

Atlas de Peligros y Riesgos de la Ciudad de México

Actualización de los Mapas de Riesgo

Gustavo A. Madero

Año: 2014



ÍNDICE

ÍNDICE	1
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN E INCIDENCIAS DE FENÓMENOS	4
1.1 Introducción	4
1.2 Incidencias de fenómenos	4
1.3 Objetivos	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 Alcances	5
1.5 Marco Jurídico.....	6
CAPÍTULO II. DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	7
2.1 Localización	7
CAPÍTULO III. CARACTERIZACIÓN DE ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL	8
3.1 Fisiografía	8
3.2 Geología	9
3.3 Geomorfología	10
3.4 Edafología.....	11
3.5 Hidrología.....	12
3.6 Climatología	12
3.7 Uso de Suelo.....	13
3.8 Vegetación	14
3.9 Áreas Naturales Protegidas.....	15
CAPÍTULO IV. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS.....	17
4.1 Evolución demográfica.....	17
4.2 Elementos Sociales.....	19
4.2.1 Grupos étnicos	19
4.2.2 Grado de marginación.....	19
4.2.3 Religión.....	20
4.2.4 Vivienda.....	20
4.2.5 Salud.....	21
4.2.6 Mortalidad	22
4.2.7 Educación	22

4.3 Elementos Económicos	23
4.3.1 Población económicamente activa por sector y sus principales actividades económicas	23
4.3.2 Sector primario	23
4.3.3 Sector secundario	23
4.3.4 Sector terciario.....	23
4.4 Infraestructura urbana, equipamiento y servicios.....	24
4.4.1 Agua potable	24
4.4.2 Drenaje.....	24
4.4.3 Electricidad y alumbrado público.....	25
4.4.4 Equipamiento y servicios	25
4.4.5 Vialidad.....	25
4.4.6 Transporte.....	26
4.5 Áreas de Conservación Patrimonial	27
4.6 Reserva territorial	29
CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y VULNERABILIDAD ANTE HUNDIMIENTO Y FRACTURAMIENTO, ASENTAMIENTOS EN RIESGO Y ZONAS DE PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA.....	30
5.1 Riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos de origen geológico.....	30
5.1.1 Introducción	30
5.2 Metodología.....	30
5.2.1 Recopilación de la información existente de la delegación.....	30
5.2.2 Definición de los fenómenos reportados como activos en la delegación	30
5.2.3 Análisis de inestabilidad de laderas y barrancas.....	31
Análisis de susceptibilidad por inestabilidad de las laderas	31
Análisis de barrancas.....	31
5.2.4 Mapas preliminares de peligros.....	32
Mapa preliminar de peligros por fenómenos de remoción en masa	32
Mapa preliminar de peligros por hundimiento y fracturamiento	32
5.2.5 Trabajo de campo	32
5.2.6 Mapas actualizados de asentamientos en riesgo y zonas de procesos de remoción en masa	32
Mapa de peligros	32
Mapa de vulnerabilidad expuesta.....	33
Mapa de riesgos.....	33
5.2.7 Mapa actualizado de riesgos por hundimiento y fracturamiento	33
Mapa de peligros	33

Mapa de vulnerabilidad expuesta.....	34
Mapa de riesgo	35
5.2.8 Descripción de los polígonos de peligro y zonas de riesgo.....	35
5.3 Resultados.....	35
5.3.1 Recopilación de la información existente de la delegación.....	35
5.3.2 Definición de los fenómenos reportados como activos en la delegación	40
5.3.3 Análisis de inestabilidad de laderas y barrancas.....	41
Mapa de susceptibilidad por inestabilidad de laderas	41
Mapa de peligro y riesgo por barrancas	43
5.3.4 Mapas preliminares de peligros.....	43
Mapa preliminar de peligros por fenómenos de remoción en masa	43
Mapa preliminar de peligros por hundimiento y fracturamiento	44
5.3.5. Trabajo de campo	45
5.3.6 Mapas actualizados de asentamientos en riesgo y zonas de procesos de remoción en masa	45
5.3.7 Mapa actualizado de riesgo por hundimiento y fracturamiento.....	48
5.3.8 Descripción de los polígonos de peligro y zonas de riesgo.....	50
1. Chalma	50
2. Malacates.....	56
3. Ampliación Malacates.....	63
4. Verónica Castro	72
5. Arboledas	77
6. Vista Hermosa	81
7. Castillo Grande.....	85
8. La Pastora.....	91
9. San Juan Ticomán I.....	96
10. San Juan Ticomán II.....	102
11. La Candelaria Ticomán	106
12. Insurgentes Norte	111
13. Rosas del Tepeyac.....	117
ANEXO III. SIMBOLOGÍA.....	137
BIBLIOGRAFÍA.....	138
CAPITULO I AL V	138
ANEXO I.....	138
ANEXO II.....	139

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN E INCIDENCIAS DE FENÓMENOS

1.1 Introducción

La Ciudad de México es una de las ciudades más pobladas del mundo; la habitan más de 8.9 millones de personas, según los datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), mientras que la población flotante es de aproximadamente 5 millones, la cual se encuentra expuesta a diversos fenómenos perturbadores.

La Secretaría de Protección Civil del Gobierno del Distrito Federal salvaguarda a la población, sus bienes y su entorno, impulsando una política pública basada en la Gestión Integral del Riesgo; monitorea los riesgos existentes en la Ciudad de México para contribuir a la salvaguarda y al desarrollo humano integral equitativo y sustentable de sus habitantes, ante el constante proceso de cambio de la capital. Por ello, esta dependencia actualiza constantemente el Atlas de Peligros y Riesgos de la Ciudad de México mediante la modernización de herramientas de monitoreo, alertamiento, y análisis de la información que contribuyen a establecer políticas y estrategias de prevención.

A través del Atlas se conocen y registran las características de los fenómenos perturbadores que pueden traer consecuencias, la forma en que estos inciden en los asentamientos humanos, infraestructura y entorno. Asimismo, contiene información valiosa para la elaboración de procedimientos de actuación en caso de una emergencia dentro de las 16 demarcaciones políticas, para optimizar la coordinación con los integrantes del Sistema de Protección Civil del Distrito Federal en la toma de decisiones y estimar los recursos necesarios ante fenómenos naturales o antropogénicos.

1.2 Incidencias de fenómenos

De acuerdo al Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la Delegación Gustavo A. Madero del Distrito Federal (PDDU, 2010), los riesgos geológicos presentes en la demarcación son:

Peligro sísmico. En virtud de que los eventos sísmicos producen mayores daños en la Zona de Lago, el 40% de la demarcación se encuentra en condición de peligro sísmico alto, razón por la cual se deben revisar viviendas y todo tipo de estructuras, en especial las construidas antes de 1986, para establecer si cumplen con los lineamientos de seguridad estructural del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal vigente y, en su caso, para dar las recomendaciones e instrucciones necesarias a fin de que se refuercen las estructuras. El resto de la demarcación se encuentra en condición de peligro sísmico bajo.

Fallas y fracturas. La demarcación se encuentra afectada por varias fallas y fracturas de tipo regional. La mayoría de ellas se manifiesta en la Sierra de Guadalupe, sin embargo también se ha interpretado su presencia en el subsuelo de la Zona de Lago y de Transición. En total se reconocen 12 estructuras de este tipo con dirección SW-NE, siguiendo el patrón estructural predominante en la Cuenca de México. Existe la posibilidad de que algunas de estas estructuras sean activas, en especial las que afectan al Cerro del Chiquihuite en su porción Poniente; de la misma manera, tampoco se descarta que las fallas enmarcadas por los sedimentos lacustres sean activas o se puedan reactivar en el futuro inmediato.

También se han formado agrietamientos en suelos, que afectan aproximadamente al 25% de la zona plana de la delegación, los cuales inciden particularmente en los alrededores del Instituto Politécnico Nacional, Edificio del Instituto Mexicano del Petróleo, Central de Autobuses del Norte, la Avenida Congreso de la Unión (Eje 2 Oriente) y en las colonias Patera Vallejo, Guadalupe Insurgentes, Lindavista Vallejo, Manuel Ávila Camacho y San Juan de Aragón.

Estas grietas afectan viviendas, unidades habitacionales, obras de infraestructura como pavimentos, banquetas, ductos de agua potable, drenaje y líneas del Sistema de Transporte Colectivo. Estos agrietamientos se deben a diversas causas, entre ellas el hundimiento regional de la ciudad (por la explotación excesiva de los mantos freáticos) y el desecamiento de suelos por la presencia de especies arbóreas altamente demandantes de agua (como los eucaliptos). Se debe analizar la posibilidad de que algunos de estos agrietamientos coincidan con las fallas regionales (PDDU, 2010).

Peligro Volcánico. La demarcación se ubica a 73 km de distancia del Volcán Popocatepetl, que es el aparato volcánico activo más cercano al Distrito Federal; la lluvia de cenizas, producto de una emisión violenta, implicaría la acumulación de unos milímetros de estos productos. Por lo expuesto, el peligro volcánico en la Delegación Gustavo A. Madero se considera bajo.

Procesos de ladera. En la delegación, los sectores correspondientes a la Sierra de Guadalupe y los cerros Zacatenco, Chiquihuite, Cabeza de Águila, El Guerrero y Los Gachupines, son más vulnerables a la caída de rocas de gran tamaño. Todas las elevaciones están conformadas por rocas volcánicas del Terciario Medio (aproximadamente entre 10 y 15 millones de años de antigüedad) y su composición es principalmente andesítica. Incluye coladas de lava, brechas volcánicas y tobas. A lo largo de su historia se han visto afectadas por fenómenos tectónicos que las fracturaron y fallaron. Las fallas y fracturas que afectan a estas rocas tienen una orientación preferencial SW–NE, y su traza se infiere más allá de sus exposiciones en la Sierra de Guadalupe (PDDU, 2010).

La condición de peligro geológico más grave se detectó en las colonias Luis Donald Colosio, La Pastora, Ahuehuetes, Chalma de Guadalupe, Cuauhtepac El Alto, La Casilda, Malacates y Vista Hermosa, además del Barrio Las Rosas del Tepeyac.

Hundimientos. Se presentan principalmente en la Zona del Lago, a causa de la explotación de los acuíferos profundos y por la desecación que producen algunas especies arbóreas; en algunos casos también pueden estar relacionados con fallas y fracturas tectónicas preexistentes. El hundimiento acumulado en la demarcación a lo largo del Siglo XX alcanza más de 6 m en su porción Sureste, y disminuye hacia la zona de lomas. Implica agrietamientos de suelos y daño a todo tipo de viviendas y obras de infraestructura, tales como ductos de agua potable, drenaje, banquetas y pavimentos (PDDU, 2010).

Por otro lado, en las cañadas que conforman el Río Cuauhtepac, existen asentamientos humanos, algunos de los cuales se ubican sobre materiales heterogéneos mal compactados. Por las características de los materiales de cimentación, es factible que se presenten hundimientos, asentamientos e incluso colapso total de las viviendas. Algo similar sucede en asentamientos regularizados en la zona plana al Noreste de la demarcación, en la colonia San Felipe.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Actualizar los mapas de peligros geológicos en la Ciudad de México, para identificar el tipo y grado de riesgo, con la finalidad de mejorar la toma de decisiones encaminadas a salvaguardar la vida de las personas, sus bienes y su entorno.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar y actualizar los sitios de riesgos y peligros geológicos en la Ciudad de México.
- Analizar y generar información cartográfica para crear las bases de datos de sitios en riesgo y de vulnerabilidad social.
- Determinar el alcance y el potencial impacto que representará la ocurrencia de fenómenos geológicos.
- Contribuir a la elaboración de planes estratégicos que apoyen la toma de decisiones ante el impacto de fenómenos naturales.
- Visualizar de forma regional y local las zonas de riesgo por fenómenos naturales en correlación con los asentamientos humanos.

1.4 Alcances

Se establece la actualización de los mapas de riesgos basada en un Sistema de Información Geográfica (SIG), mediante el cual se pueden hacer análisis y evaluaciones políticas de prevención y de fomento para la corresponsabilidad del Sistema de Protección Civil y la población, así como elaborar planes de emergencia. Lo anterior va acompañado de los recorridos en campo para realizar los respectivos análisis e identificaciones de los peligros determinados en la zona. Las acciones que incluye la presente actualización de los mapas de riesgos son la identificación y la elaboración de nuevos mapas.

1.5 Marco Jurídico

Federal

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (1917).

Ley General de Protección Civil (2012).

Reglamento de la Ley general de Protección Civil (2014).

Programa Nacional de Protección Civil (2014–2018).

Local

Estatuto de Gobierno del Distrito Federal (2013).

Ley del Sistema de Protección Civil del Distrito Federal (2011, por no contravenir con la ley vigente).

Reglamento de la Ley del Sistema de Protección Civil del Distrito Federal (2014).

Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal (1998).

Reglamento Interior de la Administración Pública del Distrito Federal (2000).

Programa General de Desarrollo del Distrito Federal (2013–2018).

CAPÍTULO II. DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1 Localización

La Delegación Gustavo A. Madero se localiza en el extremo Noreste del Distrito Federal, entre los paralelos $19^{\circ}35'00''$ y $19^{\circ}27'43''$ N, y los meridianos $99^{\circ}03'45''$ y $99^{\circ}11'00''$ W; su altitud se encuentra entre los 2,200 y 2,900 msnm. Al Norte y al Este colinda con los municipios, Tultitlán, Coacalco de Berriozábal y Ecatepec de Morelos; al Sur colinda con las delegaciones Cuauhtémoc y Venustiano Carranza, y al Oeste con la Delegación Azcapotzalco y el Municipio Tlalnepantla de Baz (PDDU, 2010; Figura 2.1).

La delegación tiene una superficie de 8,708.56 ha, que representa el 5.9% del área total del Distrito Federal; dicha superficie se divide en 7,470.56 ha de suelo urbano y 1,238 ha en suelo de conservación, es decir, el 85.78% y 14.22%, respectivamente (PDDU, 2010).

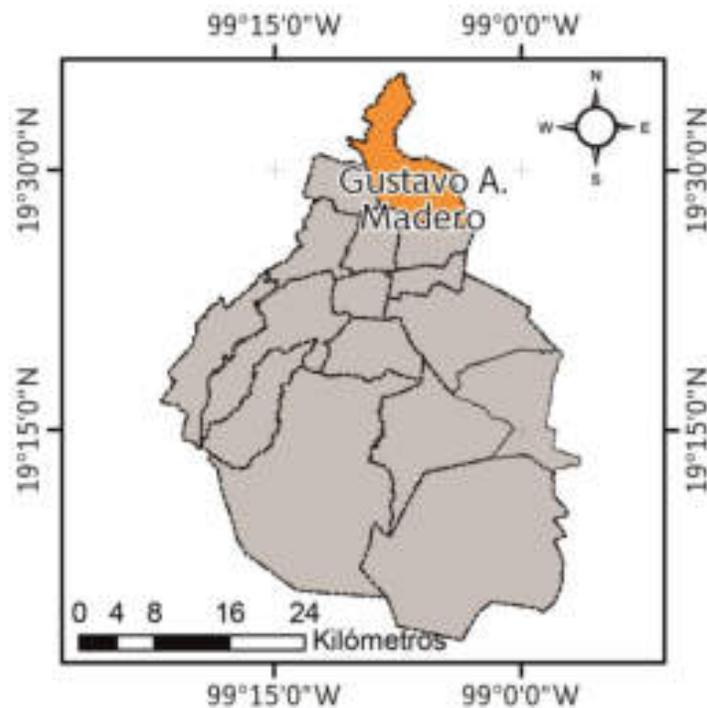


Figura 2.1. Mapa de localización de la Delegación Gustavo A. Madero.

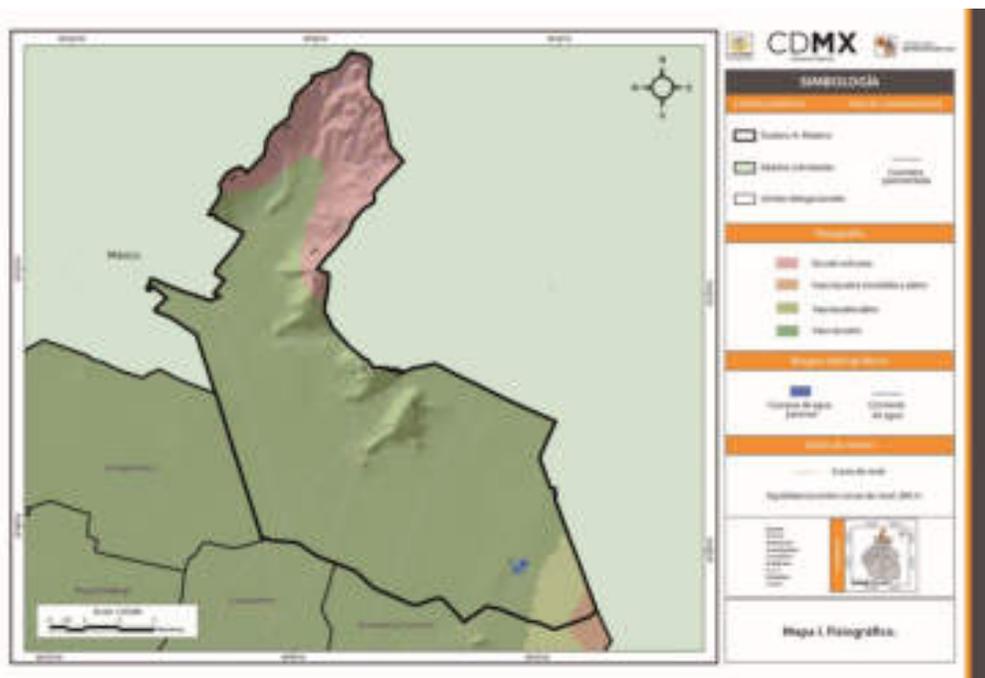
CAPÍTULO III. CARACTERIZACIÓN DE ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL

El medio natural se entiende como un conjunto de factores bióticos (flora y fauna) y factores abióticos (temperatura, precipitación, humedad, fisiografía e hidrografía), así como las interacciones entre ellos, de éstos obtenemos recursos tanto renovables (alimento, recursos madereros) como no renovables (minerales, combustibles y agua) que utilizamos para satisfacer nuestras necesidades diarias.

A lo largo de la historia, el ser humano ha alterado la naturaleza, transformando la composición de las poblaciones biológicas, la regularidad de los ciclos de la materia, los flujos de energía y con ello todo el equilibrio dinámico del sistema. Para efectuar dichas modificaciones las sociedades modifican el sistema natural fundamentalmente a través de la tecnología y la organización que los grupos sociales adoptan. Sin embargo, la sociedad no es ajena a las condiciones del medio natural del cual es parte integrante y expuesta a la influencia de su entorno. La forma más simple de relación sociedad–naturaleza es una relación directa hombre–naturaleza, en la cual el primero obtiene del entorno lo que necesita para subsistir. Posteriormente ya no recoge, sino que, mediante una herramienta, un instrumento, una máquina, actúa y altera la naturaleza. Éste es un proceso acumulativo a lo largo del desarrollo de las civilizaciones y sus características están determinadas por aquellos elementos y funciones que han asumido un papel dominante en cada periodo histórico, en cada situación espacial y temporal. La acción intencional sobre el sistema natural tiene efectos, que son función tanto de las características del ecosistema, como de la magnitud y peculiaridad de los cambios que se introducen en él. Los impactos están aumentando en magnitud y frecuencia, y tienen consecuencias que son acumulativas, con lo cual someten a la biosfera a una presión constante, que tiende a alterar aquellas funciones claves que permitían su funcionamiento.

3.1 Fisiografía

La Delegación Gustavo A. Madero se encuentra en la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac. El 81% de su territorio está conformado por la llanura lacustre, el 15% lo compone la sierra con volcanes de escudo, la llanura lacustre salina representa el 3%, mientras que la llanura lacustre inundable y salina ocupa solo el 1% (INEGI, 2010; Mapa I).



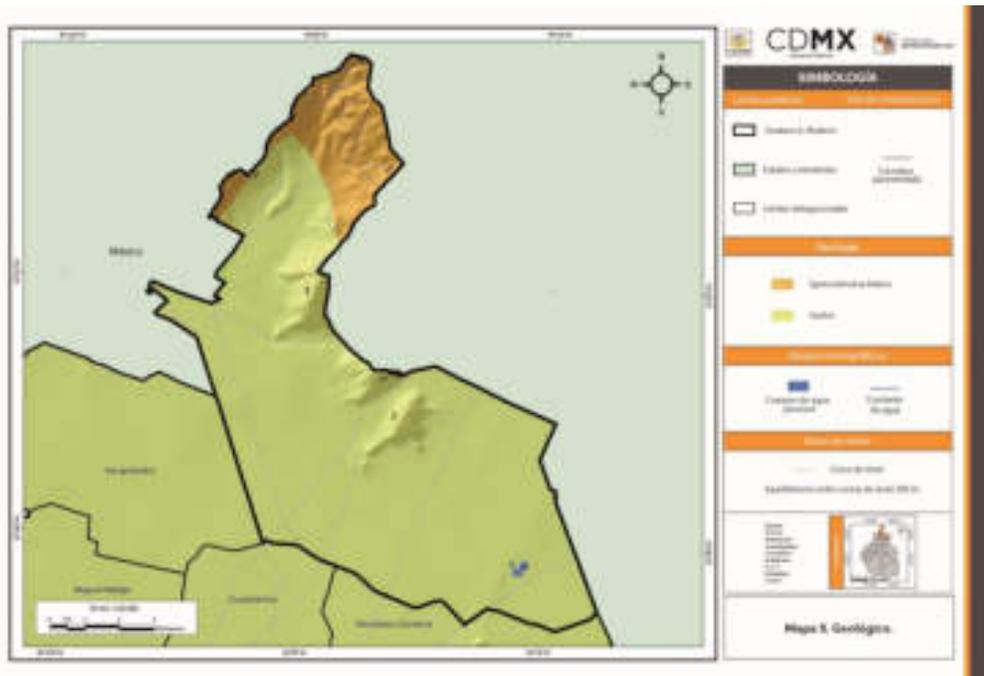
Las principales elevaciones que se encuentran en el territorio de la delegación; se ubican en la Sierra de Guadalupe, y son las siguientes: Picacho Grande con una altitud de 2,750 msnm; el Cerro del Chiquihuite con 2,730 msnm; Zacatenco con 2,500 msnm; El Guerrero con 2,440 msnm; Los Gachupines con 2,330 msnm y Tepeyac con 2,270 msnm (PDDU, 2010; Mapa III y IV).

3.2 Geología

Gustavo A. Madero se localiza en el sector Norte de la Cuenca del Valle de México, dentro de la Faja Volcánica Trans-Mexicana (Ortega Gutiérrez *et al.*, 1992). Las sierras que la enmarcan son de origen volcánico, y tienen composición química de intermedia a básica, con edades que varían desde el Oligoceno Medio hasta el Reciente. De acuerdo con Padilla y Sánchez (1989) el basamento de esta demarcación es el mismo que para el resto del Valle de México, se encuentra representado por una unidad de roca caliza del Cretácico a una profundidad aproximada de 2,000 m. Sobre esta unidad se encuentra una secuencia de rocas conglomeráticas heterogéneas con clastos de caliza y fósiles del Cretácico, a la que Oviedo de León (1970) asigna el nombre Formacional de Conglomerado Texcoco; esta secuencia sedimentaria se considera la base de la secuencia estratigráfica de la cuenca, y fue descrita en una perforación llevada a cabo por el Instituto Mexicano del Petróleo denominada Pozo "Texcoco-1"; cabe resaltar que esta unidad no se encuentra expuesta en la superficie de la extensión territorial de la delegación.

El Programa General de Desarrollo Delegacional de Gustavo A. Madero (PGDD, 2013; Mapa II), señala que el territorio que ocupa la Delegación Gustavo A. Madero se encuentra conformado por rocas del Cenozoico, correspondiente al periodo Terciario Superior (Neógeno) y Cuaternario. Los depósitos más recientes corresponden a suelos de tipo aluvial, de granulometría variada y suelos de origen lacustre. Las elevaciones de la delegación se componen de rocas ígneas extrusivas, donde predominan las andesitas, cuya composición corresponde generalmente a plagioclasas y otros minerales ferromagnesianos como piroxeno, biotita y hornblenda. Al Sureste de la delegación predomina el suelo de tipo lacustre, constituido por secuencias arcillosas tanto en la parte superior como inferior de la secuencia, entre estos dos estratos se encuentra una fase de arena y limo de poco espesor denominado "capa dura"; a mayor profundidad se encuentran principalmente arenas, limos y gravas. Hacia la parte norte, las secuencias de arcilla se hacen más delgadas hasta llegar a la zona de transición, la cual está constituida por intercalaciones de arena y limo, cuyas propiedades mecánicas son muy variables.

El PDDU (2010) también señala que el suelo ocupa la mayor parte del territorio delegacional con un 72.51%, de los cuales 25.64% es de tipo aluvial y 46.87% de origen lacustre. Las rocas ígneas extrusivas abarcan el restante 27.49% y se distribuyen en brecha volcánica intermedia con 3.84%, brecha volcánica básica con 0.48%, andesita con 18.13% y volcanoclástica 5.04%.



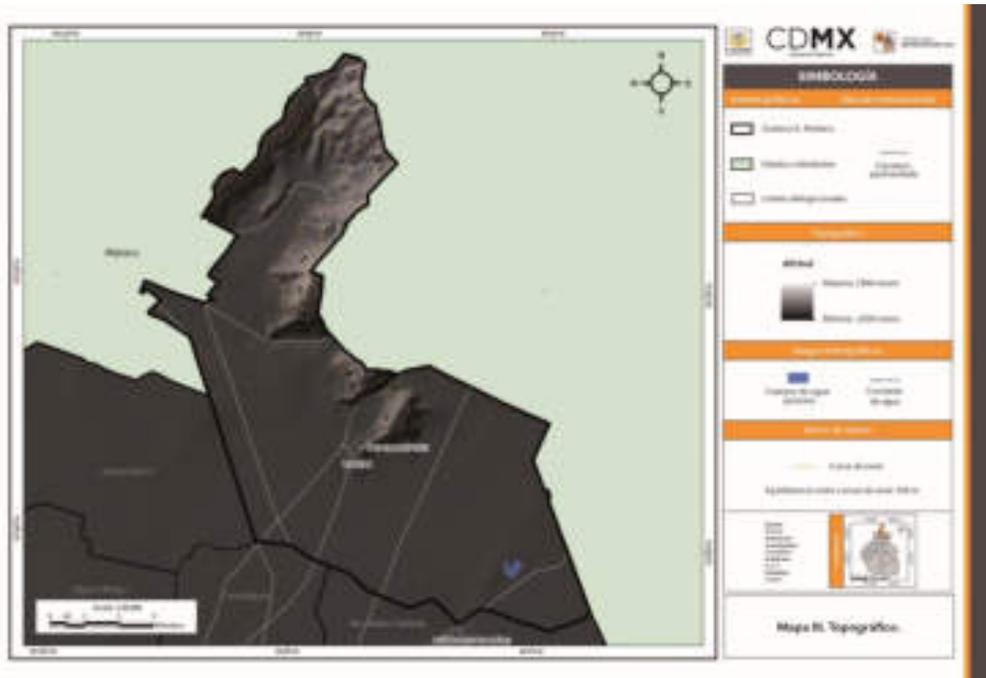
3.3 Geomorfología

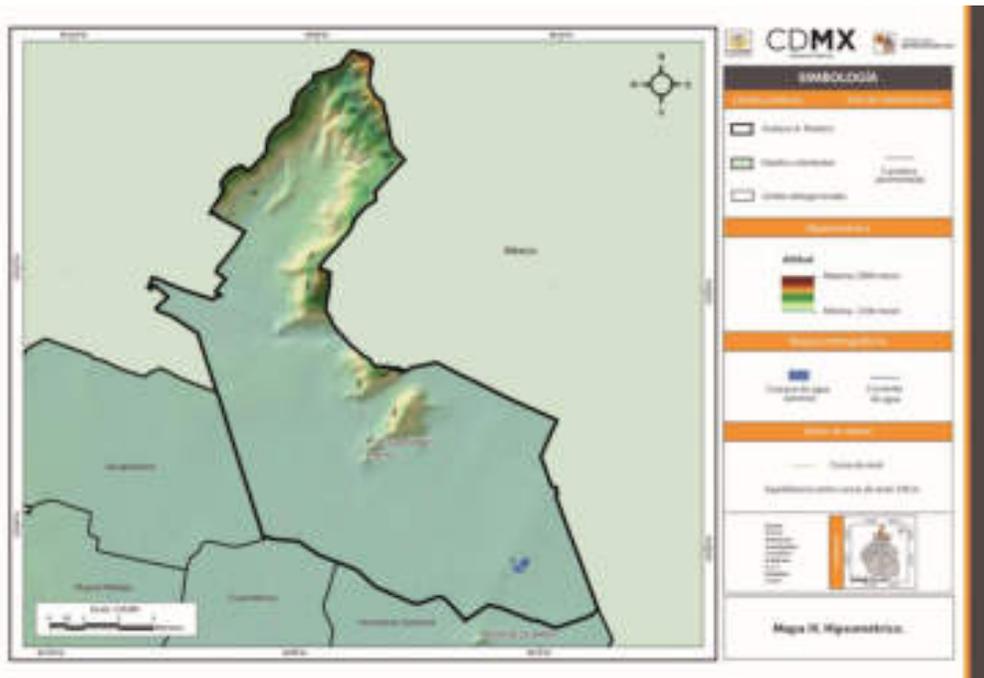
El territorio de la demarcación se compone por las siguientes zonas: lacustre, de transición y de lomerío. La primera de ellas se localiza al Sureste; está constituida por dos formaciones arcillosas, la superior e inferior; entre estos dos estratos se encuentra una fase de arena y limo de poco espesor llamada capa dura. A profundidades mayores se tienen principalmente arenas, limos y gravas. Hacia la parte Norte, las dos formaciones de arcilla se hacen más delgadas, hasta llegar a la zona de transición, la cual está constituida por intercalaciones de arena y limo con propiedades mecánicas muy variables (PDDU, 2010).

La zona de suelo lacustre, que estaba ocupada anteriormente por el Lago de Texcoco y constituye aproximadamente un 60% del territorio, presenta hundimientos en la mayor parte de su extensión por la desecación de los mantos acuíferos, así como por la falta de infiltración de agua al subsuelo (PDDU, 2010; Mapa III).

La zona de transición es la que se encuentra ubicada en las faldas de la Sierra de Guadalupe y de los cerros de Zacatenco, Guerrero, Tepeyac y Gachupines, en donde ocupa el 15% de los mismos (Mapa IV).

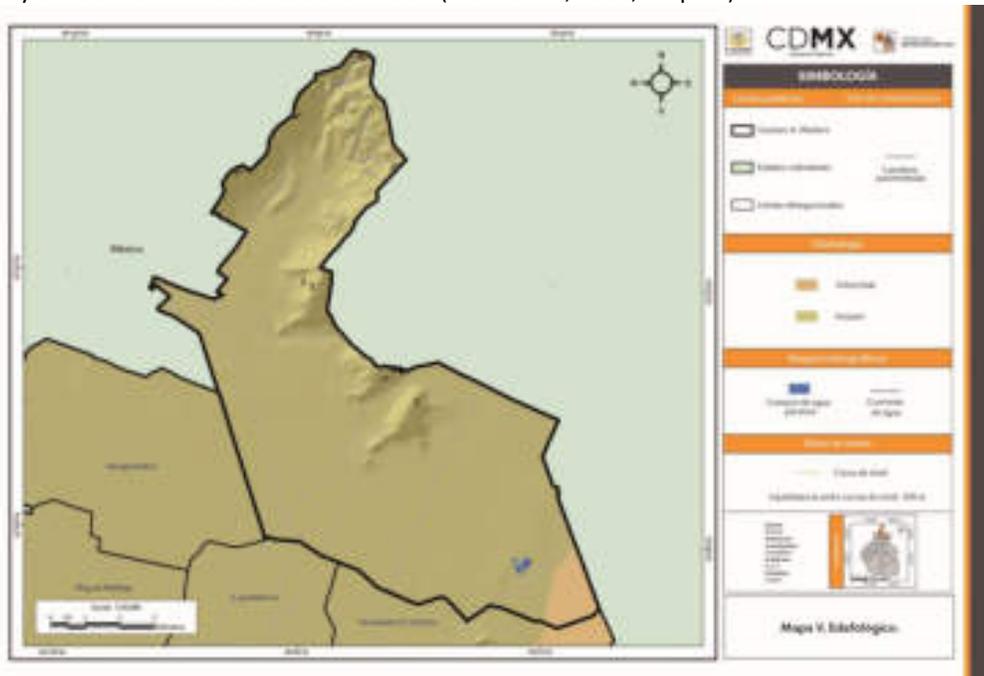
La zona de lomeríos es la más resistente en cuanto a composición geológica se refiere, ya que está compuesta por piroclastos, conglomerados, tobas y horizontes de pómez, con depósitos de lavas y de aluvión conformados por gravas y arenas. Se encuentra erosionada casi en su totalidad por la tala de árboles y el establecimiento de viviendas, y ocupa el 25% del territorio; el cual, de acuerdo con el Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal por ser Suelo de Conservación, está regulado por las Zonas de Preservación Ecológica (PE), así como las Áreas Naturales Protegidas (ANP) localizadas en estas zonas, por lo que se rigen por su programa de manejo (PDDU, 2010).





3.4 Edafología

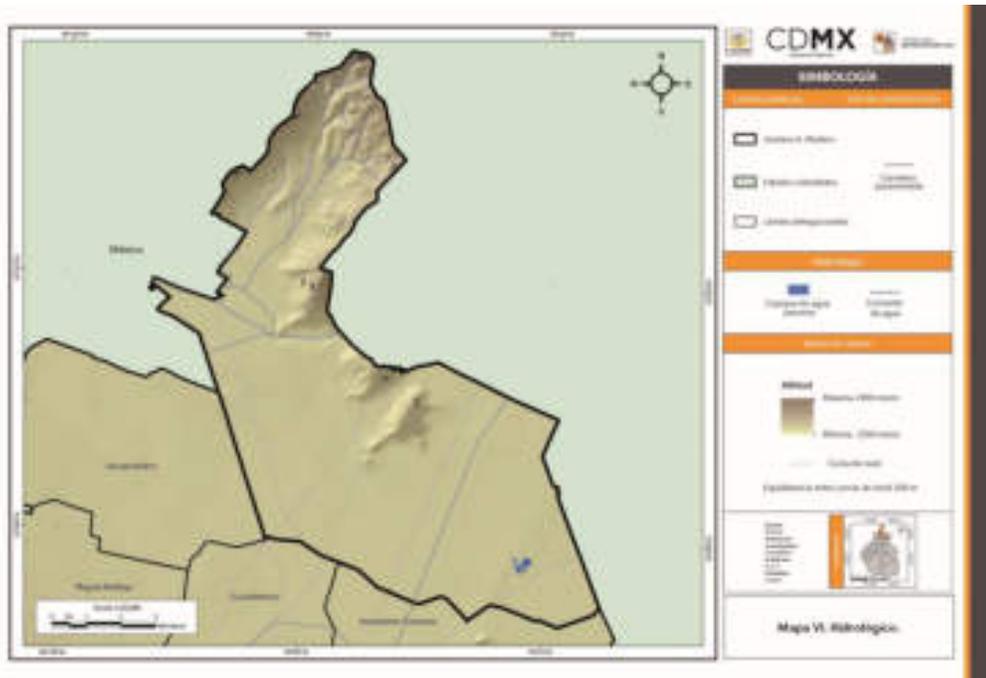
Los suelos predominantes en la delegación son feozem y solonchak salinos y sódicos, que se forman de materiales aluviales o coluviales y de sedimentos acumulados en los antiguos lagos. Tienden a concentrar sales y sodio como resultado de procesos de evaporación a largo plazo. En el vaso de Texcoco los suelos presentan altos pH (>8), elevada conductividad eléctrica (>9 ms/m) y alta saturación de bases (Marín *et al.*, 1995). Su morfología original ha sido muy alterada por diversas actividades antrópicas encaminadas al drenaje y control de inundaciones de la ciudad (Cram *et al.*, 2007; Mapa V).



3.5 Hidrología

La Delegación Gustavo A. Madero pertenece a la Cuenca del Río Pánuco, Subcuenca del Río Moctezuma y del Lago de Texcoco y Zumpango (INEGI, 2010). Entre los ríos y escurrimientos más importantes se encuentran el Arroyo la Armella y la Mora, que tienen su origen en la Sierra de Guadalupe, bajan paralelamente por Cuauhtpec; se unen en el Arroyo La Rivera y desembocan en el Río San Felipe, el cual presenta una intersección con los ríos Tlalnepantla y de los Remedios. Este último es uno de los más importantes por su caudal y longitud, ya que cruza la delegación en forma transversal y parte del Estado de México. El Gran Canal se localiza en la zona de Aragón y cruza en dirección Suroeste–Noreste (PDDU, 2010; Mapa VI).

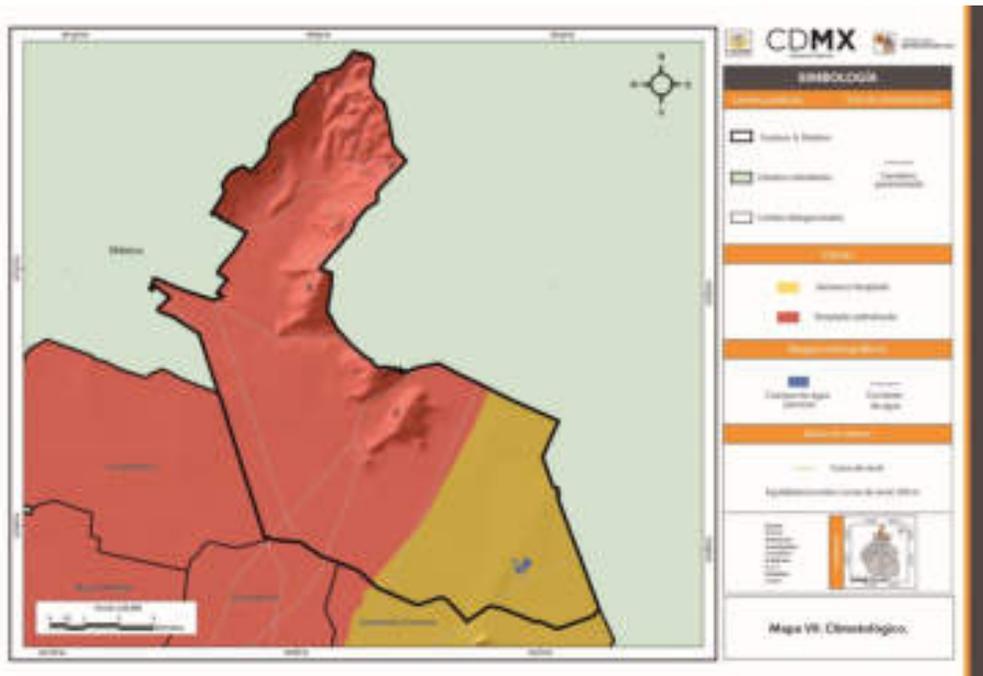
Estos cuerpos de agua están en un estado grave de contaminación, ya que las descargas de los drenajes y de las industrias son dirigidas a estos caudales. Respecto a Cuauhtpec, de los numerosos escurrimientos que existen sólo están presentes durante el año los ya mencionados, sin embargo, en tiempo de lluvias presentan un riesgo inminente para los habitantes de la zona, ya que han provocado inundaciones y deslizamientos (PDDU, 2010).



