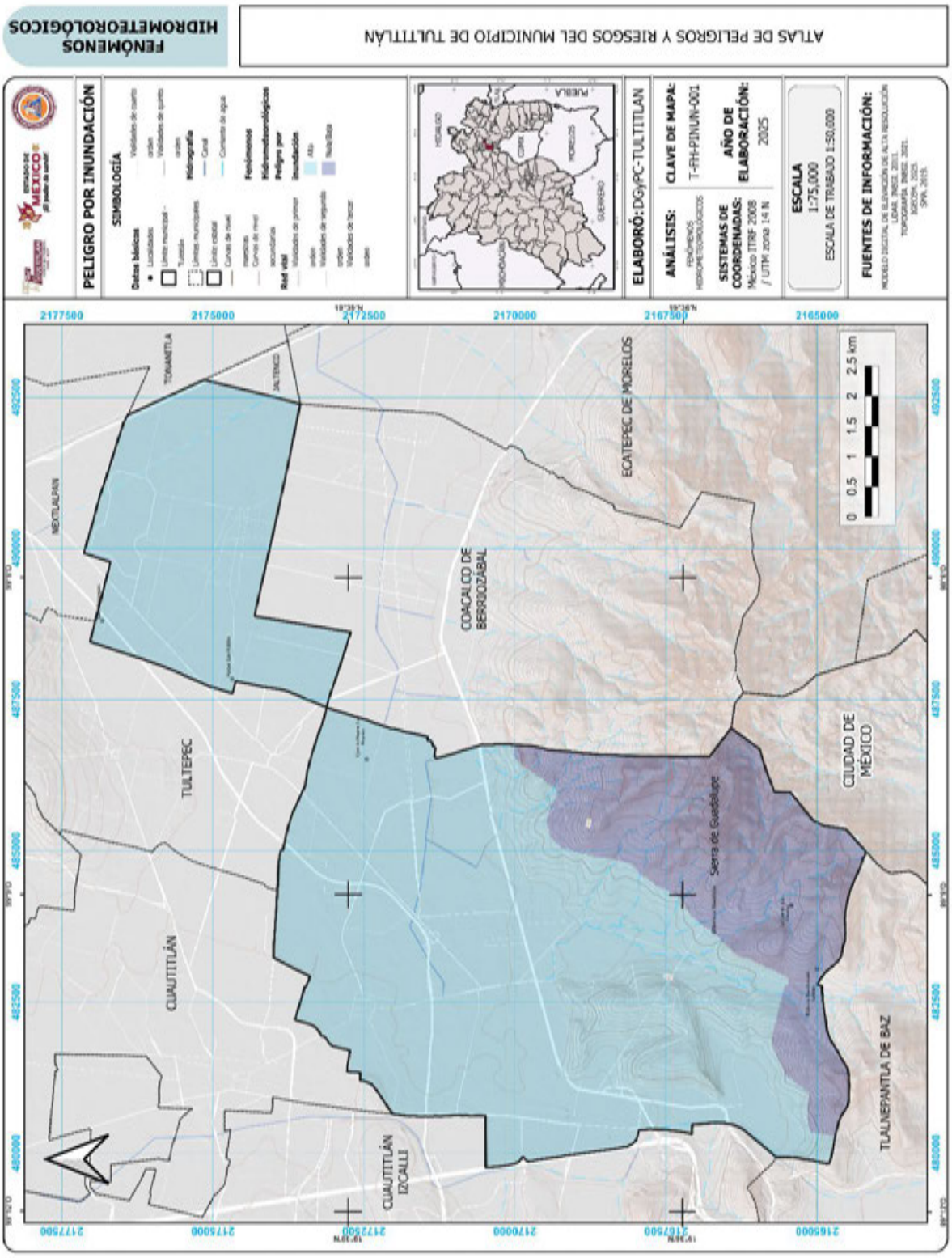
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS PROPORCIONADO POR PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL

En 2024, México experimentó los fenómenos *El Niño* y *La Niña*, que ocasionaron sequías, olas de calor, lluvias intensas y ciclones. En Tultepec se registraron 27.2 °C de temperatura máxima y 824 mm de precipitación anual. Las inundaciones se concentraron en junio, julio y especialmente en septiembre (252 mm, el valor más alto del año), intensificadas por el cambio climático, el deficiente drenaje urbano y la acumulación de basura. Aunque también hubo inundaciones en abril, mayo y noviembre, fueron menores y se consideran eventos atípicos vinculados a la interacción de ambos fenómenos.[909192]

[90] (Doddoli, 2024)

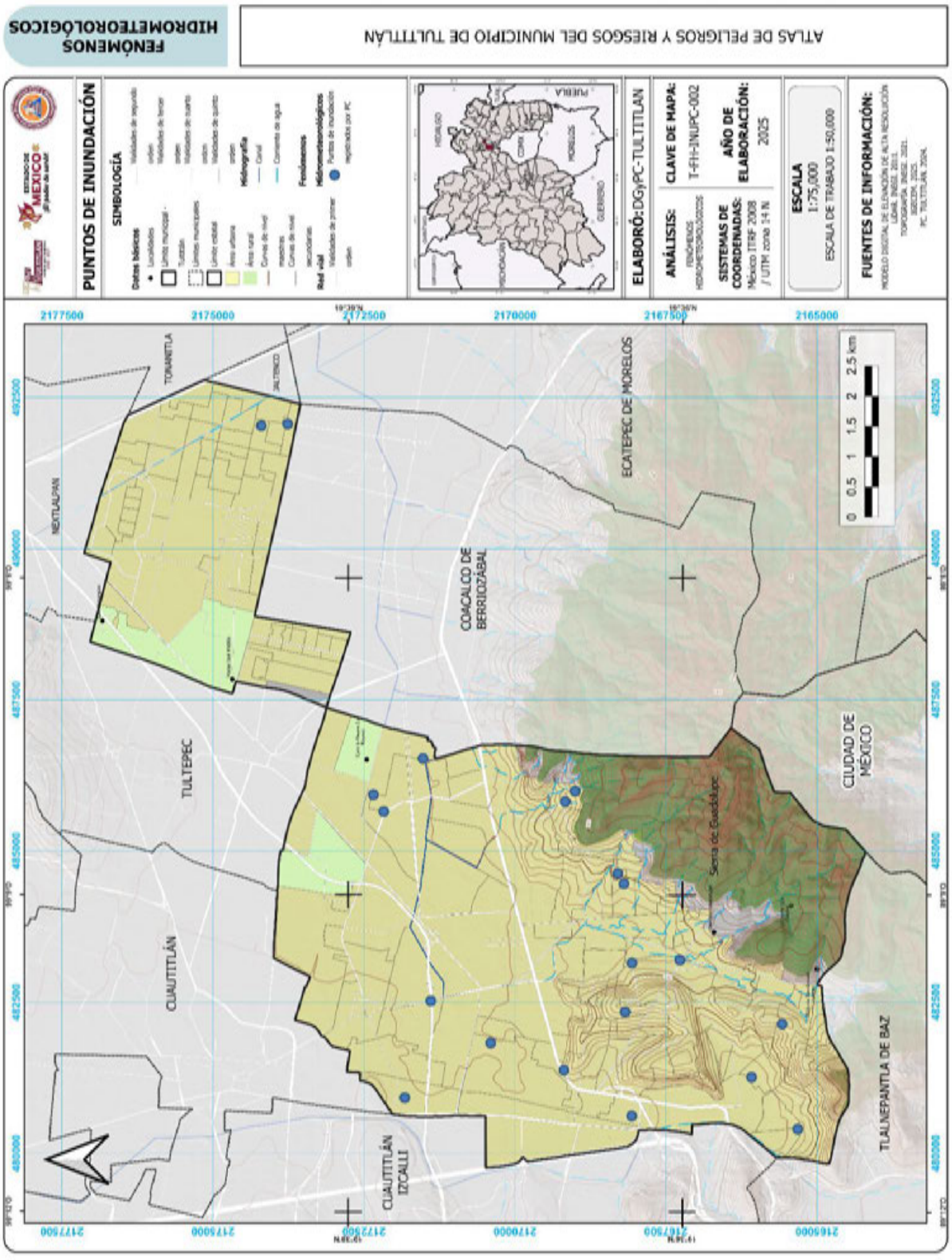
[91]

[92] (SMN, Información Estadistca Climatológica, 2024)



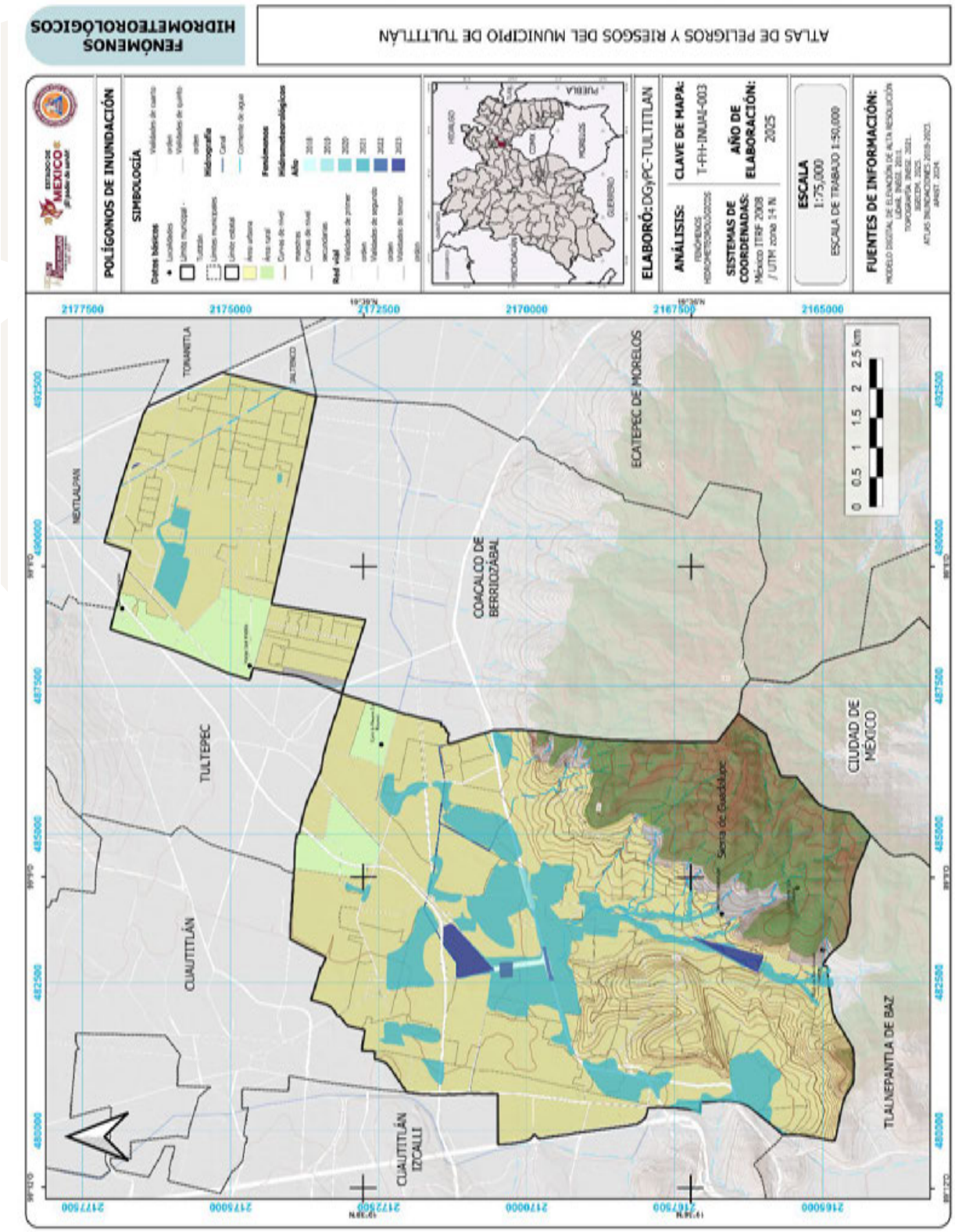
Mapa 75. Peligro por inundación

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DEL CENAPRED.



Mapa 76. Antecedentes de Inundaciones en el Municipio de Tultitlán.

Fuente: Elaboración propia con datos de Protección Civil.



Mapa 77. Polígonos de inundación.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE APAST.

Tormentas de granizo

El **granizo** es un tipo de precipitación sólida en forma de **esferas o glóbulos de hielo**, que se origina en el interior de **nubes de gran desarrollo vertical**, conocidas como ***cumulonimbus***. Este fenómeno se forma cuando:

- Las gotas de agua son arrastradas hacia las partes altas y frías de la nube por **corrientes de aire ascendentes** intensas.
- En esas zonas, las gotas se **congelan** y comienzan a aglutinarse con otras gotas también congeladas, formando capas sucesivas de hielo.
- Cuando el granizo alcanza un tamaño y peso que las corrientes ya no pueden sostener, cae a la superficie.

El tamaño del granizo puede variar, dependiendo de las condiciones dentro de la nube, pudiendo causar daños materiales y poner en riesgo la integridad física de personas expuestas.

Una **tormenta de granizo** es un fenómeno meteorológico asociado a tormentas eléctricas severas, caracterizado por la **caída repentina e intensa de granizo**. Estas tormentas:

- Suelen ser **de corta duración**, pero de alta intensidad.
- Son más frecuentes durante el verano.
- Pueden provocar **daños severos** a cultivos, techos, vehículos, ventanas, infraestructura urbana e incluso causar **lesiones** a personas y animales.[93]

Los registros de eventos de granizo en el municipio no han sido muchos en estos años (Tabla 82 y Mapa 78), por lo que no se ha tenido declaratoria de emergencia por este fenómeno hidrometeorológico. Estos eventos generalmente se presentan en épocas de verano.

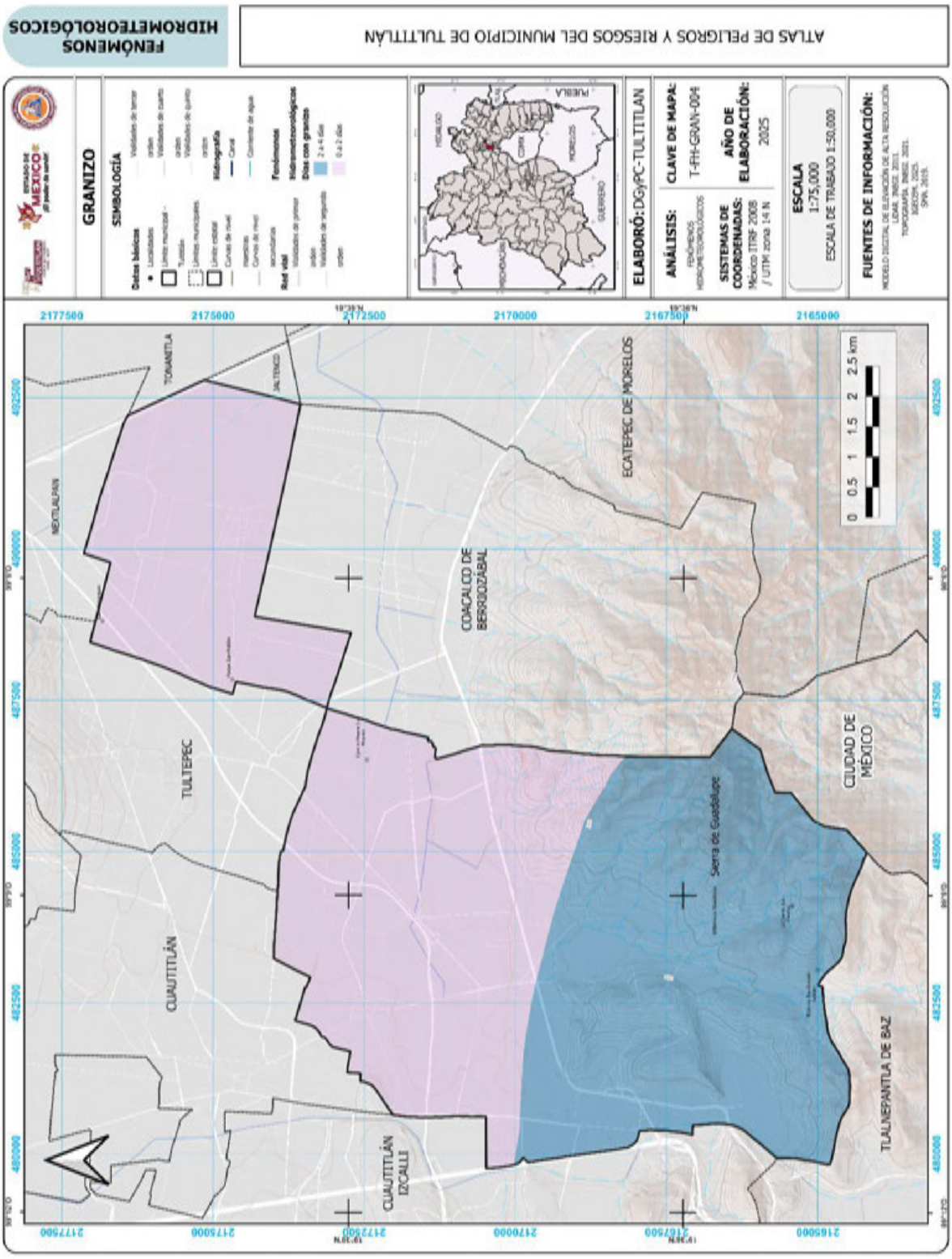
Tabla 82. Antecedentes tormentas de granizo en el municipio

Eventos de granizo en Tultitlán de 2017 al 2023	
2017	**1**
2021	**1**
2022	**1**
2023	**1**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE NOTAS DE PERIÓDICO

En el Mapa 78 al norte del municipio la presencia de granizo es de cero a dos días, en el sur las tormentas pueden durar un poco más de dos a cuatro días.

[93] (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2019)



Mapa 78. Tormentas de Granizo

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE ATLAS NACIONAL DE RIESGOS

Tormentas eléctricas

Son descargas violentas de electricidad atmosférica, que se manifiestan con rayos o chispas, emiten un resplandor breve de relámpago (luz) y un trueno (sonido). Ocurren entre mayo y octubre, pueden durar hasta dos horas[94]. El municipio debido a sus partes altas como son la sierra de Guadalupe y su territorio forma parte del Eje Neovolcánico son partes altas donde susceptibles las tormentas eléctricas[95].

Una tormenta eléctrica se forma por una combinación de humedad, entre el aire caliente que sube con rapidez y una fuerza capaz de levantarlo, como un frente frío, una brisa marina o una montaña. Todas las tormentas eléctricas contienen rayos, los cuales pueden ocurrir individualmente, en grupos o en líneas. Un rayo alcanza, en una fracción de segundo, una temperatura en el aire que se aproxima a los 30,000 grados centígrados. El aire caliente provoca que se expanda rápidamente, produciendo una onda de choque que llega en forma de sonido que viaja hacia fuera y en todas direcciones desde el rayo.

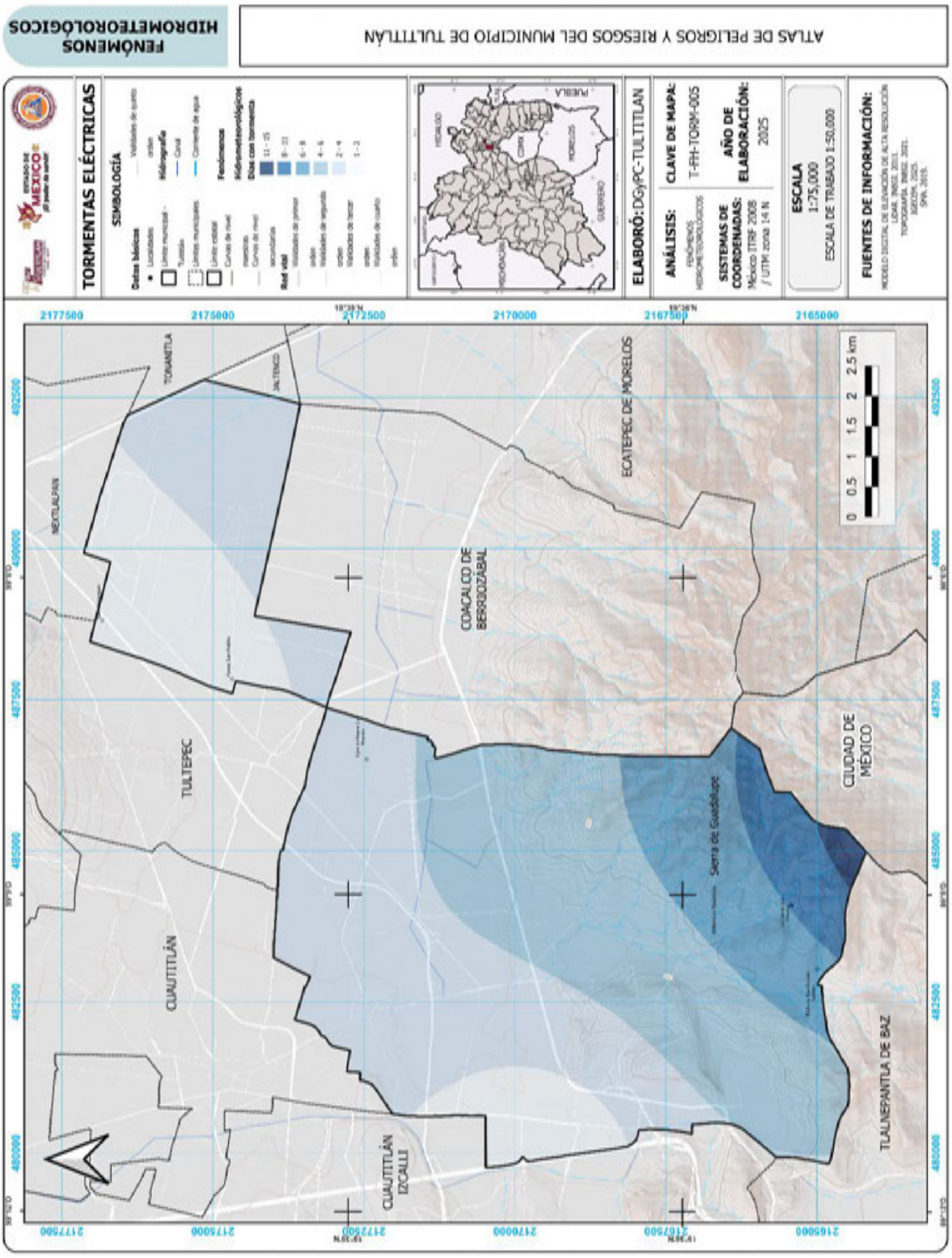
El promedio de días con tormenta en el municipio es de 20 a 29 días, siendo uno de los municipios con más días (Mapa 79).[96]

- Grado de peligro por tormenta eléctrica en Tultitlán: **Alto**
- Declaratorias de desastre por tormenta eléctrica: **Ninguna**

[94] (CENAPRED, TORMENTAS SEVERAS, 2021)

[95] (INEGI, INFORMACION POR ENTIDAD RELIEVE, 2024)

[96] (CENAPRED, Atlas Nacional de Riesgos, 2024)



Mapa 79. Tormentas eléctricas.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE ATLAS NACIONAL DE RIESGOS

Sequías

Es un fenómeno determinado por la ausencia de lluvia "La sequía es un fenómeno meteorológico que ocurre cuando la precipitación en un lapso es menor que el promedio, y cuando esta deficiencia es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas". Las sequías afectan grandes extensiones de terreno afectando considerablemente la actividad económica en sectores de agricultura, ganadería, e industria esta última importantes para el municipio, sin omitir el uso doméstico para los pobladores del municipio. De acuerdo con el monitor de sequias, Tultitlán presento en los últimos 4 años un impacto anormalmente seco, sequia moderada y con el aumento puede llegar a reducir el poder adquisitivo de la población, esto podría detonaría la migración obligada de habitantes que laboran en el municipio de Tultitlán hacia otras regiones menos afectadas, perjudicando su calidad de vida.

La siguiente Tabla 83, fue realizada de acuerdo con la Clasificación de la Intensidad de la Sequía el Monitor de Sequía de América del Norte (NADM) y señala:

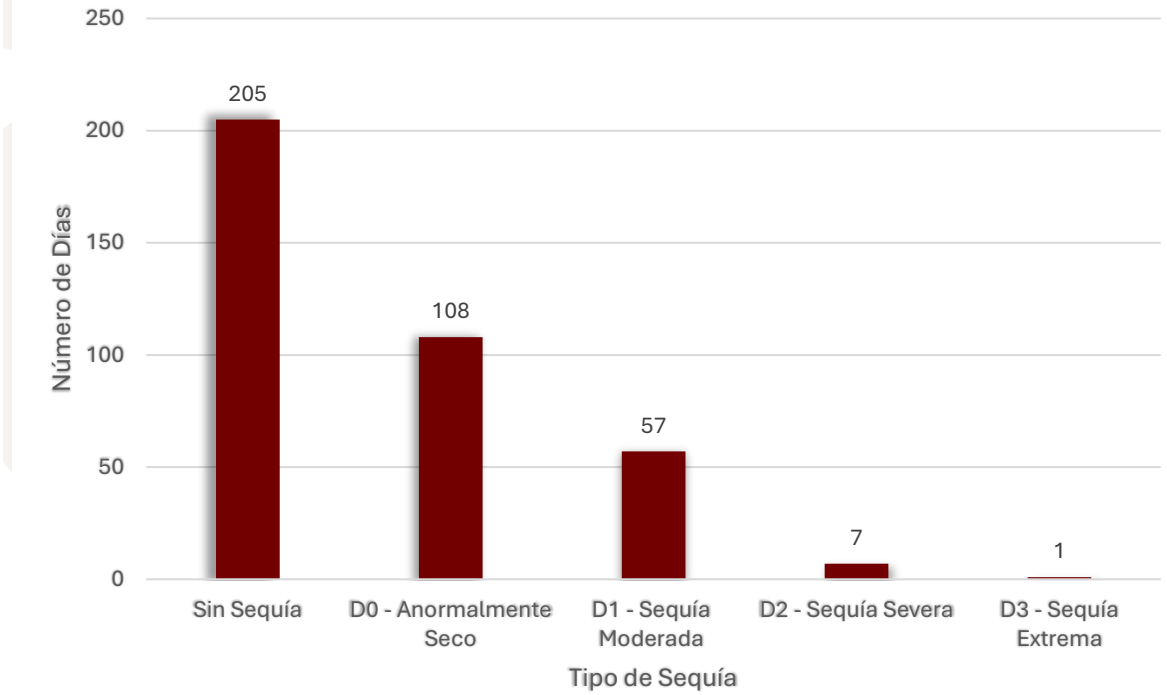
Tabla 83. Clasificación de la sequía de acuerdo con el monitor de sequía

Clasificación	Características
Anormalmente Seco (D0)	Se trata de una condición de sequedad, no es una categoría de sequía. Se presenta al inicio o al final de un periodo de sequía. Al inicio de un período de sequía: debido a la sequedad de corto plazo puede ocasionar el retraso de la siembra de los cultivos anuales, un limitado crecimiento de los cultivos o pastos y existe el riesgo de incendios. Al final del período de sequía: puede persistir déficit de agua, los pastos o cultivos pueden no recuperarse completamente.
Sequía Moderada (D1)	Se presentan algunos daños en los cultivos y pastos; existe un alto riesgo de incendios, bajos niveles en ríos, arroyos, embalses, abrevaderos y pozos, se sugiere restricción voluntaria en el uso del agua.
Sequía Severa (D2)	Probables pérdidas en cultivos o pastos, alto riesgo de incendios es común la escasez de agua, se deben imponer restricciones en el uso del agua.
Sequía Extrema (D3)	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.
Sequía Excepcional (D4)	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.[97]

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS OBTENIDOS DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

[97] (CONAGUA, 2024)

Se indicó con nomenclatura D00 a los datos sin sequía. Para realizar la Gráfica, se utilizaron los datos mensuales del servicio meteorológico nacional, que corresponden al último día de cada mes, del 31 de enero del 2003 al 15 de mayo del 2024, en la gráfica podemos observar que la mayoría de los datos corresponden a datos sin sequía (D00) corresponden al 54,23%, los anormalmente secos (D0) al 28,57%, los de sequía moderada (D1) al 15.08%, los de menor incidencia (D2) al 1,85 %, los de extrema (D3) y 0.26%.



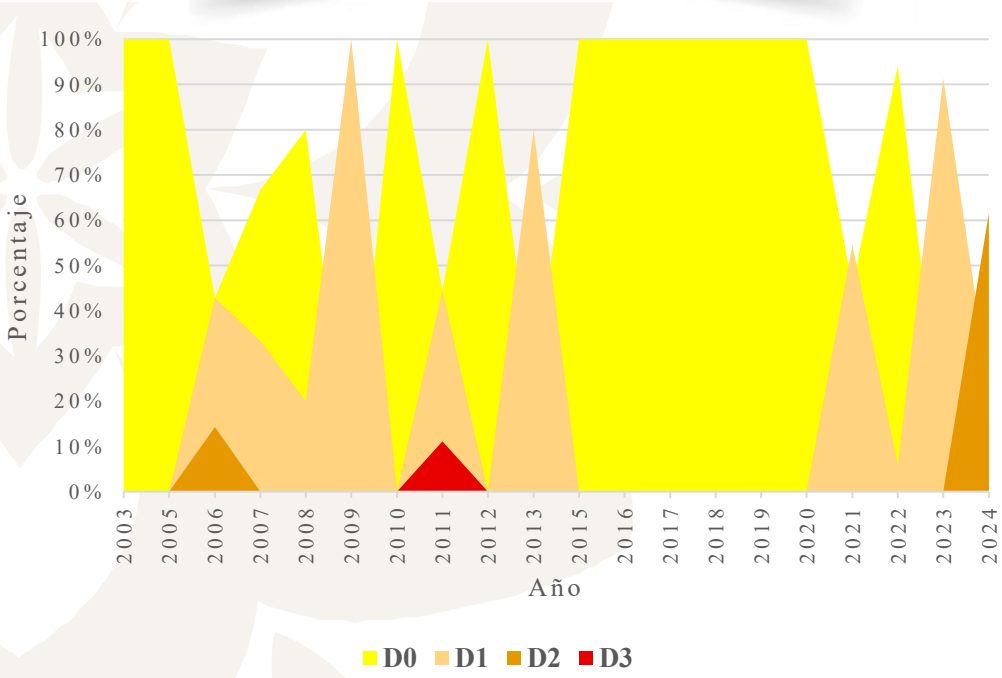
Gráfica 20. Acumulado de días por tipo de Sequía en Tultitlán

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional. [98]

De acuerdo con los datos del SMN, en los años que abarcan del 2006 al 2013, las sequías de sequía moderada a sequía extrema tuvieron lugar en el municipio, teniendo intervalos de tiempo con un clima anormalmente seco. Las sequías regresaron, después de un periodo anormalmente seco del 2014 al 2021, siendo mayo del 2024 sequia de tipo D2.

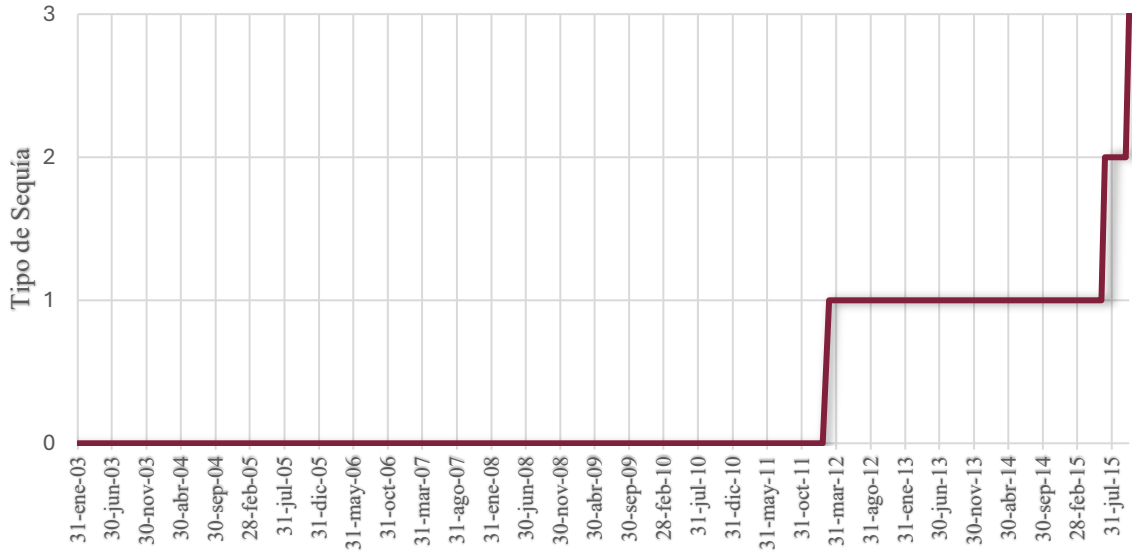
El Gráfica 21 proporcionada muestra la evolución porcentual de distintos niveles de sequía en el municipio entre los años 2003 y 2024, según la clasificación del Monitor de Sequía del SMN. A lo largo del periodo analizado, se observa que la categoría D0 ha estado presente casi de forma constante, destacando años con sequías más intensas como 2011 y 2023, donde también aparecen porcentajes significativos de las categorías D2 y D3. Este comportamiento refleja una variabilidad climática considerable en el municipio, con periodos recurrentes de sequía que han afectado distintas regiones en diversos grados de severidad.

[98] (CONAGUA, 2024)



Gráfica 21. Evolución porcentual de la sequía

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS OBTENIDOS DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL



Gráfica 22. Índice de sequía desde el 31 de enero del 2003 al 15 de mayo del 2024. Los tipos de sequía se distinguen como sigue: 0 para sequía tipo D0, 1 para D1, 2 para D2 y 3 para D3

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS OBTENIDOS DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

Ondas cálidas

Las ondas cálidas u ondas calor, se define como el periodo de más de tres días consecutivos con temperaturas por arriba del promedio, esto aplica tanto para las temperaturas máximas que se registran entre las 14:00 y 16:00 horas[99] , estas temperaturas máximas varían de acuerdo con los parámetros normales" de cada región.

La contribución al origen de las ondas de calor puede ser debido a las altas presiones atmosféricas, ya que, al establecerse áreas de alta presión sobre una región, el aire se vuelve más estable y seco, lo que conduce a temperaturas más altas y, de igual manera, puede ser por los cambios en los patrones climáticos por causas naturales o antropogénicas.

Las ondas cálidas pueden aumentar o disminuir dependiendo el uso de suelo de cada región, teniendo así aumentos de temperatura en zonas urbanizadas con pocos elementos de vegetación y cuerpos agua, y disminuciones o control de temperatura en zonas con bastante vegetación y cuerpos de agua, de igual manera, estos aumentos y controles de temperatura se rigen por la ubicación geográfica (latitud, longitud, altitud), así como de la geomorfología de las zonas de estudio.

Este tipo de fenómenos tiene un impacto en diferentes sectores de la sociedad;

- **Impacto en la salud de las personas**: Las altas temperaturas causan deshidratación, insolación, agotamiento por calor y golpes de calor. Las personas con enfermades crónicas, como enfermedades cardiacas o respiratorias, pueden empeorar sus síntomas por el estrés térmico. Otros grupos vulnerables son niños, ancianos y personas de bajos recursos.
- **Impacto en el medio ambiente**: Las altas temperaturas pueden tener como consecuencia una sequía, lo que afecta a los cultivos, las ganaderías y especialmente a la disponibilidad de agua. Además de provocar el riesgo de incendios forestales.
- **Impacto en la industria**: La industria agrícola y ganadera se ve afectada por las sequías, las altas temperaturas alteran el crecimiento de las plantas y reducen la calidad y cantidad de los cultivos, de igual manera, las frutas y verduras tienen rendimiento y una vida útil menor.

  La industria energética se ve afectada por la demanda para abastecer aparatos eléctricos de refrigeración, teniendo picos de consumo de electricidad, lo que ejerce presión en las redes de distribución y en caso de una gestión inadecuada al suministro de energía, esto puede ocasionar cortes en el suministro.

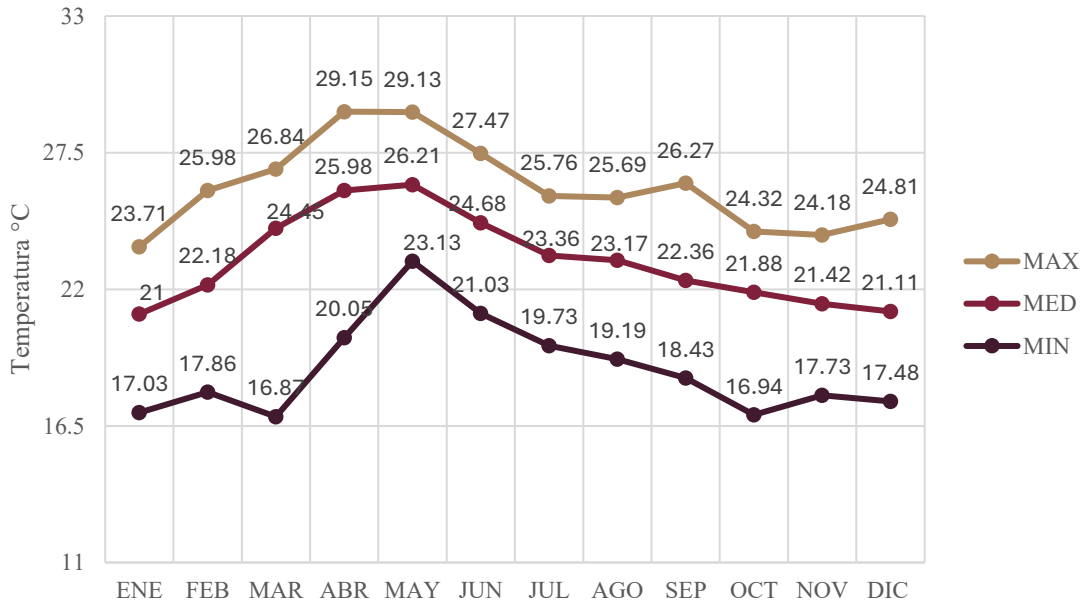
  La industria manufacturera es afectada en el rendimiento de sus equipos y maquinas, ya que requieren sistemas de enfriamiento eficientes, de igual manera los trabajadores corren riesgo debido al trabajo en condiciones climáticas adversas.

[99] (Centro Nacional de Desastres, 2024)

México cuenta con una gran variedad de climas, entre ellos destaca el templado subhúmedo, al que pertenece Tultitlán.

De acuerdo con la información básica de peligros naturales a nivel municipal de 2023 y la estación climatológica más cercana (Estación San Martin Obispo - 15098), el municipio de **Tultitlán**, en el Estado de México, presenta un **grado de peligro por onda de calor bajo**. Esta clasificación es consistente con los registros climáticos locales: como se observa en la gráfica, la temperatura **máxima promedio mensual** en Tultitlán rara vez supera los **29 °C**, alcanzando su punto más alto en los meses de **mayo (29.15 °C)** y **junio (29.13 °C)**.

Las temperaturas **medias mensuales** oscilan entre **21 °C en enero y diciembre** y un pico de **26.21 °C en mayo**, mientras que las **temperaturas mínimas** se mantienen por debajo de los **23 °C** durante todo el año, con valores que van desde **16.87 °C en marzo** hasta **23.13 °C en mayo**. Este comportamiento térmico moderado, sin extremos marcados, contribuye a que el riesgo asociado a las ondas de calor sea considerado **relativamente bajo** en esta región, en contraste con zonas del norte donde las máximas pueden superar los 40 °C y los eventos de calor extremo son más prolongados e intensos (Gráfica 23).



Gráfica 23. Promedio de temperaturas máximas en la estación San Martín-Obispo

Fuente: Elaboración propia con del Servicio Meteorológico Nacional [100]

[100] (CONAGUA, 2024)

Ondas gélidas

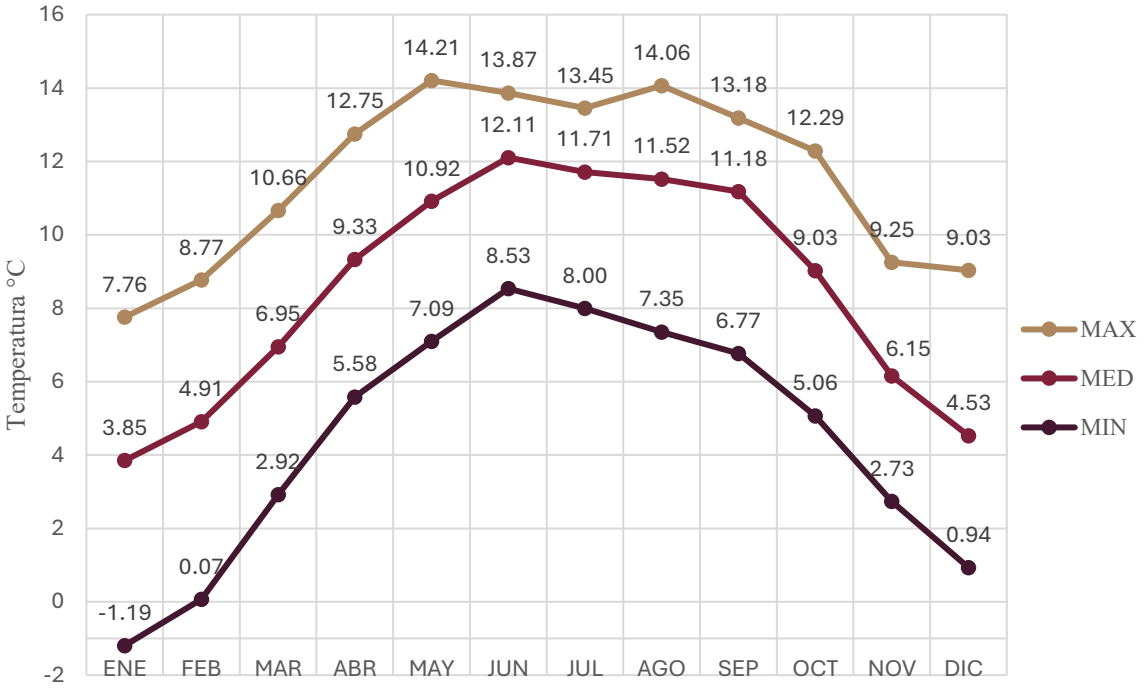
Las **ondas gélidas u olas de frío** son un fenómeno meteorológico en el cual se presentan **bajas temperaturas junto con vientos secos y fríos provenientes del norte**, dentro de un período de formación de 24 a 36 horas. En México, el criterio más acertado para determinar una onda gélida es el **rango en el cual la temperatura decae,** así como el **área de afectación**, ya que una onda gélida cubre mayor terreno que una ventisca, una tormenta de nieve u otros fenómenos invernales.[101] Los meses con temperaturas más bajas son de **noviembre a marzo**, siendo **diciembre y enero** los más fríos. Estas condiciones se diferencian claramente de la temperatura promedio de una zona y suelen originarse en el **norte de Canadá o Asia**, donde se forman **altas presiones invernales** que arrastran masas de aire polar hacia el sur. Las consecuencias sobre la salud son diversas, desde **hipotermia y congelación** hasta el **agravamiento de enfermedades respiratorias y cardiovasculares**, siendo los grupos más vulnerables las personas con enfermedades crónicas, en situación de calle, adultos mayores, niños pequeños y trabajadores al aire libre.

De acuerdo con la **información básica de peligros naturales a nivel municipal de 2023**, el municipio de **Tultitlán** presenta un **grado de peligro por onda de calor bajo**, especialmente en comparación con municipios ubicados en entidades del norte del país, donde las temperaturas extremas son más elevadas y frecuentes. Esto se ve reflejado en el comportamiento térmico local. Según la gráfica, la temperatura **máxima promedio mensual** en Tultitlán no supera los **29.15 °C**, alcanzando su punto más alto durante los meses de **mayo y junio**, mientras que el resto del año se mantiene entre **23.7 °C y 26.8 °C**. Las **temperaturas medias** oscilan entre **21.0 °C en enero** y **26.2 °C en mayo**, y las **temperaturas mínimas** se mantienen relativamente moderadas, con valores que descienden hasta los **16.87 °C en marzo**, pero rara vez bajan más allá de ese umbral.

Complementariamente, los registros históricos de la estación climatológica más cercana (San Martín Obispo – clave 15098) muestran que entre **1975 y 2017**, las temperaturas mínimas han oscilado entre **3.85 °C y 12.11 °C**, mientras que los valores máximos dentro del rango mínimo registrado en el mismo periodo fueron de **7.76 °C a 14.21 °C**, indicando que **sí pueden presentarse descensos significativos de temperatura**, particularmente en los meses de **diciembre a febrero** (ver Gráfica 24). Estos valores, aunque no extremos, **pueden favorecer la presencia ocasional de ondas gélidas**, especialmente en eventos atípicos de frentes fríos. No obstante, el comportamiento térmico promedio indica un **clima templado**, lo que contribuye a una menor exposición prolongada a fenómenos de frío extremo.

[101] (Centro Nacional de Prevención de Desastre, 2023)

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00



Gráfica 24. Promedio de temperaturas mínimas en la estación San Martín-Obispo

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional

Grado de peligro por bajas temperaturas en Tultitlán: **Medio**
Declaratorias de desastre por bajas temperaturas: **Ninguna**
Declaratorias de emergencia por bajas temperaturas: **Ninguna**[102]

Heladas

Las **heladas** son un fenómeno meteorológico que ocurre cuando la **temperatura del aire disminuye a 0 °C o menos**, generando la formación de **una cubierta de hielo sobre objetos y plantas expuestas**, especialmente durante las noches de invierno. En el caso del municipio de **Tultitlán**, el **Atlas Nacional de Riesgos** clasifica su nivel de exposición a heladas como **medio**. Las heladas se agrupan en tres categorías, algunas de las cuales se relacionan entre sí:

Heladas de origen climatológico:

- Heladas por advección, que se producen por la irrupción de grandes masas de aire extremadamente frío de gran espesor.
- Heladas por radiación, generadas por el rápido enfriamiento del suelo durante la noche debido a la pérdida de radiación, en condiciones de cielo despejado, típicas del invierno.

[102] (CENAPRED,)

Heladas de aspecto visual:

- Heladas blancas, que se observan en la superficie de las plantas, formadas por escarcha cuando hay suficiente humedad y temperaturas menores a 0 °C.
- Heladas negras, que ocurren en condiciones de aire seco, sin condensación visible, y causan que los cultivos adquieran un color oscuro por deshidratación y daño celular.

Heladas estacionales:

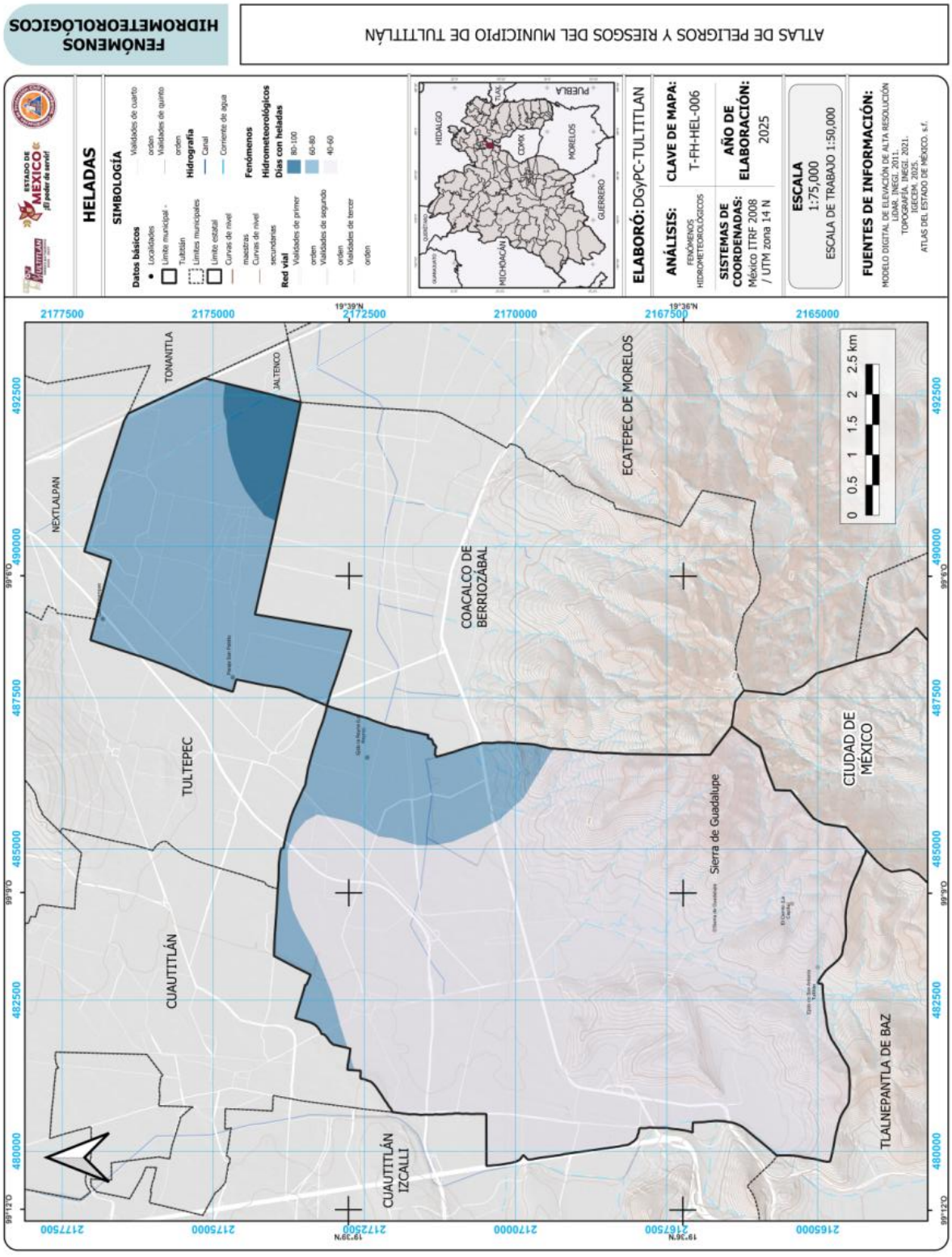
- Heladas primaverales, que afectan cultivos de ciclo anual ante un descenso abrupto de temperatura.
- Heladas otoñales o tempranas, que ocurren en septiembre y octubre debido a la llegada de masas de aire frío desde el Polo Norte, interrumpiendo la formación floral o la maduración de frutos.
- Heladas invernales, propias del invierno, cuando las plantas se encuentran en reposo; afectan árboles perennes frutales y especies forestales.[103]

En cuanto al análisis climático del municipio, de acuerdo con la **información básica de peligros naturales a nivel municipal de 2023**, Tultitlán presenta un **grado de peligro por onda de calor bajo**, en comparación con entidades del norte del país, donde los extremos térmicos son más frecuentes. Según la gráfica de temperaturas, la **temperatura máxima promedio mensual** en Tultitlán varía entre **23.7 °C en enero** y **29.15 °C en mayo**, manteniéndose en un rango templado durante todo el año. Las **temperaturas medias** oscilan entre **21.0 °C** y **26.2 °C**, mientras que las **mínimas** no bajan de los **16.87 °C**, incluso en los meses más fríos.

Esto sugiere que, aunque el clima del municipio es predominantemente templado, **pueden presentarse heladas de forma ocasional** (Mapa 80), particularmente en invierno, aunque no de manera prolongada ni extrema, lo que reduce el riesgo general para la población y el entorno agrícola.

[103] (Centro Nacional de Prevención de Desastre, 2019)

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00



Mapa 80. Heladas

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL ATLAS DEL ESTADO DE MÉXICO.

Tornados

Los tornados son alteraciones en la atmósfera que se presentan de modo violento en forma de vórtice (remolino), este aparece en la base de una nube aislada, densa y con contornos definidos, se desarrolla verticalmente, lo que le da forma de una torre o de protuberancias, esto se debe a una gran inestabilidad provocada por un fuerte descenso de la presión en el centro del fenómeno, acompañada de fuertes vientos que circulan en forma ciclónica alrededor de este.

La base inicial de un tornado no hace contacto con la tierra, tiene tonos grises y blancos, cuando el tornado se forma por completo, al tocar tierra se torna de colores grises oscuros o negros, este cambio de color es debido al polvo y los escombros que han sido succionados del suelo por el remolino.

Por otro lado, los tornados se pueden presentar con un solo vórtice o en un sistema de vórtices (más de un vórtice), el cual se mueve en forma de órbita alrededor del centro de la circulación más grande del tornado, estos vórtices pueden formarse y desaparecer en segundos.

Los tornados podrían generarse a partir o ir acompañados por los siguientes fenómenos:

- Lluvia intensa.
- Tormenta eléctrica severa.
- Granizada intensa.
- Viento extremo.
- Nubes altas.
- Nubes rotando.
- Obscurecimiento repentino.

De acuerdo con el CENAPRED, los tornados se clasifican de la siguiente manera:

- **Tornados superficiales:** Tienen origen en una tormenta severa de larga duración cuyo viento se encuentra en rotación, conocida como *supercelda*, esta se forma cuando una columna de nube *cumulunimbus* (nube vertical de gran tamaño) genera corrientes ascendentes dentro de ella misma, puede llegar a extenderse hasta algunos kilómetros de diámetro, lo que origina un tipo de tormenta convectiva (interacción de temperaturas diferentes , entre la atmosfera y un cuerpo de agua, lo que provoca la formación de nubes saturadas de vapor, la cual produce lluvias torrenciales (ocurre cuando el aire caliente y húmedo asciende con fuerza a la atmosfera, se enfría al subir, el vapor que se genera forma nubes de manera vertical) con condiciones que pueden generar fuertes vientos, granizadas, y tornados violentos que pueden devastar sobre una larga trayectoria.

Imagen 25. Tornado superficial

FUENTE: DEMOCRACY DIESA IN DARKNESS

- **Tornados no superceldas:** Estos suelen ser de menor magnitud, este tipo de tornado se forma cuando una nube *cumulus*, en rápida formación, atrae el aire que circula lentamente y de manera giratoria en los niveles inferiores de la superficie de la tierra.

  En cambio, los tornados no superceldas que ocurren en el mar o en algún otro cuerpo de agua recibe el nombre de **tromba**, este se forma sobre un cuerpo de agua, como mares, ríos y lagos, este tipo de fenómeno tiene relación con una nube aislada, densa y se desarrolla de manera vertical, como subproducto de una tormenta eléctrica severa local.

Imagen 26. Tromba marina

FUENTE: LA JORNADA

Los tornados pueden volverse peligrosos, debido a la rapidez con la que se forma ya que generan daños que van desde pérdidas económicas por sus afectaciones a cultivos, viviendas e infraestructura, hasta lesiones y pérdidas humanas.

Es importante mencionar que en el municipio de Tultitlán no se ha activado declaratoria de emergencia por tornados, sin embargo, el Atlas Nacional de Riesgos, dentro de sus antecedentes históricos incluye un evento registrado en el 2023.

Los Tornados cuentan con la Escala Fujita (escala EF), la cual es un conjunto de estimaciones del viento, es basada en los daños y utiliza ráfagas de tres segundos estimadas en el punto de daño (Tabla 84), a su vez basándose en una evaluación de 8 niveles de daño, según los 28 indicadores (Tabla 85), estas estimaciones varían según la altura y la exposición, las ráfagas de viento son tomadas de mediciones en zonas abierta, se mide la distancia que recorre (millas) en un minuto.

Tabla 84. Escala Fujita

Número EF	Clasificación	Ráfaga de viento de 3 segundos (mph)
0	Ventoso	65-85
1	Débil	86-109
2	Fuerte	110-137
3	Grave	138-167
4	Devastador	168-199
5	Extraordinario	Más de 200

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE METEORED Y NACIONAL WEATHER SERVICE

Tabla 85. Indicadores de daño

Número (Detalles Vinculados)	Indicador de Daños	Abreviatura
1	Pequeños graneros, dependencias agrícolas	SBO
2	Residencias unifamiliares o bifamiliares	FR12
3	Casa móvil de ancho simple (MHSW)	Trabajador social de salud mental
4	Casa móvil de doble ancho	Ministerio de Salud y Bienestar Social
5	Apartamento, condominio, casa adosada (3 pisos o menos)	ACTO
6	Motel	METRO
7	Apartamento de mampostería o motel	Mamá
8	Pequeño edificio comercial (comida rápida)	SRB
9	Pequeño profesional (consultorio médico, sucursal bancaria)	San Petersburgo
10	Centro comercial	SM
11	Gran centro comercial	LSM
12	Edificio comercial grande y aislado ("caja grande").	LIRB
13	Sala de exposición de automóviles	ASR
14	Edificio de servicios automotrices	ASB

Número (Detalles Vinculados)	Indicador de Daños	Abreviatura
15	Escuela - Primaria de 1 piso (pasillos interiores o exteriores)	ES
16	Escuela - escuela secundaria o preparatoria	JHSH
17	Edificio de poca altura (1 a 4 pisos).	LRB
18	Edificio de altura media (5 a 20 pisos).	Banco de Reserva de Mártires
19	Edificio de gran altura (más de 20 pisos)	Banco de recursos humanos
20	Edificio institucional (hospital, gubernamental o universitario)	IB
21	Sistema de construcción de metal	MBS
22	Marquesina de la estación de servicio	SSC
23	Almacén (paredes inclinadas o de madera pesada)	WHB
24	Torre de línea de transmisión	FST
26	Poste independiente (luz, bandera, luminaria)	FSP
27	Árbol - madera dura	EL
28	Árbol - madera blanda	TS

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE METEORED Y NACIONAL WEATHER SERVICE

A continuación, en la Tabla 86 se describe los posibles daños que se tienen a partir del impacto de un tornado.

Tabla 86. Daños tras un tornado

Tipo	Características
Daños a la propiedad	Dañan gravemente a las viviendas, edificios, comerciales, infraestructura y vehículos, debido a que la estructura puede ser desprendida de los cimientos y ser impulsados a una gran distancia.
Lesiones y defunciones	Los tornados dejan a muchas personas heridas e incluso pueden dejar sin signos vitales, a causa de los escombros que impulsa, objetos igualmente lanzados, o los colapsos de estructuras.
Impacto socioeconómico	En un largo plazo llegan a afectar a la economía del área afectada.
Impacto en la infraestructura	Dañan carreteras, puentes, líneas eléctricas y sistemas de suministros de agua.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE ECOLOGÍA VERDE. (Germán, 2024)

Químico – Tecnológicos

Almacenamiento de sustancias peligrosas

En el municipio es de importancia el tema de almacenamiento de sustancias peligrosas tanto para la seguridad de los habitantes, así como del medio ambiente, ya que en el desarrollo de dicho municipio se cuenta con establecimientos de venta de combustibles que en su caso es el gas L.P., gasolina y diésel (Imagen 27). Si el almacenamiento de dichas sustancias es inadecuado puede presentar un factor de riesgo elevado tanto para el entorno como para la seguridad de la población.

De acuerdo con la **Guía Práctica sobre Riesgos Químicos,** las sustancias peligrosas son las que, por sus propiedades físicas y químicas, al ser manejadas, transportadas, almacenadas o procesadas presentan la posibilidad de riesgos a la salud, de inflamabilidad, de reactividad o peligros especiales, y pueden afectar la salud de las personas expuestas o causar daños materiales a las instalaciones.[104]

Imagen 27. Cilindros de gas L.P. y gasolina.

FUENTE. LA VERDAD NOTICIAS.

La **NOM-005-STPS-1998** nos habla de las propiedades físicas de las sustancias químicas que normalmente se representan con pictogramas como se muestra en la Imagen 28, las propiedades son las siguientes:

- Sustancias combustibles: son aquellas en estado sólido o líquido con un punto de inflamación mayor a 37.8°C.
- Sustancias corrosivas: son aquéllas en estado sólido, líquido o gaseoso que causan destrucción o alteraciones irreversibles en el tejido vivo por acción química en el sitio de contacto.
- Sustancias explosivas: son aquéllas en estado sólido, líquido o gaseoso que, por un incremento de temperatura o presión sobre una porción de su masa, reaccionan repentinamente, generando altas temperaturas y presiones sobre el medio ambiente circundante.
- Sustancias inflamables: son aquéllas en estado sólido, líquido o gaseoso con un punto de inflamación menor o igual a 37.8ºC, que prenden fácilmente y se queman rápidamente, en general de forma violenta.