3.6 Climatología

La Delegación Gustavo A. Madero presenta dos tipos de clima: templado subhúmedo con lluvias en verano, y seco semiseco templado (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2013; Mapa VII). En los meses de diciembre y enero se registran las temperaturas más bajas, las cuales están entre los 1.0°C y 1.5°C, mientras que en los meses de abril y mayo se registran temperaturas de 34.3°C y 32.5°C, siendo estos los meses más calurosos del año (GODF, 2013).

En cuanto a la precipitación anual promedio, ésta se establece en aproximadamente 893 mm, siendo los meses de julio, agosto y septiembre los de mayor precipitación, mientras que los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril son los que presentan menor precipitación (GODF, 2013).



3.7 Uso de Suelo

De las 8,708.56 ha correspondientes a la Delegación Gustavo A. Madero, 7,435.56 ha corresponden a suelo urbano y 1,273.2 ha a suelo de conservación; es decir, el 85.38% y 14.62% respectivamente (Mapa VIII). Con respecto a la distribución del suelo urbano, el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de la demarcación (2010), presenta la siguiente división:

Habitacional. Las colonias con uso habitacional ocupan 3,048 ha del territorio delegacional, lo que equivale al 35% del área total del suelo urbano. El uso habitacional se concentra principalmente en las unidades habitacionales, siendo la más importante la de San Juan de Aragón, la CTM en Aragón, Narciso Bassols, CTM El Risco, Arbolillo y diversos conjuntos habitacionales dispersos en la zona de Ticomán. Existen también colonias que en su interior conservan áreas de uso habitacional, como Lindavista, Montevideo, Residencial Zacatenco, Residencial Acueducto de Guadalupe y Guadalupe Insurgentes (PDDU, 2010).

Habitacional Mixto (Comercial y Servicios). El uso mixto implica la actividad comercial y de servicios que van de lo semiespecializado a lo especializado, de menor a mayor intensidad en convivencia con el uso habitacional dentro de un mismo inmueble; este uso equivale al 35% del Suelo Urbano, es decir, 3,048 ha. Se localiza en las colonias que se ubican al Norte (Chalma de Guadalupe, Loma la Palma, Cuauhtec Barrio Alto, Cuauhtec Barrio Bajo, San Antonio, Valle Madero, ente otras); al Noreste (San Felipe de Jesús, 28 de Julio, Nueva Atzacualco, Campestre Aragón y U.H. El Coyol) y al Sur (Gertrudis Sánchez 1ª, 2ª y 3ª Sección respectivamente, San Pedro El Chico, Bondojito, Faja de Oro, Tres Estrellas, Joyita, Ampliación Joyita Emiliano Zapata y 7 de Noviembre) de la delegación. Este uso se ha incrementado en toda la delegación (PDDU, 2010).

Industria. Existen varios polígonos industriales que representan el 6% del área total del Suelo Urbano (522.51 ha). Estos polígonos se ubican en las siguientes colonias: San Juan de Aragón, Bondojito, D.M. Nacional, Industrial Vallejo, Nueva Industrial Vallejo, 7 de Noviembre, Salvador Díaz Mirón, Guadalupe Tepeyac y Guadalupe Ticomán (PDDU, 2010; Mapa VIII).

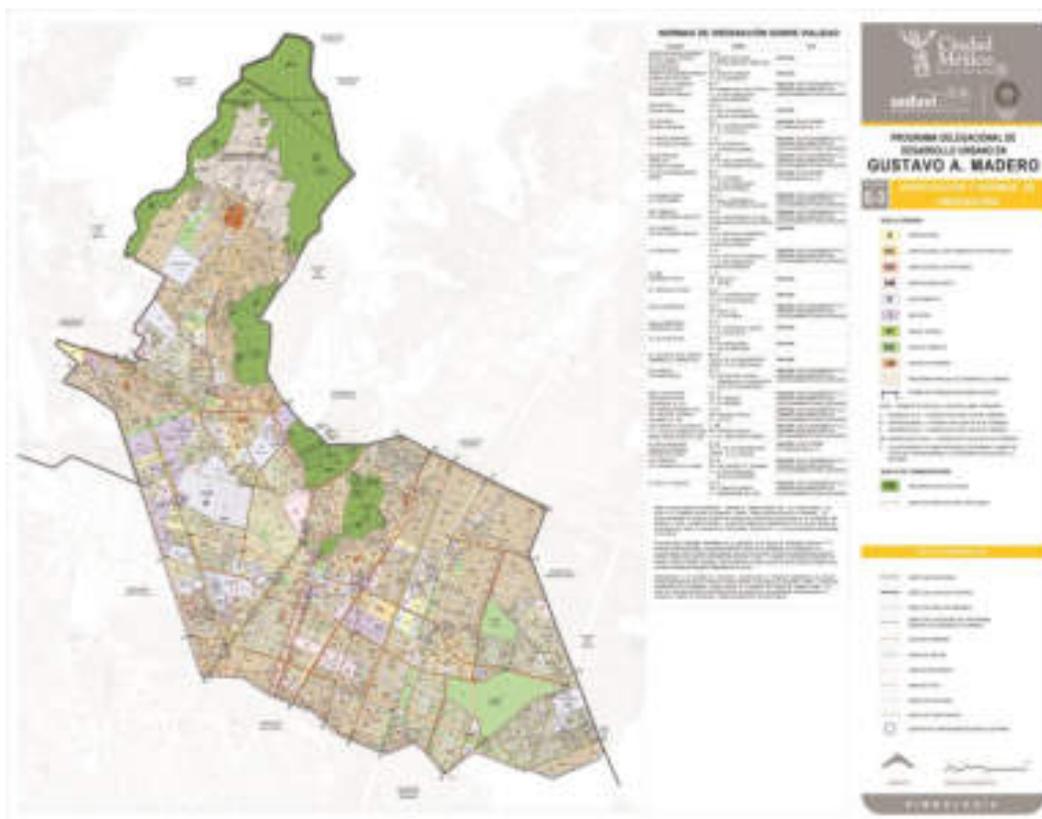
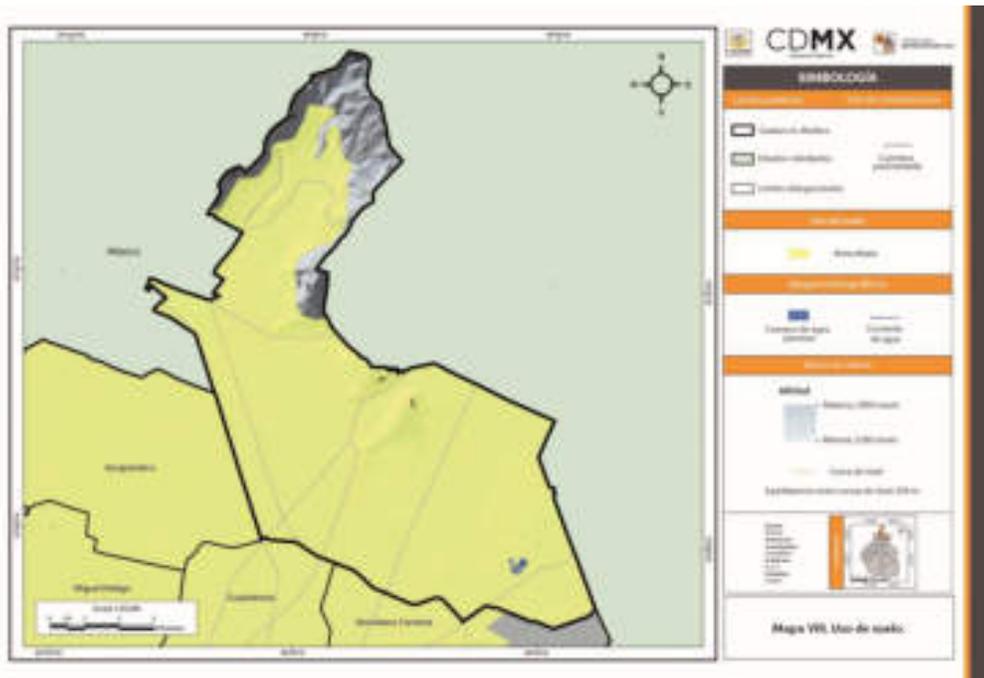
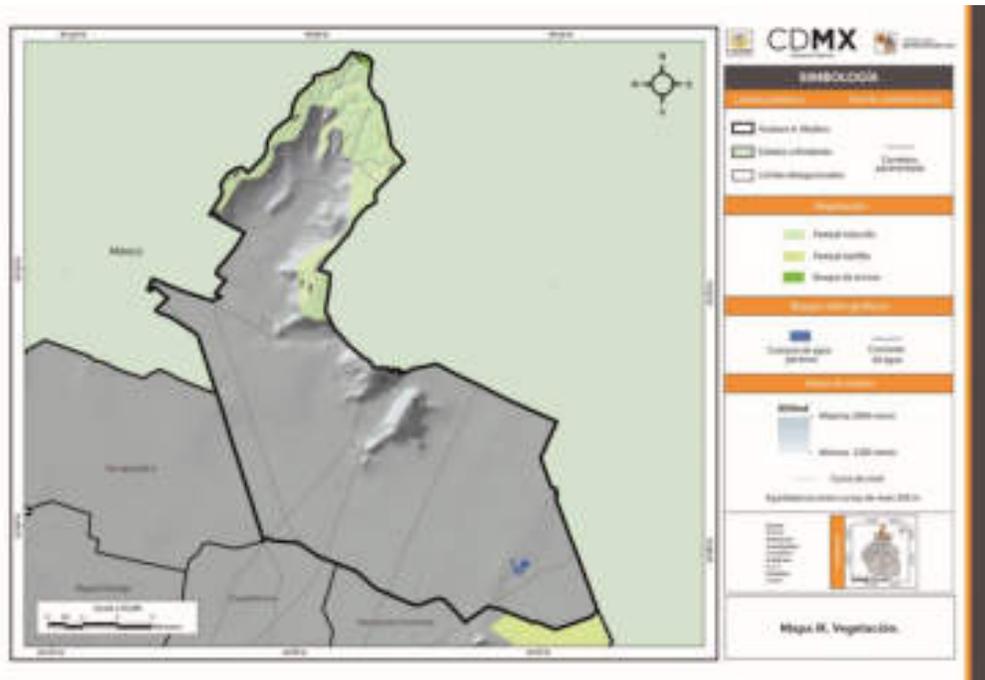


Imagen de la zonificación y Normas de ordenación (Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Delegación Gustavo A. Madero, 2010).

3.8 Vegetación

El 62% del territorio de la demarcación es zona urbana, mientras que la porción restante presenta vegetación de bosque y pastizal. Los bosques cubren las sierras volcánicas de la delegación desde el Oeste hasta el Sur. Las especies vegetales dominantes son los encinos (*Quercus spp.*) (Gaceta Ambiental del Distrito Federal, 2006).

En los sitios con rangos altitudinales significativos se desarrollan bosques de oyamel; sin embargo, casi en todos los bosques de estas regiones hay disturbio. La densidad demográfica ejerce presión sobre estos recursos para la extracción de madera, urbanización, agricultura o bien inducir pastizales, que sirven de alimento al ganado ovino y bovino. Como consecuencia aparece el pastizal inducido, el cual se mantiene a través del pastoreo continuo de ganado y de quemas frecuentes. Algunos elementos representativos son la navajita, el zacate y el zacatón. En algunos lugares se desarrolla el pastizal halófilo (suelos que poseen alto contenido de sales, sujetas a inundaciones periódicas) donde abunda el saladillo (GADF, 2006; Mapa IX).

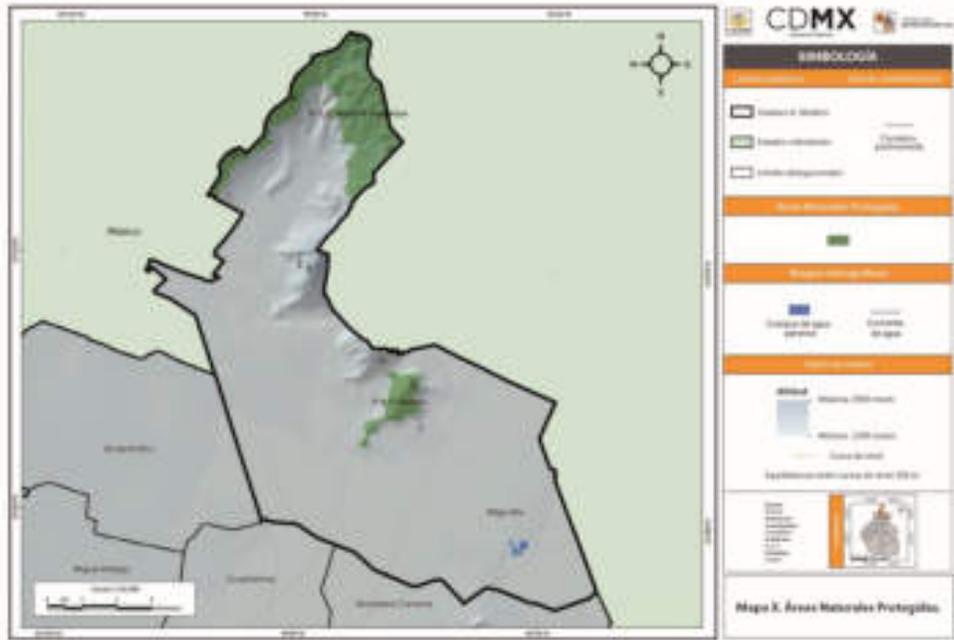


3.9 Áreas Naturales Protegidas

Dentro del territorio de la Delegación Gustavo A. Madero se encuentran dos Áreas Naturales Protegidas (ANP), las cuales son el Parque Nacional El Tepeyac y la Sierra de Guadalupe (GODF, 2013).

- El Parque Nacional El Tepeyac fue creado mediante un decreto emitido el 18 de febrero de 1937, con una extensión original de 1,500 ha. Forma parte de la cadena montañosa de la Sierra de Guadalupe, se ubica en la parte Oriente de la cadena montañosa del Norte del Valle, y comprende las laderas y algunas partes bajas y altas de los cerros del Tepeyac, el Guerrero y Gachupines. El acceso principal al parque es por Avenida de los Insurgentes, al Norte de la Ciudad de México. También cuenta con algunas entradas por las colonias Martín Carrera y Gabriel Hernández. Las elevaciones montañosas que lo conforman tienen una altitud de 2,500 msnm en promedio. El tipo de suelo es de origen volcánico y cuentan con algunas zonas de pedregales (GODF, 2013).
- La Sierra de Guadalupe se encuentra enclavada al Norte de la Delegación Gustavo A. Madero, y está considerada como una Reserva Ecológica por la diversidad de flora y fauna que ahí existe. En mayo de 1990, mediante una declaratoria del Ejecutivo Federal, se declaró como Zona de Utilidad Pública y se estableció como Zona Prioritaria de Preservación y Conservación del Equilibrio Ecológico, bajo la categoría de Manejo de Zona sujeta a Conservación Ecológica; tiene una superficie aproximada de 687 ha.

En dicha zona han proliferado asentamientos humanos que han invadido la zona de reserva ecológica con la consecuente deforestación y, con ello, la destrucción de las barreras de protección naturales que servían como contención de los posibles derrumbes provocados por la erosión de la tierra. Las condiciones de riesgo afectan principalmente a las zonas más populares de Cuauhtepac, San Pedro Zacatenco, La Pastora y otras colonias circunvecinas, donde se han asentado poblaciones pertenecientes a los grupos más desfavorecidos de la delegación (GODF, 2013; Mapa X).



CAPÍTULO IV. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS

4.1 Evolución demográfica

Con base en el censo de INEGI (2010), la población dentro de la Delegación Gustavo A. Madero es de 1,185,772 habitantes. 614,539 son mujeres y 571,233 son hombres; por lo tanto, el 48.17% de la población son hombres y el 51.83% son mujeres. Por cada 100 mujeres hay 93 hombres (Figura 4.1).

Delegación Gustavo A. Madero		
	Total 1,185,772	
Hombres	571,233	48.17%
Mujeres	614,539	51.83%

Figura 4.1. Tabla de población de hombres y mujeres en la Delegación Gustavo A. Madero (INEGI, 2010).

De acuerdo con el Catálogo de Microrregiones de SEDESOL (2013), la delegación cuenta con una sola localidad (Figura 4.2).

Nombre de la localidad	Población total	Grado de marginación de la localidad	Ámbito
Gustavo A. Madero	1,185,772	Muy Bajo	Urbano

Figura 4.2. Tabla de localidades de la Delegación Gustavo A. Madero (SEDESOL, 2013).

La pirámide poblacional de la Delegación Gustavo A. Madero muestra que el grueso de la población se encuentra entre los 15 y los 35 años, ya que la población predominante en la delegación pertenece a estos rangos, tanto para hombres como para mujeres, siendo mayor el número de mujeres que de hombres. Esto indica que la población de la delegación es en su mayoría joven (INEGI, 2010; Figura 4.3).

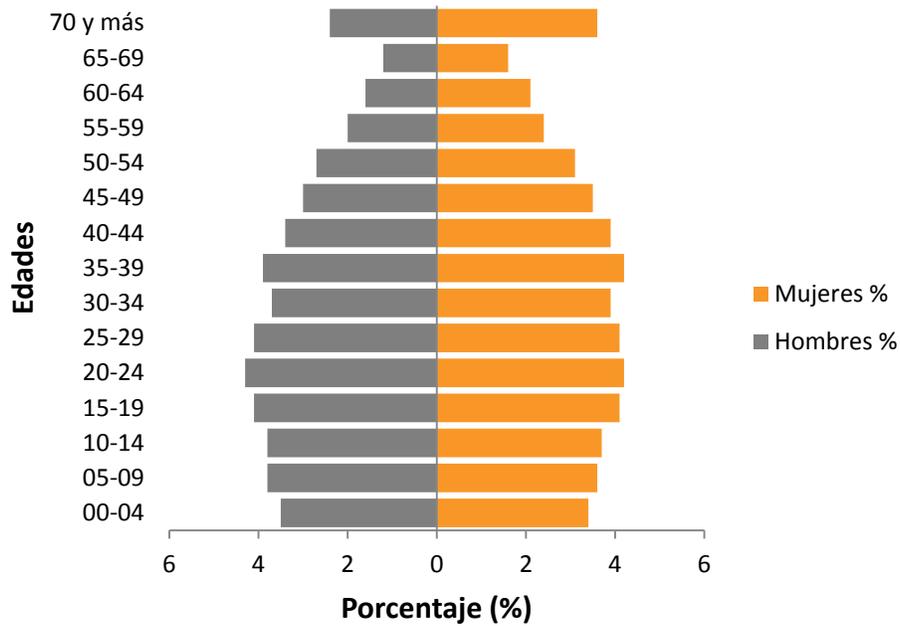


Figura 4.3. Pirámide poblacional de la Delegación Gustavo A. Madero, donde se muestra el porcentaje de hombres y mujeres según el rango de edad (INEGI, 2010).

De acuerdo a las estadísticas de INEGI (2010) se tienen los siguientes registros, en donde es notable el descenso de población a partir del periodo de 1990-2010 (Figura 4.4).

Año	Habitantes	Incremento
1970	118107	/
1980	1513360	1395253
1990	1268068	-245292
2000	1256913	-11155
2005	1235514	-21399
2010	1185772	-49742

Figura 4.4. Tabla que muestra la distribución de la población de la Delegación Gustavo A. Madero (INEGI, 2010).

Con base en lo anterior, se puede observar que el crecimiento de la población durante el periodo 1990-2005 se mantuvo equilibrado, mientras que su descenso es más notable para el año 2010 (INEGI, 2010; Figura 4.5).

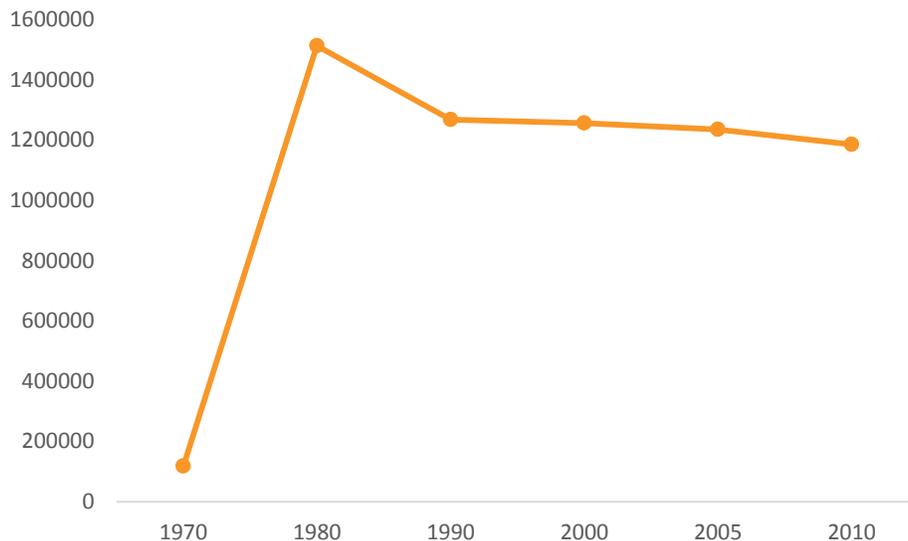


Figura 4.5. Gráfica que muestra la evolución demográfica de la población de la Delegación Gustavo A. Madero (INEGI, 2010).

4.2 Elementos Sociales

4.2.1 Grupos étnicos

Dentro de la delegación habitan 14,849 personas de 5 años y más que hablan alguna lengua indígena, lo que representa el 1% de la población total de la demarcación. Con base en lo anterior, se tiene que de cada 100 personas de 5 años y más que hablan alguna lengua indígena, 1 no habla español (INEGI, 2010; Figura 4.6).

Lengua indígena		Hab
5 años y más que hablan alguna lengua indígena		14849
5 años y más que hablan alguna lengua indígena pero no habla español		104

Figura 4.6. Tabla que muestra la población de 5 años y más que hablan alguna lengua indígena en la Delegación Gustavo A. Madero (INEGI, 2010).

Actualmente, las lenguas indígenas más usadas en la Delegación Gustavo A. Madero son el Náhuatl y el Otomí, en donde de cada 100 personas de 5 años y más que hablan alguna lengua indígena, 27 hablan Náhuatl (INEGI, 2010).

4.2.2 Grado de marginación

La marginación es un fenómeno multidimensional y estructural originado, en última instancia, por el modelo de producción económica expresado en la desigual distribución del progreso, en la estructura productiva y en la exclusión de diversos grupos sociales, tanto del proceso como de los beneficios del desarrollo (CONAPO, 2011; Figura 4.7). De acuerdo con el estudio de marginación realizado por el Consejo Nacional de Población con base en los datos del Censo de Población y Vivienda 2010, la delegación mantiene un nivel de marginación muy bajo. El índice en Gustavo A. Madero, comparado con el de otras delegaciones, la coloca en el noveno sitio. En el año de 1990 ocupó el mismo rango. Cabe señalar que si se compara el índice de marginación de la delegación con el de todos los municipios del país, está colocada en el lugar 2,410 (PDDU, 2010).

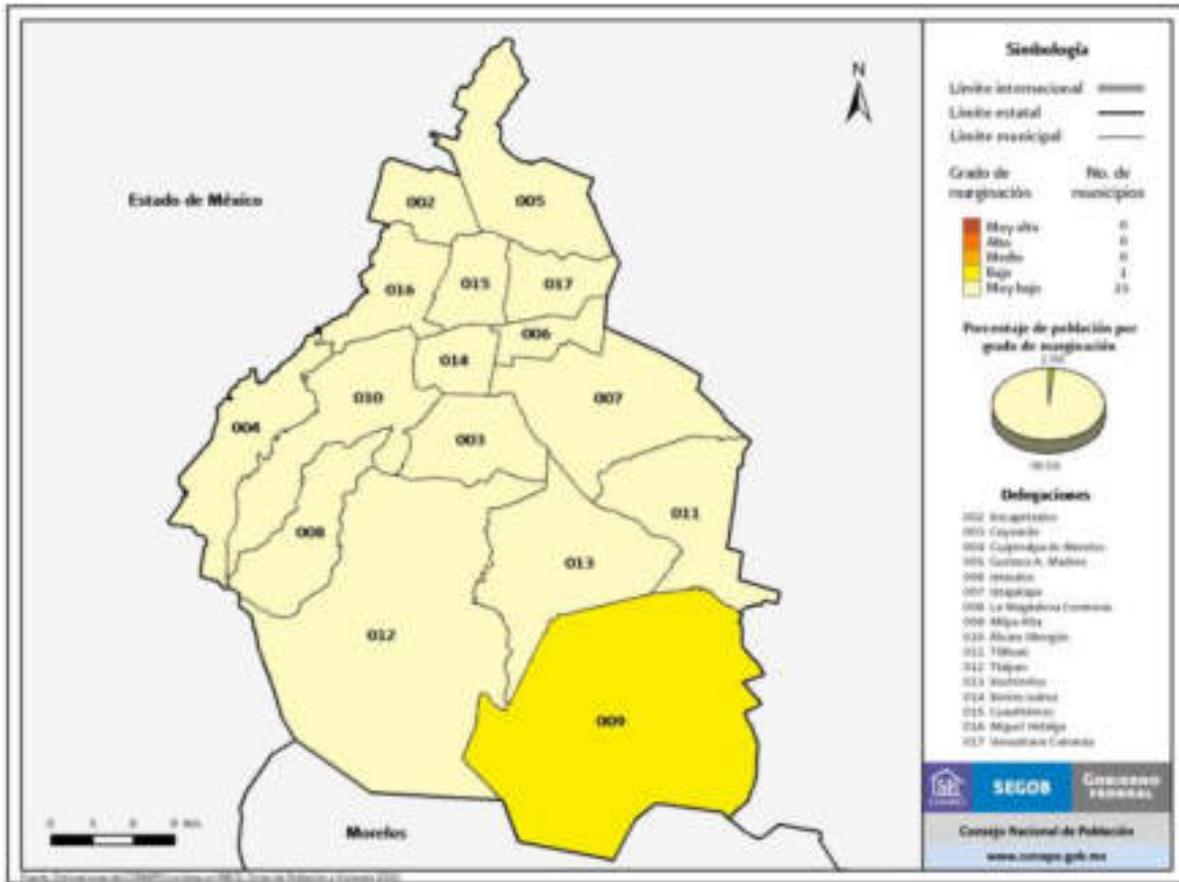


Figura 4.7. Mapa por grado de marginación en el Distrito Federal (CONAPO, 2010).

4.2.3 Religión

Una de las características principales de la delegación es el turismo religioso; el catolicismo constituye una de las manifestaciones de cultura transmitida de generación en generación. Actualmente el 84.5% de la población es católica, mientras que el 15.5% restante profesa religiones pentecostales, evangélicas y cristianas (INEGI, 2010; Figura 4.8).

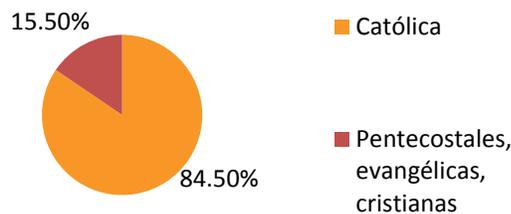


Figura 4.8. Gráfica donde se observa el porcentaje de las religiones que se profesan en la Delegación Gustavo A. Madero (INEGI, 2010).

4.2.4 Vivienda

INEGI en 2010 dio a conocer que en la demarcación se contabilizaron 320,663 viviendas particulares habitadas. En promedio viven 3.7 personas por vivienda (INEGI, 2010).

En la delegación, más del 65% de las viviendas son propiedad de los ocupantes; sin embargo, la dinámica que se presenta es una necesidad cada vez mayor de viviendas en colonias de la periferia de la demarcación (INEGI, 2010).

En cuanto a los principales servicios públicos en Gustavo A. Madero como el de agua potable, energía eléctrica, sistema de drenaje y alcantarillado, la delegación presenta una cobertura en el servicio del casi 100%, y de cada 100 viviendas, 1 tiene piso de tierra (INEGI, 2010; Figura 4.9).

Vivienda y Urbanización	Gustavo A. Madero	Distrito Federal
Total de viviendas particulares habitadas.	320,663	2,453,031
Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas.	3.7	3.6
Viviendas particulares habitadas con piso diferente de tierra.	309,711	2,334,171
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua de la red pública en el ámbito de la vivienda.	312,305	2,312,839
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje.	313,379	2,362,017
Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario.	313,144	2,362,481
Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica.	314,568	2,375,582

Figura 4.9. Tabla en la que se muestra los distintos servicios en las viviendas en Gustavo A. Madero (INEGI, 2010).

4.2.5 Salud

De acuerdo con datos del INEGI (2010), se tienen registrados 803,418 habitantes como derechohabientes, de los cuales el 38.9% pertenecen al IMSS, 11.8% al ISSSTE, 12.4% al Seguro Popular y el 30.8% representa a la población sin derechohabencia a servicios de salud. Esto demuestra que de cada 100 personas, 73 tienen derecho a servicios médicos de alguna institución, ya sea pública o privada (INEGI, 2010; Figura 4.10 y 4.11).

Población derechohabiente por sector	Gustavo A. Madero	Distrito Federal
Población derechohabiente a servicios de salud.	803,418	5,644,901
Población derechohabiente a servicios de salud del IMSS.	461,056	3,036,963
Población derechohabiente a servicios de salud del ISSSTE.	139,880	1,095,313
Población sin derechohabencia a servicios de salud.	364,663	2,971,074
Familias beneficiadas por el seguro popular.	131,512	821,897
Población derechohabiente a instituciones públicas de seguridad social.	197,321	11,484,607
Población usuaria de instituciones públicas de seguridad y asistencia social.	321,427	6,747,627

Figura 4.10. Tabla en la que se muestra los derechohabientes a servicios médicos en la Delegación Gustavo A. Madero (INEGI, 2010).

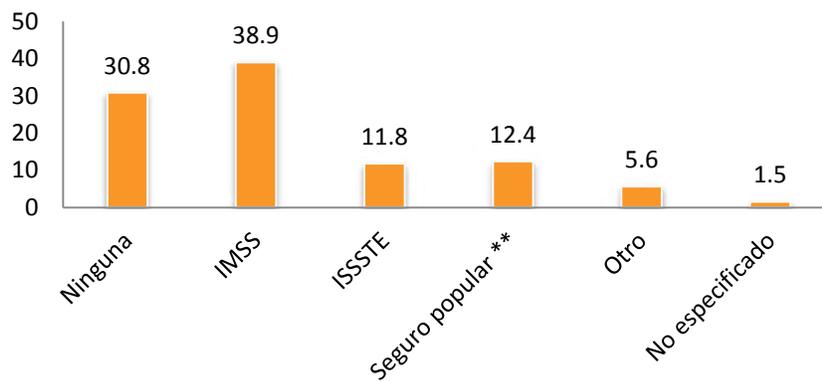


Figura 4.11. Gráfica que muestra el porcentaje de habitantes derechohabientes y no derechohabientes en la Delegación Gustavo A. Madero (INEGI, 2010). **Incluye seguro para una nueva generación.

4.2.6 Mortalidad

La principal causa de defunciones en la delegación, y ocupando el primer lugar con 1,675 defunciones son los problemas del corazón, seguida de patologías crónicas degenerativas (diabetes mellitus), y tumores malignos (INEGI, 2010). Para las mujeres entre 15-19 años y 45-49 años, se registran 2 y 4 fallecimientos por cada 100 hijos, respectivamente (INEGI, 2010).

Existe un registro de INEGI (2012) donde se muestra que el total de defunciones registradas es de 8,183 defunciones, el cual representa el 14.6% con respecto al Distrito Federal (INEGI, 2012; Figura 4.12).

Mortalidad	Gustavo A. Madero	Distrito Federal
Defunciones generales, 2012	8,183	55,995
Defunciones generales hombres, 2012	4,151	28,862
Defunciones generales mujeres, 2012	4,031	27,119
Defunciones de menores de un año, 2012	269	1,869
Defunciones de menores de un año hombres, 2012	127	984
Defunciones de menores de un año mujeres, 2012	141	876

Figura 4.12. Tabla que muestra las defunciones por grupos de edad en la Delegación Gustavo A. Madero (INEGI, 2012).

4.2.7 Educación

En el 2010 la delegación contaba con 426 escuelas preescolares, 515 primarias, 215 secundarias, 78 bachilleratos, 10 escuelas de profesional técnico y 71 escuelas de formación para el trabajo (INEGI, 2010).

Respecto a las escuelas de nivel superior sobresale la presencia del Instituto Politécnico Nacional, el cuál no sólo cubre la demanda local, sino que también recibe estudiantes de diversos municipios y estados del país. Además, es importante mencionar el crecimiento de planteles de carácter privado que se ha dado en la zona, destacando particularmente el nivel preescolar, con 348 escuelas (INEGI, 2010).

En el rubro de la asistencia escolar de acuerdo al grupo de edad, se tiene que de los niños de 3-5 años, el 60.5% asisten a la escuela; el 95.5% de los niños del grupo de 12-14 años asisten a la escuela y el 51.9% corresponde al grupo de 15-24 años. Con base en esto, se sabe que de cada 100 personas entre 6 y 11 años, 97 asisten a la escuela. De cada 100 personas de 15 años y más, 24 tienen algún grado aprobado en educación superior (INEGI, 2010; Figura 4.13).

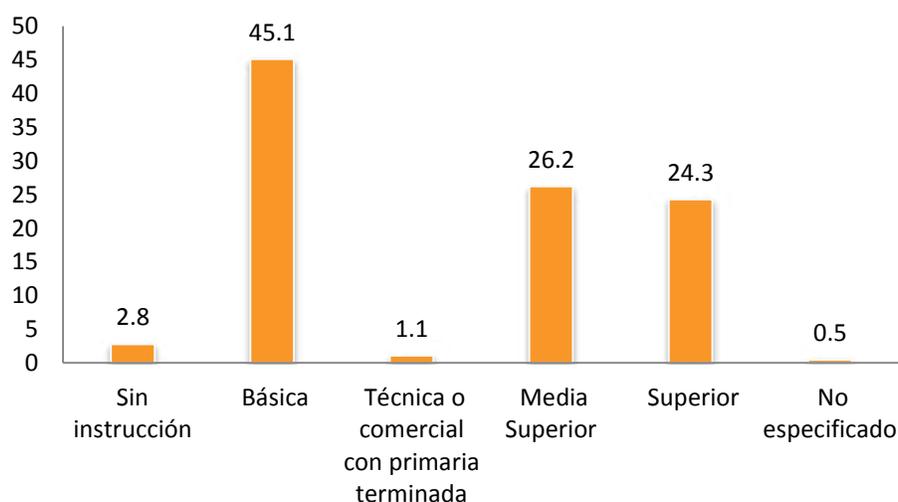


Figura 4.13. Gráfica con las variaciones en el porcentaje de distribución de la población según su nivel de escolaridad (INEGI, 2010).

4.3 Elementos Económicos

4.3.1 Población económicamente activa por sector y sus principales actividades económicas

En el año 2000, la población de la delegación de 12 años y más en condiciones de trabajar ascendió a 965,558 personas y representaba el 14.5% del Distrito Federal (PDDU, 2010). La población económicamente activa de la delegación en el año 2000 ascendió a 506,521 habitantes, representando el 13.9% del Distrito Federal. La población económicamente inactiva para ese mismo año era de 456,860 personas, que representan el 15.2% de la población respecto del Distrito Federal.

De la población en la delegación en condiciones de trabajar, el 52.5% es económicamente activa y 47.3% económicamente inactiva. De la población económicamente activa de la delegación el 98.2% está ocupada y el 1.8% desocupada (PDDU, 2010).

Respecto a la población económicamente inactiva, el 41.4% son personas dedicadas al hogar, fundamentalmente mujeres, quienes no reciben ninguna percepción económica y que en muchos casos tienen una doble jornada (trabajar en casa y fuera de ella); 30.5% son estudiantes, 7.2% son personas jubiladas y/o pensionadas, 0.8% están incapacitados permanentes, 19.6% son personas que realizan otra actividad y 0.5% no especificaron su condición de actividad (PDDU, 2010; Figura 4.14).

Población de 12 años y más	Total	Hombres	Mujeres
Económicamente activa	52.5%	69.6%	40.7%
Ocupada	98.2%	93.8%	95.7%
No ocupada	1.8%	6.2%	4.3%
Económicamente inactiva	47.3%	28.4%	41.4%
Condición de actividad no especificada	0.5%	2.0%	0.4%

Figura 4.14. Tabla con las variaciones en el porcentaje de las características económicas de la población (PDDU, 2010).

4.3.2 Sector primario

El sector primario ocupa una porción mínima de la población económicamente activa en la delegación; en los años 1990 y 2000 apenas representaba el 0.2%. Por su parte, en el 2000, el sector secundario participó con 23.3% de la población económicamente activa, porcentaje semejante al que presentó el Distrito Federal (21.2%). En contraste, la mayor participación la ocupó el sector terciario con 73.5%. En consecuencia, este comportamiento muestra la tendencia al predominio del sector terciario en la delegación.

4.3.3 Sector secundario

Para la Delegación Gustavo A. Madero fueron censados en el rubro de la industria manufacturera 3,862 establecimientos, en los que laboran 43,718 personas, predominando el subsector de productos metálicos, maquinaria y equipo con 33.7% de las personas ocupadas, así como el subsector de productos alimenticios, bebidas y tabaco con 36.5% de los establecimientos y 21.1% del personal ocupado. De la población económicamente activa de la delegación, 115,765 personas laboran en el sector secundario (PDDU, 2010).

4.3.4 Sector terciario

Los dos sectores que concentran el mayor número de trabajadores en la delegación son el comercio con 109,675 empleados (22.16%), de los cuales 44,169 (40%) son trabajadores por cuenta propia, y el de las industrias manufactureras con 91,376 trabajadores (18.41%) que concentran 13,064 (14%) en la misma condición. En este sentido cabe destacar que, en el primer caso la participación de los trabajadores por cuenta propia se hace más evidente al considerar el carácter de patrón en los establecimientos, los cuales resultan en mayor proporción en el sector comercio. La población económicamente activa en el sector terciario se incrementa significativamente por las personas dedicadas al comercio informal, las cuales representan el 76.6% (PDDU, 2010).

4.4 Infraestructura urbana, equipamiento y servicios

La siguiente información es citada directamente del Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la Delegación Gustavo A. Madero (PDDU, 2010).

4.4.1 Agua potable

Prácticamente en todas las viviendas de la delegación se distribuye agua potable. El nivel de cobertura de la red doméstica es del 98%; sin embargo, por deficiencias en el sistema de bombeo para las colonias ubicadas en la parte alta de Cuauhtepc, el abasto se hace mediante carros tanque cada tercer día (PDDU, 2010).

Como resultado de estudios geohidrológicos se ha determinado que en la delegación resulta inconveniente la perforación de pozos profundos porque la calidad del agua no es apropiada para el consumo humano. La dotación de agua con la que cuenta la delegación es de 4.29 m³/s y proviene de las siguientes fuentes externas:

Sistema Teoloyucan-Tizayuca-Los Reyes: es operado por la Gerencia de Aguas del Valle de México. Se captan 2.8 m³/s en los estados de México e Hidalgo, que llegan a la planta de bombeo de Barrientos, desde donde se envían a los tanques de Chalmita para abastecer a las zonas Norte, Centro y Poniente de la delegación (PDDU, 2010).

Sistema Ecatepec-Los Reyes: operado por la Gerencia de Aguas del Valle de México. Su captación es de 0.13 m³/s. De estos, una parte va a la planta de bombeo de Barrientos, de ahí se envía a los tanques de Chalmita. La otra parte llega por un acueducto paralelo al Chiconautla a los tanques de Santa Isabel Tola.

Sistema Chiconautla: se localiza en el Estado de México al Norte del Distrito Federal, es operado por la Gerencia de Aguas del Valle de México; tiene una aportación de 1.9 m³/s, los cuales son conducidos a través de un acueducto hacia los tanques de Santa Isabel Tola, desde estos se abastece las zonas Centro, Oriente y Sur de la Delegación Gustavo A. Madero.

Mediante los tanques de almacenamiento localizados en las partes altas de la delegación, se regula la distribución y las presiones en la red. Esta tiene una longitud de 1,822 km, de los cuales 4.45 km corresponden a la red primaria con un diámetro de 50 a 183 cm, y 7.52 km a la red secundaria, con un diámetro de 8 a 30 cm (PDDU, 2010).

Los principales problemas que afectan a la red de agua potable son las bajas presiones que inciden en un número importante de colonias y las fugas que representan el 30% del líquido conducido. Estas fugas se producen por rupturas en las tuberías, principalmente atribuibles a asentamientos diferenciales débiles por la sobreexplotación de los mantos acuíferos, sobre todo en la zona lacustre, y a la antigüedad de la red. Ocasionalmente, las rupturas pueden provocar que el agua llegue a la toma domiciliaria con tierra y partículas contaminantes (PDDU, 2010).

El déficit en el suministro de agua potable es de un 10%, y la presión baja afecta aproximadamente el 20% de las 291,164 tomas domiciliarias, además de las 1,252 tomas de gran consumo no domésticas. Las colonias con baja presión en la red de agua potable son: Palmita, San Felipe de Jesús, Providencia, Esmeralda, Progreso Nacional, Forestal, Cuauhtepc, Valle del Tepeyac, Martín Carrera, San Juan de Aragón, Malinche, Nueva Tenochtitlán, Industrial, Gabriel Hernández, Ampliación Gabriel Hernández, Casas Alemán, San José de la Escalera, Lindavista, Santa Rosa, San Bartolo Atepehuacán y Ticomán. Las colonias con mayor índice de fugas son las siguientes: Vasco de Quiroga, Unidad Habitacional San Juan de Aragón, San Felipe de Jesús, Unidad Habitacional CTM Atzacolco y U.H. CTM El Risco (PDDU, 2010).

4.4.2 Drenaje

La delegación tiene un nivel de cobertura en infraestructura de drenaje del 95%, el cual es de tipo combinado, con excepción de una parte de la zona de Cuauhtepc, donde el drenaje pluvial utiliza los arroyos. El sistema está constituido por colectores principales, los cuales tienen pendiente de escurrimiento del Poniente al Oriente, y que desalojan las aguas negras y pluviales al Gran Canal o al colector central del drenaje profundo. La longitud del sistema de drenaje es de 1,490.8 km de red secundaria, con diámetros menores a 0.61 m y 287 km de longitud de red primaria. El primer ramal corre en el límite delegacional por la Avenida Vallejo, mientras que el segundo colector de la Avenida Eduardo Molina rodea al Cerro Zacatenco. El primer ramal cuenta con una planta de bombeo en la colonia Vallejo Poniente, además de cuatro lumbreras. El segundo ramal cuenta con ocho lumbreras y una planta de

bombeo en Cuauhtepac. Ambos ramales se unen en el extremo Oriente de la colonia Solidaridad en un sistema compuesto por tres lumbreras, la última de las cuales los une al Emisor Central, donde se dirige al Tajo de Nochistongo, salida artificial de la cuenca que data del año 1807 (PDDU, 2010).

También forman parte del sistema de drenaje los colectores que tienen un escurrimiento de Poniente a Oriente, que aún hoy desalojan aguas negras a cielo abierto en los cauces de los ríos de Los Remedios, Tlalnepantla, San Javier, Temoluco, Cuauhtepac y el Gran Canal del Desagüe que tiene una capacidad para 111 m³/s (PDDU, 2010).

La delegación aún cuenta con 18.1 km de ríos que no han sido tapados y captan escurrimientos pluviales: 4.1 km del Río de Los Remedios (capacidad de conducción de 211 m³/s), 2.9 km del Río Tlalnepantla (capacidad de conducción de 70 m³/s), 2.5 km del Río San Javier, con capacidad de conducción de 10.3 m³/s en Cuauhtepac 1.8 km del Río Temoluco y 6.8 km del Río Cuauhtepac, con una capacidad de 7 m³/s (PDDU, 2010).

4.4.3 Electricidad y alumbrado público

La delegación se encuentra cubierta casi en su totalidad por el servicio de energía eléctrica; el 99.6% de las viviendas habitadas cuentan con ese servicio; el 0.4% restante que carece de él y corresponde a los asentamientos humanos, ubicados principalmente en las faldas de la Sierra de Guadalupe (PDDU, 2010).

En 1996 había instaladas 43,097 luminarias, lo que da un promedio de 4.97 luminarias por ha y una por cada 29 habitantes, mientras que en el 2000 se registraron 44,145, representando una luminaria por cada 28 habitantes y 4.9 luminarias por ha (PDDU, 2010).

4.4.4 Equipamiento y servicios

La delegación cuenta con elementos de equipamiento local y de carácter metropolitano, siendo los más importantes por su tamaño y su radio de influencia el Instituto Politécnico Nacional en Zacatenco (Escuela Superior de Turismo, de Medicina y Homeopatía y el Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV); el Conjunto de Hospitales de Magdalena de las Salinas, Hospital Juárez, Centro Médico La Raza; Deportivo 18 de Marzo, Deportivo Los Galeana; el Reclusorio Norte; La Central Camionera del Norte y los CETRAM Indios Verdes y Martín Carrera (PDDU, 2010).

La Delegación Gustavo A. Madero cuenta con 402 escuelas primarias públicas y 116 privadas; el número de aulas es de 6,011 y 1,083 respectivamente. Existen 96 escuelas secundarias diurnas federales, 12 secundarias para trabajadores (federales) y 32 secundarias particulares incorporadas; las secundarias técnicas suman 13 particulares y 8 federales. En el nivel medio superior, se cuenta con 56 bachilleratos; 20 públicos federales, 6 autónomos y 30 particulares; además existen 2 Escuelas Normales. En educación superior profesional existen 12 instituciones. En cuanto a educación especial, existen 44 escuelas del sector público y 1 privado, que representan el 13.5% del Distrito Federal (PDDU, 2010).

Cuenta con 18 bibliotecas operando, las cuales dan servicio a 24,200 personas mensualmente. Además hay 11 bibliotecas ubicadas en centros sociales y reclusorios. Cuenta además con dos Casas de la Cultura: la Guadalupe Insurgentes y la Juventino Rosas, los Centros Culturales de la Alianza Francesa de México, el Centro Cultural Jaime Torres Bodet y el Rafael Solana. También se encuentran los museos de Figuras de Cera, el Museo de Geología del IPN, el museo de la Basílica de Guadalupe, el Museo de la Pluma, el de las Telecomunicaciones y el Planetario Luis Enrique Erro. Destacan también el conjunto de hospitales de Magdalena de las Salinas, el Hospital Juárez, Hospital de Traumatología y Ortopedia del ISSSTE; Hospital 1° de Octubre, el Hospital General de la Villa y el Hospital Infantil del Tepeyac (PDDU, 2010).

4.4.5 Vialidad

La estructura vial primaria de la Delegación Gustavo A. Madero presenta una cobertura desequilibrada, que se encuentra mejor resuelta hacia la parte Suroeste, entre la Calzada Vallejo, la Avenida Eduardo Molina, el Eje 5 Norte Montevideo y el Circuito Interior, y con problemas de accesibilidad hacia los asentamientos de Cuauhtepac, confinados por la Sierra de Guadalupe (PDDU, 2010).

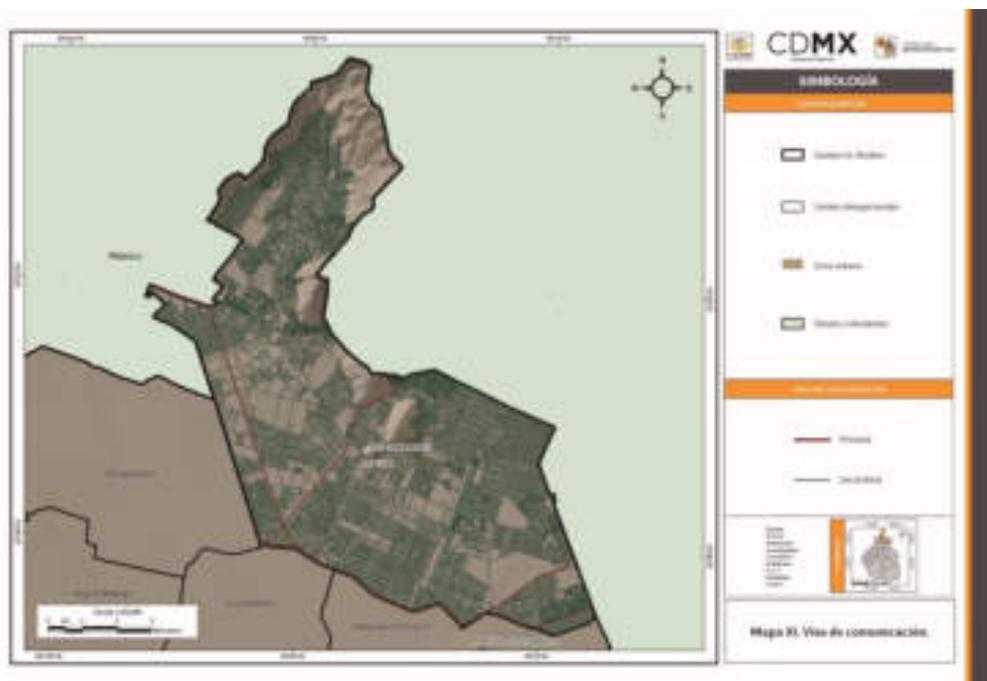
La Avenida Insurgentes Norte es el principal acceso del Noreste del país, con continuidad directa hasta la autopista a Pachuca; funciona con separación de flujos regionales y locales únicamente del tramo que va del puente del Acueducto de Guadalupe a La

Raza, por lo que la salida hacia el Norte, con la presencia del paradero de Indios Verdes, es una de las más conflictivas de la ciudad (PDDU, 2010).

La Calzada Vallejo es el acceso desde el Noroeste por la Avenida 3-A, la cual se conecta con la Autopista Federal a Querétaro a través del Periférico, con flujos principales de Norte a Sur y contra flujo local para transporte público. Ésta es el límite entre las delegaciones Gustavo A. Madero y Azcapotzalco. Forma un par vial con la Avenida 100 Metros, la cual no opera adecuadamente respecto a su continuidad desde el Eje Central, el cual funciona en sentido Sur-Norte, presentando poca fluidez en el tramo de Río de Los Remedios a Periférico por la reducción de sección y de carriles que presenta (PDDU, 2010; Mapa XI).

El Periférico en su Arco Norte, es el límite Noreste de la delegación y del Distrito Federal con el Estado de México; su operación es aún muy deficiente con bajo nivel de servicio, al no haberse realizado las obras necesarias de separación de flujos locales y regionales y no estar resueltas las intersecciones con las vías primarias de Norte a Sur. El Circuito Interior, en su Arco Norte, es el límite Sur de la demarcación con las delegaciones Cuauhtémoc y Venustiano Carranza.

Las vías regionales mencionadas se complementan con un sistema de vías principales y ejes viales, los cuales dan mayor accesibilidad al territorio delegacional y articulan su estructura urbana, conformando corredores de servicios y transporte (PDDU, 2010).



4.4.6 Transporte

Dada la importancia que el transporte público masivo y la infraestructura vial tienen para la sustentabilidad económica, urbana y ambiental de la ciudad, es de señalar el hecho de que gran parte de la población de la Delegación Gustavo A. Madero, labora o realiza actividades fuera de la misma, debiendo efectuar grandes desplazamientos, principalmente hacia el centro de la ciudad y los municipios del Estado de México, sin existir una continuidad aceptable de Oriente a Poniente, ni la fluidez necesaria de Norte a Sur, lo que incide directamente en la productividad (PDDU, 2010).

Hay que señalar que grandes proyectos metropolitanos de transporte y vialidad como el Tren Suburbano Ecatepec-Buenavista, aún sujeto a estudios de factibilidad en función de la ampliación de líneas del Metro y la conformación integral del Periférico, así como la necesidad de resolver intersecciones y continuidad de vías que pueden comunicar la delegación al interior de su territorio y con las delegaciones y municipios aledaños, no están reflejados en los proyectos de vía pública que marcan los planos oficiales de alineamientos y derechos de vía (PDDU, 2010).

En la delegación circulan flujos regionales con transporte público a Indios Verdes que saturan las secciones viales existentes. Aunado a esto, la reducción de un carril a Misterios que se realizó para dar cabida a los visitantes y peregrinos que acuden a La Villa y el camellón central de la Calzada de Guadalupe hacen conflictiva la circulación vehicular del par vial, además de la reducción de esta calzada por la ocupación de que es objeto al llegar a la Basílica, por parte del comercio ambulante que ocupa también parte de la Calzada Fray Juan de Zumárraga (PDDU, 2010).

4.5 Áreas de Conservación Patrimonial

La delegación cuenta con un vasto patrimonio cultural urbano, integrado por zonas tradicionales, ejes patrimoniales y elementos aislados de valor histórico; varios se encuentran catalogados o cuentan con alguna declaratoria que los señala como: Zona de Monumentos Históricos, Áreas de Conservación Patrimonial, Ejes Patrimoniales, Monumentos Históricos, Monumentos Artísticos o elementos de valor patrimonial. Destaca el conjunto de la Basílica de Guadalupe, las calzadas que lo comunican con el centro de la ciudad así como el conjunto de monumentos históricos que se ubican sobre la Calzada de los Misterios y el Acueducto de Guadalupe; en conjunto representan uno de los principales centros de peregrinación en el mundo. La relevancia de la zona y la presión que sobre ésta ejercen los procesos urbanos hace imperante su conservación (PDDU, 2010).

Conjunto Villa de Guadalupe. Desde 1531, momento en el que inicia el culto guadalupano, se han construido cinco templos. Los dos primeros fueron unas primitivas ermitas en lo alto del Cerro del Tepeyac; el tercero, conocido como Capilla del Cerrito, fue construido sobre las ruinas de los anteriores; conserva un altar plateresco y el marco dorado que tuvo la imagen de la Virgen hasta el siglo XVI. El cuarto templo, edificado en el año de 1709, fue trazado por el maestro de arquitectura José Durán a fines del siglo XVII; la obra fue terminada por Pedro de Arrieta, notable arquitecto novohispano, cuyo particular estilo de formas poligonales, denominado por algunos “barroco geométrico”, fue fundamental para la fisonomía de la Ciudad de México. Esta construcción presentó problemas estructurales desde principios del siglo XX por asentamientos diferenciales que dañaron severamente las bóvedas provocando el cierre de la Basílica entre 1926 y 1929, fecha en que se realiza una intervención estructural importante con la ampliación del presbiterio. La Basílica fue nuevamente cerrada al culto a finales de los años setenta e intervenida en años recientes (PDDU, 2010).

Dentro del conjunto de la Basílica de Guadalupe destacan también el Convento de las Capuchinas y la Capilla del Pocito, que al igual que la antigua Basílica sufrieron hundimientos diferenciales importantes y han sido intervenidos en años recientes. El primero fue proyectado por el arquitecto Ignacio Castera y realizado entre 1771 y 1787. La capilla de Pocito, construida entre 1777 y 1791, es uno de los edificios fundamentales en la historia del barroco mexicano, que marca el lugar en el que apareció un manantial como signo del milagro guadalupano. Es obra de Francisco Antonio Guerrero y Torres, el gran arquitecto de la etapa final de dicho estilo, lindante con el advenimiento del neoclásico (PDDU, 2010).

Calzada de los Misterios. Se tiene noticia de que en 1604 la Calzada de Piedra, llamada posteriormente de Los Misterios, fue dañada por una inundación, por lo que su construcción es anterior. Tras esta inundación y como parte de las reparaciones, se levantaron entre 1673 y 1676 una serie de 15 monumentos votivos en el lado oriente del camino; a partir de entonces, la llamada Calzada de Piedra o Camino de Guadalupe cambió su nombre por el de Calzada de los Misterios. Los misterios están conformados por dos cuerpos, divididos por cornisas y molduras; rematan en lo alto por la escultura de un santo que emerge de un frontón roto. El primero de los cuerpos, de mayor magnitud que el otro, tiene un relieve con el misterio del rosario que ejemplifica, mientras que en el superior se representa la imagen en relieve de la Virgen de Guadalupe. El conjunto de la calzada es obra singular por tratarse de la única en pie entre los caminos procesionales que se construyeron en la Ciudad de México durante el apogeo religioso de los siglos XVII y XVIII. La Calzada de los Misterios fue arreglada en 1854 durante el gobierno de Antonio López de Santa Ana (PDDU, 2010).

La instalación de la vía del Ferrocarril México-Veracruz, que se tendió en el centro de la Calzada de los Misterios, afectó parte de los 15 monumentos con que se contaba, así como el carácter procesional de la ruta. A principios del siglo XX se erigió la primera estación de ferrocarril en la Ciudad de México, misma que ha sido intervenida en diversas ocasiones tratando de consolidar y recuperar este inmueble (PDDU, 2010).

Para 1931 se conservaban únicamente 8 de los 15 misterios, mismos que fueron nuevamente restaurados o reconstruidos en 1972. Once misterios (4 del Siglo XVII y 7 contemporáneos) se encuentran en territorio de la delegación; los 4 restantes, del Siglo XVII, corresponden a la Delegación Cuauhtémoc. El material con que se hicieron los misterios es tezontle, piedra y cantera; en este último material se realizaron todas las esculturas. Se sabe que a principios del siglo XVIII se levantó una pequeña plaza más o menos a la mitad de la calzada; tenía tres arcos y sobre dos de ellos se colocaron esculturas de los monarcas españoles. Subsisten únicamente algunos muros que se encuentran entre las calles de Schumann y Leoncavallo (PDDU, 2010).

La actual Calzada de Guadalupe, que corre paralela a la Calzada de los Misterios, fue proyectada por Francisco Antonio de Guerrero y Torres y por Ildefonso de Iniesta Vejarano en 1779; esto puede constatarse en los planos del proyecto, en donde figuran las firmas de ambos. La obra fue dirigida por Guerrero y Torres y se le dio el nombre de Calzada Nueva de Guadalupe. En tiempos relativamente recientes se construyó en su centro un andador, que es hoy el trayecto que siguen las procesiones, quedando así olvidado el significado y el uso de los misterios en la avenida vecina (PDDU, 2010).

Acueducto de Guadalupe. Este acueducto iniciaba su recorrido más allá del Río de Los Remedios y desembocaba a espaldas de la Basílica en una fuente. La construcción, terminada el 30 de marzo de 1751 por el licenciado Joseph de Lizardi y Valle, se aprecia en lo que hoy es la confluencia de las calles Cantera y Morelos. En 1978 se realizó una restauración en la parte final del acueducto, fundamentalmente en la “caja distribuidora de agua”. Tuvo en algún momento un escudo real de España, borrado tras la Independencia; su ornamentación es barroca y conserva una placa en que se alcanza a leer el nombre de los reyes y del virrey bajo cuyo gobierno se hizo la obra.

La posibilidad técnica de revisión cartográfica a nivel predial, permitió elaborar planos temáticos para las zonas patrimoniales detectadas en 1997; en este mismo sentido se precisó la ubicación de todos aquellos elementos que estuvieran reconocidos con valor histórico (catalogados o declarados por INAH); de valor artístico (catalogados o declarados por INBA); y de valor patrimonial (catalogados por la Dirección de Sitios Patrimoniales y Monumentos de SEDUVI). En esta precisión se valoró la permanencia de elementos catalogados y declarados que estuvieron fuera de la protección de la normatividad para zonas patrimoniales, por lo que se redefinieron las poligonales en función de la riqueza patrimonial existente. En algunos casos se detectaron zonas que actualmente carecen de elementos suficientes para ser consideradas de valor patrimonial como son: La Purísima Ticomán, Ex hacienda La Patera y Dinamita. En el caso de San Juan Ticomán se redujo sustancialmente la poligonal; pero en todos los casos sigue reconociéndose los elementos de valor que aún subsisten (PDDU, 2010).

Las zonas patrimoniales que se han identificado dentro de la delegación son: Villa de Guadalupe; Cuauhtepac Barrio Alto; Santiago Atepetlac; San Juan Ticomán; San Bartolo Atepehuacán; Héroe de Nacozari; San Pedro Zacatenco; Santa Isabel Tola; Santiago Atzacolco; San Juan de Aragón y Magdalena de las Salinas. Como ejes patrimoniales se identifican: Acueducto de Guadalupe, Calzada de los Misterios y Calzada de Guadalupe.

De un total de 165,379 predios con clave catastral se cuantificaron 5,862 ubicados dentro de Área de Conservación Patrimonial. Asimismo se identificaron 752 predios con elementos de valor (histórico, artístico o patrimonial) y 16 elementos aislados como mojoneras, puentes y monumentos conmemorativos. De acuerdo con la información proporcionada por el INAH existen 183 elementos de valor histórico, mientras que el INBA identifica 460 predios con elementos de valor artístico. Finalmente, en la información proporcionada por SEDUVI se reconocen 238 elementos de valor patrimonial urbano de la delegación; se trata de pequeños centros urbanos que tienen su origen en tiempos pretéritos, incluso en épocas prehispánicas, y que durante el Virreinato se convirtieron en asentamientos de agricultores y artesanos; de ahí que las estructuras históricas de estos antiguos pueblos incluyen en ocasiones vestigios arqueológicos. Los templos y las trazas urbanas fueron los elementos rectores de su desarrollo. Sin embargo, el acelerado crecimiento de las áreas urbanizadas del centro de la delegación produjo la conurbación y transformación de estas comunidades, conllevando un incremento en el valor del suelo y la degradación sistemática de sus componentes fundamentales con la pérdida paulatina de los valores ambientales que anteriormente los caracterizaron (PDDU, 2010).

En lo que se refiere al Eje patrimonial de Calzada de los Misterios, es considerado una de las vías más antiguas y relevantes de la historia de la ciudad. Las intervenciones y el crecimiento urbano han convertido a los Misterios en elementos aislados de su contexto de peregrinación, perdiéndose de esta manera la idea de conjunto. Los Misterios se encuentran hoy relegados a rango de mobiliario urbano, sin la jerarquía del espacio al que pertenecen y por tanto sujetos al abandono y la ruina. Actualmente de 15 que conformaban el total de estos monumentos solamente se conservan ocho originales, y los siete restantes fueron sustituidos en años recientes por monumentos contemporáneos. La imagen urbana y conformación como espacio urbano de la calzada se ha perdido, por lo que se debe rescatar el uso tradicional de la calzada por medio de proyectos que tengan como fin dar servicio a los visitantes. La calzada fue objeto de una remodelación en 1999, colocándose una cruz en la intersección con Paseo de la Reforma (PDDU, 2010).

Los monumentos del conjunto de la Basílica de Guadalupe reseñados anteriormente se encuentran en un estado de conservación adecuado y han sido objeto de restauraciones recientes; en cambio, los componentes arquitectónicos y urbanos, patrimoniales y no patrimoniales de la zona de la Villa de Guadalupe se encuentran físicamente deteriorados. La función religiosa y de recepción de visitantes, convive con la afluencia indiscriminada de transporte urbano que usa el propio sitio como nodo de transferencia modal y como paradero temporal. El espacio peatonal ha sido invadido por funciones inadecuadas o ajenas al sitio, lo que deviene en obstáculos permanentes para su visita al mismo. La vía pública es compartida por el comercio informal, el transporte urbano, el flujo

vehicular y la circulación de peregrinos. Impera el caos vial, la degradación habitacional, del comercio y los servicios. Las instalaciones existentes (mercado, sanitarios públicos, etc.) están deterioradas y degradadas. La actual plaza del recinto religioso se desplanta en un nivel superior al de las calles colindantes y se encuentra rodeada por una reja, lo cual impide dar continuidad al espacio público y la desvincula de su entorno urbano inmediato. La imagen urbana de la zona no permite valorar el conjunto guadalupano ubicado como remate de una vía importante. El Área de Conservación Patrimonial de la Villa definida en el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano 1997, comprende el conjunto de la Basílica y las colonias Gustavo Adolfo Madero, Aragón, parte de la colonia Tepeyac Insurgentes y de Martín Carrera (PDDU, 2010).

En el año 2000 se publicó el bando informativo No. 3 del Jefe de Gobierno del Distrito Federal para impulsar un corredor turístico desde la Catedral Metropolitana hasta la Basílica de Guadalupe, cuyo objetivo primordial es la regeneración urbana a lo largo de las vías involucradas, con remate en la zona de la Villa de Guadalupe. Dentro de los objetivos se enmarca el apoyo al fideicomiso Villa de Guadalupe para ampliar la explanada del atrio de la Basílica con la creación de la Plaza Mariana para facilitar el homenaje de los devotos, que contenga los servicios requeridos por los visitantes en materia turística, de comercialización, de gastronomía, hospedaje y adicionalmente, la operación del albergue del peregrino en condiciones de seguridad, dotado de servicios básicos y con capacidad para 200 autobuses (PDDU, 2010).

4.6 Reserva territorial

En la delegación no existe un área específica destinada a reserva territorial y carece de terrenos lo suficientemente grandes para desarrollar nuevos fraccionamientos o conjuntos habitacionales (PDDU, 2010).

CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y VULNERABILIDAD ANTE HUNDIMIENTO Y FRACTURAMIENTO, ASENTAMIENTOS EN RIESGO Y ZONAS DE PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA

5.1 Riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos de origen geológico

5.1.1 Introducción

Diferentes manifestaciones de la dinámica de la corteza terrestre se expresan en el Distrito Federal. Entre los fenómenos geológicos, resultados de la dinámica externa, se encuentran derrumbes, deslizamientos, caídas de roca, hundimientos y flujos de lodo. Estos fenómenos no son eventos excluyentes de los asentamientos humanos, ya que diariamente existen reportes de los desastres que ocasionan a su paso.

Es importante tener presente que al estar interactuando en un ambiente natural y modificarlo, podemos estar en peligro y ser vulnerables ante un fenómeno perturbador. El **peligro** se entiende como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural potencialmente dañino. Por otra parte, la **vulnerabilidad** es entendida como la susceptibilidad de los sistemas expuestos a ser afectados o dañados por el efecto de un sistema perturbador.

En la Delegación Gustavo A. Madero cada año ocurren desastres de distinta magnitud y con niveles de pérdida y daños diferenciados; por ello es necesaria la identificación, cartografía y evaluación de la vulnerabilidad de la población. Ante la primicia anterior se argumenta la elaboración de la actualización de los mapas de asentamientos en riesgo y zonas de procesos de remoción en masa, y actualización de mapas de riesgos por hundimiento y fracturamiento de la Delegación Gustavo A. Madero, en la cual se realizará un análisis de los fenómenos perturbadores de mayor impacto, identificando el grado de peligro y vulnerabilidad física y social.

5.2. Metodología

A partir de la siguiente metodología se elaborará la actualización de los mapas de asentamientos en riesgo y zonas de procesos de remoción en masa, y actualización de mapas de riesgos por hundimiento y fracturamiento de la Delegación Gustavo A. Madero:

5.2.1 Recopilación de la información existente de la delegación

Se refiere a la actividad de investigación sobre los reportes de protección civil, reportes en medios de comunicación, atlas de riesgos, material del INEGI, material de los PDDU, entre otros.

5.2.2 Definición de los fenómenos reportados como activos en la delegación

Una vez que se han identificado los diferentes fenómenos que se han presentado en la delegación, se definirán los mismos de acuerdo al glosario de términos (ANEXO I).

5.2.3 Análisis de inestabilidad de laderas y barrancas

El análisis de inestabilidad se hace a partir de un Modelo Digital de Elevación (MDE), dado que un MDE es una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar, que permite caracterizar las formas del relieve y los elementos u objetos presentes en el mismo.

Análisis de susceptibilidad por inestabilidad de las laderas

El análisis expresa la probabilidad de que el terreno presente algún tipo de movimiento (fenómeno de remoción en masa); ésta dependerá de las condiciones naturales en las que se encuentra el terreno. En este trabajo, el análisis de susceptibilidad se realizó a partir de cuatro variables: energía del relieve, potencial erosivo, densidad de corrientes y grado de la pendiente.

La energía del relieve se define como la diferencia de elevaciones en un área dada; este dato se obtiene de los valores altimétricos por km^2 , en donde se contabiliza la diferencia entre el punto de mayor y menor altitud. Entre más grande sea este valor, habrá una mayor energía del relieve. Por lo tanto, los procesos erosivos, producto de la gravedad, son más intensos en pendientes abruptas y escarpes.

El potencial erosivo está en función de la morfología del relieve: a mayor diferencia entre cotas altimétricas, el transporte de materiales de las partes altas hacia las partes bajas será mayor.

La densidad de las corrientes es fundamental en el análisis de las áreas susceptibles a inestabilidad del terreno, debido a que el agua es el principal agente de transporte de materiales; por lo tanto las zonas que están cercanas a corrientes, tanto perennes como intermitentes, son más proclives a presentar movilización de materiales.

La pendiente es la manera en que se mide y clasifica el grado de inclinación del terreno; a mayor inclinación, mayor el grado de pendiente. Los procesos de remoción de masa, como deslizamientos, caídas de roca o flujos de lodo, se encuentran condicionados por el efecto de la gravedad y la pendiente.

Clasificando e interpolando la información de cada una de las variables anteriores, se pueden delimitar zonas en donde probablemente ocurran fenómenos de remoción de masa. Con el mapa de susceptibilidad se pueden localizar, por medio de los Sistemas de Información Geográfica (ArcGIS 10.1), las zonas donde se presenta una mayor propensión a que se presenten estos fenómenos y, por lo tanto, requieren de una mayor supervisión y monitoreo de las mismas, en particular donde existen asentamientos humanos.

Análisis de barrancas

Identificación de zonas en peligro y riesgo (barrancas). De acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales, todas las zonas de barrancas son zonas federales. Por su origen, una barranca es una zona de flujo de agua natural y, ahora, antrópico (aguas negras), que puede ser continuo o temporal (en época de lluvias). El volumen y la fuerza del agua que pasa por una barranca dependen siempre de la temporada de lluvias y de la cantidad de agua que escurre o que se infiltra. Actualmente ha incrementado el caudal de agua que escurre, y disminuido el que se infiltra.

Las paredes del cauce de los ríos o de las barrancas son zonas inestables y los materiales que las componen han sido continuamente expuestos a los fenómenos de intemperismo físico y químico, erosión, fragmentación, transporte y posterior depósito.

Esta inestabilidad es provocada por efecto de la gravedad y acelerada por el agua. Actualmente existen colonias, unidades habitacionales e infraestructura establecidas en estas zonas, en las cuales en su mayoría se han manifestado ya los fenómenos de derrumbes, deslizamientos, caídas de rocas, flujos de lodo y detritos, erosión e inundaciones.

5.2.4 Mapas preliminares de peligros

Mapa preliminar de peligros por fenómenos de remoción en masa

En SIG se desarrolla el proyecto de la delegación y se sobreponen todas las capas sobre la imagen satelital de (inestabilidad de laderas, zonas de peligro y riesgo por barrancas, topografía, zona urbana y reportes de antecedentes). El resultado de esta sobreposición de capas es el mapa preliminar de peligro. Este mapa se usa de base para el desarrollo y programación de trabajo de campo, así como para la actualización del mapa de riesgos.

Mapa preliminar de peligros por hundimiento y fracturamiento

En SIG se desarrolla el proyecto de la delegación y se sobreponen todas las capas sobre la imagen satelital de (hundimientos, fallas y fracturas, zona urbana y reportes de antecedentes). El resultado de esta sobreposición de capas es el mapa preliminar de peligro por hundimiento y fracturamiento. Este mapa se usa de base para el desarrollo y programación de trabajo de campo, así como para la actualización del mapa de riesgos.

El estudio de los hundimientos ha sido realizado por más de una década de investigaciones y monitoreo por diversas instituciones como la UNAM, UAM, IPN, entre otras. Los resultados han sido publicados en diversas tesis y artículos científicos. Para este proyecto basándonos en los resultados de las investigaciones anteriores es el de hundimiento regional se va a retomar el mapa que existe en la delegación y se va a considerar como peligro el registro del hundimiento en el mismo, el nivel de peligro será el mismo que describan o reporten, ya sea como bajo, medio y alto, o el hundimiento en unidades de medición (milímetros, centímetros o metros).

5.2.5 Trabajo de campo

Tomando como base el mapa preliminar de peligros, se procederá a realizar las visitas de campo correspondientes y a desarrollar la actualización de los mapas de asentamientos en riesgo y zonas de procesos de remoción en masa, y mapa actualizado de riesgos por hundimiento y fracturamiento.

5.2.6 Mapas actualizados de asentamientos en riesgo y zonas de procesos de remoción en masa

Mapa de peligros

Visita de campo en las zonas de inestabilidad y zonas reportadas como sitios con riesgo, con dictámenes de Protección Civil y descritas en medios de comunicación. Al llegar al sitio se toman las evidencias existentes, como son: tipo de fenómeno, fotografías, registro de datos estructurales (si existen), identificación del tipo de materiales presentes y grado de afectación. Las zonas identificadas de peligro alto, medio y bajo se registraron mediante el análisis de la susceptibilidad, zonas con reportes y su ubicación respecto a las zonas de barrancas.

Durante el trabajo de campo se verifican todos los puntos de reportes para identificar el tipo de fenómeno de remoción en masa, los daños que causó, viviendas o vías de comunicación afectadas o en peligro; se georreferencia el sitio y se identifican los materiales que componen la zona y reporte fotográfico.

Para las zonas de barranca el peligro se va a considerar con un buffer de 20 m a cada lado del cauce principal; esto de acuerdo a la Ley de Aguas, ya que a esa distancia se encuentran las paredes del cauce y la cima de las mismas, las cuales son inestables, sobre todo en zonas de depósitos volcánicos poco compactos, como se presentan en las zonas altas de la Cuenca de México. Este buffer es considerado como zona de peligro alto.

Mapa de vulnerabilidad expuesta

Las zonas de remoción en masa corresponden principalmente a las zonas de ladera y zonas de barrancas que han sido invadidas con autoconstrucciones, sin supervisión ni planeación y que no se encuentran en el catastro oficial o están en proceso de regularización. Con base en lo anterior, para este proyecto la vulnerabilidad física y social se realizará de forma general contabilizando los lotes de forma aproximada y calculando la población expuesta con el promedio de habitantes por vivienda para la delegación, ya que son zonas que no se encuentran en el censo del 2010 (INEGI, 2010) ni en catastro. Donde no existan lotificación ni datos de INEGI, no se realizará la lotificación ni los cálculos de población.

Sólo se realizarán con detalle los polígonos de los sitios con riesgo, como está estipulado en el convenio con la SPC.

Mapa de riesgos

Mapa que incluye el peligro y la vulnerabilidad expuesta por fenómenos de remoción en masa.

5.2.7 Mapa actualizado de riesgos por hundimiento y fracturamiento

Mapa de peligros

En el mapa de peligros se considera el hundimiento regional, hundimiento local y fracturamiento.

El hundimiento regional corresponde a la restitución y georreferencia en ArcGIS de mapas obtenidos con datos de investigaciones realizadas durante varios años por diversas instituciones. El hundimiento regional se encontrará representado por una escala de colores grises.

Por su parte las zonas de hundimientos locales han sido poco descritas y se carece de una cartografía a detalle de las mismas. En la mayoría de los casos se han identificado como fallas geológicas, fracturas o se han asociado a hundimientos regionales. En este proyecto se realizará la cartografía a detalle de cada una de las estructuras de hundimiento local; esto será realizado mediante los reportes de antecedentes y visitas a campo. Durante los recorridos a campo tomarán datos en cada estructura que se observe en la calle y banqueteta.

En la calle se van a tomar el azimut, echado, dimensión del desplazamiento vertical, ancho y evidencia fotográfica. La cartografía de la estructura se registra si es perpendicular, paralela o pasa en medio de la calle.

En cualquiera de los casos se registrarán las evidencias en banquetetas y muros de las construcciones; siguiendo por toda la calle o en calles adyacentes, tanto de un lado como del otro donde continúa la estructura. En cada calle se van a obtener los mismos datos hasta que la estructura no se manifieste en superficie. Con lo anterior se obtendrá la cartografía de la estructura definida mediante su manifestación en la superficie y los daños que ocasiona en calles, banquetetas y muros.

- La unión entre las estructuras que se presentan entre calle y calle se registrará como discontinua (inferida), si no existen evidencias visibles (fracturas) en las banquetetas y muros de las construcciones.
- La unión entre las estructuras registradas entre calle y calle se va a registrar como continua, si existen evidencias visibles (fracturas) en las banquetetas y muros de las construcciones.
- Se calculará la longitud total de la estructura a los puntos donde se logre cartografiar la misma; es decir: los puntos extremos donde sean visibles las evidencias de campo (fracturas), ya sea en calles, banquetetas o muros.
- Se identificará el origen de cada estructura de hundimiento, ya sea por drenaje, fuga de agua, antiguos canales o cauces de ríos, antiguas excavaciones mineras y/o antiguas obras inestables, entre otras.

Los datos que deberán registrarse en campo son: datos de las estructuras presentes en calles, banquetetas y muros.

Sólo se registrarán zonas de peligro alto, que son todas las que presentan afectaciones en calles, banquetas y viviendas. No se registrarán peligro medio o bajo, debido a que no hay un criterio para el mismo en hundimientos locales.

Mapa de vulnerabilidad expuesta

La vulnerabilidad expuesta por hundimiento regional se obtendrá a partir del trabajo de campo, asignando el grado de daño de los inmuebles de acuerdo a lo establecido en la Escala Macrosísmica Europea, (EMS, 1998). Dicha escala establece cinco grados de daño: el grado 1 se refiere a construcciones sin daño o con daños leves; grado 2 son aquellas construcciones que presentan fisuras o fracturas pequeñas; los niveles 3 y 4 son daños estructurales de sustanciales a severos; y el grado 5 hace referencia a construcciones destruidas (Figura 5.1). De esta manera la vulnerabilidad estará en función del grado de daño, inmuebles con grado 1 tienen vulnerabilidad baja y en la cartografía estarán representados en color verde; inmuebles con grado 2 se consideran vulnerables y estarán representados en color amarillo; y los inmuebles con grado mayor o igual a 3 tendrán vulnerabilidad alta y estarán representados en color rojo.

Clasificación del daño a edificios de mampostería	
	<p>Grado 1: Sin daños a daños leves (Sin daño estructural, daño no estructural leve)</p> <p>Grietas muy delgadas en muy pocos muros. Caída de pequeños pedruzcos de estucado o enfoscado. Caída de rocas sueltas desde la parte alta de edificios en muy pocos casos.</p>
	<p>Grado 2: Daños moderados (daño estructural leve, daño no estructural moderado)</p> <p>Grietas en muchos muros. Caída de pedruzcos grandes de guarnecido. Colapso parcial de chimeneas.</p>
	<p>Grado 3: Daños sustanciales a severos (daño estructural moderado, daño no estructural severo)</p> <p>Grietas largas y extensas en casi todos los muros. Caída de tejas. Fractura de las chimeneas en la línea del techo; fallo de los elementos individuales no estructurales (particiones, frentones).</p>
	<p>Grado 4: Daños muy severos (daño estructural severo, daño no estructural muy severo)</p> <p>Fallo serio de los muros; fallo estructural parcial de techos y pisos.</p>
	<p>Grado 5: Destrucción (daño estructural muy severo)</p> <p>Colapso total o casi total.</p>

Figura 5.1. Tabla de clasificación de daños (EMS, 1998).