[104] (CENAPRED, 2008)

- Sustancias irritantes: son aquéllas en estado sólido, líquido o gaseoso que causan un efecto inflamatorio reversible en el tejido vivo por acción química en el sitio de contacto.
- Sustancias reactivas: son aquéllas que presentan susceptibilidad para liberar energía.
- Sustancias tóxicas: son aquéllas en estado sólido, líquido o gaseoso que pueden causar trastornos estructurales o funcionales que provoquen daños a la salud o la muerte si son absorbidas, aun en cantidades relativamente pequeñas por el trabajador.

Imagen 28. Pictogramas de sustancias químicas.

FUENTE: GOBIERNO DE MÉXICO SUSTANCIAS QUÍMICAS

En cuanto al municipio de Tultitlán se da el almacenamiento de dos sustancias que mayormente se presentan son la gasolina y diésel (Tabla 87), y el gas L.P. (Tabla 90).

Gasolina y diésel

La gasolina se usa principalmente como combustible en motores de combustión interna de encendido de chispa, también puede ser ocupada para estufas o lámparas. El diésel, es especialmente usado en camiones, autobuses y maquinaria de construcción, así como en generadores eléctricos y embarcaciones.

La diferencia entre estos dos combustibles

El combustible diésel es más denso en comparación con la gasolina y se vaporiza a un ritmo más pausado debido a su contenido de carbono. Sin embargo, proporciona significativamente más energía térmica y tiene un proceso de combustión superior, en comparación con la gasolina, el diésel es un 30% más eficaz, tomando la misma cantidad como referencia, el diésel genera una mayor emisión de dióxido de carbono (CO_2) lo que incrementa el efecto invernadero, mientras que la gasolina emite óxidos de nitrógeno (N_2O), que son responsables de generar lluvia acida y smog.

De acuerdo con la información proporcionada por el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), en el municipio se encuentran registradas un total de 32 estaciones de venta de gasolina y diésel, las cuales representan unidades económicas formalmente establecidas conforme a los criterios del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). No obstante, conforme a datos complementarios obtenidos a través de la Coordinación Municipal de Protección Civil, se ha identificado la existencia de 50 estaciones de servicio en operación durante el periodo comprendido entre 2024 y 2025, lo que sugiere una diferencia significativa entre el número de establecimientos registrados oficialmente y aquellos que se encuentran en funcionamiento real.

Tabla 87. Estaciones de venta de gasolina y diésel

Nombre de la estación	Tipo de comercio
139 Hd López Portillo	
403 Hd Tultitlán	
Altavilla	
Autoservicio Mas gasolina	
Autoservicio Mas gasolina	
Autoservicio Mas gasolina	
Combustibles Insurgentes	
Gasolinera Estación 9726	
Gasolinera G500	
Gasolinera Servicio Panamericano De Combustibles	
Gasolinera Tultitlán 1 Es 7937	
Gasolinera Tultitlán Es 13523	
Gasolinera División Zapata	
Gasolinera Hidrosina 174	
Gasolinera Janval	
Gasolinera Pemex	Comercio Al Por Menor De Gasolina Y Diésel
Gasolinera Turquesa	
Metro Combustibles Del Bajío	
Mordup Combustibles	
Oxxo Gas Suc Blvd Tultitlán 50029	
Oxxo Gas Suc Fuentes Del Valle 50030	
Pemex Cualli 12190	
Servicio Cuahutepec	
Servicio Izar	
Servicio Prados	
Servicio Raves	
Servicio Tultitlán Express	
Servicio Tultitlán Express 6505	
Servicio Tultitlán Express Es4602	
Super Servicio Izcalli	
Super Servicio San Pablo Hermanos Y Sucesores	
Tultiestacion	

Fuente: Elaboración propia con datos de DENUE

Asimismo, a partir de la información disponible en el DENUE, se identificaron las ubicaciones de los centros de distribución de gasolina y diésel localizados dentro del municipio (Tabla 88), lo que permite tener un panorama más completo sobre la ubicación y concentración de este tipo de infraestructura estratégica que se puede ver en el Mapa 81

Tabla 88. Ubicaciones de centros de distribución.

Nombre de la vialidad	Localidad / Colonia
Vía José López Portillo	Fuentes Del Valle
México (Cuautitlán)	Buenavista
Vía José López Portillo	Buenavista
Mexiquense	Fuentes Del Valle
Independencia	Tultitlán De Mariano Escobedo
Ninguno	Paraje San Pablito
Vía José López Portillo	Buenavista
Avenida Constitución De 1857	San Pablo De Las Salinas
Vía Adolfo López Mateos	Buenavista
Fresnos	Colonia Lázaro Cárdenas (Los Hornos)
Tultitlán Poniente	Tultitlán De Mariano Escobedo
Flamingos	Buenavista
Ninguno	Buenavista
Reforma	Buenavista
Vía José López Portillo	Buenavista
Vía José López Portillo	Buenavista
Canal De Castera	San Pablo De Las Salinas
Vía Mexiquense	Colonia Lázaro Cárdenas (Los Hornos)
México (Cuautitlán)	Tultitlán De Mariano Escobedo
Tultitlán Poniente	Tultitlán De Mariano Escobedo
Vía José López Portillo	Fuentes Del Valle
El Tesoro	Buenavista
Vía José López Portillo	Fuentes Del Valle
Tultitlán Oriente	Tultitlán De Mariano Escobedo
Prados Del Norte	San Pablo De Las Salinas
Vía José López Portillo	Buenavista
Vía José López Portillo	Buenavista
Vía José López Portillo	Fuentes Del Valle
Vía José López Portillo	Fuentes Del Valle
Tultitlán Poniente	Buenavista
Prados Del Norte	San Pablo De Las Salinas
Ex A Hacienda Los Portales	Fuentes Del Valle

Fuente: Elaboración propia con datos de DENUE.

En el **Segundo Listado De Actividades Altamente Riesgosas**, Articulo 4 nos dice que una sustancia debe llegar a cierta cantidad para considerar que es un riesgo su almacenamiento.[105]

Por ejemplo, en caso de la gasolina y el diésel predominan los componentes químicos; benceno con un registro a partir de 20,000kg, tolueno con registro a partir de 100,000kg y etilbenceno y xileno con un registro de 200,000kg en los dos, todos estos componentes son en estado liquido a partir de estas cantidades son altamente peligrosas tanto el manejo y almacenamiento de este compuesto químico ya que sin las medidas adecuadas podría llegar a pasar un escenario de riesgo y consecuencias mortales.

Se tiene como registro un accidente local, relacionado al almacenamiento de combustibles (Tabla 89). El evento fue dado en una estación de gasolina en el municipio, ya que los trabajadores se metieron a la cisterna donde se encontraba dicha sustancia, y murieron intoxicados. Esto quiere decir que esta sustancia es un riesgo para el municipio y que se debe tener medidas de manejo y precauciones para el almacenamiento y la manipulación tanto para el distribuidor como del consumidor. Ya que como es el caso no se tuvo las medidas necesarias ni la precaución y acabo en una situación donde hubo mortalidad.

Tabla 89. Noticia de periódico virtual.

Fecha	Fuente	Noticia	Ubicación	URL
30-07-2025	La Prensa	Mueren dos trabajadores intoxicados en cisterna de gasolinera en Tultitlán	Circuito Exterior Mexiquense, frente a la Central de Abastos de Tultitlán.	https://oem.com.mx/la-prensa/policiaca/mueren-dos-trabajadores-intoxicados-en-cisterna-de-gasolinera-en-tultitlan-25014986

Imagen 29. Accidente es gasolinera en el municipio.

FUENTE: PERIÓDICO LA PRENSA

[105] (SECRETARIA DE GOBERNACIÓN, 2002)

Gas L.P.

La **Secretaría de Energía en su reglamento de gas licuado de petróleo** nos dice que el gas L.P., o gas licuado de petróleo es un combustible compuesto primordialmente por butano y propano.

Se utiliza principalmente como fuente de energía en el hogar para preparar alimentos y calentar agua. Además, puede emplearse como combustible en estufas, secadores y calderas en diversas industrias, así como en motores a combustión interna y en turbinas de gas para la producción de electricidad.

De acuerdo con los datos que nos proporciona el **DENUE** en el municipio se establecen 13 estaciones de venta de gas L.P. (Tabla 90)

Tabla 90. Estaciones de venta de gas L.P.

Nombre de estación	Tipo de comercio
Carbucentro Regio Gas	Comercio al por menor de gas L.P. en cilindros y para tanques estacionarios
Combustibles Y Gases De Tepeji Tultitlán	Comercio al por menor de gas L.P. en estaciones de carburación
Depósito De Gas	Comercio al por menor de gas L.P. en cilindros y para tanques estacionarios
Estación De Carburación	Comercio al por menor de gas L.P. en cilindros y para tanques estacionarios
Estación De Carburación Gas LP	Comercio al por menor de gas L.P. en cilindros y para tanques estacionarios
Garza Gas	Comercio al por menor de gas L.P. en estaciones de carburación
Gas Express	Comercio al por menor de gas L.P. en estaciones de carburación
Gas Express Nieto	Comercio al por menor de gas L.P. en cilindros y para tanques estacionarios
Gas Express Nieto	Comercio al por menor de gas L.P. en cilindros y para tanques estacionarios
Gas Residencial Tultitlán	Comercio al por menor de gas L.P. en cilindros y para tanques estacionarios
Regio Gas Tultitlán	Comercio al por menor de gas L.P. en estaciones de carburación
Satélite Gas	Comercio al por menor de gas L.P. en estaciones de carburación
Venta De Gas	Comercio al por menor de gas L.P. en cilindros y para tanques estacionarios

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE DENUE.

Asimismo, a partir de la información disponible en el **DENUE**, se ubicaron los centros de distribución de gas L.P. localizados dentro del municipio (Tabla 91), lo que permite tener un panorama más completo sobre la ubicación y concentración de este tipo de infraestructura estratégica, que podemos ver en el Mapa 81.

Tabla 91. Ubicaciones de los centros de distribución.

Nombre de la vialidad	Localidad
Vía José López Portillo	Fuentes del Valle
Canal De Castera (Sor Juana Inés De La Cruz)	San Pablo de las Salinas
21 De marzo	Buenavista
Avenida De Recursos Hidráulicos	San Pablo de las Salinas
Andrómeda	San Pablo de las Salinas
Vía José López Portillo	Buenavista
Vía José López Portillo	Buenavista
Vía José López Portillo	Buenavista
Vía José López Portillo	Buenavista
Calle De Recursos Hidráulicos	San Pablo de las Salinas
Vía José López Portillo	Colonia Lázaro Cárdenas (Los Hornos)
Hermenegildo Galeana	Buenavista
Lima	Buenavista

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE DENUE.

En el **Segundo Listado De Actividades Altamente Riesgosas**, Articulo 4 nos dice que una sustancia debe llegar a cierta cantidad para considerar que es un riesgo su almacenamiento:

En caso de el gas L.P. esta principalmente compuesto por propano y butano que son sustancias en estado gaseoso y la cantidad de reporte es a partir de los 500kg, a partir de esta cantidad es altamente peligroso tanto el manejo y almacenamiento de este compuesto químico ya que sin las medidas adecuadas podría llegar a pasar un escenario de riesgo y consecuencias mortales.

Se cuenta con dos antecedentes de accidentes locales que tienen relación con el gas L.P. Se observó que en los dos casos se dieron explosiones a causa de esta sustancia, pero dado a estos incidentes se tuvo una contaminación de gases en el medio ambiente, y a lo cual hubo consecuencia de salud en los habitantes que permanecían cerca del evento y como resultado hubo fallecidos. Esto quiere decir que esta sustancia es un riesgo para el municipio y que se debe tener medidas de manejo y precauciones para el almacenamiento y la manipulación tanto para el distribuidor y el consumidor. (Tabla 92).

Tabla 92. Noticias de periódicos virtuales.

Fecha	Fuente	Noticia	Ubicación	URL
15-06-2023	N+	Tanque de Gas Explota Mientras lo Rellenaban en Tultitlán	El sabino, Tultitlán	https://www.nmas.com.mx/estado-de-mexico/explosion-en-tultitlan-tanque-de-gas-estalla-mientras-lo-rellenaban/
23-07-2025	El universal	Muere una mujer por explosión de gas en vivienda en Tultitlán	Fraccionamiento Ciudad Labor del municipio de Tultitlán.	https://www.eluniversal.com.mx/metropoli/muere-una-mujer-por-explosion-de-gas-en-vivienda-en-tultitlan/

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE PERIÓDICO N+ Y EL UNIVERSAL.

Imagen 30. Relleno de tanque, riesgo alto de explosión.

FUENTE: N+.

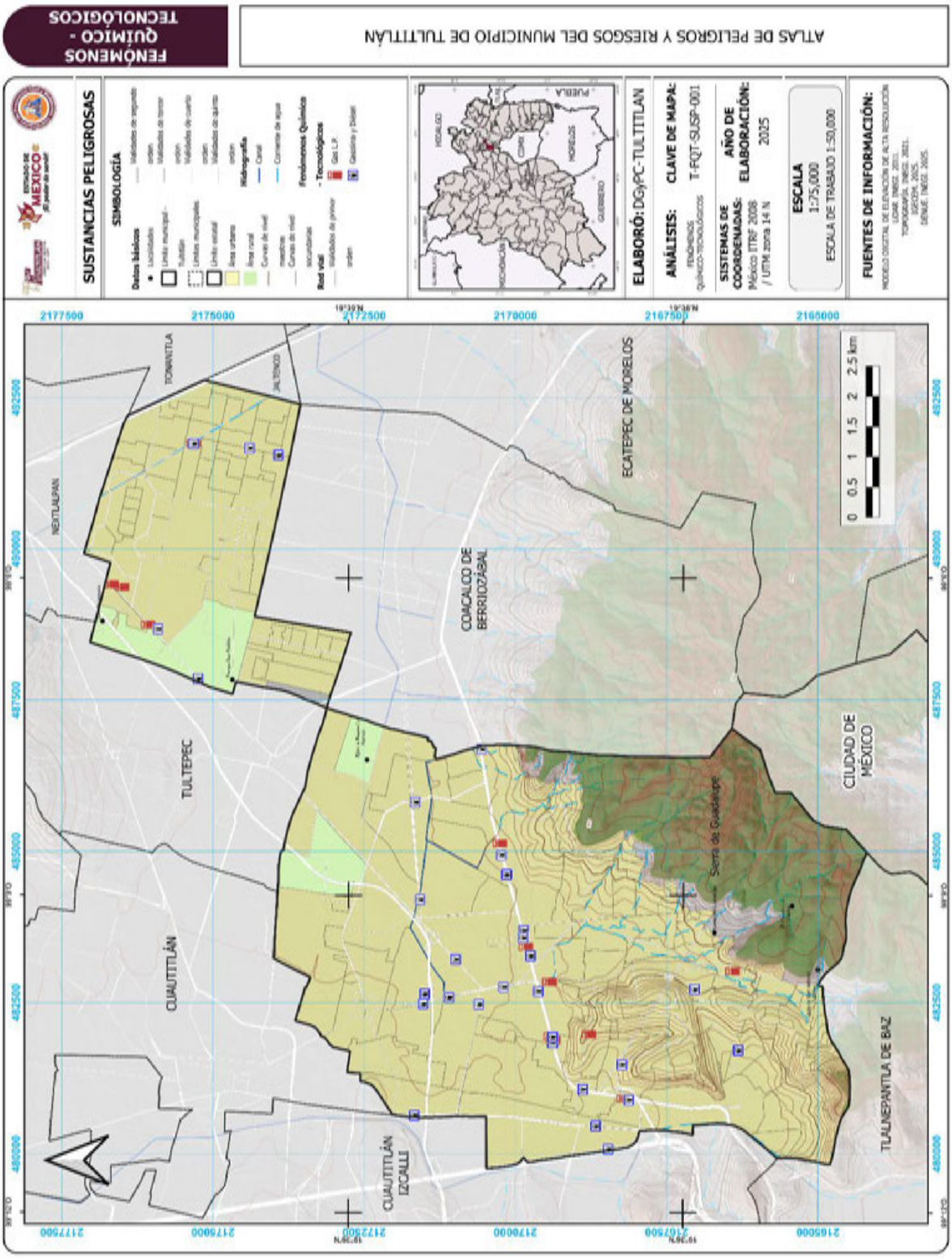
Imagen 31. Explosión de tanque de gas en vivienda.

FUENTE: EL UNIVERSAL.

Inmuebles que cuentan con Programa Especifico

La implementación de programas específicos en las industrias resulta de suma importancia, ya que permiten establecer protocolos de actuación ante riesgos particulares de cada empresa, fortalecen la cultura de prevención, y aseguran el cumplimiento de la normatividad en materia de protección civil. Estos programas no solo reducen la vulnerabilidad de las instalaciones y del personal, sino que también garantizan la continuidad operativa en caso de emergencia.

En este sentido, durante el año 2024 se lograron 298 registros de programas en distintas industrias, lo que refleja un avance significativo en materia de prevención. Para el año 2025, al corte actual, se cuenta ya con 46 registros, lo que demuestra la continuidad de este esfuerzo y la necesidad de seguir impulsando su elaboración y actualización.



Mapa 81. Localización de gasolineras y venta de gas L.P.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL DENUE.

Explosiones

La explosión se origina a partir de una reacción química, por ignición o calentamiento de algunos materiales, resultando así una expansión violenta de gases. Esto se manifiesta en forma de liberación de energía y da lugar a la aparición de efectos acústicos, térmicos y mecánicos. Estos tipos de explosión se pueden clasificar en:

Explosión de Nubes de vapor no confinadas (UVCE): este tipo de explosión consiste en el escape de una sustancia inflamable que forma una nube de grandes dimensiones la cual se incendia produciendo una combustión súbita con una llama a baja velocidad de propagación. El impacto de la explosión depende de la cantidad de gas acumulada en la nube.

Explosión por Expansión de Vapor de Líquidos en Ebullición (BLEVE): Estas generalmente se originan por un incendio externo que influye sobre la superficie de un recipiente a presión, causando su debilitación de resistencia, una ruptura y finalmente el escape súbito del contenido. Si el producto es inflamable produce una bola de fuego. Una característica particular y fundamental es que la expansión explosiva de toda la masa de líquido evaporada aumenta su volumen a más de 200 veces.

Nubes de vapor confinadas (VCE): Estas, a diferencia de las confinadas, tienen alguna barrera de contención, ya sean tuberías, recipientes o dentro de edificios. Esto originan sobrepresiones superiores a las no confinadas resultando en una destrucción total de la infraestructura del entorno.

Explosión de polvos: Este tipo de explosiones representan un factor importante de riesgo en diversos sectores de la industria como el procesamiento y molienda de granos, alimentos, carbón y otros combustibles sólidos. En estos casos se necesita una energía mínima de ignición como por ejemplo podrían ser las superficies calientes o de chispas, por estática, fricción, por ciertos artefactos eléctricos o gas, así como por trabajos de corte o soldadura.[106]

Los diversos tipos de explosiones podrían traer como consecuencia:

- Ondas de choque (rotura de tímpanos y hemorragia pulmonar)
- Fragmentos despedidos (heridos o muertes por impacto)
- Personas proyectadas
- Caída de vigas y estructuras

Antecedentes históricos de Explosiones

Los registros que tuvieron mayor impacto mediáticos dentro del Municipio son lo que están presentes en la Tabla 93 Aunque en el propio municipio no se tienen una gran cantidad de registros respecto a este fenómeno a comparación de otros mismos dentro del municipio a pesar de que estos son uno de los desencadenantes para este fenómeno y esto se puede observar en el Mapa 82.

[106] (Mora Fonseca, 2020)

Tabla 93. Explosiones en el municipio.

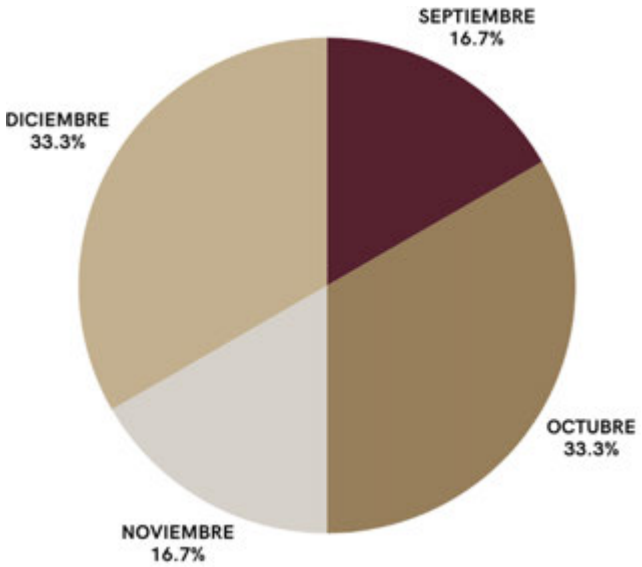
Fecha	Lugar	Evento	Descripción
31/08/2022	C. Tezozómoc 4, Col. San Francisco Chilpan	Explosión	Incendio de fabrica Fabila México por explosión de cilindro de etilo con al menos dos personas lesionadas
01/03/2024	Central de Abastos, De las Torres 64, Sin Nombre, 54910 Fuentes del Valle, Méx.	Explosión	Incendio por explosión desconocida en la bodega nave numero 6
28/12/2022	Hidalgo Manzana 016, Centro, 54900.	Explosión	Explosión de transformadores y posterior incendio de la explanada
07/02/2024	Isla Cozumel Manzana 021, Villa Esmeralda, 54910 Fuentes del Valle	Explosión	Tras una fuerte explosión se incendia el inmueble donde es venta de agua
14/06/2023	Av. el sabino 19, Nativitas, 54900 Tultitlán de Mariano Escobedo, Méx.	Explosión	Explosión de tanque de 30 litros de Gas L.P. hiriendo de gravedad a una persona
19/12/2022	Av. Prados del Nte. 85, Morelos 3ra Secc. 54935 San Pablo de las Salinas, Méx.	Explosión	Explosiones e Incendio en casa habitacional por bodega con pinturas
13/03/2007	C. Chalco 24, La Concepción, 54900 Tultitlán de Mariano Escobedo, Méx.	Explosión	Explosión en una empresa de reciclado de desechos industriales dejó como saldo nueve personas lesionadas y tres muertos
02/08/2017	Emiliano Zapata 38-39, San Pablo, 54930 San Pablo de las Salinas, Méx.	Explosión	Explotó un taller de herrería en Tultitlán, que almacenaba artículos pirotécnicos, la explosión dejó como saldo una persona lesionada.

Fuente: Elaboración propia con datos conseguidos en la web.

Tabla 94. Reporte de explosiones por parte de la Coordinación Municipal de Protección Civil año 2024.

Fecha	Colonia	Servicio
16/09/2024	Loma Bonito	Explosión
21/10/2024	Hogares de Castera	Explosión
29/10/2024	UH. Morelos 2da.	Explosión
24/11/2024	Portal San Pablo	Explosión
11/12/2024	La Loma	Explosión
12/12/2024	Buenavista	Explosión
Total		**6**

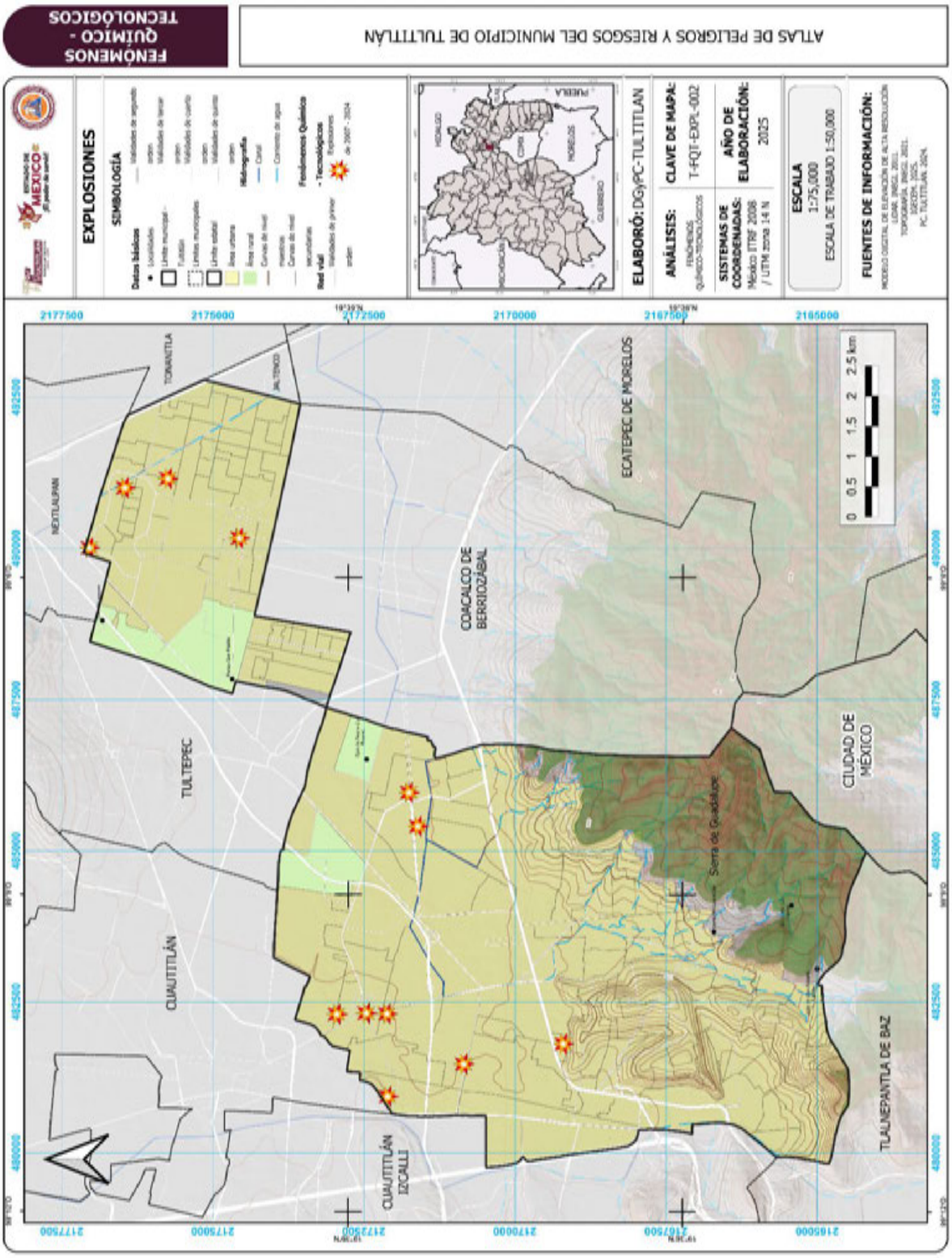
Fuente: Elaboración propia con datos de protección civil.



De acuerdo con la bitácora proporcionada por la Coordinación de Protección Civil, se registraron 6 eventos de explosión dentro del municipio, concentrados en un periodo de cuatro meses durante el año 2024. Solo 4 meses cuentan con reporte. Esta información ha sido sintetizada en la Tabla 94 y Gráfica 25.

Gráfica 25. Porcentaje de explosiones por mes.

Fuente: Elaboración propia, con datos de protección civil.



Mapa 82. Antecedentes de explosiones en el municipio.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE DIRECCIÓN DE GOBIERNO Y PROTECCIÓN CIVIL.

Fugas Toxicas

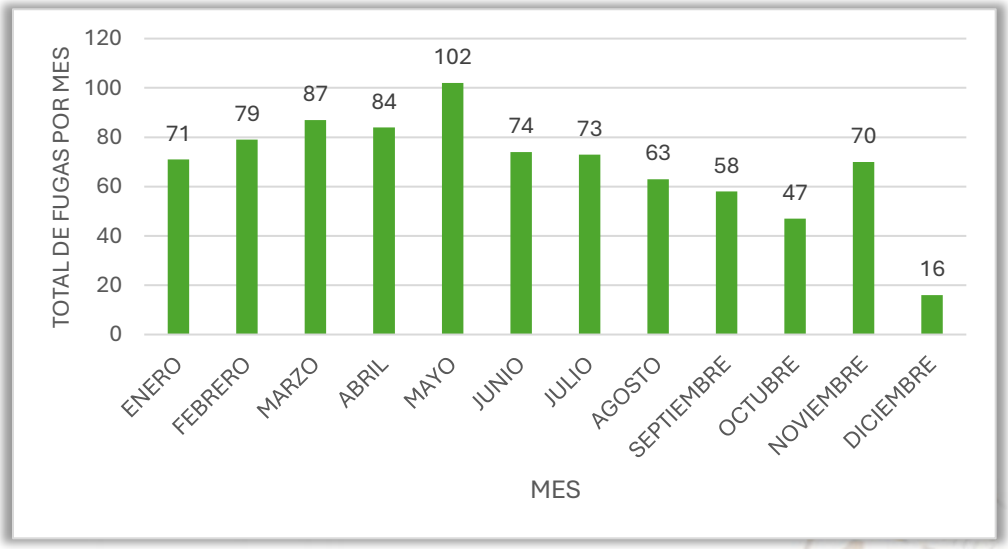
Los fenómenos destructivos como las fugas se definen como cualquier emisión de gas en un sistema, ya sea de un tanque, ducto u otro; suelen generarse principalmente en las conducciones, las cuales pueden tener como causa una fractura, ruptura, oxidación, soldadura defectuosa, corrosión, sellado imperfecto o mal funcionamiento de accesorios y dispositivos utilizados en estos. Este tipo de eventos puede causar como consecuencia la liberación de sustancias inflamables y sustancias tóxicas que pueden ocasionar incendios, explosiones, formación de nubes y plumas tóxicas.[107] En este caso las fugas tóxicas se refieren al escape de sustancias tóxicas fuera del recipiente que las contiene.

Tultitlán, por su alta concentración de industrias y parques industriales, presenta un riesgo elevado de fugas tóxicas, lo que hace necesario implementar medidas de seguridad eficaces para minimizar riesgos y garantizar una respuesta adecuada ante posibles incidentes.

Antecedentes Históricos de Fugas Tóxicas

Los incidentes químicos-tecnológicos son frecuentes en Tultitlán, siendo la mayoría de los registros por fugas en domicilios particulares, aunque también se han documentado en naves industriales. (Mapa 83).

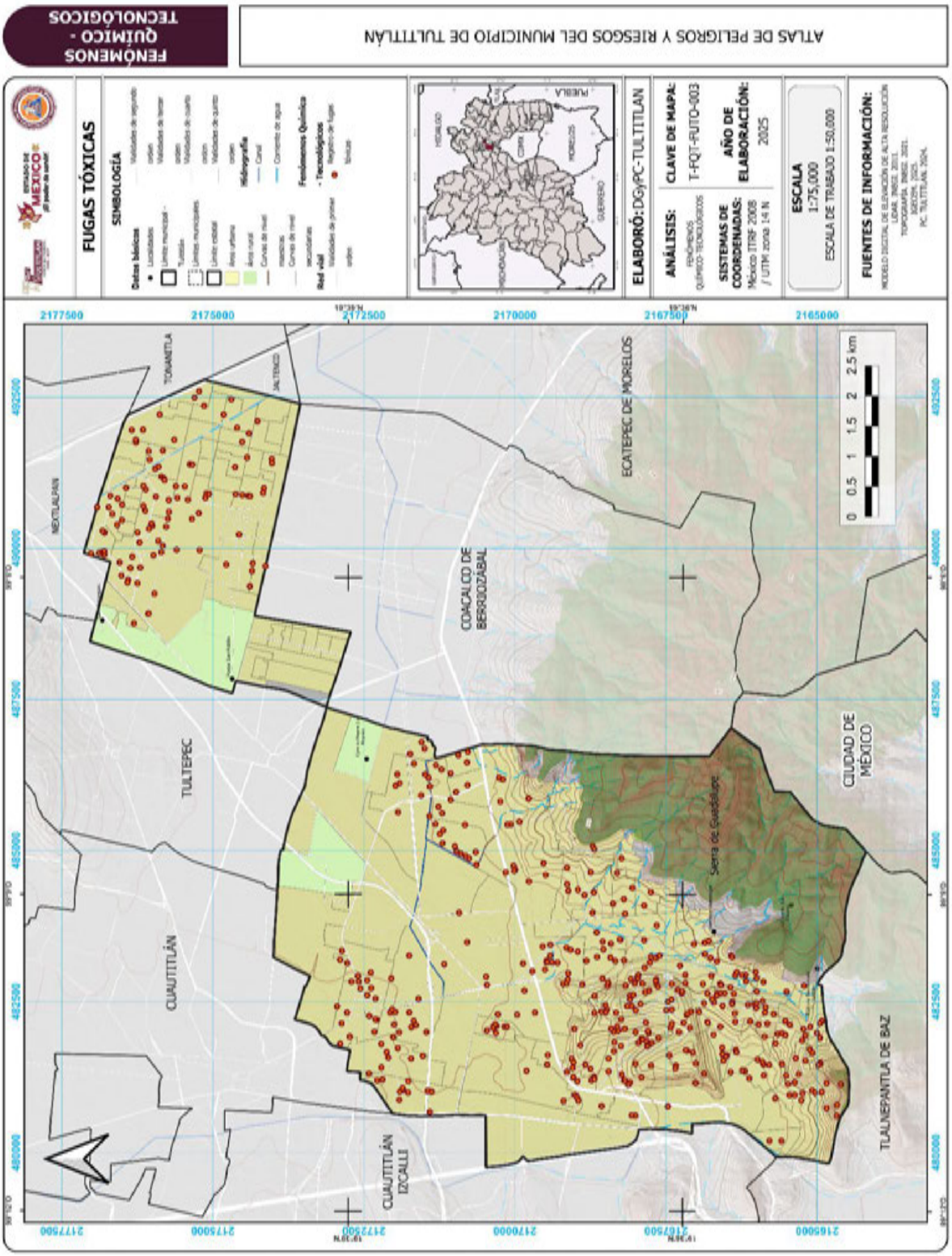
En 2024, Tultitlán se registraron 824 eventos de fugas de gas, según datos de Protección Civil, lo que evidencia que este fenómeno es un riesgo significativo que requiere atención prioritaria en prevención y gestión de emergencias, el mes con más reportes fue mayo con un total de 102 que se puede visualizar en la Gráfica 26.



Gráfica 26. Fugas de gas por mes en el año 2024.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE PROTECCIÓN CIVIL.

[107] (Gobierno de México, 2020)



Mapa 83. Antecedentes de fugas toxicas en el municipio.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE DIRECCIÓN DE GOBIERNO Y PROTECCIÓN CIVIL

Derrames

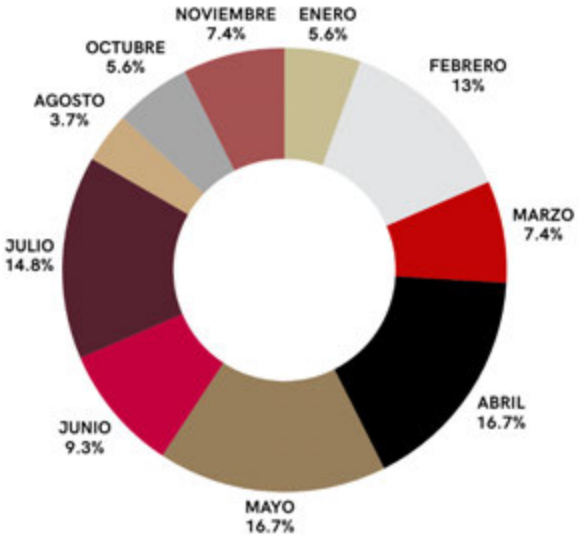
En el caso de los derrames, se refiere al escape de cualquier sustancia líquida o sólida en partículas o una mezcla de ambas, esto puede ser de todo tipo de recipientes que las contengan como por ejemplo las tuberías, equipos, tanques, carros tanques, etc. Los derrames tienen consecuencias como la contaminación en suelo, aire, agua superficial y agua subterránea.[108]

En el municipio de Tultitlán se han registrado diversos eventos de este tipo a lo largo de los años a causa de las tomas clandestinas pudiendo ocasionar así el derrame de hidrocarburos. Además, también se encuentran derrames por aceite, mercaptano, alcohol y material explosivo; la mayoría de estos sucesos ocurridos en la zona centro y sur.

Antecedentes Históricos de Derrames

El presente Mapa 84 muestra la localización de los eventos de derrames registrados en el área de estudio, permitiendo visualizar su distribución espacial, frecuencia y posibles patrones de ocurrencia. Esta representación geográfica constituye una herramienta clave para el análisis de riesgos asociados al manejo, transporte y almacenamiento de sustancias, así como para la toma de decisiones orientadas a la prevención, mitigación y atención de emergencias

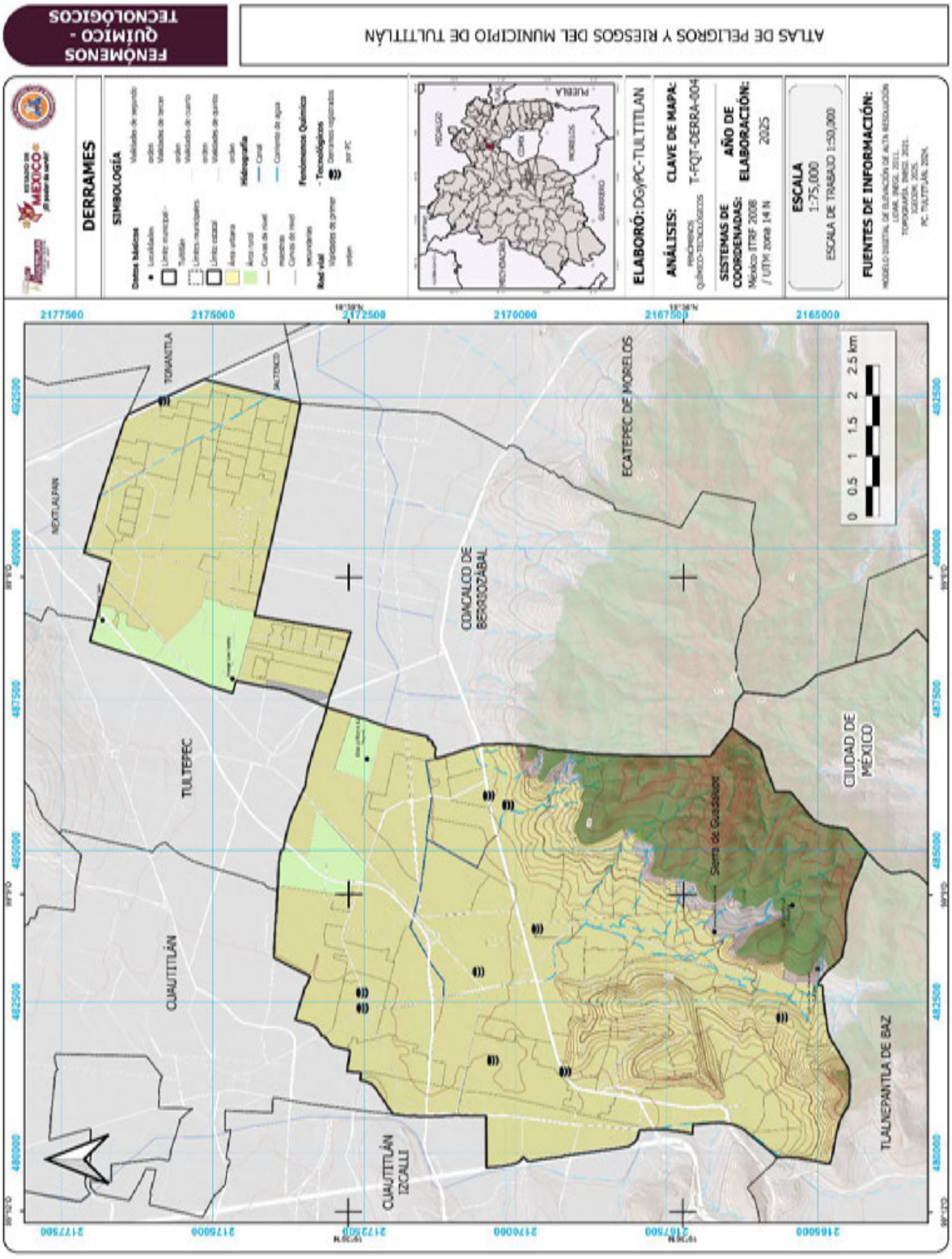
La Coordinación de Protección Civil del municipio proporcionó un conjunto de datos correspondientes a los reportes de derrames químicos, sustancias peligrosas y solventes registrados durante el año 2024, con un total de 54 eventos de derrames. Esta información, obtenida a partir de sus bitácoras operativas y registros de atención a emergencias, representados en la Gráfica 27, donde se analiza que en mayo y abril fueron los meses con mayor incidencia de este fenómeno.



Gráfica 27. Porcentaje de los derrames en el municipio por mes en el año 2024.

[108] (Gobierno de México, 2020)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS PROPORCIONADOS POR PROTECCIÓN CIVIL



Mapa 84. Antecedentes de derrames químicos en el municipio.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE DIRECCIÓN DE GOBIERNO Y PROTECCIÓN CIVIL

Pirotecnia

La pirotecnia implica el manejo de sustancias químicas que tienen características explosivas, inflamables y tóxicas, por lo que esta actividad conlleva un alto riesgo. En la elaboración de los artificios pirotécnicos se emplean diferentes tipos de pólvora; asimismo, la producción se lleva a cabo principalmente de manera artesanal, con herramientas y equipos rudimentarios, heredando de padres a hijos las formulaciones para la elaboración de los diferentes artificios pirotécnicos, por lo que no existen procesos en serie, normalización de actividades, así como tampoco existen esquemas de control de calidad, y de salud ocupacional. Adicionalmente el riesgo se incrementa si la producción y venta se realiza en lugares no autorizados por las autoridades correspondientes careciendo de las medidas de seguridad adecuadas.[109]

Las lesiones que pueden suceder a causa de la pirotecnia son más comunes en las manos, los ojos, la cabeza, la cara y las orejas; pueden ocasionar pérdida de la vista, quemaduras severas y marcas permanentes en la piel. En casos extremos, los fuegos artificiales pueden provocar incendios grandes, con consecuencias de daños materiales y mortales.

Dado el uso de la pirotecnia siempre lo relacionan con algo festivo y divertido, pero conlleva un alto grado de riesgos que la mayoría de las veces se subestiman, no solo representa una tradición si no también un desafió para la prevención de riesgo, seguridad pública y protección civil.

Se tienen registros de accidentes dados por la pirotecnia, dando como resultado 4 antecedentes locales de estos eventos (Tabla 95). Se observó que cada uno de ellos produjo una explosión, y en la mayoría de estos eventos hubo al menos un deceso.

Tabla 95. Noticias de accidentes a causa de la pirotecnia.

Fecha	Periódico	Noticia	URL
16 de mayo 2011	Excelsior	Estalla un 'polvorín' en Tultitlán, Estado de México; al menos un muerto	https://www.excelsior.com.mx/2011/05/16/comunidad/737221
07 de enero 2013	Excelsior	Un muerto y 37 heridos deja explosión de pirotecnia en Tultitlán	https://www.excelsior.com.mx/2013/01/07/comunidad/878053
2 de agosto 2017	El Sol de México	Explota pirotecnia en taller de herrería en Tultitlán	https://oem.com.mx/elsoldemexico/mexico/explota-pirotecnia-en-taller-de-herreria-en-tultitlan-15414132
26 de junio 2021	La prensa	Muere una persona en explosión de taller de pirotecnia en Tultitlán	https://oem.com.mx/la-prensa/policiaca/muere-una-persona-en-explosion-de-taller-de-pirotecnia-en-tultitlan-14783690

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de periódicos virtuales

Dado a estos incidentes se tuvo una contaminación de gases en el medio ambiente, y, como consecuencia, afectaciones a la salud en los habitantes que permanecían cerca del evento o

[109] (CENAPRED, 2022)

en su caso llego a la mortalidad de más de una persona. Esto quiere decir que el uso de la pirotecnia es un riesgo para el municipio y que se debe tener medidas de manejo y precauciones para el almacenamiento y la manipulación tanto para el distribuidor y el consumidor. Mapa 85

La Coordinación de Protección Civil reporta un total de siete eventos relacionados con el uso de pirotecnia ocurridos en el municipio durante el año 2024, conforme a sus registros oficiales. Esta información ha sido sistematizada y representada en la Tabla 96 y la Gráfica 28, donde se observa que en julio y septiembre hubo más reportes que a diferencia de los demás meses.

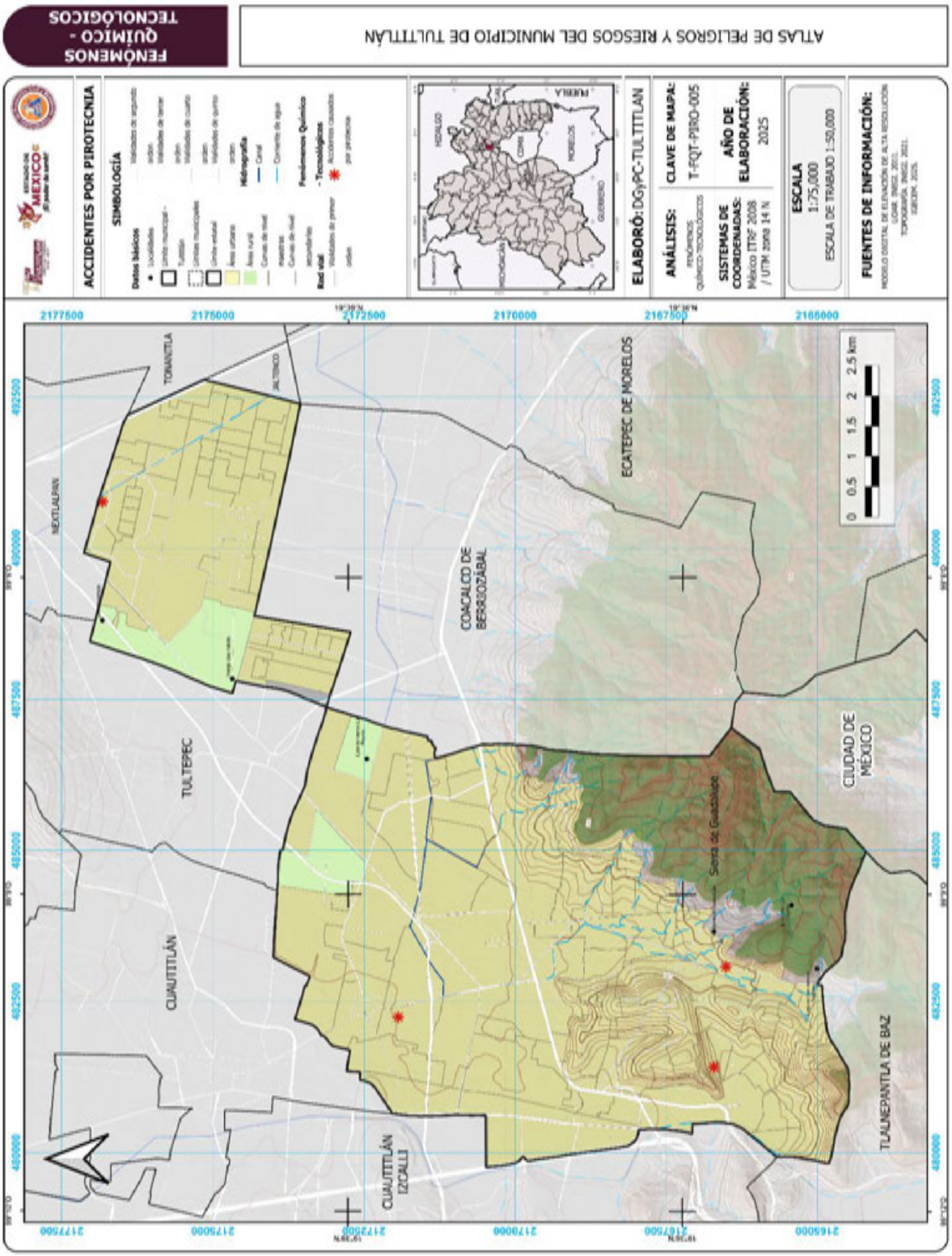
Tabla 96. Reportes de quema de pirotecnia en el año 2024.

Fecha	Colonia	Servicio
28/01/2024	San Pablo de las Salinas	Quema de pirotecnia
06/06/2024	Centro San Antonio	Quema de pirotecnia
28/07/2024	Bo. Santiaguito	Quema de castillo
29/07/2024	Bo. Santiaguito	Quema de castillo
22/09/2024	San Mateo Cuautepec	Quema de pirotecnia
29/09/2024	San Mateo Cuautepec	Quema de pirotecnia
09/10/2024	Centro San Antonio	Quema de pirotecnia
Total		**7**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE PROTECCIÓN CIVIL.

Gráfica 28. Reportes por mes a causa de pirotecnia 2024.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE PROTECCIÓN CIVIL



Mapa 85. Accidentes por pirotecnia

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE NOTICIAS.

Incendios

Se define como incendio a la ignición no controlada de materiales inflamables y explosivos, debido al uso inadecuado de sustancias combustibles, fallas en instalaciones eléctricas defectuosas y al inadecuado almacenamiento y traslado de sustancias peligrosas, ya sea como sustancia misma o como producto elaborado.[110] (Imagen 32)

Imagen 32. Incendio.

FUENTE: MATERIALES PELIGROSOS, GOBIERNO DE MÉXICO.

El fuego por su magnitud y destructividad se clasifica de la siguiente manera:

- Conato**:** Inicio de un incendio que puede ser sofocado, utilizando los extinguidores convencionales, generalmente extintores con polvo químico seco.
- Incendio: Es fuego no controlado de grandes proporciones, que puede presentarse en forma súbita, gradual e instantánea, requiriendo para su control y eliminación el uso de hidrantes, mangueras y extintores de carretilla. Los efectos resultantes del siniestro abarcan hasta un 25 por ciento de la zona o inmueble afectado.
- Conflagración: Es el incendio que destruye parcial o totalmente un inmueble, abarcando de un 26% al 100% de su estructura.

Puntos de calor

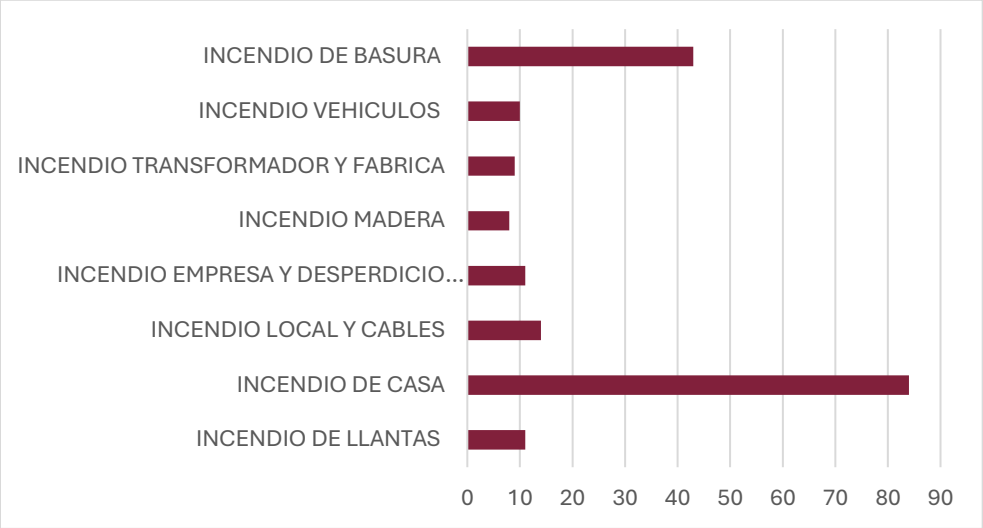
Los registros presentados en el presente mapa corresponden a puntos de calor detectados mediante imágenes satelitales por la **Comisión Nacional Forestal** (**CONAFOR**), los cuales son indicadores importantes para la identificación temprana de posibles eventos como incendios forestales o incrementos anómalos de temperatura en zonas urbanas e industriales. Según información de CENAPRED y estudios realizados en México (Luyando, 2018), estos puntos de calor pueden tener diferentes interpretaciones dependiendo del contexto ambiental: en áreas con presencia significativa de vegetación representan una alerta para la posible ocurrencia de incendios forestales, mientras que en zonas urbanas e industriales reflejan áreas con temperaturas superiores al promedio local, las cuales pueden estar asociadas a derrames, incendios o actividades industriales que generan calor.

En el municipio de Tultitlán, el Mapa 86 muestra la concentración y distribución espacial de estos puntos de calor registrados durante los años 2024 y 2025 por CONAFOR, destacándose una mayor presencia en áreas urbanas e industriales. Este tipo de información es fundamental para la gestión integral del riesgo, ya que permite a las autoridades y la comunidad anticipar

[110] (CAMARA DE DIPUTADOS, 2020)

posibles emergencias, implementar medidas preventivas, y fortalecer la capacidad de respuesta ante eventos relacionados con derrames, incendios o actividades anómalas que impacten la seguridad ambiental y ciudadana.

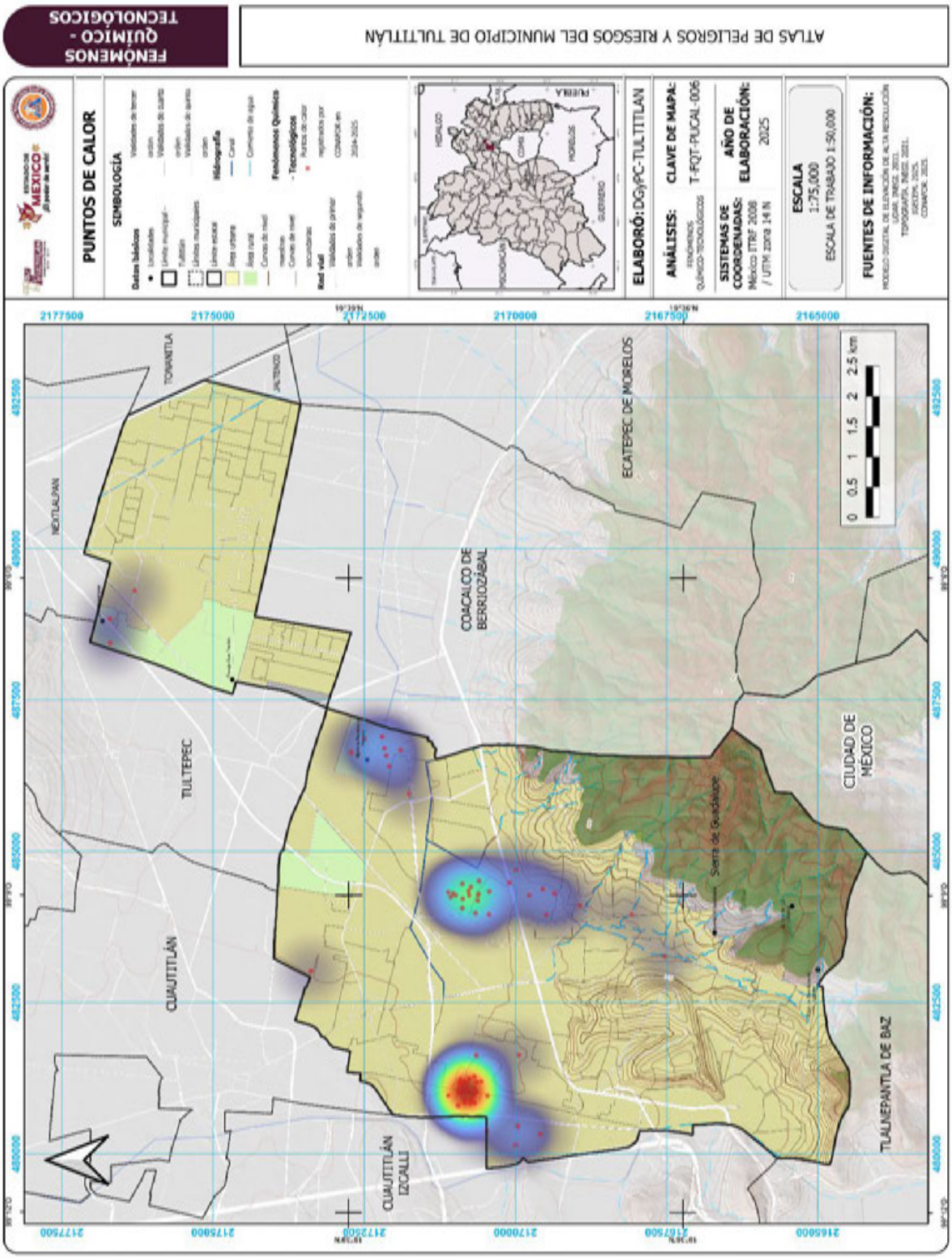
De acuerdo con las bitácoras de incendios de protección civil 2024, se tienen registrados 84 incendios a casa/habitación en donde destacan 1 incendio de boiler y otro de estufa, siendo el mes de enero donde se registraron más casos; 43 incendios de basura y el resto de los incendios atendidos no superan los 15 casos registrados. (Gráfica 29)



Gráfica 29 Bitácora de Incendios

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE PROTECCIÓN CIVIL DE TULTITLÁN

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00



Mapa 86. Puntos de calor.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE PROTECCIÓN CIVIL.

Incendios forestales

Los incendios forestales se entienden como la propagación del fuego que se extiende de manera libre y descontrolada, afectando el entorno; ya sea de manera positiva o negativa.[111]

Aunque el fuego se tiene en un mal concepto y siempre se relaciona con algún tipo de daño en nuestro entorno, esto no siempre es así, ya que el fuego ayuda a mantener la biodiversidad. Pero, cuando se utiliza de forma irresponsable o viene de alguna negligencia, puede convertirse en un incendio forestal con consecuencias bastante graves para el entorno, salud y seguridad de la población.[112]

Algunas de las causas principales de los incendios forestales son:

- **Accidentales:** Rupturas de líneas eléctricas, accidentes automovilísticos, ferroviarios y aéreos.
- **Negligencias:** Quemas agropecuarias no controladas, fogatas de excursionistas, fumadores, quema de basura, limpieza de vías en carreteras y uso del fuego en otras actividades productivas dentro del área forestal.
- **Intencionales:** Quemas por conflictos; ya sea entre personas o comunidades; tal ilegal o litigios.
- **Naturales:** Caída de rayos o erupciones volcánicas.[113]

Es por estas causas que se calcula que las **actividades humanas** son las que ocasionan el 75% de los incendios forestales y solo el resto tiene como causas fenómenos naturales.[114]

Antecedentes Históricos de Incendios Forestales

En el caso del municipio de Tultitlán se han encontrado datos en la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) con al menos **211 registros** de incendios a partir del 2005 hasta el presente año 2025, los incendios fueron causados mayoritariamente **intencionales**, seguidos de **actividades ilícitas** y por último son **causas desconocidas**. (Tabla 97, Mapa 87 y Mapa 88).

La coordinación de protección civil en sus registros sobre reportes de incendios forestales tiene un total de 139 incendios en el año 2024 que podemos visualizar por mes en la Gráfica 30, donde se refleja que el mes más propenso a incendios es Abril.