En hundimiento local la vulnerabilidad física se obtendrá directamente en campo, donde se van a contabilizar todos los lotes que se encuentran afectados por las estructuras de hundimiento. Los lotes que presentan daños visibles serán considerados muy vulnerables (color rojo), mientras que los lotes donde no se observan daños visibles, pero que se encuentran en la misma dirección o sobre la estructura, serán considerados como vulnerables (color amarillo).

Mapa de riesgo

Mapa que incluye el peligro y la vulnerabilidad expuesta por hundimiento y fracturamiento.

5.2.8 Descripción de los polígonos de peligro y zonas de riesgo

A partir de los levantamientos en campo se describen las condiciones de peligro y vulnerabilidad, así como las zonas de riesgo más representativas en la demarcación.

5.3 Resultados

5.3.1 Recopilación de la información existente de la delegación

Los reportes de antecedentes de la demarcación corresponden principalmente a fenómenos estructurales (fracturas) y geológicos (hundimientos, derrumbes, deslizamientos, flujos de lodo, y desprendimientos o caídas de roca) de acuerdo a la SPC (2014, Figura 5.2).

Figura 5.2. Reportes de antecedente en la Delegación Gustavo A. Madero.

Ubicación	Fenómeno	Fuente
Calle Francisco Coss No. 9, colonia 15 de Agosto	Estructurales	SPC
Gral. Mariano Salas No.89, colonia 15 de Agosto	Estructurales	SPC
Jose Joaquin Herrera No.145, colonia 15 de Agosto	Estructurales	SPC
Gral. Pedro Maria Anaya No.194, colonia 15 de Agosto	Estructurales	SPC
Esc. Prim. Nicolás Bravo, Av. Ejido y Benito Juárez s/n, colonia 25 de Julio	Geológico	SPC
Norte 74-A No.3423, colonia 7 de Noviembre	Estructurales	SPC
Norte 70-A No. 10018, colonia Ampliación Villahermosa	Estructurales	SPC
Progreso N0108 No.108, colonia Aragón	Estructurales	SPC
Fausto Romero No.073, colonia Aragón	Estructurales	SPC
Avenida Eje Central y río de los Remedios, Campamento de Huitlacoche Medel	Estructurales	SPC
Calle Otoño Mza. 16, colonia Candelaria Ticomán	Geológico	SPC
Cerrada Paris, colonia Cuauhtepc el Alto	Estructurales	SPC
Calle Norte 80 entre Calle Oriente 85 y Calle Oriente 81, colonia La Malinche	Estructurales	SPC
Calle 303 No. 541 entre Calle 310 y Calle 312, colonia Atzacocalco	Estructurales	SPC
Gran Canal, Colonia Nueva Atzacocalco	Estructurales	SPC

Calle Smetana No. 66 entre Calle Caruso y Calle Nagner, colonia Vallejo	Estructurales	SPC
Asentamiento irregular Las Malvinas, Ejidos de San Juan de Aragón	Estructurales	SPC
Avenida Gran Canal y Calle 314, Colonia Esmeralda	Estructurales	SPC
Alcatraz, colonia Forestal III	Estructurales	SPC
Miguel Miramon No. 58, colonia Gertrudis Sánchez	Estructurales	SPC
Norte 86 No.5424, colonia Gertrudis Sánchez	Estructurales	SPC
Debussy No.4409, colonia Guadalupe Victoria	Estructurales	SPC
Lindavista Vallejo, colonia Gustavo A. Madero	Estructurales	SPC
Avenida Las Flores, colonia Juan González Romero	Geológico	SPC
Norte 72 No.3808, colonia La Joya	Estructurales	SPC
Norte 88 No.4306, colonia La Malinche	Estructurales	SPC
Netzahualcóyotl No.30, colonia La Villa	Estructurales	SPC
Aquiles Serdan y Orquideas, colonia Malacates	Estructurales	SPC
Jose Joaquin Herrera No.102, colonia Martín Carrera	Estructurales	SPC
Norte 62-A No. 3713, colonia Martín Carrera	Estructurales	SPC
General A. López de Santa Anna No.45, colonia Martín Carrera	Estructurales	SPC
Jose Joaquin Herrera No. 104, colonia Martín Carrera	Estructurales	SPC
Jose Joaquin Herrera No.105, colonia Martín Carrera	Estructurales	SPC
Mariano Salas No.182, colonia Martín Carrera	Estructurales	SPC
Jose Joaquin Herrera No.240, colonia Martín Carrera	Estructurales	SPC
Gral. Miguel Miramon No.215, Colonia Martín Carrera	Estructurales	SPC
Gral. Antonio López de Santa Ana No.209, colonia Martín Carrera	Estructurales	SPC
Norte 90 No. 4220, Colonia Martín Carrera	Estructurales	SPC
Oriente 85 No.3214, colonia Martires de Río Blanco	Estructurales	SPC
Calle 308, colonia Nueva Atzacolco	Geológico	SPC
Oriente 87 No.4416, colonia Nueva Tenochtitlan	Estructurales	SPC

Eduardo Olivares, colonia Palmatitla	Estructurales	SPC
Allende, colonia, colonia Rosas del Tepeyac	Estructurales	SPC
Lumbrera Cerro de la obra del Emisor Oriente, colonia San Felipe de Jesús	Geológico	SPC
Cerrada de Lerdo Mz. 300 Lt. 4327, colonia San Felipe de Jesús	Geológico	SPC
Cerrada de Lerdo Mz. 300 Lt. 4333, colonia San Felipe de Jesús	Geológico	SPC
Cerrada de Lerdo Mz. 300 Lt. 4335, colonia San Felipe de Jesús	Geológico	SPC
Cerrada de Lerdo Mz. 300 Lt. 4337, colonia San Felipe de Jesús	Geológico	SPC
Cerrada de Lerdo Mz. 300 Lt. 4323, colonia San Felipe de Jesús	Geológico	SPC
Cerrada de Lerdo Mz. 300 Lt. 4331, colonia San Felipe de Jesús	Geológico	SPC
Cerrada Lerdo, colonia San Felipe de Jesús	Estructurales	SPC
Avenida Gran Canal y Calle Emiliano Zapata, colonia San Felipe de Jesús	Estructurales	SPC
Avenida Insurgentes, colonia San Juan Ixhuatepec	Estructurales	SPC
Piña, colonia Tlalpexco	Estructurales	SPC
Huiztnahua, Unidades habitacionales	Estructurales	SPC
Alberniz No.131, colonia Vallejo	Estructurales	SPC
Ernesto Elorduy No.211, colonia Vallejo	Estructurales	SPC
Meyerbeer No.22, colonia Vallejo	Estructurales	SPC
Tetrazzini No.283, colonia Vallejo	Estructurales	SPC
Miranda No.79, colonia Vallejo	Estructurales	SPC
Avenida La Brecha y Avenida Las Torres, colonia Vista Hermosa	Estructurales	SPC
Toda la Delegación	Hundimiento regional	Laboratorio de Geoinformática

De acuerdo a otras fuentes se han reportado problemas por hundimiento en las colonias: Tablas de San Agustín, Río Blanco, Tepeyac y Malinche; deslizamiento en: Faja de oro, Cuauhtepc Barrio Bajo, Cuauhtepc Barrio Alto, Margarita Maza de Juárez, Compositores mexicanos, Guadalupe Chalma, Gabriela Hernandez, Coyol, Parque Nacional el Tepeyac, Cerro del Chiquihuite y en la autopista México Pachuca.

Como un antecedente histórico se sabe que en las últimas dos décadas muchas zonas urbanas en el centro de México han sido afectadas por hundimientos diferenciales del suelo. Generalmente estos procesos se han relacionado

solamente a la sobreexplotación de acuíferos (Garduño, 2001). Este fenómeno de hundimiento ha sido monitoreado por el laboratorio de Geoinformática (2008) y el resultado de ello es el mapa de hundimiento regional acumulado de 1862-2005 (Figura 5.3).

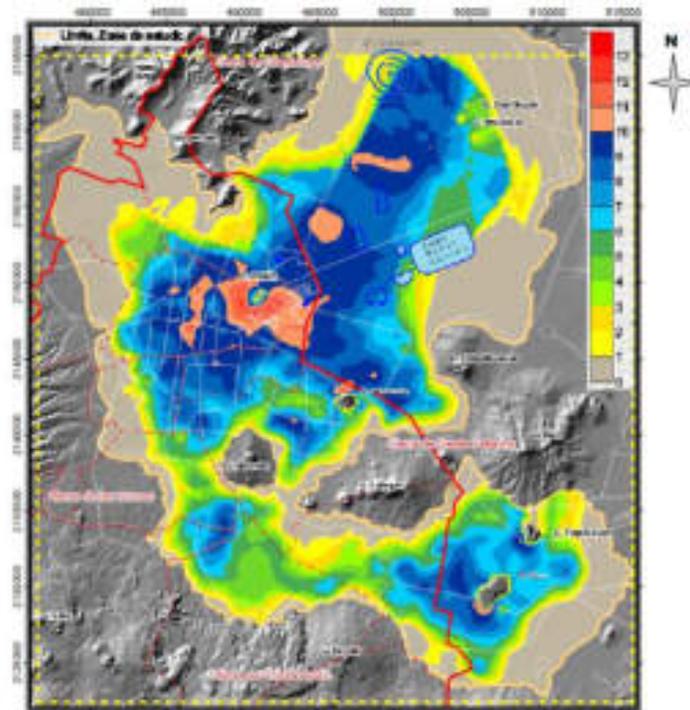
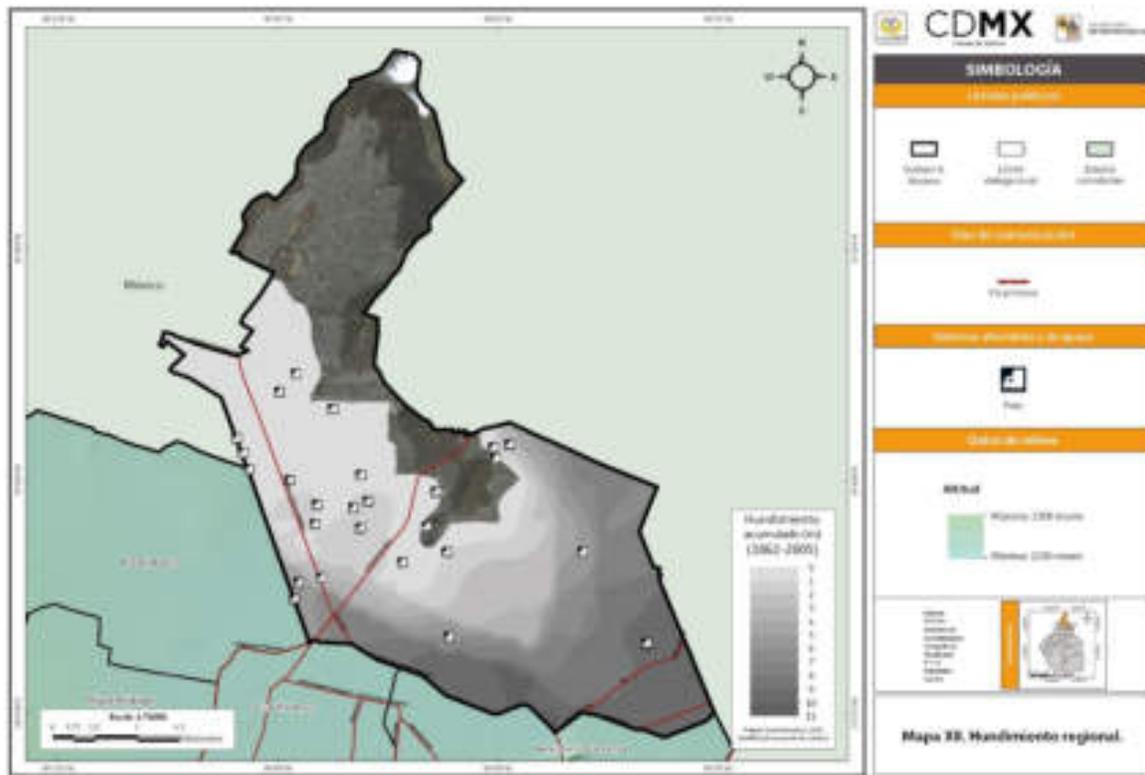
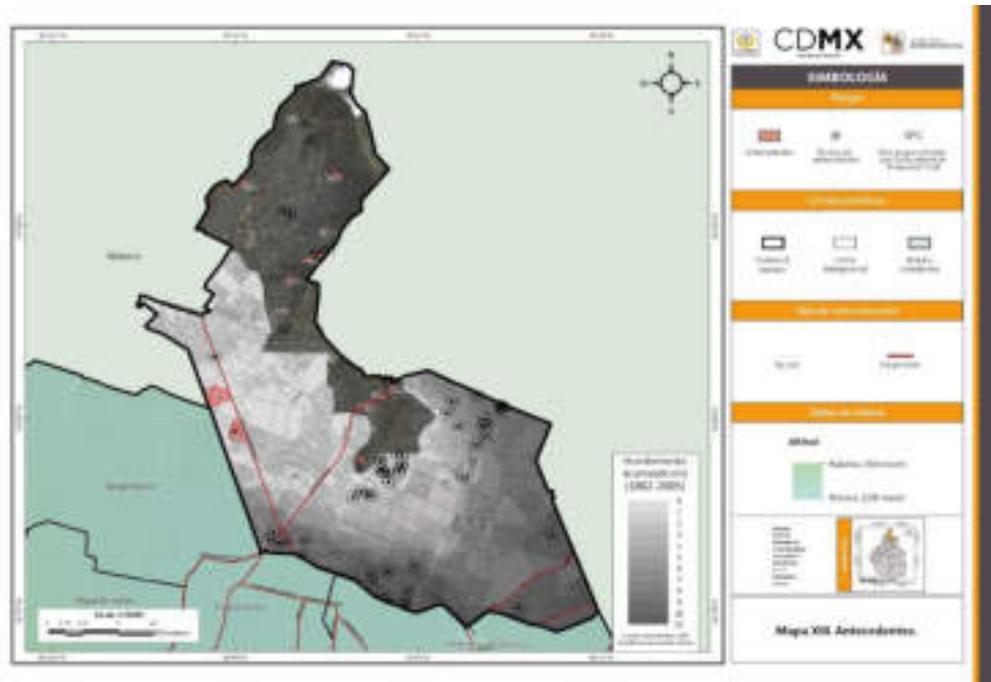


Figura 5.3. Imagen del mapa de Hundimiento acumulado 1862-2005 (Laboratorio de Geoinformática, 2008).

La Delegación Gustavo A. Madero, respecto al mapa de hundimiento regional reportado por el laboratorio de Geoinformática, tiene un hundimiento histórico que varía de 0 a 11 metros. En el Mapa XII se presenta el hundimiento regional acumulado en la demarcación así como la ubicación de los pozos de acuerdo a la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos (SMMC, 2005) y pozos perforados por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SMMC, 2005).



En el Mapa XIII se muestra la distribución espacial de antecedentes enlistados en la Figura 5.2, así como el hundimiento regional en esta delegación.



La distribución de fallas y fracturas en la delegación se representan en el Mapa XIV. En éste se muestran cuatro fallas inferidas, una se localiza al noreste y las tres restantes al sureste de la delegación. En el ANEXO II se encuentra la información correspondiente a la Geología y Estratigrafía.



5.3.2 Definición de los fenómenos reportados como activos en la delegación

Los fenómenos de la dinámica externa que se reportan en la Delegación Gustavo A. Madero son: hundimientos, fracturas, derrumbes, deslizamientos, flujos de lodo, y caídas o desprendimientos de roca.

Derrumbe. Fenómeno geológico que consiste en la caída libre y en el rodamiento de materiales en forma abrupta, a partir de cortes verticales o casi verticales de terrenos en desnivel. Se diferencia de los deslizamientos por ser la caída libre su principal forma de movimiento, y por no existir una bien marcada superficie de deslizamiento. Los derrumbes pueden ser tanto de rocas como de suelos. Los derrumbes de suelos no son generalmente de gran magnitud, ya que su poca consolidación impide la formación de cortes de suelo de gran altura; en cambio, los de rocas sí pueden producirse en grandes riscos y desniveles (4)

Caídas, desprendimientos o volcaduras de rocas. Son rápidos y por lo común fluyen a lo largo de valles. Aquí el agua actúa como agente preparador del proceso al aumentar el tamaño de las grietas, lo que permite la separación y caída del bloque; ocurren en pendientes muy abruptas, casi verticales (2).

Deslizamiento. Aplicado a suelos y a material superficial, se refiere a movimiento plástico lento hacia abajo. Aplicado a sólidos elásticos, alude a deformación permanente a causa de algún esfuerzo (1).

Fractura. Superficie de ruptura en rocas a lo largo de la cual no ha habido movimiento relativo, de un bloque respecto del otro (6).

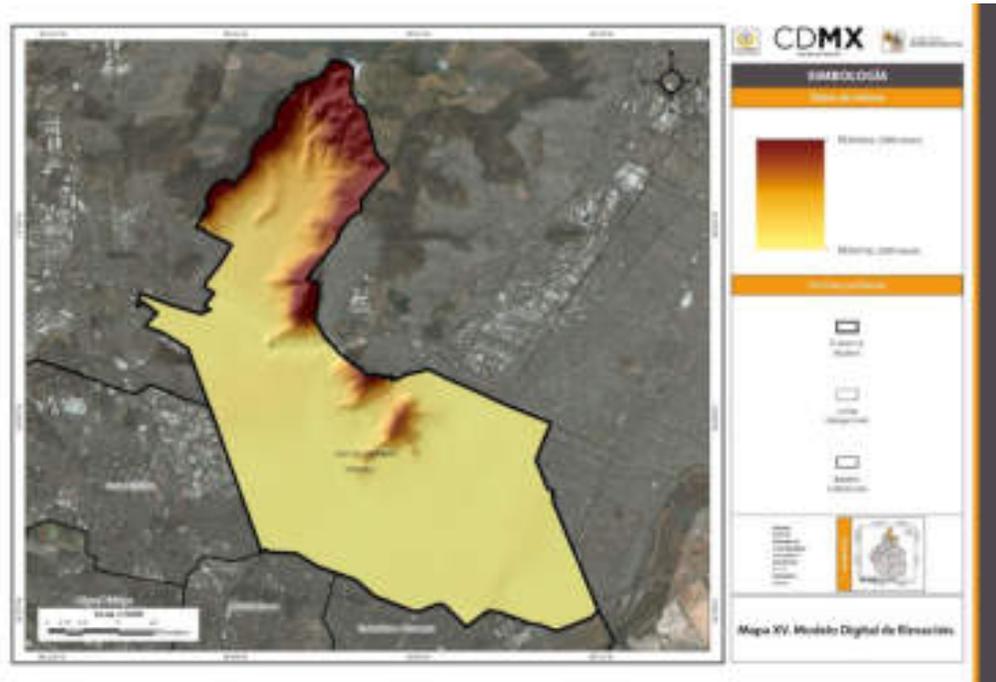
Flujo o corriente de lodo. Mezcla de materiales sólidos de diferentes tamaños y agua que se desplazan por efecto de las pendientes del terreno (4).

Hundimiento. Dislocación de la corteza terrestre que da lugar a la remoción en sentido vertical de fragmentos de la misma (4).

Hundimiento regional. Fenómenos de naturaleza geológica cuya presencia se debe a los suelos blandos, en los cuales se producen pérdidas de volumen como consecuencia de la extracción de agua del subsuelo (4).

5.3.3 Análisis de inestabilidad de laderas y barrancas

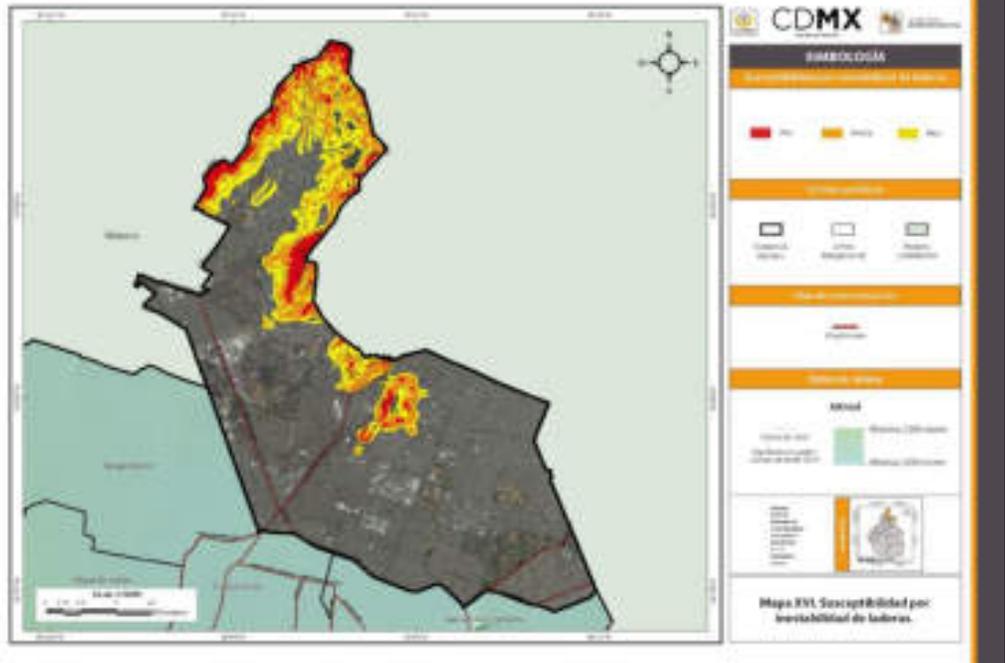
El Mapa XV es el Modelo Digital de Elevación (MDE) generado para ser utilizado en el análisis de inestabilidad de laderas y barrancas. En este modelo se pueden observar las formas del relieve en la demarcación, así como las zonas con mayor altitud, como son La Sierra de Guadalupe, Los Gachupines y Tepeyac.



Mapa de susceptibilidad por inestabilidad de laderas

En el Mapa XVI las zonas de susceptibilidad baja se encuentran en color amarillo (lugares con pendientes de 25° a 35° y poca erosión); en naranja, la susceptibilidad media (pendientes de 35° a 45° donde existe tendencia a movimientos de ladera); y en rojo, la susceptibilidad alta (áreas con pendientes abruptas entre 45° a 53° con severa afectación por corrientes de agua y erosión).

Se puede observar que todas las zonas susceptibles se encuentran localizadas en la Sierra de Guadalupe, Gachupines y el Cerro del Tepeyac.



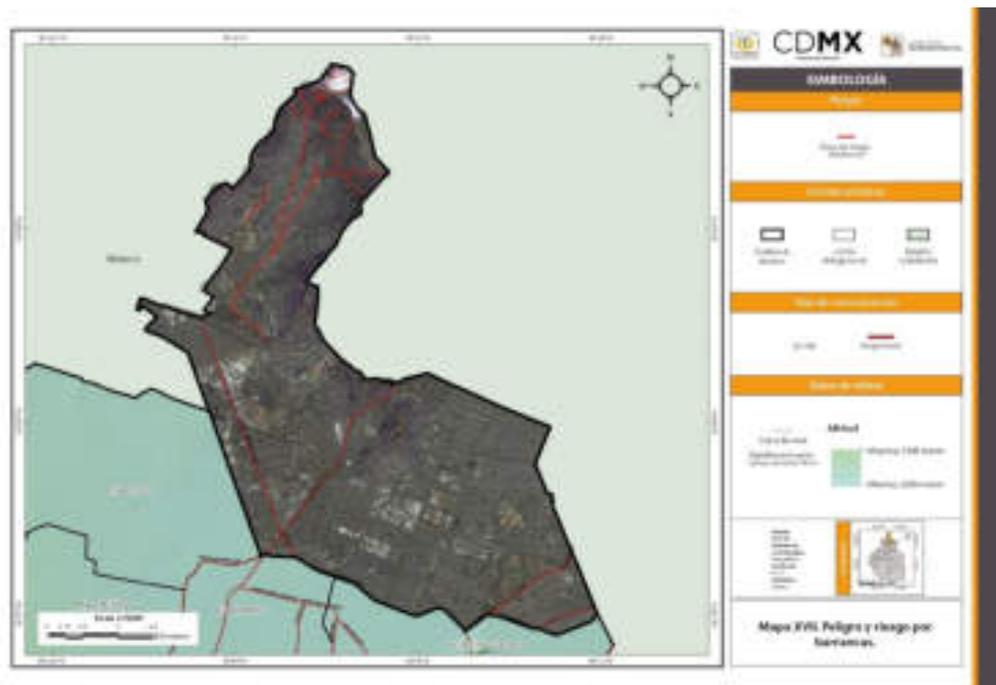
Mapa de peligro y riesgo por barrancas

En el Mapa XVII se muestran los ríos que drenan desde la Sierra de Guadalupe, hacia las partes bajas en el Norte de la delegación. Las líneas rojas representan los cauces cuando cruzan zonas definidas como urbanas por el INEGI.

Si bien muchas de las corrientes son intermitentes y están sin agua la mayor parte del año, también representan un peligro; en particular sobre las viviendas y sus habitantes que se han asentado sobre el cauce o en sus inmediaciones, ya que en eventos de precipitación extraordinaria, estos cauces pueden arrastrar una gran cantidad de materiales.

Entre los principales factores que incrementan el peligro en los cauces de los ríos están la deforestación, la obstrucción y reducción de sus áreas hidráulicas, las construcciones en sus inmediaciones y precipitaciones extraordinarias.

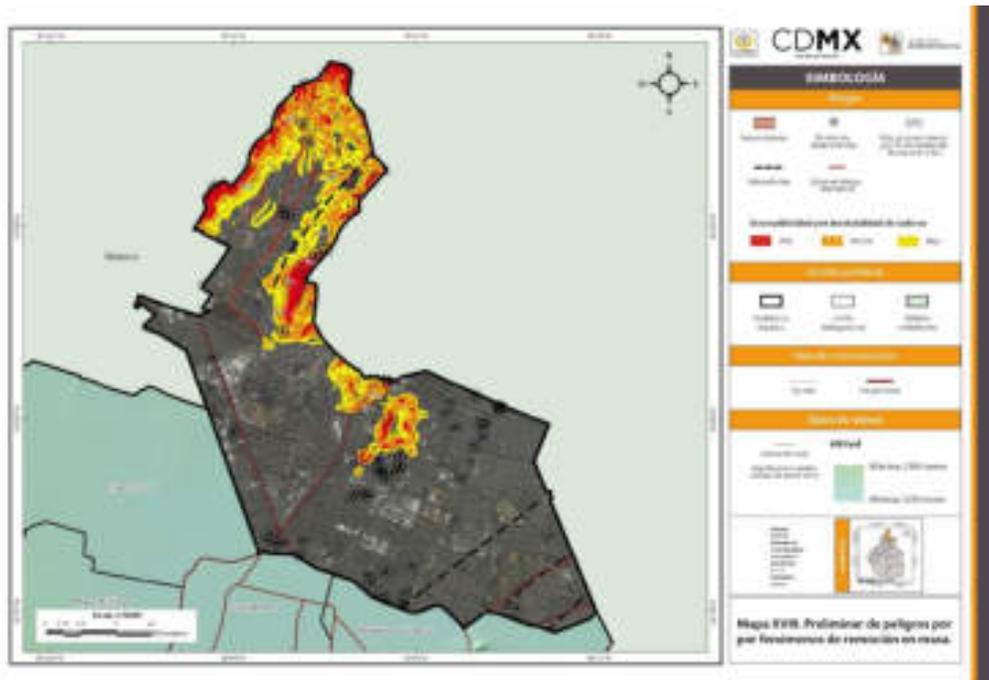
Un suelo con vegetación evita que el agua circule rápidamente por la superficie, disipa la energía erosiva de la lluvia y también funge como un tipo de “esponja”, que evita que el agua se concentre rápidamente en los cauces.



5.3.4 Mapas preliminares de peligros

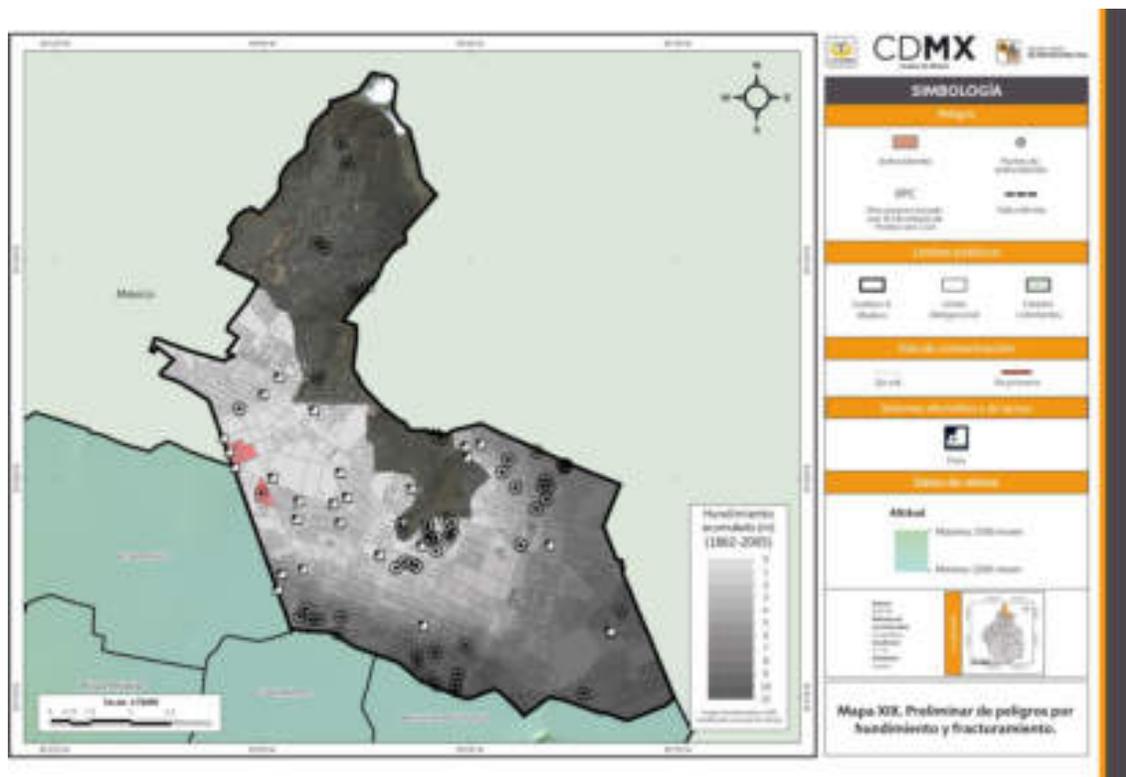
Mapa preliminar de peligros por fenómenos de remoción en masa

En el mapa preliminar de peligros (Mapa XVIII) se pueden observar coincidencias entre los reportes de antecedentes, zonas susceptibles y zonas en peligro por remoción en masa y hundimiento. Este mapa sirve como marco de referencia para identificar áreas en peligro y la vulnerabilidad de asentamientos humanos.



Mapa preliminar de peligros por hundimiento y fracturamiento

El Mapa XIX representa las zonas de peligro por hundimiento y fracturamiento con base en los puntos de antecedentes y los polígonos de los sitios en riesgo (SPC, 2014). En el mismo mapa se presenta el hundimiento regional acumulado (1862-2005), las fallas inferidas y los pozos de extracción de agua. Este mapa es una referencia para programar las visitas de campo.



5.3.5. Trabajo de campo

Los fenómenos de remoción en masa identificados en la demarcación son: derrumbes, deslizamientos, flujos de lodo, caída de rocas y hundimiento regional. En esta actualización se identificaron y delimitaron 13 polígonos de peligro por:

Caída de roca (5) afecta 1457 habitantes y 394 lotes.

Derrumbe (1) pone en riesgo 63 habitantes y 17 lotes.

Derrumbe y caída de roca (1) que afecta 85 personas y 23 lotes.

Deslizamiento y derrumbe (2) con 647 habitantes afectados y 165 lotes.

Deslizamiento y caída de roca (1) afectando 85 personas en 23 lotes.

Deslizamiento, derrumbe y caída de roca (1) afectan 148 personas y 40 lotes

Deslizamiento, derrumbe, caída de roca y flujos de lodo (2) con población de 2350 en 635 lotes.

En conjunto suman una vulnerabilidad social de 8,838 personas y vulnerabilidad física de 1,297 lotes de los cuales (Figura 5.4).

PELIGRO ALTO	TOTAL DE POLÍGONOS	TOTAL DE VULNERABILIDAD SOCIAL	TOTAL DE VULNERABILIDAD FÍSICA
Caída de roca	5	1,457	394
Derrumbe	1	63	17
Derrumbe y caída de roca	1	88	23
Deslizamiento y derrumbe	2	647	165
Deslizamiento y caída de roca	1	85	23
Deslizamiento, derrumbe y caída de roca	1	148	40
Deslizamiento, derrumbe, caída de roca y flujos de lodo	2	2,350	635

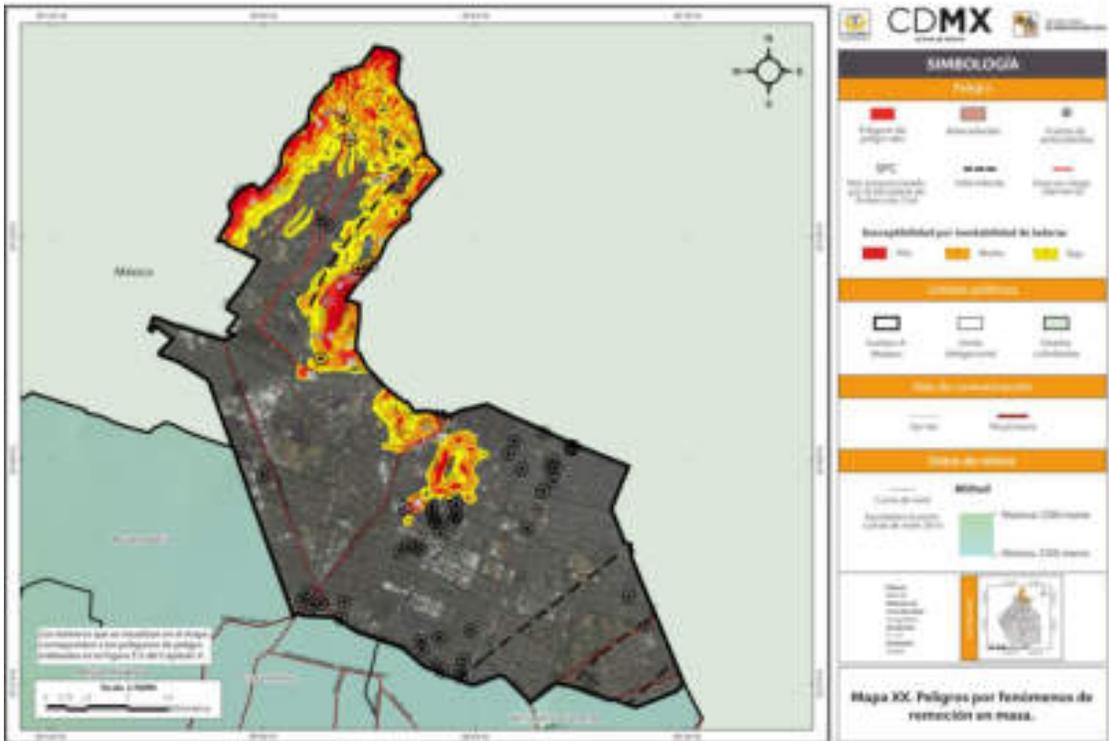
Figura 5.4. Tabla general de vulnerabilidad física y social por frecuencia de fenómenos en los polígonos de peligro.

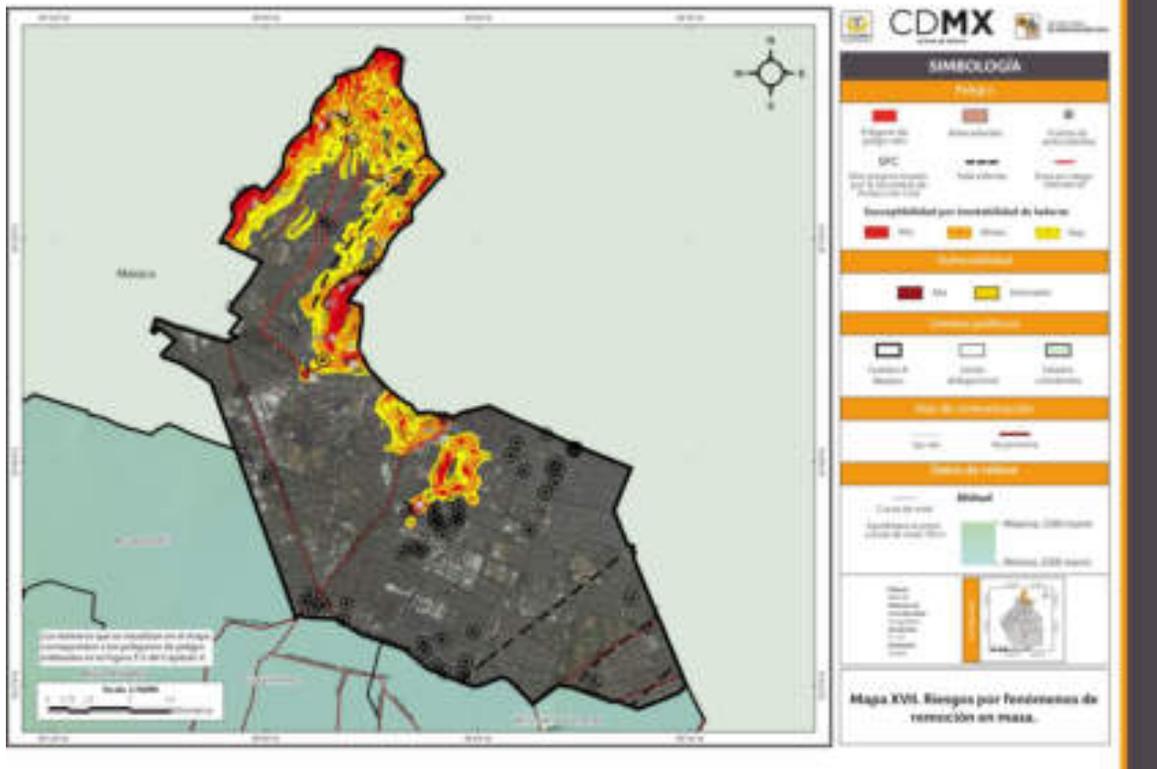
5.3.6 Mapas actualizados de asentamientos en riesgo y zonas de procesos de remoción en masa

La cartografía realizada para los mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgos por fenómenos de remoción en masa de la Delegación Gustavo A. Madero considera 13 polígonos (Mapa XX, XXI y XXII): Chalma, Malacates, Ampliación Malacates, Verónica Castro, Arboledas, Vista Hermosa, Castillo Grande, La Pastora, San Juan Ticomán I, San Juan Ticomán II, La Candelaria Ticomán, Insurgentes Norte y Rosas del Tepeyac. En la Figura 5.5 se especifican las dimensiones de cada polígono, el fenómeno perturbador y la vulnerabilidad social y física expuesta.