[111] (CENAPRED, COORD.NAN. P. C, SEGOB, 2024)

[112] (Secretaría del Agua, 2024)

[113] (Comisión Nacional del Agua, 2010)

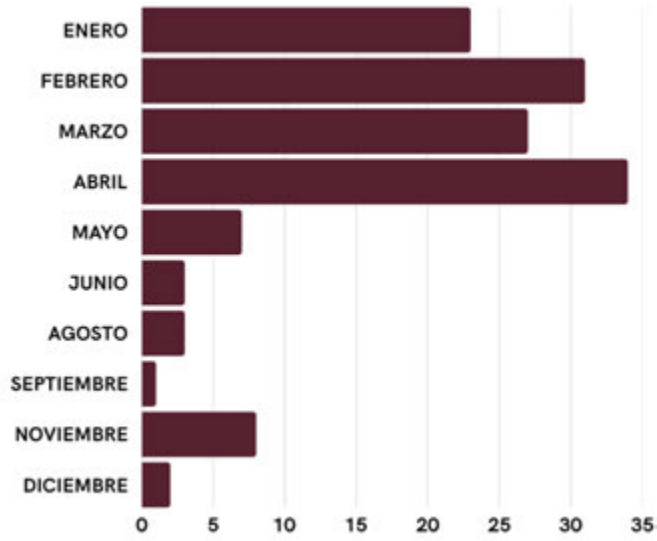
[114] (Secretaría del Agua, 2024)

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

Tabla 97. Registro de incendios.

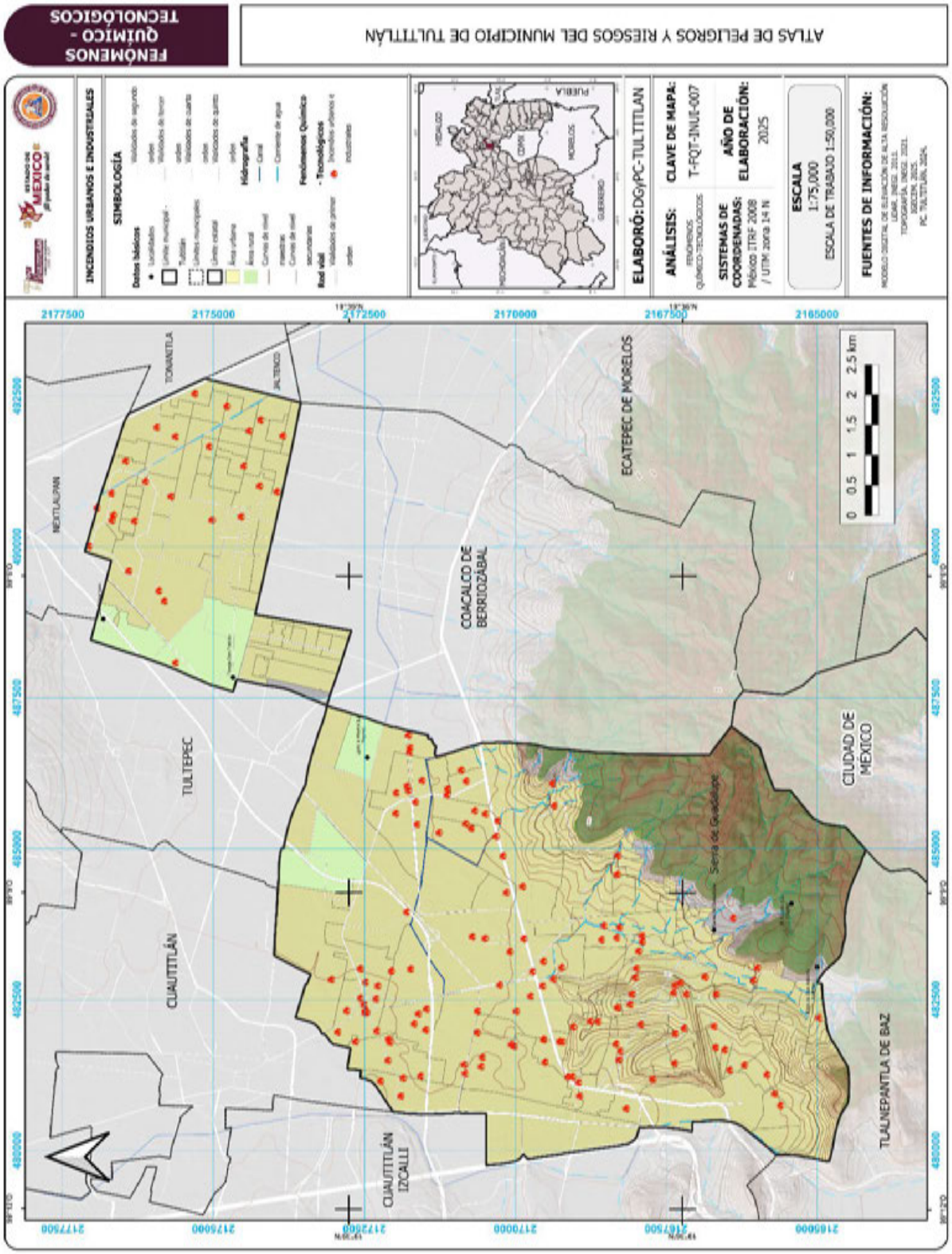
Causa	Total
• **Actividades Agropecuarias**	**5**
Quema para preparación de siembra	4
Desconocido	1
• **Actividades ilícitas**	**41**
Tala ilegal	1
Vandalismo	40
• **Actividades Pecuarias**	**1**
Quema para pastoreo	1
• **Desconocidas**	**48**
• **Festividades y rituales**	**2**
• **Fogatas**	**15**
Fogatas de paseantes	13
Ninguna / No aplica	1
Otras	1
• **Fumadores**	**3**
• **Intencional**	**59**
Vandalismo	56
Desconocido	3
• **Otras causas**	**36**
• **Quema de basureros**	**1**
Basurero irregular	1

Fuente: CONAFOR



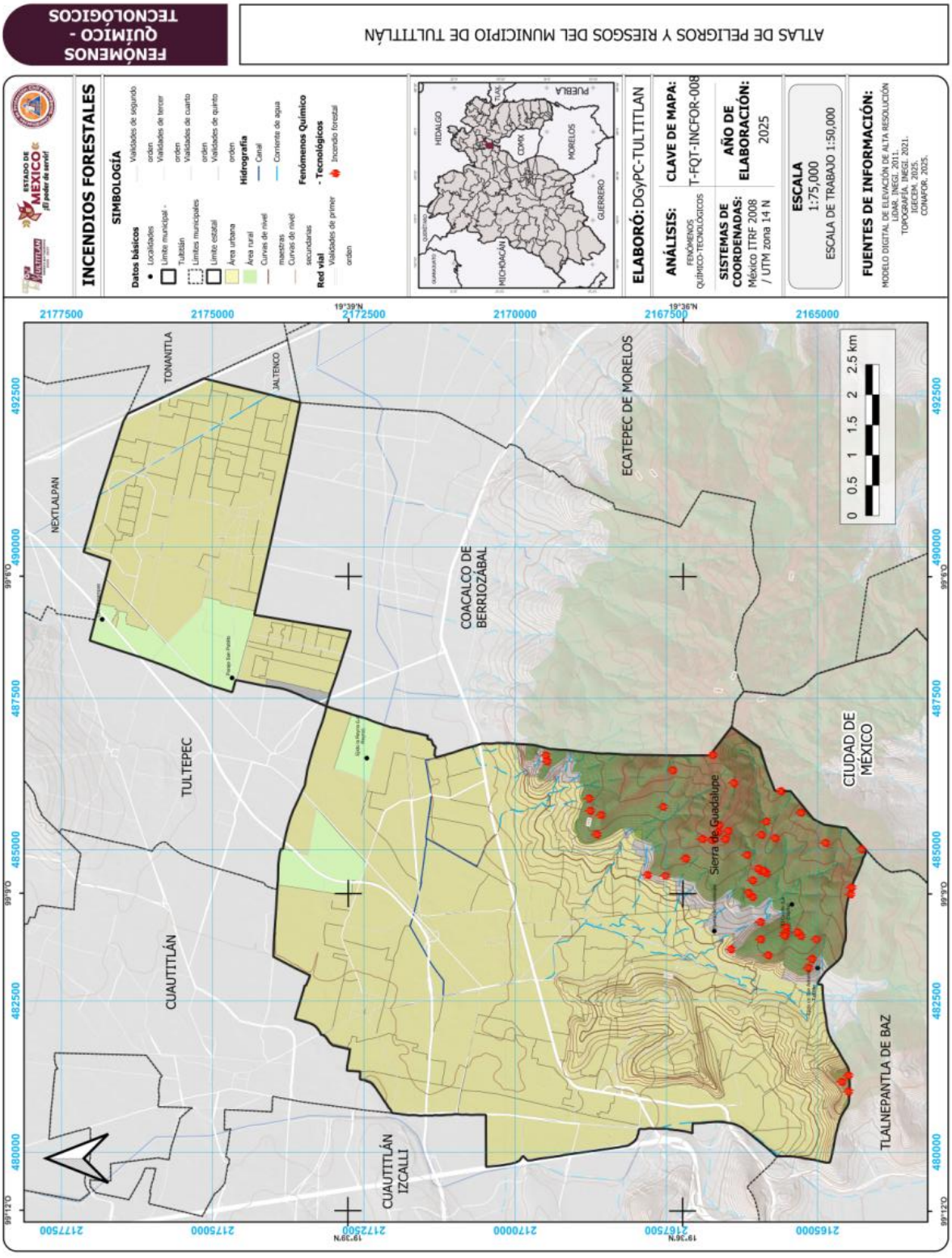
Gráfica 30. Incendios forestales registrados en 2024 por mes.

Fuente: Elaboración propia con datos de Protección Civil.



Mapa 87. Incendios urbanos e industriales.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE PROTECCIÓN CIVIL.



Mapa 88. Incendios forestales.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE CONAFOR.

Parques industriales

Los Parques Industriales son una superficie geográficamente delimitada, que se encuentra delimitada y diseñada para el asentamiento de una planta industrial, contando con servicios básicos, equipamiento, infraestructura y una administración permanente que va a permitir una operación ininterrumpida. Normalmente su ubicación es estratégica es decir de se encuentran cerca de rutas de comercio, zonas habitacionales, instituciones educativas o corredores logísticos (AMPIP, 2025).

De acuerdo con el Fideicomiso para el Desarrollo de Parques y Zonas Industriales en el Estado de México (FIDEPAR) en el municipio de Tultitlán existen los siguientes Parques Industriales:

- Macrocentro Tultitlán
- Macrocentro Tultitlán II
- Macrocentro Tultitlán
- Prologis Park Álamos
- Parque Industrial Cartagena
- Parque Industrial San Miguel Tultitlán
- Parque Industrial Tultitlán
- Prologis Park JLP
- Zona Industrial Corredor Lechería – Cuautitlán
- Zona Industrial Corredor López Portillo
- Zona Industrial Independencia
- Zona Industrial Recursos Hidráulicos
- Evolution Park Cartagena
- Mexiquense Park
- Prologis Fresno
- TultiPark I
- TultiPark II (La Purísima)
- TultiPark III
- TultiPark IV
- TultiPark 7
- TultiPark 8
- TultiPark 9
- TultiPark Ii
- World Park Tultitlán I
- World Park Tultitlán II
- Multialmacenes Logísticos Tultitlán
- MultiPark
- Tulti 10
- Tulti 11

Aunque la presencia de estos beneficie al sector económico, hay que tomar en cuenta que también existen efectos negativos como lo son:

- Las modificaciones en el paisaje
- Varios tipos de contaminación como lo es la auditiva y visual
- Malos olores
- Conflictos sociales

Sanitario – Ecológicos

Contaminación del suelo

El suelo es un recurso no renovable, y su degradación representa un reto para la recuperación y protección de los ecosistemas terrestres. La pérdida de suelos afecta nuestra integridad al dificultar el acceso a alimentos y agua, sin suelos sanos los demás organismos tampoco pueden sobrevivir, esto deriva en una disminución en la calidad de vida para ambos[115].

El suelo es afectado a través de la contaminación que desencadena una alteración en el flujo de nutrientes que va directamente a plantas y cultivos, además los microorganismos que se encuentran en esta capa superficial de la tierra desaparecen y esta alteración vuelve estériles y tóxicos los componentes del suelo. Los contaminantes que comprometen y degradan estos complejos equilibrios ecosistémicos comúnmente son los metales pesados, contaminantes orgánicos y contaminantes emergentes[116].

Antecedente de contaminación por cromo hexavalente

En el año 1958 en la colonia Lechería del municipio de Tultitlán se estableció la empresa "Cromatos de México, S.A. de C.V." la cual se encargaba de producir pigmentos y sustancias para curtir pieles a partir del mineral cromita que es la principal fuente del cromo[117] (Ver Mapa 89)

Durante los 20 años de su operación, la planta emitió una gran cantidad de toneladas de cromo hexavalente y acumuló en sus instalaciones alrededor de 75 mil toneladas de residuos industriales.

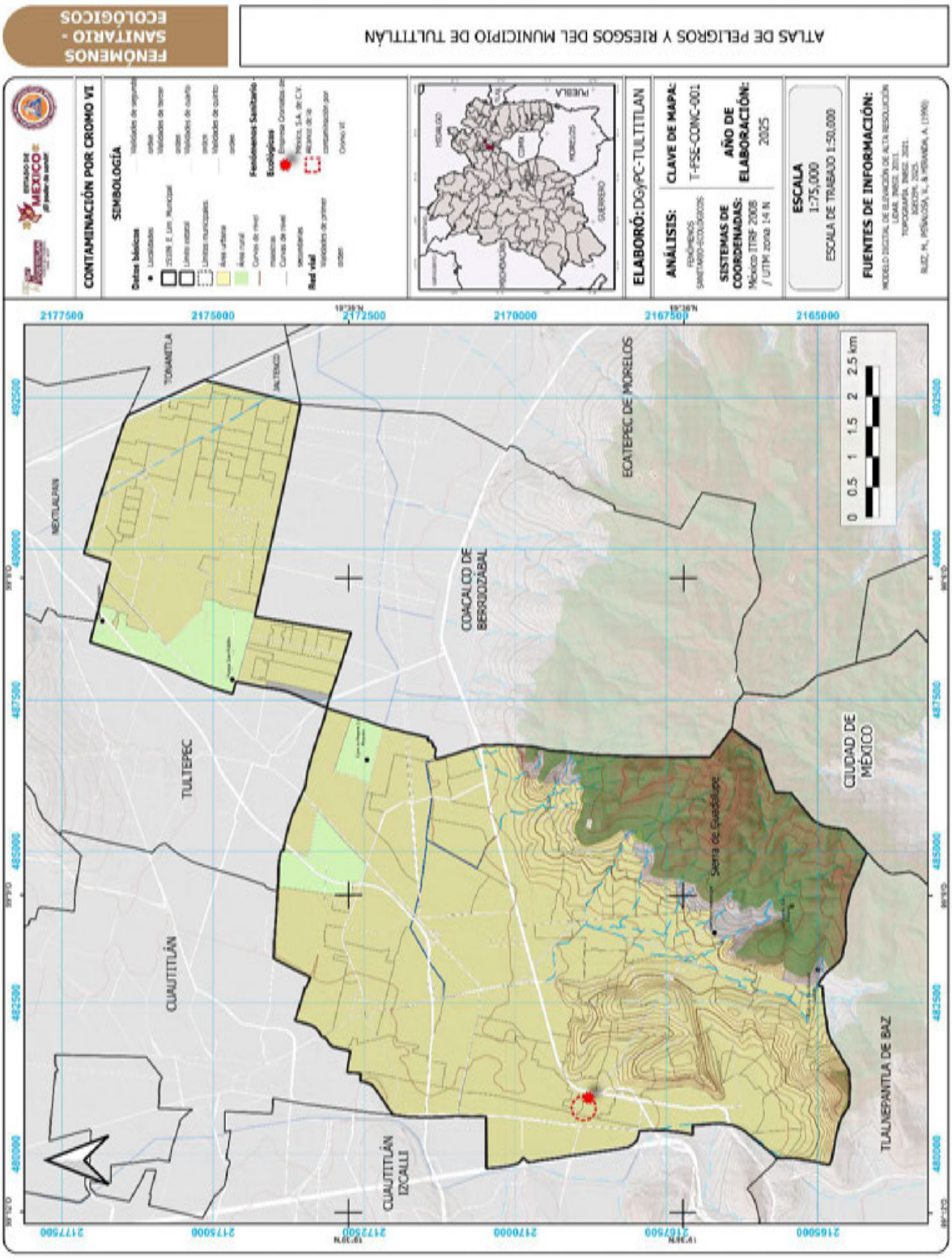
Si bien el cromo es un nutriente muy importante para la asimilación de azúcares y grasas, la forma de cromo que es transformada y producida industrialmente conocida como cromo hexavalente (cromo VI) que es procesado a partir de cromo III, es tóxica y causa graves efectos sobre la salud y el ambiente. Algunos de los factores adversos asociados a la exposición de cromo VI son: el dolor nasal, la rinitis, laringitis, bronquitis, ulcera nasal, alteración del olfato, ulceras en el estómago, ulceras en el intestino delgado, ulceras en la piel, hemorragia nasal, fibrosis pulmonar, perforación del tabique nasal, anemia y cáncer en los pulmones[118] (ver Imagen 33)

[115] (SEMARNAT, 2018)

[116] (SEMARNAT, Programa especial derivado del Plan Nacional de Desarollo, 2024)

[117] (Guitiérrez, 1986)

[118] (ATSDR, 2016)



Mapa 89. Contaminación por cromo VI.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL MUNICIPIO.

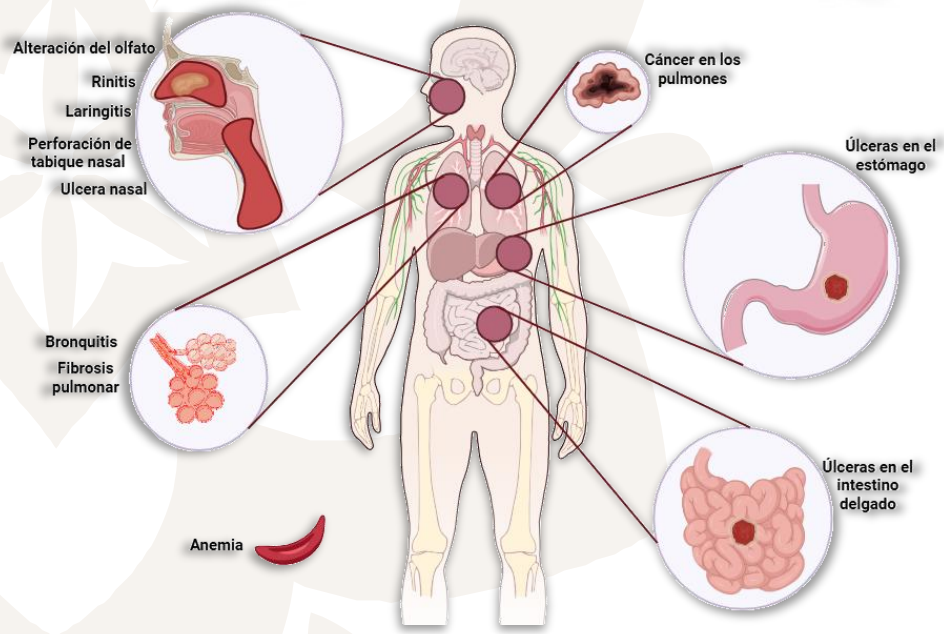


Imagen 33. Efectos del cromato en la salud.

FUENTE: ILUSTRACIÓN PROPIA ELABORADA CON DATOS DE LA ATSDR, CREADA EN BIORENDER

En septiembre de 1978, ante las evidencias del daño que el cromo hexavalente estaba causando en la población y el entorno, la empresa fue clausurada gracias a un movimiento social y académico apoyado por la prensa, este cierre fue realizado por los Servicios Coordinados de salud del Estado de México. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT, 30 años después de la clausura, el 24 de abril de 2008, inicio el retiro de los residuos contaminantes que permanecieron en la planta de la empresa[119].

Este desastre ecológico es parte de las consecuencias de una mala regulación y la industrialización asociada a la zona, el municipio de Tultitlán y su colonia Lechería son parte de una región industrial que incluye a otros municipios tales como, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Ecatepec y Tlanepantla. Las consecuencias a exposición de cromo VI, aún se pueden ver latentes en la población con la aparición de casos de cáncer de pulmón e insuficiencia renal, desde la actividad de la fábrica en 1958 hasta nuestros días.

En el municipio del Tultitlán, la degradación del suelo se ha visto afectada principalmente por el crecimiento poblacional y el tiradero de basura formado en las faldas de la Sierra de Guadalupe en los años 70's. En los inicios del tiradero no se previó su potencial para transmitir enfermedades ni para contaminar suelos, aguas y aire, pero en época de lluvias, los lixiviados escurren y recorriendo colonias y tierras aledañas.[120]

[119] (P.E.F., 2001)

[120] (Aparicio, 2021)

En 2005 el basurero fue clausurado por sobresaturación. El tiradero llegó a recibir diariamente 1.405,2 toneladas de residuos sólidos de origen doméstico, industrial, comercial y hospitalario, procedentes del resto del estado, Ciudad de México y Morelos. Sin embargo, la clausura se levantó al poco tiempo ya que no había otro lugar a donde llevar los desechos.

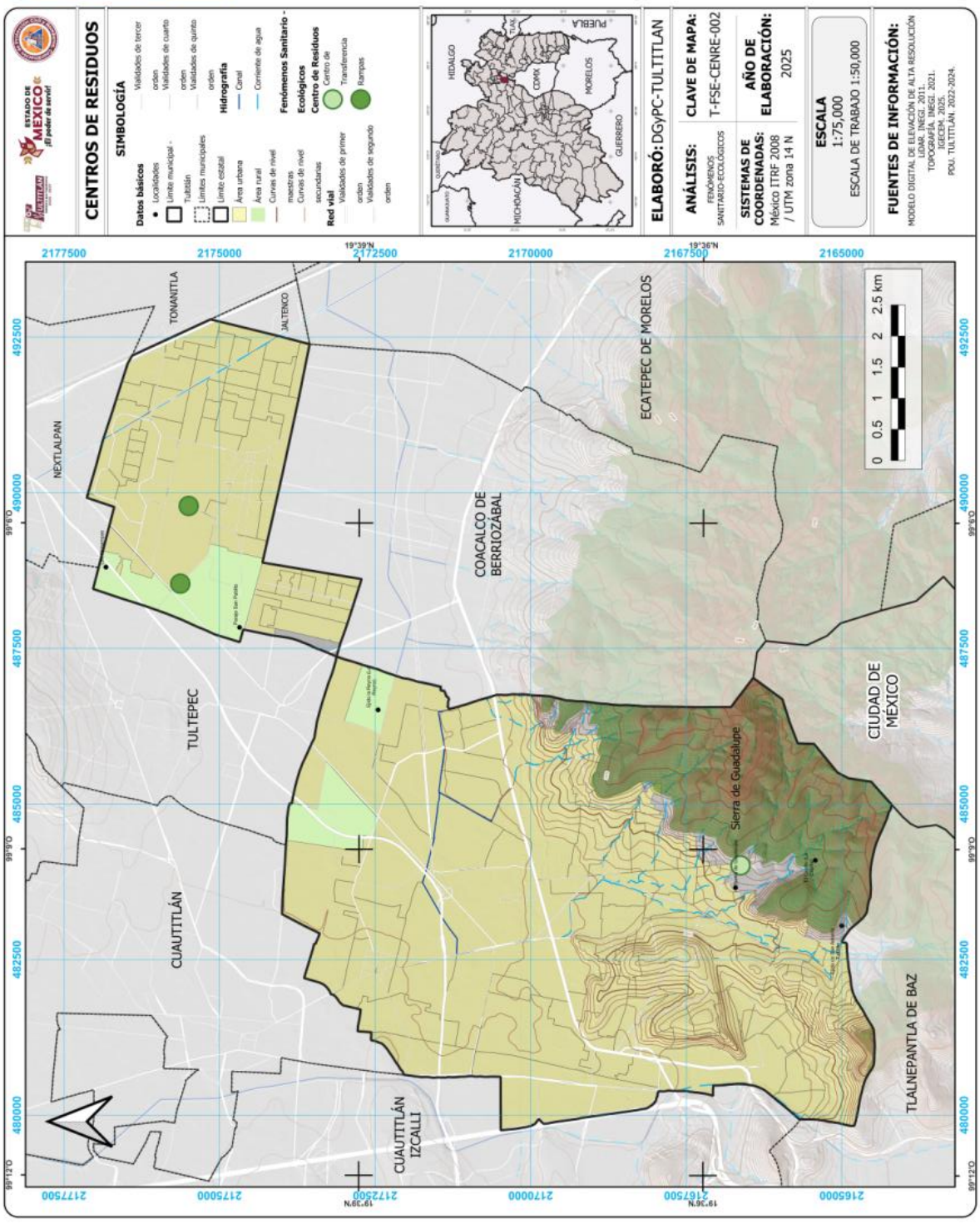
En el 2013 el basurero fue clausurado de nuevo por la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México y privatizado por la empresa Tecnosilicatos de México que asumió el proceso de saneamiento de la zona y generar energía con la basura. Actualmente es un centro de transferencia donde se recicla la basura por parte de una empresa privada. Los pobladores cercanos al tiradero vieron una mejora ya que se creó un relleno sanitario y por ende el olor a basura se vio disminuido, por otro lado, las aguas residuales provenientes del tiradero continúan contaminando y provocando enfermedades. [121]

En el año 2020 se comenzaron a registrar nuevos tiraderos ilegales dentro del municipio. Alrededor de 36 tiraderos de los cuales fueron tres grandes tiraderos fueron clausurados en San Pablo de las Salinas por la Procuraduría de Protección al Medio Ambiente del Estado de México (PROPAEM). En estos tiraderos alrededor de 150 carretoneros recolectan basura de otros municipios como Coacalco, Melchor Ocampo, Tultepec y Jaltenco. [122] Actualmente el municipio de Tultitlán cuenta oficialmente con 2 centros de residuos (Mapa 90).

El impacto ambiental en los suelos de Tultitlán ha provocado una erosión antrópica de los suelos por el crecimiento de la mancha urbana, falta de vegetación y contaminación derivada de los tiraderos clandestinos que se forman en el municipio.

[121] (Aparicio, 2021)

[122] (Ríos, 2020)



Mapa 90. Centros de residuos.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS PROTECCIÓN CIVIL.

Contaminación del aire

El gran consumo de bienes y servicios de la ciudad mantienen una demanda constante por la expansión de la mancha urbana y el crecimiento poblacional, como consecuencia, la mayoría de las emisiones de la ciudad provienen de la quema de combustibles fósiles, del uso de productos químicos y de la generación de residuos.

La calidad del aire de la ZMVM se ve afectada por las diversas fuentes o procesos que emiten contaminantes a la atmósfera. Los inventarios de emisiones consideran cuatro tipos de fuentes contaminantes: puntuales, área, móviles y naturales. Los principales contaminantes que afectan la calidad del aire son las partículas y el ozono, por ser los que regularmente superan las normas de salud ambiental.

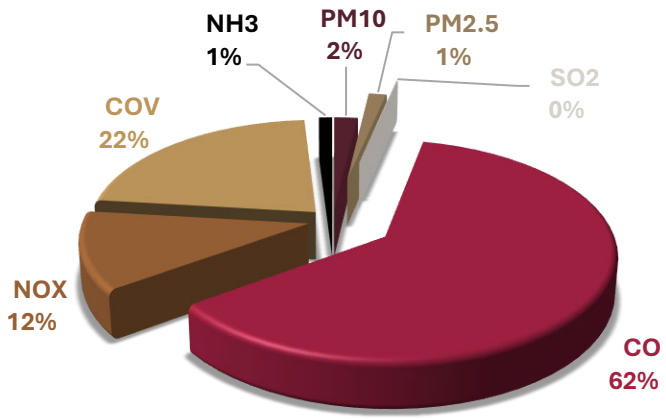
El índice de calidad del aire es una herramienta que los gobiernos usan para informar el nivel de contaminación en el aire ambiente, los riesgos a la salud asociados y las recomendaciones para que la población reduzca su exposición. En la Ciudad y Estado de México el índice de calidad del aire se mantiene actualizado por los diferentes sistemas de monitoreo.

La Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA) es donde se encuentra ubicada una estación dentro del municipio y los parámetros que mide se muestran en Tabla 98

Tabla 98. Inventario de emisiones con valores expresados en toneladas por año, se incluyen fuentes fijas, aéreas, móviles y fuentes naturales.

PM10(Ton/año)	PM2.5	SO2	CO	NOX	COV	NH3
1,013	778.96	35.37	33,296	6,403	11,932	557.99

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Inventario nacional de emisiones 2020



Gráfica 31. Emisión por porcentaje de misiones

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Inventario Nacional de Emisiones 2020

Tultitlán es considerada una zona de actividad industrial con establecimientos altamente emisores de fabricación de productos a base de minerales no metálicos, por lo tanto, presenta una distribución espacial de emisiones PM2.5 y PM10 relacionados con la estructura de la red vial, intensidad de actividad vehicular y la re-suspensión de polvo en vialidades (Gráfica 31).[123]

Contaminación del agua

El crecimiento de la mancha urbana dentro del municipio ha propiciado que, con el paso de los años, sus cuerpos de agua se vean reducidos o entubados, así como contaminados por los tiraderos de basura. Quedan pocos escurrimientos superficiales provenientes de la Sierra de Guadalupe y su demanda de agua proviene del Sistema Cutzamala y la extracción de pozos profundos. Al ser una zona conurbada, en épocas de lluvia, se presentan escurrimientos superficiales que discurren por las vialidades y terminan siendo captados por su sistema de drenaje.

El proceso de urbanización del municipio comenzó en el año de 1960 provocando el origen de la erosión hídrica ocasionada por la falta de vegetación y la contaminación de suelos por el tiradero municipal. Los escurrimientos de agua se vieron afectados por la contaminación proveniente de los lixiviados generados por la basura.[124]

El problema de la contaminación por basura es una constante dentro del municipio ya que para el año 2018 el municipio informó que el 50% de las inundaciones eran provocadas por el taponamiento de basura y los cauces, caños y coladeras presentaban encharcamientos (ver

[123] (SEDEMA, 2018)

[124] (Chaine, 2011)

Imagen 34). [125] También los cauces que bajan de la Sierra se han llegado a desbordar en época de lluvia por la acumulación de basura provocando inundaciones en las colonias ubicadas en las faldas de la Sierra. [126]

Imagen 34. Coladera del Municipio.

FUENTE: EL SOL DE TOLUCA

En el 2022 se continuaron presentando inundaciones en el canal Buenavista provocadas por la basura ya que se encontró unicel, balones, botellas de plástico, etc. En ocasiones se tiene que utilizar una retroexcavadora para retirar la basura; la población del municipio reconoce que el principal problema es ellos mismos.[127]

Epidemias y plagas

Epidemias: casos COVID

Un brote epidémico es la aparición repentina de una enfermedad infecciosa en un lugar específico y en un momento determinado. Cuando una enfermedad se propaga rápida y activamente con un aumento significativo en el número de casos, pero manteniéndose en un área geográfica concreta se conoce como "epidemia", para declarar un estado de "pandemia" deben de cumplirse dos criterios, en donde la enfermedad perjudica a más de un continente y los casos dentro de los países ya no son traídos de otros lugares si no que su transmisión es comunitaria[128].

En 2020 la expansión local en China y después mundial del virus SARS-CoV-2, que provoca la enfermedad conocida como "COVID-19", alertó al mundo, el 30 de enero de 2020 la Organización Mundial de la Salud (OMS), declaraba al COVID-19 como "emergencia de salud pública de alcance internacional". El 11 de marzo del mismo año se declaraba

[125] (Venegas P. , 2018)

[126] (Velasco, 2022)

[127] (Lecuona, 2022)

[128] (OPS, COVID-19 Glosario sobre brotes y epidemias, 2020)

oficialmente como “pandemia “debido a los casos reportados fuera de China, que rondaban los 37,364. El primer caso detectado en el país ocurrió el 27 de febrero de 2020 en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias en la Ciudad de México, en un paciente que había viajado a Italia, el primer fallecimiento dentro de nuestro territorio ocurrió el 24 de marzo[129].

Los virus son un microorganismo que, a diferencia de otros, necesitan una célula viva para reproducirse, por ello los conocemos como parásitos intracelulares obligados[130]. El SARS-CoV-2, pertenece al grupo de los coronavirus que es un grupo diverso capaz de causar infecciones respiratorias, hepáticas y neurológicas. Se transmite de persona a persona por gotas respiratorias que son producidas por la tos, los estornudos o el habla[131].

Su capacidad para evadir el sistema inmune e infectar diversas células en el organismo lo vinculan a diversas sintomatologías agudas entre las que podemos encontrar, fiebre, tos, dificultad para respirar, debilidad muscular, dolor de cabeza, dolor al tragar, conjuntivitis, náuseas, vómitos o diarrea. En los casos graves llegando a causar neumonía, síndrome respiratorio agudo severo, insuficiencia renal y la muerte[132].

Estas sintomatologías tan diversas se encuentran vinculadas a las variantes y la capacidad de respuesta de los organismos, la preocupación de las variantes de este y otros virus tiene que ver con la idea de que cambios en el virus lo podrían hacer más efectivo a la hora de infectar al hospedero, estos cambios se deben a un proceso conocido como “mutaciones”, en las que el virus puede cambiar su estructura genética al momento de replicarse. Provocando por consiguiente que las vacunas no sean efectivas, las pruebas de detección sean menos precisas, evitar de forma eficaz las respuestas inmunes y causar complicaciones graves al paciente[133]. Las variantes con presencia en México reportadas por el CONAHCYT ahora SECIHTI, para el año 2023 fueron las siguientes: Alpha, Gamma, Delta, Mu, Lambda y Ómicron[134].

En el municipio de Tultitlán la actividad epidemiológica asociada a la COVID-19 fue variable a lo largo de las distintas etapas de la pandemia, se registran un total de 25,033 casos desde el 2020 hasta el 2025.

[129] (Escudero, 2021)

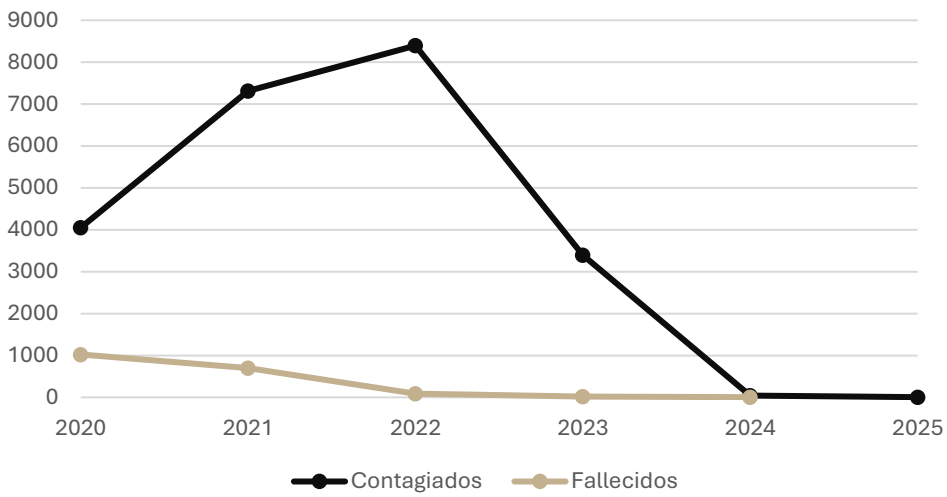
[130] (CISESE, 2021)

[131] (Gil, 2021)

[132] (Gil, 2021)

[133] (SSA, 2021)

[134] (SECITHI, Vigilancia de variantes del virus SARS-CoV-2, 2023)



Gráfica 32. Contagiados y fallecidos

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS ABIERTOS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE EPIDEMIOLOGÍA 2025

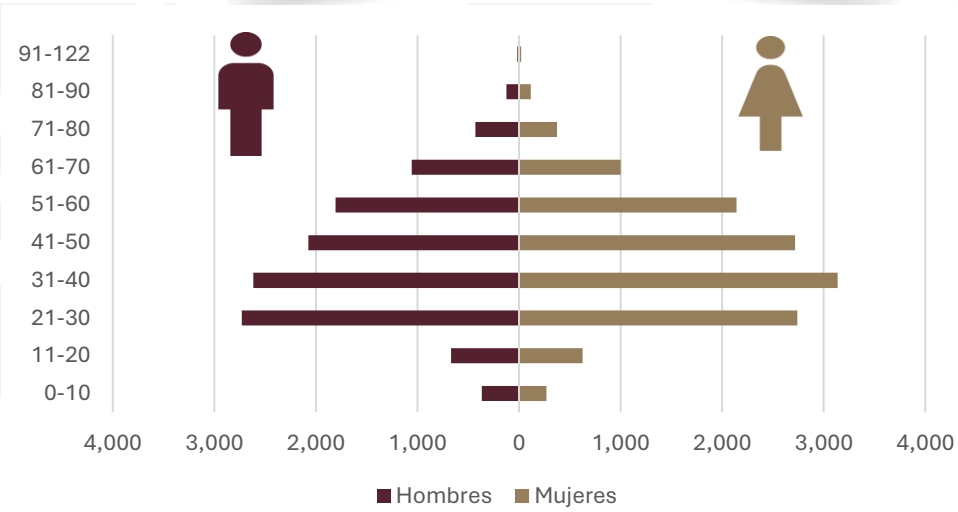
El crecimiento más fuerte de contagiados se registra en transcurso del año 2020 hasta el año 2021, pero también se visualiza una disminución en la cantidad de fallecidos, esta relación entre el aumento de contagiados y la disminución de fallecidos se vincula a las variantes del SarsCOV-2 Ver (Gráfica 32).

Se esperaban variantes cada vez más contagiosas, pero menos mortales, en ese año en curso había tres variantes presentes, Mu, Lambda, Gamma y en mayor medida Delta, este fenómeno de mutación y surgimiento de variantes se traslapa con el inicio de las campañas de vacunación. En el mes de diciembre de 2020 y febrero 2021 se iniciaba el proceso para el personal de salud en la primera línea de control, y a partir de mayo del año 2021 se continuaba con población adulta mayor[135].

A partir del año 2022 comienza una disminución significativa en el pico de contagiados, donde finalmente en 2024 se registran por primera vez números bajos, además, los fallecidos de COVID-19 también disminuyen, aparentemente no se ve un pico de contagios desde el año 2023, pero esto no significa que el virus no esté presente, por el contrario, las personas generalmente dejan de asistir a los hospitales buscando atención a esta enfermedad, no solamente debido a que los síntomas dejaron de ser limitantes, sino que también eran menos intensos, o directamente presentaban un estado asintomático de la enfermedad, la explicación a esto es la presencia de las variantes y que además las campañas de vacunación habían abarcado a la gran mayoría de los demográficos. Esto podría estar conectado además con la prevalencia de anticuerpos en la población mexicana[136].

[135] (Asociación Mexicana de Industrias de Investigación Farmacéutica, 2022)

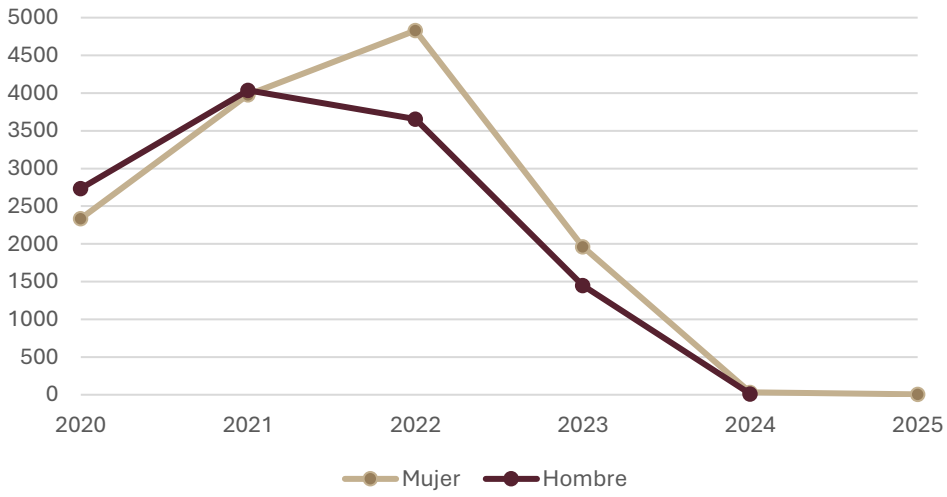
[136] (Martha, 2023)



Gráfica 33. Contagios por edades

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS ABIERTOS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE EPIDEMIOLOGÍA 2025

En la Gráfica 33 podemos observar que el rango de edad más afectado por contagios se ubica ente grupos de 25 a 29 años, 30 a 34, 40 a 54 y 50 a 68 años, siendo la población joven las más contagiada. La edad era uno de los factores asociados a la mortalidad, pero no el único. Los cuadros iniciales leves en las personas jóvenes de COVID-19 favorecían que, en estos pacientes la enfermedad evolucionara de forma progresiva, generalmente estos sujetos buscaban atención medica 5 días después haber iniciado el cuadro, facilitando la transmisión[137]. La ocupación de actividades esenciales y no esenciales durante la pandemia estuvo presente principalmente en jóvenes y personas mayores, esta ocupación también se asoció a factores como contagio y prevalencia[138].



Gráfica 34. Fallecimientos por Hombres y Mujeres

[137] (Tellez-Narvarrete, 2021)

[138] (Méndez, 2021)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS ABIERTOS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE EPIDEMIOLOGÍA 2025

Se encuentra un aumento de muertes del año 2020 hasta el 2022, en el transcurso de este año y hasta el 2023 se comienzan a registrar una baja notoria, además podemos observar que hubo una mayor cantidad de mujeres fallecidas desde 2021 hasta 2022 Ver (Gráfica 34).

En México 70% de los mexicanos padece sobrepeso y casi una tercera parte padece de obesidad, esta enfermedad se encuentra asociada íntimamente con la diabetes y las enfermedades cardiovasculares, además de trastornos óseos, musculares y algunos tipos de cáncer. La gravedad de estas comorbilidades contribuyó a un desenlace fatal en gran parte de la población que padecía COVID-19[139]. Otras condiciones asociadas al fallecimiento de ciertos pacientes incluyen la agresividad con la que respondía el sistema inmune al virus, conocida como "tormenta de citocinas", en la que una respuesta hiperinflamatoria generalizada terminaba comprometiendo de forma critica la vida. Además, las primeras variantes de SARS-Cov-2 mostraban una gravedad mayor en comparación a variantes más tardías hacia el final de la emergencia sanitaria[140].

[139] (Tellez-Narvarrete, 2021)

[140] (Sanz, 2021)

Plagas

Se le llama plagas a todo aquel organismo capaz de interferir con las actividades económicas y/o el estado de salud de las personas cuando las condiciones del ambiente son favorables con respecto a factores no vivos y la poca cantidad o ausencia de interacciones dañinas para el ser vivo que dan como resultado ventaja para que pueda alimentarse y reproducirse. En el contexto de la agricultura los organismos como los insectos, gusanos, hongos, mamíferos, bacterias, virus u otras plantas son responsables de interferir de manera negativa en la producción de productos en el campo (Imagen 36).[96]

Imagen 35. Langosta migratoria (Locusta migratoria).

UENTE: SENASICA.

Especies exóticas invasoras

Se le llama especie exótica invasora "a aquella especie o población que no es nativa, que se encuentra fuera de su ámbito de distribución natural, que es capaz de sobrevivir, reproducirse y establecerse en hábitat y ecosistemas naturales y que amenaza la diversidad biológica nativa, la economía o la salud pública" publicado en la "Ley General de Vida Silvestre" en el Diario Oficial de la Federación (DOF, Art. 5, 2022)[97]

Las especies exóticas cuentan con diferentes características:

- Alta capacidad de adaptación o recuperarse en un nuevo entorno
- Dieta y conducta flexibles de acuerdo con su entorno
- Reproducción veloz y con alta decendencia [96]
- Adaptaciones que les permiten tolerar condiciones del nuevo ambiente (ver Imagen 36)

[96] (CONABIO, 2023)

[97] (Camara de Diputados del H. Congreso de la unión, 2022)

Imagen 36. Ejemplos de plagas. a) Mosquito Aedes albopictus; b) Hormiga argentina (Linepithema humile)
FUENTE: INECOL

En la siguiente tabla, se ejemplifican diferentes tipos de plagas que pueden afectar a la fauna y flora local de Tultitlán (Ver Tabla 99)

Tabla 99 Organismos con posibilidad de volverse plagas

Nombre común y científico	Características	Efectos Negativos	Fotografías
Gallinita *(Tillandsia recurvata)*	Organismo vegetal parásito, vive sobre objetos u otras plantas para alcanzar luz solar. ❖ Tamaño: 10–20 cm de largo. Ancho: 0.5–2 mm, cubiertas de pequeñas vellosidades. ❖ Coloración: Gris o verde. ❖ Flores: Racimos con pétalos azules (presentes o ausentes). ❖ Hábitat: Ambientes húmedos. Propagación por viento y animales, se fijan en corteza de un nuevo huésped. ❖ Plantas asociadas: ➢ Huizaches y Árboles del género *Juniperus sp.*, con los que mantiene asociación simbiótica.	Impactos en los árboles y arbustos ❖ Deformaciones forestales. ❖ Mayor dificultad de supervivencia. ❖ Formación de “escobas de brujas”. ❖ Muerte de ramas. ❖ Disminución de dureza y crecimiento vegetal.	 *Imagen 37. Gallinita.* ***FUENTES: GBIF***

Nombre común y científico	Características	Efectos Negativos	Fotografías
Escarabajo ambrosio del Laurel Rojo (*Xyleborus glabratus)*	❖ **Orden**: Escarabajos (*Curculionidae*). ❖ **Dimorfismo sexual**: ➢ Machos → más pequeños, sin alas. ➢ Hembras → más grandes, con alas. ❖ **Tamaño**: 2 mm de longitud. ❖ **Forma**: Corporal cilíndrica. ❖ **Coloración**: Negra a marrón brillante. ❖ **Hábitat**: Cercano a plantas leñosas en malas condiciones o próximas a morir. ❖ **Reproducción**: Construyen nidos y se reproducen con ayuda del hongo *R. lauricola*.	❖ **Acción inicial**: El escarabajo perfora y daña el tejido de los árboles para formar un hogar y depositar sus huevos. ❖ **Transporte del hongo**: Lleva esporas de *Raffaelea lauricola* en sus mandíbulas. Las esporas se propagan a través del sistema vascular del árbol. ❖ **Consecuencias**: ➢ Infección generalizada. ➢ Muerte de ramas, tallos y tejidos.	 *Imagen 38. Escarabajo del Laurel Rojo (Xileborus glabratus)* ***FUENTE: GBIF*** *Imagen 39. Agujeros ennegrecidos del tejido del árbol al quitar la corteza, indicando la actividad dañina del escarabajo y el hongo (R. lauricola)*
Barrenadores (*Euwallacea sp.)*	❖ Longitud: 1.5 – 2.5 mm. ❖ Coloración marrón. ❖ **Hembras**: con alas desarrolladas, mayor tamaño (1.8 – 2.3 mm). ❖ **Machos**: más pequeños (1.5 – 1.6 mm), alas reducidas, ojos y piezas bucales poco desarrollados ❖ Puede tener hasta 4 generaciones por año (10 semanas aprox. por ciclo). ❖ Perfora la madera y forma galerías.	**Plantas hospedadoras atacadas**: ❖ *Robinia pseudoacacia* (falsa acacia). ❖ *Litchi chinensis* (litchi). ❖ *Acer negundo*. ❖ También puede afectar aguacate, naranja, olivo, durazno, níspero, nuez, persimonio y árboles urbanos/naturales. ❖ Los hongos crecen en el sistema vascular de la planta, alimentan a las larvas y causan la enfermedad **Fusarium dieback (FD)**. ❖ • Alteración de cobertura vegetal y servicios ecosistémicos.	 *Imagen 40. Escarabajo barrenador Euwallacea sp* ***FUENTE: SENASICA***

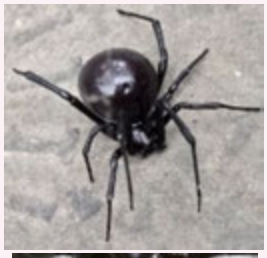
Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal, Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

Nombre común y científico	Características	Efectos Negativos	Fotografías
	❖ Deposita esporas de tres hongos simbiontes: ➢ *Fusarium ambrosianum*. ➢ *Fusarium bugnicourtil*. ➢ *Paracremonium pembeum*.	❖ Riesgo de deterioro de suelos (nutrientes y captación pluvial). ❖ Afecta cultivos, genera pérdidas económicas, empleos y recursos naturales. ❖ Impacto indirecto en la salud humana.	 *Imagen 41.* Árbol de Lichis (Litchi chinensis).
Polilla destructiva de nopales (*Cactoblastis cactorum)*	❖ **Hospedero (Opuntia sp.) en México**: Presente en casi todo el territorio; centro y norte del altiplano, noroeste, Bajío, eje Neovolcánico, valle de Tehuacán-Cuicatlán, zonas cálidas y desiertos. ❖ **Características de la polilla**: ➢ Familia Lepidoptera (Pyralidae), muy destructiva, reproducción rápida, gran capacidad de dispersión. ❖ **Fases del organismo**: ➢ Larva: verde a salmón con bandas negras ➢ Adulto: café grisáceo con alas posteriores pálidas ➢ Diferencias de tamaño entre sexos.	❖ **Potencial de daño (CONABIO, 2007):** ➢ Consumo rápido de la planta por las larvas. ➢ Alta capacidad de adaptación y obtención de recursos propios. ➢ Gran capacidad de dispersión y distribución. ➢ Perforación de tejidos de nopales, dejándolos vulnerables a microorganismos patógenos. ❖ **Impactos ecológicos y ambientales:** ➢ Riesgo de muerte de las plantas. ➢ Alteración de la composición química del suelo. ➢ Destrucción de hogares de mamíferos, aves e insectos. ➢ Reducción de la productividad del nopal. ➢ Afecta empleo y alimentación humana.	 *Imagen 42. Ejemplo de polilla Cactoblastis cactorum; A) estado adulto; B) fase juvenil o larva* ***FUENTE: CONABIO*** *Imagen 43. Ejemplo de nopales (Opuntia sp.)* ***FUENTE: UNAM***

Especies de importancia médica

Existen diferentes especies de importancia médica que representan un daño a la salud de las personas ya sea por transmisión de alguna enfermedad o generar una reacción alérgica en la tabla ya sea por sus hábitos alimenticios o por la emisión de proteínas toxicas a través de una mordedura, no obstante, estos organismos solo atacarán si se sienten amenazados (ver Tabla 101 100)

Tabla 101 100. Fauna de importancia médica

Nombre común y científico	Características del organismo	Efectos negativos	Fotografía
Viuda negra (*Latrodectus mactans)*	La araña puede ser identificada por su coloración negra y el reloj de arena de color rojo que lleva en la parte abdominal del cuerpo, pose un veneno conformado por proteína α-latrotoxina que afecta al humano.	• Contracturas musculares • Espasmos viscerales • Escalofríos • Vómitos • Delirios • Dificultad respiratoria • Colapsos cardiovasculares • Muerte si no se atiende rápido al paciente • Dificultad para mover las extremidades[103]	 *Imagen 44. Características diagnosticas: A) Vista general de la araña; B) Reloj de arena rojo característico abdominal.* **FUENTE: GBIF**
Cascabel de cola negra (*Crotalus molossus)*	Se caracteriza por tener pupilas verticales, cabeza triangular, coloración olivo, café, amarillenta o grisáceo con un patrón de motas obscuras[106].	• Obstrucción de venas y arterias • Inflamación y muerte del tejido • Nauseas • Vómito • Hemorragias • Infarto cardíaco	 *Imagen 45. Serpiente de Cascabel cola Negra. (Crotalus molossus).* ***FUENTE: CICATA MORELOS***

[103] (Secretaría de Marina, s.f.)

[106] (CICATA Morelos, s.f.)

Probabilidad de plaga

T. Recurvata

La CONABIO clasifica a *T. recurvata* como no parasitaria y de uso ornamental y medicinal, pero en Tultitlán se considera con potencial de plaga. Se recomienda un monitoreo constante, ya que su dispersión, interacción con los árboles y la facilidad que brinda a microorganismos oportunistas podrían generar riesgos altos para la salud vegetal.

Escarabajo ambrosio del Laurel Rojo (*Xyleborus glabratus)*

El escarabajo *Xyleborus glabratus* representa un riesgo hipotético en Tultitlán y la Sierra de Guadalupe. Aunque no hay grandes áreas de cultivo, podría afectar especies locales. La CONABIO (2017) tiene registrado el insecto como potencial especie invasora y muy dañina y el hongo con el que hace simbiosis clasificándolo como organismo patógeno vegetal de alta severidad[100]. Su nivel de riesgo se estima alto (50%) en la zona cercana a Tultitlán y la Sierra, moderado (30%) en otras partes y bajo (20%) en el resto. (ver **¡Error! No se encuentra el o rigen de la referencia.**).

Escarabajo Barrenador *Euwallacea sp)*

Los escarabajos del género *Euwallacea sp*. cuentan con un riesgo bajo de alrededor de un 75% de riesgo bajo y un 25% de riesgo moderado entre la sierra de Guadalupe y el sur de Tultitlán (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Polilla destructiva de nopales (*Cactoblastis cactorum)*

La polilla sudamericana no está presente en Tultitlán, pero en partes de la Sierra tiene un riesgo moderado del 100% por su capacidad de consumir nopales rápidamente, dispersarse y facilitar el ingreso de patógenos, lo que provoca muerte de plantas, alteración del ecosistema, pérdida de biodiversidad, baja productividad y daños económicos y alimentarios. (ver Mapa 91).

Viuda negra (*Latrodectus mactans)*

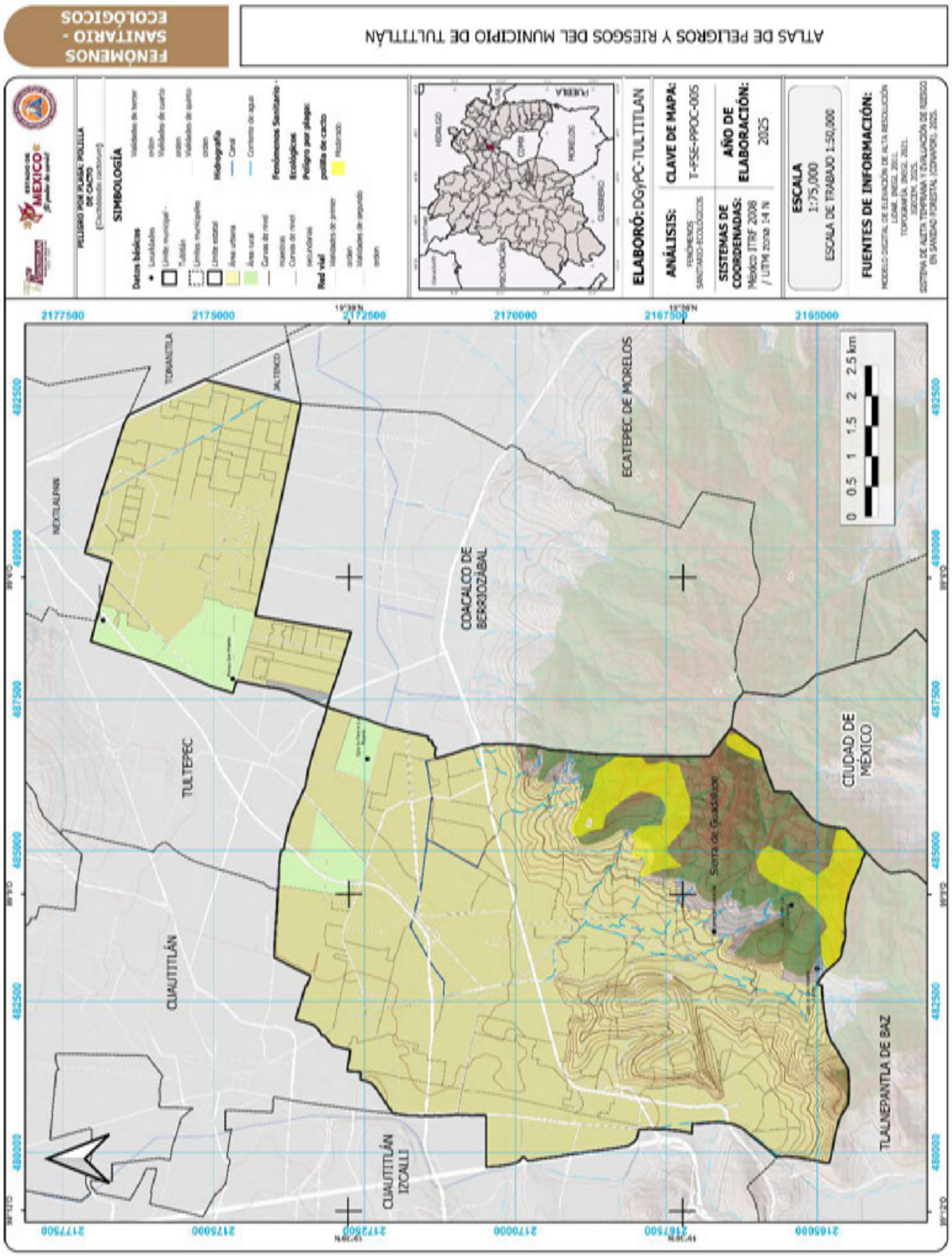
Esta especie no está considerada como plaga, pero se han registrado avistamientos de viudas negras en la región, aunque los registros son escasos, es importante mencionarlas debido al riesgo que representa para las personas. Se recomienda que autoridades de protección civil, en conjunto con autoridades sanitarias, se coordinen para tener a su disposición antídotos contra la viuda negra o algún otro artrópodo de importancia médica.

Cascabel de cola negra (*Crotalus molossus)*

[100] (GBIF, 2019)

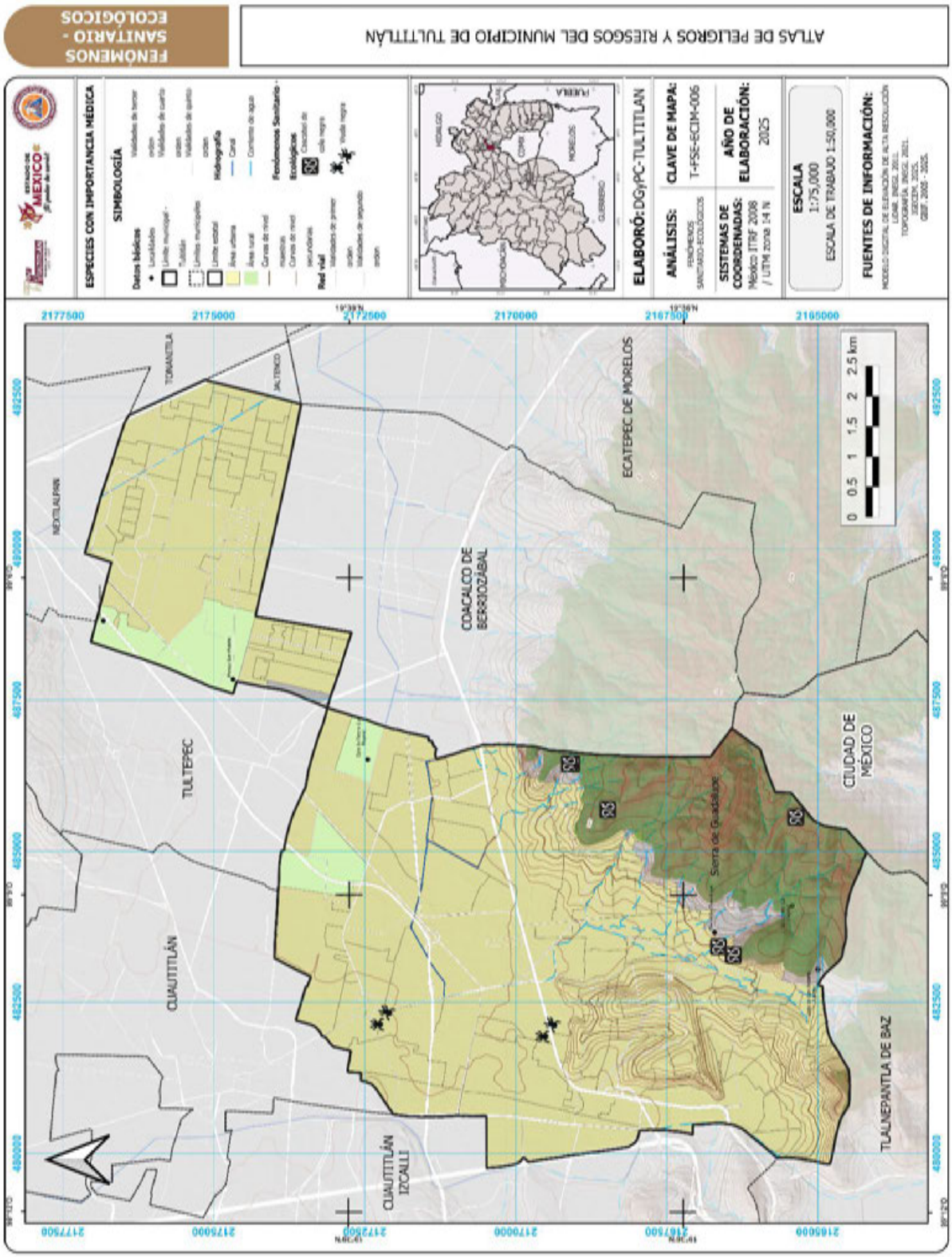
La fauna no suele acercarse a regiones pobladas a no ser que estén en busca de alimento o refugio. En este caso, al detectar asentamientos cerca de la Sierra de Guadalupe se hace mención del cascabel cola negra, como el ejemplo anterior, se exhorta a protección civil, autoridades sanitarias y medio ambiente a mantener una vigilancia constante de esta especie y se tengan las medidas necesarias (Ver Mapa 92)

No se elaboraron mapas de plagas comunes como cucarachas, ratas o piojos debido a su distribución mundial y efectos conocidos. Sin embargo, la falta de medidas sanitarias puede propiciar su propagación, generando impactos negativos en el ecosistema urbano y en la Sierra de Guadalupe, los efectos negativos de estas y el resto de las especies potencialmente plagas sería: erosión del suelo, aumento de temperatura, menor retención de agua, inundaciones, pérdida de nutrientes, muerte de plantas, reducción de servicios forestales y afectaciones a la salud, alimentación y economía en Tultitlán.



Mapa 91. Peligro por plaga de la polilla de cactus (Cactoblastis cactorum)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL SIVICOFF



Mapa 92. Especies con importancia médica

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Socio – Organizativos

Accidentes aéreos

Conforme a la Ley de Aviación Civil en su artículo 79 fracción I nos dice que un accidente aéreo es "todo suceso en el cual se causen lesiones mortales o graves, a personas a bordo de la aeronave, o en tierra por partes que se hayan desprendido, o bien, se ocasionen daños o roturas estructurales a la aeronave, o por el que la aeronave desaparezca o se encuentre en un lugar inaccesible"[141]

El municipio no tiene antecedes de accidentes aéreos, pero tiene posibilidades futuras de contraerlos ya que se encuentra bajo rutas comerciales como las que salen del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM) (Imagen 46) y del Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles (AIFA) (Imagen 47).

Imagen 46. Aeropuerto AICM.
FUENTE: GOBIERNO DE MÉXICO

Antes de iniciar cualquier investigación técnica relacionada con un accidente o incidente aeronáutico, es fundamental que el investigador a cargo realice una serie de acciones preparatorias que garanticen la eficiencia, legalidad y coordinación adecuada en el trabajo de campo. Estas acciones permiten optimizar recursos, establecer comunicación con las autoridades competentes y asegurar que la investigación se lleve a cabo conforme a los lineamientos establecidos por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) y la normativa vigente.

La DGAC en su **Manual de Investigaciones de Accidentes e Incidentes de Aviación** establece en el apartado 3 los preparativos previos al accidente/incidente que son los siguientes:

- Determinar la ubicación exacta del accidente: ciudad, coordenadas geográficas, tipo de terreno, etc.
- Ubicar la posición en un mapa físico o carta aeronáutica.
- Realizar los arreglos necesarios de transportación según las condiciones del sitio.
- Establecer y confirmar los requerimientos de equipo técnico, de protección personal y documentación.

[141] (LEY DE AVIACION CIVIL, 2023)

- Llevar consigo los formatos de trabajo requeridos, disponibles en el apéndice del Manual (a partir de la página 98).
- Preparar una lista de números telefónicos y correos electrónicos relevantes para la operación.
- Contactar al Agente del Ministerio Público correspondiente, explicando que la investigación técnica realizada por la DGAC no tiene carácter punitivo.
- Portar copia de la Ley de Aviación Civil y su Reglamento para sustentar la intervención técnica.
- Informar a los testigos que se requiere su declaración por escrito como parte del proceso técnico.
- Mantener una relación cordial con los medios de comunicación.
- Hay que asegurar que cualquier comunicado oficial sea emitido exclusivamente por la Dirección General de Comunicación Social de la SCT.
- Dejar información clara y actualizada para su localización en caso de requerirse durante la operación.[142]

Estos puntos no solo preparan al investigador para una intervención eficaz, sino que también protegen la integridad del proceso técnico, fortalecen la coordinación legal y aseguran que la investigación contribuya a mejorar la seguridad operacional en el sector aeronáutico.

Imagen 47. Aeropuerto AIFA.

FUENTE: CAPITAL 21 WEB

[142] (DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL, 2020)

Accidentes terrestres

En el municipio, los accidentes de tránsito representan un problema prioritario en materia de seguridad vial. Diversos factores han contribuido al incremento de estos eventos, entre ellos: el crecimiento acelerado de la población, el estacionamiento irregular de vehículos en avenidas, la saturación de vialidades principales como la Vía José López Portillo y el Boulevard Tultitlán, así como la imprudencia recurrente de los conductores. Esta combinación de elementos ha generado condiciones de riesgo que requieren atención inmediata por parte de las autoridades locales.

En base a la "**Ley de Movilidad y Seguridad Vial del Estado de México y sus Municipios"**, un siniestro de tránsito es cualquier suceso, hecho accidente vial o evento en vía pública derivado del tránsito vehicular y de personas, en el que interviene por lo menos un vehículo y en el cual se causa la muerte, lesiones, incluidas en las que se adquiere alguna discapacidad o daños materiales.[143]

Imagen 48. Vía José López Portillo
Fuente: El Universal.

Se le denomina siniestro de tránsito es una situación que se pudo prever y prevenir, ya que la mayoría de estos eventos son por la irresponsabilidad humana, como seria manejar a exceso de velocidad, falta de atención al volante, interrupciones por personas a bordo, estar bajo efectos de alcohol o sustancias nocivas para la salud, no revisar el vehículo antes de empezar a conducir, imprudencia o intención del conductor. Por lo tanto, a estas situaciones se presenta una corresponsabilidad ya que pueden ser predecibles y prevenibles.

Esto no quiere decir que la palabra accidente no se mencione, pero un accidente de tránsito se refiera a un evento que no podemos controlar o puede ser inesperado y no tenemos noción de ellos, como seria objetos sobre el camino, desperfectos en la vía de tránsito, líquidos derramados, condiciones climáticas.

Durante el periodo 2005 al 2024, se han registrado varios accidentes de tránsito donde se ejemplifica en la Tabla 101 a la Tabla 106, la cantidad de eventos registrados por año, por mes, tipo de turno, cantidad de mortalidad, tipo de vehículo y cuantos vehículos estuvieron involucrados, y el tipo de accidente. Los datos que usamos para representar estas tablas fueron obtenidos de **Accidentes de Tránsito Terrestre en Zonas Urbanas y Suburbanas (ATUS).**

[143] (GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO, 2024)

En la Tabla 101 se observan las cantidades de accidentes por año en el periodo 2005-2024 y que el año con mayor número de accidentes es 2024 y el año con menor incidencia fue 2012. En los últimos años se ha visto un incremento en este tipo de eventos a lo que ya es una situación alarmante para el municipio. (Gráfica 35)

Tabla 101. Accidentes por año.

Año	2024	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Número de accidentes total al año	1,256	1,112	918	801	877	932	454	459	552	572

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL ATUS 2024

Año	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
Número de accidentes total al año	298	126	120	248	460	639	784	1,165	525	279

Gráfica 35. Accidentes por año.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL ATUS 2024.

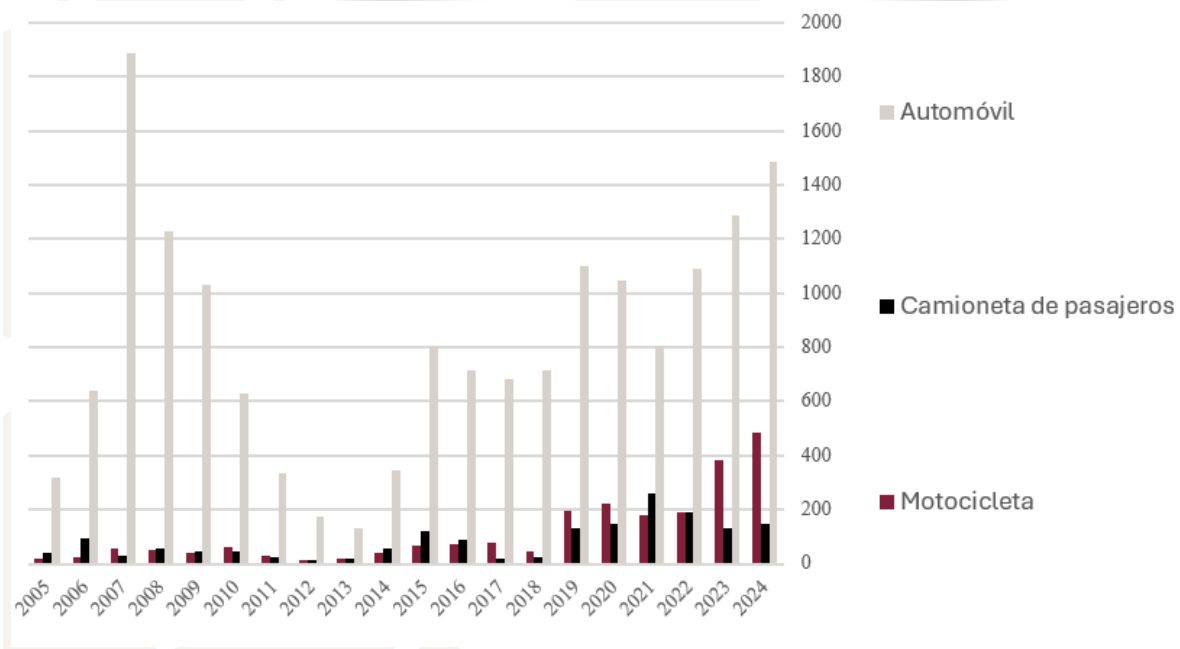
En la Tabla 102 nos muestra que el tipo de vehículo que más se involucra en estos eventos es el automóvil con cifras demasiado altas, ya que es más recurrente que se den estos eventos con un automóvil contra otro, y el tipo de vehículo que menos tiene accidentes es el Tran vía que desde el año 2016 al 2024 no se ha presentado ningún accidente a causa de este vehículo. (Gráfica 36).

Tabla 102. Número y tipo de vehículos involucrados

Año	2024	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Automóvil	1,486	1,287	1,090	808	1,046	1,098	713	681	717	800
Camioneta de pasajeros	150	132	191	262	147	130	25	18	89	121
Microbús	5	9	7	15	5	7	6	0	3	3
Camión con pasajeros	30	32	20	10	24	23	29	18	31	31
Minibús	13	11	1	10	10	12	0	0	1	0
Tran vía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camioneta	73	109	94	96	136	141	12	38	33	33
Camión	92	201	27	40	65	55	17	17	71	23
Tractor	95	18	174	156	90	142	49	50	41	53
Ferrocarril	2	1	1	0	6	0	1	0	5	2
Motocicleta	485	383	192	181	220	197	45	78	74	65
Bicicleta	12	13	17	13	9	13	6	8	9	8
Otro vehículo	3	7	27	12	4	5	1	0	3	0

Año	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
Automóvil	346	131	174	333	630	1,030	1,228	1,885	642	320
Camioneta de pasajeros	58	21	16	26	44	45	54	28	95	42
Microbús	2	5	2	15	27	25	20	44	34	23
Camión con pasajeros	16	4	3	16	25	13	17	35	20	23
Minibús	0	1	0	0	3	6	4	0	3	1
Tran vía	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0
Camioneta	25	14	13	24	34	44	80	43	75	40
Camión	33	3	6	14	13	13	42	80	53	18
Tractor	38	22	9	14	37	24	43	89	83	47
Ferrocarril	2	4	2	2	8	3	19	0	0	0
Motocicleta	40	20	16	30	60	39	49	55	22	19
Bicicleta	8	2	1	10	14	13	5	9	3	2
Otro vehículo	1	4	3	12	14	8	7	2	1	12

Fuente: Elaboración propia con datos del ATUS 2024.



Gráfica 36. Tipo de los 3 vehículos con mayor número de accidentes.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL ATUS 2024

En la Tabla 103 103 podemos observar que **diciembre** es el mes donde se presenta un **mayor caso de accidentes** dado que es una época de festividades y mucha gente se concentra en las calles del municipio. (Gráfica 37)

Tabla 103 103. Número de accidentes por mes.

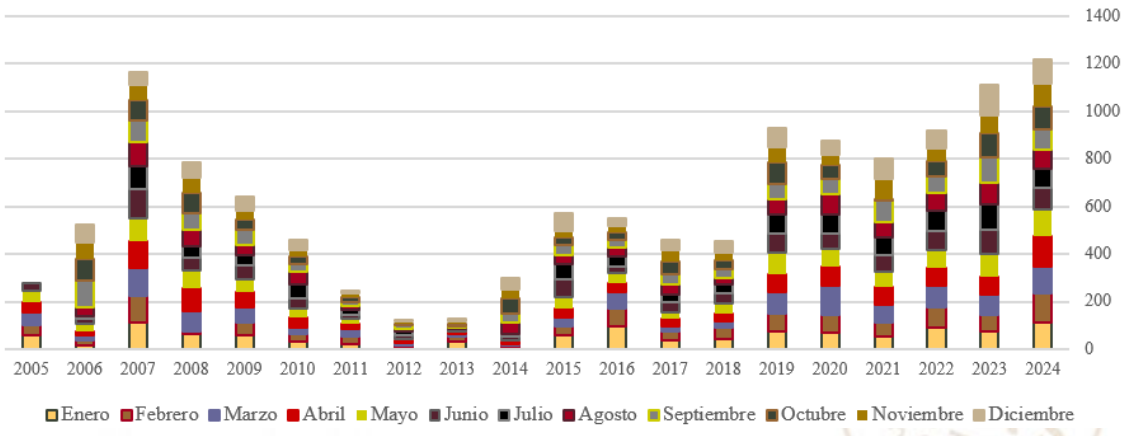
Tabla 103 104. Número de accidentes por mes.

Año	2024	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Enero	110	76	90	55	68	75	43	36	98	61
Febrero	127	68	86	60	79	76	46	41	75	35
Marzo	112	85	93	74	120	90	30	21	68	38
Abril	127	77	75	71	80	76	32	32	39	38
Mayo	114	97	71	65	76	88	43	24	39	49
Junio	87	102	83	73	62	82	39	43	31	72
Julio	83	105	87	72	83	78	40	32	42	63
Agosto	81	88	75	66	82	67	29	46	38	42
Septiembre	81	108	66	87	65	65	34	43	27	38

Año	2024	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Octubre	99	101	65	10	61	91	39	50	33	36
Noviembre	94	74	52	81	42	60	30	47	28	24
Diciembre	101	131	75	87	59	84	49	44	34	76

Año	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
Enero	5	32	7	23	31	61	64	114	15	57
Febrero	11	23	11	29	31	51	9	108	22	45
Marzo	8	7	7	35	30	63	86	119	22	54
Abril	8	10	14	20	43	66	95	113	15	42
Mayo	7	5	5	20	38	53	79	97	34	46
Junio	12	7	15	19	39	61	54	125	18	35
Julio	13	3	16	18	63	43	46	96	14	-----
Agosto	49	6	11	20	51	42	71	98	37	-----
Septiembre	38	5	13	15	33	62	69	93	112	-----
Octubre	62	10	8	20	30	43	84	83	92	-----
Noviembre	40	9	9	15	30	38	63	63	66	-----
Diciembre	45	9	4	14	41	56	64	56	78	-----

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL ATUS 2024.



Gráfica 37. Accidentes por mes

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL ATUS 2024.

En la Tabla 104 105 se tiene que las personas con más tendencia a fallecer en los accidentes son los conductores ya que no tienen precaución a la hora de manejar ni usan las medidas de precaución como lo es el cinturón de seguridad, y algunos vehículos no cuentan con bolsas de aire para reducir los golpes. Los años que tuvieron más decesos fueron 2024, 2011 y 2010. (Gráfica 38)

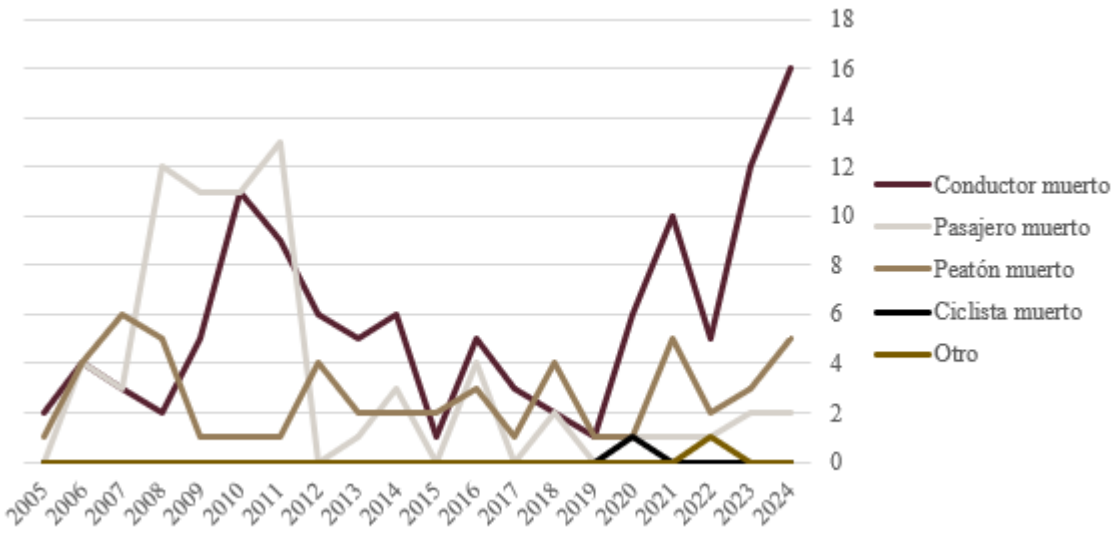
Tabla 104 105. Cantidad de mortalidad.

Año	2024	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Conductor muerto	16	12	5	10	6	1	2	3	5	1
Pasajero muerto	2	2	1	1	1	0	2	0	4	0
Peatón muerto	5	3	2	5	1	1	4	1	3	2
Ciclista muerto	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Otro	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Total	23	17	9	16	9	2	8	4	12	3

Año	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
Conductor muerto	6	5	6	9	11	5	2	3	4	2
Pasajero muerto	3	1	0	13	11	11	12	3	4	0
Peatón muerto	2	2	4	1	1	1	5	6	4	1
Ciclista muerto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	11	8	10	23	23	17	19	12	12	3

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL ATUS 2024.

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00



Gráfica 38. Cantidad de mortalidad.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL ATUS 2024

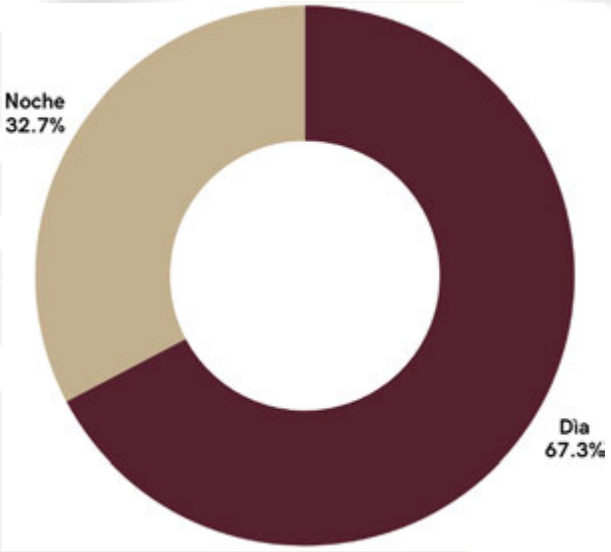
En la Tabla 105 106se refleja que el turno con mayor incidencia de accidentes se presenta mediante el transcurso del día con un horario de 7:00am a 6pm, en este horario se concentran la mayoría de vehículos en las vías principales ya que se le conoce como la famosa “hora pico”, los factores por los cuales llegan a producirse accidentes en primeras horas de la mañana pueden ser: fatiga o somnolencia de los conductores, retrasos a la hora de salir de sus hogares o prisa por llegar a su destino. (Gráfica 39)

Tabla 105 106. Accidentes por turno

Año	2024	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Dia	867	771	675	578	620	624	293	346	374	382
Noche	349	341	243	223	257	308	161	113	178	190

Año	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
Dia	189	84	64	97	182	345	471	773	311	174
Noche	109	42	56	68	145	192	313	392	214	105

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL ATUS 2024



Gráfica 39. Accidentes por turno.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL ATUS 2024

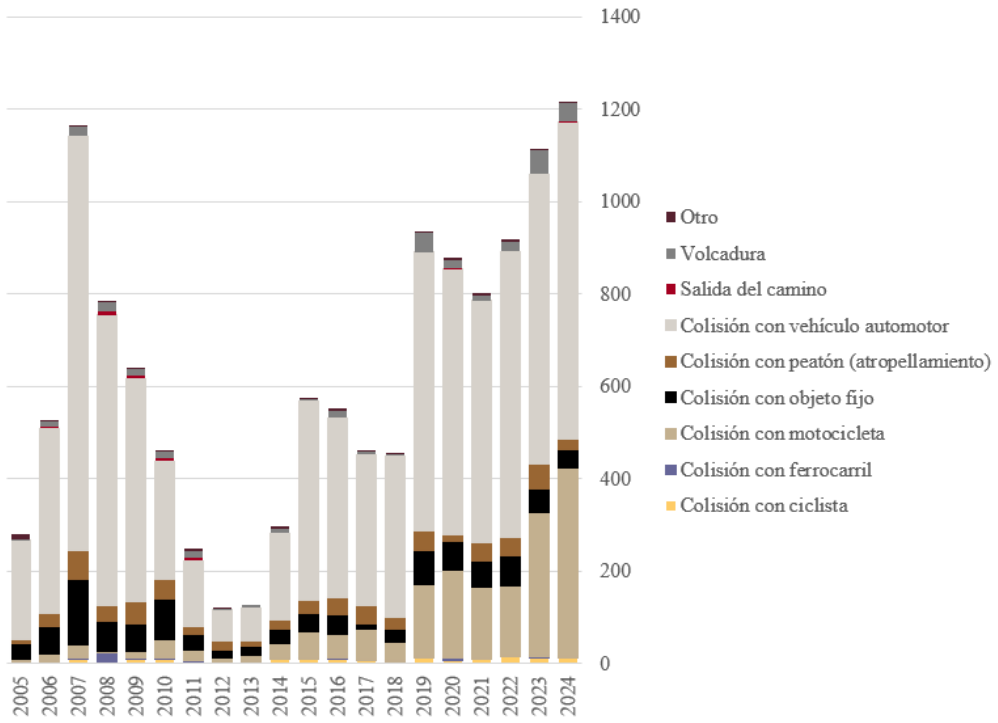
En la Tabla 106 107 se tiene que la colisión con vehículo automotor es la predomina como el principal tipo de accidente ya que en todo el municipio es el vehículo que más sobresale en cuanto a cantidad, y los prefieren por el tipo de comodidad, seguridad percibida y las deficiencias del transporte público. (Gráfica 40)

Tabla 106 107. Tipo de accidentes.

Año	2024	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Colisión con ciclista	11	13	16	9	7	13	4	7	8	8
Colisión con ferrocarril	2	1	0	0	6	0	1	0	4	2
Colisión con motocicleta	409	312	152	156	189	157	41	68	52	60
Colisión con objeto fijo	41	52	64	56	62	75	28	12	41	40
Colisión con peatón (atropellamiento)	22	54	42	41	14	41	27	40	38	28
Colisión con vehículo automotor	687	628	618	523	576	605	348	326	389	431
Salida del camino	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
Volcadura	40	50	19	11	19	40	3	5	15	2
Otro	3	2	6	5	3	1	2	1	4	1

Año	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
Colisión con ciclista	8	2	0	5	8	10	5	9	3	2
Colisión con ferrocarril	2	1	0	2	4	1	19	3	0	0
Colisión con motocicleta	33	14	11	22	41	15	3	29	19	6
Colisión con objeto fijo	32	21	19	34	87	60	64	141	58	35
Colisión con peatón (atropellamiento)	19	12	20	16	41	48	35	64	28	9
Colisión con vehículo automotor	189	71	67	144	257	483	629	895	401	214
Salida del camino	0	0	0	7	6	5	7	0	3	0
Volcadura	8	5	1	14	14	16	20	20	12	2
Otro	7	0	2	4	2	1	2	4	1	11

Fuente: Elaboración propia con datos del ATUS 2024.



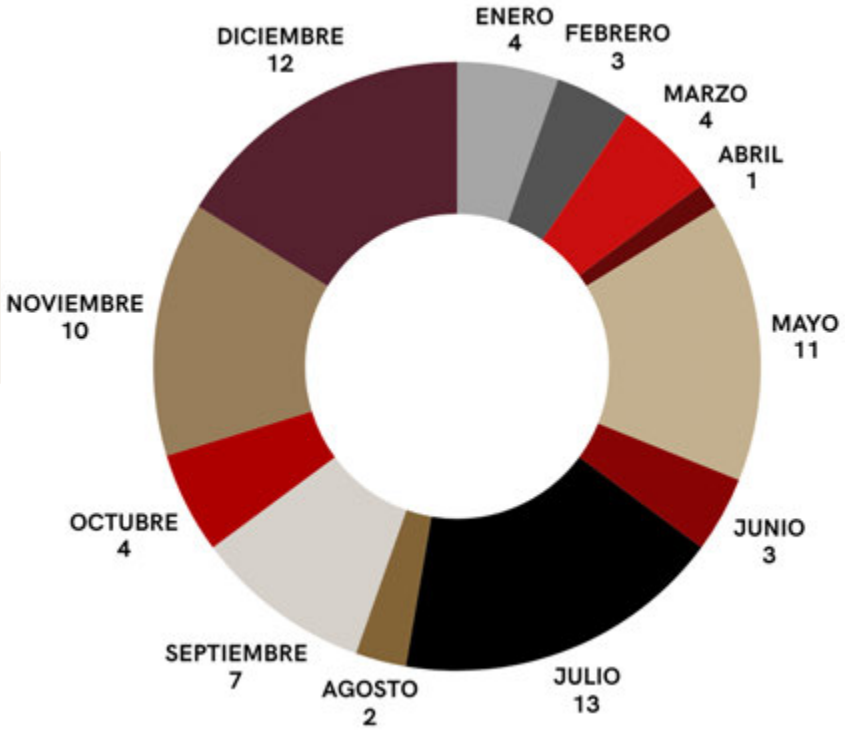
Gráfica 40. Tipo de accidentes.

Fuente: Elaboración propia con datos del ATUS 2024.

La Vía José López Portillo es la principal avenida que concentra estos accidentes de tránsito que podemos visualizar en el Mapa 93, ya que tiene un transcurso diario de miles de vehículos

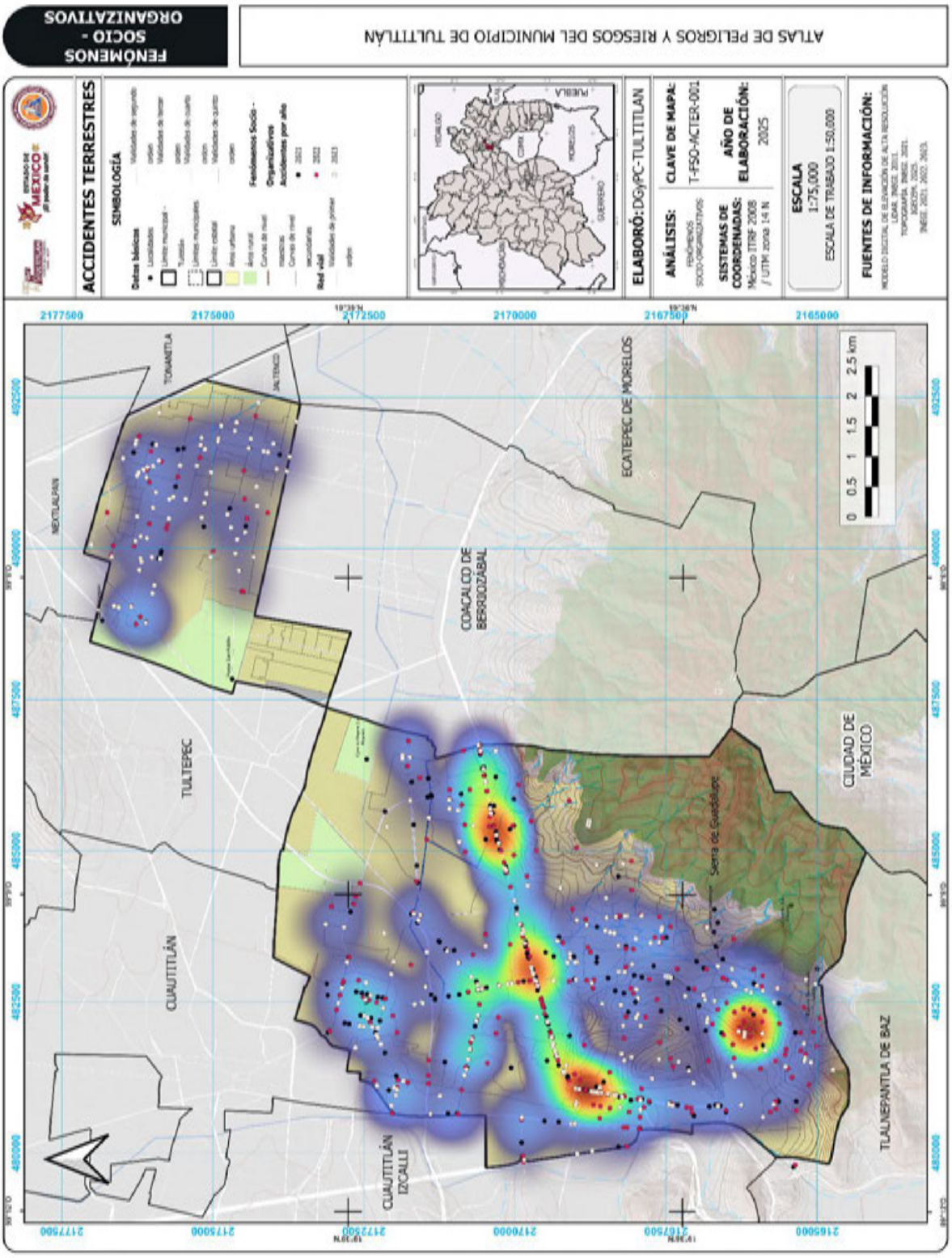
y presenta una conexión con Avenida Insurgentes y la Avenida 30-30, también tiene acceso a otros municipios en este caso con Tultitlán y tiene conexión con la autopista México-Querétaro. Esta vía presenta alta densidad de transporte público y transporte pesado y de carga lo que aumenta el riesgo de colisiones, y por cuestiones de la alta densidad de vehículos a la hora de un accidente, los cuerpos de emergencia tardan más en llegar. En cuanto al mantenimiento de la vía es en algunos tramos es muy deficiente.

La Coordinación de Protección Civil reporta un total de 64 incidentes viales registrados en el municipio, conforme a los datos presentados en la Gráfica 41. De acuerdo con dicho informe, el mes con mayor incidencia de accidentes fue julio.



Gráfica 41. Cantidad de accidentes de tránsito conforme a los datos de protección civil año 2024.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE PROTECCIÓN CIVIL AÑO 2024.



Mapa 93. Accidentes terrestres años 2021, 2022 y 2023.

Fuente: Elaboración propia con datos del ATUS.

Concentración masiva de población

En el **artículo 2°**, **apartado XXVI**, de la **Ley General de Protección Civil**, se establece que un fenómeno **socio – organizativo** se considera un Agente perturbador 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, tales como:

- demostraciones de inconformidad social;
- concentración masiva de población;
- terrorismo;
- sabotaje;
- vandalismo;
- accidentes aéreos;
- marítimos o terrestres e
- interrupción o afectación de los servicios básicos o de infraestructura estratégica

Las concentraciones masivas, son quizás los fenómenos socio – organizativos más representativos, suelen estar asociados a contextos de alta concentración poblacional. En este sentido, las ciudades con mayor densidad demográfica son las más vulnerables a este tipo de situaciones. No obstante, también pueden presentarse en localidades con menor número de habitantes, especialmente cuando ocurren eventos que generan una afluencia inusual o masiva de personas.

Entre los eventos de concentración masiva se pueden mencionar, entre otros, los siguientes:

- Religiosas
- Deportivas
- Culturales
- Tradicionales
- Oficiales
- Turísticas
- Entretenimiento
- De otra naturaleza a los mencionados

La caracterización de los eventos de concentración masiva requiere un análisis integral de diversos factores que inciden en su nivel de riesgo y en la planeación de medidas preventivas. Uno de los primeros aspectos a considerar es el **tipo de espacio** donde se lleva a cabo el evento, ya sea abierto (como plazas, estadios o espacios públicos) o cerrado (como auditorios, centros de convenciones o recintos techados), ya que cada uno implica condiciones distintas en términos de control de accesos, ventilación, rutas de evacuación y capacidad de respuesta ante emergencias. Asimismo, el **tipo de público que asiste** es un factor clave, pues puede tratarse de un público general, familiar, infantil, juvenil, adulto mayor o con necesidades específicas, lo cual demanda medidas diferenciadas de seguridad y atención. El **horario del evento** también influye considerablemente, ya que las actividades realizadas en horario nocturno suelen requerir iluminación especial, mayores recursos de vigilancia y medidas adicionales de control. Finalmente, la **duración del evento**—ya sea de corta, media o larga extensión—impacta en la logística, el desgaste de los servicios de apoyo, la permanencia del público en el lugar y la posibilidad de que se presenten incidentes relacionados con la fatiga, el clima o la saturación de espacios.

En el municipio se localiza una amplia diversidad de pueblos distribuidos a lo largo de su territorio, varios de los cuales se distinguen por su antigüedad y riqueza histórica. Cada una de estas comunidades celebra festividades tradicionales en honor a su santo patrón, las cuales constituyen expresiones vivas de la identidad local. Estos eventos no solo representan un profundo sentido de pertenencia y devoción religiosa, sino que también reflejan la diversidad cultural que caracteriza a la región, preservando costumbres, valores y prácticas transmitidas de generación en generación. Entre los pueblos más representativos (Mapa 94)y sus festividades patronales, se encuentran los siguientes:

- Santa María Cuautepec
- San Pablo
- San Mateo (ver Imagen 4949)
- San Francisco Chilpan
- San Antonio Tultitlán.

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

Imagen 49. Celebración en honor al Señor de Xochimilco, San Mateo Cuautepec

FUENTE: FACEBOOK, SAN MATEO CUAUTEPEC TULTITLÁN EDOMÉX

Además de las festividades mencionadas anteriormente, también se llevan a cabo celebraciones tradicionales en los distintos barrios que conforman la cabecera municipal.

- Reyes (6 de enero)
- San Pablo Apóstol feria tradicional (se realiza el domingo más próximo al día 25 de enero)
- Parroquia de la Inmaculada Concepción Representación de la Semana Santa y de la vida de Jesús de Nazaret (comienza 2 días antes del domingo de ramos)
- San Juan (24 de junio)
- Santiaguito (24 de julio, semana santa y domingo de resurrección)
- San Lorenzo (10 de agosto parroquia de San Antonio)
- San Bartolo (24 de agosto)
- 1° y 2 de noviembre (ver Imagen 51)
- La Concepción (8 de diciembre)
- Nativitas (12 de diciembre)
- Belém (25 de diciembre)

La celebración más importante del municipio de Tultitlán tiene lugar el **13 de junio**, en honor a su santo patrono, **San Antonio de Padua** (ver Imagen 50). Esta festividad, conocida como la **Feria de San Antonio**, es una de las tradiciones más antiguas y representativas de la comunidad, con raíces que **se remontan al siglo XVII**. Con el paso del tiempo, la feria ha evolucionado hasta convertirse en un evento de gran relevancia social, cultural y económica, no solo para Tultitlán, sino también para la región. Cada año, **más de 200,000 personas asisten** a sus múltiples actividades, espectáculos y escenarios, reafirmando así su importancia como punto de encuentro y celebración para miles de visitantes.

Imagen 50. Celebración del santo patrono, San Antonio de Padua, 13 de junio.

Fuente: Facebook, Tultitlán del Ayer

Imagen 51. Templo de la Santa Muerte

Fuente: La Jornada, Estado de México

Durante las festividades también se han registrado algunos incidentes relacionados con el uso de pirotecnia:

1) El 7 enero de 2013, durante los festejos del Día de Reyes en la iglesia del Barrio de los Reyes, una explosión de fuegos pirotécnicos ocurrió cuando un cohete encendió material almacenado en el atrio. El accidente resultó en la muerte de un menor y lesiones a 37 personas, además de daños estructurales en la iglesia que provocaron el desalojo del inmueble.[144]

2) El 2 agosto de 2017 en el pueblo de San Pablo de las Salinas, Tultitlán, una explosión ocurrió en una herrería donde se almacenaban cohetones para una fiesta religiosa. El incidente dejó dos personas lesionadas—con quemaduras graves, incluyendo un hombre con el 60 % del cuerpo afectado—y daños materiales en la herrería y viviendas cercanas[145] (ver Imagen 52);

Imagen 52. Explosión de pirotecnia en taller de herrería.

FUENTE: EL SOL DE MÉXICO

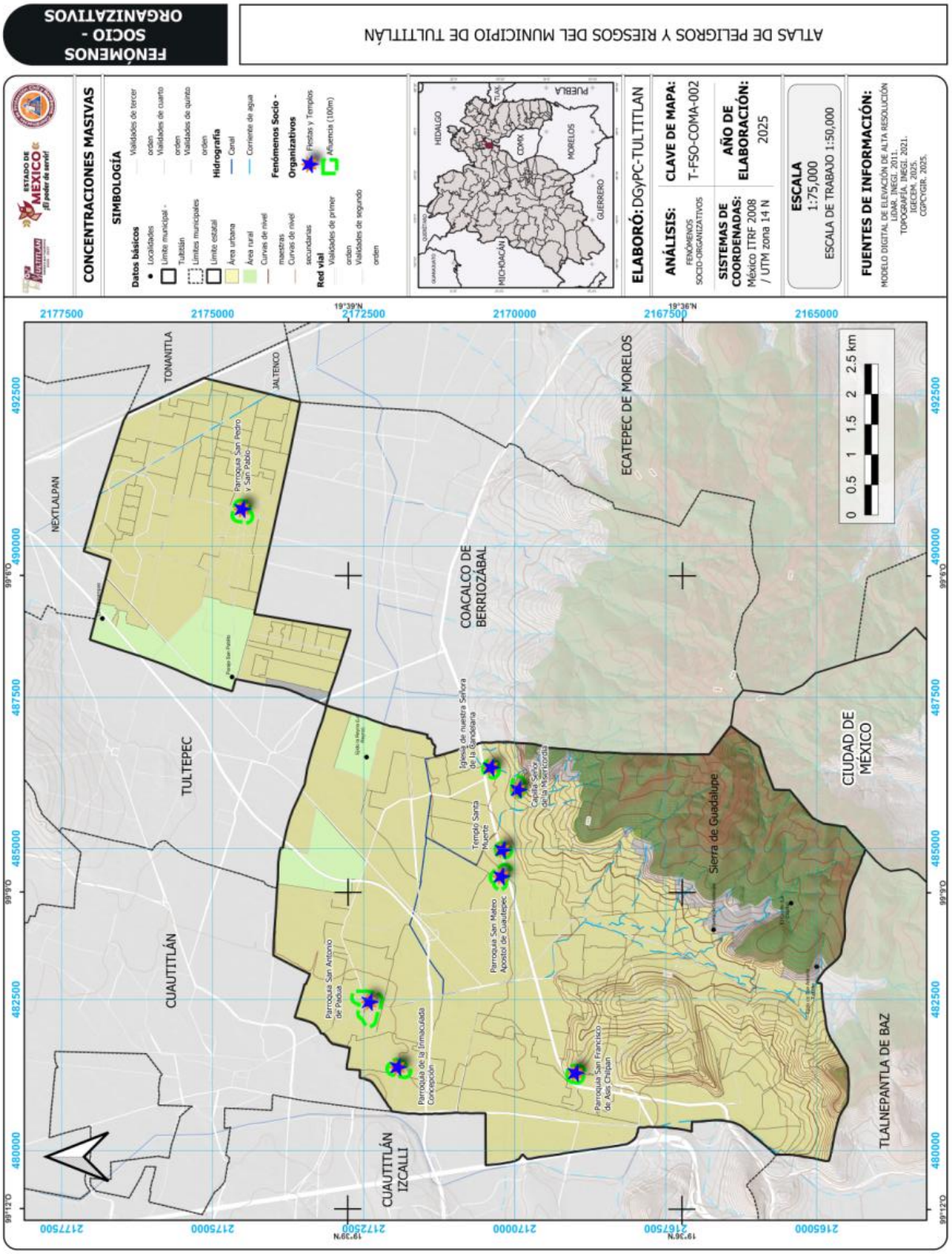
3**)** En 2022 por el servicio de bomberos un apoyo con pirotecnia en el pueblo San Mateo Cuautepec dentro de la avenida San Mateo;

4) En el año 2023 hubo un total de 6 quemaduras de castillos de pirotecnia los cuales necesitaron del apoyo de las unidades del servicio de bomberos, 2 durante la fiesta de la Parroquia de la Inmaculada Concepción, 2 dentro de Jilotzingo en la colonia de Solidaridad 3ra sección, 1 en el pueblo San Francisco Chilpan en la dirección Juárez y finalmente 1 en

[144] Excélsior, 2013)

[145] El Sol de México, 2017)

el Pueblo de San Mateo Cuautepec dentro de la Avenida de la Cruz;



Mapa 94 Concentraciones masivas.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE PROTECCIÓN CIVIL.

Estudio

El estudio realizado para las festividades en el municipio se basó en la delimitación de polígonos proporcionados por la Coordinación de Protección Civil del municipio, los cuales abarcan las calles utilizadas para la instalación de puestos, juegos mecánicos, actividades recreativas y eventos masivos. A partir de estos polígonos se generó un **búfer de 100 metros**, del cual se extrajeron las manzanas que se encontraban total o parcialmente dentro de esta área. Con base en dicha delimitación, se obtuvo la Población Censal (**PC**) correspondiente a cada manzana, utilizando datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI.

Posteriormente, considerando el uso de suelo del municipio, se aplicó un Factor por Uso de Suelo distinto al habitacional (**FUSx**). Asimismo, se integró la Población Ocupada (**PO**), obtenida del DENUE (mayo 2025), mediante información georreferenciada de actividades económicas, así como la Concentración Masiva (**CM**) en inmuebles recreativos, tanto cerrados (iglesias, templos, salones de eventos, cines) como abiertos (plazas, parques, explanadas, centros deportivos).

Tabla 107 108. Factores por uso de suelo: FUSx

Tipo de Uso de Suelo	Valor del factor
Habitacional	1.2
Comercial	4.5
Oficinas	3.0
Industrial	1.5
Baldío	1.0

FUENTE: SGIRYPC

Tabla 108. Cálculo de concentración masiva (CM) en inmuebles recreativos

Tipo de inmueble	Forma para obtener CM	Aplica en los siguientes casos
Cerrado	Multiplicar el número de asientos o localidades por 1.2	Auditorios, deportivos, estadios, teatros, cines, templos, casas de cultura, salones de baile, entre otros.
Abierto	Multiplicar la superficie del equipamiento en m2 por 4.0 (cuatro) personas (4p/m2)	Plazas, explanadas, parques, entre otros.

FUENTE: SGIRYPC

Con base en este análisis se delimitaron las Zonas de Menor Riesgo (**ZMR**), ubicadas en espacios abiertos como camellones, cruces de calle o calles amplias, siempre dentro del área

del búfer y lejos de concentraciones identificadas en el DENUE. Estas zonas son consideradas seguras para brindar refugio temporal a la población ante un evento perturbador.

Finalmente, se incorporaron las rutas de acceso para servicios de emergencia, identificando las vialidades que conectan el sitio en estudio con la intersección de vialidades primarias más cercana. En este análisis se consideraron aspectos de movilidad como el sentido de circulación, intersecciones conflictivas, obstáculos recurrentes y tiempos estimados de ingreso y salida, con el fin de asegurar una respuesta oportuna ante cualquier eventualidad.

Estimación de la **Población Máxima** a través del análisis de cada una de las manzanas (**PMM**), utilizando la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{PMM = (PC * FUSx) + PO + CM}$$

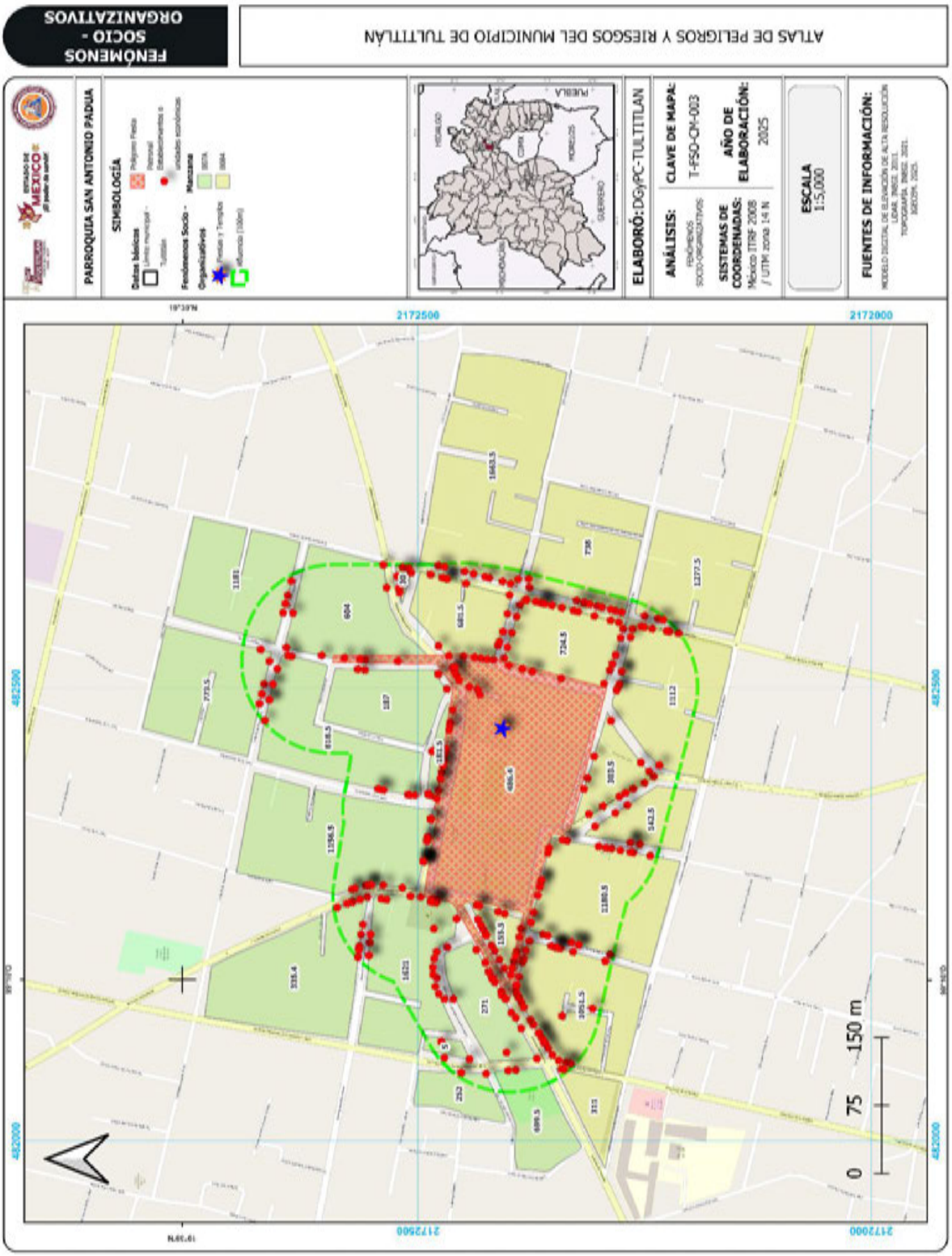
Resultados y conclusiones

Como resultado de este proceso, se generaron tres mapas temáticos: el primero muestra la **PMM**; el segundo debe señalar los equipamientos, inmuebles o establecimientos mercantiles, industrias o inmuebles que representan alta exposición o amenaza, así como los polígonos y/o zonas de menor riesgo donde se puede congregar la población evacuada a 100 metros del sitio; y el tercero detalla las rutas de acceso para servicios de emergencia.

Tabla 109109. Población del análisis de cada festividad

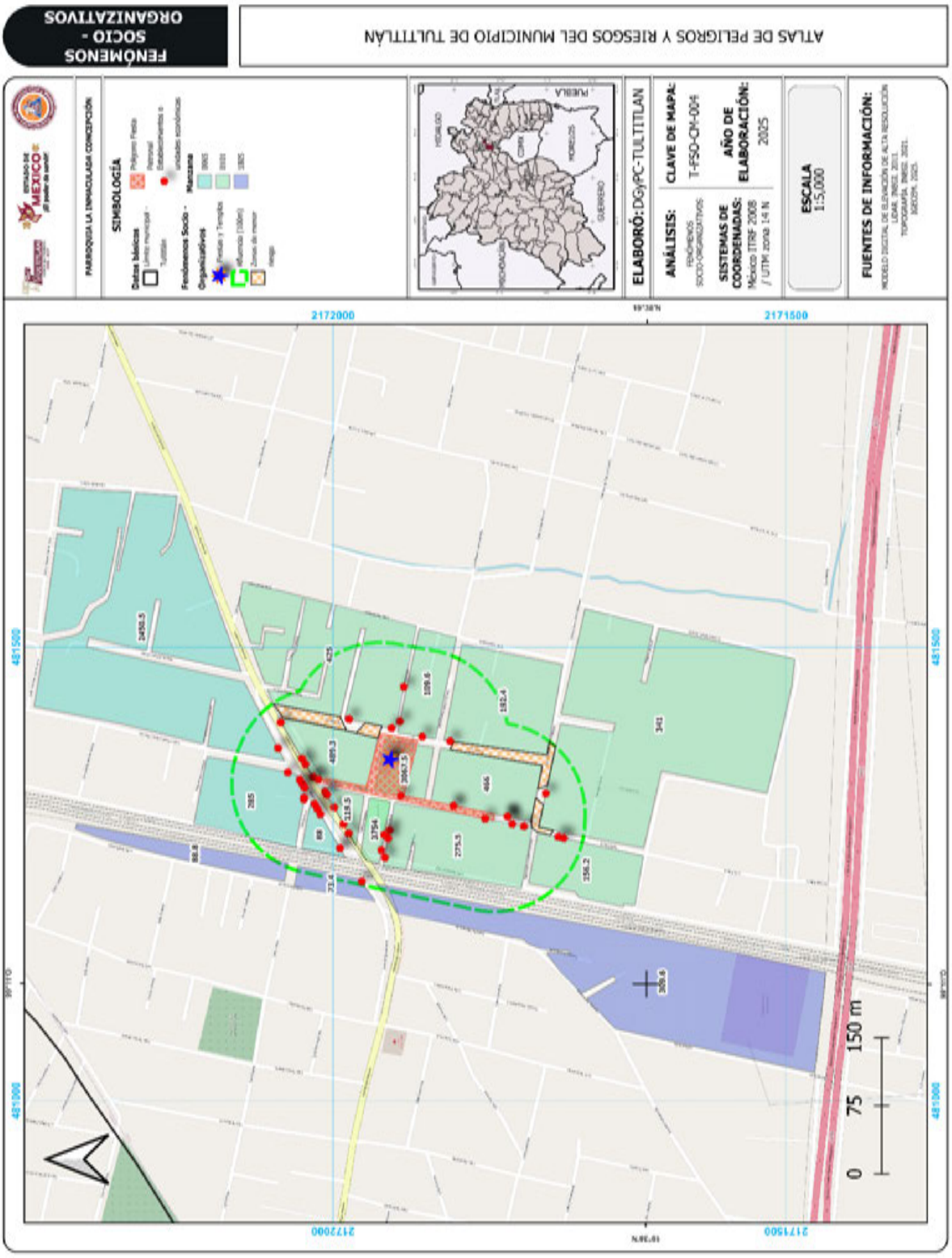
	Población							
Templo	**Masculina**	**Femenina**	**Con discapacidad**	**65 y más**	**0 a 17**	**Total**	**Viviendas totales**	**∑Máxima por manzana**
Templo Santa Muerte	338	339	26	46	269	677	214	4,562.5
Parroquia San Pedro y San Pablo	1,294	1,396	147	194	1,115	2,693	746	42,403.0
Iglesia de Nuestra Señora de la Candelaria	1,375	1,411	75	196	1,096	2,789	845	14,471.8
Capilla Señor de la Misericordia	1,516	1,574	103	189	1,237	3,090	935	15,398.6
Parroquia San Mateo Apóstol de Cuautepec	536	558	46	74	420	1,094	334	8,780.2
Parroquia San Francisco de Asís Chilpan	874	890	73	173	630	1,775	479	9,083.5
Parroquia San Antonio de Padua	1,354	1,498	87	278	940	2,857	779	17,943.8
Parroquia de la Inmaculada Concepción	1,092	1,194	47	149	856	2,287	606	12,691.3

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



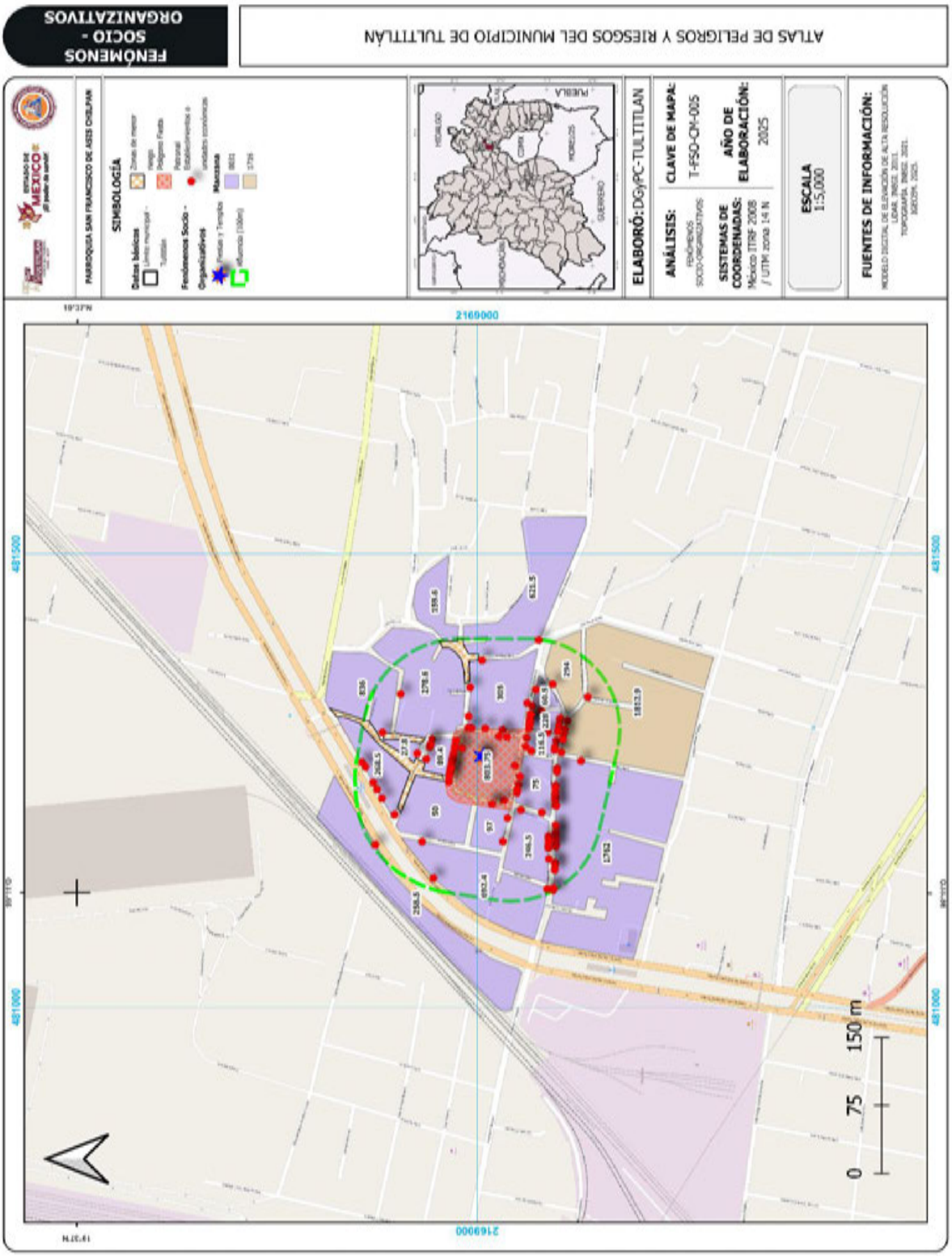
Mapa 95. Parroquia San Antonio de Padua.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE IGECEM.



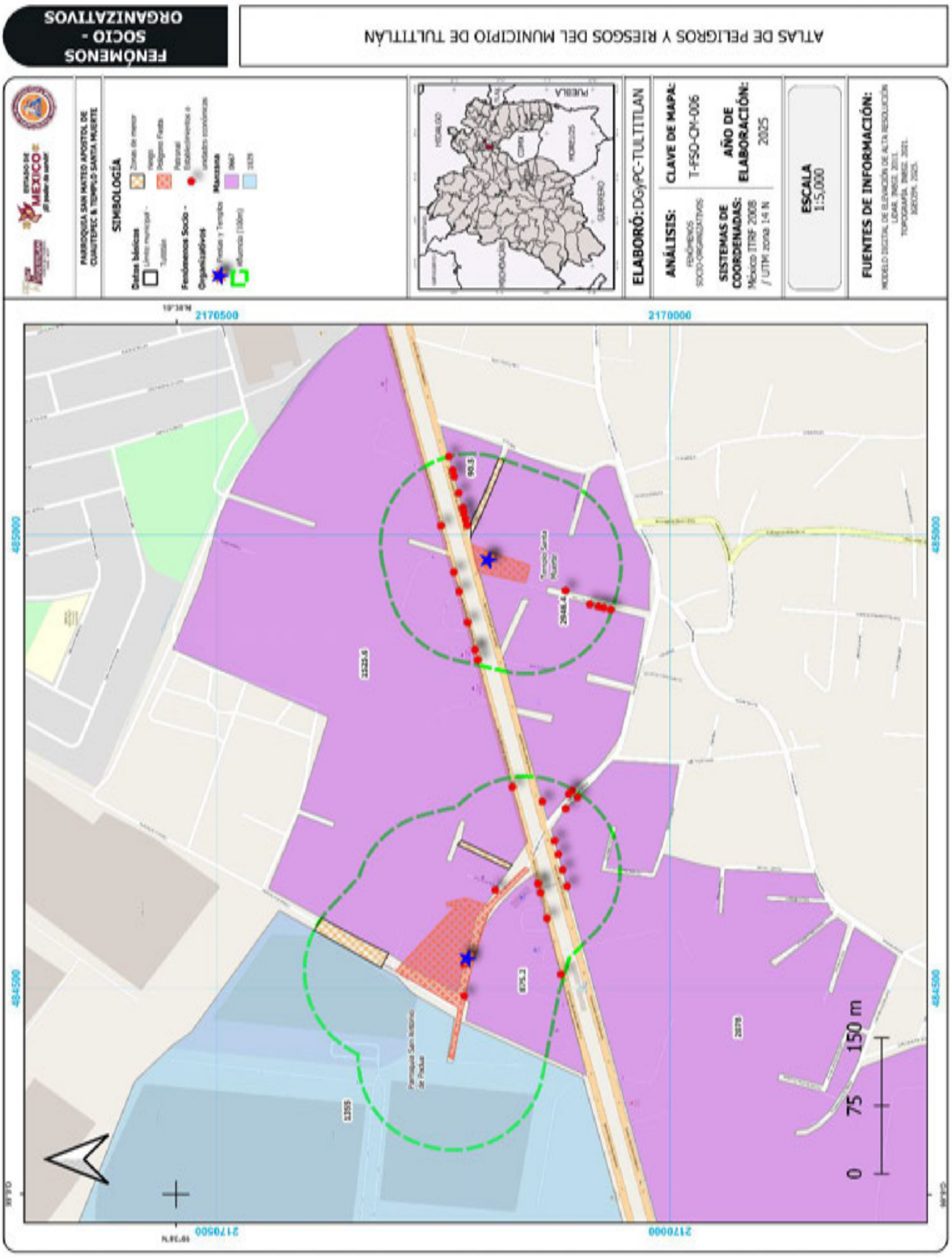
Mapa 96. Parroquia la Inmaculada Concepción.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE IGECEM.