DATOS GENERALES			VULNERABILIDAD EXPUESTA			PELIGRO	
No	Polígono	Ubicación	Población	Lotes	Área	Perímetro	Origen
1	Chalma		629	170	25,702	4,466	Caída de roca
2	Malacates		315	85	82,047	1,694	Deslizamiento, derrumbe, caída de roca y flujos de lodo
3	Ampliación Malacates		233	63	22,420	765	Deslizamiento y derrumbe
4	Verónica Castro		63	17	6,215	341	Derrumbe
5	Arboledas		414	102	26,566	1,518	Derrumbe y flujos de lodo
6	Vista Hermosa		88	23	4,545	441	Derrumbe y caída de roca
7	Castillo Grande		2,035	550	36,579	3,905	Deslizamiento, derrumbe, caída de roca y flujos de lodo
8	La Pastora		85	23	29,011	694	Deslizamiento y caída de roca
9	San Juan Ticomán I		173	47	76,418	1,358	Caída de roca
10	San Juan Ticomán II		59	16	4,005	316	Caída de roca
11	La Candelaria Ticomán		104	28	57,212	1,382	Caída de roca
12	Insurgentes Norte		148	40	13,611	2,931	Deslizamiento, derrumbe y caída de roca
13	Rosas del Tepeyac		492	133	43,144	1,211	Caída de roca

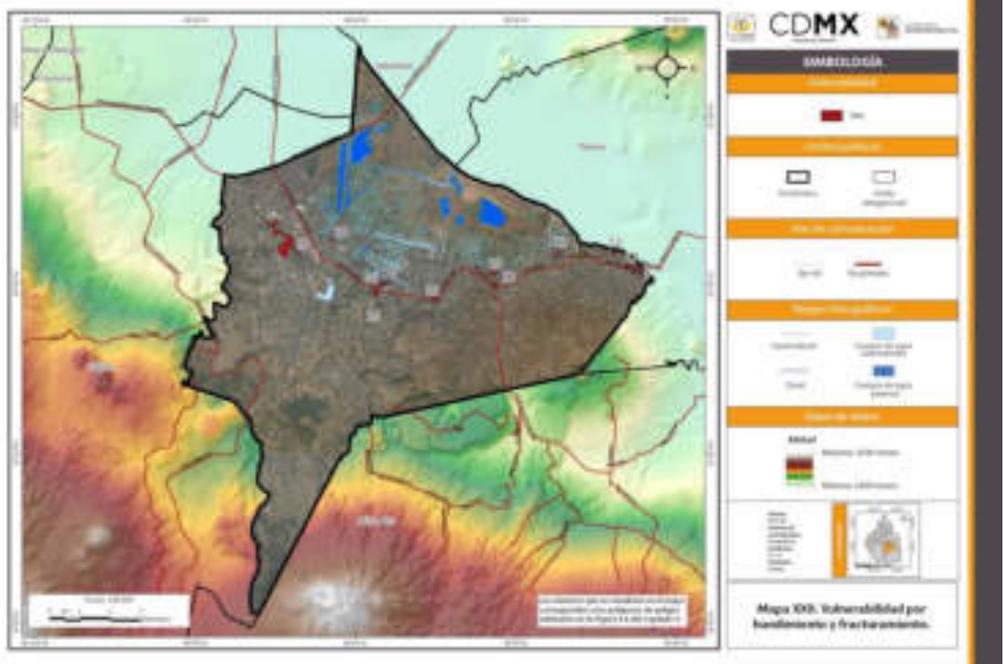
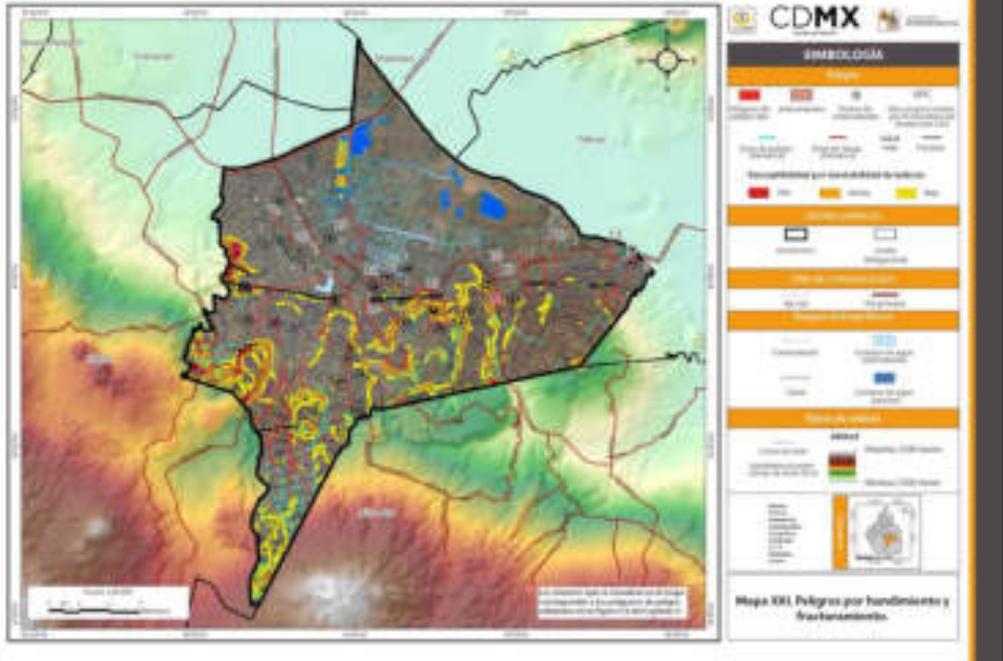
Figura 5.5. Tabla general de peligro por fenómenos de remoción en masa.

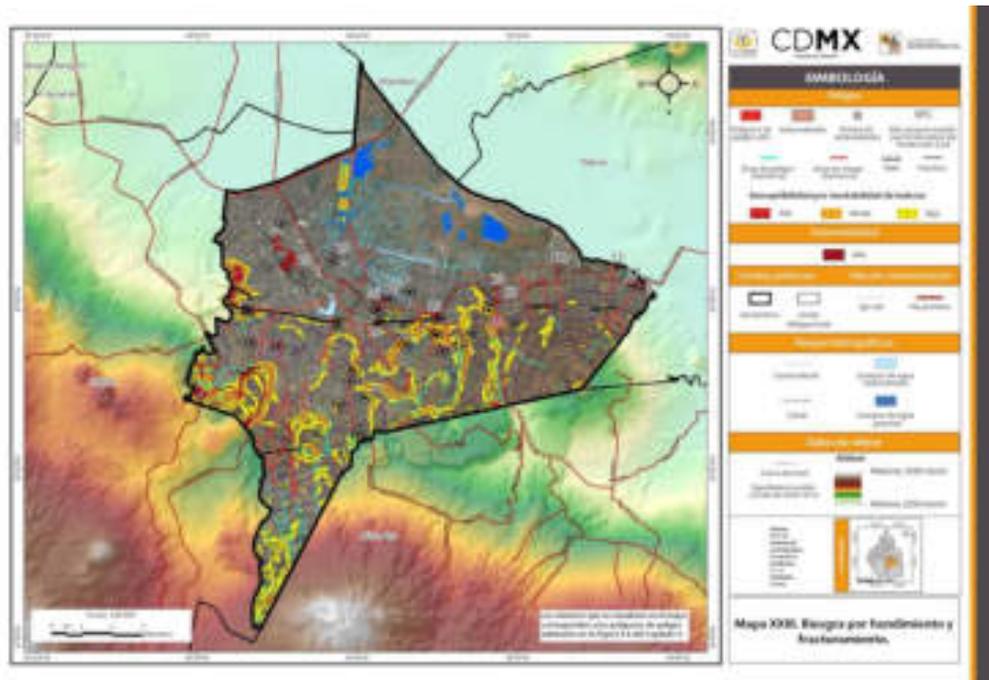




5.3.7 Mapa actualizado de riesgo por hundimiento y fracturamiento

La cartografía realizada para los mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgos por hundimiento y fracturamiento de la Delegación Gustavo A. Madero considera polígonos de hundimiento y fracturamiento (Mapas XVIII, XIX y XX): Santiago Tulyehualco, San Gregorio Atlapulco, San Luis Tlaxialtemalco, Tepeyac, Colonia Las Ánimas, Santa María Nativitas, Santa Cruz Acalpixca, Embarcadero Zacapa, Colonia Guadalupita, San Antonio y Jardines del Sur. En la Figura 5.6 se especifican las dimensiones del polígono, el fenómeno perturbador y la vulnerabilidad expuesta.





5.3.8 Descripción de los polígonos de peligro y zonas de riesgo

1. Chalma

Las colonias Chalma de Guadalupe y Luis Donaldo Colosio forman parte del polígono de peligro alto por caída de roca, denominado Chalma. La zona de afectación abarca un perímetro de 4,466 m y área de 25,702 m² (Figura 5.7). Dentro de la zona de peligro se encuentran 170 lotes con 629 habitantes (Figura 5.8).

El sitio con riesgo Luis Donaldo Colosio (SPC, 2014) se localiza dentro del polígono Chalma. Este sitio con riesgo tiene una población expuesta al peligro integrada por 29 menores de edad, 4 adultos mayores, 17 mujeres y 19 hombres, en total 52 personas (2 discapacitados). La vulnerabilidad física es de 29 lotes: 22 habitacionales unifamiliares, 3 habitacionales plurifamiliares, 3 escuelas y una oficina.

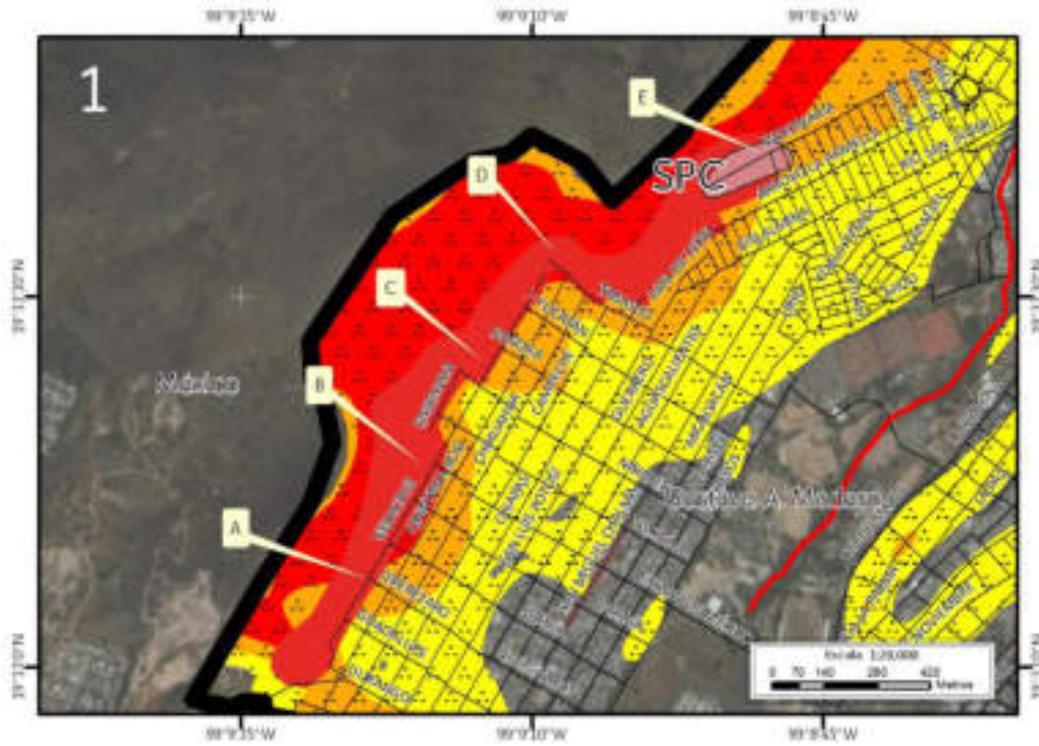


Figura 5.7. Peligro por caída de rocas en Chalma en el Mapa XX. Nota: el número en la esquina superior izquierda representa la ubicación del polígono; en rojo, naranja y amarillo con puntos negros se muestra la susceptibilidad media y baja por inestabilidad de laderas; en rojo el polígono de peligro; la línea roja corresponde al cauce de la barranca; las líneas negras simbolizan el eje vial; la línea negra de mayor grosor corresponde al límite delegacional y las etiquetas indican las fotografías que ilustran el peligro en el lugar.



Figura 5.8. Vulnerabilidad por caída de roca en Malacates en el Mapa XXI. Nota: el número en la esquina superior izquierda representa la ubicación del polígono, en contorno rojo el polígono de peligro, los recuadros en color rojo con contorno negro corresponden a los lotes con vulnerabilidad alta, las líneas negras simbolizan el eje vial, la línea negra de mayor grosor corresponde al límite delegacional y las etiquetas indican las fotografías que ilustran la vulnerabilidad. Para otras simbologías revisar el Anexo III.

El polígono de peligro abarca parte de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra de Guadalupe, la cual se encuentra delimitada de la zona urbana por una barda perimetral que indirectamente cumple la función de una medida de mitigación, evitando que las rocas provenientes de la parte alta de la ZSCE dañen las viviendas aledañas. A lo largo del polígono se observaron diversas medidas de mitigación, establecidas dentro de la zona ecológica, entre estas se observaron muros de gavión.



Figura 5.9. Fotografía A en el polígono de peligro Chalma. Muro de gavión dentro de la ANP Sierra de Guadalupe (19.5520° N, 99.1567°W. Calle: Veracruz).

En la parte alta se del polígono se encuentra un macizo rocoso altamente fragmentado y en la parte baja de el mismo se han colocado muros de mampostería con mortero, sin embargo una cantidad significativa de los fragmentos de este se encuentran por debajo de los muros, indicando que la medida de mitigación se encuentra sobrepasada por el fenómeno (Figura 5.10).



Figura 5.10. Fotografía B en el polígono de peligro Chalma. Vista panorámica de la Sierra de Guadalupe en la que se aprecian distintos tipos de medidas de mitigación (19.5537° N, 99.1563°W. Calle: sin nombre oficial).

En una vista panorámica de la zona de peligro se apreció la ausencia de vegetación así como aparentes parcelas. En esta zona el terreno se encuentra inestable y la caída de rocas pudiera ser más frecuente por la ausencia de la vegetación además de la inestabilidad que se pudo haber generado por la actividad agrícola (Figura 5.11).



Figura 5.11. Fotografía C en el polígono de peligro Chalma. Vista panorámica del polígono de peligro. (19.5569° N, 99.1544°W. Calle: sin nombre oficial).

A lo largo del polígono es común observar que la barda perimetral de la ANP retiene el material proveniente de la parte alta de la Sierra de Guadalupe (Figura 5.12)



Figura 5.12. Fotografía D en el polígono de peligro Chalma. En la parte inferior se muestra la barda perimetral de la Sierra de Guadalupe, en la parte superior la Sierra de Guadalupe (19.5566° N, 99.1538°W. Calle: Veracruz).

En la figura 5.13 se puede apreciar una medida de mitigación dentro de la zona ecológica para evitar que el material desplazado alcance la zona urbana y provoque daños a las viviendas o a sus habitantes (Figura 5.13)



Figura 5.13. Fotografía E en el polígono de peligro Chalma. Muro de contención con forma de portería para retener los bloques provenientes de la parte alta de la Sierra de Guadalupe (19.5615° N, 99.1470°W. Calle: Pasionaria).

En la figura 5.14 se puede observar la proximidad de las viviendas respecto a la zona de peligro, también se se aprecia la barda perimetral de la zona de conservación. En la parte inferior de la barda perimetral de la zona ecológica se encuentra concreto lanzado construido recientemente, dicha medida ya presenta daños.

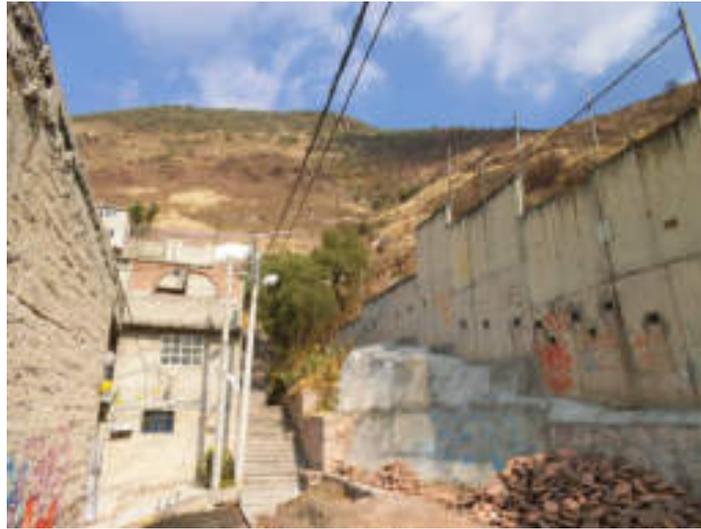


Figura 5.14. Fotografía A de vulnerabilidad en Chalma. Población expuesta al peligro y barda perimetral de la ZSCE, concreto lanzado y zona de caída de roca (19.5585° N, 99.1520°W. Calle: Tabasco).

Para evitar el desprendimiento de grandes bloques del macizo rocoso, en algunas zonas, han colocado estructuras metálicas para mantene en equilibrio el bloque y así evitar su caída. En la figura 5.15, se puede observar una estructura amarilla reteniendo un bloque (al fondo del pasillo).



Figura 5.15. Fotografía A de vulnerabilidad en Chalma. (19.5615° N, 99.1508°W. Calle: sin nombre oficial).

Las medidas de mitigación en su mayoría se encuentran ubicadas dentro de la SZCE, aunque sobre la calle Arrollo de Armella se han construido muros de gavión de diversas dimensiones para prevenir daños a los inmuebles que se encuentran a menos de 6 m de la zona de peligro (Figura 5.16).



Figura 5.16. Fotografía A de vulnerabilidad en Chalma. Muros de gavión de diversas dimensiones (19.5593° N, 99.1490°W. Calle: Arrollo de Armella).

2. Malacates

El polígono Malacates se encuentra ubicado en la Sierra de Guadalupe, entre el límite de la Zona Sujeta a conservación Ecológica (ZSCE) Sierra de Guadalupe y las colonias: Lomas de Cuauhtepéc, Malacates y Ampliación Malacates. El peligro es alto por flujos de lodo, deslizamiento, derrumbe y caída de rocas; tiene perímetro y área de 1,694 m y 82,047 m² (Figura 5.17). La vulnerabilidad física expuesta es de 83 viviendas, 1 deportivo y 1 escuela; la vulnerabilidad social obtenida es de 307 personas en riesgo (Figura 5.18).

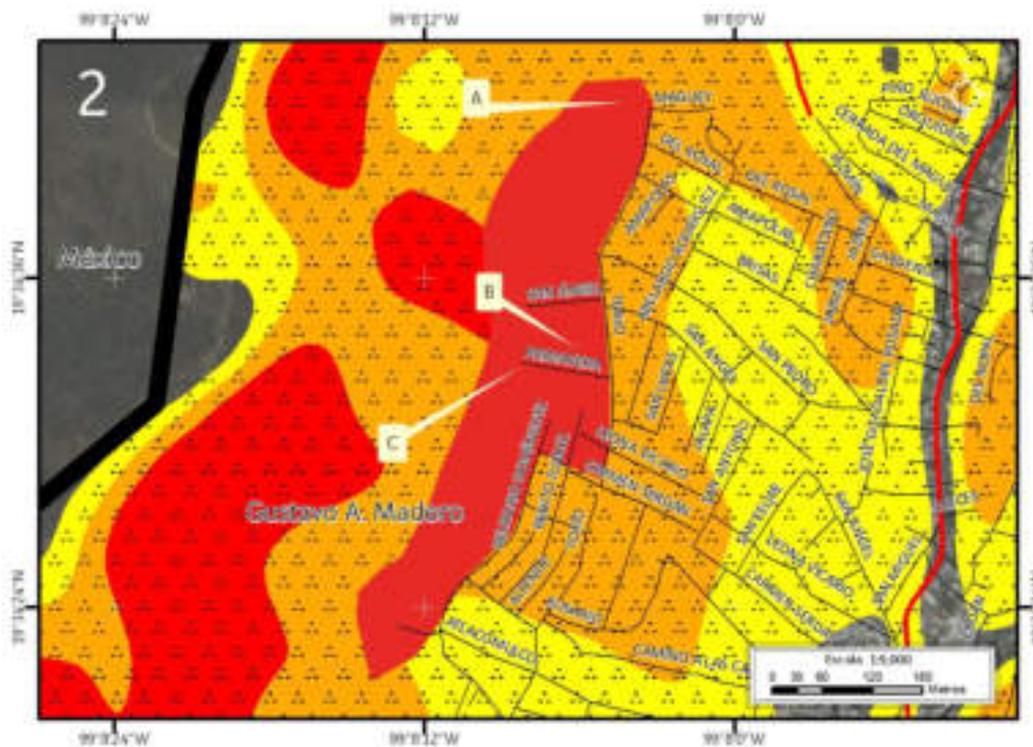


Figura 5.17. Peligro por derrumbe, deslizamiento, caída de rocas y flujo de lodo en Malacates en el Mapa XX. Nota: el número en la esquina superior izquierda representa la ubicación del polígono; en rojo, naranja y amarillo con puntos negros se muestra la susceptibilidad alta, media y baja por inestabilidad de laderas; en rojo el polígono de peligro; las líneas negras simbolizan el eje vial; la línea negra de mayor grosor corresponde al límite delegacional y las etiquetas indican las fotografías que ilustran el peligro en el lugar.



Figura 5.18. Vulnerabilidad por derrumbe, deslizamiento, caída de roca y flujo de lodo en Malacates en el Mapa XXI. Nota: el número en la esquina superior izquierda representa la ubicación del polígono, en contorno rojo el polígono de peligro, los recuadros en color amarillo con contorno negro corresponden a los lotes vulnerables, las líneas negras simbolizan el eje vial, la línea negra de mayor grosor corresponde al límite delegacional y las etiquetas indican las fotografías que ilustran la vulnerabilidad. Para otras simbologías revisar el Anexo III.

Los fenómenos de remoción en masa identificados son frecuentes en lugares con pendientes mayores a 45° con materiales poco compactos. Malacates es una zona con fuertes pendientes y con materiales compuestos por bloques en una matriz de arcilla sin compactación. Además de las condiciones físicas del lugar, se debe agregar que la zona ha sido alterada por actividades antrópicas (cuales) que han contribuido al debilitamiento de los materiales y que estos sean removidos más fácilmente, originando deslizamientos y caídas de roca que ponen en peligro a la población.

Los materiales debilitados con la presencia de lluvias dan origen a una mayor erosión y la ocurrencia de flujos de lodo, además de desencadenar los procesos de caída de rocas y deslizamientos.

Para ahondar en el contexto del peligro, es medular hacer énfasis en las propiedades de las arcillas para poder vislumbrar los alcances y daños que se pudieran provocar por un flujo de lodo, deslizamiento o caída de roca en el lugar. Una de las propiedades de las arcillas es la capacidad de retención y liberación, capacidad para mantenerse dispersas o reunirse en agregados voluminosos o hinchamiento.

Durante el recorrido de campo se observaron depósitos de flujos de lodo evidenciados por la forma del depósito, la presencia de arcillas y grietas de desecación, también se encontraron bloques mayores a 50 cm transportados por el mismo flujo. Las marcas de desecación se forman al deshidratarse las arcillas (Figura 5.19).



Figura 5.19. Fotografía A en el polígono de peligro Malacates. Grietas de desecación y algunos bloques expuestos en un depósito de flujo de lodo (19.5783° N, 99.1345° W. Calle: sin nombre oficial).

Sobre el andador San Ángel en el polígono de Malacates se encontró evidencia de un derrumbe atrás de varias viviendas, también se observaron grietas de desecación, lo que nos daría una evidencia de que este fenómeno se aceleró por la sobresaturación con agua de los materiales (Figura 5.20).



Figura 5.20. Fotografía B en el polígono de peligro Malacates. Derrumbe y marcas de desecación a espaldas de las viviendas localizadas en el Andador San Ángel (19.2930° N, 99.2626° W. Calle: Sayula).

Como se menciona con anterioridad, las actividades antrópicas han favorecido la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa, identificados en el polígono. En diferentes puntos se observó que al construir viviendas han desestabilizado las pendientes (Figura 5.21) y se han generado taludes en los que se han presentado derrumbes, deslizamientos, flujos de lodo y caídas de rocas.



Figura 5.21. Fotografía C en el polígono de peligro Malacates. Cortes generados durante la construcción de las viviendas, son fuentes de peligro al sumarse la presencia de agentes erosivos. (19.5761° N, 99.1355° W. Andador: San Angel).

Respecto a la vulnerabilidad presente en este polígono, que está identificado en peligro alto, existen diversas medidas de mitigación (mencionar cuáles) que han contribuido a disminuir la vulnerabilidad expuesta. Sin embargo, se considero que los inmuebles establecidos dentro del polígono de peligro son vulnerables.

Entre los inmuebles vulnerables se encuentra una escuela que por el momento no se encuentra en servicio debido a un derrumbe pasado. Posterior al derrumbe se realizó una obra de mitigación con concreto lazado en el talud de más de 3 m de altura, que se encuentra a espaldas de la instalación educativa. Actualmente el concreto lanzado empieza a deteriorarse y a mostrar grietas en la parte alta (Figura 5.22). Tras estas observaciones se recomienda dar mantenimiento y mejoramiento a la medida de mitigación.



Figura 5.22. Fotografía A de vulnerabilidad en Malacates. Vista posterior de instalación educativa sobre la avenida Tokio. Se aprecia medida de mitigación aledaña a las aulas (19.5780° N, 99.1344° W. Avenida: Tokio).

Entre las construcciones afectadas se encuentra el deportivo Tokio, el cual tiene un talud vertical de aproximadamente 4 m con concreto lanzado y anclajes. Sin embargo, dicha medida de mitigación presenta múltiples daños tanto en la parte alta como en la parte baja. El daño más significativo se encuentra en la parte inferior del muro, a un costado de la cancha de la cancha de futbol, donde se observan los depósitos de un derrumbe (Figura 5.23).



Figura 5.23. Fotografía B de vulnerabilidad en Malacates. Deportivo Tokio, establecido en zona de peligro alto. Al fondo se observa concreto lanzado y la barda perimetral de la ZSCE Sierra de Guadalupe (19.3008° N, 99.2532° W. Avenida:Tokio).

Recordando, el peligro se encuentra en los límites de la ZSCE y la zona urbana, la barda perimetral que delimita el área natural, indirectamente desempeña el papel de un muro de contención que mitiga las caídas de roca, principalmente. Sin embargo, las viviendas establecidas a un costado y por debajo de esta barda perimetral, generan taludes que quedan inestables y expuestos los materiales donde posteriormente se originan derrumbes, deslizamientos o flujos que ponen en riesgo a sus habitantes.

Casos específicos asociados a estos fenómenos, son viviendas sin confinamiento establecidas sobre basamento expuesto a los agentes erosivos, los cuales provocan la pérdida del material sobre el que se encuentran desplantadas poniendo en riesgo a sus habitantes (Figura 5.24 y 5.25).



Figura 5.24. Fotografía C de vulnerabilidad en Malacates. Vivienda semiconfinada. En la parte posterior se aprecia una barda perimetral derrumbada que ha dejado el material del basamento expuesto a los agentes erosivos, éstos han ido erosionando el material sobre el que se encuentra establecido el inmueble (ovalo rojo) (19.3008° N, 99.2532° W. Calle: 2da. Cerrada de Buenavista).



Figura 5.25. Fotografía D de vulnerabilidad en Malacates. Inmueble sin confinamiento establecido sobre material inestable y barda perimetral derrumbada (19.3008° N, 99.2532° W. Calle: 2da. Cerrada de Buenavista).

3. Ampliación Malacates

El polígono Ampliación Malacates es de peligro alto, tiene una extensión de 22,420 m² y perímetro de 765 m (Figura 5.26) que afectan 63 lotes y 233 personas en la colonia del mismo nombre (Figura 5.27). Los fenómenos identificados en este polígono son derrumbe y deslizamiento. Dentro de este polígono se encuentra el sitio con riesgo Malacates (Abelardo Rodríguez) establecido por la SPC (2014), el cual tiene 7 lotes altamente vulnerables con los siguientes usos de suelo: 6 habitacionales unifamiliares y 1 lote en construcción, y vulnerabilidad social integrada por una población de 1 menor de edad, 4 mujeres y 4 hombres.

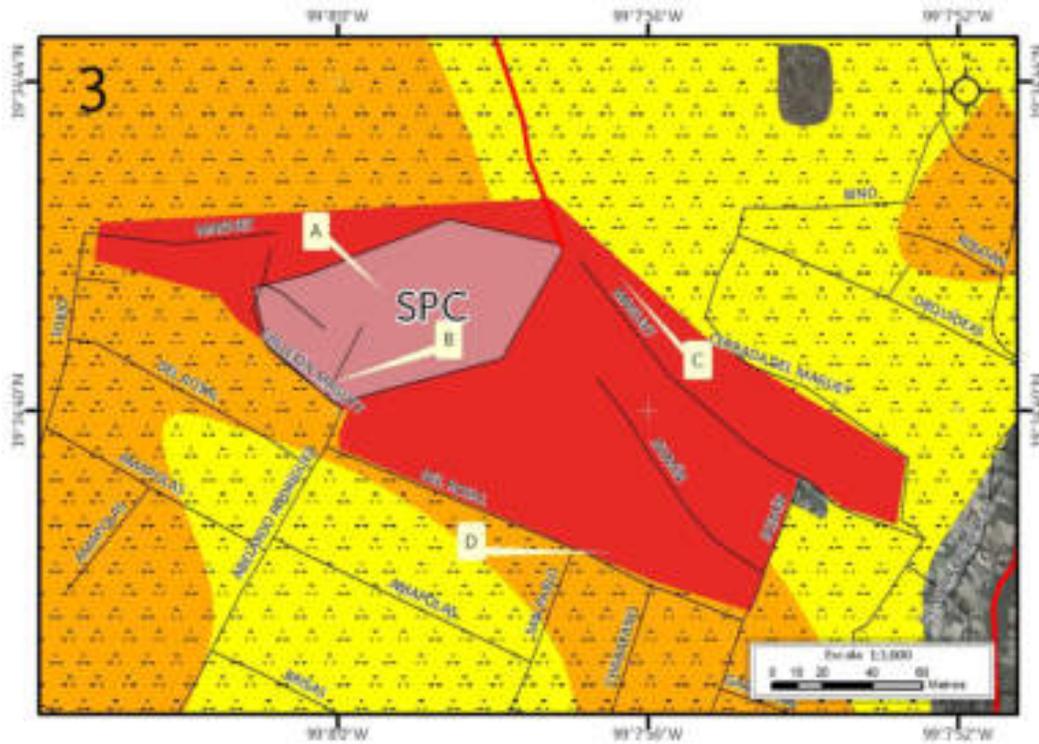


Figura 5.26. Peligro por derrumbe y deslizamiento en Ampliación Malacates en el Mapa XIX. Nota: el número en la esquina superior izquierda representa la ubicación del polígono; en naranja y amarillo con puntos negros se muestra la susceptibilidad media y baja por inestabilidad de laderas; en rojo el polígono de peligro; en coral el sitio con riesgo Malacates (SPC, 2014); las líneas negras simbolizan el eje vial; la línea roja corresponde al cauce de la barranca y las etiquetas indican las fotografías que ilustran el peligro en el lugar.



Figura 5.27. Vulnerabilidad por derrumbe y deslizamiento en Ampliación Malacates en el Mapa XX. Nota: el número en la esquina superior izquierda representa la ubicación del polígono, en contorno rojo el polígono de peligro, los recuadros en color rojo con contorno negro corresponden a los lotes con vulnerabilidad alta, las líneas negras simbolizan el eje vial y las etiquetas indican las fotografías que ilustran la vulnerabilidad.

El peligro en este polígono se encuentra asociado a una barranca con paredes que tienen una tendencia a la vertical, estas están constituidas de fragmentos de rocas ígneas rodeadas por materiales arcillosos. La barranca se encuentra poblada tanto en los flancos como dentro del cauce (Figura 5.28). Es importante resaltar a las barrancas como zonas de peligro alto debido a la inestabilidad de sus paredes y el alto nivel erosivo al que se encuentran expuestos los materiales que las constituyen.



Figura 5.28. Fotografía A en el polígono de peligro Ampliación Malacates. Vista panorámica del polígono Malacates. La población se encuentra establecida en los flancos y dentro del cauce de la barranca, también se pueden apreciar, en algunos sitios, concreto lanzado para evitar la erosión de los taludes (19.2930° N, 99.2626° W. Calle: Sayula).

Además de las características físicas del lugar, también las actividades antrópicas como la generación de cortes para la construcción de viviendas dan origen a la generación de derrumbes y deslizamientos. En la zona es muy común encontrar viviendas con cortes que han sufrido remoción de material, los pobladores para evitar que se vuelva a presentar un evento similar, han colocado muros de contención improvisados con llantas, a pesar de ello, la mayoría de las veces estos son rebasados por los fenómenos (Figura 5.29).



Figura 5.29. Fotografía B en el polígono de peligro Ampliación Malacates. Vivienda precaria establecida sobre material arcilloso, atrás de la misma se observa muro de llantas para estabilizar el terreno, estas han sido arrastradas por el derrumbe de los materiales (19.2930° N, 99.2626° W. Calle: Sayula).

Ante el conocimiento de los peligros que atañen a esta porción de la colonia, se han realizado muros de concreto lanzado en las calles Maguey, Jazmín y en la parte posterior de algunas viviendas establecidas en la calle Del Rosal, esto para proteger el material de agentes erosivos y mitigar la incidencia de derrumbes y deslizamientos. Actualmente dichas medidas carecen de mantenimiento y ya presentan fracturas en las cuales incluso ha crecido vegetación, lo que ha continuado dañando el concreto disminuyendo su capacidad de resistencia (Figura 5.30).



Figura 5.30. Fotografía C en el polígono de peligro Ampliación Malacates. Muro de colindancia de la ZSCE Sierra de Guadalupe y concreto lanzado en la calle Maguey. El concreto lanzado tiene daños significativos y también presenta vegetación en lugar donde hay grietas (19.2930° N, 99.2626° W. Calle: Sayula).

A pesar de las construcciones para mitigar los fenómenos de remoción en masa como derrumbes y deslizamientos, se encontraron evidencias de movimiento del terreno activos que siguen la dirección de la pendiente, esto en Calle del Rosal, donde se observó una fractura abierta a lo largo de las escaleras, con un desplazamiento en dirección al cauce de la barranca (Figura 5.31).



Figura 5.31. Fotografía D en el polígono de peligro Ampliación Malacates. Se muestra la fractura paralela al flanco Oeste de la barranca con desplazamiento en dirección al cauce de la misma. Este tipo de daño es una evidencia del movimiento activo del terreno (19.2930° N, 99.2626° W. Calle: Sayula).

La población establecida dentro de este polígono se encuentra con un grado de vulnerabilidad alta sin importar si se encuentran ubicadas en el límite de la barranca o en el límite de la misma. Ante un escenario con un evento de remoción, la presencia de concreto lanzado no haría gran diferencia que aunque extenso presenta numerables deficiencias y afectaciones. Ante la presencia de un deslizamiento o derrumbe, podrían estar afectadas las viviendas establecidas en el límite de la barranca al perder el material sobre el que se encuentran establecidas, y por otra parte las viviendas en la parte baja (antiguo cauce) se encontrarían afectadas por el material depositado ladera abajo (Figura 5.32).



Figura 5.32. Fotografía A de vulnerabilidad en Ampliación Malacates. Vista panorámica del flanco oeste de la barranca. Viviendas establecidas tanto en la parte alta del talud como en la parte baja. También se observa concreto lanzado con crecimiento de vegetación (19.3008° N, 99.2532° W. Calle: 2da. Cerrada de Buenavista).

Los inmuebles construidos en Cerrada Abelardo Rodríguez se encuentran sobre arcillas y están siendo afectados por el deslizamiento de esos mismos materiales en el talud de la barranca. En los patios de algunas de estas viviendas se observaron muros de contención (improvisados con llantas) para estabilizar el terreno y mitigar la remoción de material. Es importante señalar que sobre esta calle la mayoría de las casas son precarias (Figura 5.33).



Figura 5.33. Fotografía B de vulnerabilidad en Ampliación Malacates. Vivienda precaria establecida en una pendiente de material inestable. Los habitantes han improvisado un muro de contención con llantas para estabilizar el terreno (19.3008° N, 99.2532° W. Calle: 2da. Cerrada de Buenavista).

Parte de la barranca forma parte de la zona de conservación y los asentamientos humanos no están permitidos, sin embargo se encontró una vivienda en suelo de conservación (Figura 5.34). Resaltamos este caso debido a que la zona de conservación tiene susceptibilidad (media a baja) por inestabilidad de laderas, esto implica que si la mancha urbana crece hacia la zona ecológica, esa población también presentaría fenómenos de remoción ya que no solamente actuarían los elementos físicos del lugar, sino que se sumarían la deforestación y la inestabilidad del terreno resultado de la construcción de caminos y vías de comunicación.



Figura 5.34. Fotografía C de vulnerabilidad en Ampliación Malacates. Vivienda precaria establecida dentro de la zona de conservación ecológica dónde la pendiente se encuentra inestable (19.3008° N, 99.2532° W. Calle: 2da. Cerrada de Buenavista).

4. Verónica Castro

Se trazó un polígono de peligro alto por derrumbe en la colonia Verónica Castro. La zona de peligro abarca área de 6,215 m² en perímetro de 341 m (Figura 5.35). Los lotes afectados por el fenómeno identificado suma 17 lotes con aproximadamente 63 habitantes (Figura 5.36).

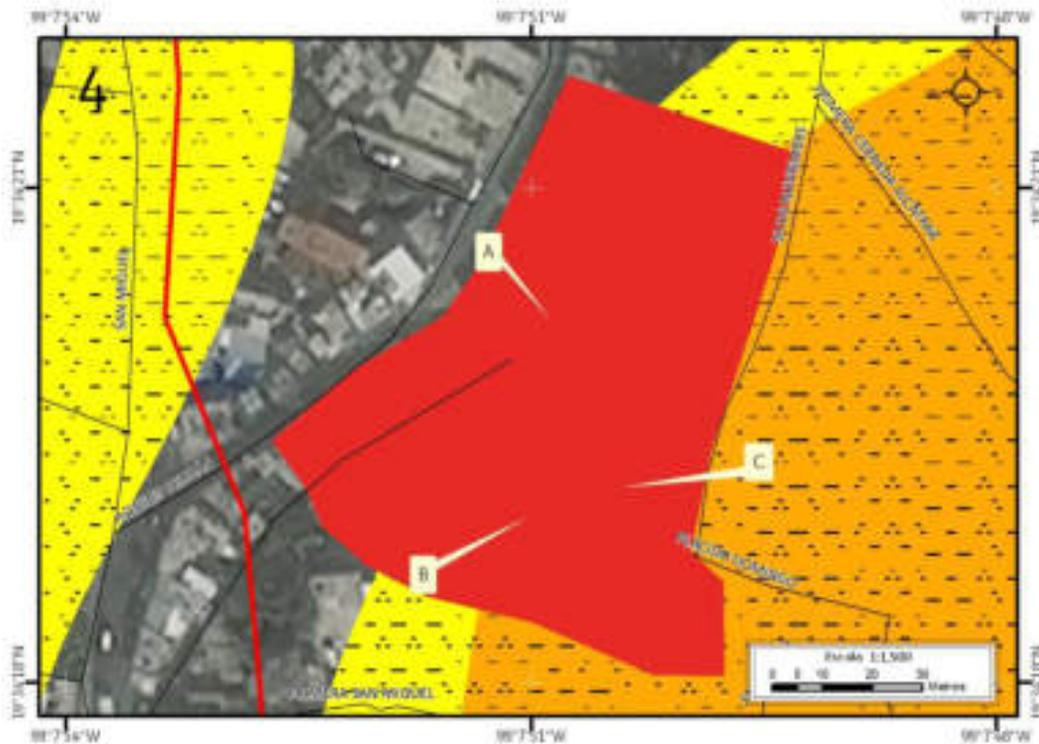


Figura 5.35. Peligro por derrumbe en Verónica Castro en el Mapa XIX. Nota: el número en la esquina superior izquierda representa la ubicación del polígono; en naranja y amarillo con puntos negros se muestra la susceptibilidad media y baja por inestabilidad de laderas; en rojo el polígono de peligro; las líneas negras simbolizan el eje vial; la línea roja corresponde al cauce de la barranca y las etiquetas indican las fotografías que ilustran el peligro en el lugar.