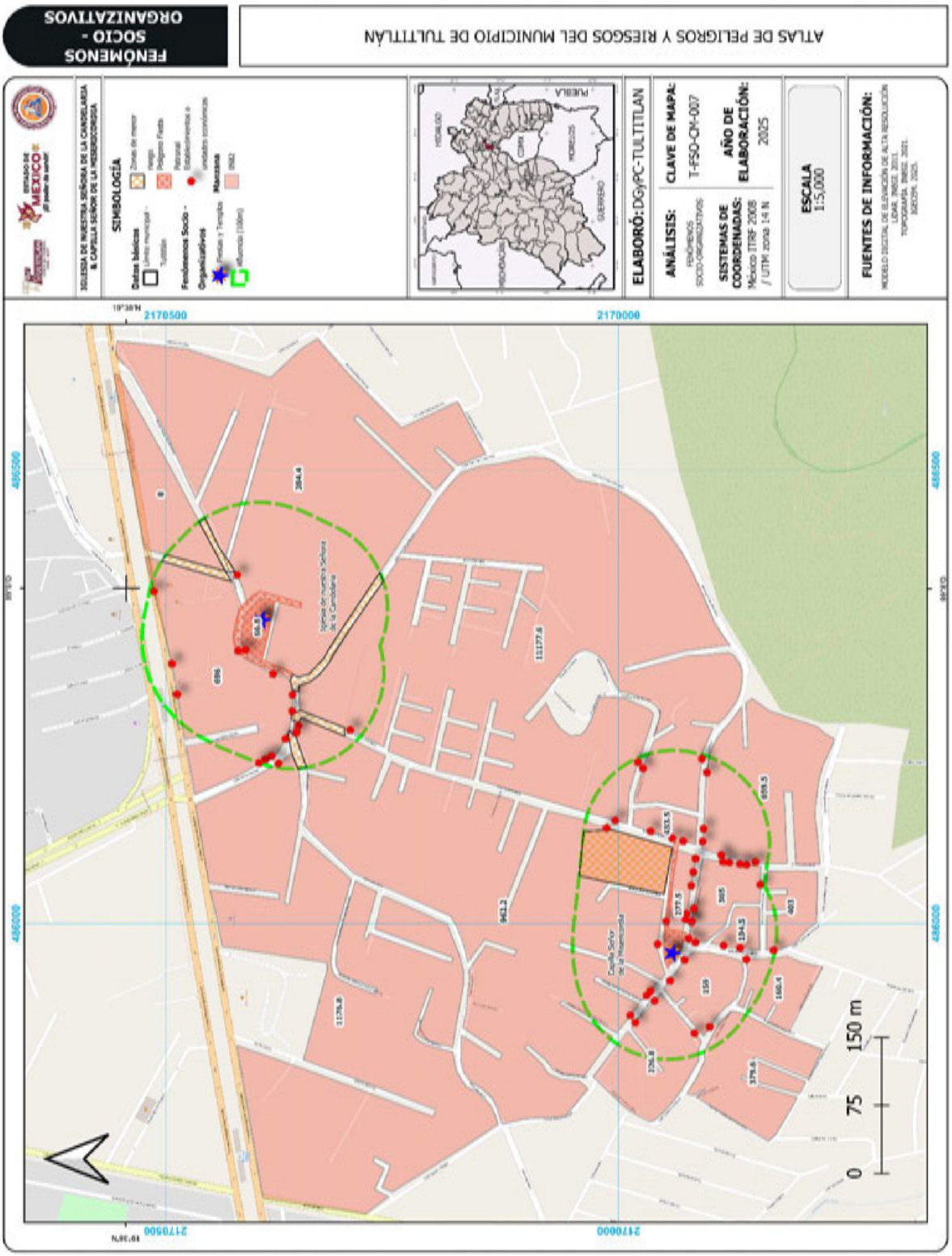
Mapa 97. Parroquia San Francisco de Asís Chilpan.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE IGECEM.



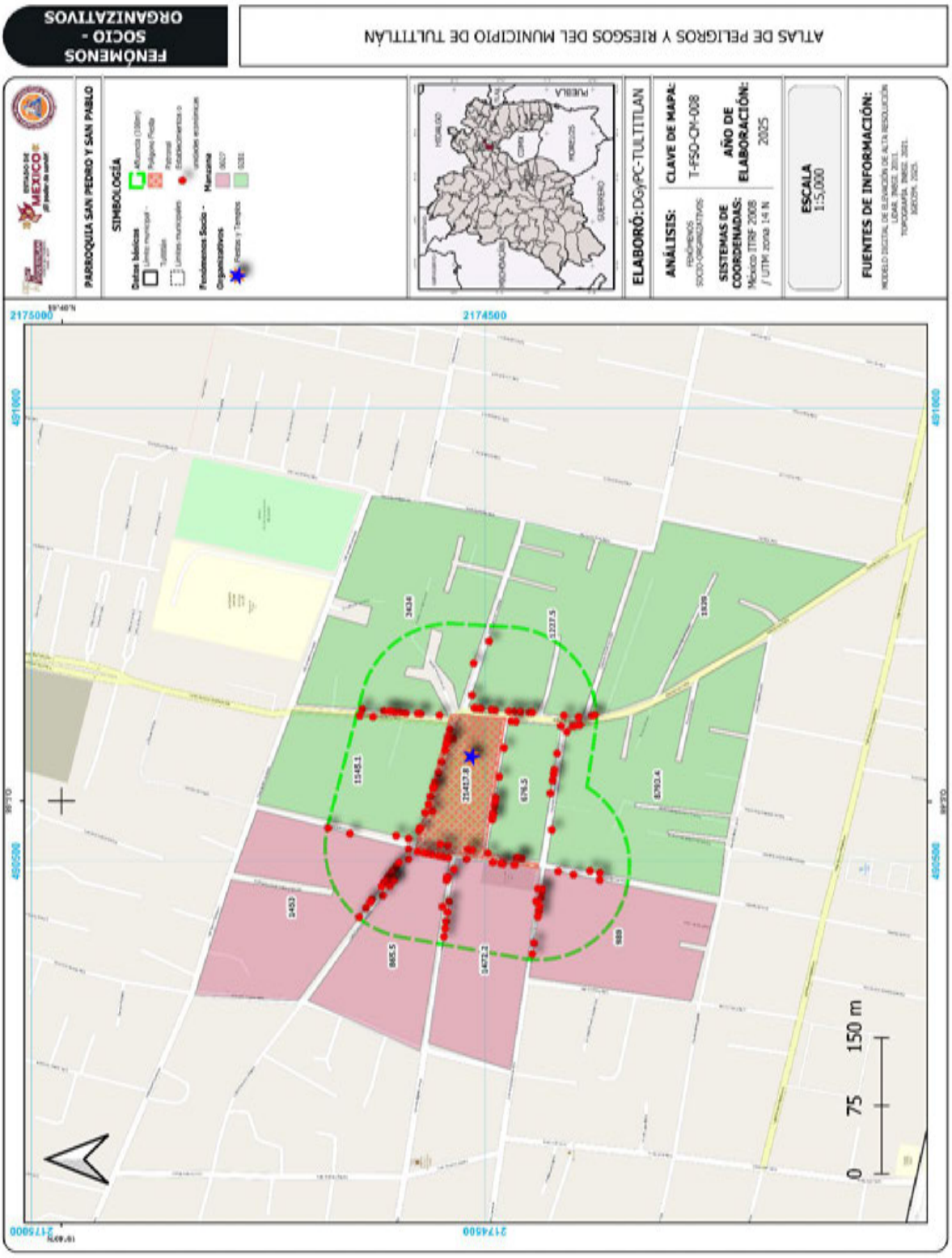
Mapa 98. Parroquia San Mateo Apóstol de Cuautepec y Templo Santa Muerte.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE IGECEM.



Mapa 99. Iglesia de Nuestra Señora de la Candelaria y Capilla Señor de la Misericordia.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE IGECEM.



Mapa 100. Parroquia San Pedro y San Pablo.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE IGECEM.

La ***NFPA 1710*** es el estándar de la NFPA (***National Fire Protection Association***) que establece los requisitos mínimos de organización y desempeño para los departamentos de bomberos que prestan servicios a comunidades urbanas o suburbanas mediante personal remunerado (carácter profesional).

Según la NFPA 1710, el tiempo de despacho debe ser igual o menor a **60 segundos** para el 90 % de las **llamadas**; el **tiempo de salida**, **80 segundos para incendios** y **60 segundos para emergencias médicas**; el **tiempo de viaje** hasta la escena debe ser de **4 minutos o menos en el 90 % de los casos**, y el **tiempo total de respuesta** —desde la recepción de la llamada hasta la llegada— **no debe superar los 6 minutos en la mayoría de las situaciones**.

En general, se considera un estándar aceptable a nivel global un tiempo de respuesta de entre **4 y 8 minutos**, dependiendo de factores como la densidad urbana. La importancia de cumplir con estos tiempos es crítica, ya que en incendios estructurales el fuego puede volverse incontrolable en tan solo **5 minutos**, y en emergencias médicas, **cada minuto cuenta** para aumentar las probabilidades de supervivencia.[146] El tiempo de viaje para emergencias se traduce, en términos prácticos, en una **ubicación estratégica de estaciones de bomberos, cuya distancia al área de cobertura debe permitir llegar en ese lapso**.

Tabla 110. Tiempo de respuesta

Puntos de referencia	Objetivos de respuesta
Respuesta a alarma	15 segundos el 95 % de las veces o 40 segundos el 99 % de las veces
Procesamiento de la alarma	64 segundos el 95 % de las veces o 106 segundos el 99 % de las veces
Salida - Incendio	80 segundos
Salida - EMS	60 segundos
Primer camión de bomberos	240 segundos (4 minutos) el 90 % de las veces
Segundo camión de bomberos	360 segundos (6 minutos) 15 segundos el 95 % de las veces
Alarma completa inicial - Peligro bajo/medio	480 segundos (8 minutos) el 90 % de las veces
Alarma completa inicial - Peligro alto	610 segundos (10 minutos y 10 segundos) el 90 % de las veces

Fuente: National Fire Protection Association

[146] (National Fire Protection Association, 2020)

La norma no establece una distancia en kilómetros o millas como requisito obligatorio. Sin embargo, sí se espera que los cuerpos de bomberos estén distribuidos de manera que puedan cumplir con los tiempos de respuesta establecidos, principalmente:

- **≤ 4 minutos de tiempo de viaje (*travel time*)** para el 90 % de los incidentes de emergencia (como incendios).
  Dado que un camión de bomberos circula a una velocidad promedio de **40 a 48 km/h** (considerando tráfico urbano y seguridad), eso significa que para llegar en 4 minutos (sin retrasos), la estación debería estar **a no más de 2.5–3 km del incidente** en zonas urbanas. Por tanto:

  $$\boldsymbol{Distancia = Velocidad\ x\ Tiempo}$$

  Pero el tiempo debe estar en **horas** para que las unidades sean coherentes con km/h.
  Tomemos el rango de velocidad de un camión de bomberos en condiciones urbanas:
  - Velocidad promedio = 40 km/h a 48 km/h
  - Tiempo = 4 minutos = 4/60 horas = 0.0667 horas

  Entonces:
  - Para 4 Km/h:

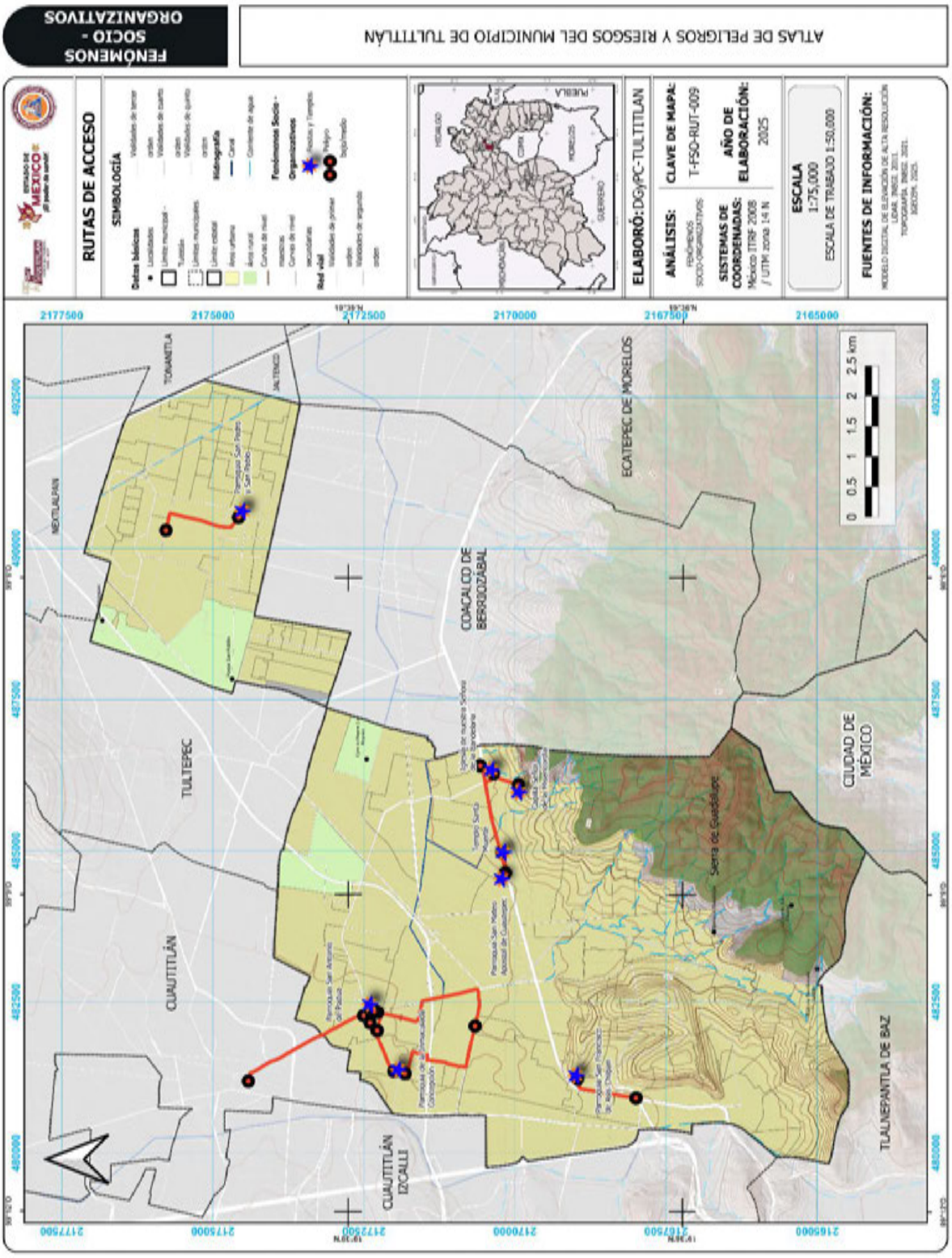
    $$Distancia = 40\frac{km}{h}\ x\ 0.0667\ h = 2.67\ km$$

  - Para 48 km/h:

    $$Distancia = 48\frac{km}{h}\ x\ 0.0667\ h = 3.20\ km$$

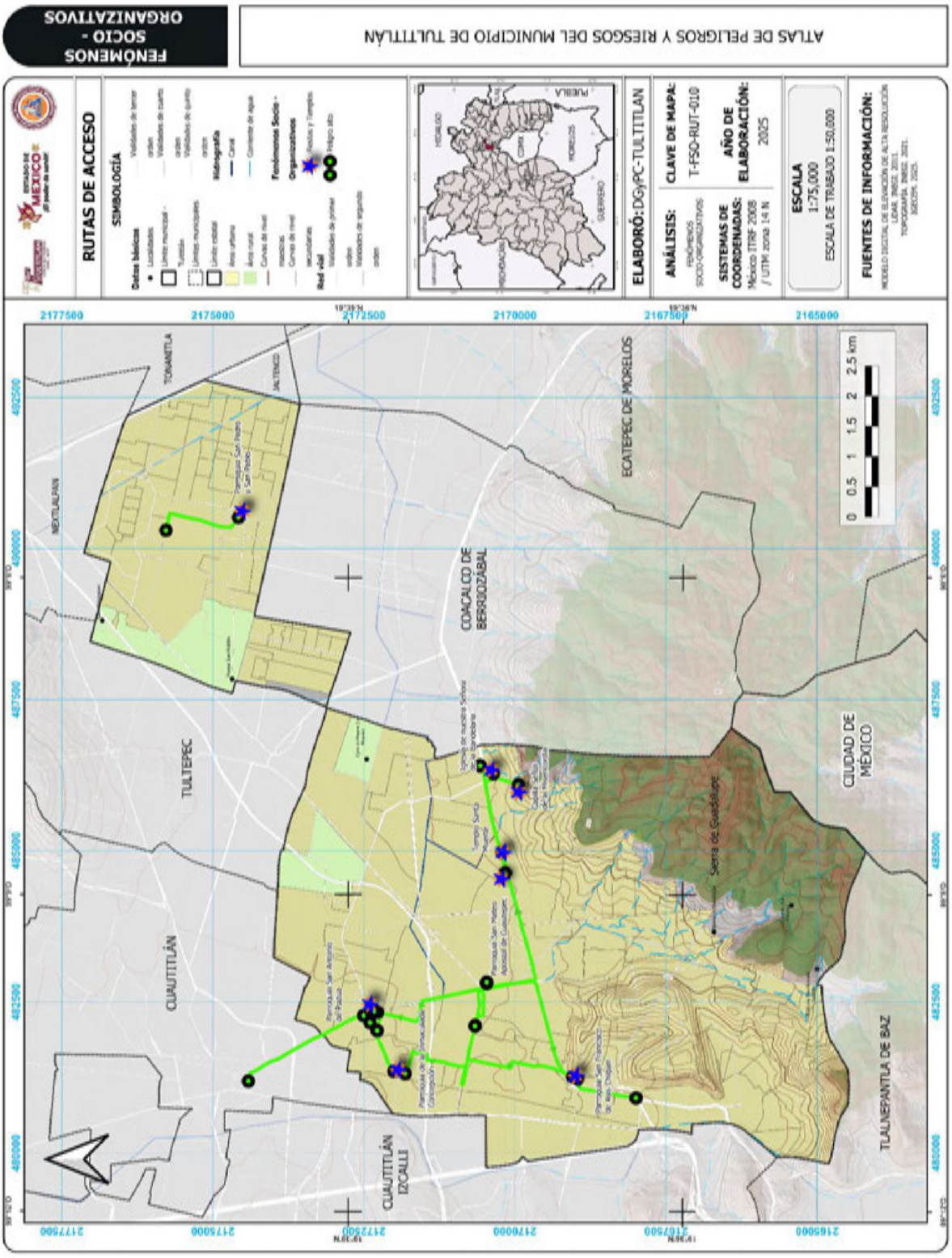
Aunque la *NFPA 1710* no establece una distancia específica, implícitamente exige que las estaciones estén ubicadas a una distancia que permita llegar en **4 minutos** o menos al 90 % de los incidentes. Para cumplir con el tiempo de respuesta una estación debe estar ubicada a una distancia de aproximadamente **2.5 a 3.2 km** del lugar del incidente (dependiendo de la velocidad operativa real del vehículo).

En la **Ley de los Cuerpos de Bomberos del Estado de México** (publicada el 3 de septiembre de 2021), define los principios, organización, funciones, atribuciones, capacitación, recursos, derechos de los ciudadanos y los bomberos, así como disposiciones de coordinación y presupuestales. No obstante, **no se establece ningún tiempo específico de respuesta**, como plazos máximos desde el reporte hasta la llegada o intervención. Mientras que el Reglamento de Protección Civil y Bomberos del municipio de Tultitlán, establece plazos operativos para estos procedimientos administrativos, pero no especifica tiempos de respuesta para emergencias reales ni atención directa de bomberos en situaciones de siniestro.



Mapa 101. Rutas de acceso: Peligro bajo/medio

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE IGECEM.



Mapa 102. Rutas de acceso: Peligro alto

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE IGECEM

CAPÍTULO 6. ESCENARIOS DE RIESGO Y LAS ESTRATEGIAS EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE LA GIR

Se han integrado escenarios de riesgo representados cartográficamente, enfocados particularmente en dos fenómenos que afectan al municipio: la inestabilidad de laderas y la caída de ceniza volcánica. La representación visual de estas amenazas específicas permite una mejor comprensión del riesgo en cada zona del territorio, lo que contribuye a una planeación territorial más eficiente y a la implementación de acciones preventivas y de mitigación orientadas a salvaguardar tanto a la población como a su entorno.

Integración de escenarios de riesgo en el municipio

Riesgo por inestabilidad de laderas

Para determinar el riesgo relacionado por inestabilidad de laderas se utilizaron los siguientes insumos:

- Modelado de peligro asociado a un periodo de retorno de 10 años, el cual muestra una probabilidad de ocurrencia para que un evento pueda presentarse.
- Recorrido en campo de las zonas que han presentado algún evento de inestabilidad, con el fin de corroborar y adecuar el modelado de peligro y la matriz de riesgo. De igual manera se tomaron en cuenta las pendientes del terreno, las instalaciones y/o rupturas de tubería de agua y/o drenaje, corrientes de agua de lluvia que viaja a través de las calles y que favorecen el reblandecimiento del material de roca y/o suelo.
- Exposición, en donde se tomaron en cuenta las AGEB urbanas y rurales.
- Vulnerabilidad social, tomando como referencia la marginación a nivel AGEB.

A partir de éstos se desarrollaron tres matrices, una por cada manifestación de inestabilidad (Tabla 44, Tabla 47y Tabla 51). Las cuales apoyaran en la determinación de riesgo por AGEB (Tabla 45,Tabla 48 y Tabla 51) y permite generar un cálculo aproximado de la población por nivel de riesgo (Tabla 46, Tabla 49 y Tabla 54).

Determinación del Riesgo a partir de la vulnerabilidad local considerando la marginación por AGEB

Riesgo por deslizamiento de laderas

Tabla 111. Matriz de riesgo para deslizamiento de laderas

VULNERABILIDAD	PELIGRO				
	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Muy baja					
Baja					
Media					
Alta					

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De un total de 153 AGEB's, 2 cuentan con un riesgo de deslizamiento de laderas muy bajo, 67 bajo, **32 medio, 30 alto y 6 muy alto**. La Tabla 45 muestra el listado de AGEB's por nivel de riesgo. A continuación, se mencionan algunas de las colonias que quedan dentro de un nivel de riesgo Muy alto, como son: Buena Vista 2da Sección, Sierra de Guadalupe, Izcalli del Valle, El Paraje, Fimesa I, El Fresno y San Francisco Chilpan) (Tabla 45)

Tabla 112. Niveles de vulnerabilidad, peligro y riesgo por deslizamiento de laderas

Clave AGEB	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas para 10 años (valor máximo por AGEB)	Riesgo por deslizamientos
1510900030648	Alto	Muy Alto	Muy Alto
1510900691453	Alto	Alto	Alto
1510900030845	Alto	Medio	Alto
1510900250328	Alto	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900030968	Alto	Muy Bajo	Bajo
1510900250027	Alto	Muy Bajo	Bajo
1510900691311	Alto	Medio	Alto
1510900251788	Alto	Muy Bajo	Bajo
1510900721839	Alto	Muy Bajo	Bajo
151090003142A	Alto	Muy Alto	Muy Alto
1510900031400	Medio	Medio	Medio
1510900010347	Medio	Muy Bajo	Bajo
1510900691345	Medio	Medio	Medio
151090003085A	Medio	Alto	Alto

Clave AGEB	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas para 10 años (valor máximo por AGEB)	Riesgo por deslizamientos
1510900031082	Medio	Muy Alto	Muy Alto
1510900031275	Medio	Bajo	Medio
1510900031627	Medio	Alto	Alto
1510900250281	Medio	Muy Bajo	Bajo
151090003135A	Medio	Alto	Alto
151090001007A	Medio	Muy Bajo	Bajo
151090025167A	Medio	Muy Bajo	Bajo
1510900011805	Medio	Muy Bajo	Bajo
151090025103A	Medio	Muy Bajo	Bajo
1510900691468	Medio	Alto	Alto
1510900680582	Medio	Alto	Alto
1510900692023	Medio	Alto	Alto
1510900680667	Medio	Medio	Medio
1510900032042	Medio	Alto	Alto
1510900030559	Medio	Muy Alto	Muy Alto
1510900030722	Medio	Bajo	Medio
1510900031769	Medio	Bajo	Medio
1510900030737	Medio	Bajo	Medio
1510900030455	Medio	Alto	Alto
1510900030597	Medio	Alto	Alto
1510900030703	Medio	Medio	Medio
1510900030775	Medio	Bajo	Medio
151090003078A	Medio	Bajo	Medio
1510900030794	Medio	Alto	Alto
1510900031044	Medio	Muy Bajo	Bajo
1510900031538	Medio	Alto	Alto
1510900031542	Medio	Medio	Medio
1510900031735	Medio	Bajo	Medio
1510900691330	Medio	Medio	Medio
1510900031256	Medio	Bajo	Medio
1510900031260	Medio	Bajo	Medio
151090003128A	Medio	Medio	Medio
1510900031364	Medio	Alto	Alto
1510900031557	Medio	Medio	Medio
1510900250224	Medio	Muy Bajo	Bajo

Clave AGEB	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas para 10 años (valor máximo por AGEB)	Riesgo por deslizamientos
1510900691326	Medio	Medio	Medio
1510900251650	Medio	Muy Bajo	Bajo
151090003174A	Medio	Bajo	Medio
1510900030756	Medio	Medio	Medio
1510900681241	Medio	Muy Bajo	Bajo
1510900681379	Medio	Alto	Alto
1510900031415	Medio	Alto	Alto
1510900030741	Medio	Bajo	Medio
1510900250883	Medio	Muy Bajo	Bajo
1510900030474	Medio	Bajo	Medio
1510900030760	Medio	Alto	Alto
151090003046A	Medio	Bajo	Medio
1510900030614	Medio	Bajo	Medio
1510900030826	Medio	Alto	Alto
1510900030953	Medio	Bajo	Medio
1510900031612	Medio	Bajo	Medio
1510900031646	Medio	Muy Alto	Muy Alto
1510900031631	Medio	Muy Alto	Muy Alto
1510900031576	Medio	Alto	Alto
1510900010351	Medio	Muy Bajo	Bajo
1510900250135	Bajo	Muy Bajo	Bajo
151090025014A	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900250686	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900250898	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251701	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900031059	Bajo	Bajo	Bajo
1510900680879	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250173	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900250949	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900250900	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251218	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251148	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900010065	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251152	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900030031	Bajo	Alto	Medio

Clave AGEB	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas para 10 años (valor máximo por AGEB)	Riesgo por deslizamientos
1510900030050	Bajo	Alto	Medio
1510900031561	Bajo	Alto	Medio
1510900251133	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251129	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900250188	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251006	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900250243	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900250915	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900681824	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251307	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251665	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900680864	Bajo	Bajo	Bajo
1510900681097	Bajo	Bajo	Bajo
151090068110A	Bajo	Bajo	Bajo
1510900681114	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251222	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900030489	Bajo	Bajo	Bajo
1510900681504	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251294	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251025	Bajo	Muy Bajo	Bajo
151090025092A	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251171	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251167	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251186	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251190	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251699	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900030811	Bajo	Muy Alto	Alto
1510900010084	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251203	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900250934	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900251684	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900681434	Bajo	Muy Bajo	Bajo
151090068060A	Bajo	Muy Bajo	Bajo
151090025021A	Bajo	Muy Bajo	Bajo
151090025181A	Bajo	Muy Bajo	Bajo

Clave AGEB	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas para 10 años (valor máximo por AGEB)	Riesgo por deslizamientos
1510900030633	Bajo	Medio	Medio
1510900031580	Bajo	Alto	Medio
1510900031716	Bajo	Muy Alto	Alto
1510900010101	Bajo	Bajo	Bajo
1510900010116	Bajo	Bajo	Bajo
1510900010690	Bajo	Muy Bajo	Bajo
1510900010120	Bajo	Bajo	Bajo
1510900031720	Bajo	Muy Alto	Alto
1510900681449	Muy bajo	Alto	Alto
1510900681523	Muy bajo	Alto	Alto
1510900030807	Muy bajo	Alto	Alto
1510900681519	Muy bajo	Alto	Alto
1510900031608	Muy bajo	Alto	Alto
1510900681063	Muy bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900031595	Muy bajo	Muy Alto	Alto
1510900031773	SD	Medio	Medio
1510900031754	SD	Bajo	Bajo
1510900692038	SD	Alto	Alto
1510800140104	SD	SD	SD
1510800140176	SD	SD	SD
1510800140053	SD	SD	SD
1510800140195	SD	SD	SD
1510800140119	SD	SD	SD
1510800140123	SD	SD	SD
1510800140157	SD	SD	SD
1510800140180	SD	SD	SD
1510800140532	SD	SD	SD
1510800140462	SD	SD	SD
1510800140138	SD	SD	SD
1510800140161	SD	SD	SD
1510800140528	SD	SD	SD
1510800140091	SD	SD	SD
1510800140458	SD	SD	SD
1510800140142	SD	SD	SD

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE MARGINACIÓN E INEGI 2020.

A partir de la información determinada en la Tabla 45, se pudo realizar un cálculo aproximado de la población que se encuentra dentro de los diferentes niveles de riesgo (Tabla 46), siendo los datos de los niveles medio, alto y muy alto, los que se deben considerar en caso de algún evento de deslizamiento.

Tabla 113. Determinación de la población y viviendas de acuerdo con el nivel de riesgo.

POBLACIÓN	NIVEL DE RIESGO				
	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Población total	4,134	254,980	126,373	103,059	22,443
Población masculina	2,028	123,565	61,829	50,082	11,176
Población femenina	2,104	131,163	64,387	52,844	11,248
Población menor a 18 años	1,583	89,322	46,338	36,946	8,737
Población mayor a 65 años	255	18,904	9,136	7,204	1,167
Población con discapacidad	178	9,978	5,625	3,989	858
Viviendas totales	1,337	84,208	36,008	30,936	6,079

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DEL INEGI 2020

Riesgo por flujo

Tabla 114. Matriz de riesgo para flujo

VULNERABILIDAD	PELIGRO				
	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Muy baja					
Baja					
Media					
Alta					

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De un total de 153 AGEB's, 60 cuentan con un riesgo por flujo bajo, **66 medio, 9 alto y 2 muy alto**. La Tabla 48 muestra el listado de AGEB's por nivel de riesgo. A continuación, se mencionan algunas de las colonias que quedan dentro de un nivel de riesgo alto a muy alto, como son: El Fresno, El Paraje, Fimesa I, Izcalli del Valle, San Marcos, Sierra de Guadalupe, Solidaridad 3ra Sección y Real del Bosque (Tabla 48)

Tabla 115. Niveles de vulnerabilidad, peligro y riesgo por flujo.

Clave AGEB	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas para 10 años (valor máximo por AGEB)	Riesgo por deslizamientos
1510900030648	Alto	Muy Alto	Muy Alto
1510900691453	Alto	Medio	Alto
1510900030845	Alto	Medio	Alto
1510900250328	Alto	Bajo	Bajo
1510900030968	Alto	Medio	Medio
1510900250027	Alto	Bajo	Bajo
1510900691311	Alto	Medio	Medio
1510900251788	Alto	Bajo	Bajo
1510900721839	Alto	Bajo	Bajo
151090003142A	Alto	Alto	Alto
1510900031400	Medio	Medio	Medio
1510900010347	Medio	Bajo	Bajo
1510900691345	Medio	Medio	Medio
151090003085A	Medio	Medio	Medio
1510900031082	Medio	Alto	Alto
1510900031275	Medio	Medio	Medio
1510900031627	Medio	Medio	Medio
1510900250281	Medio	Bajo	Bajo
151090003135A	Medio	Medio	Medio
151090001007A	Medio	Medio	Medio
151090025167A	Medio	Bajo	Bajo
1510900011805	Medio	Medio	Medio
151090025103A	Medio	Bajo	Bajo
1510900691468	Medio	Medio	Medio
1510900680582	Medio	Medio	Medio
1510900692023	Medio	Medio	Medio
1510900680667	Medio	Medio	Medio
1510900032042	Medio	Medio	Medio
1510900030559	Medio	Muy Alto	Muy Alto
1510900030722	Medio	Medio	Medio

Clave AGEB	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas para 10 años (valor máximo por AGEB)	Riesgo por deslizamientos
1510900031769	Medio	Medio	Medio
1510900030737	Medio	Medio	Medio
1510900030455	Medio	Medio	Medio
1510900030597	Medio	Medio	Medio
1510900030703	Medio	Medio	Medio
1510900030775	Medio	Medio	Medio
151090003078A	Medio	Medio	Medio
1510900030794	Medio	Medio	Medio
1510900031044	Medio	Bajo	Bajo
1510900031538	Medio	Medio	Medio
1510900031542	Medio	Medio	Medio
1510900031735	Medio	Medio	Medio
1510900691330	Medio	Medio	Medio
1510900031256	Medio	Medio	Medio
1510900031260	Medio	Medio	Medio
151090003128A	Medio	Medio	Medio
1510900031364	Medio	Medio	Medio
1510900031557	Medio	Medio	Medio
1510900250224	Medio	Bajo	Bajo
1510900691326	Medio	Medio	Medio
1510900251650	Medio	Bajo	Bajo
151090003174A	Medio	Medio	Medio
1510900030756	Medio	Medio	Medio
1510900681241	Medio	Bajo	Bajo
1510900681379	Medio	Medio	Medio
1510900031415	Medio	Medio	Medio
1510900030741	Medio	Medio	Medio
1510900250883	Medio	Bajo	Bajo
1510900030474	Medio	Medio	Medio
1510900030760	Medio	Medio	Medio
151090003046A	Medio	Medio	Medio
1510900030614	Medio	Bajo	Bajo
1510900030826	Medio	Medio	Medio
1510900030953	Medio	Medio	Medio
1510900031612	Medio	Medio	Medio

Clave AGEB	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas para 10 años (valor máximo por AGEB)	Riesgo por deslizamientos
1510900031646	Medio	Alto	Alto
1510900031631	Medio	Alto	Alto
1510900031576	Medio	Medio	Medio
1510900010351	Medio	Bajo	Bajo
1510900250135	Bajo	Bajo	Bajo
151090025014A	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250686	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250898	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251701	Bajo	Bajo	Bajo
1510900031059	Bajo	Medio	Medio
1510900680879	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250173	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250949	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250900	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251218	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251148	Bajo	Bajo	Bajo
1510900010065	Bajo	Medio	Medio
1510900251152	Bajo	Bajo	Bajo
1510900030031	Bajo	Medio	Medio
1510900030050	Bajo	Medio	Medio
1510900031561	Bajo	Medio	Medio
1510900251133	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251129	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250188	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251006	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250243	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250915	Bajo	Bajo	Bajo
1510900681824	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251307	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251665	Bajo	Bajo	Bajo
1510900680864	Bajo	Bajo	Bajo
1510900681097	Bajo	Bajo	Bajo
151090068110A	Bajo	Bajo	Bajo
1510900681114	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251222	Bajo	Bajo	Bajo

Clave AGEB	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas para 10 años (valor máximo por AGEB)	Riesgo por deslizamientos
1510900030489	Bajo	Bajo	Bajo
1510900681504	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251294	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251025	Bajo	Bajo	Bajo
151090025092A	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251171	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251167	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251186	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251190	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251699	Bajo	Bajo	Bajo
1510900030811	Bajo	Medio	Medio
1510900010084	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251203	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250934	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251684	Bajo	Bajo	Bajo
1510900681434	Bajo	Bajo	Bajo
151090068060A	Bajo	Medio	Medio
151090025021A	Bajo	Bajo	Bajo
151090025181A	Bajo	Bajo	Bajo
1510900030633	Bajo	Medio	Medio
1510900031580	Bajo	Medio	Medio
1510900031716	Bajo	Medio	Medio
1510900010101	Bajo	Medio	Medio
1510900010116	Bajo	Medio	Medio
1510900010690	Bajo	Medio	Medio
1510900010120	Bajo	Medio	Medio
1510900031720	Bajo	Alto	Alto
1510900681449	Muy bajo	Medio	Medio
1510900681523	Muy bajo	Medio	Medio
1510900030807	Muy bajo	Medio	Medio
1510900681519	Muy bajo	Alto	Alto
1510900031608	Muy bajo	Medio	Medio
1510900681063	Muy bajo	Bajo	Bajo
1510900031595	Muy bajo	Medio	Medio
1510900031773	SD	Medio	Medio

Clave AGEB	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas para 10 años (valor máximo por AGEB)	Riesgo por deslizamientos
1510900031754	SD	Bajo	Bajo
1510900692038	SD	Alto	Alto
1510800140104	SD	SD	SD
1510800140176	SD	SD	SD
1510800140053	SD	SD	SD
1510800140195	SD	SD	SD
1510800140119	SD	SD	SD
1510800140123	SD	SD	SD
1510800140157	SD	SD	SD
1510800140180	SD	SD	SD
1510800140532	SD	SD	SD
1510800140462	SD	SD	SD
1510800140138	SD	SD	SD
1510800140161	SD	SD	SD
1510800140528	SD	SD	SD
1510800140091	SD	SD	SD
1510800140458	SD	SD	SD
1510800140142	SD	SD	SD

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DE MARGINACIÓN E INEGI 2020.

A partir de la información determinada en la Tabla 48, se pudo realizar un cálculo aproximado de la población que se encuentra dentro de los diferentes niveles de riesgo (Tabla 49), siendo los datos de los niveles medio, alto y muy alto, los que se deben considerar en caso de algún evento por flujo.

Tabla 116. Determinación de la población y viviendas de acuerdo con el nivel de riesgo.

POBLACIÓN	NIVEL DE RIESGO			
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Población total	225,880	250,171	23,631	11,307
Población masculina	109,407	121,927	11,748	5,598
Población femenina	116,261	127,970	11,817	5,698
Población menor a 18 años	79,227	90,665	8,754	4,280
Población mayor a 65 años	16,745	18,205	845	871
Población con discapacidad	9,307	10,132	704	485
Viviendas totales	75,670	72,890	6,989	3,019

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DEL INEGI 2020

Caídos de roca

Tabla 117. Matriz de riesgo para caídos de roca

VULNERABILIDAD	PELIGRO				
	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Muy baja					
Baja					
Media					

Alta					

Fuente: Elaboración propia

De un total de 153 AGEB's, 20 cuentan con un riesgo por caídos de roca muy bajo, 73 bajo, **12 medio, 24 alto y 8 muy alto**. La Tabla 118 muestra el listado de AGEB's por nivel de riesgo. A continuación, se mencionan algunas de las colonias que quedan dentro de un nivel de riesgo alto a muy alto, como son: Sierra de Guadalupe, Ampliación San Mateo, Solidaridad 2da. Sección, Solidaridad 3ra Sección, Las Torres, Santa María Cuautepec, San Marcos, Buenavista 2da Sección.

Tabla 118. Niveles de vulnerabilidad, peligro y riesgo por caídos de roca.

Clave ageb	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas para 10 años (valor máximo por ageb)	Riesgo por deslizamientos
1510900030648	Alto	Alto	Muy Alto
1510900691453	Alto	Medio	Alto
1510900030845	Alto	Medio	Alto
1510900250328	Alto	Bajo	Bajo
1510900030968	Alto	Bajo	Bajo
1510900250027	Alto	Bajo	Bajo
1510900691311	Alto	Bajo	Bajo
1510900251788	Alto	Muy Bajo	Bajo
1510900721839	Alto	Muy Bajo	Bajo
151090003142A	Alto	Alto	Muy Alto
1510900031400	Medio	Bajo	Bajo
1510900010347	Medio	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900691345	Medio	Medio	Alto
151090003085A	Medio	Alto	Muy Alto
1510900031082	Medio	Alto	Muy Alto
1510900031275	Medio	Medio	Alto
1510900031627	Medio	Medio	Alto
1510900250281	Medio	Bajo	Bajo
151090003135A	Medio	Medio	Alto
151090001007A	Medio	Muy Bajo	Muy Bajo
151090025167A	Medio	Bajo	Bajo
1510900011805	Medio	Muy Bajo	Muy Bajo
151090025103A	Medio	Bajo	Bajo
1510900691468	Medio	Medio	Alto
1510900680582	Medio	Medio	Alto

Clave ageb	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas para 10 años (valor máximo por ageb)	Riesgo por deslizamientos
1510900692023	Medio	Medio	Alto
1510900680667	Medio	Bajo	Bajo
1510900032042	Medio	Medio	Alto
1510900030559	Medio	Alto	Muy Alto
1510900030722	Medio	Bajo	Bajo
1510900031769	Medio	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900030737	Medio	Bajo	Bajo
1510900030455	Medio	Medio	Alto
1510900030597	Medio	Alto	Muy Alto
1510900030703	Medio	Bajo	Bajo
1510900030775	Medio	Medio	Alto
151090003078A	Medio	Medio	Alto
1510900030794	Medio	Medio	Alto
1510900031044	Medio	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900031538	Medio	Bajo	Bajo
1510900031542	Medio	Bajo	Bajo
1510900031735	Medio	Bajo	Bajo
1510900691330	Medio	Medio	Alto
1510900031256	Medio	Bajo	Bajo
1510900031260	Medio	Bajo	Bajo
151090003128A	Medio	Medio	Alto
1510900031364	Medio	Alto	Muy Alto
1510900031557	Medio	Bajo	Bajo
1510900250224	Medio	Bajo	Bajo
1510900691326	Medio	Bajo	Bajo
1510900251650	Medio	Bajo	Bajo
151090003174A	Medio	Bajo	Bajo
1510900030756	Medio	Medio	Alto
1510900681241	Medio	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900681379	Medio	Medio	Alto
1510900031415	Medio	Alto	Muy Alto
1510900030741	Medio	Bajo	Bajo
1510900250883	Medio	Bajo	Bajo
1510900030474	Medio	Bajo	Bajo
1510900030760	Medio	Medio	Alto

Clave ageb	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas para 10 años (valor máximo por ageb)	Riesgo por deslizamientos
151090003046A	Medio	Bajo	Bajo
1510900030614	Medio	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900030826	Medio	Medio	Alto
1510900030953	Medio	Bajo	Bajo
1510900031612	Medio	Bajo	Bajo
1510900031646	Medio	Medio	Alto
1510900031631	Medio	Medio	Alto
1510900031576	Medio	Medio	Alto
1510900010351	Medio	Bajo	Bajo
1510900250135	Bajo	Bajo	Bajo
151090025014A	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250686	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250898	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251701	Bajo	Bajo	Bajo
1510900031059	Bajo	Bajo	Bajo
1510900680879	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250173	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900250949	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250900	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251218	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251148	Bajo	Bajo	Bajo
1510900010065	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251152	Bajo	Bajo	Bajo
1510900030031	Bajo	Medio	Medio
1510900030050	Bajo	Medio	Medio
1510900031561	Bajo	Medio	Medio
1510900251133	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251129	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250188	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251006	Bajo	Bajo	Bajo
1510900250243	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900250915	Bajo	Bajo	Bajo
1510900681824	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900251307	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251665	Bajo	Bajo	Bajo

Clave ageb	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas para 10 años (valor máximo por ageb)	Riesgo por deslizamientos
1510900680864	Bajo	Bajo	Bajo
1510900681097	Bajo	Bajo	Bajo
151090068110A	Bajo	Bajo	Bajo
1510900681114	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251222	Bajo	Bajo	Bajo
1510900030489	Bajo	Bajo	Bajo
1510900681504	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251294	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251025	Bajo	Bajo	Bajo
151090025092A	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251171	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900251167	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251186	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251190	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251699	Bajo	Bajo	Bajo
1510900030811	Bajo	Medio	Medio
1510900010084	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900251203	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900250934	Bajo	Bajo	Bajo
1510900251684	Bajo	Bajo	Bajo
1510900681434	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
151090068060A	Bajo	Bajo	Bajo
151090025021A	Bajo	Bajo	Bajo
151090025181A	Bajo	Bajo	Bajo
1510900030633	Bajo	Bajo	Bajo
1510900031580	Bajo	Bajo	Bajo
1510900031716	Bajo	Medio	Medio
1510900010101	Bajo	Bajo	Bajo
1510900010116	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900010690	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900010120	Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900031720	Bajo	Medio	Medio
1510900681449	Muy bajo	Medio	Medio
1510900681523	Muy bajo	Medio	Medio
1510900030807	Muy bajo	Medio	Medio

Clave ageb	Vulnerabilidad	Peligro por deslizamiento de laderas para 10 años (valor máximo por ageb)	Riesgo por deslizamientos
1510900681519	Muy bajo	Alto	Alto
1510900031608	Muy bajo	Medio	Medio
1510900681063	Muy bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900031595	Muy bajo	Medio	Medio
1510900031773	SD	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900031754	SD	Muy Bajo	Muy Bajo
1510900692038	SD	Medio	Medio
1510800140104	SD	SD	SD
1510800140176	SD	SD	SD
1510800140053	SD	SD	SD
1510800140195	SD	SD	SD
1510800140119	SD	SD	SD
1510800140123	SD	SD	SD
1510800140157	SD	SD	SD
1510800140180	SD	SD	SD
1510800140532	SD	SD	SD
1510800140462	SD	SD	SD
1510800140138	SD	SD	SD
1510800140161	SD	SD	SD
1510800140528	SD	SD	SD
1510800140091	SD	SD	SD
1510800140458	SD	SD	SD
1510800140142	SD	SD	SD

Fuente: Elaboración propia a partir del grado de marginación e INEGI 2020.

A partir de la información determinada en la Tabla 48, se pudo realizar un cálculo aproximado de la población que se encuentra dentro de los diferentes niveles de riesgo (Tabla 52), siendo los datos de los niveles medio, alto y muy alto, los que se deben considerar en caso de algún evento por caídos de roca.

Tabla 119. Determinación de la población y viviendas de acuerdo con el nivel de riesgo.

POBLACIÓN	NIVEL DE RIESGO				
	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Población total	55,887	290,077	58,452	82,672	23,901
Población masculina	27,230	140,980	28,088	40,540	11,842
Población femenina	28,580	148,792	30,286	42,049	12,039
Población menor a 18 años	19,611	103,176	19,073	31,715	9,351
Población mayor a 65 años	3,817	21,651	5,342	4,380	1,476
Población con discapacidad	1,818	12,075	2,727	2,888	1,120
Viviendas totales	17,868	92,660	18,789	22,834	6,417

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE DATOS DEL INEGI 2020

La determinación de la exposición poblacional y de infraestructura (vivienda), genera un conocimiento adecuado al momento de realizar alguna toma de decisión en caso de algún evento de inestabilidad de laderas y tomar en cuenta recursos, materiales, humanos o económicos para realizar acciones de reactivas y de recuperación. De igual manera a partir de los modelados es posible tener en cuenta las zonas para realizar atenciones de manera inmediata.

Riesgo por caída de material volcánico

Impactos de la ceniza en infraestructura

Según lo establecido por el CENAPRED, la acumulación de ceniza volcánica en techos representa un riesgo estructural que varía según el espesor depositado. A partir de esta información, se puede establecer una clasificación de riesgo para viviendas dependiendo del espesor de ceniza, y asociarla con los tipos de techo registrados en el Censo 2020.

Una asignación sugerida para clasificar y asociar los tipos de materiales de techo utilizados en las viviendas es a través del grado de marginación a nivel AGEB, ya que en AGEB's con alto grado de marginación es más frecuente el uso de materiales precarios como láminas de cartón, palma o desechos, lo que se traduce en techos más vulnerables. En contraste, en AGEBs con baja marginación predominan materiales más duraderos y costosos, como

concreto, teja o lámina metálica, por lo que el impacto del mismo espesor de ceniza puede ser significativamente menor (ver Tabla 70).

Tabla 120. Asignación sugerida de materiales de techo por grado de marginación

Grado de marginación	Materiales de techo más comunes
Muy alto	Material de desecho, lámina de cartón, palma o paja
Alto	Lámina metálica, lámina de asbesto
Medio	Madera o tejamil, fibrocemento
Bajo	Teja, terrado con viguería
Muy bajo	Losa de concreto, viguetas con bovedilla

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DEL CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2020

La resistencia estructural de los techos ante la acumulación de ceniza volcánica varía de manera significativa según el tipo de material utilizado. En zonas con muy alta y alta marginación, donde predominan techos construidos con materiales ligeros y precarios como cartón, palma, tejamil o lámina metálica, se espera un mayor nivel de daño estructural tanto con ceniza seca como con ceniza saturada, debido a su baja capacidad de carga. En áreas con marginación media, donde son comunes materiales como fibrocemento, teja o terrado con viguería, el daño estructural puede ser moderado y dependerá de factores como el mantenimiento del techo y la cantidad de ceniza acumulada. En contraste, en zonas con baja y muy baja marginación, donde predominan techos de losa de concreto o viguetas con bovedilla, la resistencia estructural frente a la acumulación de ceniza es considerablemente mayor, por lo que se espera un menor nivel de afectación.

A continuación, se presentan dos tablas: la primera muestra el espesor de **ceniza insaturada** (seca), el tipo de material de los techos y el porcentaje de daño estructural esperado (ver Tabla 71); la segunda corresponde a los mismos materiales, pero considerando la **ceniza saturada** con humedad (ver Tabla 72).

Tabla 121. Efectos de la ceniza volcánica(seca) en infraestructura

Espesor de ceniza acumulada (cm)	Porcentaje de daño estructural esperado por tipo de edificación				
	1 y 2	**3 y 4**	**5 y 6**	**7**	**8**
5	20 - 50	5 - 20	0	0	0
10	30 - 70	15 - 40	1 - 2	0	0
20	60 - 100	70 - 90	3 - 8	1 - 3	0 - 1
40	100	100	20 - 30	5 - 10	1 - 5
60	100	100	50 - 70	10 - 15	5 - 8
80	100	100	75 - 90	20 - 30	10 - 15
10	100	100	90 - 95	40 - 50	20 - 30

FUENTE: CENAPRED

Tabla 122.Efectos de la ceniza volcánica (saturada) en infraestructura

Espesor de ceniza saturada acumulada (cm)	Porcentaje de daño estructural esperado por tipo de edificación					
	1 y 2	**3 y 4**	**5 y 6**	**7**	**8**	**9**
5	40 - 70	10 - 40	1 - 2	0	0	0
10	60 - 90	25 - 60	2 - 5	1 - 3	0 - 1	0
20	100	80 - 100	15 - 20	5 - 10	3 - 7	2 - 6
40	100	100	50 - 70	15 - 30	10 - 20	6 - 15
60	100	100	80 - 95	30 - 60	20 - 35	15 - 20
80	100	100	90 - 100	50 - 80	30 - 60	25 - 40
10	100	100	100	70 - 90	50 - 70	30 - 60

FUENTE: CENAPRED

Las edificaciones con materiales más precarios (tipos 1 y 2), correspondientes a techos de materiales como cartón, palma o lámina ligera, presentan los niveles más altos de daño incluso con espesores bajos, alcanzando el 100% de afectación a partir de los 20 cm en el caso de ceniza saturada, y desde los 40 cm con ceniza seca.

En las categorías de material intermedios (3 a 6), el daño crece de forma más gradual, pero se vuelve considerable a partir de espesores superiores a 20 cm. Con ceniza seca, las afectaciones oscilan entre leves y moderadas en estos rangos, mientras que con ceniza saturada los niveles de daño aumentan drásticamente, llegando a superar el 90–100% en espesores de 60–80 cm.

Por otro lado, las edificaciones más resistentes (tipos 7, 8 y 9), que generalmente corresponden a techos de losa de concreto o viguetas con bovedilla, muestran daños mínimos con ceniza seca hasta los 40 cm, pero comienzan a registrar daños moderados con ceniza

saturada a partir de los 20 cm. A 80–100 cm de ceniza saturada, incluso estas construcciones empiezan a mostrar afectaciones estructurales relevantes, aunque en menor proporción en comparación con los tipos más vulnerables.

El daño estructural esperado aumenta significativamente al pasar de ceniza seca a saturada, con incrementos de entre 20 y 40 puntos en techos precarios, y hasta 60 puntos en estructuras intermedias o resistentes a partir de espesores altos (ver Tabla 73). La humedad de la ceniza es un factor clave en la evaluación del riesgo.

Tabla 123. Aumento promedio entre ceniza y ceniza saturada

Tipología	Aumento promedio por pasar de ceniza seca a saturada (puntos porcentuales)
Tipo 1 y 2	20 – 40
Tipo 3 y 4	10 – 25
Tipo 5 y 6	10 – 40
Tipo 7, 6 y 9	10 – 60

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En el municipio, la gran mayoría de las viviendas cuentan con techos construidos con losa de concreto o viguetas con bovedilla, representando el **95.46%** del total, lo que equivale a 89,260 viviendas. En contraste, otros materiales como lámina metálica (**0.39%**), lámina de asbesto (**1.14%**) y madera o tejamanil (**0.09%**) tienen una presencia significativamente menor. Los materiales menos comunes incluyen el material de desecho (**0.02%**), lámina de cartón (**0.04%**), lámina de fibrocemento (**0.06%**) y teja (**0.04%**). Cabe destacar que un **2.75%** de los techos, correspondientes a 2,574 viviendas, no especificaron el tipo de material utilizado. Estos datos reflejan una clara preferencia por materiales duraderos y estructuralmente sólidos en la construcción de techos en la región.

Resultados y conclusiones

Los techos construidos con **material de desecho (1)** y **lámina de cartón (2)** presentan los **mayores niveles de vulnerabilidad estructural**. Incluso con tan solo **5 cm de ceniza seca**, el **porcentaje de daño supera el 50%**, y bajo condiciones de **ceniza saturada**, este se eleva hasta más del **70%**. Con espesores de **15 cm o más**, ambas condiciones (seca y húmeda) muestran **niveles de daño cercanos al colapso total**, superiores al **90%**, lo que confirma que **estas viviendas se encuentran en grave riesgo estructural** ante una eventual erupción volcánica.

Los materiales como **lámina metálica (3)**, **lámina de asbesto (4)** y **lámina de fibrocemento (5)** ofrecen una **ligeramente mayor resistencia**, pero aún presentan una **vulnerabilidad significativa**. Con **15 a 20 cm de ceniza**, los porcentajes de daño esperados se ubican entre **60% y más del 90%**, tanto en condiciones secas como saturadas, lo que los mantiene en un **nivel de riesgo alto** ante acumulación de ceniza.

Los techos de **madera o tejamanil (7)** y **teja (9)** también son **altamente susceptibles al daño**, especialmente a partir de los **10 cm de espesor**, donde el porcentaje de daño supera el **70%** en ambos escenarios de ceniza. Estos materiales, comunes en viviendas más tradicionales o de autoconstrucción, muestran **escasa capacidad estructural** frente al peso adicional que implica la ceniza volcánica.

En contraste, los techos construidos con **losa de concreto o viguetas con bovedilla (10)** —el **material predominante en Tultitlán**, que representa más del **95% del total de techos**— demuestran **mayor resistencia estructural**. Aun con **20 a 25 cm de ceniza saturada**, el porcentaje de daño **permanece por debajo del 80%**, y en el caso de **ceniza seca**, incluso con esa misma carga, **no supera el 60%**. Esto resalta la **importancia de este tipo de construcción**, no solo desde una perspectiva habitacional, sino también como una **estrategia de mitigación ante fenómenos volcánicos** (ver Tabla 74).

Finalmente, los datos correspondientes a viviendas con **material no especificado (99)** no pueden ser evaluados con precisión, lo que representa una **limitación importante** en la elaboración de un análisis de riesgo integral.

Tabla 124. Resultados de la distribución de techos por tipo de material de construcción

Etiquetas	Tipo de material	Suma de techos por material de construcción	Porcentaje del total
1	Material de desecho	18	0.02%
2	Lámina de cartón	40	0.04%
3	Lámina metálica	369	0.39%
4	Lámina de asbesto	1,068	1.14%
5	Lámina de fibrocemento	55	0.06%
7	Madera o tejamanil	84	0.09%
9	Teja	36	0.04%
10	Losa de concreto o viguetas con bovedilla	89,260	95.46%
99	No especificado	2,574	2.75%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para la determinación del riesgo asociado a la caída de ceniza volcánica en el municipio, se tomaron en cuenta los datos históricos proporcionados por el CENAPRED. Con base en dicha información, se propone un **escenario de riesgo probable** correspondiente a un evento eruptivo de **baja intensidad**, similar al ocurrido el **30 de junio de 1997**.

Escenario de riesgo por caída de material

A continuación, en la Tabla 75, se presenta el escenario de riesgo que contempla la posible ocurrencia de una actividad volcánica que podría generar afectaciones por caída de ceniza y material piroclástico. Si bien se trata de un evento de corta duración y con acumulación leve, los efectos sobre la salud, la infraestructura y las actividades cotidianas pueden ser significativos, especialmente si la población no cuenta con las medidas preventivas

adecuadas. Este escenario permite anticipar posibles impactos y orientar acciones de preparación, respuesta y:

Tabla 125. Características del escenario de riesgo.

Tiempo del Evento	3 horas
Columna eruptiva	10 km
Espesor de ceniza	menor o igual a 1 mm
Peso correspondiente al espesor de ceniza	Menor a 0.40 a 0.70 kg/m^2 si se encuentra seca y 1.0 a 1.25 kg/m^2 si se encuentra húmeda.

FUENTE: DATOS HISTÓRICOS CENAPRED[147]

En este escenario, las viviendas que presentan mayor grado de vulnerabilidad son aquellas que cuentan con **techos construidos con materiales precarios**, tales como lámina, madera o materiales de desecho, ya que estas estructuras permiten una mayor filtración del material volcánico al interior de las viviendas y, en casos extremos, pueden sufrir afectaciones estructurales por acumulación de ceniza húmeda.

Sin embargo, diversos factores geográficos y contextuales **disminuyen significativamente el nivel de riesgo** en el municipio:

- La **distancia** entre el municipio y el volcán Popocatépetl.
- Los **registros históricos** indican espesores de ceniza menores a 1 mm dentro del municipio.
- La presencia de una **barrera natural**, como la **Sierra de Guadalupe**, que actúa como elemento atenuante al disminuir la llegada de ceniza a la zona.

En conjunto, estos elementos permiten clasificar el **riesgo por caída de ceniza como muy bajo** para el municipio (ver Tabla 75)

No obstante, es importante señalar que las **partículas de ceniza que logran alcanzar el municipio son extremadamente finas**, lo cual puede provocar **afectaciones menores a la salud respiratoria**, especialmente en grupos vulnerables como personas en situación de calle o quienes habitan en viviendas con techos de materiales de desecho. Este tipo de ceniza, debido a su tamaño reducido, puede ingresar fácilmente a los domicilios y afectar la calidad del aire interior.

[147] (CENAPRED, 2012)

Acciones preventivas y de mitigación

La Gestión Integral de Riesgos (GIR) comprende ocho etapas esenciales: identificación, previsión, prevención, mitigación, preparación, respuesta, recuperación y reconstrucción. El Atlas de Riesgos es una herramienta crucial durante la primera etapa, permitiendo reconocer y caracterizar peligros, exposición y vulnerabilidades. No obstante, esta información apoya y mejora las estrategias para fortalecer todas las fases de la GIR, sobre todo aquellas relacionadas con prevención, mitigación y preparación, para lograr una gestión verdaderamente integral y efectiva, que derive en comunidades más seguras y resilientes.

En este sentido, la gestión adecuada de riesgos en el entorno urbano debe considerar tanto la infraestructura y la exposición de la población como las condiciones físicas del entorno. Por ello, es fundamental establecer mecanismos de evaluación y monitoreo constantes, promover acciones preventivas y de mitigación, y fortalecer la coordinación interinstitucional para responder de manera efectiva ante cualquier eventualidad. Además, la implementación de campañas de concientización y protocolos de emergencia contribuyendo en la preparación de la comunidad y la reducción del impacto de los fenómenos.

A continuación, se presentan recomendaciones específicas para los distintos tipos de fenómenos ubicados dentro del territorio del municipio, con el objetivo de apoyar una implementación más completa y adaptada a las necesidades del municipio.

Fenómenos geológicos

Inestabilidad de laderas

Previsión

- Monitorear y realizar recorridos en zonas puntuales que antes presenten remoción de tierra.
- Se recomienda realizar geotécnicos como son sondeos mixtos en los flancos de las laderas y al centro, que ayuden a determinar las propiedades mecánicas del suelo para poder determinar su resistencia y factor de seguridad.
- Apoyar a la población con evaluaciones de riesgo en los inmuebles que presenten problemas estructurales y generar recomendaciones para mejorar su sistema constructivo.
- Mantener un monitoreo constante de las condiciones de las laderas en las zonas urbanas, prestando mayor atención a las zonas con antecedentes de deslizamientos.
- Realizar campañas informativas y de concientización periódicas para la población sobre los peligros que representan las condiciones de las laderas en el municipio.
- Mantener coordinación constante con las debidas instancias correspondientes para realizar campañas de uso regulado y conservación de los recursos naturales, con el

objetivo de fortalecer las barreras naturales y devolver la estabilidad a las laderas del municipio.

- Establecer un protocolo de emergencia para evacuación en caso de que una ladera presente asentamientos humanos.

Prevención

- Implementar campañas de recuperación de vegetación nativa y endémica en laderas para contener material suelto.
- Realizar tala de árboles enfermos y secos para prevenir accidentes y evitar el reblandecimiento del terreno.
- Evitar construcciones en zonas susceptibles a deslizamientos.
- Repetir el monitoreo y campañas informativas, así como la coordinación con el área de Ecología y Sustentabilidad para la conservación de recursos.
- Establecer protocolos de emergencia para evacuación.

Mitigación

- Instalar sistemas de geomalla en zonas con caída de rocas o materiales.
- Dar mantenimiento a muros de contención que representen peligro.
- Utilizar sistemas de anclaje o concreto lanzado únicamente en rocas, ya que no estabilizan suelos.
- Colocar instrumentos de monitoreo en zonas con evidencias de movimientos superficiales.
- Reportar de inmediato fugas en redes de agua potable o drenaje en barrancas o laderas a las autoridades.
- Establecer protocolos de emergencia para evacuación en caso de asentamientos humanos en zonas de riesgo.

Preparación

- Organizar brigadas de concientización dirigidas a la población que habita cerca de las laderas.
- Monitorear indicadores de movimiento superficial, sobre todo durante y después de la temporada de lluvias.

Auxilio

- Desalojar inmediatamente viviendas dañadas por caída, deslizamiento o flujo de tierra y notificar a las autoridades para evaluar el riesgo y acordonar la zona.
- Salvaguardar la vida de los habitantes y de sus animales domésticos.

Recuperación

- Atender las recomendaciones de las autoridades para retornar a zonas afectadas.
- Colaborar con las autoridades, ya que la recuperación es un proceso lento y complejo.

Reconstrucción

- Si no es posible reubicar a la población, realizar obras de contención en laderas afectadas, previa realización de estudios geotécnicos.

Sismos

Identificación

Infraestructura urbana:

- Localizar edificios públicos, hospitales, escuelas y centros estratégicos en zonas de alta sismicidad.
- Verificar el cumplimiento del reglamento de construcción sismo-resistente en las edificaciones.
- Identificar estructuras antiguas o sin mantenimiento que pudieran colapsar.
- Detectar construcciones informales sin diseño estructural ni supervisión técnica, y uso de materiales no adecuados.
- Localizar asentamientos densos cerca de fallas activas o zonas sísmicas críticas y grupos vulnerables en zonas de alto riesgo.
- Consultar mapas de microzonificación sísmica e identificar suelos blandos.

Viviendas vulnerables:

- Identificar construcciones informales, sin diseño estructural ni supervisión técnica.
- Verificar el uso de materiales no adecuados (adobe, tabique sin refuerzo, techos ligeros mal anclados).

Población expuesta:

- Localizar asentamientos densos cerca de fallas activas o zonas sísmicas críticas.
- Identificar grupos vulnerables (niños, personas mayores, personas con discapacidad) en zonas de alto riesgo.

Entorno físico:

- Consultar mapas de microzonificación sísmica.
- Identificar suelos blandos que pueden amplificar la vibración sísmica.

Erupciones volcánicas

Identificación

- Consultar el Atlas Municipal y el Atlas Nacional de Riesgos para saber si la comunidad está dentro de zona de peligro volcánico.
- Conocer los materiales que puede expulsar el volcán y consultar mapas para identificar rutas de caída de ceniza o radios de afectación.

Previsión

- Estar atentos a los comunicados de CENAPRED y Protección Civil.
- Aprender a interpretar el semáforo de alerta volcánica.
- Identificar servicios de emergencia, refugios y vías de evacuación.

Prevención

- Refuerza techos vulnerables ante acumulación de ceniza.
- Coloca sellos en puertas y ventanas.
- Protege sistemas de captación de agua para evitar contaminación por ceniza.

Mitigación

- Participar en simulacros comunitarios.
- Colaborar en limpieza y mantenimiento de techos y drenajes.
- Organizar redes de ayuda y comunicación vecinal.

Preparación

- Preparar un kit de emergencia (cubrebocas N95, gafas, agua potable, alimentos, radio, baterías).
- Guardar documentos en bolsas impermeables.
- Establecer un plan familiar con puntos de reunión y tareas específicas.

Auxilio (respuesta)

- Permanecer en interiores durante la caída de ceniza y usar protección adecuada si es necesario salir.
- No utilizar el automóvil salvo casos estrictamente necesarios.
- Recolectar la ceniza humedeciéndola antes de barrer y depositarla en bolsas.

Recuperación

- Participar en la limpieza de espacios públicos y techos, siguiendo recomendaciones oficiales.

- Atender indicaciones sanitarias para el manejo de ceniza.
- Revisar daños y reportar afectaciones.

Reconstrucción

- Fortalecer la vivienda y su entorno, incorporando aprendizajes del evento.
- Promover la capacitación comunitaria para futuras emergencias.
- Incorporar el riesgo volcánico en los planes de desarrollo local.

Hundimiento (subsidencia y agrietamientos

Identificación

Infraestructura urbana:

- Detectar zonas con grietas en calles, banquetas o colapsos en redes de agua/drenaje.
- Revisar reportes técnicos en colonias construidas sobre suelos de relleno o antiguos lagos.

Viviendas vulnerables:

- Observar grietas en muros y cimentaciones de casas, hundimientos desiguales.
- Localizar zonas con cimentaciones poco profundas o viviendas construidas sin estudios geotécnicos.

Población expuesta:

- Identificar comunidades asentadas sobre zonas de alta extracción de agua subterránea.

Entorno físico:

- Consultar modelos hidrogeológicos y de subsidencia del subsuelo (INEGI, CONAGUA).
- Analizar la historia de hundimientos y su tasa de progresión.

Fenómenos hidrometeorológicos

Vientos

Identificación

Áreas y elementos expuestos

- **Viviendas vulnerables**: principalmente aquellas con techos de lámina o construcciones ligeras.
- **Infraestructura urbana**: espectaculares, postes de luz, cables aéreos, antenas, techumbres ligeras.
- **Entorno natural**: árboles que pueden caer sobre viviendas, vehículos o tendido eléctrico.
- **Espacios públicos y comunitarios**: mercados, zonas de reunión al aire libre y áreas escolares.

Vulnerabilidades sociales y económicas

- Alta densidad de población en zonas urbanas con infraestructura ligera.
- Falta de regulación o supervisión en la instalación de espectaculares y estructuras metálicas.
- Escasos recursos de las familias para reforzar o reparar viviendas dañadas.

Consecuencias potenciales

- Daños estructurales a viviendas y edificaciones.
- Interrupción de servicios básicos por caída de cables eléctricos o postes.
- Riesgo de lesiones o muertes por objetos proyectados por el viento.
- Afectaciones económicas por reparación de infraestructura y pérdidas materiales.

Lluvias

Identificación

Infraestructura urbana:

- Identificar zonas con drenaje insuficiente, colapsado o sin mantenimiento.
- Localizar pasos a desnivel y zonas bajas donde se acumula agua.
- Evitar usar la infraestructura como relleno sanitario

Viviendas vulnerables:

- Casas construidas en barrancas, laderas, o sin elevación sobre el nivel del terreno.
- Viviendas con techos planos mal impermeabilizados o filtraciones.

Población expuesta:

- Habitantes de asentamientos irregulares en cauces secos o márgenes de arroyos intermitentes.
- Personas que transitan por zonas de encharcamiento frecuente.

Entorno físico:

- Mapas de escurrimiento superficial y zonas de encharcamiento recurrente.
- Identificación de microcuencas urbanas sin control hidráulico.

Inundaciones pluviales

Identificación

Infraestructura urbana:

- Localizar zonas de hundimiento o colapsos donde el agua se acumula (socavones).
- Evaluar el estado del sistema de drenaje pluvial: capacidad, obstrucciones, pendientes.

Viviendas vulnerables:

- Casas en sótanos o niveles por debajo del nivel de calle.
- Viviendas sin protección perimetral o con ingreso directo desde la vía pública.

Población expuesta:

- Residentes de colonias ubicadas en depresiones topográficas.
- Personas con problemas de movilidad o acceso limitado durante lluvias.

Entorno físico:

- Mapas topográficos que identifiquen zonas de acumulación natural de agua.

Inundaciones fluviales

Identificación

Infraestructura urbana:

- Proximidad de infraestructura crítica (plantas de tratamiento, hospitales, puentes) al cauce del río.
- Historial de desbordamientos de ríos o fallas en bordos y presas.

Viviendas vulnerables:

- Construcciones dentro de la zona federal de ríos o sobre márgenes sin protección.

- Viviendas sin cimientos adecuados o en terrenos inestables por erosión.

Población expuesta:

- Habitantes de zonas ribereñas sin sistemas de alerta temprana.
- Comunidades marginadas con acceso limitado a vías de evacuación.

Entorno físico:

- Mapas de inundación fluvial y análisis de avenidas históricas.
- Estado de presas, ríos y canales de desfogue.

Tormentas de granizo

Identificación

Infraestructura urbana:

- Techumbres frágiles (vidrio, policarbonato, lámina sin refuerzo).
- Vehículos estacionados en la vía pública sin protección.

Viviendas vulnerables:

- Casas con techos de lámina o domos sin refuerzo estructural.
- Viviendas sin canaletas ni sistemas para desaguar el agua de forma rápida.

Población expuesta:

- Niños en escuelas o personas en actividades al aire libre durante tormentas.
- Conductores en tránsito durante eventos de granizo severo.

Tormentas eléctricas

Identificación

Infraestructura urbana:

- Torres metálicas, antenas, cableado eléctrico sin pararrayos
- Alumbrado público o instalaciones eléctricas en mal estado.

Población expuesta:

- Personas que desarrollan actividades en campo abierto (agricultores, trabajadores de obra).
- Habitantes de zonas sin refugios adecuados cercanos.

Entorno físico:

- Áreas con historial de caída de rayos o campos electromagnéticos intensos.

Sequías

Identificación

Infraestructura urbana:

- Sistemas de abastecimiento de agua con fuentes superficiales vulnerables.
- Plantas potabilizadoras sin alternativas de captación.

Población expuesta:

- Zonas rurales sin acceso a agua entubada o dependientes de pozos.
- Comunidades en donde el acceso a agua depende de pipas o captación de lluvia.

Entorno físico:

- Análisis del índice de sequía (CONAGUA, NDVI).
- Evaluación de disponibilidad de acuíferos y sobreexplotación.

Ondas cálidas

Identificación

Infraestructura urbana:

- Colonias con poca cobertura vegetal, alta densidad de concreto o asfalto (islas de calor).
- Escuelas, hospitales y centros comunitarios sin ventilación adecuada.

Viviendas vulnerables:

- Construcciones sin aislamiento térmico, sin ventilación cruzada ni protección solar.
- Casas con techos metálicos sin recubrimiento.

Población expuesta:

- Adultos mayores, personas con enfermedades crónicas y población en situación de calle.
- Trabajadores al aire libre, especialmente en horarios críticos.

Ondas gélidas

Identificación

Infraestructura urbana:

- Tuberías y sistemas de agua sin aislamiento térmico.
- Edificios públicos sin calefacción o protección contra el frío.

Viviendas vulnerables:

- Construcciones de madera, cartón o sin sellado térmico.
- Viviendas sin acceso a fuentes seguras de calefacción.

Población expuesta:

- Habitantes en zonas rurales y serranas sin servicios básicos.
- Personas en situación de calle o con movilidad reducida.

Heladas

Identificación

Infraestructura urbana:

- Servicios expuestos a congelamiento (agua, gas).

Viviendas vulnerables:

- Casas sin sellado térmico o sistemas de calefacción seguros.

Población expuesta:

- Adultos mayores, niños y población sin techo.

Tornados

Identificación

- Las autoridades deberán identificar las zonas en las que se podría materializar este fenómeno y que colonias podrían verse afectados.
- Mantenerse informado mediante los medios de comunicación o de las autoridades correspondientes sobre la aparición de este fenómeno meteorológico.
- Identificar los objetos que pueden salir impulsados.
- Identifica y toma conciencia sobre los objetos que puedan salir impulsados.

Fenómenos Químico-Tecnológicos

Almacenamiento de sustancias peligrosas

Identificación

- Clasificación de sustancias basado en la NOM-018STPS-2015.
- Etiquetado y fichas de datos de seguridad, debe contener pictogramas, nombre químico, riesgos físicos y a la salud
- Evaluación de compatibilidad y almacenamiento conjunto así evitamos almacenar sustancias incompatibles como oxidantes con combustibles.
- Tener abastecido el equipo de protección del personal como lo son guantes, gafas, mascarillas según el tipo de sustancias.
- Capacitación del personal en manejo del material y respuesta a emergencias.
- Tener condiciones adecuadas en área de almacenamiento, que este conformado con materiales resistentes al tipo de sustancia, las alturas de estanterías, la ventilación, y lo que sea necesario para las sustancias.
- Simulacros periódicos y revisión de protocolos para los accidentes que pueden llegar a pasar por causa de la sustancia.
- Coordinar con la Dirección de Protección Civil y Bomberos para la validación de planos y protocolos, también aplicar criterios de riesgo ambiental y urbano en la zonificación de almacenes.

Pirotecnia

Identificación

- Identificar y georreferenciar talleres, puntos de venta, zonas de quema, almacenamiento de productos pirotécnicos.
- Realizar evaluación de proximidad a zonas vulnerables; escuelas, hospitales, mercados, etc.
- Verificar si se cuenta con autorización de la SEDENA y del municipio.
- Identificar si el personal involucrado cuenta con capacitación para el manejo seguro y en caso de un accidente aplicar su protocolo correspondiente.
- Promover campañas de sensibilización sobre los riesgos, especialmente en temporada decembrina y fiestas locales.
- Contar con herramientas de auxilio en caso de un accidente como seria extintores, botiquines, y lo que se pueda llegar a ocupar.

Explosiones

Identificación

- Exigir a las empresas un registro actualizado de los materiales explosivos/inflamables que almacenan o transportan.
- Realizar campañas de información ciudadana sobre cómo reconocer olores, sonidos o fugas sospechosas.
- Capacitación a brigadas comunitarias y personal de empresas en uso de extintores, primeros auxilios y rutas de evacuación.

Fugas toxicas

Identificación

- Determinar radios de afectación en caso de fuga (área inmediata, zona de dispersión y zona de seguridad).
- Verificar rutas de transporte de materiales tóxicos y los puntos más vulnerables (cruces carreteros, colonias aledañas)
- Recomendamos la instalación de sensores de gases y sistemas de alarma en industrias de mayor riesgo.
- Señalar a la población cómo reconocer una fuga (olor, color de humo, síntomas iniciales).

Derrames

Identificación

- Ubicar zonas de carga/descarga, bodegas y patios de transporte donde existe mayor probabilidad de derrames.
- Señalar su proximidad con ríos, canales, barrancas o áreas naturales protegidas (por riesgo de contaminación del agua y suelo).
- Revisar si las instalaciones cuentan con contenedores adecuados, diques de contención y pisos impermeables.
- Se recomienda monitoreo en sitios donde un derrame podría afectar aguas subterráneas.

Incendios forestales

Identificación

Infraestructura urbana:

- Límites urbanos en contacto con zonas forestales sin franjas cortafuego ni vigilancia.
- Carreteras o caminos sin señalización de rutas de evacuación.

Viviendas vulnerables:

- Casas de madera o materiales combustibles construidas en zonas boscosas.
- Viviendas sin acceso a agua ni equipos de protección.

Población expuesta:

- Comunidades rurales o ejidos con prácticas agrícolas tradicionales (quemas).

Entorno físico:

- Análisis de cobertura vegetal, humedad del suelo, y condiciones climáticas.

Parques industriales

Identificación

Infraestructura urbana:

- Ubicación y tipo de industrias (químicas, metalúrgicas, alimentarias).
- Estado de sus protocolos de seguridad y planes internos de emergencia.

Población expuesta:

- Colonias cercanas a los límites del parque industrial.

Trabajadores sin capacitación adecuada para emergencias.

Entorno físico:

- Presencia de cuerpos de agua, zonas agrícolas o forestales colindantes.

Fenómenos Sanitario-Ecológicos

Contaminación del suelo, aire y agua

Identificación

Fuentes de contaminación identificadas en Tultitlán

- Residuos sólidos: tiraderos y basureros, tanto legales como clandestinos, que generan lixiviados contaminando suelos, aguas y aire.
- Crecimiento urbano: expansión de la mancha urbana con erosión antrópica y pérdida de vegetación.
- Nuevos tiraderos ilegales: 36 detectados en 2020, asociados a manejo inadecuado de residuos por carretoneros y municipios aledaños.

Áreas y poblaciones expuestas

- Comunidades cercanas a zonas industriales (Lechería y alrededores).
- Habitantes próximos al basurero de la Sierra de Guadalupe y tiraderos ilegales.
- Ecosistemas locales afectados por erosión, pérdida de cobertura vegetal y contaminación de aguas superficiales y subterráneas.

Vulnerabilidades sociales y ambientales

- Alta densidad poblacional en zonas colindantes a fuentes de contaminación.
- Insuficiente infraestructura para el manejo integral de residuos sólidos.
- Carencia de regulación o aplicación de la normatividad ambiental y sanitaria.
- Dependencia de fuentes locales de agua y suelos para actividades domésticas y agrícolas.

Consecuencias potenciales

- Riesgos a la salud: exposición crónica al cromo VI (cáncer pulmonar, insuficiencia renal, daños respiratorios, dérmicos y gastrointestinales).
- Contaminación persistente del suelo y aguas subterráneas por lixiviados.
- Degradación ecosistémica con pérdida de biodiversidad y capacidad productiva del suelo.
- Conflictos sociales por acumulación de basura y manejo inadecuado de tiraderos.

Epidemias y plagas

Epidemias

Identificación

En cuanto a infraestructura y gestión de la información, es fundamental reforzar las debilidades estructurales del sistema de salud. La vigilancia epidemiológica constituye la primera línea de respuesta ante cualquier emergencia sanitaria, ya que permite anticipar brotes, orientar la toma de decisiones y comunicar riesgos potenciales. Para ello, se recomienda impulsar una interacción transversal entre los distintos niveles del sistema de salud pública, las dependencias gubernamentales —como protección civil, educación y seguridad—, así como con el sector privado. También es necesario implementar sistemas de vigilancia escalables, capaces de aprovechar los grandes volúmenes de datos generados por la población, con el fin de ofrecer respuestas precisas en contextos sociales y geográficos complejos.

- Identificación de condiciones que favorecen brotes: acumulación de basura, presencia de tiraderos clandestinos, desechos cercanos a fuentes de agua, interacción con fauna silvestre y proliferación de vectores.
- Fortalecimiento de las áreas débiles del sistema de salud y de la vigilancia epidemiológica que limitan la detección temprana de brotes.
- Monitoreo de factores ambientales y sociales que incrementan la exposición de la población a enfermedades.

Plagas

Identificación

Asociado a las plagas se recomienda al establecer medidas estratégicas, identificación de debilidades y amenazas para la sanidad vegetal porque esto permitirá reforzar la seguridad ante la entrada de una especie invasora que pueda poner en riesgo la economía, fuente de alimentos, productos e incluso la salud de los pobladores del municipio. Entre las principales recomendaciones se encuentra la obtención de información para establecer un nivel de alerta de algún organismo invasor para tomar medidas de respuesta. Se recomienda los métodos de control biológico o cultura para disminuir el impacto al ambiente al momento de controlar a la plaga y no generar daños colaterales hacia otros organismos y las personas.

- Realizar monitoreos frecuentes en el municipio para avisar de una posible alerta temprana
- Observar el estado de las plantas con respecto a la sintomatología patológica presentada por la invasión de insectos plaga o u otras plantas
- Uso del control biológico para controlar el crecimiento del número de insectos y vegetales plaga evitando en gran medida el uso de pesticidas que puedan dañar el medio y la salud de las personas.
- Inspección de productos maderables provenientes del extranjero
- Evitar acumular o tirar basura en las vías públicas

- Cambiar de cultivos cada cierto tiempo (rotación de cultivos)
- Apoyarse de redes ciudadanas como la plataforma de la CONABIO Naturalista para detectar una posible alerta de presencia y propagación
- Implementar medidas de cuidado vegetal
- Conocer la situación de presencia de otras plagas en municipios cercanos a Tultitlán para prepararse ante una posible llegada de la plaga

Fenómenos Socio-Organizativos

Accidentes aéreos

Identificación

- Identificar rutas de sobrevuelo frecuentes.
- Activación del protocolo municipal, estatal o nacional de emergencia por accidente aéreo, Brigadas de Protección Civil, Seguridad Pública y Servicios Médicos.
- Evaluación inicial: riesgos de incendio, explosión, derrame de combustible o materiales peligrosos.
- Coordinación con autoridades federales: notificar a la DGAC, SICT y SEDENA si aplica.
- Simulacros intermunicipales: con escenarios de impacto aéreo, evacuación y atención masiva.
- Capacitación en manejo de restos aeronáuticos y evidencia forense.
- Difusión comunitaria: sobre qué hacer en caso de caída de aeronave, incluyendo zonas escolares y habitacionales.

Accidentes terrestres

Identificación

- Realizar una evaluación de infraestructura contemplando la falta de señalización, iluminación deficiente, diseño vial inadecuado.
- Realizar recorridos diurnos y nocturnos para detectar riesgos no visibles en los mapas.
- Integrar criterios de CONAPRA para prevención de accidentes.
- Realizar mantenimiento constante a las vías de tránsito con mayor número de accidentes.

Concentración masiva de población

Identificación

Infraestructura urbana:

- Evaluar capacidad y condiciones físicas del sitio (estadios, plazas, calles).
- Revisar accesos, salidas de emergencia, señalización y servicios médicos disponibles.

Población expuesta:

- Riesgos de estampidas, deshidratación, golpes de calor, violencia, o pánico colectivo.
- Personas con movilidad reducida, niños y adultos mayores en zonas sin control de aforo.

Entorno físico:

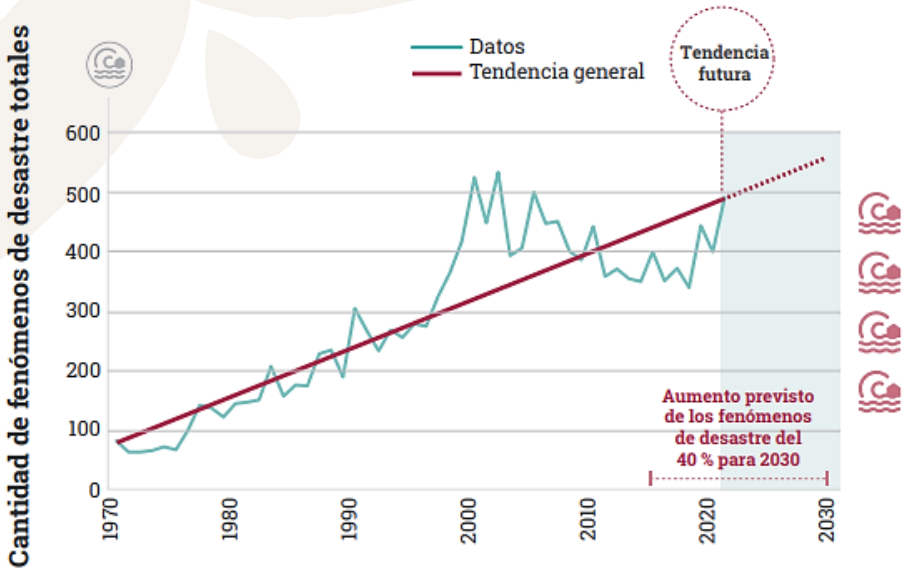
- Zonas con riesgo combinado: calor extremo, lluvias, falta de sombra o servicio.

CAPÍTULO 7. RESILIENCIA Y GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO

a) Acuerdos internacionales, planes, programas, estrategias, acciones para incrementar la resiliencia y privilegiando a la Gestión Integral de Riesgos.

El Informe de Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres del 2022 menciona que "el riesgo de desastres continúa incrementándose en todo el mundo, incluso antes de que llegara la pandemia de coronavirus (COVID-19)".

La tendencia en el incremento de desastres a nivel mundial y en particular en México continua, el número de personas afectadas o fallecidas sigue en aumento e incluso duplicándose en los últimos 5 años (Imagen 53).



Fuente: Análisis de la UNDRR basado en EM-DAT (CRED, 2021)

Imagen 53. Gráfica de tendencia de riesgos

La actividad humana, cuando es mal planificada o gestionada, está generando riesgos cada vez más complejos y peligrosos, cuyos efectos impactan directamente a las poblaciones. Esta dinámica ha contribuido a transformar amenazas de escala global en problemas locales, y viceversa. En consecuencia, las personas se enfrentan a un entorno donde el riesgo afecta de manera directa los sistemas e infraestructuras esenciales para el funcionamiento de las sociedades y economías.

La constante transformación del entorno con fines productivos, junto con diversos factores conocidos como impulsores del riesgo, ha intensificado las consecuencias negativas para las personas y sus bienes. Entre estos impulsores, el cambio climático se destaca por su estrecha

relación con la degradación ambiental, lo que ha amplificado fenómenos naturales existentes y propiciado la aparición de nuevas amenazas.

Ante este escenario, resulta indispensable adoptar enfoques innovadores que fortalezcan la gestión de riesgos actuales y emergentes. Esto implica desarrollar políticas y estrategias que transformen los sistemas de gobernanza, permitiendo una respuesta más efectiva frente a un contexto cada vez más complejo y cambiante.

De manera internacional existen dos instrumentos de referencia en los cuales México en sus tres niveles de gobierno se encuentran comprometidos (ver Imagen 54).

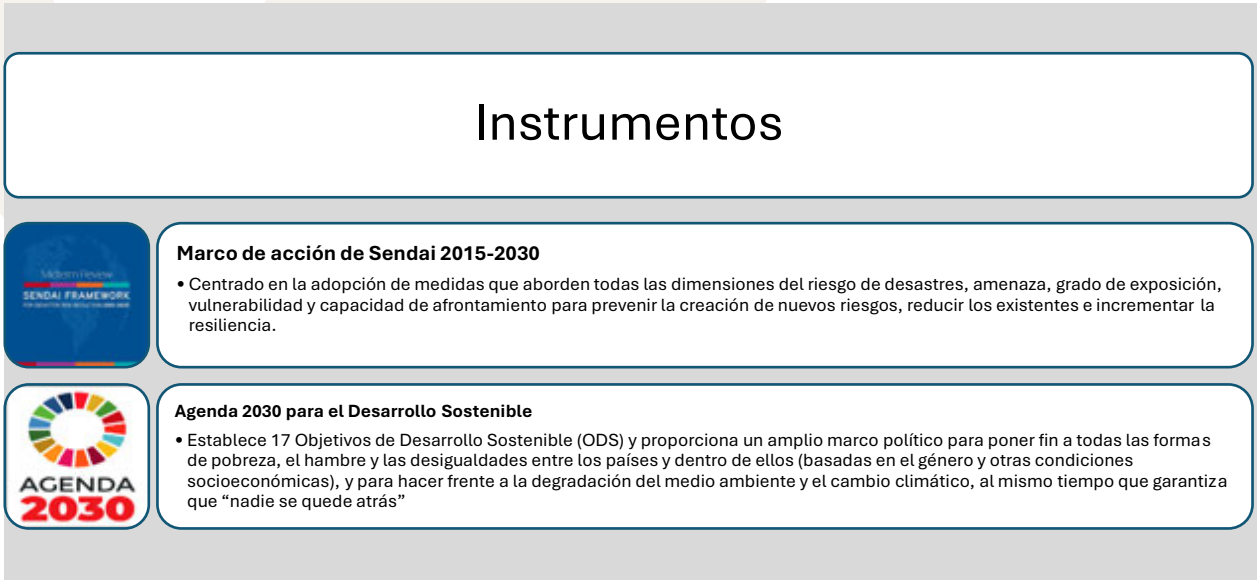


Imagen 54. Instrumentos de referencia

Conceptos fundamentales de la gestión de riesgos

La comprensión adecuada de los términos y componentes involucrados en la gestión del riesgo es esencial para orientar de manera efectiva la planificación, el desarrollo, la identificación de escenarios, la implementación de medidas, la toma de decisiones y demás acciones contempladas en las ocho etapas del proceso de gestión integral del riesgo. En este sentido, a continuación, se presentan los conceptos fundamentales que sustentan dicho enfoque.

El **riesgo** se entiende como la posibilidad de que ocurran daños, pérdidas o costos adicionales, resultado de la interacción de tres elementos principales:

1. **Amenaza o peligro**: Se refiere a la probabilidad de que se presente un fenómeno —ya sea de origen natural o antropogénico— con potencial de causar consecuencias

adversas como la pérdida de vidas humanas, afectaciones a la salud, daños materiales, alteraciones en la dinámica social y económica, o impactos negativos sobre el medio ambiente.

2. **Sistema expuesto**: Corresponde al conjunto de elementos que poseen valor y se encuentran ubicados en las zonas susceptibles a la amenaza. Para su análisis, se consideran principalmente tres sectores: el social, el económico y el de infraestructura, ya que estos determinan el grado de afectación posible.

3. **Vulnerabilidad**: Hace referencia a las condiciones —físicas, sociales, económicas y ambientales— que incrementan la susceptibilidad de individuos, comunidades, bienes o sistemas ante el impacto de una amenaza. Estas condiciones pueden derivarse de procesos estructurales o circunstanciales que limitan la capacidad de respuesta o recuperación frente a eventos adversos.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Reducción de Riesgo de Desastre (**UNDRR**) el **Riesgo de Desastres** se define como una "disrupción grave del funcionamiento de comunidades o sociedades en cualquier escala debido a fenómenos peligrosos que interactúan con las condiciones del grado de exposición, la vulnerabilidad y la capacidad, lo que ocasiona uno o más de los siguientes: pérdidas e impactos humanos, materiales, económicos y ambientales"

Adicionalmente a estos conceptos se deben considerar los factores que impulsan los desastres que se observan en la Imagen 55.

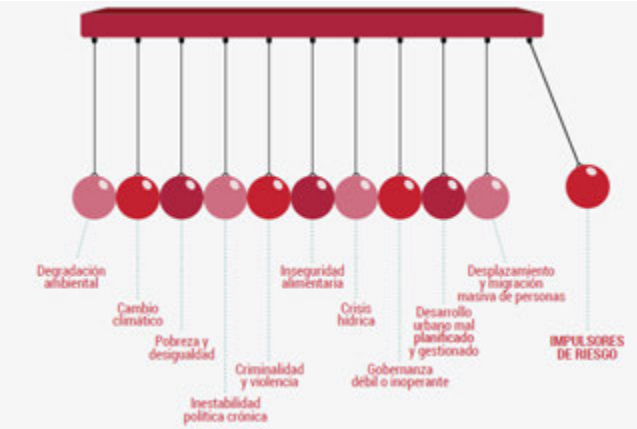


Imagen 55. Impulsores

FUENTE: INFORME DE EVALUACIÓN REGIONAL SOBRE EL RIESGO DE DESASTRES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, UNDRR

A partir de lo anterior, se reconoce la existencia de un proceso fundamentado en el conocimiento de los riesgos y en la comprensión de su origen y evolución, el cual se articula a través del modelo de intervención denominado **Gestión Integral de Riesgos**. Este enfoque

contempla ocho etapas, iniciando con una de las más relevantes: la **identificación del riesgo** (ver Imagen 56). Es precisamente en esta fase donde la presente actualización de este Atlas adquiere especial relevancia, ya que fortalece el compromiso institucional del municipio de Tultitlán por generar información precisa y actualizada sobre su entorno.

Este esfuerzo contribuye significativamente a la formulación y consolidación de estrategias, así como a la ejecución de acciones concretas y a la toma de decisiones informadas en los distintos niveles administrativos y operativos. Asimismo, se promueve la inclusión activa de la población como parte fundamental del proceso de gestión del riesgo, fomentando una cultura de prevención y corresponsabilidad.

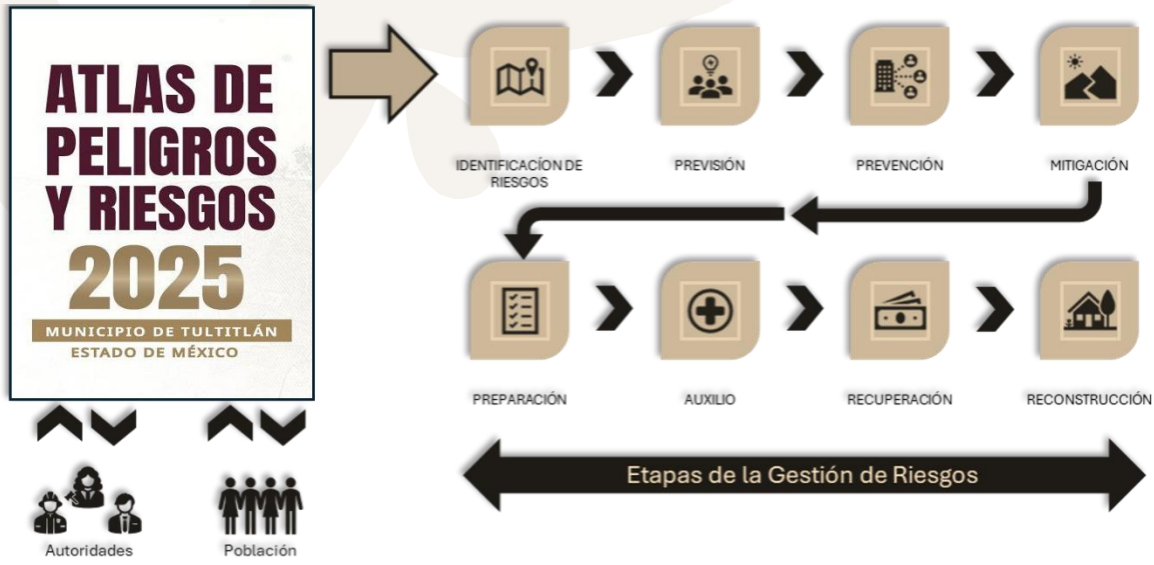


Imagen 56. Conocimiento del riesgo aplicado a las etapas de la GIR

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para lograr una comprensión efectiva del riesgo, es indispensable la participación de la población que habita el territorio, ya que su conocimiento del entorno permite retroalimentar la información generada y facilitar su apropiada transmisión. Sin este proceso participativo, la toma de decisiones informadas respecto a los riesgos se ve limitada o incluso inexistente (véase Imagen 57).

Asimismo, resulta fundamental contar con la infraestructura y los instrumentos necesarios para registrar, conservar e interpretar los datos obtenidos, a fin de evitar su pérdida y prevenir un retroceso en la capacidad de gobernanza del riesgo. En este contexto, la presente actualización integra de manera sistemática la **clasificación, análisis, interpretación y retroalimentación** de los fenómenos más relevantes que afectan al municipio, contribuyendo así a una gestión del riesgo más robusta, participativa y sostenible.

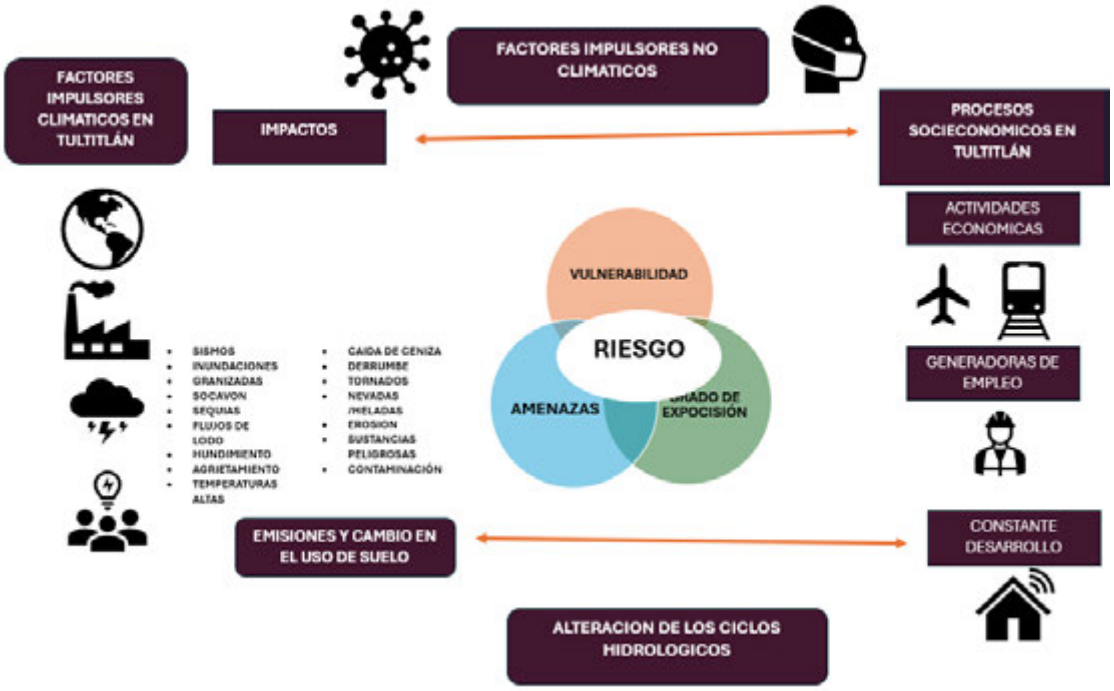


Imagen 57. Comprensión del riesgo

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Con la identificación de las amenazas, se puede dar paso al resto de las etapas que establece la Ley General de Protección Civil permitiendo la prospección, corrección, reacción efectiva y la recuperación en el menor tiempo posible, dando continuidad a las actividades sociales y económicas en caso de presentarse alguna amenaza.

Programa de Intercambio Internacional de Bomberos y Paramédicos

Durante los meses de mayo y junio del 2024, estuvieron en México seis bomberos argentinos, quienes, con el apoyo de administración del municipio, recibieron capacitación en la Estación de Bomberos de Tultitlán, así como en otras sedes del Estado de México y la Ciudad de México. Por lo que durante el 2025 se les realizó una invitación a tres bomberos en activo para que formaran parte del Programa de Intercambio Internacional de Bomberos y Paramédicos.

El 02 de junio del 2025, día en que se conmemora al Bombero voluntario en Argentina, la Brigada Rotaria de seguridad y Rescate A.C., como el Club Rotario Roma de Rotary International, recibió a los tres bomberos representantes del municipio para formar parte del Programa de capacitación en Argentina (Foto 35), cuyo objetivo es reconocer la labor realizada por los bomberos, apoyar el desarrollo personal y capacitación profesional de los mismos, así como fomentar los lazos de colaboración entre los bomberos y diversos grupos y asociaciones.

A lo largo de este intercambio se generaron espacios de diálogo e intercambio de experiencias, promoviendo el aprendizaje mutuo y abriendo nuevas oportunidades de cooperación internacional entre los cuerpos de bomberos y equipos de emergencia de ambos países.

Foto 35.Evidencia del Programa Internacional de Bomberos y Paramédicos.

FUENTE: PC TULTITLÁN.

b) Programas especiales de Protección Civil de acuerdo con el peligro, actualizados al 2024-2025.

El municipio cuenta con 60 planes, los cuales fueron elaborados por sectores y su mayoría integran los siguientes puntos:

Introducción

1. Antecedentes
2. Objetivos
3. Marco Legal
4. Estructura organizacional de Protección Civil
5. Acción Plan de Contingencias
6. Medidas de seguridad para asentamientos humanos ubicados en zonas de alto riesgo
7. Reducción de Riesgos

8. Manejo de la contingencia
9. Vuelta a la normalidad y simulacros
10. Glosario
11. Referencias
12. Anexos

Los planes antes mencionados se contemplan para los siguientes fenómenos (Imagen 58):

- **Geológicos**, para los sectores 6 y 10.
- **Hidrometeorológicos**, para los sectores 27, 34, 53 y 60.
- **Químico-Tecnológicos**, para los sectores 4, 12, 13, 14, 17, 18, 22, 28, 32, 33, 35, 36, 39, 40, 44, 45, 50 y 54.
- **Socio-Organizativos**, para los sectores 1-3, 5, 7-9, 11, 15, 16, 19-21, 23-26, 29-31, 37, 38, 41-43, 46-49, 51, 52, 55-59.

Imagen 58. Planes de operación del municipio por sectores.

FUENTE: PC TULTITLÁN

c) Planeación y Proyección de Obras Públicas de mitigación de acuerdo con la identificación en Zonas de Alto Riesgo del municipio.

Durante el año 2024 un fenómeno recurrente fue el de las inundaciones, por lo que se establecieron los compromisos para lleva a cabo las siguientes obras de mitigación contra inundaciones:

- Retiro de compuerta en Dren Cartagena, en el crude de la Avenida Recursos Hidráulicos y el Boulevard Benito Juárez.
- Mantenimiento de las presas existentes.
- Construcción de represas en puntos estratégicos sobre la Sierra de Guadalupe.
- Desazolve del Dren Cartagena, esto a partir de la Av. Margarita Maza de Juárez, hasta su descarga en el Gran Canal.
- Limpieza y desazolve de canales existentes.

- Caja receptora para converger caudales de Canales.
- Reubicación de Drenajes sobre la calle Armando Tornel.
- Ampliación de Cárcamos existentes y su equipamiento, principalmente cárcamo Los Reyes, Recursos Hidráulicos y Cartagena.
- Construcción de tanques de tormenta y pozos de absorción
- Estudio y Proyecto ejecutivo para el aumento de área hidráulica del Dren Cartagena, en puntos donde la sección de este disminuye, causando remansos aguas arriba y funcionan como cruces vehiculares a lo largo del dren Cartagena, por la naturaleza de los trabajos, su ejecución correrá a cargo de la Secretaría de Movilidad.
- Mantenimiento integral de desazolve y limpieza del Dren Buenavista, que va encajonado desde el Boulevard Tultitlán hacia la Avenida Benito Juárez, con una sección promedio de $12m^2$ y que se encuentra dentro del derecho de vía del Ferrocarril Suburbano Lechería AIFA.
- Encajonamiento del Dren Cartagena a partir de la Av. Margarita Maza de Juárez hasta su descarga en el Gran Canal.
- Aumento de la capacidad hidráulica del Canal Buenavista-Las Cruces.

Evaluación de riesgos (Prospección)

En el proceso de identificación, resulta esencial llevar a cabo una evaluación del riesgo. Los temas abordados en el presente atlas se desarrollan conforme a metodologías establecidas tanto a nivel nacional como estatal, lo que permite determinar la magnitud, intensidad y periodo de retorno de los fenómenos analizados. Los resultados obtenidos respecto a la susceptibilidad, determinación de amenazas, identificación de bienes expuestos, así como las condiciones particulares y sociales, resultan pertinentes para los siguientes ámbitos:

I. Desarrollo urbano

II. Obras públicas

III. Protección civil

IV. Ámbito jurídico

V. Gestión y administración

Estos insumos se orientan principalmente al diseño y gestión de políticas públicas, al ordenamiento territorial, a la propuesta de normas y reglamentos, al análisis del riesgo en proyectos de inversión, y a la generación de conocimiento aplicado, apoyado en el uso de nuevas tecnologías, con el propósito de fortalecer la comprensión y manejo del riesgo.

Reducción de riesgos (Corrección)

Las acciones contempladas en esta etapa se agrupan en tres categorías (Tabla 126) cada una con un enfoque específico orientado a la reducción del riesgo. Estas acciones se fundamentan en la información generada durante la etapa previa, contenida en el atlas de riesgos, y están diseñadas tanto para mitigar los riesgos existentes como para facilitar la preparación ante posibles escenarios que requieran una respuesta oportuna.

Tabla 126. Actividades de acuerdo con las etapas de GIR

Etapa	Actividades
Prevención	Evita la construcción de nuevos riesgos, así como el incremento de los existentes y tiene su principal efecto en evitar que exista una exposición, por ello el delimitar geográficamente esta información cobra relevancia para que pueda identificarse o tener un antecedente como: • Estudios e investigaciones de fenómenos dentro del territorio • Identificación por medio de sistemas de información geográfica • Registro de antecedentes • Evaluación de datos • Atlas de Riesgos
Mitigación	Está basada en la implementación de estrategias en donde ya se encuentra una exposición y las condiciones de vulnerabilidad por lo tanto es necesario: • Reubicar a la población • Intervenir para reducir la vulnerabilidad física y social • Reforzamiento de infraestructura • Contratación de seguros para transferir el riesgo • Instalación de redes de monitoreo
Preparación	La preparación permite que al evaluar las amenazas se detecten con anticipación aquellas condiciones que puedan provocar escenarios desfavorables, donde se contemplen el impacto y riesgo, permitiendo realizar acciones como: • Fomento de la cultura de auto protección • Percepción adecuada del riesgo • Instalación de sistemas de Alerta temprana que contengan los 4 elementos (Identificación, monitoreo, difusión y capacidad de respuesta) • Simulacros

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Gestión reactiva

Aun con la implementación de las dos etapas previas, persiste la posibilidad de que algunos riesgos se materialicen. En este sentido, la información contenida en el atlas de riesgos también resulta valiosa durante la fase de respuesta ante una emergencia o evento adverso, ya que está orientada a optimizar el uso de los recursos disponibles y a mejorar la eficacia en la atención (Foto 36). Asimismo, permite identificar rutas o zonas estratégicas que deben ser consideradas por los equipos de primera respuesta antes de iniciar sus labores. En el marco legal, esta fase se denomina auxilio.

En el apartado correspondiente a la evaluación de fenómenos de origen químico-tecnológico, la aplicación de dicha información se ejemplifica mediante proyecciones y modelos de áreas de afectación en caso de incendios en determinadas estaciones de servicio (gasolineras). Esta información estará disponible para su consulta por parte de cuerpos de atención prehospitalaria y servicios de bomberos, facilitando así una respuesta más eficiente y segura.

Foto 36. Equipamiento reactivo

FUENTE: PC TULTITLÁN

d) Comités comunitarios, académicos y/o empresariales

De acuerdo con el registro de Comités comunitarios, prevención y reducción de riesgos, dentro del municipio se cuenta con cinco registros, los cuales se encuentran en las siguientes colonias:

- Unidad Habitacional Adolfo López Mateos
- Los Reyes
- Unidad Electricistas (3 registros)

De igual manera el municipio cuenta con el Comité Operativo de Emergencias (COE), el cual interactúa con otras herramientas de control, tales como: Salas de situación, puestos de comando y centros de operaciones de otros niveles territoriales; todos ellos aplicando un proceso coordinado de toma de decisiones según su jurisdicción.

El funcionamiento del COE debe ser alimentado con un insumo denominado “información”, este recurso permite activar procesos en los sectores funcionales que requieren decisiones en términos de cursos de acción. A partir de este modelo, los sistemas permiten resolver un sin número de eventualidades. Este comité fue integrado el 09 de septiembre del 2025 y se encuentra conformado por los siguientes miembros (Tabla 127)

Tabla 127. Miembros del COE.

CARGO EN EL COE	CARGO EN EL AYUNTAMIENTO	NOMBRE
Secretaria del comité	Directora de Gobierno y Protección Civil	Mtra. Edna Ariadna Martínez Torres
Secretario técnico del comité	Coordinador municipal de Protección Civil y Bomberos	Lic. Cuitláhuac Salvador Castrejón López
Vocal	Coordinador General de Protección Civil y Gestión Integral del Riesgo en el Estado de México	Lic. Adrián Hernández Romero
Vocal	Director de Seguridad Ciudadana y Vialidad	Lic. Roberto Escobar Calderón
Vocal	Director del Organismo Descentralizado A.P.A.S.T.	Ing. Eloy Espinoza Montoya
Vocal	Director de Servicios Públicos	Mtro. Víctor Daniel García García
Vocal	Director de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente	Ing. Gerardo Adalberto Olvera Rodríguez
Vocal	Director de Obras Públicas	Ing. Arq. Oscar Ramírez Peralta
Vocal	Directora de Administración	Lic. Mariana Guadalupe Pérez Martínez
Vocal	Directora del IMCUFIDET	C. Teresa Domínguez Cortés
Vocal	Directora de Educación, Cultura y Turismo	Lic. Rosa María García Guerra
Vocal	Centro de Atención de Emergencias (C4)	CMDT. Bruno Mauricio Hernández Sagastegui

Fuente: PC de Tultitlán

e) Plan(es) de intervención para Grupos Vulnerables

Se definirá como grupo vulnerable al grupo que, por ciertas características, como son sus condiciones sociales, económicas, culturales, psicológicas, de edad, entre otras, puedan sufrir algún tipo de discriminación o maltrato contra sus derechos humanos.

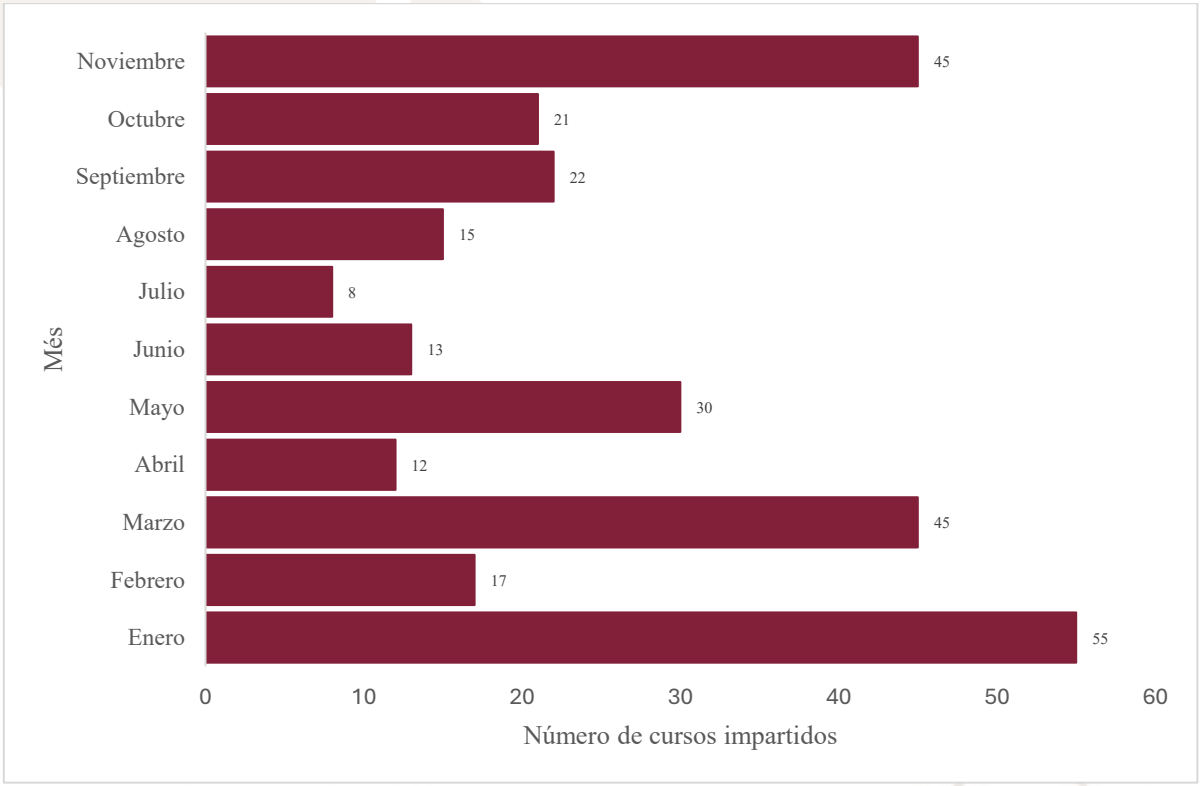
En este tipo de grupos se pueden contemplar personas de la tercera, mujeres, niños, pueblos indígenas, personas que presenten algún tipo de discapacidad o limitación mental o física,

migrantes, entre otras. Por lo que es importante generar planes de intervención para estos grupos.

Por lo que dentro del municipio se han brindado capacitaciones a la población en los siguientes temas que contemplan la participación de estos grupos, como son:

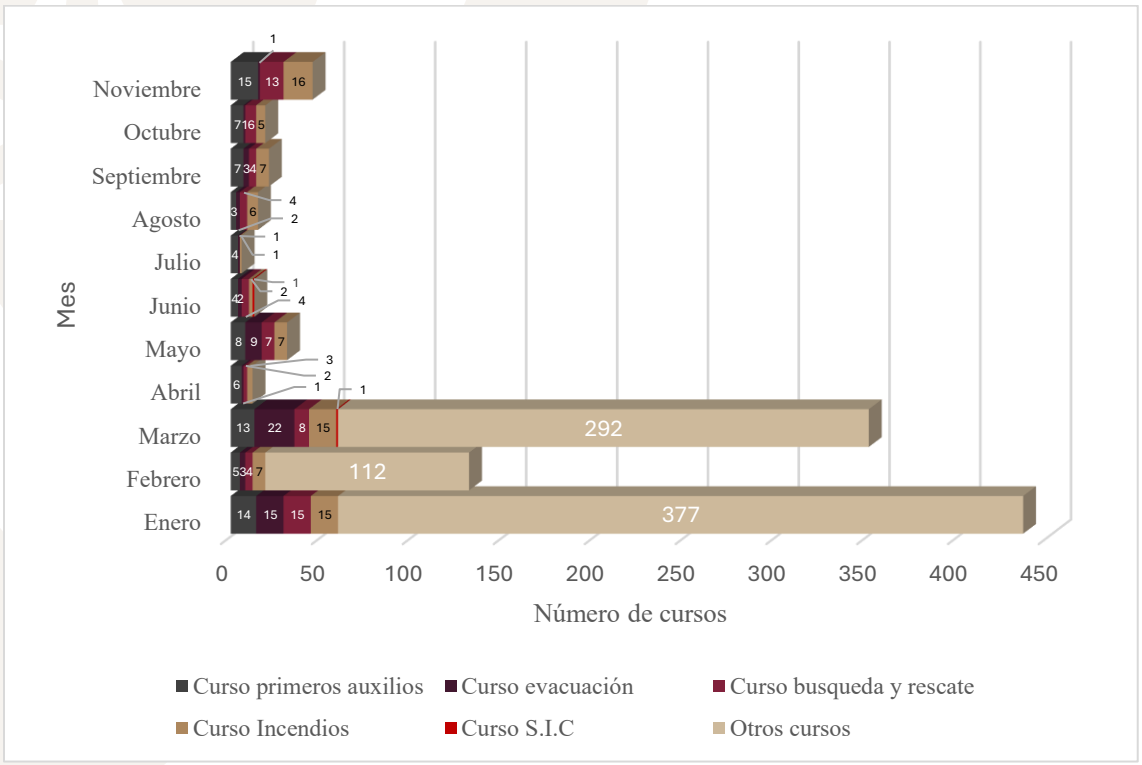
- Evacuación
- Búsqueda y rescate
- Primeros auxilios
- Entre otros

Cursos 2024



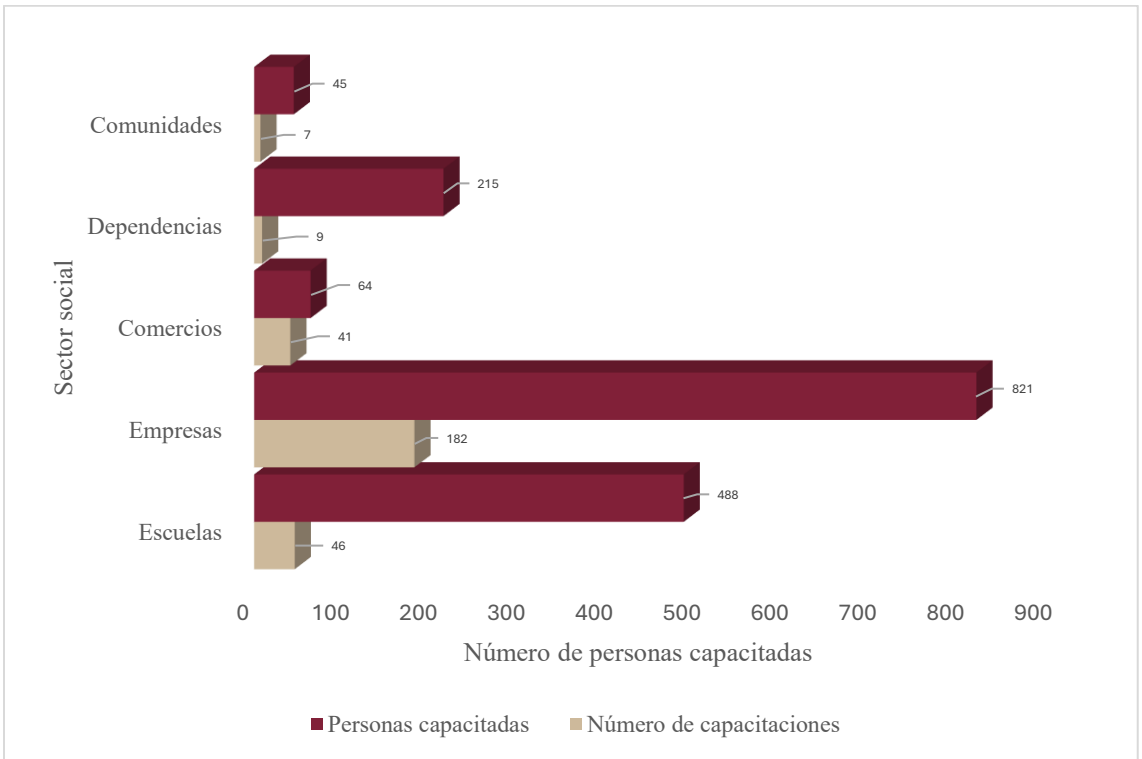
Gráfica 42. Cursos impartidos por mes

Fuente: Elaborado con datos de PC y Tultitlán



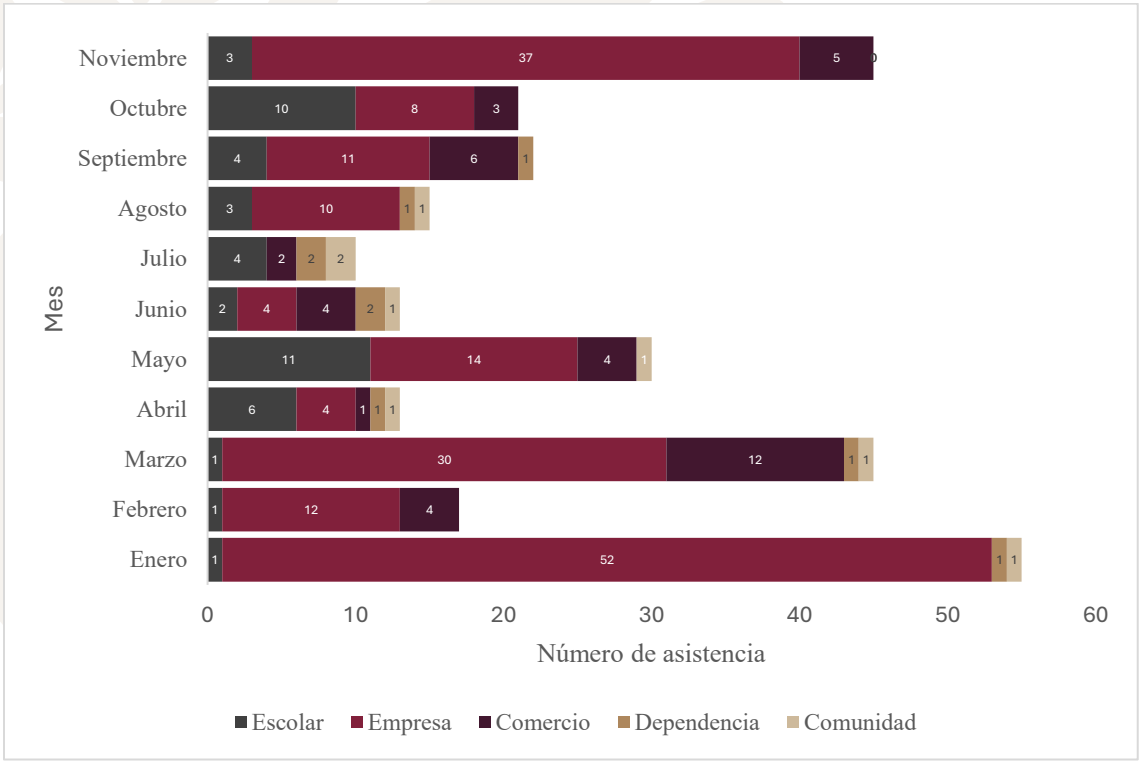
Gráfica 43. Cursos impartidos 2024

FUENTE: ELABORADO CON DATOS DE PC Y TULTITLÁN



Gráfica 44. Personas capacitadas por sector social.