Figura 5.36. Vulnerabilidad por derrumbe en Verónica Castro en el Mapa XXI. Nota: el número en la esquina superior izquierda representa la ubicación del polígono, en contorno rojo el polígono de peligro, los recuadros en color rojo con contorno negro corresponden a los lotes con vulnerabilidad alta, las líneas negras simbolizan el eje vial y las etiquetas indican las fotografías que ilustran la vulnerabilidad.

Esta zona de peligro alto tiene pendientes con tendencia a la vertical que están compuestas por depósitos andesíticos y suelos arcillosos, los cuales son fáciles de remover por agentes erosivos o actividades antrópicas.

En este polígono se tiene el antecedente de un derrumbe que causó el colapso de una vivienda y la muerte de sus habitantes. A pesar de ser un evento pasado se sigue distinguiendo la estructura del derrumbe, incluso se pueden apreciar depósitos de material en las ruinas de la vivienda que se ha acumulado lentamente posterior al evento y actualmente presentan con crecimiento de pasto. Esta acumulación de material nos indica que el movimiento de terreno sigue activo (Figura 5.37).



Figura 5.37. Fotografía E en el polígono de peligro Verónica Castro. Cubierta vegetal en antiguo derrumbe; en la parte interior de la imagen se observan los restos de una vivienda colapsada (19.3008° N, 99.2532° W. Calle: 20 de Noviembre:).

Además de la pendiente natural del lugar, también se han generado cortes para la construcción de viviendas. Este tipo de actividades rompe el equilibrio de la pendiente haciendo de estos corte lugares potenciales para que ocurran derrumbes, sobre todo cuando el material se deja expuesto a los diferentes factores erosivos (Figura 5.38).



Figura 5.38. Fotografía B en el polígono de peligro Verónica Castro. Vista panorámica en la que se pueden apreciar casas, con diferentes sistemas constructivos, establecidas sobre o frente a escarpes expuestos a intemperismo (19.3008° N, 99.2532° W. Calle: Aquiles Serdán).

En la zona aledaña al antiguo derrumbe se encuentran viviendas establecidas tanto en la parte alta de la pendiente como en la parte baja. Sin importar la ubicación de las viviendas estas se encuentran en peligro ante un probable

derrumbe pues las casas de la parte alta terminarían ladera abajo y junto con los depósitos terminarían sepultando las viviendas establecidas en la parte baja de la pendiente (Figura 5.39)



Figura 5.39. Fotografía C en el polígono de peligro Verónica Castro. Pendiente con peligro por derrumbe y viviendas establecidas en la parte alta del escarpe (19.3008° N, 99.2532° W. Calle: Río).

La vulnerabilidad física y social es alta, sin embargo algunos de los habitantes han realizado obras para disminuir su vulnerabilidad ante el peligro construyendo muros de mampostería con mortero o muros ecológicos frente a cortes de ladera (Figura 5.40).

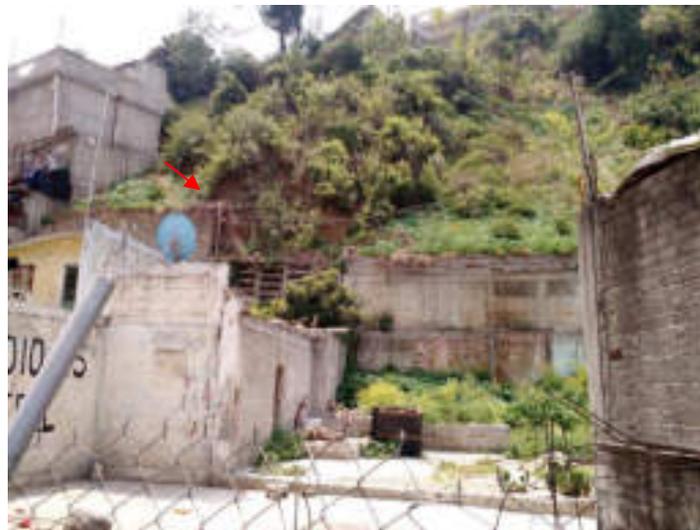


Figura 5.40. Fotografía A de vulnerabilidad en Verónica Castro. La flecha roja señala muro de mampostería con mortero y muro ecológico frente a un corte de ladera (19.3008° N, 99.2532° W. Calle: Aquiles Serdán).

Después del derrumbe (hace aproximadamente dos años) las autoridades correspondientes decidieron desalojar las casas establecidas en la periferia del desastre, incluso demolieron las viviendas construídas en la parte alta de la ladera dadas las condiciones de inestabilidad de la ladera y a la probabilidad de que ocurriera un nuevo evento que pudiera poner en riesgo a los habitantes de las viviendas desalojadas (Figura 5.41)



Figura 5.41. Fotografía B de vulnerabilidad en Verónica Castro. Vivienda deshabitada y demolida tras derrumbe (19.3008° N, 99.2532° W. Calle: Plácido Domingo).

Actualmente en la parte alta de la ladera, las casas que fueron desalojadas se encuentran habitadas, también se observaron viviendas recientes, incluso se identificaron cortes en la ladera para la construcción de más inmuebles. Al generar nuevas construcciones en el lugar, se incrementa el peso que puede sostener la ladera y de esta manera incrementar o acelerar un proceso de remoción de masa (Figura 5.42). En conclusión, la vulnerabilidad física y social se está incrementando.



Figura 5.42. Fotografía C de vulnerabilidad en Verónica Castro (19.3008° N, 99.2532° W. Calle: 20 de Noviembre).

5. Arboledas

El polígono Arboledas se encuentra en una zona con susceptibilidad baja sin embargo se identificó peligro alto por derrumbe y deslizamiento. El polígono delimita 26,566 m² en un perímetro de 1,518 m (Figura 5.43). La vulnerabilidad física es de 102 lotes de los cuales 4 son baldíos, 2 tienen uso de suelo mixto y 1 es bodega. La vulnerabilidad social es una población de 414 personas, aproximadamente (Figura 5.44). Las colonias que resultan afectadas son Arboledas de Cuatepec el alto y La Casilda.

En esta zona se localiza el sitio con riesgo Forestal (SPC, 2014), el cual tiene 69 lotes con uso de suelo habitacional unifamiliar, 26 habitacional plurifamiliar, 4 baldíos, 2 lotes con uso de suelo unifamiliar-comercial y una bodega. La población expuesta al peligro se integra por 61 menores de edad, 41 adultos mayores, 60 mujeres y 62 hombres, de esta población 2 son discapacitados.

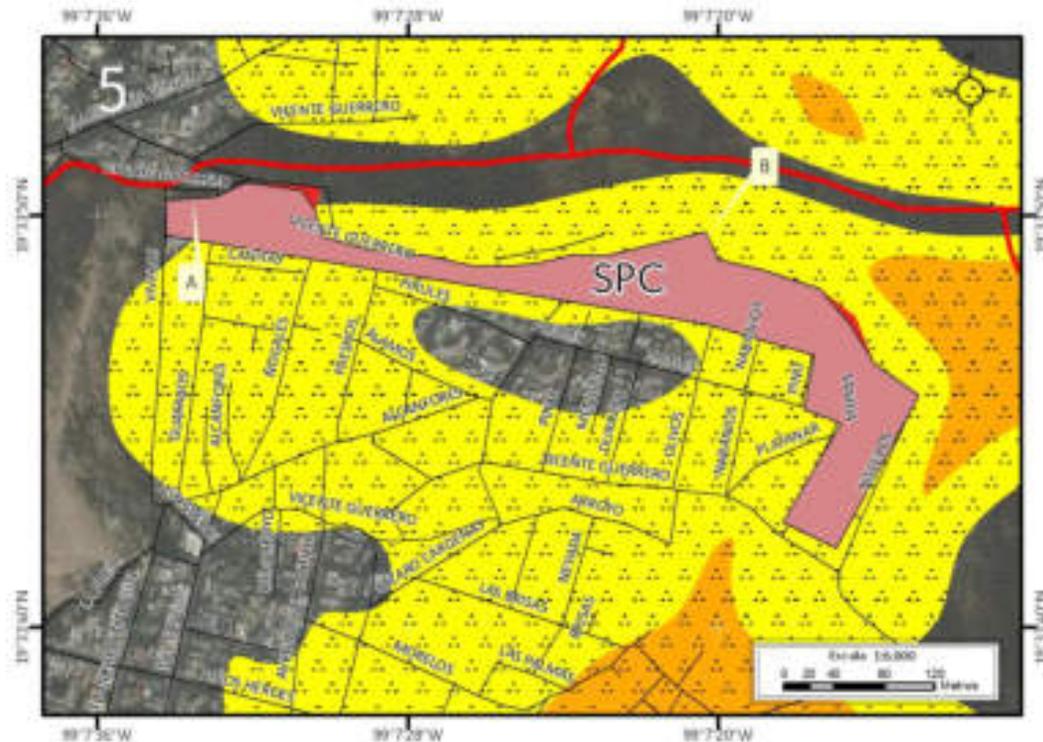


Figura 5.43. Peligro por derrumbe y deslizamiento en Arboledas en el Mapa XIX. Nota: el número en la esquina superior izquierda representa la ubicación del polígono; en naranja y amarillo con puntos negros se muestra la susceptibilidad media y baja por inestabilidad de laderas; en rojo el polígono de peligro; en coral el sitio con riesgo La Forestal (SPC, 2014); las líneas negras simbolizan el eje vial; la línea roja corresponde al cauce de la barranca y las etiquetas indican las fotografías que ilustran el peligro en el lugar.



Figura 5.44. Vulnerabilidad por derrumbe y deslizamiento en Arboledas en el Mapa XXI. Nota: el número en la esquina superior izquierda representa la ubicación del polígono, en contorno rojo el polígono de peligro, los recuadros en color rojo con contorno negro corresponden a los lotes con vulnerabilidad alta, las líneas negras simbolizan el eje vial y las etiquetas indican las fotografías que ilustran la vulnerabilidad. Para otras simbologías revisar el Anexo III.

Los derrumbes y deslizamientos se ven favorecidos por la presencia de materiales poco compactados y fáciles de acarrear; Arboledas presenta características este tipo ya que su litología corresponde a suelos limo-arcillosos.

En algunos puntos dentro del polígono se encuentran las condiciones que podrían detonar un fenómeno de remoción por derrumbe en pendientes verticales con material expuesto a los factores erosivos que promuevan el movimiento y colapso del material (Figura 4.45).



Figura 5.45. Fotografía A en el polígono de peligro Arboledas. El material que compone la ladera no se encuentra consolidado, en consecuencia se puede presentar algún fenómeno de remoción de masa ante la acción de agentes erosivos (19.5637° N, 99.1244° W. Calle: Prolongación Guayabos).

Entre la zona urbana y la ZSCE Sierra de Guadalupe, la ladera presenta estructuras reptación, evidenciando el movimiento lento de la ladera; actualmente esta zona se ha convertido en un tiradero de cascajo que han adaptado como terraza y aunque no se encuentran viviendas establecidas sobre la pendiente, el deslizamiento podría alcanzar la zona urbana (Figura 5.46)



Figura 5.46. Fotografía B en el polígono de peligro Arboledas. Pendiente con cubierta vegetal que muestra marcas de reptación indicando el movimiento de la ladera. En la parte alta de la misma se aprecia cascajo para ganar terreno y formar terrazas (19.5637° N, 99.1226° W. Calle: Lázaro Cárdenas).

Entre las imágenes más representativas de la vulnerabilidad física se encuentra la figura 5.47, en ella se puede observar una vivienda construida en la parte alta de una pendiente que aparentemente se ve estabilizada por la presencia de

vegetación sin embargo en temporada de lluvia se podría originar la remoción de material a causa de la sobre hidratación de los limos y las arcillas.



Figura 5.47. Fotografía A de vulnerabilidad en Arboledas. Vivienda establecida en la parte alta de una pendiente inestable sin embargo la vegetación confiere cierta estabilidad al terreno ya que lo protege de agentes erosivos (19.5640° N, 99.1254° W. Calle: Vicente Guerrero).

En contraste con la imagen anterior en la que el peligro es evidente, existen puntos en los que no se observa el peligro debido a la barda perimetral de ZSCE. En la calle Lázaro Cárdenas se encontró una fractura a lo largo de toda la vía de comunicación. Esta fractura se encuentra paralela a la pendiente de la ANP y a 2.30 m de las casas. La presencia de esta fractura indica el movimiento del terreno (Figura 5.48). Las viviendas próximas a la línea de Fractura se encuentran altamente vulnerables al peligro por deslizamiento.



Figura 5.48. Fotografía B de vulnerabilidad en Arboledas. Fractura sobre la calle. La fractura es paralela a la barda perimetral de la Zona de Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE) Sierra de Guadalupe. Este tipo de daño se generó por el desplazamiento de la pendiente en la ZSCE (19.5636° N, 99.1230° W. Calle: Lázaro Cárdenas).

6. Vista Hermosa

Los peligros de este polígono, ubicado en la colonia Vista Hermosa, son derrumbe y caída de roca. El perímetro de peligro alto es de 441 m y tiene área de 4,545 m² (Figura 5.49). La vulnerabilidad física y social expuesta en el lugar es de 23 viviendas y 85 personas (Figura 5.50).

Dentro del polígono Vista Hermosa se encuentra el sitio con riesgo Tlalpexco (SPC, 2014). Dicho sitio con riesgo tiene una vulnerabilidad social expuesta integrada por 7 menores de edad, 2 adultos mayores, 14 mujeres y 9 hombres. De la población afectada 2 personas son discapacitadas. La vulnerabilidad física en este sitio con riesgo es de 16 lotes habitacionales unifamiliares y 2 habitacionales plurifamiliares.

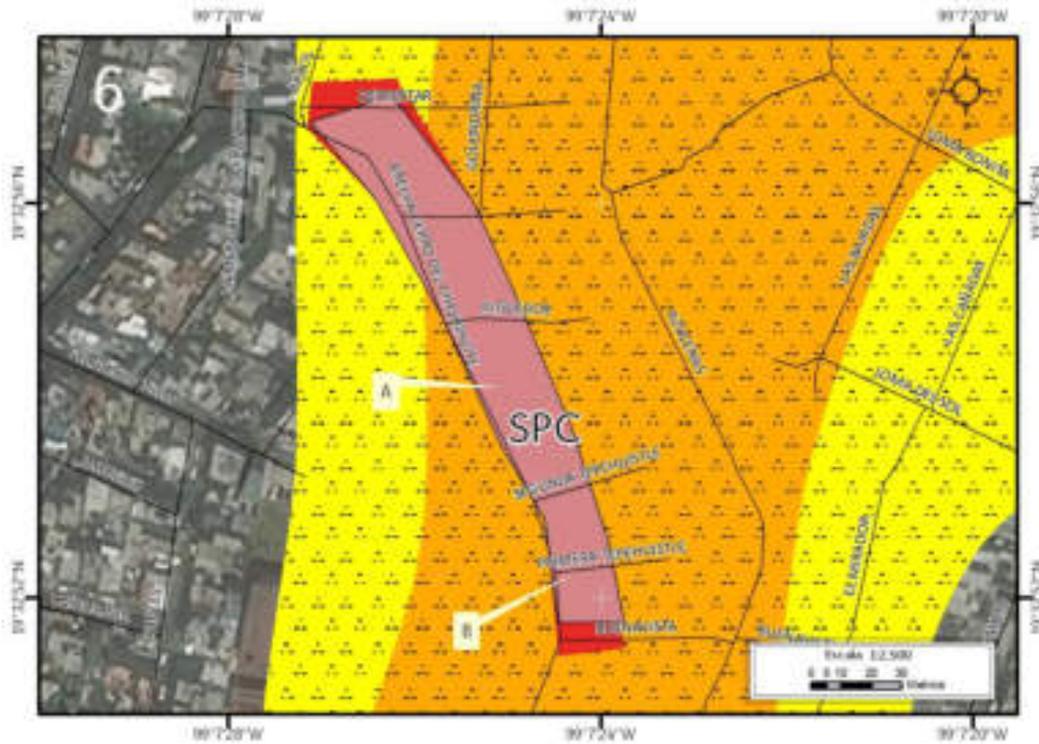


Figura 5.49. Peligro por derrumbe y caída de roca en Vista Hermosa en el Mapa XIX. Nota: el número en la esquina superior izquierda representa la ubicación del polígono; en naranja y amarillo con puntos negros se muestra la susceptibilidad media y baja por inestabilidad de laderas; en rojo el polígono de peligro; en coral el sitio con riesgo Tlalpexco (SPC, 2014); las líneas negras simbolizan el eje vial y las etiquetas indican las fotografías que ilustran el peligro en el lugar.



Figura 5.50. Vulnerabilidad por derrumbe y deslizamiento en Vista Hermosa en el Mapa XXI. Nota: el número en la esquina superior izquierda representa la ubicación del polígono, en contorno rojo el polígono de peligro, los recuadros en color rojo con contorno negro corresponden a los lotes con vulnerabilidad alta, las líneas negras simbolizan el eje vial y las etiquetas indican las fotografías que ilustran la vulnerabilidad. Para otras simbologías revisar el Anexo III.

El polígono Vista Hermosa es una zona de ladera (compuesta de depósitos piroclásticos) que se encuentra totalmente poblada y aparentemente estable por el desarrollo urbano, sin embargo hace ocho años los derrumbes y caídas de roca eran constantes en la zona. Actualmente la ocurrencia de deslizamientos y caída de roca son evidentes en lugares con cortes para construcción o lotes baldíos en los que el material de la ladera se encuentra expuesto en su totalidad (Figura 5.51 y 5.52).



Figura 5.51. Fotografía A en el polígono de peligro Vista Hermosa. Vivienda precaria construida sobre talud con evidencia de derrumbe y caída de roca. También se pueden apreciar bloques de diferentes tamaños en una matriz de material fino (19.5483° N, 99.1236° W. Calle: Brecha Cerro del Chiquihuite).



Figura 5.52. Fotografía B en el polígono de peligro Vista Hermosa. Ladera inestable compuesta principalmente por bloques en una matriz de finos. La vegetación sobre el talud retiene y protege el material de factores erosivos (19.5479° N, 99.1234° W. Calle: Brecha Cerro del Chiquihuite).

Sobre la calle La Brecha se encuentran varios muros de mampostería con drenes que son los que estabilizan toda la ladera. Daños en el muro o el mal funcionamiento de los drenes podría causar el colapso de parte del muro y con ello dañar las viviendas desplantadas sobre el mismo (Figura 5.53).



Figura 5.53. Fotografía A de vulnerabilidad en Vista Hermosa. Muro de mampostería con mortero y drenes para mantener estable el talud sobre el que se encuentran construcciones con uso de suelo habitacional (19.5486° N, 99.1237° W. Calle: Brecha Cerro del Chiquihuite).

La calle Buenavista presentaba constantemente problemas por remoción de material, con la construcción de escalones los problemas aparentemente dejaron de existir, sin embargo es importante un monitoreo constante para detectar la aparición de fracturas o desplazamiento de los elementos de la escalera dadas las características del material que constituye y el grado de infiltración que existe en el lugar (Figura 5.54).



Figura 5.54. Fotografía B de vulnerabilidad en Vista Hermosa. Zonas de pendientes tienden a estabilizarse con el crecimiento urbano, ejemplo de ello es la calle Buenavista (19.5477° N, 99.1233° W. Calle: Buenavista).

7. Castillo Grande

El polígono Castillo Grande se encuentra ubicado en el cerro del Chiquihuite, en el límite entre la Delegación Gustavo A. Madero y el Municipio de Tlanepantla de Báez en las colonias: Castillo Grande, El Carmen, Cuauhtepac del Carmen, Tlalpexco y Ampliación Benito Juárez. El peligro es alto por deslizamiento, derrumbe caída de roca y flujo de lodo; tiene perímetro y área de 3,905 m y 36,579 m² (Figura 5.55). La vulnerabilidad física expuesta es de 541 viviendas, 1 comercio, 7 baldíos y 1 lote mixto; la vulnerabilidad social obtenida es de 2035 personas en riesgo (Figura 5.56).

Dentro del perímetro de peligro se encuentran los sitios con riesgo Castillo Chico y Castillo Grande (SPC, 2014). Castillo Chico tiene 215 lotes habitacionales unifamiliares, 16 habitacionales plurifamiliares, 1 lote con uso habitacional y comercio, 1 comercio y 5 baldíos que suman 238 lotes en riesgo con una población de 113 menores de edad, 18 adultos mayores, 98 mujeres y 108 hombres, en total 337 personas de las cuales 4 son discapacitadas. Por su parte Castillo Grande tiene una población expuesta de 248 habitantes (3 discapacitados): 77 menores de edad, 16 adultos mayores, 76 mujeres y 79 hombres; la vulnerabilidad física expuesta suma 122 lotes con los siguientes usos de suelo: 99 habitacionales unifamiliares, 21 habitacionales plurifamiliares y 2 lotes baldíos.

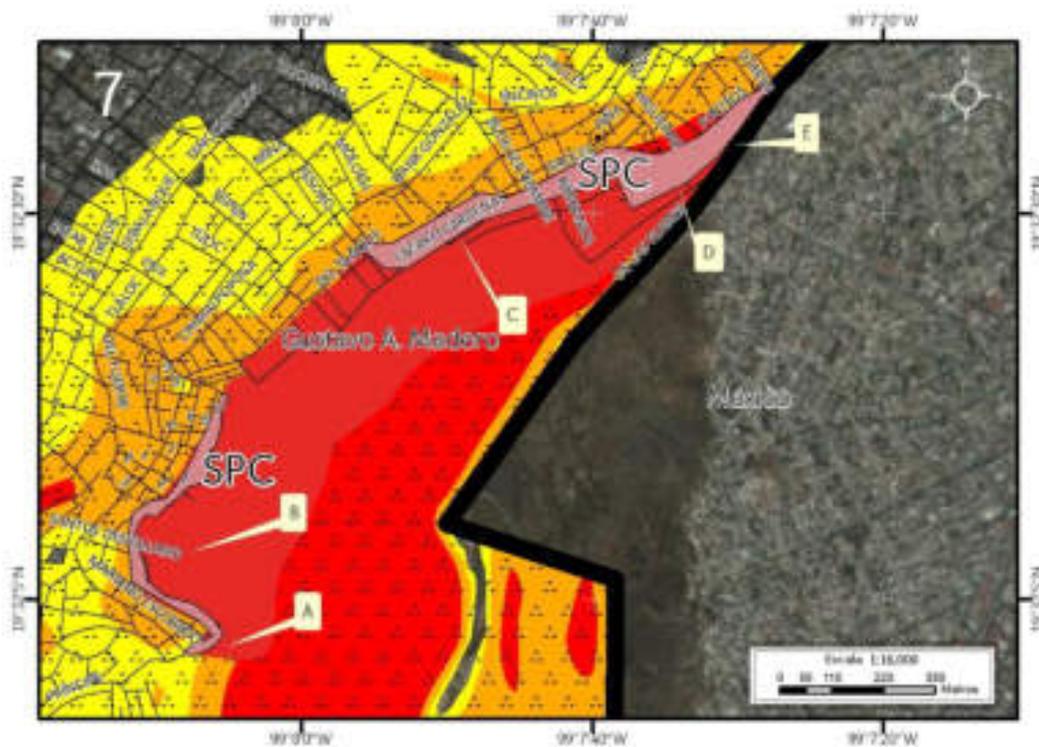


Figura 5.55. Peligro por derrumbe, deslizamiento, caída de roca y flujos de lodo en Castillo Grande en el Mapa XIX. Nota: el número en la esquina superior izquierda representa la ubicación del polígono; en rojo, naranja y amarillo con puntos negros se muestra la susceptibilidad alta, media y baja por inestabilidad de laderas; en rojo el polígono de peligro; en coral los sitios con riesgo Castillo Chico y Castillo Grande (SPC, 2014); las líneas negras simbolizan el eje vial y las etiquetas indican las fotografías que ilustran el peligro en el lugar.



Figura 5.56. Vulnerabilidad por derrumbe, deslizamiento, caída de roca y flujo de lodo en Castillo Grande en el Mapa XX. Nota: el número en la esquina superior izquierda representa la ubicación del polígono, en contorno rojo el polígono de peligro, los recuadros en color rojo con contorno negro corresponden a los lotes con vulnerabilidad alta, las líneas negras simbolizan el eje vial y las etiquetas indican las fotografías que ilustran la vulnerabilidad. Para otras simbologías revisar el Anexo III.

Los fenómenos de remoción en masa identificados en el polígono se encuentran asociadas al alto grado de fracturamiento de los flujos piroclásticos que constituyen el cerro del Chiquihuite (Figura 5.57) y a la actividad antrópica que al realizar cortes a la ladera, aceleran la inestabilidad de la misma. Castillo Grande se encuentra ubicado en una zona con pendientes superiores a 50° , donde se pueden observar a lo largo del polígono, bloques de dimensiones superiores a los 5 m con potencial de seguir su recorrido ladera abajo afectando a las viviendas (Figura 5.58).



Figura 5.57. Fotografía A en el polígono de peligro en Castillo Grande. Vista panorámica del cerro del Chiquihuite dónde se observa un macizo rocoso fracturado y bloques caídos (19.5342° N, 99.1347° W. Calle: Sin nombre oficial).



Figura 5.58. Fotografía B en el polígono de peligro Castillo Grande. Asentamiento humano cercano a zona de caída de rocas. En la esquina inferior izquierda se aprecia colapso de barda perimetral (19.5344° N, 99.1354° W. Calle: Ramón Corona).

Debido al alto fracturamiento del macizo rocoso, se han identificado caídas de roca. En las zonas donde se comienza desarrollar suelos o bien hay presencia de materiales finos como limos o arcillas se identificaron deslizamientos, derrumbes y flujos de lodo.

La parte alta del polígono está caracterizada por la autoconstrucción y viviendas hechas de materiales precarios, donde es frecuente encontrar viviendas con bloques en sus patios o propensos a caer sobre de ellas (Figura 5.59). Las condiciones de la ladera obligan a la población a desplantar sus viviendas en zonas expuestas a fuertes procesos de erosivos que pueden afectar parcial o totalmente la estructura de la vivienda (Figura 5.60).

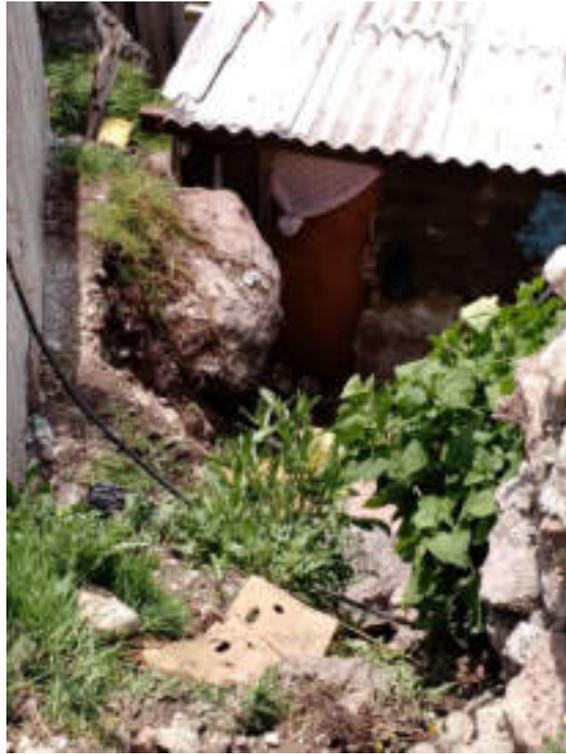


Figura 5.59. Fotografía C en el polígono de peligro Castillo Grande. Se puede apreciar el tamaño de los bloques que se desprenden de la parte alta del polígono. La vivienda precaria se encuentra altamente vulnerable ante el desprendimiento de este fragmento de roca (19. 5410° N, 99.1305° W. Calle: Sin nombre oficial).



Figura 5.60. Fotografía D en el polígono de peligro Castillo Grande. Vista lateral de una pendiente con material expuesto a agentes erosivos que debiliten la estabilidad de esta. Ante un proceso de remoción, la vivienda de madera podría colapsar (19.5425° N, 99.1265° W. Calle: Sin nombre oficial).

Sobre la calle Camino a las Torres de difusión, varias viviendas se encuentran establecidas sobre un talud de flujos piroclásticos que presenta fracturas a lo largo de toda su estructura. Las construcciones son niveladas con columnas de hasta más de 2 m de alto para contrarrestar la pérdida del basamento (Figura 5.61).



Figura 5.61. Fotografía E en el polígono de peligro Castillo Grande. Viviendas desplantadas sobre un macizo rocoso que se encuentra fracturado, las columnas se apoyan sobre el macizo rocoso (19.5430° N, 99.1250° W. Calle: Camino a las Torres de difusión).

A lo largo del cerro del Chiquihuite se cuenta con diversas obras de mitigación para minimizar los efectos que pudiera tener la caída de bloques. Entre las medidas de mitigación realizadas se encuentran los muros de contención y gaviones. La mayoría de las medidas de mitigación han retenido grandes bloques ya desprendidos, los cuales representan un peligro para los asentamientos establecidos en la parte baja de la ladera (Figura 5. 62).



Figura 5.62. Fotografía A en el polígono de vulnerabilidad Castillo Grande. Al fondo muro de contención cóncavo para retener bloques desprendidos del macizo rocoso (19.5340° N, 99.1342° W. Calle: Sin nombre oficial).

Por otro lado las viviendas asentadas en la zona de la ladera que está constituida de materiales limo-arcillosos presentan pérdida de basamento ya que agentes erosivos como el agua y el viento transportan los materiales a partes más bajas (Figura 5.63). En calles pavimentadas o escaleras con concreto se observan separaciones entre los elementos, derivado del empuje de los materiales de la ladera (Figura 5.64).



Figura 5.63. Fotografía B en el polígono de vulnerabilidad Castillo Grande. Vivienda semiconfinada que presenta un colapso parcial originado por la pérdida de su basamento (19.5344° N, 99.1353° W. Calle: Ramón Corona).



Figura 5.64. Fotografía C en el polígono de vulnerabilidad Castillo Grande. Separación entre descanso de escalera y losa de vivienda semiconfinada, ocasionado por el desplazamiento del material de la ladera (19.5375° N, 99.1350° W. Calle: Andador 1).

Los deslizamientos dentro del polígono arrastran material fino, pero dadas las condiciones de la ladera logra transportar bloques de dimensiones mayores a un metro, lo cual hace muy vulnerables a las viviendas, ya que un movimiento de terreno sería capaz de sepultar parcial o totalmente una vivienda (Figura 5. 65).



Figura 5.65. Fotografía D en el polígono de vulnerabilidad Castillo Grande. Vivienda afectada por un antiguo deslizamiento que derribó uno de los muros e invadió el predio, además de provocar la deformación en las traves de la construcción (19.5416° N, 99.1286° W. Calle: Sin nombre oficial).

Algunas medidas de mitigación que realizan para estabilizar el movimiento del material de las laderas es la construcción de muros de mampostería sin mortero a pesar de ello, dichas medidas son insuficientes ante la remoción del material que constituye la ladera (Figura 5.66).



Figura 5.66. Fotografía E en el polígono de vulnerabilidad Castillo Grande. Pendiente de material poco consolidado en el que se observa vivienda precaria establecida en la parte alta. La presencia de muros de mampostería sin mortero son una medida para estabilizar el terreno (19.5421° N, 99.1272° W. Calle: Sin nombre oficial).

8. La Pastora

Parte de la colonia Pastora se encuentra considerada en peligro alto por deslizamiento y caída de roca. El polígono de peligro tiene perímetro de 694 m y área de 29,011 m² (Figura 5.67). La población afectada por los fenómenos perturbadores identificados en la zona es de 85 personas, el número de lotes altamente vulnerables es 23 viviendas (Figura 5.68).

Dentro del polígono de peligro se encuentra el sitio con riesgo La pastora, establecido por la Secretaría de Protección Civil (2014). La estructura social de la población establecida en esta área es: 34 menores de edad, 6 adultos mayores, 23 mujeres, 25 hombres, en total 88 personas (2 discapacitados). La vulnerabilidad física expuesta está integrada por 20 lotes con uso de suelo unifamiliar y 1 lote habitacional plurifamiliar.

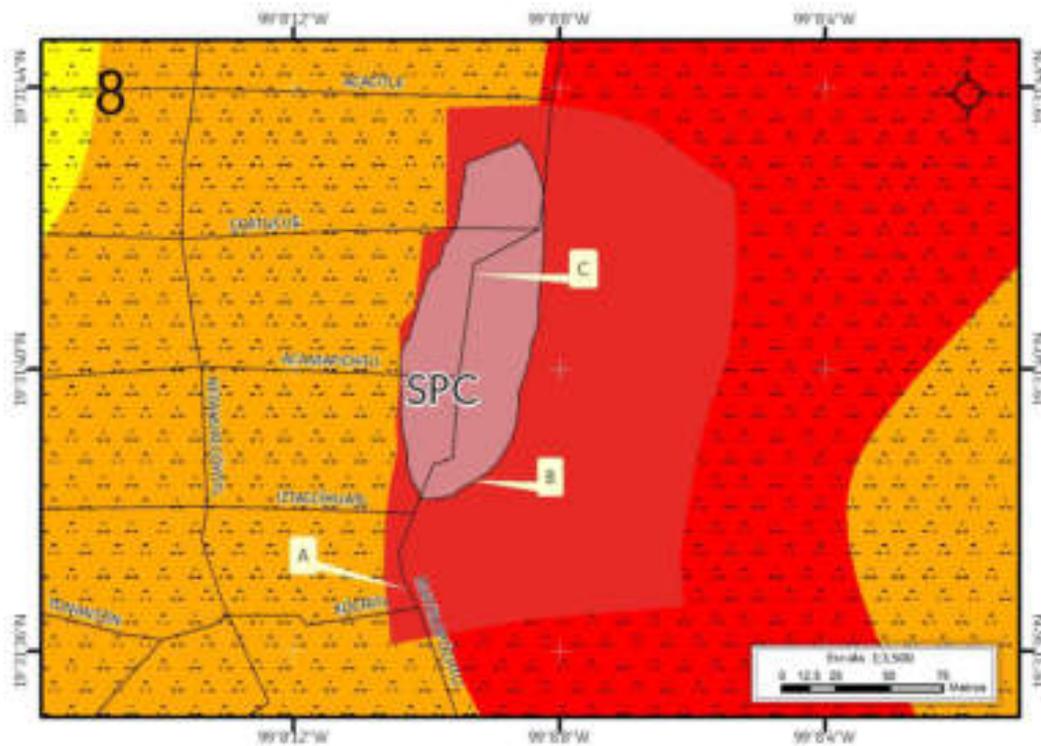


Figura 5.67. Peligro por deslizamiento y caída de roca en La Pastora en el Mapa XIX. Nota: el número en la esquina superior izquierda representa la ubicación del polígono; en rojo, naranja y amarillo con puntos negros se muestra la susceptibilidad alta, media y baja por inestabilidad de laderas; en rojo el polígono de peligro; en coral el sitio con riesgo La Pastora (SPC, 2014); las líneas negras simbolizan el eje vial y las etiquetas indican las fotografías que ilustran el peligro en el lugar.

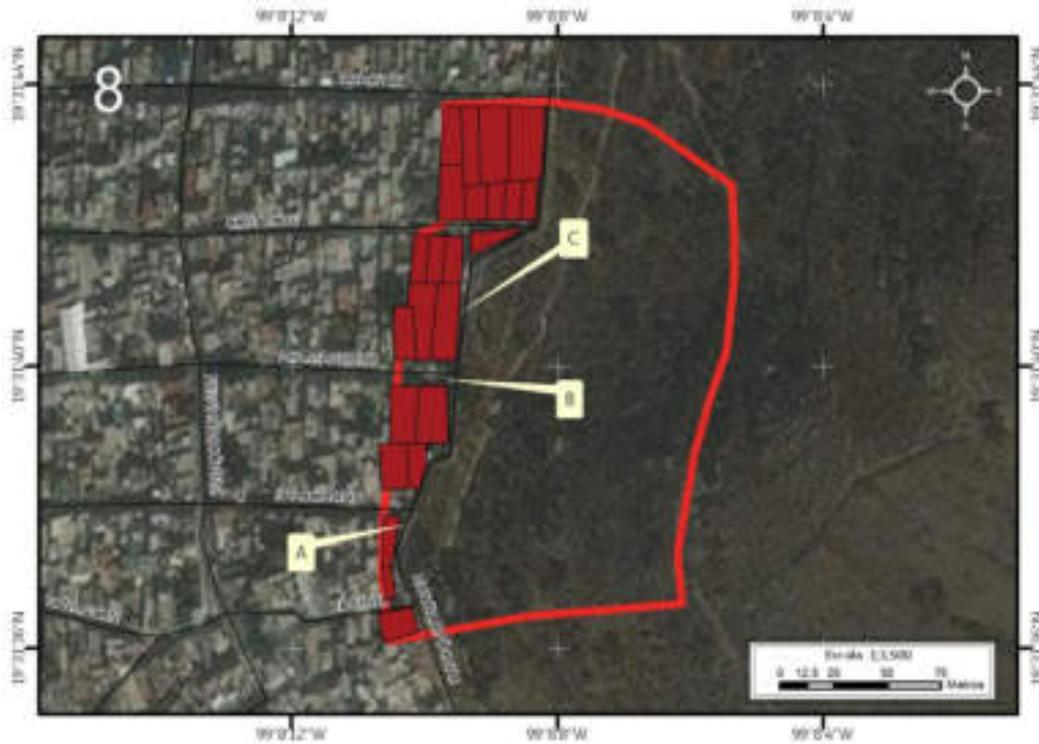


Figura 5.68. Vulnerabilidad por deslizamiento y caída de roca en La Pastora en el Mapa XXI. Nota: el número en la esquina superior izquierda representa la ubicación del polígono, en contorno rojo el polígono de peligro, los recuadros en color rojo con contorno negro corresponden a los lotes altamente vulnerables, las líneas negras simbolizan el eje vial y las etiquetas indican las fotografías que ilustran la vulnerabilidad.

El perímetro del peligro abarca zonas consideradas con susceptibilidad por inestabilidad de ladera media y alta. La zona de peligro abarca la zona urbana y parte de la ZSCE Sierra de Guadalupe. Los problemas de deslizamiento que se han llegado a presentar han ocurrido en viviendas que colindan con la barda perimetral de la ZSCE. Las construcciones por debajo del nivel de la barda perimetral modifican el equilibrio de la pendiente y al dejar el afloramiento del material al efecto de factores erosivos se promueve el colapso del material. A pesar de que los problemas se concentran principalmente en las viviendas colindantes con la barda perimetral de la ANP, se identificaron indicadores del movimiento de la ladera sobre la calle y en una vivienda (Figura 5.69).



Figura 5.69. Fotografía A en el polígono de peligro La Pastora. Fractura en concreto que continúa en barda perimetral de una vivienda. La fractura es un precursor del movimiento de la ladera (19.5268° N, 99.1363° W. Calle: Xochitl).

En la zona de la reserva que se considera dentro del peligro se encuentran macizos rocosos muy erosionados y altamente fragmentados de los cuales se han llegado a desprender bloques. Los bloques desprendidos de la parte alta logran superar la barda perimetral de la ANP y han llegado a caer sobre las viviendas que se encuentran en la zona urbana. Actualmente existe un muro de mampostería con mortero para retener los bloques que pudieran caer en las viviendas, sin embargo las dimensiones de este no son las ideales para mitigar la caída de los macizos rocosos (Figura 5.70).