FUENTE: ELABORADO CON DATOS DE PC Y TULTITLÁN



Gráfica 45. Asistencia de sector por mes

FUENTE: ELABORADO CON DATOS DE PC Y TULTITLÁN

Ilustración 3. Sectores y personas beneficiadas en 2024.

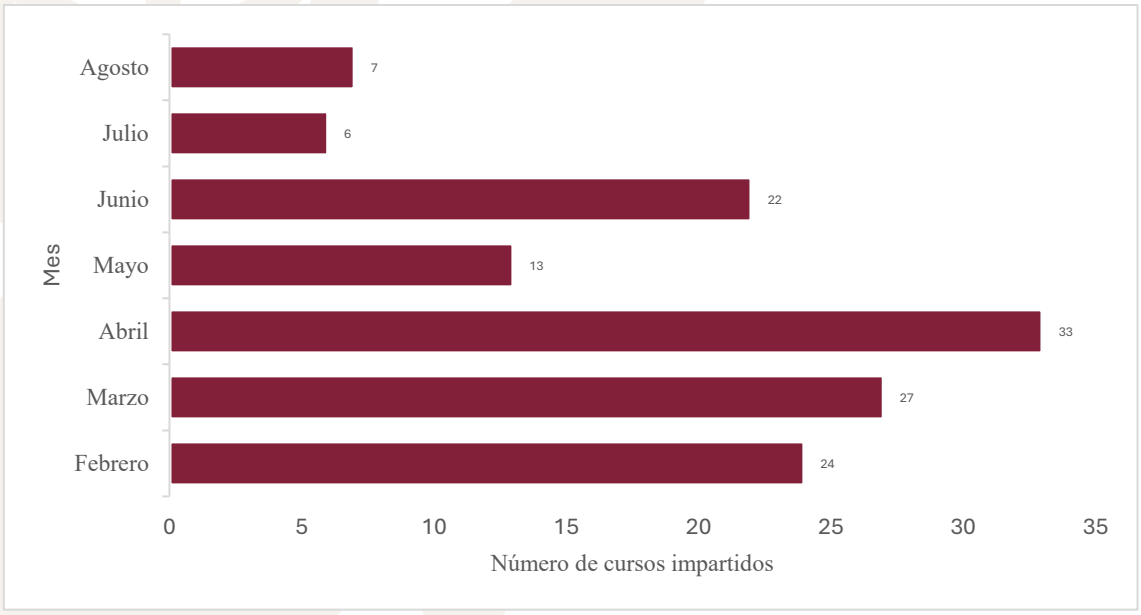
FUENTE: ELABORADO CON DATOS DE PC Y TULTITLÁN

En 2024 se impartieron cursos en materia protección civil con los siguientes temas primeros auxilios, evacuación, búsqueda y rescate, y Sistema de Comando de Incidentes (S.C.I. por sus siglas al español) entre otros.

Los meses con más capacitaciones impartidas fueron enero y noviembre mientras que abril y junio tuvieron la menor cantidad de cursos (ver Gráfica 42 y Gráfica 43).

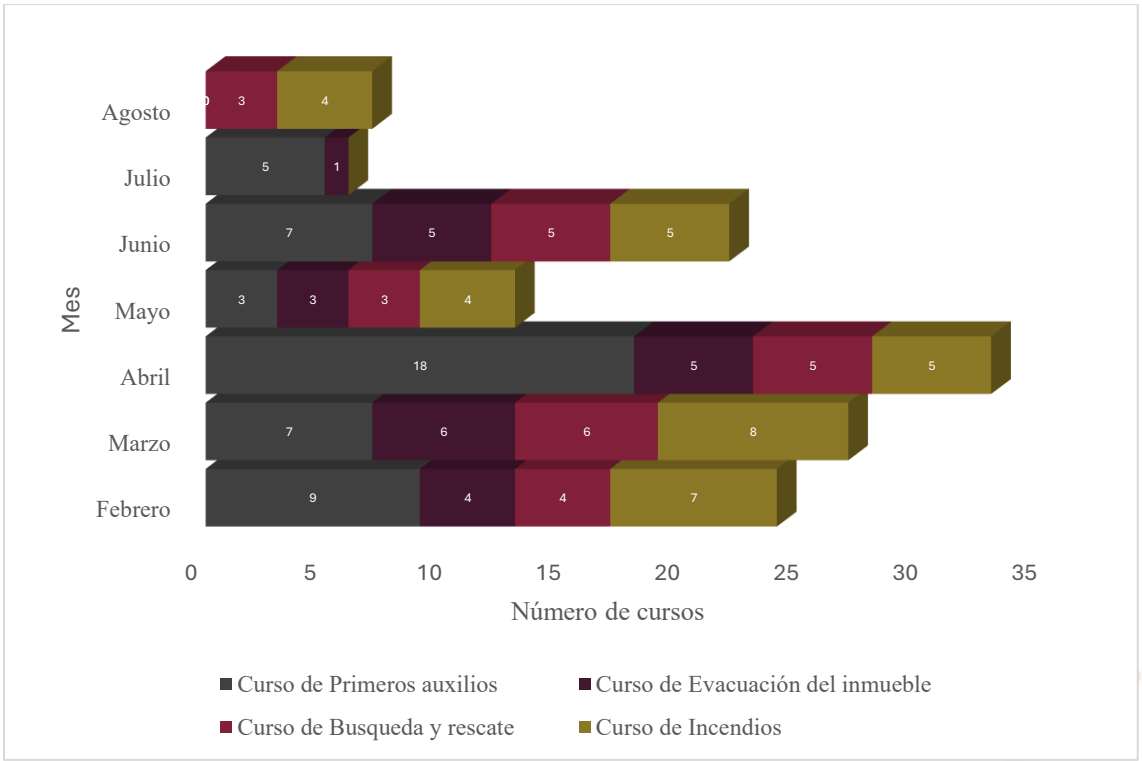
De las personas capacitadas por sector social, las empresas fueron los que mayor frecuencia tuvieron en adquirir esta formación con 182 negocios participantes donde se instruyeron 821 personas, mientras que las comunidades tuvieron baja participación con 7 comunidades de las cuales se capacito a 45 personas (ver Gráfica 44 y Gráfica 45).

En resumen, en materia de Protección civil se proporcionaron cursos a 46 escuelas con un total de 488 personas capacitadas; 182 empresas con un total de 821 personas capacitadas; 41 comercios con un total de 64 personas capacitadas; 9 dependencias con un total de 215 personas capacitadas y 7 comunidades con un total de 45 personas capacitadas (Ilustración 3).



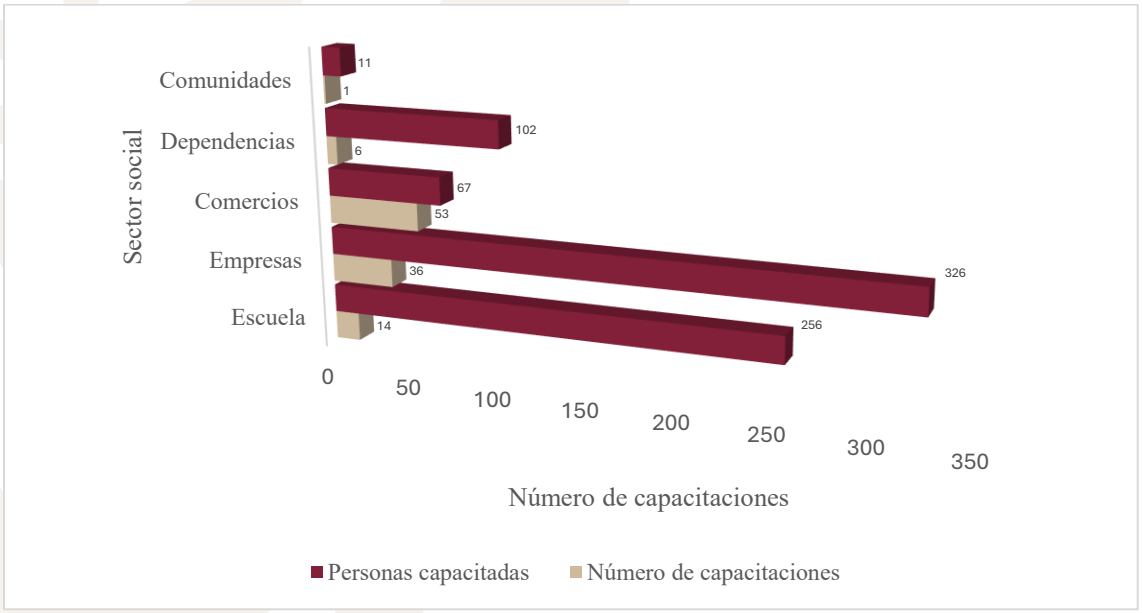
Gráfica 46. Número de cursos impartidos en 2025

FUENTE: ELABORADO CON DATOS DE PC Y TULTITLÁN



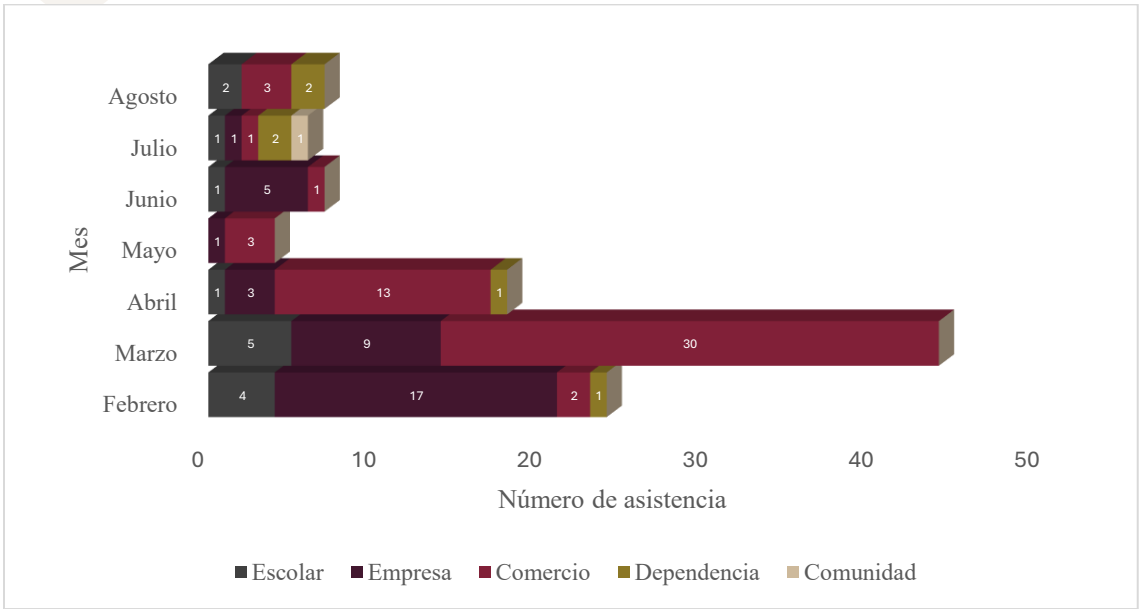
Gráfica 47. Cursos impartidos en el 2025.

FUENTE: ELABORADO CON DATOS DE PC Y TULTITLÁN



Gráfica 48. Personas capacitadas por sector social.

FUENTE: ELABORADO CON DATOS DE PC Y TULTITLÁN



Gráfica 49. Asistencia de sectores por mes.

FUENTE: ELABORADO CON DATOS DE PC Y TULTITLÁN

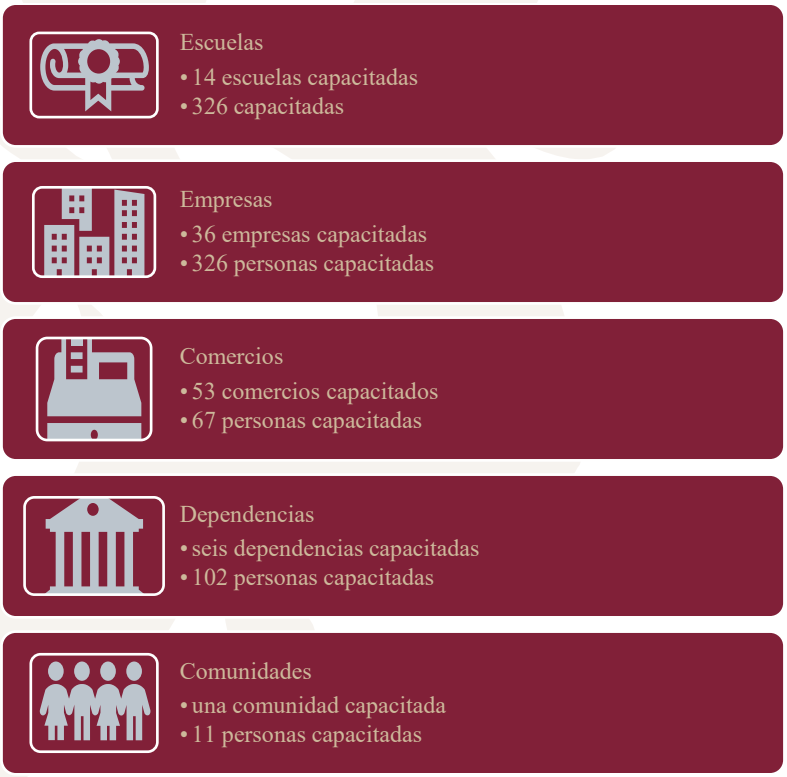


Ilustración 4. Sectores y personas beneficiadas en 2025

FUENTE: ELABORADO CON DATOS DE PC Y TULTITLÁN

En lo que va del año 2025 se impartieron cursos en materia de protección civil de primeros auxilios, evacuación, búsqueda y rescate, incendios y S.C.I en el municipio de Tultitlán. El mes de febrero, marzo y abril han sido los meses más relevantes (ver Gráfica 46 y Gráfica 47).

En síntesis, se capacitaron 14 escuelas con un total de 326 personas; 36 empresas con un total de 326 personas; 53 comercios con un total de 67 personas; 6 dependencias con 102 personas y 1 comunidad capacitada con 11 personas (ver Gráfica 48 y Gráfica 49).

Lo cual refleja el compromiso del municipio de Tultitlán con la población para la capacitación en materia de protección civil y el fortalecimiento de la cultura de prevención y resiliencia (ver Ilustración 4).

De igual manera se han generado capacitaciones para la población infantil, como los cursos de verano FORMANDO BOMBERITOS que se llevó a cabo del 05 al 09 de agosto del 2024 y del 28 de julio al 01 de agosto del 2025, en este último se tuvo la participación de 77 niños (Imagen 59), en donde se llevaron actividades didácticas que ayudaron para identificar y comprender los peligros que pueden encontrar en su vida cotidiana, saber cómo afrontarlos

y las instancias que pueden apoyarlos en caso de que se presente algún evento, como lo es Protección Civil.

Imagen 59. Collage curso de verano 2025, FORMANDO BOMBERITOS.

FUENTE: PC TULTITLÁN

Atenciones realizadas en el 2025

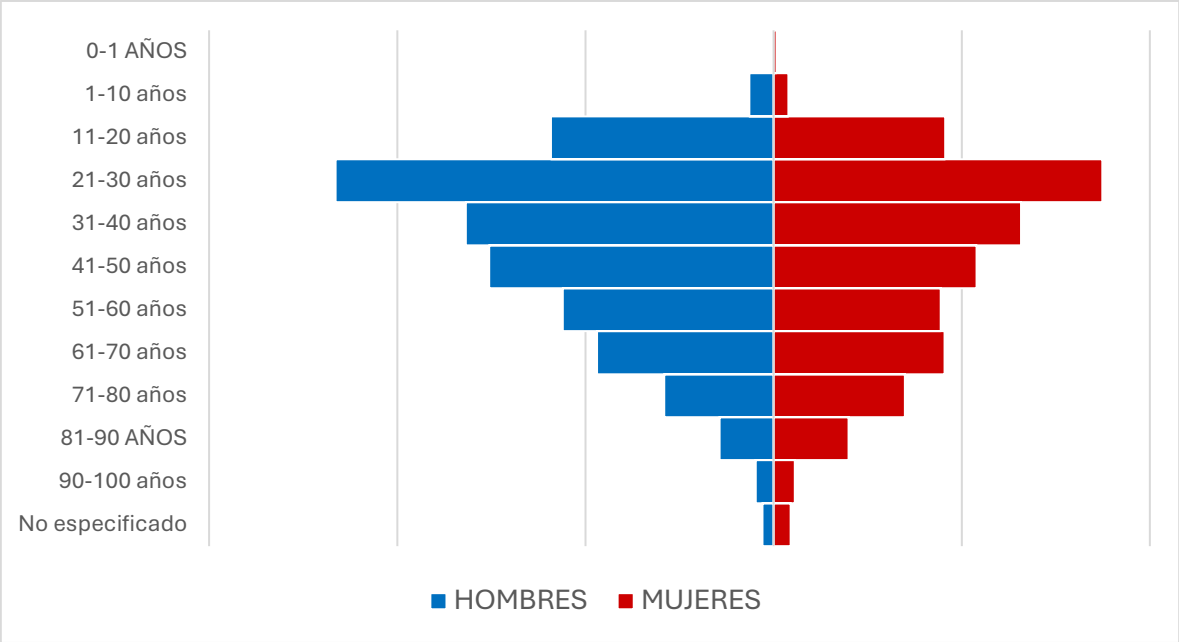
Lo que va de este año se han atendido incidencias por el área de protección civil y de paramédicos del municipio, a continuación, se desglosa el análisis de las atenciones realizadas por rubros de 10 años a partir de 0 hasta 100 años (ver Tabla 128). Al mismo tiempo se desglosan las atenciones por sexo, en hombres y mujeres y un apartado de No especificado (N/R, N/P, N/A, etc.)

Tabla 128. Edades y sexos de las personas atendidas por paramédicos en 2025

EDAD	TOTAL	HOMBRE	MUJER
0-1 AÑOS	4	0	4
1-10 años	50	31	19
11-20 años	505	285	220
21-30 años	991	561	421
31-40 años	718	394	317
41-50 años	630	364	260
51-60 años	486	270	214
61-70 años	445	226	219
71-80 años	309	140	168
81-90 AÑOS	165	69	96
90-100 años	50	23	27
No especificado	466	14	22
TOTAL	**4819**	**2807**	**1987**

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE BITÁCORAS PROTECCIÓN CIVIL 2025

A partir de una gráfica de pirámide poblacional se puede observar que la mayor cantidad de reportes en el año se encuentra en hombres de una edad de entre 21-30 años (ver **¡Error! No s e encuentra el origen de la referencia.**). También se encontraron un total de 322 falsas alarmas y servicios negativos.



Gráfica 50. Clasificación de reportes realizados de acuerdo con el sexo.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

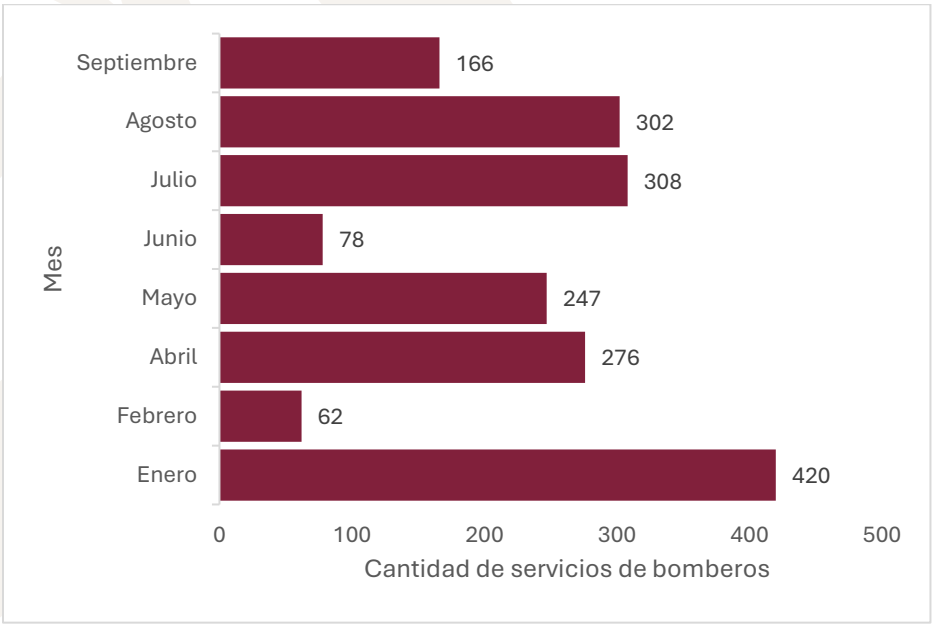
De igual manera se analizaron las colonias con mayores solicitudes en lo que va el 2025, tomando como base un reporte mínimo de 50 a 100 casos en el año. De los 4,829 datos registrados por el área de paramédicos, las colonias con mayores reportes se mencionan en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.

Tabla 129. Colonias con mayor solicitud de paramédico

COLONIAS CON MAYOR SOLICITUD DE SERVICIOS	Total, de incidencias
SAN PABLO DE LAS SALINAS	251
PRADOS	225
FUENTES DEL VALLE	221
VILLAS DE SAN JOSE	210
CHILPAN	138

Fuente: Elaboración propia a partir de bitácoras Protección Civil 2025

La bitácora de bomberos se clasifico por el tipo de servicio que brindaron, de los cuales se sacó un total de casos atendidos por mes en el 2025. Podemos observar que el mes de enero se atendieron más servicios que el resto del año dando un total de 1859 casos (ver Gráfica 51).



Gráfica 51 Cantidad de servicios dados por mes

Nota. Debido a la falta de datos en la columna de fecha, algunos servicios no fueron tomados en cuenta, aunque si fueron atendidos, no fueron integrados en la gráfica.

Los diferentes servicios anotados en la bitácora fueron clasificados bajo los apartados de: ATENCIONES, ECOLOGICO-SANITARIOS, GEOLOGICOS, HRIDROMETEOROLOGICOS, QUIMICO TECNOLOGICOS Y SOCIO-ORGANIZATIVOS para tener un mejor control del tipo de servicios que se brindan.

Se realizó un análisis del tipo de servicios y la cantidad de servicios que se entendió por mes para tener una idea más específica de cuáles son los servicios más solicitados en el municipio de Tultitlán. De este análisis salieron los 5 servicios más solicitados en el 2025 (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 130 Servicios más solicitados en 2025

Servicios más solicitados en 2025	Total
Fugas de agua	515
Fugas de gas	510
Incendios	257
Enjambre de abejas	125

Fuente: Elaboración Propia

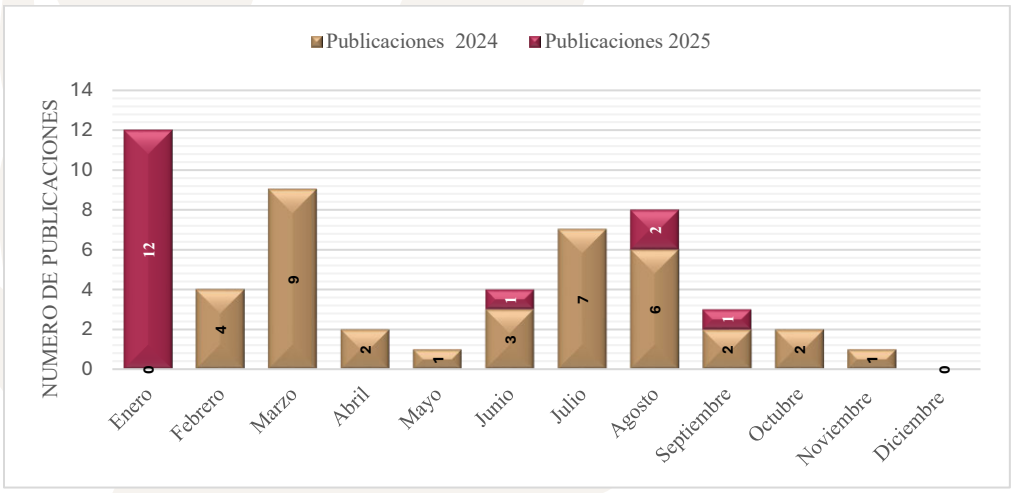
f) Plan de Comunicación del Riesgo de acuerdo con el peligro

De acuerdo con los planes por fenómenos el sistema de comunicación de emergencia se realiza a través de la Dirección de Comunicación Social, a través de boletines, trípticos, perifoneo y los medios que se consideren pertinentes para su pronto aviso, como las redes sociales.

El área de Protección Civil y Bomberos cuenta con redes sociales, como Facebook (https://www.facebook.com/pcybtultitlan, Imagen 60), en donde se realizan principalmente publicaciones recurrentes de información preventiva en donde se tocan temas de que se puede hacer en temporada de frío, lluvia, calor extremo, entre otros, así como las capacitaciones que se han realizado para la población; durante el año del 2024, el mes de marzo tuvo una mayor actividad, informando de manera oportuna algunos eventos ocurridos dentro del territorio como le fueron los incendios y durante el 2025 el mes de enero tuvo gran actividad informando la población sobre recomendaciones ante bajas temperaturas (Gráfica 52).

Imagen 60. Eventos publicados en Facebook Tultitlán.

Fuente: Red social Protección Civil https://www.facebook.com/pcybtultitlan



Gráfica 52. Actividad en página de Facebook.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Simulacros

Los simulacros son ejercicios planificados para la prevención y preparación de la población en general, permiten identificar qué hacer y cómo actuar en caso de una emergencia al simular posibles escenarios apegados a la realidad, con el fin de probar y preparar una respuesta eficaz ante posibles situaciones de desastre.

En general se pueden distinguir los siguientes tipos de simulacros:

- **De gabinete**. Se planifica a partir de una reunión de coordinación en una mesa de trabajo con los integrantes de la Unidad Interna de Protección Civil, con el propósito de establecer objetivos, hipótesis, diseños de los escenarios y ensayar las funciones de cada uno de los integrantes de la unidad de acuerdo con los procedimientos del Plan de Emergencia, culminando el ejercicio con una evaluación.[148]
- **De campo**. Comprende el despliegue de los recursos humanos y materiales existentes en el inmueble, así como los apoyos externos para la ejecución práctica de las acciones establecidas en el ejercicio de gabinete, para terminar con una reunión de evacuación.

Que son planificados y pueden ser llevados a cabo **con previo aviso**, definiendo fecha y horario en el que se realizará o **sin previo aviso**; y de acuerdo con su **alcance**, pueden ser parciales o totales.

El objetivo de los simulacros es comprobar la capacidad de respuesta que se tiene ante una situación de emergencia. Evaluar las respuestas en cuanto a tiempos, recursos, oportunidad y operación de planes y procedimientos.

148

A lo largo del 2024, dentro del municipio se realizaron 11 simulacros relacionados con diferentes fenómenos como son los químicos (incendio, fuga, derrame) y geológicos (sismos) (Tabla 131), en los cuales se tuvo la participación de 444 inmuebles, relacionados a diferentes sectores como son: escolar, industria, comercio, entre otros.

Tabla 131. Simulacros realizados 2024

Simulacro	Total, de inmuebles participativos
Primero	444
Segundo	342
Tercero	168
Cuarto	47
Quinto	16
Sexto	7
Séptimo	3
Octavo	2
Noveno	2
Décimo	2
Décimo primero	1

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LA BASE DE DATOS DEL MUNICIPIO

Durante el 2025, se han realizado cuatro simulacros, en donde participaron 532 inmuebles, de los cuales durante el primer simulacro participaron 530, durante el segundo 83 y durante el tercero 4, teniendo una mayor participación durante los Simulacros Nacionales llevado a cabo el 29 de abril del 2025 y 19 de septiembre del 2025 (Foto 37).

Foto 37. Primer simulacro nacional realizado en el Palacio Municipal de Tultitlán.

FUENTE: FOTOGRAFÍA PROPIA

g) Programa municipal de Protección Civil

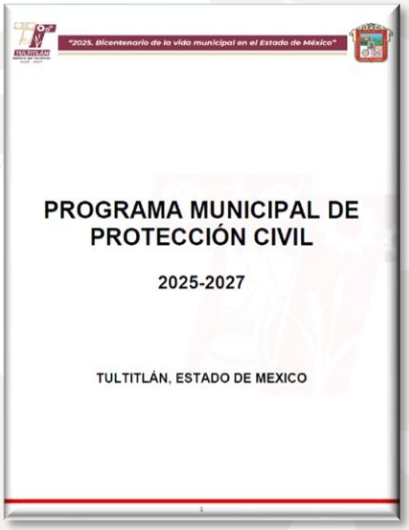


Imagen 61. Portada Programa municipal de Protección Civil 2025-2027.

FUENTE: PROTECCIÓN CIVIL Y BOMBEROS DE TULTITLÁN

El Programa Municipal de Protección Civil 2025-2027 (Imagen 61), ha sido elaborado por el Sistema Municipal de Protección Civil en cumplimiento a lo dispuesto por los artículos 37 de la Ley General de Protección Civil, artículo 48 del Reglamento del libro sexto del Código Administrativo del Estado de México y el artículo 11 Fracc. II, del Reglamento de Protección Civil y Bomberos de Tultitlán, Estado de México.

El presente programa se crea con la finalidad de fomentar el mejoramiento continuo, permanente y sostenido por parte de la Coordinación Municipal de Protección Civil, a través de la participación oportuna y eficaz a partir de labores de previsión, prevención, mitigación, preparación, reacción y recuperación, coordinadas con los tres niveles de gobierno, así como la integración de los sectores público, privado y población, para generar e impulsar una cultura de autoprotección.

Es intención del Sistema Municipal de Protección Civil, que este programa constituya la mejor herramienta, para que la población esté informada de los riesgos y medidas que se deben adoptar en caso de que algún fenómeno perturbador se manifieste, generando un plan de comunicación adecuado que usando todos los medios posibles para que llegue a toda la población.

Este Programa está constituido principalmente por los siguientes temas:

- Introducción
- Marco Legal
- Capítulo I. Diagnóstico
- Capítulo II. Componentes del programa
- Capítulo III. Alineaciones a los objetivos del plan municipal
- Capítulo IV. Objetivos, estrategias, líneas de acción, acciones y metas
- Capítulo V. Seguimiento, medición y evaluación de resultados

Su objetivo es determinar y establecer los objetivos específicos, metas, estrategias, líneas de acción, responsables y corresponsables de los sectores público, social y privado para organizar la prevención, auxilio y la recuperación de la población, bienes, servicios y entorno

ecológico del municipio de Tultitlán, a cargo de la Unidad Municipal de Protección Civil, ante la eventual ocurrencia de un siniestro, emergencia o desastre provocado por agentes de origen natural o humano.

El presente Programa Municipal toma como base el "**Eje transversal 2. Construcción de la paz**", del Plan de Desarrollo del Estado de México 2023-2029, inciso **f) Gestión integral de riesgos y protección civil,** integrando los programas y subprogramas a implementar durante el periodo 2025-2027, los cuales son los siguientes:

- PROGRAMA DE PROTECCIÓN CIVIL, conformado por un objetivo, 5 estrategias y 7 líneas de acción.

PROGRAMA PROTECCIÓN CIVIL	OBJETIVO	ESTRATEGIA	LÍNEAS DE ACCIÓN
	Salvaguardar la vida e integridad física de las personas y atención de emergencias ante la ocurrencia de accidentes, siniestros, desastres y catástrofes y fenómenos naturales.	Realizar acciones en materia de protección civil para la prevención efectiva de accidentes como campañas informativas, talleres, conferencias y pláticas	Brindar apoyo a los habitantes del municipio en la prevención de desastres mediante la impartición de cursos de protección civil
			Realizar capacitaciones a ciudadanía en general y servidores públicos sobre qué hacer en casi de un incendio, sismo o inundación.
			Equipar la estación y subestaciones de bomberos y protección civil, para brindar una atención eficaz a la población.
		Realizar campaña informativa a través de los medios municipales sobre la importancia de la protección civil	Otorgar información a los ciudadanos sobre protección civil mediante la distribución de material impreso y en la página web del municipio
		Valorar los edificios públicos y privados, con el fin de evitar colapsos.	Supervisar inmuebles y emitir la constancia correspondiente. Atender las peticiones ciudadanas por emergencias, siniestros, desastres o fenómenos naturales.
		Mantener actualizado el Atlas Municipal de Riesgos para identificar y sistematizar de riesgos y peligros posibles.	Monitoreo y atención de fenómenos perturbadores que afectan a la ciudadanía
		Construir mecanismos para la atención de emergencias y desastres en población civil	Brindar atención a la población afectada por emergencias, desastres o fenómenos naturales.

- SUBPROGRAMA DE PREVENCIÓN, conformado por 6 objetivos, 6 estrategias y 26 líneas de acción, en donde se menciona la identificación de los riesgos dentro del territorio a partir del Atlas de Riesgos.

SUBPROGRAMA DE PREVENCIÓN					
	OBJETIVO 1	Lograr que la identificación de riesgos, a los que se encuentra expuesta la población de Tultitlán, sea el sustento de las acciones que deberán implementarse para mantener a la población informada, partiendo de la premisa de que: conociendo los riesgos, se está en posibilidades de prevenir y en consecuencia mitigar sus efectos destructores.	ESTRATEGIA 1.1	Con el objeto de alcanzar las metas propuestas, se contemplan dos vertientes en la integración de una serie de estrategias. El primero se refiere a la identificación de riesgos, la que implica necesariamente la participación interdisciplinaria de las dependencias y entidades de los tres órdenes de gobierno (Municipal, Estatal y Federal) de instituciones sociales y de la comunidad científica. El segundo se refiere tanto a la estimación del peligro, como a la eliminación o mitigación del impacto que las calamidades puedan ocasionar.	LÍNEAS DE ACCIÓN 1.1.3. Identificación en una cartografía, los lugares que, por sus características específicas, puedan ser escenarios de situaciones de emergencia, siniestro o desastre, plasmados en un documento denominado Atlas Municipal de Riesgos. 1.1.4. Actualizar el Atlas Municipal de Riesgos, así como el inventario de recursos humanos y materiales, mapas de riesgos en los que aparezcan identificadas las zonas de mayor peligro.
	OBJETIVO 2	Implementar los principales medios, procesos y acciones para estimar el peligro en que se encuentran las diferentes comunidades: Colonias, Pueblos, Fraccionamientos habitacionales e industriales y Unidades Habitacionales debido a los riesgos de origen Químico-Tecnológico, Geológico, Hidrometeorológico, Sanitario-Ecológico, Astronómico y Socio-Organizativo.	ESTRATEGIA 2.1	Con base al grado de vulnerabilidad del sistema afectable (población, bienes, servicios públicos y medio ambiente), se ubicará la zona o región que nos permita implementar medidas de reforzamiento para aminorar e incluso evitar el peligro de acuerdo con cada tipo de calamidad.	2.1.1. Realizar un diagnóstico por cada comunidad, con el objeto de identificar y evaluar los peligros que presenten calamidades en el municipio. 2.1.2. Elaborar el Plan Municipal de Emergencias, integrando los seis fenómenos perturbadores, de acuerdo con el Atlas Municipal de Riesgos.

- SUBPROGRAMA DE AUXILIO, conformado por 3 objetivos, 12 estrategias, 8 líneas de acción y 3 metas.
- SUBPROGRAMA DE RECUPERACIÓN, conformado por 3 objetivos, 5 estrategias, 8 líneas de acción y 2 metas.
- SEGUIMIENTO, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

h) Sistema de monitoreo y Sistemas de Alertamiento

Dentro del municipio se cuenta con un sistema de monitoreo para la calidad de aire, que nos proporciona el nivel de riesgo de los parámetros de SO2, CO, O3, NO_2, PM10, así como las posibles afectaciones a la salud y las recomendaciones que se deben de tomar.

De igual manera se tienen instalados 5 Sistemas de Alertamiento Temprano (SAT) multi riesgo que dan prioridad a los alertamientos sísmicos; en la Tabla 132 se indica la ubicación de estos sistemas (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**)

Tabla 132 Ubicación SAT

Edificio en el que se encuentra	Dirección
Palacio Municipal	Palacio Municipal, Av. San Antonio 22, Col. San Bartolo, C.P. 54900.
Dirección de Bombero Y Protección Civil de Tultitlán	Bomberos y Protección Civil, Av. Independencia 5 Col. Electricistas CP. 54914
C4 Centro de monitoreo	C2, Av. José López Portillo, s/n, Col. Villas de San José CP. 54910
Casa de cultura Adolfo López Mareos	Casa de Cultura, Adolfo López Mareos, s/n, Col. San Juan CP. 54900
Delegación administrativa	Delegación Administrativa, Prados del Centro Manzana 018, Morelos 3ra Secc. CP. 54935, San Pablo de las Salinas.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Es importante saber que los SAT son un conjunto de elementos coordinados para el alertamiento oportuno a la población expuesta, mediante la provisión de información eficaz y oportuna, para permitir la toma de decisiones antes de la materialización del fenómeno y así reducir el impacto, así como preparar una respuesta efectiva.

Estos sistemas tienen como finalidad disminuir los daños y pérdidas de vidas, daños en el entorno y perdida de bienes materiales los SAT están conformados por 4 elementos (Imagen 62) los cuales se describen a continuación

- **Conocimiento del riesgo**

El riesgo surge de la interacción entre la materialización de peligros y la vulnerabilidad de los sistemas expuestos. Para concientizar a la población, es necesario llevar a cabo acciones que le permitan saber cómo y cuándo será alertada.

- **Sistemas de medición y monitoreo**

Los monitoreos consisten en la vigilancia constante de los fenómenos perturbadores. Deben basarse en conocimientos científicos y en los parámetros particulares de cada fenómeno, de modo que sean funcionales para realizar diagnósticos, pronósticos o generar escenarios de riesgo.

- **Difusión y Comunicación**

Los sistemas deben estar previamente establecidos, ser claros y precisos, y su área de función junto con la población a la que van dirigidos deben estar definidas y delimitadas para garantizar una respuesta eficaz.

- **Capacidades de respuesta**

Es necesario establecer capacitaciones y protocolos basados en las características y especificaciones del sistema de alerta, asegurando así su uso y aprovechamiento óptimos.

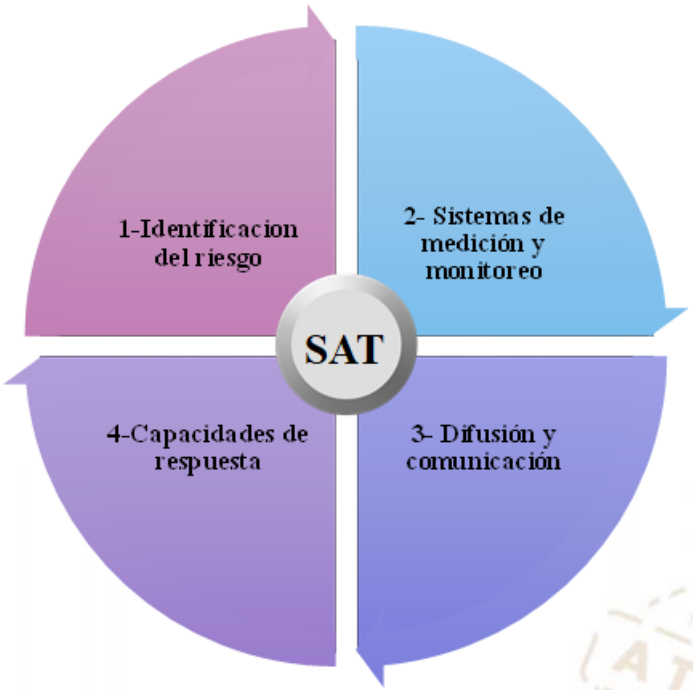
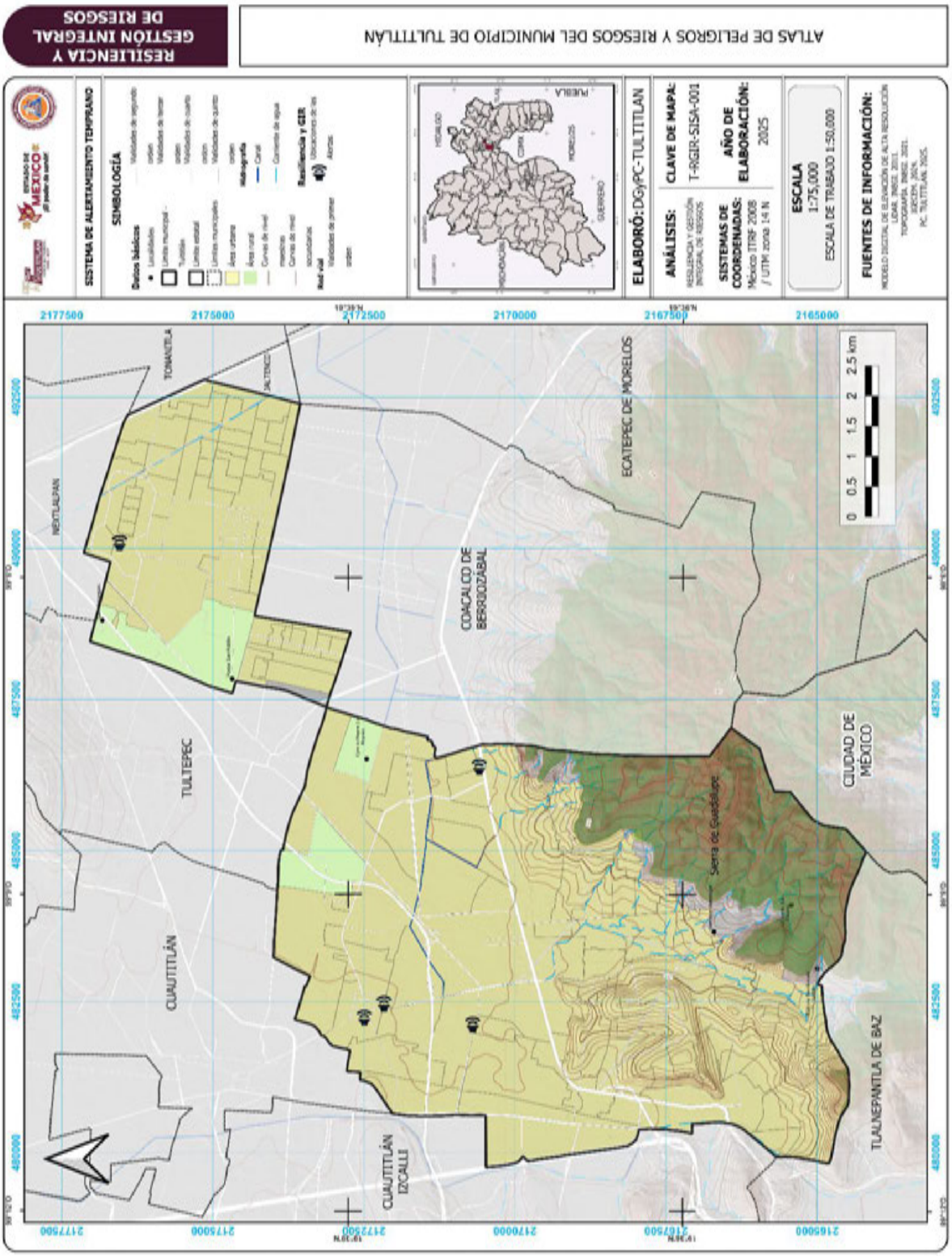


Imagen 62. Elementos de los Sistemas de Alertamiento Temprano.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA


ATLAS DE PELIGROS Y RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TULTITLÁN
RESILIENCIA Y GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGOS
SISTEMA DE ALERTAMIENTO TEMPRANO
SIMBOLOGÍA
ELABORÓ: DGyPC-TULTITLÁN
ANÁLISIS:
CLAVE DE MAPA: T-RGIR-SISA-001
AÑO DE ELABORACIÓN: 2025
SISTEMAS DE COORDENADAS: México ITRF 2008 / UTM zona 14 N
ESCALA 1:75,000 ESCALA DE TRABAJO 1:50,000
FUENTES DE INFORMACIÓN:
TONANITLA
NEXTLALPAN
ECATEPEC DE MORELOS
CUAUTITLÁN
TULTEPEC
CUAUTITLÁN IZCALLI
TULTEPEC
CIUDAD DE MÉXICO
TLALNEPANTLA DE BAZ
Sierra de Guadalupe
0 0.5 1 1.5 2 2.5 km

Índice de fotos

Foto 1. El Convento y Parroquia de San Antonio de Padua 119
Foto 2. Altar barroco del pueblo de San Francisco Chilpan 119
Foto 3. Ladera natural perteneciente a la Sierra de Guadalupe dentro del municipio de Tultitlán. Se observa fallamiento de tipo normal, marcado de forma escalonada. Ocasionando caídos de rocas 125
Foto 4. Ejemplo de un muro de contención en una ladera inestable, cuya pendiente es muy inclinada 125
Foto 5. Descripción de los componentes de una ladera natural. Santa María Cuautepec, Tultitlán, Edo de México 126
Foto 6. Debido a que en el municipio de Tultitlán NO se tienen registrados antecedentes de deslizamientos rotacionales, se utiliza como ejemplo ilustrativo una fotografía tomada en la Sierra de Guadalupe, específicamente en la colonia Benito Juárez 1ª Sección, en el municipio de Ecatepec, Estado de México 127
Foto 7. Ejemplo de un flujo de lodo proveniente del volcán Popocatépetl 128
Foto 8. En esta pequeña ladera la pendiente es de 30 ° aproximadamente, constituida por limo y arena, en temporada de lluvia se puede convertir en un flujo de tierra, Tulipanes Buenavista, Tultitlán Edo. De México 129
Foto 9. Vista general de un deslizamiento previo que fracturó una barda. 129
Foto 10. Medición del caído de roca y su desplazamiento de ladera abajo. Lomas del Parque 2da. Secc. Buenavista. Tultitlán Edo. México. 130
Foto 11. Inclinación en árboles, que sirven como indicadores de deslizamiento. La Joya Buenavista, Tultitlán, Edo. De México. 130
Foto 12. Alto fracturamiento sobre un caído de roca, siendo una amenaza para la población. #356 Santa Barbara, San Marcos Buenavista, Tultitlán, Edo. De México. 131
Foto 13. Alto fracturamiento sobre una ladera de escarpe pronunciado, que provoca desprendimientos de bloques rocosos 132
Foto 14. Volteos de roca con giro hacia adelante debido al alto fracturamiento en la zona. Juan de la Barrera, Santa María Cuautepec. Fuentes del Valle, Tultitlán, Edo. De México. 132
Foto 15. Santa María Cuautepec, escarpe pronunciado 139
Foto 16. Santa María Cuautepec, ladera con relleno 139
Foto 17. Santa Bárbara, Buenavista. Movimiento de empuje 139
Foto 18. Biclamores, Real del Bosque. Inestabilidad de ladera 139
Foto 19. Muestra recuperada del SM-02 a una profundidad de 4.40cm a 5.00cm 263
Foto 20. Muestra recuperada del SM-02 a una profundidad de 15.80cm a 16.40cm 263
Foto 21. Muestra recuperada del SM-01 a una profundidad de 7.50cm a 8.10cm 263
Foto 22. Muestra recuperada del SM-01 a una profundidad de 17.70cm a 18.30cm 263
Foto 23. Muestra recuperada del SM-03 a una profundidad de 1.20cm a 1.42cm 264
Foto 24. Muestra recuperada del SM-03 a una profundidad de 10.40cm a 11.00cm 264
Foto 25. Muestra recuperada del SM-04 a una profundidad de 3.60cm a 4.20cm 264
Foto 26. Muestra recuperada del SM-04 a una profundidad de 19.80cm a 20.08cm 264
Foto 27. Muestra recuperada del SM-05 a una profundidad de 0.00cm a 0.60cm 265
Foto 28. Muestra recuperada del SM-05 a una profundidad de 17.80cm a 18.40cm 265
Foto 29. Muestra recuperada del SM-06 a una profundidad de 12.60cm. a 13.20cm 265
Foto 30. Muestra recuperada del SM-06 a una profundidad de 29.40cm. a 29.70cm 265
Foto 31. Muestra recuperada del SM-07 a una profundidad de 0.20cm a 0.80cm 266
Foto 32. Muestra recuperada del SM-07 a una profundidad de 9.40cm a 10.00cm 266
Foto 33. Muestra recuperada del SM-08 a una profundidad de 5.00cm a 5.60cm 266
Foto 34. Muestra recuperada del SM-08 a una profundidad de 11.60cm a 12.20cm 266
Foto 35.Evidencia del Programa Internacional de Bomberos y Paramédicos. 448
Foto 36. Equipamiento reactivo 452
Foto 37. Primer simulacro nacional realizado en el Palacio Municipal de Tultitlán 466

Índice de Graficas

Gráfica 1. Topoformas 49
Gráfica 2. Sistemas geomorfológicos en porcentaje 54
Gráfica 3. Material Geológico 58
Gráfica 4. Porcentaje de población por sexo. 77
Gráfica 5. Pirámide de Población 78
Gráfica 6. Tasas específicas de fecundidad 80
Gráfica 7. Tendencia de crecimiento poblacional 80

Gráfica 8. Porcentaje de población que sabe leer y escribir 81
Gráfica 9. Población alfabeta y analfabeta 81
Gráfica 10. Población por grado de escolaridad 82
Gráfica 11. Estimador de viviendas para muros 84
Gráfica 12. Estimadores de viviendas para techos 85
Gráfica 13. Porcentaje de población con discapacidad, limitante o problema de condición mental según su sexo 86
Gráfica 14. Población por tipo de discapacidad, limitante o problema de condición mental 87
Gráfica 15. Porcentaje de población hablante de lengua indígena por sexo 87
Gráfica 16. Principales lenguas indígenas habladas 88
Gráfica 17. Porcentaje de población en condición de pobreza y vulnerabilidad 90
Gráfica 18. Porcentajes de inmuebles educativos 113
Gráfica 18. Conteo de sismos del Estado de México y Ciudad de México desde 1° de Enero de 1900 al 1° de Agosto del 2025 207
Gráfica 19. Espectro de diseño sísmico para la zona de transición 2 221
Gráfica 20. Numero de Inundaciones en Tultitlán, 2024 299
Gráfica 20. Acumulado de días por tipo de Sequía en Tultitlán 308
Gráfica 21. Evolución porcentual de la sequía 309
Gráfica 22. Índice de sequía desde el 31 de enero del 2003 al 15 de mayo del 2024. Los tipos de sequía se distinguen como sigue: 0 para sequía tipo D0, 1 para D1, 2 para D2 y 3 para D3 309
Gráfica 23. Promedio de temperaturas máximas en la estación San Martín-Obispo 311
Gráfica 24. Promedio de temperaturas mínimas en la estación San Martín-Obispo 313
Gráfica 25. Porcentaje de explosiones por mes. 330
Gráfica 26. Fugas de gas por mes en el año 2024. 332
Gráfica 27. Porcentaje de los derrames en el municipio por mes en el año 2024. 334
Gráfica 28. Reportes por mes a causa de pirotecnia 2024. 337
Gráfica 29 Bitácora de Incendios 340
Gráfica 30. Incendios forestales registrados en 2024 por mes 343
Gráfica 31. Emisión por porcentaje de misiones 354
Gráfica 32. Contagiados y fallecidos 357
Gráfica 33. Contagios por edades 358
Gráfica 34. Fallecimientos por Hombres y Mujeres 358
Gráfica 35. Accidentes por año. 372
Gráfica 36. Tipo de los 3 vehículos con mayor número de accidentes. 374
Gráfica 37. Accidentes por mes 375
Gráfica 38. Cantidad de mortalidad. 377
Gráfica 39. Accidentes por turno 378
Gráfica 40. Tipo de accidentes. 379
Gráfica 41. Cantidad de accidentes de tránsito conforme a los datos de protección civil año 2024. 380
Gráfica 42. Cursos impartidos por mes 454
Gráfica 43. Cursos impartidos 2024 455
Gráfica 44. Personas capacitadas por sector social. 455
Gráfica 45. Asistencia de sector por mes 456
Gráfica 46. Número de cursos impartidos en 2025 458
Gráfica 47. Cursos impartidos en el 2025. 458
Gráfica 48. Personas capacitadas por sector social. 459
Gráfica 49. Asistencia de sectores por mes. 459
Gráfica 50. Clasificación de reportes realizados de acuerdo con el sexo. 462
Gráfica 51 Cantidad de servicios dados por mes 463
Gráfica 52. Actividad en página de Facebook. 465

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Identificación de peligros 123
Ilustración 2. Infografía de escala de velocidades de viento 291
Ilustración 3. Sectores y personas beneficiadas en 2024. 457
Ilustración 4. Sectores y personas beneficiadas en 2025 460

Índice de Mapas

Mapa 1. Localización del Municipio Tultitlán 38
Mapa 2. Distribución del ámbito rural y urbano 46
Mapa 3. Zonas territoriales 47
Mapa 4. Mapa Base 48
Mapa 5. Fisiografía 51
Mapa 6. Geomorfología 53
Mapa 7. Altimetría 55
Mapa 8. Curvas de nivel 56
Mapa 9. Geología 61
Mapa 10. Edafología 64
Mapa 11. Hidrología 66
Mapa 12. Subcuencas 68
Mapa 13. Clima 70
Mapa 14. Usos de Suelo 72
Mapa 15. Vegetación 74
Mapa 16. Áreas Naturales Protegidas 76
Mapa 17. Densidad Poblacional 79
Mapa 18. Marginación por AGEB 89
Mapa 19. Asentamientos irregulares. 93
Mapa 20. Zonas agrícolas 96
Mapa 21. Industria manufacturera 97
Mapa 22. Comercio 98
Mapa 23. Red de Transporte 107
Mapa 24. Instalaciones de salud 109
Mapa 25. Infraestructura estratégica 111
Mapa 26. Instalaciones estratégicas 112
Mapa 27. Instalaciones educativas 114
Mapa 28. Refugios temporales 118
Mapa 29. Áreas de Conservación Patrimonial 120
Mapa 27. Antecedentes de inestabilidad de laderas 136
Mapa 28. Recorrido en campo de inestabilidad de laderas 137
Mapa 29. Isoyetas de precipitación (acumulación 24hrs), para un Periodo de Retorno de 2 años 149
Mapa 30. Isoyetas de precipitación (acumulación 24hrs), para un Periodo de Retorno de 5 años 150
Mapa 31. Isoyetas de precipitación (acumulación 24hrs), para un Periodo de Retorno de 10 años 151
Mapa 32. Isoyetas de precipitación (acumulación 24hrs), para un Periodo de Retorno de 20 años 152
Mapa 33. Isoyetas de precipitación (acumulación 24hrs), para un Periodo de Retorno de 50 años 153
Mapa 34. Isoyetas de precipitación (acumulación 24hrs), para un Periodo de Retorno de 100 años 154
Mapa 35. Susceptibilidad de deslizamiento de laderas. 158
Mapa 36. Susceptibilidad de flujos. 159
Mapa 37. Susceptibilidad de caída de roca y derrumbes 160
Mapa 38. Peligro por deslizamiento de laderas por precipitación, para un Periodo de Retorno de 2 años 161
Mapa 39. Peligro por deslizamiento de laderas por precipitación, para un Periodo de Retorno de 5 años 162
Mapa 40. Peligro por deslizamiento de laderas p, para un Periodo de Retorno de 10 años 163
Mapa 41. Peligro por deslizamiento de laderas por precipitación, para un Periodo de Retorno de 20 años 164
Mapa 42. Peligro por deslizamiento de laderas por precipitación, para un Periodo de Retorno de 50 años 165
Mapa 43. Peligro por deslizamiento de laderas por precipitación, para un Periodo de Retorno de 100 años 166
Mapa 44. Peligro de flujo por precipitación, para un Periodo de Retorno de 2 años 167
Mapa 45. Peligro de flujo por precipitación, para un Periodo de Retorno de 5 años 168
Mapa 46. Peligro de flujo por precipitación, para un Periodo de Retorno de 10 años 169
Mapa 47. Peligro de flujo por precipitación, para un Periodo de Retorno de 20 años 170
Mapa 48. Peligro de flujo por precipitación, para un Periodo de Retorno de 50 años 171
Mapa 49. Peligro de flujo por precipitación, para un Periodo de Retorno de 100 años 172
Mapa 50. Peligro de caído de roca por precipitación, para un Periodo de Retorno de 2 años 173
Mapa 51. Peligro de caído de roca por precipitación, para un Periodo de Retorno de 5 años 174
Mapa 52. Peligro de caído de roca por precipitación, para un Periodo de Retorno de 10 años 175
Mapa 53. Peligro de caído de roca por precipitación, para un Periodo de Retorno de 20 años. 176
Mapa 54. Peligro de caído de roca por precipitación, para un Periodo de Retorno de 50 años 177
Mapa 55. Peligro de caído de roca por precipitación, para un Periodo de Retorno de 100 años 178

Plaza Hidalgo 1, Cabecera Municipal,
Tultitlán, Estado de México, C.P. 54900
55 26 20 89 00

Mapa 56. Riesgo por deslizamiento de laderas a nivel AGEB. 185
Mapa 57. Riesgo por flujo a nivel AGEB. 192
Mapa 58. Riesgo por caídos y derrumbes a nivel AGEB. 199
Mapa 59. Zonas sísmicas de México 203
Mapa 60. Distribución de sismos con magnitud mayor a 7 en la república mexicana 205
Mapa 61. Distribución de sismos con epicentro en el Estado de México y la Ciudad de México 208
Mapa 62. Distribución de puntos de Vibración Ambiental. 214
Mapa 63. Zonificación Sísmica. 219
Mapa 64. Estructuras volcánicas y CVM 224
Mapa 65. Pómez del Alto Toluca de 10.5 ka BP 233
Mapa 66. Antecedentes de caída de ceniza del Popocatépetl 236
Mapa 67. Peligros de caída de ceniza del Popocatépetl 239
Mapa 68. Escenario de menor probabilidad 240
Mapa 69. Escenario de probabilidad media 241
Mapa 70. Escenario de mayor probabilidad 242
Mapa 71. Riesgo a nivel AGEB por caída de ceniza por material de construcción 250
Mapa 72. Antecedentes de hundimiento regional 253
Mapa 73. Sondeos de penetración estándar (SPT). 267
Mapa 74. Como resultado de la extracción de agua subterránea del acuífero Cuautitlán – Pachuca, el municipio de Tultitlán experimenta subsidencia 288
Mapa 75. Peligro por inundación 300
Mapa 76. Antecedentes de Inundaciones en el Municipio de Tultitlán. 301
Mapa 77. Polígonos de inundación. 302
Mapa 78. Tormentas de Granizo 304
Mapa 79. Tormentas eléctricas. 306
Mapa 80. Heladas 315
Mapa 81. Localización de gasolineras y venta de gas L.P. 328
Mapa 82. Antecedentes de explosiones en el municipio. 331
Mapa 83. Antecedentes de fugas toxicas en el municipio. 333
Mapa 84. Antecedentes de derrames químicos en el municipio. 335
Mapa 85. Accidentes por pirotecnia 338
Mapa 86. Puntos de calor. 341
Mapa 87. Incendios urbanos e industriales. 344
Mapa 88. Incendios forestales. 345
Mapa 89. Contaminación por cromo VI. 349
Mapa 90. Centros de residuos. 352
Mapa 91. Peligro por plaga de la polilla de cactus (Cactoblastis cactorum) 367
Mapa 92. Especies con importancia médica 368
Mapa 93. Accidentes terrestres años 2021, 2022 y 2023. 381
Mapa 94 Concentraciones masivas. 388
Mapa 95. Parroquia San Antonio de Padua. 390
Mapa 96. Parroquia la Inmaculada Concepción. 391
Mapa 97. Parroquia San Francisco de Asís Chilpan. 392
Mapa 98. Parroquia San Mateo Apóstol de Cuautepec y Templo Santa Muerte. 393
Mapa 99. Iglesia de Nuestra Señora de la Candelaria y Capilla Señor de la Misericordia. 394
Mapa 100. Parroquia San Pedro y San Pablo. 395
Mapa 101. Rutas de acceso: Peligro bajo/medio 398
Mapa 102. Rutas de acceso: Peligro alto 399

Índice de Tablas

Tabla 1. Localidades del Municipio de Tultitlán 39
Tabla 2. Demarcaciones territoriales del Municipio de Tultitlán 40
Tabla 3. Topoformas 50
Tabla 4. Elevaciones 52
Tabla 5. Cualificación de la altitud 52
Tabla 6. Sistemas Geomorfológicos 54
Tabla 7. Litología 58
Tabla 8. Rumbo y echado 59

Tabla 9. Tipos de suelo 62
Tabla 10. Hidrografía 67
Tabla 11. Clima 69
Tabla 12. Tipos de uso de suelo 71
Tabla 13. Tipos de vegetación 73
Tabla 14. Necesidades conjuntas no satisfechas en la calidad y espacios de vivienda 83
Tabla 15. Necesidades conjuntas no satisfechas en servicios básicos 84
Tabla 16 Colonias con asentamientos irregulares en Tultitlán 91
Tabla 17. Registro De Derechos De Aprovechamiento De Extracción De Agua 99
Tabla 18. Pozos de Tultitlán 100
Tabla 19. Fuentes de abastecimiento de agua 101
Tabla 20. Tanques de Almacenamiento 101
Tabla 21. Volumen de agua potable extraída en pozos de Tultitlán durante el año 2024 102
Tabla 22. Subestaciones eléctricas 103
Tabla 23. Red de drenaje 103
Tabla 24. Cárcamos de bombeo 104
Tabla 25. Infraestructura Pluvial 104
Tabla 26. Plantas de tratamiento de aguas residuales 105
Tabla 27. Red de transporte Mexibús 106
Tabla 28. Infraestructura de salud 108
Tabla 29. Tipos de Instituciones de Salud 108
Tabla 30. Infraestructura estratégica 110
Tabla 31. Ejemplos de principales vialidades Primarias 115
Tabla 32. Refugios temporales activos dentro del municipio 117
Tabla 32. Velocidad de movimiento 134
Tabla 33. Mecanismos de movimiento 135
Tabla 34. Antecedentes de inestabilidad de laderas 138
Tabla 35. Antecedentes 139
Tabla 36. Ponderaciones de la litología 142
Tabla 37. Ponderación de la densidad de lineamientos 143
Tabla 38. Ponderación de uso de suelo y vegetación 145
Tabla 39. Ponderación de la Energía del Relieve 147
Tabla 40. Ponderación de la Precipitación 148
Tabla 41 Susceptibilidad por deslizamiento de laderas 156
Tabla 42 Susceptibilidad por flujos 156
Tabla 43. Susceptibilidad por caída de rocas 157
Tabla 44. Matriz de riesgo para deslizamiento de laderas 179
Tabla 45. Niveles de vulnerabilidad, peligro y riesgo por deslizamiento de laderas 180
Tabla 46. Determinación de la población y viviendas de acuerdo con el nivel de riesgo. 184
Tabla 47. Matriz de riesgo para flujo 186
Tabla 48. Niveles de vulnerabilidad, peligro y riesgo por flujo 186
Tabla 49. Determinación de la población y viviendas de acuerdo con el nivel de riesgo. 191
Tabla 50. Matriz de riesgo para caídos de roca 193
Tabla 51. Niveles de Vulnerabilidad, Peligro y Riesgo por Caídos de Roca a nivel AGEB 193
Tabla 52. Determinación de la población y viviendas de acuerdo con el nivel de riesgo. 198
Tabla 53. Zonificación sísmica nacional 202
Tabla 54. Registro de sismos mayores a 7 204
Tabla 55. Identificación de la zona donde se encuentra el Municipio de Tultitlán. 209
Tabla 56. Escala de Mercalli con descripción 210
Tabla 57. Antecedentes de afectaciones por sismos 211
Tabla 58. Vibración ambiental, lugar en el mapa, documentación fotográfica. 215
Tabla 59. Visualización de espectros de Fourier de los puntos VA01, VA17 y VA34. 216
Tabla 60. Tabla de Resultados, frecuencia fundamental F0(Hz) y Periodo fundamental T(s) 217
Tabla 61 218
Tabla 62. Campos volcánicos monogenéticos 223
Tabla 63. Productos volcánicos según su estado físico 225
Tabla 64. Factores en la dispersión de ceniza 227
Tabla 65. Evolución volcánica 230
Tabla 66. Posible escenario 235
Tabla 67. Características de VEI 2 y 3 237

Tabla 68. Características del escenario de riesgo 243
Tabla 69. Impacto de la piedra pómez en la infraestructura 244
Tabla 70. Asignación sugerida de materiales de techo por grado de marginación 245
Tabla 71. Efectos de la ceniza volcánica(seca) en infraestructura 246
Tabla 72.Efectos de la ceniza volcánica (saturada) en infraestructura 246
Tabla 73. Aumento promedio entre ceniza y ceniza saturada 247
Tabla 74. Resultados de la distribución de techos por tipo de material de construcción 248
Tabla 75. Características del escenario de riesgo. 249
Tabla 76. Antecedentes de Hundimientos 254
Tabla 77. Antecedentes de socavón 254
Tabla 78. Asentamientos, población y viviendas en riesgos por hundimientos 257
Tabla 79. Antecedentes 258
Tabla 80. Tipos de agrietamiento 259
Tabla 81. Ubicación sondeos para la extracción de suelo. 261
Tabla 82. Resultado de límites de consistencia del SM-01 270
Tabla 83. Resultado de límites de consistencia del SM-03 270
Tabla 84. Resultado de límites de consistencia del SM-05 270
Tabla 85. Resultado de límites de consistencia del SM-05 271
Tabla 86. Resultados de granulometría del SM-02 271
Tabla 87. Resultados de granulometría del SM-04 271
Tabla 88. Resultados de granulometría del SM-06 271
Tabla 89. Resultado de granulometría del SM-08. 272
Tabla 77. Clasificación de la precipitación 294
Tabla 78. Agenda de riesgos. 295
Tabla 79. Tipo de declaratoria 296
Tabla 80. Antecedentes inundaciones en el municipio 297
Tabla 81. Eventos de lluvia en el municipio 298
Tabla 82. Antecedentes tormentas de granizo en el municipio 303
Tabla 83. Clasificación de la sequía de acuerdo con el monitor de sequía 307
Tabla 84. Escala Fujita 318
Tabla 85. Indicadores de daño 318
Tabla 86. Daños tras un tornado 319
Tabla 87. Estaciones de venta de gasolina y diésel 322
Tabla 88. Ubicaciones de centros de distribución. 323
Tabla 89. Noticia de periódico virtual. 324
Tabla 90. Estaciones de venta de gas L.P. 325
Tabla 91. Ubicaciones de los centros de distribución. 326
Tabla 92. Noticias de periódicos virtuales. 327
Tabla 93. Explosiones en el municipio. 330
Tabla 94. Reporte de explosiones por parte de la Coordinación Municipal de Protección Civil año 2024. 330
Tabla 95. Noticias de accidentes a causa de la pirotecnia. 336
Tabla 96. Reportes de quema de pirotecnia en el año 2024. 337
Tabla 97. Registro de incendios. 343
Tabla 98. Inventario de emisiones con valores expresados en toneladas por año, se incluyen fuentes fijas, aéreas, móviles y fuentes naturales. 353
Tabla 99 Organismos con posibilidad de volverse plagas 361
Tabla 101 100. Fauna de importancia médica 364
Tabla 101. Accidentes por año. 372
Tabla 102. Número y tipo de vehículos involucrados 373
Tabla 103 103. Número de accidentes por mes. 374
Tabla 103 104. Número de accidentes por mes. 374
Tabla 104 105. Cantidad de mortalidad. 376
Tabla 105 106. Accidentes por turno 377
Tabla 106 107. Tipo de accidentes. 378
Tabla 107 108. Factores por uso de suelo: FUSx 388
Tabla 109109. Población del análisis de cada festividad 389
Tabla 110. Tiempo de respuesta 396
Tabla 111. Matriz de riesgo para deslizamiento de laderas 402
Tabla 112. Niveles de vulnerabilidad, peligro y riesgo por deslizamiento de laderas 402
Tabla 113. Determinación de la población y viviendas de acuerdo con el nivel de riesgo. 407

Tabla 114. Matriz de riesgo para flujo 407
Tabla 115. Niveles de vulnerabilidad, peligro y riesgo por flujo. 408
Tabla 116. Determinación de la población y viviendas de acuerdo con el nivel de riesgo. 413
Tabla 117. Matriz de riesgo para caídos de roca 413
Tabla 118. Niveles de vulnerabilidad, peligro y riesgo por caídos de roca. 414
Tabla 119. Determinación de la población y viviendas de acuerdo con el nivel de riesgo. 419
Tabla 120. Asignación sugerida de materiales de techo por grado de marginación 420
Tabla 121. Efectos de la ceniza volcánica(seca) en infraestructura 421
Tabla 122.Efectos de la ceniza volcánica (saturada) en infraestructura 421
Tabla 123. Aumento promedio entre ceniza y ceniza saturada 422
Tabla 124. Resultados de la distribución de techos por tipo de material de construcción 423
Tabla 125. Características del escenario de riesgo. 424
Tabla 126. Actividades de acuerdo con las etapas de GIR 451
Tabla 127. Miembros del COE. 453
Tabla 128. Edades y sexos de las personas atendidas por paramédicos en 2025 461
Tabla 129. Colonias con mayor solicitud de paramédico 462
Tabla 130 Servicios más solicitados en 2025 463
Tabla 131. Simulacros realizados 2024 466
Tabla 132 Ubicación SAT 470

I. Referencias

Asociación Mexicana de Industrias de Investigación Farmacéutica. (22 de 01 de 2022). *Las fechas y momentos clave en el camino hacia las vacunas Covid-19*. Obtenido de Asociación Mexicana de Industrias de Investigación Farmacéutica, A.C.: https://amiif.org/las-fechas-y-los-momentos-clave-en-el-camino-hacia-las-vacunas-covid-19/

Ferrés i López, M., Espinasa Pereña, R., Reyes Pimentel , T. A., González Huesca, A., & Flores Soto , X. (Junio de 2012). *CENAPRED.* Obtenido de https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/225-HISTORIADELAACTIVIDADDELVOLCNPOPOCATPETL-17AOSDEERUPCIONES.PDF

(24 de 03 de 2024). Obtenido de UNAM: https://www.unam.mx/medidas-de-emergencia/incendios

Acerra, C., Aguacil, G., Anastasiadis, A., Atakan, K., Azzara, R., Bard, P., & Zacharopulos, S. (Diciembre de 2004). *Guidelines for the implement of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations measurments, processing and interpretation.* Obtenido de Sesame.geopsy.org: https://sesame.geopsy.org/Delivrables/Del-D23-HV_User_Guidelines.pdf

AMIIF. (22 de 01 de 2021). *Las fechas y momentos clave en el camino hacia las vacunas Covid-19*. Obtenido de AMIF INOVACCIÓN PARA LA VIDA: https://amiif.org/las-fechas-y-los-momentos-clave-en-el-camino-hacia-las-vacunas-covid-19/

ANAYA, J. G. (2001). ASENTAMINETOS IRREGULARES EN TULTITLAN. En j. G. ANAYA.

Aparicio, A. T. (2021). Los pepenadores y el tiradero de basura de la Sierra de Guadalupe (Tultitlán, México). Estudio de la Geografía de las Emociones centrado en el asco. *Revista de Geografía*, 20.

Argentina. (2024). *Terremotos*. Obtenido de www.argentina.gob.ar/: https://www.argentina.gob.ar/inpres/docentes-y-alumnos/terremotos

Armando García-Palomo, V. C.-V.-M.-G.-D. (2006). Landslide inventory map of Guadalupe Range, north of the Mexico basin. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 195-204.

ATSDR. (2016). *Resumen de Salud Pública: Cromo (Chromium)*. Obtenido de PHS CDC.

Ávila García, J. L. (2015). *Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma del Estado de México.* Obtenido de http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/49223/UAEM-FAPUR-MEMORIA-AVILA%2cJOSE.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ayuntamiento Constitucional de Sultepec. (2022). *Ayuntamiento Constitucional de Sultepec 2022 - 2024.* Obtenido de Ayuntamiento Constitucional de Sultepec:

https://copladem.edomex.gob.mx/sites/copladem.edomex.gob.mx/files/files/pdf/Planes%20y%20programas/Mpales-2022-2024/Sultepec_PDM_2022_2024.pdf

Ayuntamiento de Almoloya de Juárez. (2022). *Almoloya de Juárez.* Obtenido de Ayuntamiento de Almoloya de Juárez, 2022 - 2024: https://copladem.edomex.gob.mx/sites/copladem.edomex.gob.mx/files/files/pdf/Planes%20y%20programas/Mpales-2022-2024/AlmoloyaDelRio_PDM_2022-2024.pdf

Barbero Cerrada, R. (2015). Incendios industriales. En P. A. Hitado Escudero, C. Guadalajara, A. Arnalich Castañeda, J. L. Ayuso Blas, J. C. Muñoz Matías, R. Barbero Cerrada, & J. Ruiz Duarte, *Manual de Incendios* (págs. 215 - 217). Griker Orgemer.

Barradas, A. L. (2021). Monografía Municipal . CDMX, México.

Caballero Jimenez, G. V., Nieto Torres, A., Espinasa Pereña, R., Castañeda Bastida, E., & Hernández Oscoy, A. (24 de 01 de 2015). *Coordinación Nacional de Protección Civil.* Obtenido de Centro Nacional de Prevención de Desastres: https://www1.cenapred.unam.mx/COORDINACION_ADMINISTRATIVA/SRM/FRACCION_XLI_A/11.pdf

CAEM. (2018). *Programa Hídrico Integral del Estado de México 2017- 2023.* Toluca de Lerdo, Estado de México: Consejo Editorial de la Administración Pública Estatal.

CAEM. (2023). *Campamentos de auxilio.* Obtenido de https://caem.edomex.gob.mx

Camara. (2017). *DICTAMEN DE LA COMISIÓN DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS.* CDMX: LXIII.

Camara de Diputados. (2017). *Dictamen de la Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales.* Ciudad de Mexico: LXIII.

Capra, L., Norini, G., Groppelli, G., Macías-Vázquez, J., & Arce, J. (15 de Octubre de 2008). *ELSEVIER.* Obtenido de ScienceDirect: https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2008.04.016

Carlos-Valerio, V. (2007). *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana.* Obtenido de http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2007v59n2a4

CENAPRED. (2007). *Fasículos Sequías.* Ciudad de México: Centro Nacional de Prevención de Desastres.

CENAPRED. (1 de 04 de 2012). *Cenapred Publicaciones.* Obtenido de cenapred.unam.mx: https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/225-HISTORIADELAACTIVIDADDELVOLCNPOPOCATPETL-17AOSDEERUPCIONES.PDF

CENAPRED. (2016). *GUÍA DE CONTENIDO MÍNIMO PARA LA ELABORACIÓN DEL ATLAS NACIONAL DE RIESGOS.* México: Diario Oficial de la Federación.

CENAPRED. (30 de 01 de 2018). *8 recomendaciones para protegerte de los efectos del viento si estás en la calle*. Obtenido de CENAPRED: https://www.gob.mx/cenapred/articulos/7-recomendaciones-para-protegerte-de-los-efectos-del-viento-si-estas-en-la-calle

CENAPRED. (2021). *Manual de Comunicación de Riesgos a Nivel Municipal.* México.

CENAPRED. (2021). *Plan de Acción comunitario en Gestion de Riesgos y Resiliencia.* México.

CENAPRED. (2021). *TORMENTAS SEVERAS.* MEXICO.

CENAPRED. (2021). *TORMENTAS SEVERAS.* MEXICO.

CENAPRED. (2023). *INFORMACIÓN BÁSICA DE PELIGROS A NIVEL MUNICIPAL.* MÉXICO.

CENAPRED. (Mayo de 2024). *Atlas Nacional de Riesgos* . Obtenido de atlasnacionalderiesgos.gob: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/portal/fenomenos/

CENAPRED, COORD.NAN. P. C, SEGOB. (2024). *Universidad Autónoma del Estado de México.* Obtenido de UAEM: https://www.uaem.mx/sites/default/files/que-es-un-incendios-forestalpdfShQAu9q8F6.pdf

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. (2021). *Videos y textos accesibles para conocer más sobre los virus*. Obtenido de Cisese Difusión: https://www.cicese.edu.mx/cicese2/difusion/getDatosDifusionId/981

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (Julio de 1994). *Centro Nacional de Prevención de Desastres.* Obtenido de CENAPRED: https://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/397-4.PDF

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (Julio de 1994). *Centro Nacional de Prevención de Desastres.* Obtenido de CENAPRED: https://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/398-5.PDF

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (Mayo de 2008). *Centro Nacional de Prevención de Desastres.* Obtenido de CENAPRED: https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/7-FASCICULOINESTABILIDADDELADERAS.PDF

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (Agosto de 2009). *Centro Nacional de Prevención de Desastres.* Obtenido de CENAPRED: http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/377/1/images/folleto_i.pdf

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (Abril de 2012). *CENAPRED.* Obtenido de https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/214.pdf

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2014). *CENAPRED UNAM.* Obtenido de CENAPRED: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/descargas/anexos/Inestabilidad%20de%20laderas/Anexo%202.zip

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2015). *CENAPRED UNAM.* Obtenido de Atlas de Riesgo CENAPRED: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/descargas/anexos/Inestabilidad%20de%20laderas/Anexo%202.zip

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2015). *Centro Nacional de Prevención de Desastres.* Obtenido de CENAPRED: https://www1.cenapred.unam.mx/COORDINACION_ADMINISTRATIVA/SRM/FRACCION_XLI_A/13.pdf

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (16 de Diciembre de 2016). *CENAPRED.* Obtenido de CENAPRED UNAM: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/descargas/Guia_contenido_minimo2016.pdf

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2016). *Centro Nacional de Prevención de Desastres.* Obtenido de CENAPRED: https://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/357-CARTELMAPASDEPELIGROSDELVOLCNPOPOCATPETL.PDF

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (01 de Julio de 2016). *Centro Nacional de Prevención de Desastres.* Obtenido de CENAPRED: http://proteccioncivil.sfpcoahuila.gob.mx/INFOGRAFIAS/300-INFOGRAFAKARSTICIDAD.PDF

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (1 de Agosto de 2019). *Centro Nacional de Prevención de Desastres.* Obtenido de CENAPRED: https://www1.cenapred.unam.mx/DIR_INVESTIGACION/2109/2019_Fenomenos_de_hundimiento_y_agrietamiento_del_terreno_en_las_colonias_.pdf

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (26 de Junio de 2019). *Centro Nacional de Prevención de Desastres.* Obtenido de CENAPRED: https://www.gob.mx/cenapred/articulos/clasificacion-de-las-erupciones-volcanicas#:~:text=Las%20explosiones%20recientes%20del%20Popocat%C3%A9petl,VEI%20de%203%20a%204.

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (29 de Junio de 2019). *Centro Nacional de Prevención de Desastres.* Obtenido de CENAPRED: https://www.gob.mx/cenapred/articulos/clasificacion-de-las-erupciones-volcanicas#:~:text=Las%20explosiones%20recientes%20del%20Popocat%C3%A9petl,VEI%20de%203%20a%204.

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2020). *Centro Nacional de Prevención de Desastres.* Obtenido de CENAPRED: https://www1.cenapred.unam.mx/DIR_INVESTIGACION/2020/1er_Trimestre/FRACCION_XLI/RV/Mapas_practicos_de_peligros_de_los_volcanes_Nevado_de_Toluca_San_Martin_Tuxtla_y_los_campos_monogeneticos_de_Chichinautzin_XalapayMichoacan-Guanajuato.pdf

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (Abril de 2021). *CENAPRED.* Obtenido de Centro Nacional de Prevención de Desastres: https://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/319-INFOGRAFAPELIGROSVOLCNICOS.PDF

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (Abril de 2021). *Centro Nacional de Prevención de Desastres.* Obtenido de CENAPRED: https://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/319-INFOGRAFAPELIGROSVOLCNICOS.PDF

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (Abril de 2021). *Centro Nacional de Prevención de Desastres.* Obtenido de CENAPRED: https://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/308-INFOGRAFAINUNDACIONESSBITAS.PDF

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (Marzo de 2022). *Centro Nacional de Prevención de Desastres.* Obtenido de CENAPRED: https://www1.cenapred.unam.mx/DIR_INVESTIGACION/2022/XLI/DS/2021_Guia_de_Prevencion_Hundimiento_y_Agrietamiento_Fasciculo.pdf

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2022). *Centro Nacional de Prevención de Desastres.* Obtenido de CENAPRED: https://www1.cenapred.unam.mx/DIR_INVESTIGACION/2022/XLI/DS/2021_Guia_de_Prevencion_Hundimiento_y_Agrietamiento_Fasciculo.pdf

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (19 de Mayo de 2023). *Centro Nacional de Prevención de Desastres.* Obtenido de CENAPRED: https://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/272-TRPTICORECOMENDACIONESENCASODECADADECENIZAVOLCNICA.PDF

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (mARZO de 2024). *Centro Nacional de Prevención de Desastres.* Obtenido de CENAPRED: https://www.cenapred.unam.mx/DatosAbiertos/Guia_ReduccionRiesgos.pdf

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (24 de Septiembre de 2024). *Centro Nacional de Prevención de Desastres*. Obtenido de CENAPRED: https://www.gob.mx/cenapred/es/articulos/inestabilidad-de-laderas-como-evitar-un-desastre-en-temporada-de-lluvias-378585

Chaine, P. G. (23 de febrero de 2011). Contaminación en Tultitlán genera severos problemas ambientales. *Agencia de Noticias MVT*.

Cibrián-Tovar. (2021). *Fundamentos para el Manejo Integrado de Plagas Forestales MIPF.* Estado de México: Universidad Autonoma de Chapingo.

Civil, C. M. (2022). *Programa Municipal de Proteccíon Civil.* Estado de México.

Civil, C. N. (2022). *Programa Nacional de Protección Civil .* México.

COANBIO. (2015). *Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México.* Mexico DF: CONABIO.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2024). *Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas*. Obtenido de CONANP: https://sig.conanp.gob.mx/

Comisión Nacional del Agua. (2010). *Comisión Nacional del Agua.* Obtenido de CONAGUA: https://gisviewer.semarnat.gob.mx/geointegrador/enlace/atlas2010/atlas_agua.pdf

Comisión Nacional del Agua. (2024). *Comisión Nacional del Agua*. Obtenido de CONAGUA: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/edomex/DR_1503.pdf

Comisión Nacional del Agua. (2024). *Comisión Nacional del Agua*. Obtenido de CONAGUA: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/edomex/DR_1502.pdf

Comisión Nacional del Agua. (2024). *Comisión Nacional del Agua*. Obtenido de CONAGUA: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/edomex/DR_1501.pdf

CONABIO. (2023). *Biodiversidad Mexicana.* Obtenido de Biodiversidad GOB: https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/invasoras

CONACYT. (2022). *Servicios de Información Geoespacial Plataforma GeoWeb IDEGeo.* Obtenido de Servicios de Información Geoespacial Plataforma GeoWeb IDEGeo: https://idegeo.centrogeo.org.mx/layers/geonode:zonassismicasmexico_rt_gw84

CONAFOR. (2023). *Complejo de Escarabajos Ambrosiales.* SEMARNAT.

CONAFOR. (2025). *Insectos Defoliadores.* CONAFOR.

CONAFOR. (2025). *Plantas parásitas.* SEMARNAT. Obtenido de SEMARNAT.

CONAFOR. (S.f.). *Cactoblastis cactorum Berg.* SEMARNAT.

CONAGUA. (2024). *smn.conagua.gob.* Obtenido de https://smn.conagua.gob.mx/: https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica

CONAGUA. (2024). *smn.conagua.gob.mx.* Obtenido de Monitor Sequía: https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico

Coordinación General de Protección Civil y Gestión Integral de del Riesgo. (20 de Febrero de 2024). *Coordinación General de Protección Civil y Gestión Integral de del Riesgo.* Obtenido de CGPCyGIR: https://cgproteccioncivil.edomex.gob.mx/sites/cgproteccioncivil.edomex.gob.mx/files/files/que%20ofrecemos_pdf/planes/planes2024/POPOCATEPETL%20FINAL_veda.pdf

Coordinación Municipal de Protección Civil. (2023). *Programa Municipal de Protección Civil.* Estado de México.

Coordinación Nacional de Protección Civil. (marzo de 2018). *Sistemas invernales.* Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/336974/3-SI_RH.pdf

Cruz-Martinez. (2020). Micangio mesonotal del escarabajo ambrosial Xylosandrus curtulus (Eichhoff, 1869) (Curculionidae: Scolytinae) en Ziracuaretiro, Michoacán, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 1-9.

de los Angeles Velasco, M., Gudiño, A., & Chávez, S. (1 de Julio de 1997). Tensión por el "Popo" en DF y cuatro estados. *La Jornada*.

Díaz Barrios, I. R. (2016). *Red Cubana de la Ciencia*. Obtenido de red ciencia cu: http://www.redciencia.cu/geobiblio/paper/2016-Idelfonso-Resumen%20tesis.pdf

Díaz, J. S. (1998). *Deslizamiento de taludes en zonas tropicales.* Bucaramanga, Colombia: Ingeniería de suelos, Ltda.

Díaz, J. S. (1998). *Deslizamientos de taludes en zonas tropicales.* Bucaramanga, Colombia: Ingeniería de suelos Ltda.

DOW/URV de Desarrollo Sostenible. (09 de 04 de 2024). *DOW/URV de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de Mòduls URV - Desenvolupament Sostenible: https://www.desenvolupamentsostenible.org/es/-los-riesgos-naturales/3-concepto-y-tipo-de-riesgo/3-4-riesgo-de-movimientos-del-terreno/3-4-2-hundimientos-y-subsidencias

Ecoexploratorio. (5 de Mayo de 2024). *EcoExploratorio Museo de Ciencia de Puerto Rico*. Obtenido de ecoexploratorio.org: https://ecoexploratorio.org/amenazas-naturales/terremotos/magnitud-intensidad-y-aceleracion/

Economista, E. (15 de 03 de 2025). *¿Cuáles son las variantes de Covid-19 que aún circulan en México?* Obtenido de El Economista: https://www.eleconomista.com.mx/politica/son-variantes-covid-19-aun-circulan-mexico-20250315-750623.html

El Debate. (17 de Enero de 2023). Reporte de sismicidad en México en 2022, Oaxaca tuvo el mayor porcentaje con un 29%. *El Debate*.

ENAPROC. (2022). *https://www.enaproc.gob.mx/*. Obtenido de Programa Educativo Técnico Básico en Gestión Integral de Riesgo: https://www.enaproc.gob.mx/

Escudero. (2021). La pandemia de Coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19): Situación actual e implicaciones para México. *rchivos de cardiología de México*, 7-14.

Estación de Bomberos Felipe Ángeles de Jesús. (2022). *Registro anual 2022 de la Estación de Bomberos Felipe Ángeles de Jesús (centro).*

F. J. Pérez-Torrado., &. R.-G. (2015). ¿Cómo se miden las erupciones volcánicas? EL índice de explosividad volcánica. *Enaseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 23-24.

FAO. (2018). *https://www.fao.org/newsroom/story/Polluting-our-soils-is-polluting-our-future/es*.

FAO. (S.f.). *El cambio climático, las plagas y las enfermedades transfronterizas.* ONU.

FERA. (2020). *Polyphagous Shot Hole Borer (Euwallacea sp.) and Fusarium Dieback (Fusarium euwallaceae).* Inglaterra.

Fideicomiso para el Desarrollo de Parques y Zonas Industriales en el Estado de México. (16 de abril de 2024). *Gobierno del Estado de México*. Obtenido de FIDEPAR: https://fidepar.edomex.gob.mx/desarrollos_industriales

G. D. E. de México. (2018). *Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire en el Estado de México.* Obtenido de Semarnat.gob: http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/proaire/34_ProAire

Gaceta Oficial de la Federación. (2002). *Gaceta oficial de la federación.* Ciudad de Mexico.

Gaceta Oficial del Distrito Federal. (2005). *DECRETO DE DELIMITACIÓN DE LAS ÁREAS DE ACTUACIÓN DEL PROGRAMA GENERAL DE DESARROLLO URBANO DEL DISTRITO FEDERAL.* .

GAMA. (09 de 04 de 2024). *Grupo de Análisis de situaciones Meteorológicas Adversas - GAMA.* Obtenido de FLOODUP: http://www.floodup.ub.edu/inundaciones/

García Amaro, E. (1 de Mayo de 2004). *Instituto de Geografía, UNAM*. Obtenido de Instituto de Geografía: http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/83/82/251

García, J. (2022). Factores sociales que influyen en aumentar el contagio de la covid-19 en México. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*.

García-Palomo, A., & et al. (2008). *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*. Obtenido de Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, UNAM: https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcg/v25n1/v25n1a10.pdf

García-Palomo, A., Carlos-Valerio, V., López-Miguel, C., Galván-García, A., & Concha-Dimas, A. (2006). *Boletín de la Sociedad GeolóGica Mexicana*. Obtenido de Sociedad Geológica Mexicana, UNAM: http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca04/5802/(2)Garcia.pdf

Gatopardo. (2011). *Sierra Guadalupe: el abandono de una Área Natural Protegida*. Obtenido de https://gatopardo.com/reportajes/sierra-de-guadalupe-el-abandono-de-un-area-natural-protegida/

Germán. (2024). *Ecología verde*. Obtenido de https://www.ecologiaverde.com/tornado-que-es-como-se-forma-tipos-y-consecuencias-4960.html#anchor_4

Gil. (2021). CUADRO CLÍNICO DEL COVID-19. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 20-29.

Gobierno de México. (7 de Febrero de 2018). *Diario Oficial de la Federación.* Obtenido de Diario Oficial de la Federación, DOF: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/337522/2018_02_07_VES_semarnat__E.T._P_NUCO.pdf

Gobierno de México. (16 de octubre de 2020). *Gobierno de México.* Obtenido de gob.mx: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/601760/TEMA_4_RIESGOS_QUIMICOS.pdf

Gobierno del Estado de México. (2022). *Tultitlan gob.* Obtenido de https://tultitlan.gob.mx/documentos/plan_desarrollo_urbano_2022.pdf

Gobierno del Estado de México. (2023). *Gobierno del Estado de México, CAEM.* Obtenido de Comisión del Agua del Estado de México: https://agua.edomex.gob.mx/sites/agua.edomex.gob.mx/files/images/CuencaHidrologica/AtlasCuencaHidrologica.pdf

Gobierno Federal. (2024 de 1988). *GOB SEMARNAT*. Obtenido de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf

Gobierno Federal. (2022). Obtenido de GOB CONANP: https://www.gob.mx/conanp/documentos/areas-naturales-protegidas-region-centro-y-eje-neovolcanico?state=published

Gobierno Municipal - Tultitlán. (2013). *Tultitlán gob.* Obtenido de https://rmgir.proyectomesoamerica.org/PDFMunicipales/2013/15109_AR_TULTITAN.pdf

Gobierno Municipal - Tultitlán. (2013). *Tultitlán gob.* Obtenido de https://rmgir.proyectomesoamerica.org/PDFMunicipales/2013/15109_AR_TULTITAN.pdf

Gobierno Municipal 2025 - 2027. (2025). *Gobierno de Tultitlán de Mariano Escobedo.* Obtenido de Tultitlán: https://tultitlan.gob.mx/normatividad/Plan_de_Desarrollo_Municipal_2025-2027.pdf

Gobierno Municipal. (2025). *Tultitlán.* Obtenido de Tultitlán.gob.mx: https://tultitlan.gob.mx/normatividad/Plan_de_Desarrollo_Municipal_2025-2027.pdf

Gobierno Municipal Tultitlán. (2024). *Bando Municipal.* Tultitlán.

GOF. (2002). *GACETA OFICIAL DEL.* CDMX.

GOF. (2006). Gaceta Oficial del Distrito Federal. *"EJIDOS DE XOCHIMILCO Y SAN GREGORIO ATLAPULCO".* .

González, I. P. (Febrero de 2020). *Gobierno de México.* Obtenido de gob.mx: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/605205/TEMA_1_PREVENCION_DE_INCENDIOS.pdf

Greenteach. (25 de febrero de 2024). Obtenido de Tormentas de arena y tormentas de polvo: Qué son, Cómo se forman, Consecuencias y Cómo sobrevivir a ellas: https://www.greenteach.es/tormentas-de-arena-y-tormentas-de-polvo/#:~:text=Las%20tormentas%20de%20arena%20y%20polvo%20est%C3%A1n%20causadas,polvo%2C%20que%20empobrecen%20la%20agricultura%20y%20la%20ganader%C3%ADa.

Guitiérrez. (1986). Contaminacíon por cromo en el Norte de la Ciudad de México, un enfoque interdiciplinario. *Investigaciones Geográficas*, 77-125.

H. Ayuntamiento de Tultitlán, Estado de México. (2013). *Actualización del Atlas de Riesgos del Municipio de Tultitlán, Estado de México.* Obtenido de https://rmgir.proyectomesoamerica.org/PDFMunicipales/2013/15109_AR_TULTITAN.pdf

Helmuth. (2000). *Cactoblastis Cactorum, una Nueva Plaga de Muy Alto Riesgo Para las Opuntias de* .

Hubp, J. L. (2011). *Diccionario geomorfológico.* Coyoacán, 04510: D.R. © 2011 Universidad Nacional Autónoma de México.

Hubp, J. L. (2011). *Diccionario Geomorfológico.* Ciudad de México: Instituto de Gepgrafía. UNAM.

INECC. (2023). *Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire*. Obtenido de SINAICA: https://sinaica.inecc.gob.mx/

INEGI. (2010). *Compendio de Información Gráfica Municipal. Tultitlán.* México: INEGI.

INEGI. (2021). INEGI. En INEGI, *Detección de zonas de subsidencia en México con técnicas satelitales* (pág. 25). México. Obtenido de INEGI.

INEGI. (2024). *INFORMACION POR ENTIDAD RELIEVE.* MEXICO: https://cuentame.inegi.org.mx/.

INSP. (2020). *COVID-19, más que una enfermedad respiratoria.* CDMX: GINSP.

Instituto de Geofísica. (2006). *IGEF, UNAM.* Obtenido de Instituto de Geofísica, UNAM: https://rmcg.geociencias.unam.mx/index.php/rmcg/article/view/807/670

Instituto de Geofísica. (Abril de 2008). *IGEF, UNAM.* Obtenido de Instituto de Geofísica, UNAM: https://rmcg.geociencias.unam.mx/index.php/rmcg/article/view/675/531

Instituto de Geofísica. (noviembre de 2017). *Instituto de Geofísica, UNAM.* Obtenido de Instituto de Geofísica de la UNAM (IGEF): https://www.geofisica.unam.mx/monografias/IGEF_monografias_22.pdf

Instituto de Geografía, U. (2024). *Instituto de Geografía, UNAM*. Obtenido de https://www.geografia.unam.mx/geoigg/investigacion/geo_fisi2.php

Instituto de Geografía. UNAM. (10 de 04 de 2024). *Unidad de Tecnologías de la Información del Instituto de Geografía*. Obtenido de Instituto de Geografía: https://www.geografia.unam.mx/geoigg/investigacion/geo_fisi2.php

Instituto de Protección Civil del Estado de Mexico. (2005). *Instituto de Protección Civil del Estado de Mexico.* Obtenido de Instituto de Protección Civil del Estado de Mexico: https://cgproteccioncivil.edomex.gob.mx/sites/cgproteccioncivil.edomex.gob.mx/files/files/Que%20hacer/2024/que%20hacer/boton_inves/Fracturamientos_recientes.pdf

Instituto de Protección Civil del Estado de Mexico. (2005). *Instituto de Protección Civil del Estado de Mexico.* Obtenido de Instituto de Protección Civil del Estado de Mexico: https://cgproteccioncivil.edomex.gob.mx/sites/cgproteccioncivil.edomex.gob.mx/files/files/Que%20hacer/2024/que%20hacer/boton_inves/Riesgos_por_flujos_de_lodo.pdf

Instituto de Protección Civil del Estado de Mexico. (2005). *Instituto de Protección Civil del Estado de Mexico.* Obtenido de Instituto de Protección Civil del Estado de Mexico: https://cgproteccioncivil.edomex.gob.mx/sites/cgproteccioncivil.edomex.gob.mx/files/files/Que%20hacer/2024/que%20hacer/boton_inves/Propuesta_retenció_escombros.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (1981). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía.* Obtenido de INEGI: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825220594/702825220594_1.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2000). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía.* Obtenido de INEGI: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825222949/702825222949_5.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2016). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía.* Obtenido de INEGI: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825086886_1.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. Obtenido de INEGI: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/889463842644.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).* Obtenido de Subsidencia detectada con técnicas satelitales: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825199395.pdf

Instituto Nacional de Estadistica y Geografia. (2025). *INEGI*. Obtenido de Programa de información: https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2024/

Instituto Politécnico Nacional. (2024). *Instituto Politécnico Nacional.* Obtenido de IPN: https://www.esiatic.ipn.mx/geofenomenos/agrietamientos/agrietamientos.html#:~:text=fenomeno-,El%20fen%C3%B3meno,a%20varios%20decenas%20de%20cent%C3%ADmetros.

La Jornada. (05 de Abril de 2025). *La Jornada*. Obtenido de jordana: https://www.jornada.com.mx/noticia/2025/04/05/estados/apoyan-cuatro-municipios-mexiquenses-la-limpieza-del-canal-de-cartagena?utm_source=chatgpt.com

Lecuona, D. (5 de octubre de 2022). Plástico, unicel y hasta balones, por esto se inundó Tultitlán tras las lluvias de ayer. *Milenio*.

Lemougna, P. N., Wang, K., Tang, Q., Nzeukou Nzeugang, A., Billong, N., Chinje Melo, U., & Cui, X. (Octubre de 2018). *ELSEVIER*. Obtenido de ScienceDirect: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.05.031

Lugo Hubp, J. (2011). *Instituto de Geografía, UNAM.* Obtenido de Instituto de Geografía IGg UNAM: http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/32/32/95

Lugo-Hubp, J. (14 de septiembre de 2011). *Publicaciones Instituto de Geografía.* Obtenido de Diccionario Geomorfológico: http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/32/32/95-1

Madrid + Salud. (2024). *madridsalud.es*. Obtenido de madridsalud.es: https://madridsalud.es/el-frio-y-el-riesgo-para-la-salud-de-las-bajas-temperaturas/

Martha. (2023). Prevalencia de anticuerpos y vacunación. *Salud Pública de México*, 135-145.

MedlinePlus. (02 de 22 de 2023). *Coronavirus*. Obtenido de NIH Biblioteca Nacional de Medicina: https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/007767.htm

Méndez. (2021). México y su población ocupada al inicio de la pandemia por COVID-19: Entre la esencialidad y el riesgo en el trabajo. *Revista Latinoamericana De Población*, 166-210.

Mora Fonseca, I. L. (2020). *RIESGOS QUÍMICOS.* Ciudad de México: Centro Nacional de Prevención de Desastres.

Morales-Saldaña. (30 de Julio de 2025). *Plantas parásitas en la era genómica*. Obtenido de INECOL: https://www.inecol.mx/index.php/divulgacion/ciencia-hoy/plantas-parasitas-en-la-era-genomica

MUNIVE, M., DOMÍNGUEZ, L., & ZARAGOZA, A. (2022). *Fascículo de hundimiento y agretamiento del terreno.* Centro Nacional de Prevención de Desastres, Coordinación Nacional de Protección Civil. Ciudad de México: Centro Nacional de Prevención de Desastres.

Museo Geologico. (1993). *SERNAGEOMIN, MUSEO GEOLOGICO*. Obtenido de www.sernageomin.cl: https://www.sernageomin.cl/Museo_Geologico/terremotos/losTerremotos2.html#:~:text=Cuando%20ocurre%20en%20la%20corteza,unos%206.370%20km%20de%20profundidad).

National Institutes of Health. (2023). *NIHMedlinePlus revista*. Obtenido de Virus de invierno: https://magazine.medlineplus.gov/es/art%C3%ADculo/winter-viruses

Olivera, G. (2001). Trayectoria de las reservas territoriales en México: irregularidad, desarrollo urbano y administración municipal tras la reforma constitucional de 1992. *EURE* , 61-84.

OPS. (2020). COVID-19 Glosario sobre brotes y epidemias. En O. P. Salud, *COVID-19 Glosario sobre brotes y epidemias. Un recurso para periodistas y comunicadores.*

OPS. (2020). *GLOSARIO SOBRE BROTES Y EPIDEMIAS* . Honduras: OMS.

OPS. (01 de 07 de 2025). *Variantes del SARS-COV-2 (COVID-19) - Preguntas frecuentes*. Obtenido de OPS Región de las Américas: https://www.paho.org/es/variantes-sars-cov-2-covid-19-preguntas-frecuentes

P.E.F. (2001). *DOF*. Obtenido de Diario Oficial de la Federación.

Park, W. (26 de marzo de 2024). *Weathers Park* . Obtenido de https://es.weatherspark.com/y/5574/Clima-promedio-en-Tultitl%C3%A1-de-Mariano-Escobedo-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o

Ponce, S. (2021). COVID-19: la gran pandemia de 2020#. *Boletin de Slus Pública*, 21-27.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2007). *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*. Obtenido de PNUMA: https://biblioteca.hegoa.ehu.eus/downloads/16642/%2Fsystem%2Fpdf%2F2091%2FPerspectivas_del_Medio_Ambiente_Mundial_2007.pdf

Quintero-Legorreta, O. (2002). *Instituto de Geología, UNAM*. Obtenido de Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México: http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/index.php/192-sitio/articulos/tercera-epoca/5501/910-5501-1-quintero

Quiñonez-Barraza. (S.f.). Curso Teorico-Práctico sobre: Manejo de Plagas y Enfermedades Forestales "Insectos Defoliadores". *Insectos Defoliadores* (pág. 19). Estado de Mexico: CHAPINGO U.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. (2014). *REAL ACADEMIA ESPAÑOLA*. Obtenido de RAE: https://dle.rae.es/otrora

Registro Anual. (2023). Registro anual .

Revista Digital Alcaldes de México. (1 de abril de 2023). *Los 100 municipios con más asentamientos humanos irregulares*. Obtenido de https://www.alcaldesdemexico.com/revista/alcaldes-de-mexico/los-100-municipios-con-mas-asentamientos-humanos-irregulares/#:~:text=En%20el%20pa%C3%ADs%20existen%2017,Estad%C3%ADstica%20y%20Geograf%C3%ADa%20(Inegi).

Reyes Enriquez, A., Valdez Pérez, E., & Mireles Lezama, P. (2006). *Facultad de Planeación Urbana y Regional UAEM.* Obtenido de (FaPUR) : http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal11/Procesosambientales/Geomorfologia/02.pdf

RIEGO. (28 de 03 de 2024). *Riego.org*. Obtenido de glosario de riego: https://www.riego.org/glosario/

Ríos, L. (7 de febrero de 2020). Operan tiraderos ilegales. *El Heraldo*, pág. 1.

Rodríguez-Ponciano. (30 de 06 de 2023). *Historia de la COVID-19*. Obtenido de Unidades de Apoyo para el Aprendizaje. CUAIEED/Facultad de Medicina-UNAM: https://repositorio-uapa.cuaed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/2526/mod_resource/content/3/UAPA-historia-covid19/index.html

Sánchez, P. (2020). Brotes, epidemias, eventos y otros términos epidemiológicos de uso cotidiano. *Rev Cubana Salud Pública vol.46 no.2*, 46.

Sánchez-Ríos. (2021). Enfermedad COVID-19 en adultos jóvenes mexicanos hospitalizados. *Neumología y cirugía de tórax*, 105-110.

Sanz. (2021). Papel del sistema inmune en la infección por el SARS-CoV-2: inmunopatología de la COVID-19. *Medicine (Madr)*, 1917-1931.

SECITHI. (2023). *Vigilancia de variantes del virus SARS-CoV-2*. Obtenido de CONAHCYT: https://salud.conahcyt.mx/coronavirus/variantes/

Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación. (6 de Marzo de 2023). *Vigilancia de variantes del virus SARS-CoV-2*. Obtenido de Salud CONAHCYT: https://salud.conahcyt.mx/coronavirus/variantes/

Secretaría de Cultura y Turismo. (s.f.). Obtenido de https://experiencia.edomex.gob.mx/mapa_pagina_frontal/mostrarDetalle/2440#:~:text=En%20Tultitl%C3%A1n%20se%20conservan%20festividades,festividades%20de%20cada%20barrio%20de

Secretaría de Desarollo Urbano e Infraestrucutra. (2023). *Modificación de Desarollo Urbano, Coacalco Berriozábal 2023.* Coacalco: Gobierno del Estado de Mexico.

Secretaría de Gobernación. (9 de Diciembre de 2023). *Diario Oficial de la Federación*. Obtenido de DOF: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5708074&fecha=09/11/2023#gsc.tab=0

Secretaría de Marina. (2012). Obtenido de https://digaohm.semar.gob.mx/cat/Archivos/Historia_Tsunamis.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2003). *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Obtenido de SEMARNAT: http://centro.paot.org.mx/documentos/semarnat/cuenca_hidrografica.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013). *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Obtenido de SEMARNAT: https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001596.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Obtenido de https://www.gob.mx/semarnat/articulos/suelos-de-importancia-crucial-para-la-vida-humana-y-la-biodiversidad?idiom=es

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (30 de Noviembre de 2018). *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.* Obtenido de SEMARNAT: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5545526&fecha=30/11/2018#gsc.tab=0

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2023). *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.* Obtenido de SEMARNAT: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgiraDocs/documentos/gro/estudios/2023/12GE2023TD021.pdf

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2023). *Sierra de Guadalupe*. Obtenido de ANP: http://data.sedema.cdmx.gob.mx:9000/anp/assets/pages/sierraG.php

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (23 de abril de 2024). *Gobierno de México*. Obtenido de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: https://gisviewer.semarnat.gob.mx/bol/07_2104/

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2024). Programa especial derivado del Plan Nacional de Desarollo. En S. d. Naturales, *Programa especial derivado del Plan Nacional de Desarollo 2019-2024.* Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR).

Secretaría de Salud. (13 de Septiembre de 2021). *Variantes del virus SARS-CoV2*. Obtenido de Gobierno de México: https://www.gob.mx/promosalud/articulos/variantes-del-virus-sars-cov2-282523?idiom=es

SEDATU. (2020). *PROGRAMA TERRITORIAL OPERATIVO DE LA ZONA NORTE DEL VALLE DE MÉXICO.* CDMX.

SEDEMA . (2020). *Informe Anual Calidad del Aire 2020 Ciudad de México.* CDMX: Gobierno de la Ciudad de México.

SEDEMA. (2018). *Contaminantes criterio, tóxicos y gases y compuestos de efecto invernadero.* CDMX: Dirección de Calidad del Aire.

SEDEMA. (2023). *SIERRA DE GUADALUPE.* Obtenido de http://data.sedema.cdmx.gob.mx:9000/anp/assets/pages/sierraG.php

SEDEMA. (2023). *SIERRA DE GUADALUPE ZONA SUJETA A CONSERVACIÓN ECOLÓGICA.* Obtenido de http://data.sedema.cdmx.gob.mx:9000/rally/pex/assets/pages/sitios/sierraG.php

SEMARNAT. (09 de 04 de 2024). *SEMARNAT*. Obtenido de gisviewer.semarnaT: https://gisviewer.semarnat.gob.mx/bol/07_2104/

SEMARNAT. (s.f.). Programa Especial derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. En D. S. Naturales, *Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados 2021-2024* (pág. 46). Ciudad de Mexico: Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR).

SENASICA. (2019). *Complejo Escarabajo Ambrosia del Laurel Rojo.* SADER.

SENASICA. (2019). *Complejo escarabajo barrenador polífago.*

SENASICA. (2019). *Escarabajo Amborsia del Laurel Rojo.* SADER.

SENASICA. (2019). *Guía de síntomas y daños deL escarabajo barrenador polífago (Euwallacea sp.).* SADER.

SENASICA. (2019). *Palomilla del Nopal Cactoblastis cactorum Berg Ficha Tecnica No 11.* SADER.

SENASICA. (2024). *Manejo de Heno Motita.* SAGARPA.

SENSASICA. (2019). *Complejo Escarabajo Ambrosia del Laurel Rojo.* SADER.

Servicio Geológico Mexicano. (22 de Marzo de 2017). *SGM*. Obtenido de Servicio Geológico Mexicano: https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Depositos-piroclasticos-y-rocas.html#:~:text=Entre%20los%20productos%20volc%C3%A1nicos%20se,existen%20otras%20clasificaciones%20m%C3%A1s%20espec%C3%ADficas.

Servicio Geológico Mexicano. (22 de Marzo de 2017). *SGM*. Obtenido de https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Depositos-piroclasticos-y-rocas.html

Servicio Geológico Mexicano. (17 de Noviembre de 2023). *Servicio Geológico Mexicano*. Obtenido de SGM: https://www.gob.mx/cenapred/articulos/efemerides-a-111-anos-del-sismo-de-acambay

Servicio Meteorológico Nacional. (s.f.). *Glosario Técnico*. Obtenido de Servicio Meteorológico Nacional/Conagua: https://smn.conagua.gob.mx/es/smn/glosario

Servicio Metereologico Nacional. (2024). *smn.conagua.gob.* Obtenido de Resúmenes Mensuales de Temperaturas y Lluvia: https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias

Siebe Grabach, C., Abrams, M., & Macías Vázquez, J. L. (jULIO de 1995). *Centro Nacional de Prevención de Desastres.* Obtenido de CENAPRED: https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/149-1.pdf

Skybrary. (2021-2024). *SkyBrary*. Obtenido de SkyBrary.aero: https://skybrary.aero/articles/cold-wave

Sociedad Geológica Mexicana. (2007). Geología y procesos de remoción en masa asociados a un domo volcánico tipo couleé: cerro El Tenayo, Tlalnepantla, Estado de México. En V. C. Valerio, A. García Palomo, C. López Miguel, & A. H. Galván García, *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* (págs. Vol. 59. p. 183-201). Estado de México: SGM.

Suárez, J. (1998). *Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales* . Bucaramanga, Colombia: Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos.

Suresh D, & Yarrakula, K. (Octubre de 2018). *Council of Scientific and Industrial Research.* Obtenido de Indian Journal of Geo-Marine Sciences SCIR: https://nopr.niscpr.res.in/bitstream/123456789/45170/1/IJMS%2047%2810%29%201918-1933.pdf

Tamaulipas, C. G. (2020). Guía operativa para Refugios Temporales.

Tellez-Narvarrete. (2021). Enfermedad COVID-19 en adultos jóvenes mexicanos hospitalizados. *NCT Neumología Y Cirugía De Tórax*, 105-110.

Timetoast Timelines. (2024). *Timetoast.com*. Obtenido de TIMETOAST TIMELINES: https://www.timetoast.com/timelines/terremotos-7952940d-ae9c-49f7-adff-044ba9dd3250

Tomás Jover, R. (2009). *Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante.* Obtenido de RUA: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/21700/1/199932-267500-1-PB.pdf

Torres Orozco, R., Arce Saldaña, J. L., William Layer, P., & Benowitz, J. (2017). Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0895981117301414?via%3Dihub

Trejo González, R. (2019). *Repositorio Institucional de la UNAM.* Obtenido de http://132.248.9.195/ptd2019/septiembre/0795747/0795747.pdf

Tultitlan. (2023). *Programa Anual de Mejora Regulatoria de Tultitlan.* Estado de Mexico.

Tultitlan. (2025). Plan de Desarrollo Municipal .

Tultitlan. (2025-2027). Plan de Desarrollo Municipal .

Tultitlán, M. (2023). *DIF Tultitlan.* Estado de México.

Tultitlán, P. C. (2022). *Protocolos ante Inundación de Tultitlan.* Estado de Mexico.

Tultitlan, P. C. (s.f.). *Protección Civil y Bomberos Tultitlan*. Obtenido de Protección Civil y Bomberos Tultitlan.

UNAM, F. M. (29 de 05 de 2020). *+Salud FACMED*. Obtenido de ¿Qué es un virus?: https://massalud.facmed.unam.mx/index.php/que-es-un-virus/#:~:text=Un%20virus%20es%20un%20par%C3%A1sito,permite%20ser%20clasificados%20y%20estudiados.

United States Geological Survey. (5 de Mayo de 1999). *U.S. Geological Survey*. Obtenido de USGS: https://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/tectonic.html

United States Geological Survey. (03 de Enero de 2014). *United States Geological Survey*. Obtenido de USGS: https://www.usgs.gov/programs/VHP/volcanic-gases-can-be-harmful-health-vegetation-and-infrastructure

United States Geological Survey. (10 de Diciembre de 2015). *Volcanic Ashfall Impacts Working Group*. Obtenido de Volcanoes USGS: https://volcanoes.usgs.gov/volcanic_ash/wind_dispersal.html

United States Geological Survey. (24 de Febrero de 2025). *he U.S. Geological Survey*. Obtenido de USGS: https://www.usgs.gov/faqs/what-a-debris-flow

Universidad Autónoma de Tamaulipas. (Julio de 2014). *Universidad Autónoma de Tamaulipas.* Obtenido de UAT: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=441942932001

Universidad Autónoma del Estado de México. (Marzo de 1996). *Universidad Autónoma del Estado de México.* Obtenido de CIENCIA ergo-sum, UAEMEX: https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/8037

Universidad Nacional Autónoma de México. (2021). *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas.* Obtenido de RMCG UNAM: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8119331.pdf

Universidad Nacional Autónoma de México. (18 de Enero de 2021). *Universidad Nacional Autónoma de México.* Obtenido de UNAM: https://www.gaceta.unam.mx/amenaza-global-la-subsidencia-de-suelos/#:~:text=Pero%20la%20diferencia%20entre%20subsidencia,quien%20ha%20sido%20presidenta%20y

Universidad Nacional Autónoma de México. (2023). *Universidad Nacional Autónoma de México.* Obtenido de UNAM: https://www.crim.unam.mx/media/Protocolo_para_casos_de_caida_de_ceniza_volcanica.pdf

Universidad Nacional Autónoma de México, I. d. (Diciembre de 2020). *Actualización de la zonificación sísmica de la Ciudad de México y Áreas aledañas-Parte Norte.* Obtenido de https://transparencia.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/603/44b/1c6/60344b1c69beb045505965.pdf

USGS. (09 de 04 de 2024). *USGS*. Obtenido de USGS.GOV: https://water.usgs.gov/gotita/earthgwsinkholes.html

Valencia, I. (10 de 03 de 2025). *Así fue la evolución del coronavirus en México….* Obtenido de Gacets UNAM: https://www.gaceta.unam.mx/asi-fue-la-evolucion-del-coronavirus-en-mexico/

Velasco, M. d. (5 de octubre de 2022). En riesgo por nueva inundación en Tultitlán... canal de aguas negras repleto de basura. *Excelsior*.

Venegas, P. (25 de agosto de 2018). El 50% de las inundaciones en Tultitlán son provocadas por la basura. *El Sol de Toluca*.

VIdal, M. (22 de Diciembre de 2024). Plaga de Heno Motita prolifera en la Sierra de Guadalupe. *La Jornada*.

DIRECCIÓN DE GOBIERNO Y PROTECCIÓN CIVIL

Mtra. Edna Ariadna Martínez Torres
Directora De Gobierno Y Protección Civil

C. Cuitláhuac Salvador Castrejón López
Coordinador de Protección Civil y Bomberos del H. Ayuntamiento de Tultitlán

Ing. Francisco Javier Sánchez Servín
Atlas de Riesgos

ASESORES DE ATLAS DE RIESGOS

Ing. Alfredo Monterrosas Jiménez
Coordinador y Asesor en Gestión Integral de Riesgos

Ing. Yezmín I. Hernández Pérez
Supervisora y Asesora de Proyecto

Lic. Victoria Arriaga Ramírez
Asesora en Gestión Integral de Riesgos

Mtra. Brenda Ledesma Gómez
Asesora de normatividad en Atlas

Ing. Said Molotla López
Asesor Fenómenos Geológicos

C. Juan Carlos Rivas Ruz
Asesor Sistemas de Información Geográfica y Fenómenos Químico-Tecnológicos

Lic. Lizbeth Yamile Hernández Salazar
Asesora Fenómenos Químico-Tecnológicos y Fenómenos Social-Organizativo

Lic. Eduardo Isaí Ramírez Martínez
Asesor Fenómenos Sanitario-Ecológicos

C. Beatriz Elizabeth Beltran Mateos
Apoyo Fenómenos Sanitario-Ecológicos

C Daniela Belem Zanabria Diaz
C. Samara Itzel Lara Guerrero
C. Karen Alejandra Vázquez Martínez
Apoyo Operativo

iidear
Instituto de Investigaciones y de Estudios sobre Alertas y Riesgos