Figura 5.70. Fotografía B en el polígono de peligro La Pastora. Imagen panorámica de macizo rocoso con muro de contención para evitar que los caídos lleguen a la zona urbana (19.5276° N, 99.1355° W. Calle: Cerro del Chiquihuite).

La litología del lugar corresponde a depósitos piroclásticos. Estos depósitos piroclásticos son susceptibles a sufrir intemperismo y transformarse en arcillas. La arcilla producto del intemperismo es transportada por diferentes agentes erosivos a la parte baja de la ladera. Los depósitos de arcilla no se encuentran compactados y al hacer cortes para construir, estos tienden a deslizarse (Figura 5.71 y 5.72)



Figura 5.71. Fotografía C en el polígono de peligro La Pastora. Depósito de finos y material de relleno dentro de terreno delimitado por construcción (19.5283° N, 99.13580° W. Calle: Iztaccíhuatl).



Figura 5.72. Fotografía A de vulnerabilidad en La Pastora. Los materiales finos y de relleno que componen esta la ladera se encuentran inestables y son fáciles de remover por agentes erosivos (19.5270° N, 99.1361° W. Calle: Huitzilopóchtli).

Varias de las viviendas altamente vulnerables por caída de roca presentan en sus patios bloques de diferentes tamaños que se han desprendido del macizo rocoso; en algunos de estos predios también se pueden apreciar indicadores del movimiento de la ladera (Figura 5.73 y 5.74).



Figura 5.73. Fotografía B de vulnerabilidad en La Pastora. Mallado que delimita propiedad muestra inclinación a favor de la pendiente, esto es una evidencia del movimiento lento del material. También se pueden apreciar varios bloques al costado de una construcción precaria. Al costado del sendero se encuentra la barda perimetral de la ANP (19.5280° N, 99.1359° W. Calle: Huitzilopóchtli).



Figura 5.74. Fotografía C de vulnerabilidad en La Pastora. Se puede apreciar el tamaño de los bloques provenientes de la parte alta de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE) Sierra de Guadalupe. Del lado derecho se aprecia la barda perimetral de la ANP, la cual funciona como una medida de mitigación ante caída de rocas (19.5279° N, 99.1359° W. Calle: Acamapichtli).

9. San Juan Ticomán I

El polígono de peligro alto delimitado en San Juan Ticomán I está asociado a caída de rocas en laderas. Se encuentra dentro de las colonias San Juan Ticomán y Guadalupe Ticomán, al este del Cerro del Chiquihuite, en la Delegación Gustavo A. Madero; mide 76,418 m² de área y 1,358 m de perímetro. Parte de la zona delimitada con peligro alto se ubica dentro de la ZSCE Sierra de Guadalupe (Figura 5.75). La vulnerabilidad física expuesta para este polígono de peligro es de 47 viviendas, mientras que la social reporta 173 habitantes (Figura 5.76). La mayoría de los lotes que se encuentran dentro del polígono de peligro están ubicados frente a la barda perimetral de la ZSCE Sierra de Guadalupe, sin embargo existen dos lotes dentro de la ANP

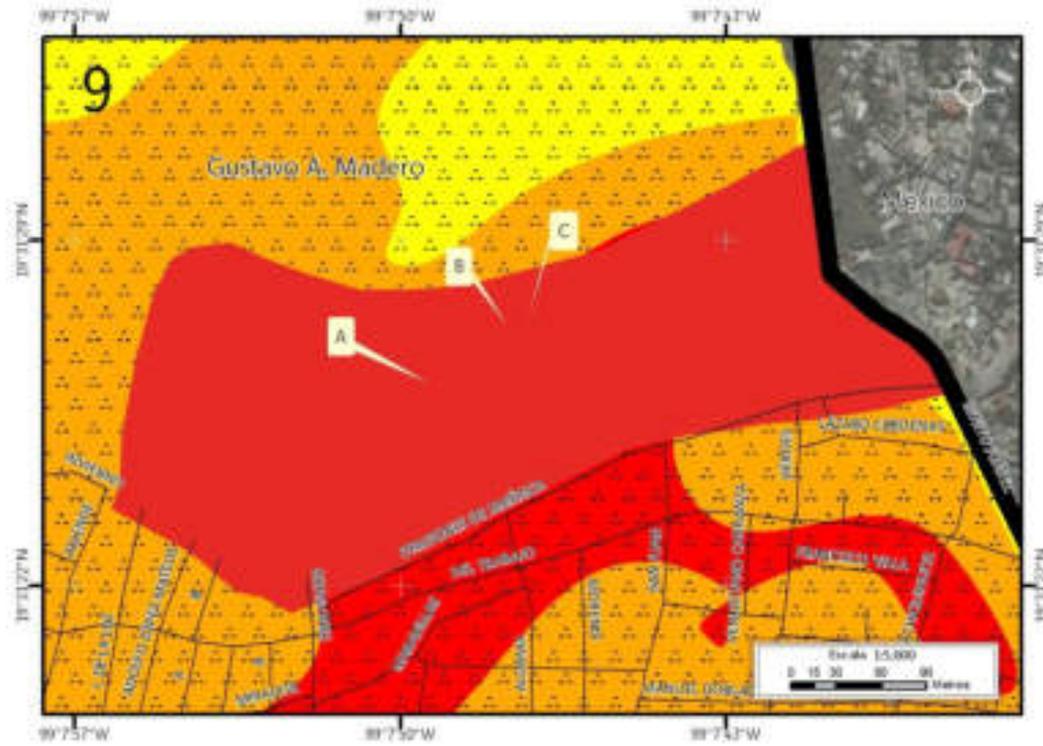


Figura 5.75. Peligro por caída de rocas en San Juan Ticomán I (Mapa XIX). Nota: el número en la parte superior izquierda representa la ubicación del polígono; en rojo, naranja y amarillo con puntos negros se muestra la susceptibilidad alta, media y baja por inestabilidad de laderas; en rojo el polígono de peligro; las líneas negras simbolizan el eje vial, las etiquetas indican las fotografías que ilustran el peligro en el lugar.

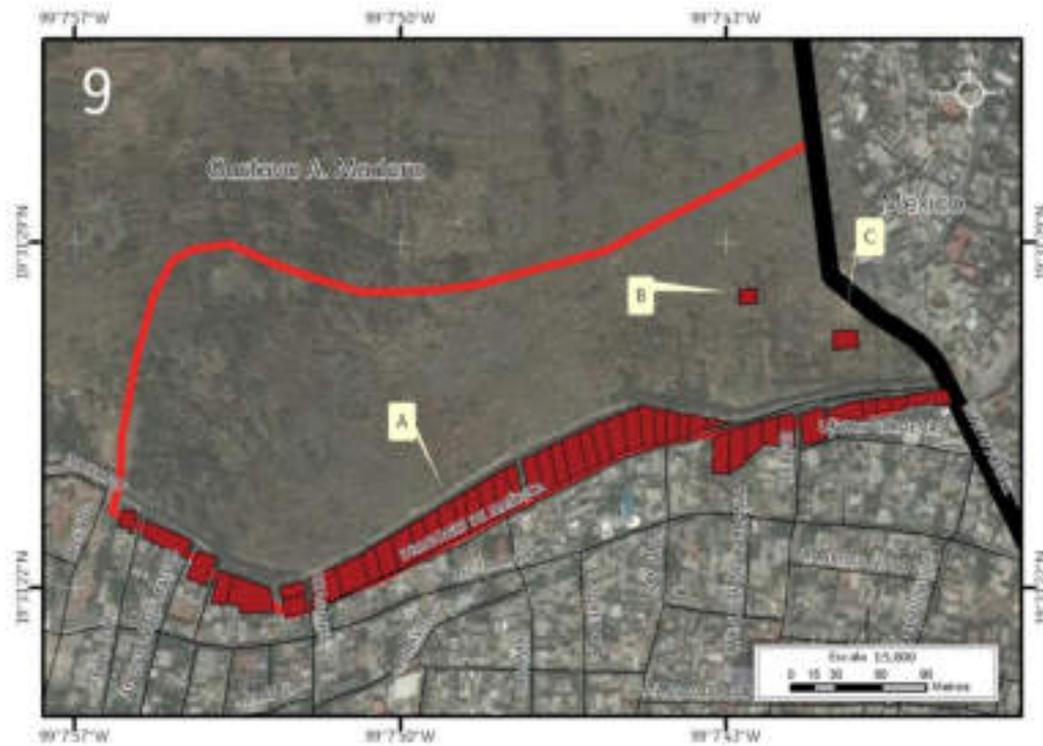


Figura 5.76. Vulnerabilidad por caída de roca en San Juan Ticomán I en el Mapa XX. Nota: El número en la esquina superior izquierda representa la ubicación del polígono, en contorno rojo el polígono de peligro, los recuadros en color rojo con contorno negro corresponden a los lotes con vulnerabilidad alta, las líneas negras simbolizan el eje vial, la línea negra de mayor grosor corresponde al límite delegacional y las etiquetas indican las fotografías que ilustran la vulnerabilidad física.

A lo largo del polígono se encuentran macizos rocosos fragmentados con bloques que podrían desprenderse fácilmente por el ángulo de inclinación de la ladera y la fuerza de gravedad (Figura 5.77.). El intemperismo es un factor de suma importancia; debilita la estructura de los macizos rocosos, provocando la fragmentación consecuente del material.



Figura 5.77. Fotografía A del polígono de peligro San Juan Ticomán I. Bloques altamente fragmentados e intemperizados, los cuales son susceptibles a colapsar en dirección a la pendiente; al fondo se distingue las viviendas ubicadas dentro del polígono de peligro (19.5231°N, 99.1307°W. Calle: Sin nombre oficial).



Figura 5.78. Fotografía B del polígono de peligro San Juan Ticomán I. Muro de hecho con material de sitio y mortero, implementado para contener la caída de roca; el macizo rocoso se encuentra altamente fracturado (19.5235°N, 99.1303°W. Calle: Sin nombre oficial).

A causa del peligro en el que las viviendas y la infraestructura se encuentran, se han implementado obras de mitigación como muros de contención (Figura 5.79.); sin embargo la baja calidad de los materiales con los que son construidos ocasiona que la funcionalidad de los mismos sea casi nula. Aunado a esto, los bloques que son removidos presentan un tamaño considerable, lo que facilita su caída por la pendiente y acelera las distancias que pueden recorrer (Figura 5.80.).



Figura 5.79. Fotografía C del polígono de peligro San Juan Ticomán, donde se observan algunos bloques de xx cm aproximadamente; éstos han sido removidos de su lugar original, debido cayeron por la pendiente a causa de la fuerza de gravedad y el ángulo de inclinación en el plano (19.5236°N, 99.1301°W. Calle: Sin nombre Oficial).

Algunos bloques han caído y llegado hasta la barda perimetral que separa al área urbana de la Reserva Natural, la cual no es lo suficientemente resistente ante el impacto de los bloques, afectando a las construcciones y a la infraestructura de San Juan Ticomán I (Figura 5.80.).

A pesar de que hay un límite divisorio entre el territorio que pertenece a la Reserva Natural Sierra de Guadalupe, hay viviendas construidas dentro del mismo; la invasión en el área protegida aumenta el peligro de caída de roca, debido a que al desplantar las construcciones se hacen cortes en la ladera, lo cual resta estabilidad en el terreno y provoca la distensión del material rocoso (Figura 5.81 y 5.82).



Figura 5.80. Fotografía A del polígono de vulnerabilidad San Juan Ticomán. Paso peatonal implementado en la ladera del cerro; se puede distinguir la caída de bloques, los cuales afectan a la infraestructura vial (19.5230°N, 99.1305°W. Calle: Sin nombre oficial).



Figura 5.81. Fotografía B del polígono de peligro San Juan Ticomán. Vivienda construida con materiales precarios desplantada sobre la ladera; se observa que los cimientos están constituidos por un apilado de material de sitio sin mortero (19.5242°N, 99.1285°W. Calle: Sin nombre oficial).



Figura 5.82. Fotografía C del polígono de vulnerabilidad San Juan Ticomán. Vivienda precaria desplantada a orillas de una ladera, la cual se sostiene sobre rocas apiladas; el inmueble presenta una ligera inclinación en dirección a la pendiente (19.5240°N, 99.1279°W. Calle: Sin nombre oficial).

10. San Juan Ticomán II

El polígono de peligro alto denominado San Juan Ticomán II está relacionado a caída de roca en laderas; mide 4,005 m² de área y 316 m de perímetro. Se ubica dentro de la colonia San Juan y Guadalupe Ticomán, al norte de la Delegación Gustavo A. Madero (Figura 5.83.). La vulnerabilidad física expuesta reporta 16 lotes, cuyo uso habitacional es habitacional, mientras que la vulnerabilidad social expuesta corresponde a un total de 59 habitantes (Figura 5.84).

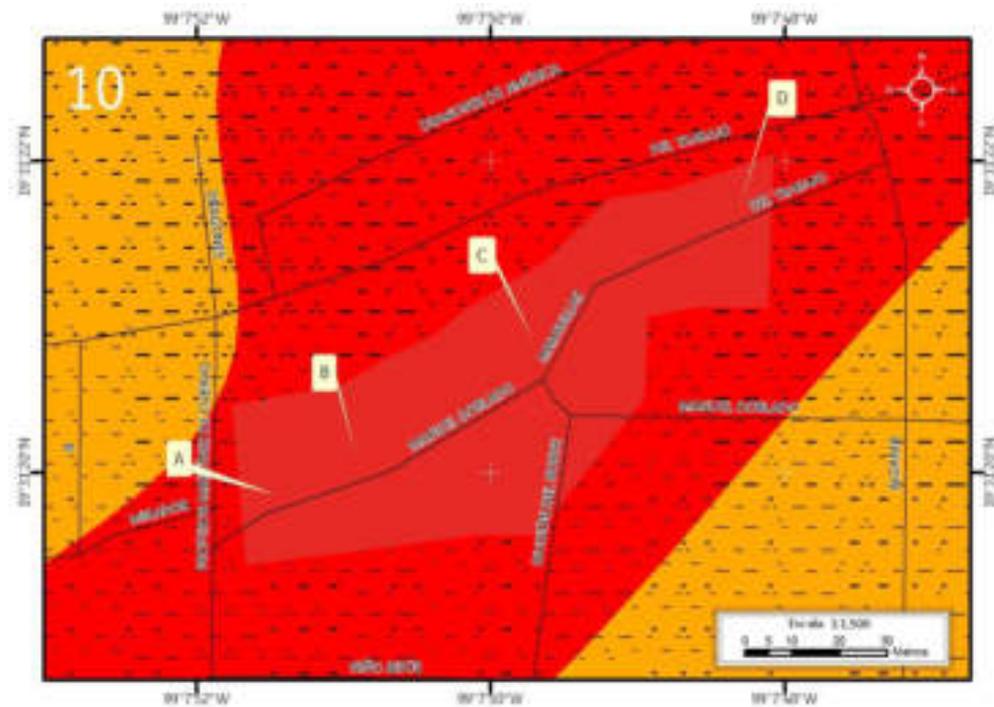


Figura 5.83. Peligro por caída de roca en San Juan Ticomán II (Mapa XIX). Nota: el número en la parte superior izquierda representa la ubicación del polígono; en rojo y naranja con puntos negros se muestra la susceptibilidad alta y media por inestabilidad de laderas; en rojo el polígono de peligro; las líneas negras simbolizan el eje vial y las etiquetas indican las fotografías que ilustran el peligro en el lugar.

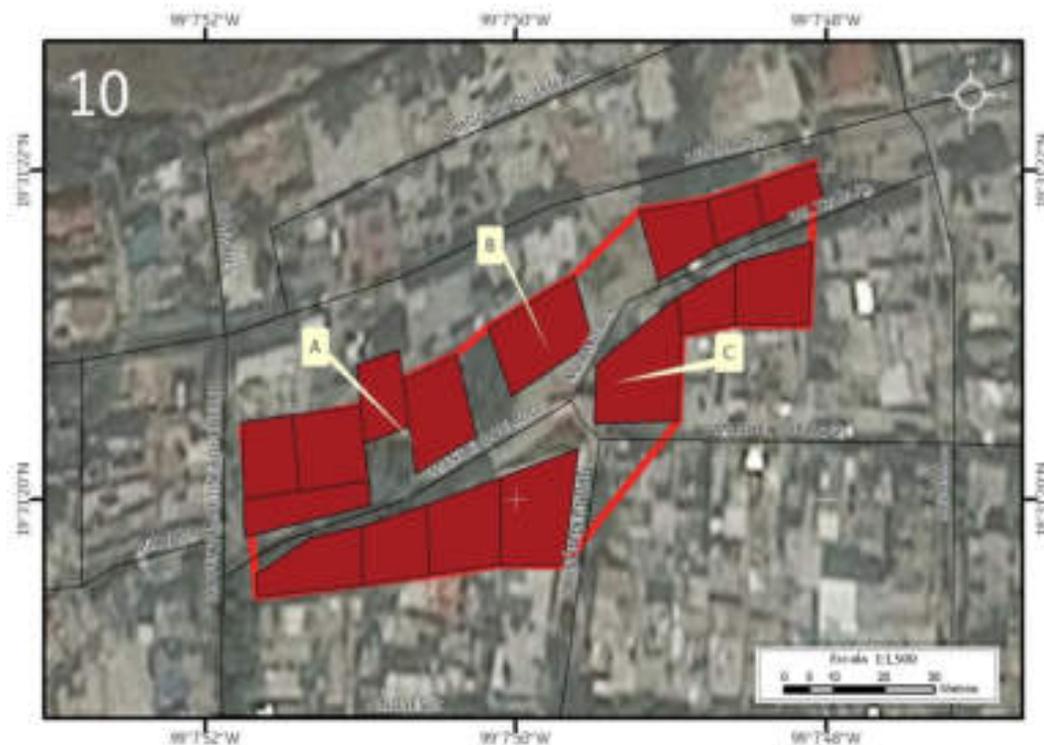


Figura 5.84. Vulnerabilidad por caída de roca en San Juan Ticomán II en el Mapa XX. Nota: el número en la esquina superior izquierda representa la ubicación del polígono, en contorno rojo el polígono de peligro, los recuadros en color rojo con contorno negro corresponden a los lotes con vulnerabilidad alta, las líneas negras simbolizan el vial y las etiquetas indican las fotografías que ilustran la vulnerabilidad.

La litología presente dentro del polígono de peligro alto es de depósitos piroclásticos. Debido al peligro documentado en la zona se han instaurado diversas obras de mitigación, como la implementación de cables de acero que detienen los bloques y evitan su caída, además de muros rocosos hechos con materiales de sitio y mortero (Figura 5.85 y 5.86).



Figura 5.85. Fotografía A en el polígono de peligro San Juan Ticomán II. Sistema de fortificación en macizo rocoso por medio de la instalación de cables de acero de alta resistencia anclados a la roca para mitigar la caída del material (19.5221°N, 99.1307°W. Calle: Maravillas).



Figura 5.86. Fotografía. B en el polígono de peligro. San Juan Ticomán II. Vivienda desplantada al borde del talud sobre un muro de material de sitio con motero, el cual presenta drenes para la salida del agua filtrada entre las rocas que lo conforman. Se observa que la construcción se sostiene con columnas esbeltas de cemento y que presenta un volado; por otro lado la vegetación ha invadido las juntas de concreto (19.5220°N, 99.1309°W. Calle: Manuel Doblado).

Con el recorrido de campo se observó que las viviendas se ubican en las partes altas de las laderas rocosas; la caída del material provoca que el terreno pierda estabilidad, por lo tanto, las construcciones pueden presentar colapsos parciales o totales (Figura 5.87 y 5.88). De igual forma, los bloques pueden caer dentro de las construcciones, al ubicarse éstas al costado de taludes inestables y al estar altamente intemperizados (Figura 5.89).



Figura 5.87. Fotografía C en el polígono de peligro San Juan Ticomán II. Talud del macizo rocoso con fracturamiento por acción del intemperismo; presenta malla ciclónica de triple torsión y sistema de anclado como medida de estabilidad para mitigar la caída de los bloques. En la cima se distingue una vivienda (19.5220°N, 99.1308°W. Calle: Manuel Doblado).



Figura 5.88. Fotografía D en el polígono de peligro San Juan Ticomán II. Talud de macizo rocoso fracturado; se observa la presencia de vegetación en las fracturas y un muro hecho con material de sitio y mortero hacia la derecha (19.5225°N, 99.1300°W. Calle: Maravillas).



Figura 5.89. Fotografía A en el polígono de vulnerabilidad San Juan Ticomán II. Caída de roca dentro de edificio habitacional situado al pie del borde del talud del macizo rocoso, compuesto de mampostería semiconfiada sin aplanado; el edificio presenta un volado (19.5222°N, 99.1304°W. Calle: Maravillas).

También se constató que varias construcciones presentan volados en un intento de ganar más espacio; dichos volados no presentan ningún tipo de estructura que les proporcione sostenimiento (Figura 5.90 y 5.91).



Figura 5.90. Fotografía B en el polígono de vulnerabilidad San Juan Ticomán II. Vivienda de mampostería semiconfinada cimentada con pilas de concreto colocados sobre el macizo rocoso; los bloques que componen al macizo presentan fracturas; la construcción presenta un volado (19.5221°N, 99.1307°W. Calle: Manuel Doblado).



Figura 5.91. Fotografía C en el polígono de vulnerabilidad San Juan Ticomán II. Talud de macizo rocoso altamente fracturado. Sobre éste se encuentra construida una vivienda de mampostería semiconfinada, cimentada con columnas de concreto colocado sobre la roca; el inmueble presenta varios volados (19.5222°N, 99.1305°W. Calle: Maravillas).

11. La Candelaria Ticomán

El polígono de peligro alto definido en la colonia La Candelaria Ticomán presenta caída de roca asociada a inestabilidad en laderas; mide 57,212 m² de área y 1,382 m de perímetro (Figura 5.92). El polígono comprende el Parque Ecológico El Cantil, además de los cortes carreteros en Avenida Ticomán, los cuales muestran taludes fracturados con bloques caídos. La vulnerabilidad física expuesta es de 28 lotes, 27 con uso de suelo habitacional y 1 centro de reacción inmediata, mientras que la vulnerabilidad social expuesta reporta 104 habitantes (INEGI, 2010) (Figura 5.93).

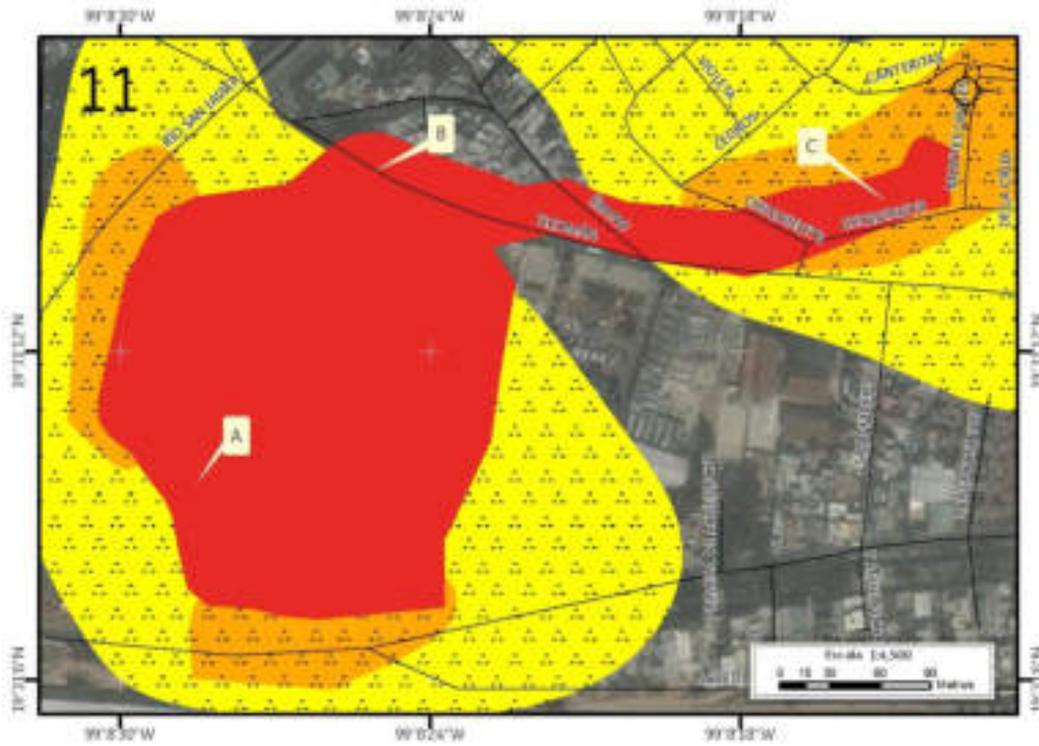


Figura 5.92. Peligro por caída de roca en La Candelaria Ticomán en el Mapa XIX. Nota: el número en la parte superior izquierda representa la ubicación del polígono; en naranja y amarillo con puntos negros se muestra la susceptibilidad media y baja por inestabilidad de laderas; en rojo el polígono de peligro; las líneas negras simbolizan el eje vial y las etiquetas indican las fotografías que ilustran el peligro en el lugar.

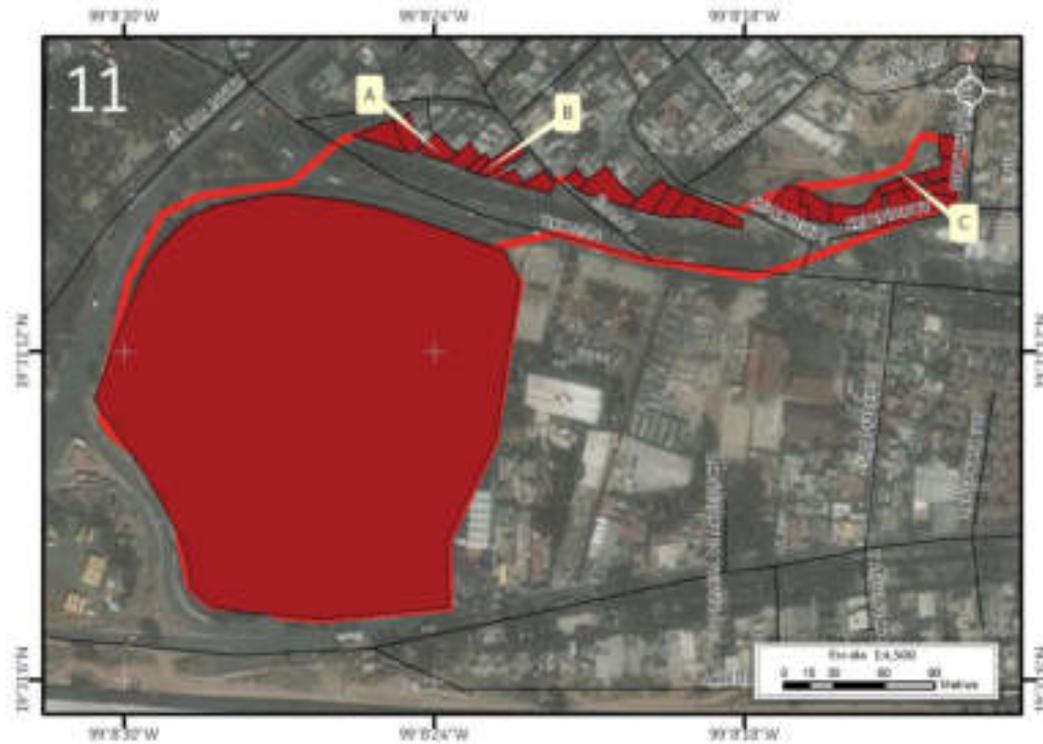


Figura 5.93. Vulnerabilidad por caída de roca en La Candelaria Ticomán II en el mapa XX. Nota: el número en la esquina superior izquierda representa la ubicación del polígono, en contorno rojo el polígono de peligro, los recuadros en color rojo con contorno negro corresponden a los lotes con vulnerabilidad alta, las líneas negras simbolizan el eje vial y las etiquetas indican las fotografías que ilustran la vulnerabilidad .

El cerro El Cantil presenta paredes verticales compuestas de bloques de aproximadamente xx cm en el eje central, los cuales están intemperizados y fracturados (Figura 5.94). Las fracturas restan estabilidad a los macizos rocosos, provocando el colapso de los bloques, lo cual afecta a la infraestructura vial (Figura 5.95).



Figura 5.94. Fotografía A del polígono de peligro La Candelaria Ticomán. Macizo rocoso de aproximadamente 30 m de altura. Se puede observar que los bloques presentan fracturas debido a la intemperización; al pie del macizo se distingue una zona infantil de juegos (19.5196°N, 99.1411°W. Calle: Río San Javier).



Figura 5.95. Fotografía B del polígono de peligro La Candelaria Ticomán. Corte carretero ubicado en Avenida Ticomán, el cual presenta fracturas y se encuentra altamente intemperizado; algunos bloques han caído sobre el acotamiento (19.5209°N, 99.1405°W. Calzada: Ticomán).

En algunas porciones de los cortes al talud se han implementado diversas obras de contención cuyo fin es evitar la caída de bloques en las viviendas; sin embargo no son resistentes al considerar el tamaño de los bloques (Figura 5.96). Las construcciones asentadas sobre los macizos rocosos pueden perder estabilidad, consecuencia del colapso de los bloques en dirección a la pendiente (Figura 5.97 a 5.99).



Figura 5.96. Fotografía C del polígono de peligro La Candelaria Ticomán, donde se observa una obra de mitigación, que consiste en una estructura metálica que detiene las rocas propensas a caer sobre alguna de las viviendas (19.5207°N, 99.1374°W. Calle: Chiquihuite).



Figura 5.97. Fotografía A del polígono de vulnerabilidad La Candelaria Ticomán. Vivienda desplantada en la cima de un macizo rocoso, el cual no presenta algún recubrimiento que evite la caída del material; el inmueble presenta un volado carente de soporte (19.5221°N, 99.1307°W. Calle: Sin nombre oficial).



Figura 5.98. Fotografía B del polígono de vulnerabilidad La Candelaria Ticomán. Vivienda desplantada sobre un macizo rocoso de depósitos piroclásticos altamente fracturado; se observa que algunos bloques están a punto de colapsar (19.5222°N, 99.1305°W. Calle: Sin nombre oficial).



Figura 5.99. Fotografía C del polígono de vulnerabilidad La Candelaria Ticomán. Vivienda desplantada sobre un talud compuesto de bloques; sobre el inmueble se observa un macizo rocoso sin obras de mitigación y recubrimiento que evite la caída del material hacia la vivienda (19.5222°N, 99.1304°W. Calle: Chiquihuite).

12. Insurgentes Norte

El polígono Insurgentes Norte se encuentra ubicado al este de la delegación sobre la avenida Insurgentes Norte en la salida al Estado de México, en las colonias: San Pedro Zacatenco, Isabel Tola, Lomas de San Juan Ixhuatepec, Ampliación Santa Cruz y Rosas del Tepeyac. El peligro es alto por deslizamiento, derrumbe y caída de roca; tiene perímetro y área de 2,931 m y 13,611 m² (5.100). La vulnerabilidad física y social para este polígono es 40 lotes con 148 habitantes (Figura 5.101).

Dentro de este polígono se encuentran cuatro sitios con riesgo que son: San Pedro Zacatenco, San Isabel Tola, Lomas de San Juan Ixhuatepec 2da Sección e Insurgentes Norte, de los cuales tres de ellos afectan solamente las vías de

comunicación mientras que en el sitio con riesgo de Lomas de San Juan Ixhuatepec 2da Sección si se encuentran viviendas que son afectadas por fenómenos de remoción en masa. La vulnerabilidad física expuesta es de 40 lotes, 38 con uso de suelo habitacional y 2 mixtos (habitacional y comercio); la vulnerabilidad social es 148 personas en riesgo.

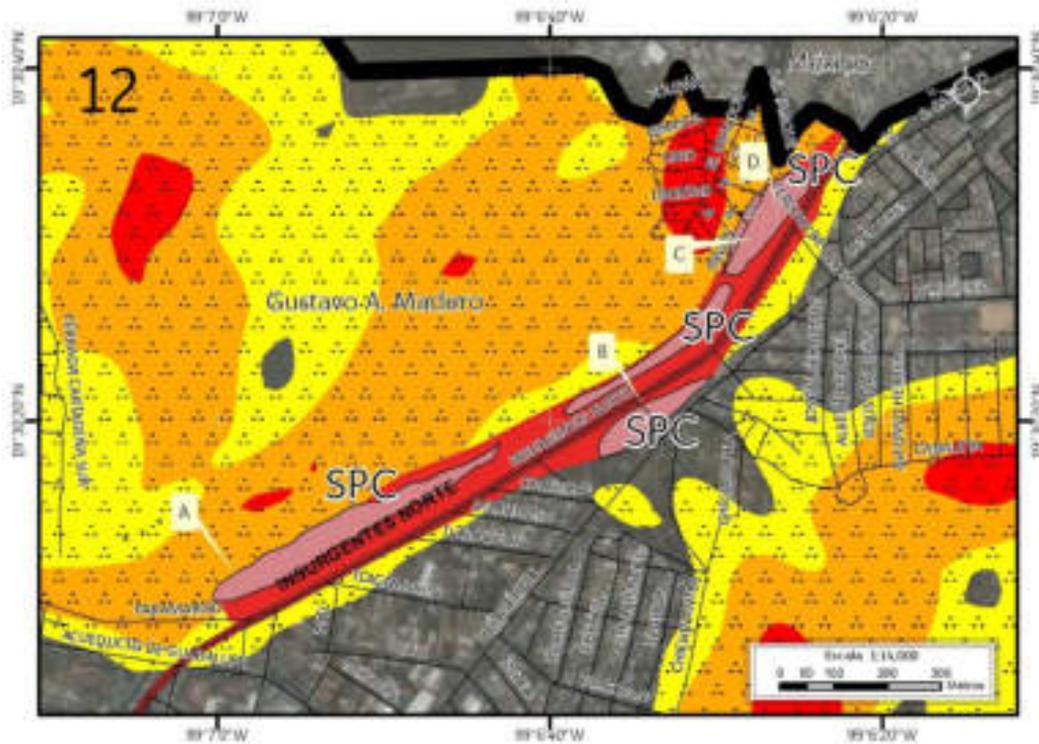


Figura 5.100. Peligro por deslizamiento, derrumbe y caída de rocas en Insurgentes Norte (Mapa XX). Nota: el número en la esquina superior izquierda representa la ubicación del polígono; en rojo, naranja y amarillo con puntos negros se muestra la susceptibilidad alta, media y baja por inestabilidad de laderas; en rojo el polígono de peligro; en coral los sitios con riesgo Santa Isabel Tola, San Pedro Zacatenco, Lomas de San Juan Ixhuatepec 2da Sección e Insurgentes Norte (SPC, 2014); las líneas negras simbolizan el eje vial; la línea roja con una línea negra en el centro corresponde a una vía primaria; la línea negra de mayor grosor corresponde al límite delegacional y las etiquetas indican las fotografías que ilustran el peligro en el lugar.



Figura 5.101. Vulnerabilidad por derrumbe, deslizamiento y caída de rocas en Insurgentes Norte en el Mapa XXI. Nota: el número en la esquina superior izquierda representa la ubicación del polígono en el mapa, en contorno rojo es el polígono de peligro, los recuadros en color rojo con contorno negro corresponden a los lotes con vulnerabilidad alta; las líneas negras simbolizan el eje vial; la línea roja con una línea negra en el centro representa una vía primaria; la línea negra de mayor grosor corresponde al límite delegacional y las etiquetas indican las fotografías que ilustran la vulnerabilidad. Para otras simbologías revisar el Anexo III.

Los fenómenos de deslizamiento, derrumbe y caída de rocas identificados en el polígono se encuentran asociadas a cortes carreteros realizados en la construcción de la avenida, a pesar de que a lo largo de la vía se han realizado diferentes tipos de obras para mitigación los fenómenos antes mencionados, estos se siguen presentando, mientras que algunas partes del talud se encuentran expuestas evidenciando los fenómenos (Figura 5.102).



Figura 5.102. Fotografía A en el polígono de peligro en Insurgentes Norte (Imagen 12). Macizo rocoso que presenta pseudoestratificación y una fractura diagonal, en la parte inferior se pueden observar algunos bloques ya desprendidos (19.5028° N, 99.1162° W. Avenida: Insurgentes Norte).

En el corte carretero realizado sobre el cerro San Pedro Zacatenco se tiene un talud el cual cuenta obra de mitigación ante el constante desprendimiento de bloques, sin embargo la malla que cubría parte del talud y sostenía los bloques desprendidos se encuentra roto, por lo que la caída del material ha ido depositándose al pie del talud hasta llegar a cubrir el acotamiento de la avenida, así como parte de ella, representando un peligro para los automovilistas que circulan por esta vía rápida (Figura 5. 103).



Figura 5.103. Fotografía B en el polígono de peligro Insurgentes Norte (Imagen 12) Talud con caídos de roca alojados en cuneta y sobre la avenida. El árbol inclinado es una evidencia de la inestabilidad del material (19.5057° N, 99.1095° W. Avenida: Insurgentes Norte).

En algunos cortes que no presentan algún tipo de obra de mitigación o el concreto lanzado se pueden observar los el tamaño de los bloques propensos a desprenderse del talud y mientras que en cortes donde las obras de mitigación cumplen su función podemos ver como retienen el material desprendido (Figura 5.104 y 5.105).



Figura 5.104. Fotografía C en el polígono de peligro Castillo Grande (Imagen 12). Concreto lanzado para mitigar la caída de bloques. Se puede observar que dicha medida de mitigación ya presenta daños que han dejado bloques expuestos (19.5085° N, 99.1074° W. Avenida: Insurgentes Norte).



Figura 5.105. Fotografía D en el polígono de peligro Insurgentes Norte (Imagen 12). Malla anclada para prevenir la caída de bloques del macizo rocoso. En la parte inferior de la malla se observan depósitos del material que se desprendió del talud (19.5089° N, 99.1072° W. Avenida: Insurgentes Norte).

A lo largo del kilómetro y media de cortes sobre la avenida se tienen taludes andesíticos altamente fracturados o muy brechados facilitando la caída de rocas (Figura 5.106). Sin embargo existen tramos con obras de mitigación que cumplen su función que es la retención del material desprendido (Figura 5. 107).



Figura 5.106. Fotografía A en el polígono de vulnerabilidad Insurgentes Norte (Imagen 12). Talud constituido de material andesítico. En la parte superior se presenta en forma brechada. Se observan caídos sobre el acotamiento (19.5030° N, 99.1156° W. Avenida: Insurgentes Norte).



Figura 5.107. Fotografía B en el polígono de vulnerabilidad Insurgentes Norte (Imagen 12). Malla anclada de triple torsión en zona sin concreto lanzado y colocada desde la parte superior del talud hasta el pie para evitar caídos de roca en cuneta o vialidad. En la parte baja de la malla se aprecian fragmentos de roca depositados (19.5055° N, 99.1097° W. Avenida: Insurgentes Norte).

En la parte noreste del polígono en la colonia San Juan Ixhuatepec 2da sección se tienen viviendas construidas de material precario altamente vulnerables al deslizamiento del material que se encuentra adyacente a sus construcciones,

ya que algunas de ellas se encuentran desplantadas sobre materiales de relleno sin confinamiento, donde la vegetación muestra evidencias del movimiento paulatino de la ladera (Figura 5.108).



Figura 5.108. Fotografía C en el polígono de vulnerabilidad Insurgentes Norte (Imagen 12). Vivienda construida frente a un corte de ladera inestable y fácilmente erosionable. En la parte alta de la pendiente se pueden apreciar árboles inclinados que evidencian el movimiento del terreno (19.5085° N, 99.1077° W. Calle: Sin nombre oficial).

13. Rosas del Tepeyac

El polígono Rosas del Tepeyac se encuentra ubicado en uno de los cerros Los Gachupines, en las colonias: Rosas del Tepeyac y Triunfo de la República. El peligro es alto por caída de rocas; tiene perímetro y área de 1,211 m y 43,144 m² (Figura 5.109). Dentro de este polígono se encuentran un sitio con riesgo con el mismo nombre Rosas del Tepeyac. La vulnerabilidad física expuesta es de 126 viviendas, 3 escuelas, 1 lote baldío, 1 comercio, 1 oficina y la casa Madre Teresa de Calcuta; la vulnerabilidad social obtenida es de 492 personas en riesgo (Figura 5.110).

El sitio con riesgo tiene 101 lotes habitacionales unifamiliares, 20 plurifamiliares, 3 escuelas, 1 comercio, 1 oficina, 1 servicio de asistencia y un baldío. La estructura poblacional de la vulnerabilidad social expuesta es: 105 menores de edad, 42 adultos mayores, 135 mujeres y 131 hombres. De la población total 5 personas son discapacitadas.

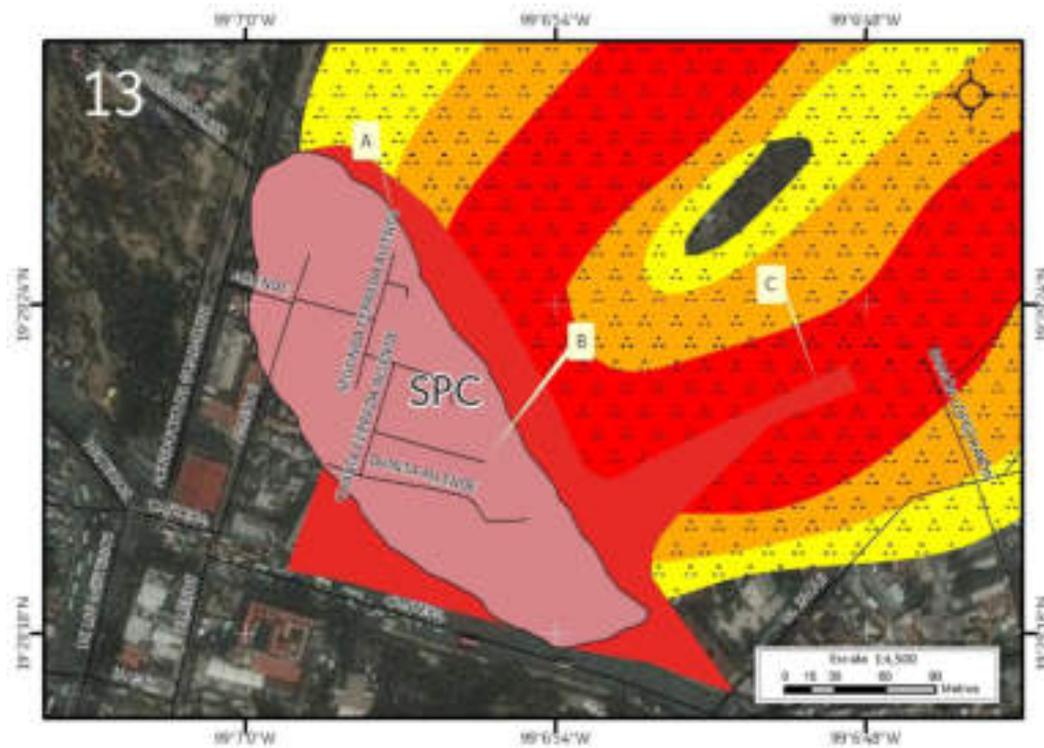


Figura 5.109. Peligro por caída de rocas en Rosas del Tepeyac (Mapa XX). Nota: el número en la esquina superior izquierda representa la ubicación del polígono; en rojo, naranja y amarillo con puntos negros se muestra la susceptibilidad alta, media y baja por inestabilidad de laderas; en rojo el polígono de peligro; en coral el sitio con riesgo Rosas del Tepeyac (SPC, 2014); las líneas negras simbolizan el eje vial; y las etiquetas indican las fotografías que ilustran el peligro en el lugar.



Figura 5.110. Vulnerabilidad por caída de rocas en Rosas del Tepeyac en el Mapa XXI. Nota: el número en la esquina superior izquierda representa la ubicación del polígono, en contorno rojo es el polígono de peligro, los recuadros en color rojo con contorno negro corresponden a los lotes con vulnerabilidad alta; las líneas negras simbolizan el eje vial y las etiquetas indican las fotografías que ilustran la vulnerabilidad. Para otras simbologías revisar el Anexo III.

El polígono corresponde a un talud con una altura superior a 15 metros, constituido de depósitos piroclásticos los cuales se encuentran muy fracturados, se tiene antecedentes de caída de diversos bloques que han dañado viviendas cercanas al talud. Actualmente se cuenta con obras de mitigación para evitar el desprendimiento de bloques fracturados, sin embargo existen diversos bloques propensos a desprenderse del macizo rocoso y caer hacia las viviendas (Figura 5.111 y 5.112).



Figura 5.111. Fotografía A en el polígono de peligro Rosas del Tepeyac (Imagen 13). Vivienda colindante con macizo rocoso altamente fragmentado y con problemas de caída de roca (19.4902° N, 99.1158° W. Calle: 2a. Cerrada de Allende).



Figura 5.112. Fotografía B en el polígono de peligro Rosas del Tepeyac (Imagen 13). Al fondo macizo rocoso fracturado y sistema rudimentario de bardado por medio de varillas y caucho de neumáticos para contención de caídos en las viviendas (19.4893° N, 99.1154° W. Calle: 4a. Cerrada de Allende).

En la parte este del polígono se encuentran desplantadas viviendas sobre el talud, el cual no cuenta ningún tipo de obra para mitigar el desprendimiento de los materiales, por lo cual el talud queda expuesto a los agentes erosivos y al peso que ejercen las Viviendas sobre el (Figura 5.113).



Figura 5.113. Fotografía C en el polígono de peligro Rosas del Tepeyac (Imagen 13). Estabilidad del talud a partir de concreto lanzado y anclado. Pernos de sujeción a baja altura y a poca distancia de la zona habitacional y vía de comunicación (19.4891° N, 99.1152° W. Calle: 5a. Cerrada de Allende).



Figura 5.114. Fotografía A en el polígono de vulnerabilidad Rosas del Tepeyac (Imagen 13). Viviendas altamente vulnerables a caída de rocas. En la esquina inferior derecha se aprecia muro de contención de mampostería con mortero para evitar que los caídos afecten los inmuebles aledaños (19.4897° N, 99.1156° W. Calle: 3a. Cerrada de Allende).

La caída de bloques han puesto en una vulnerabilidad alta a las viviendas, ya que los bloques llegan a caer sobre ellas causando un daño total o parcial (Figura 5.115)



Figura 5.115. Fotografía B en el polígono de vulnerabilidad Rosas del Tepeyac (Imagen 13). Bloque del macizo rocoso depositado en muro lateral de vivienda y caídos de menor tamaño alojados al costado de la misma (19.4893° N, 99.1154° W. Calle: 4a. Cerrada de Allende).

A fin de estabilizar el talud, sobre la calle 5ta cerrada de allende se ha puesto concreto lanzado y una serie de anclas para detener los bloques fracturados (Figura 5.516), derivado del desprendimiento de un bloque en el 2010 se desalojaron algunas viviendas



Figura 5.116. Fotografía C en el polígono de vulnerabilidad Rosas del Tepeyac (Imagen 13). Estabilidad del talud a partir de concreto lanzado y anclado. Pernos de sujeción a baja altura y a poca distancia de la zona habitacional y vía de comunicación (19.4891° N, 99.1152° W. Calle: 5a. Cerrada de Allende)

ANEXO I. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Abanico aluvial. Acumulación de materiales depositados por una corriente, con forma de cono o de abanico, que sale de zona de relieve abrupto (montañosa) hacia otra llana (planicie) y se expande (3).

Abrasión. Erosión de material rocoso por fricción de partículas sólidas puestas en movimiento por el agua, el hielo, el viento o la fuerza de gravedad (1).

Acuífero. Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectadas entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo (2).

AGEB. Áreas Geoestadísticas Básicas (2).

Agua freática. Agua subterránea dentro de la zona de saturación (1).

Agua del subsuelo. Agua que se encuentra bajo la superficie del terreno; también se menciona como agua subterránea (1).

Agua subterránea. Agua que se encuentra debajo de la superficie del terreno; se conoce también como agua del subsuelo (1).

Altitud. Altura de un punto geográfico, medida desde el nivel medio del mar (4).

Aluvión. Material detrítico transportado y depositado transitoria o permanentemente por una corriente. Dicho material puede ser arena, grava, arcilla o limo. Se acumula en los canales de las corrientes, en las planicies inundables y en los deltas. Algunos autores también incluyen bajo este término los materiales que se sedimentan en lagos o estuarios. A menos que se especifique otra cosa, el término aluvión se refiere a material no consolidado. Crecida repentina y abundante de agua (4).

Andosol. De las palabras japonesas *an*: oscuro; y *do*: tierra. Literalmente, «tierra negra». Suelos de origen volcánico, constituidos principalmente de ceniza, la cual contiene alto contenido de alófono, que le confiere ligereza y untuosidad al suelo. Son generalmente de colores oscuros y tienen alta capacidad de retención de humedad. En condiciones naturales presentan vegetación de bosque o selva. Tienen generalmente bajos rendimientos agrícolas debido a que retienen considerablemente el fósforo y éste no puede ser absorbido por las plantas (5).

Área Natural Protegida. Zona del territorio en la que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, dentro de cuyo perímetro el ambiente original no ha sido significativamente alterado por la actividad del hombre y ha quedado sujeta al régimen de protección que establece la ley (4).

Autoconstrucción. Procedimiento de edificación, principalmente de viviendas, en el cual participa la comunidad beneficiada, con la asesoría y bajo la dirección de personal especializado (4).

Azimut. Ángulo medido a partir del Norte en el sentido de las agujas del reloj (3).

Bloque volcánico. Fragmento sólido lanzado en una erupción explosiva, y con un tamaño que oscila entre 6 centímetros y varios metros de diámetro (3).

Brecha Sísmica. Segmento o área de contacto entre placas, particularmente de tipo de subducción (por ejemplo la costa occidental de México) o de movimiento lateral (falla de San Andrés), en el que no se ha presentado un sismo de gran magnitud (mayor o igual a 7) en al menos 30 años. Actualmente, la brecha sísmica más importante en México es la correspondiente a la costa de Guerrero, entre Zihuatanejo y Acapulco (1).

Caídos de terreno. Fragmentos de tierra o roca que se desprenden y se depositan en la parte baja de una ladera (1).

Características fisiográficas. Son los rasgos propios de cada cuenca y su cauce principal, tales como el área de la cuenca y la pendiente del cauce principal (3).

Cauce. Lecho de los ríos y arroyos por donde corren las aguas (3).

Cenizas. Partículas de roca volcánica, cristales o vidrio volcánico, generado durante las erupciones (diámetro menor a 2 mm) (3).

Chernozem. Del ruso *cherná*: negro; y *zemljá*: tierra. Literalmente, «tierra negra». Suelos alcalinos ubicados en zonas semiáridas o de transición hacia climas más lluviosos. En condiciones naturales tienen vegetación de pastizal, con algunas áreas de matorral como las llanuras y lomeríos del norte de Veracruz o parte de la llanura costera tamaulipeca. Son suelos que sobrepasan comúnmente los 80 cm de profundidad y se caracterizan por presentar una capa superior de color negro, rica en materia orgánica y nutrientes, con alta acumulación de caliche suelto o ligeramente cementado en el subsuelo. En México se usan para ganadería extensiva mediante el pastoreo o intensiva mediante pastos cultivados con rendimientos de medios a altos; en la agricultura son usados para el cultivo de granos, oleaginosas y hortalizas con rendimientos generalmente altos, sobre todo si están bajo riego. Son moderadamente susceptibles a la erosión (5).

Ciclo hidrológico. Son las diferentes fases o etapas por las que pasa el agua en su desplazamiento por la superficie terrestre. Estas etapas son: a) formación de las masas acuosas (océanos, mares, lagos, lagunas, etc.); b) evaporación y transpiración; c) formación, condensación y saturación de las nubes; d) precipitación pluvial; e) formación de los ríos con su respectivo escurrimiento (aguas de escorrentía); f) infiltración y formación de las aguas subterráneas. Donde la temperatura es baja la precipitación se realiza en forma de nieve o granizo formando los depósitos de hielo o glaciares. El proceso se repite indefinidamente dando lugar al proceso hidrológico (6).

Clasto. Fragmento de roca. Se le clasifica de acuerdo al tamaño en: bloques, cantos, arenas, limos y arcillas (6).

Colapso o asentamientos. No tienen lugar a lo largo de una superficie libre, sino que es el asentamiento hacia debajo de material con poco movimiento horizontal (Thornbury, 1966). La causa más común es la remoción lenta de material debajo de la masa que se hundirá (2).

Columna geológica. Es una representación gráfica de la historia de la tierra. También se denomina *Escala Geológica*, *Geograma* o *Columna crono-estratigráfica*. La columna geológica se prepara partiendo de la época más antigua, superponiendo las más modernas, hasta llegar en la parte superior a la época actual. Para tener una idea cabal de la columna estratigráfica se debe tener bien formado los siguientes conceptos: 1) La superposición de los estratos, considerando siempre los más modernos encima de los más antiguos. 2) La evolución del desarrollo de los seres vivos tanto vegetales como animales, los cuales han quedado impresos en los fósiles. 3) La edad de la tierra y el tiempo transcurrido en cada una de las etapas geológicas que se describe. La edad de la tierra está calculada en 4,500 millones de años. 4) El espesor de los estratos desarrolladas en cada una de las etapas geológicas y en cada región de la tierra y, finalmente, 5) Los movimientos orogénicos ocurridos durante toda la historia de la tierra (6).

Coluvial. Material fragmentario transportado y acumulado por acción de la gravedad, generalmente se ubica en los taludes de los cerros, son heterogéneos, tanto en la forma como en el tamaño. Muchas veces es difícil separar los materiales coluviales de los aluviones, como de los residuales, porque casi siempre la acumulación es mezclada (6).

Compactación. Disminución del espesor o potencia de la secuencia estratigráfica por el peso y la presión de las rocas suprayacentes (presión litostática). La compactación es parte del proceso de consolidación o diagénesis de las rocas sedimentarias (6).

Conglomerado. Roca sedimentaria compuesta de cantos rodados, cementados en una matriz fina (arena, limo, arcilla), algunas veces la matriz puede ser calcárea o silícica y en ocasiones que el conglomerado ha sido sometido a fuertes presiones y temperaturas la matriz puede hallarse fundida. Los conglomerados se forman en las cuencas aluviales, fluvio-glaciales, grandes conos aluviales, áreas próximas a los litorales y en las márgenes de los ríos (6).

Conglomerado basal. Formación detrítica compuesta de cantos rodados cementados por arena y conchas calcáreas que marca el comienzo de una invasión marina. Las investigaciones efectuadas por el profesor Boucart, indicaron que estos conglomerados son originados por el movimiento de los suelos continentales y no que hayan sido acarreados por la transgresión de las aguas oceánicas (6).

Cono de cenizas o piroclástico. Colina de forma cónica formada por la acumulación de fragmentos piroclásticos (bombas, lapillis y cenizas) que caen al suelo en una condición esencialmente sólida (3).

Corteza terrestre. Capa rocosa externa de la Tierra. Su espesor varía entre 10 y 70 km (1).

Cráter. Depresión, generalmente en forma de embudo, situada en la parte superior o en los laterales de los volcanes por donde éstos expulsan lava y gases al exterior durante las erupciones (3).

Cuenca. Es un área que tiene una salida única para su escurrimiento superficial. En otros términos, una cuenca es la totalidad del área drenada por un río o su afluente, tales que todo el escurrimiento natural originado en tal área es descargado a través de una única salida (2).

Curva de nivel. Línea continua que forma una figura de la superficie del relieve. Todos los puntos de la curva de nivel están unidos a la misma elevación (3).

Daño. La pérdida o menoscabo sufrido en la integridad o en el patrimonio de una persona determinada o entidad pública, como consecuencia de los actos u omisiones en la realización de las actividades con incidencia ambiental. Por lo que deberá entenderse como daño a la salud de la persona: la incapacidad, enfermedad, deterioro, menoscabo, muerte o cualquier otro efecto negativo que se le ocasione directa o indirectamente por la exposición a materiales o residuos, o bien daño al ambiente por la liberación, descarga, desecho, infiltración o incorporación de uno o más de dichos materiales o residuos en el agua, el suelo, el subsuelo, en los mantos freáticos o en cualquier otro elemento natural o medio (2).

Daño estructural. Estado manifiesto de pérdida de resistencia de la edificación (2).

Deforestación. Pérdida de la vegetación natural de una región geográfica, producto de la actividad humana (1).

Deformación de rocas. Cualquier cambio en la forma original o en el volumen de la masa de rocas. Se produce por fuerzas epigénicas (que forman montañas) (1).

Depósito de caída. Fragmentos piroclásticos que han caído de una nube eruptiva (3).

Depósito aluvial. Material depositado en las depresiones, generalmente continentales, transportado por las aguas de los ríos (6).

Depósito sedimentario. Materiales sedimentarios acumulados en las depresiones de la superficie de la corteza terrestre transportados por los diferentes agentes tales como: ríos, viento, mares, lagos, gravedad, acción química, etc. Los depósitos sedimentarios se clasifican en orgánicos e inorgánicos, clásticos y no clásticos, químicos y físicos, terrígenos y no terrígenos, alóctonos (transportados) y autóctonos (no transportados) o *in situ* (6).

Derrame. Es el escape de cualquier sustancia líquida o sólida en partículas o mezcla de ambas, de cualquier recipiente que lo contenga, como tuberías, equipos, tanques, camiones cisterna, carros tanque, furgones, etc (1).

Derrumbe. Fenómeno geológico que consiste en la caída libre y en el rodamiento de materiales en forma abrupta, a partir de cortes verticales o casi verticales de terrenos en desnivel. Se diferencia de los deslizamientos por ser la caída libre su principal forma de movimiento, y por no existir una bien marcada superficie de deslizamiento. Los derrumbes pueden ser tanto de rocas como de suelos. Los derrumbes de suelos no son generalmente de gran magnitud, ya que su poca consolidación impide la formación de cortes de suelo de gran altura; en cambio, los de rocas sí pueden producirse en grandes riscos y desniveles (4).

Desborde. Rebase de un fluido en movimiento sobre su continente, cauce o lecho (4).

Deslizamiento. Aplicado a suelos y a material superficial, se refiere a movimiento plástico lento hacia abajo. Aplicado a sólidos elásticos, alude a deformación permanente a causa de algún esfuerzo (1).

Desprendimientos o volcaduras de rocas. Son más rápidos, y por lo común fluyen a lo largo de valles. Aquí el agua actúa como agente preparador del proceso al aumentar el tamaño de las grietas, lo que permite la separación y caída del bloque; ocurren en pendientes muy abruptas, casi verticales (2).

Domo. Lava con forma de cúpula que crece en el fondo del cráter o en la cumbre de un volcán. Es propiamente el cono que se forma por la acumulación de material expulsado a través del cráter y la forma es determinada por las proporciones de lava y elementos piroclásticos en el material de su composición (3).

Epicentro. Punto en la superficie de la Tierra resultado de proyectar sobre ésta el hipocentro de un terremoto. Se encuentran usualmente en un mapa, señalando el lugar justo sobre el origen del movimiento sísmico (1).

Erosión. La remoción de suelo y partículas de roca por el viento, ríos y hielo (1).

Erosión fluvial. Destrucción de las rocas por procesos fluviales que junto con los movimientos gravitacionales conduce a la formación de valles o rebajamientos de la superficie. El proceso incluye además de la destrucción mecánica de las rocas el lavado y laminación de los valles de los ríos y la alteración química de las rocas (2).

Erupción. Emisión de materiales volcánicos (lavas, piroclastos y gases volcánicos) sobre la superficie, tanto desde la abertura central, como desde una fisura o grupo de ellas (3).

Erupción explosiva. Erupción volcánica que lanza por el aire material que llega a cientos de kilómetros de distancia. La lava es baja en silicatos y puede ser muy peligrosa para la gente que se acerque (3).

Erupción freática. Erupción volcánica o explosión de vapor, barro u otro material que no está incandescente; esta forma de erupción está causada por el calentamiento y consiguiente expansión del agua contenida en el suelo debido a la cercanía de una fuente ígnea de calor (3).

Escala de Mercalli. Instrumento de medida para conocer la intensidad de un sismo, se determina en función de los daños que aquel produce. Consta de XII niveles de intensidad, el primero corresponde a eventos registrados sólo por instrumentos de alta sensibilidad y el doceavo corresponde a la desconstrucción total. Fue inventada por el sismólogo italiano Giuseppe Mercalli en 1902 y después de revisada en el año de 1931, se conoce como Escala Modificada de Mercalli (MM) (4).

Escurrimiento. Es el agua proveniente de la precipitación, que circula sobre o bajo la superficie terrestre y llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca (3).

Escurrimiento superficial. Parte de la precipitación que fluye por la superficie del suelo (2).

Estratovolcán. Depósitos de conos volcánicos cuyas lavas muestran una estratificación marcada (6).

Eutríco. Del griego *eu*: bueno. Suelos ligeramente ácidos a alcalinos y más fértiles que los suelos dístricos.

Falla. Desplazamiento de un bloque rocoso con respecto a otro colindante a éste o de ambos bloques, a través de un plano denominado «plano de falla». Las fallas son producto de esfuerzos tectónicos, de la epirogénesis, orogenia, diastrofismo, tectónica de placas o cualquier otro tipo de desplazamiento de parte de la corteza. Una falla ocasiona discontinuidad de las estructuras geológicas. Los esfuerzos pueden ser: tensionales, compresionales, verticales (en ambos sentidos) o inclinados, dando lugar a diversos tipos de fallas. Los elementos de una falla son: plano de falla, bloque superior o techo, bloque inferior o piso, desplazamiento de la falla o rechazo, espejo de falla, etc. El reconocimiento de las fallas se hace más fácilmente en las rocas sedimentarias y en las metamórficas de origen sedimentario debido a la discontinuidad de las capas o estratos. En las rocas ígneas la identificación es más difícil y solo es posible su reconocimiento observando detenidamente los espejos de falla o planos de fricción, o cuando existen diques o filones que señalan su desplazamiento a través del plano de falla. El estudio de las fallas es de suma importancia para la definición de la geología estructural o de la tectónica de la región. Del punto de vista práctico es de suma utilidad en geología minera para definir la posición o desplazamiento de las vetas mineralizadas o de los cuerpos mineralizados. También es de suma importancia para el estudio de los yacimientos petrolíferos. Tipos de fallas: oblicua, cruzada, longitudinal, transversal, paralela al plano de estratificación, etc. (6).

Feozem. Del griego *phaios*: oscuro; del ruso *zemlja*: suelo. Suelos que se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas. Es el cuarto tipo de suelos más abundante en el país. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los chernozems y los castañozems pero sin presentar las capas ricas en cal con las que cuentan estos dos tipos de suelos (5).

Feozem Luvico. Feozem con un subsuelo más rico en arcilla que la capa superficial. Suelos de moderada producción agrícola y muy permeables (5).

Fisiografía. Parte de la geología que estudia la formación y evolución del relieve terrestre y las causas que determinan su transformación.

Fractura. Superficie de ruptura en rocas a lo largo de la cual no ha habido movimiento relativo, de un bloque respecto del otro (2).

Fisuras. Fractura poco profunda de una roca, de un terreno o de un mineral (6).

Flujo de lava. Escurrimiento de roca fundida que fluye desde el cráter de una prominencia volcánica, durante una erupción. En términos generales, el riesgo asociado a los flujos de lava está condicionado por su composición, por las pendientes sobre las cuales se mueve y por la velocidad de su emisión. Las temperaturas de los flujos de lava se encuentran generalmente en el rango de los 900 a los 1100 grados centígrados, y sus velocidades de desplazamiento varían sobre rangos muy amplios. Las velocidades más comúnmente reportadas son del orden de 5 a 1,000 metros por hora; pero, excepcionalmente, se han observado flujos de 30 km/h (Nyirangongo) y de 64 km/h (Mauna Loa). Los alcances máximos reportados son de 11 km para lava de bloques y de 45 km para lava del tipo *pahoehoe* (4).

Flujo o corriente de lodo. Mezcla de materiales sólidos de diferentes tamaños y agua que se desplazan por efecto de las pendientes del terreno (4).

Flujos piroclásticos. Mezclas de materiales volcánicos fragmentados y gases a altas temperaturas (de 300 a 1200 °C), que generalmente se producen por colapso de la columna eruptiva que emerge de los cráteres durante un episodio de actividad volcánica. Las velocidades de los flujos piroclásticos han sido estimadas en un espectro quinético de entre 10 y 200 m/s, siendo la velocidad más comúnmente registrada, aquella que fluctúa alrededor de los 20 m/s. La extensión de las áreas que suele afectar este tipo de flujos puede ser muy variable y asciende desde unos 70 hasta varios cientos de kilómetros cuadrados (4).

Fluvisol. Del latín *fluvios*: río. Literalmente, «suelo de río». Se caracterizan por estar formados de materiales acarreados por agua. Son suelos muy poco desarrollados, medianamente profundos y presentan generalmente estructura débil o suelta. Se encuentran en todos los climas y regiones de México cercanos siempre a lechos de ríos. Los ahuhuetes, ceibas y sauces son especies típicas que se desarrollan sobre estos suelos. Los fluvisoles presentan capas alternadas de arena con piedras o gravas redondeadas, como efecto de la corriente y crecidas del agua en los ríos (5).

Foco o hipocentro. Lugar dentro de la tierra donde se inicia la ruptura de rocas que origina un sismo. La profundidad donde es frecuente localizar los focos sísmicos varía de unos cuantos metros hasta 700 km, que es la máxima hasta ahora detectada (4).

Freático. Nivel de las aguas acumuladas en el subsuelo sobre una capa impermeable del terreno; pueden aprovecharse por medio de pozos. También se da este nombre a la capa del subsuelo que las contiene y almacena (4).

Geología. Ciencia que se encarga del estudio del origen, evolución y estructura de la Tierra, su dinámica y de la búsqueda y aprovechamiento de los recursos naturales no renovables asociados a su entorno (2).

Grieta. Sinónimo de junta, diaclasa o fractura (6).

Grieta de desecación o de contracción. Grietas formadas en los materiales finos, lodos, barros, arcillas al secarse por acción del aumento de temperatura, después de haber sido saturados de agua. La contracción presenta una forma característica hexagonal (6).

Hidrografía. Ciencia que estudia el agua de la Tierra en sus aspectos físicos, químicos, biológicos, estáticos y dinámicos (4).

Hidrología. Ciencia que estudia la presencia y el movimiento del agua, tanto la subterránea como la que escurre por la superficie (1).

Hundimiento. Dislocación de la corteza terrestre que da lugar a la remoción en sentido vertical de fragmentos de la misma (4).

Hundimiento regional y agrietamiento. Fenómenos de naturaleza geológica cuya presencia se debe a los suelos blandos, en los cuales se producen pérdidas de volumen como consecuencia de la extracción de agua del subsuelo (4).

Inestabilidad de laderas naturales. Conocidas también como deslizamiento del terreno, implica movimiento de rocas y suelo por la acción de la gravedad. Los deslizamientos de tierra sucedidos en el pasado son responsables de las características topográficas del paisaje natural actual (1).

Intemperismo. Proceso de transformación y destrucción de los minerales y las rocas en la superficie de la tierra, a poca profundidad, debido a la acción de agentes físicos, químicos y orgánicos (1).

Intemperismo mecánico. Proceso mediante el cual las rocas se rompen en fragmentos cada vez más pequeños, como resultado de la energía desarrollada por fuerzas físicas. Se conoce también como desintegración (1).

Intemperismo químico. Meteorización de las rocas debida a procesos que transforman el material original en nuevas combinaciones químicas. Así el intemperismo químico de la ortoclasa produce arcilla, algo de sílice y una sal soluble de potasio (1).

Intensidad (sísmica). Número que se refiere a los efectos de las ondas sísmicas en las construcciones, en el terreno natural y en el comportamiento o actividades del hombre. Los grados de intensidad sísmica, expresados con números romanos del I al XII, correspondientes a diversas localidades se asignan con base en la escala de Mercalli. Contrasta con el término magnitud que se refiere a la energía total liberada por el sismo (1).

Isosistas. Líneas de contorno dibujadas en un mapa para separar un nivel de intensidad sísmica de otro (1).

Isoyetas. Líneas que unen puntos de igual precipitación (1).

Ladera. Costado de un terraplén o de una montaña (1).

Laderas naturales. Costados de las montañas, representados por las faldas de los cerros (1).

Lahar. Palabra indonesia con la cual se denomina a una especie de flujo de lodo formado por una mezcla de agua (meteórica o cratérica) y ceniza que baja por las pendientes de un volcán arrastrando otras rocas y formando avalanchas de gran poder destructivo. Puede producirse no sólo durante las erupciones volcánicas, sino también muchos meses después, debido a las lluvias y a la liberación de agua del cráter (4).

Lava. Roca volcánica sólida o líquida, que se acumula sobre la tierra. Magma que ha salido a la superficie (4).

Lecho de inundación. Es la zona que el río inunda durante la época de lluvias; de manera general sobre este lecho se depositan sedimentos redondeados a los cuales de manera individual se les denomina con el nombre de cantos rodados y el conjunto de ellos recibe el nombre de *aluvión* (2).

Levantamiento topográfico. Acción realizada para describir y delinear detalladamente la superficie de un terreno (3).

Litológicas (características litológicas). Representa las características estratigráficas de una formación geológica o de una zona de terreno, es decir, los tipos de roca, como se presentan, tamaño de grano, color y constituyentes minerales (1).

Litosfera. Cubierta rígida de la Tierra (corteza terrestre). Está constituida por la corteza y la parte superior del manto; su espesor promedio no excede 100 km. Se encuentra dividida en grandes porciones móviles llamadas placas tectónicas (1).

Litosol. Del griego *lithos*: piedra. Literalmente, «suelo de piedra». Son los suelos más abundantes del país pues ocupan 22 de cada 100 ha de suelo. Se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación, en todas las sierras de México, barrancas, lomerías y en algunos terrenos planos. Se caracterizan por su profundidad menor de 10 cm, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido (5).

Longitud de onda. Distancia entre dos puntos o fases sucesivos de una onda, por ejemplo crestas o valles (1).

Luvisol. Del latín *lumi, luo*: lavar. Suelos con acumulación de arcilla en el subsuelo. Son suelos que se encuentran en zonas templadas o tropicales lluviosas. La vegetación es generalmente de bosque o de selva y se caracterizan por tener un

enriquecimiento en arcilla en el subsuelo. Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser oscuros (5).

Magma. Roca fundida en el interior de la corteza de un planeta que es capaz de realizar una intrusión en las rocas adyacentes o de una extrusión hacia la superficie. Las rocas ígneas se derivan del magma a través de la solidificación y los procesos asociados o mediante la erupción del magma sobre la superficie (3).

Magnitud (de un sismo). Valor relacionado con la cantidad de energía liberada por el sismo. Dicho valor no depende, como la intensidad, de la presencia de pobladores que observen y describan los múltiples efectos del sismo en una localidad dada. Para determinar la magnitud se utilizan, necesariamente uno o varios registros de sismógrafos y una escala estrictamente cuantitativa, sin límites superior ni inferior. Una de las escalas más conocidas es la de Richter, aunque en la actualidad frecuentemente se utilizan otras como la de ondas superficiales (Ms) o de momento sísmico (Mw) (3).

Meandro. Cada una de las curvas que describe el curso de un río (4).

Mitigación (reducción). Planificación y ejecución de medidas de intervención dirigidas a reducir o disminuir el riesgo. La mitigación es el resultado de la aceptación de que no es posible controlar el riesgo totalmente; es decir, que en muchos casos no es posible impedir o evitar totalmente los daños y sus consecuencias y sólo es posible atenuarlas (3).

Morfología. Parte de la geología que describe las formas externas del relieve terrestre, su origen y formación (4).

Nivel medio del mar. Plano de referencia o nivel cero, utilizado como base para la medición de altitudes y profundidades (nmm) (3).

Nivel freático. Superficie más alta de la zona de saturación del agua subterránea. Es irregular, con pendiente y forma determinadas por la cantidad de agua freática o subterránea y por la permeabilidad de las rocas. En general, bajo lomas y cerros su profundidad es menor y mayor en los valles (1).

Parteaguas. Es una línea imaginaria formada por los puntos de mayor nivel topográfico, que delimita una cuenca y separa la misma de las cuencas vecinas (3).

Peligro. La probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o tecnológico potencialmente dañino, para un periodo específico y una localidad o zona conocidas. Se identifica, en la mayoría de los casos, con el apoyo de la ciencia y tecnología.

Peligro o peligrosidad. Valuación de la intensidad máxima esperada de un evento destructivo en una zona determinada y en el curso de un período dado, con base en el análisis de probabilidades (2).

Periodo de retorno. Es el tiempo medio, expresado en años, que tiene que transcurrir para que ocurra un evento en que se exceda una medida dada (2).

Piroclasto. Material de lava fragmentado por efecto de las explosiones o interacciones líquido-gas en la columna eruptiva de un volcán.

Plano de falla. Superficie de contacto entre dos bloques rocosos con movimiento entre sí (3).

Predicción (de terremotos). Determinación del lugar, fecha y magnitud de un terremoto. Hasta ahora no se cuenta con un procedimiento que defina con seguridad estos tres parámetros (1).

Prevención. Medidas y acciones dispuestas con anticipación con el fin de evitar o impedir que se presente un fenómeno peligroso o para evitar o reducir su incidencia sobre la población, los bienes y servicios y el ambiente. Una de las etapas de la fase en el ciclo de los desastres, que consiste en evitar que ocurra el evento, reconociendo que en ocasiones es imposible evitar dicha ocurrencia (3).

Red de drenaje. La red de drenaje de una cuenca está integrada por un cauce principal y una serie de tributarios cuyas ramificaciones se extienden hacia las partes más altas de las cuencas (3).

Regionalización hidrológica. Procedimientos que permiten la estimación de una variable hidrológica (habitualmente el caudal) en un sitio donde no existe (o existe poca) información a partir de otros sitios que cuentan con dicha información (2).

Regionalización sísmica. Zonificación terrestre de una región determinada y caracterizada por la ocurrencia de sismos, diferenciándose una zona de otra por su mayor o menor intensidad (4).

Regionalización sismotectónica. Zonificación terrestre de una región determinada de conformidad con la frecuencia sísmica, en relación con la estructura de la corteza terrestre local o regional (4).

Región ecológica. Extensión de territorio definida por características ecológicas comunes (4).

Regosol. Del griego *reghos*: manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. Suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%) (5).

Regosol eutríco. Regosol con subsuelo rico o muy rico en nutrientes (5).

Réplicas. Sismos menores que siguen a uno de magnitud grande o moderada. Se concentran en un volumen restringido de la litósfera y decrecen en tamaño y número a medida que pasa el tiempo (1).

Reptación. Movimiento lento, a veces casi imperceptible, según la pendiente de una parte de la ladera natural comprometiendo a una masa de suelo o material detrítico (rocas formadas por fragmentos o detritos provenientes de la erosión de rocas pre-existentes). El movimiento no es homogéneo y dentro de la masa se distinguen varios movimientos parciales. El desplazamiento vertical es de escasos centímetros y el horizontal es casi nulo, siendo ésta la característica que lo diferencia de un deslizamiento.

Riesgo. Probabilidad de que se produzca un daño originado por un fenómeno perturbador (Ley General de Protección Civil). La UNESCO: define el riesgo como la posibilidad de pérdida tanto en vidas humanas como en bienes o en capacidad de producción. Esta definición involucra tres aspectos relacionados por la siguiente fórmula: riesgo = vulnerabilidad × valor × peligro. En esta relación, el valor se refiere al número de vidas humanas amenazadas o en general a cualesquiera de los elementos económicos (capital, inversión, capacidad productiva, etcétera), expuestos a un evento destructivo. La vulnerabilidad es una medida del porcentaje del valor que puede ser perdido en el caso de que ocurra un evento destructivo determinado. El último aspecto es la probabilidad de que un área en particular sea afectada por algunas de las manifestaciones destructivas de la calamidad (2).

Sismicidad. Estudio de la intensidad y frecuencia de los sismos en la superficie terrestre. Su distribución geográfica delimita tres grandes bandas sísmicas que son: Mediterráneo–Himalaya y Circumpacífica, en las que se registra más del 90% de los terremotos; la tercera comprende las dorsales oceánicas. México se encuentra ubicado en una de las zonas de más alta sismicidad en el mundo, debido a que su territorio está localizado en una región donde interactúan cinco

importantes placas tectónicas: Cocos, Pacífico, Norteamérica, Caribe y Rivera (1). El territorio nacional también se ve afectado por fallas continentales (San Andrés, la Trinchera Mesoamericana y la de Motagua Polochic), regionales y locales (sistema de fallas en el área de Acambay, en el centro del país y el de Ocosingo, en Chiapas), en todos estos tipos de fracturas o fallas entre placas e intraplacas se presenta un importante número de sismos (1).

Sismo.

Fracturamiento repentino de una porción de la litósfera terrestre (cubierta rígida del planeta) como consecuencia de la acumulación de esfuerzos de deformación. La energía liberada por el rompimiento se propaga en forma de ondas sísmicas, hasta grandes distancias.

Vibraciones de la Tierra ocasionadas por la propagación, en el interior o en la superficie de ésta, de varios tipos de ondas elásticas. La energía que da origen a estas ondas proviene de una fuente sísmica. Comúnmente se habla de que un sismo tiene carácter oscilatorio o trepidatorio. Ambos términos se derivan de la percepción que ciertas personas tienen del movimiento del terreno y no de un parámetro instrumental. El terreno, ante el paso de las ondas sísmicas, no se mueve exclusivamente en dirección horizontal (oscilatorio) o vertical (trepidatorio) sino más bien de una manera compleja por lo que dichos términos no son adecuados para caracterizar el movimiento del terreno (1).

Sismógrafo. Instrumento de alta sensibilidad para registrar los movimientos del terreno ocasionados por la propagación de las ondas sísmicas. Al registro producido se le conoce como sismograma, necesario para el cálculo de la magnitud (tamaño) de un sismo (1).

Sismo tectónico (tipo A). Fenómeno geológico que se produce cuando se presenta deslizamiento de bloques de rocas en zonas de fractura (4).

Sismo volcánico (tipo B). Fenómeno geológico que se produce cuando el magma trata de salir y por la presión, origina sacudimientos de la corteza terrestre en las zonas vecinas de los volcanes (4).

Suelo. Estructura sólida y porosa, de composición heterogénea, que ocupa la parte más superficial de la litosfera. A su formación contribuyen los mecanismos de disgregación de las rocas (física y química) y la propia actividad de los organismos asentados. Posee un componente mineral de tamaño de grano y litología variable y una parte de materia orgánica que puede llegar a ser del 100% en las turbas. El suelo no sólo sirve de soporte a los organismos, sino que además contiene el agua y los elementos nutritivos.

Suelo inestable. Fenómeno geológico, también conocido como movimiento de tierras, que consiste en el desplazamiento cuesta abajo de suelos y rocas en terrenos con pendientes o desniveles, originado por el empuje gravitacional de su propio peso, cuando éste vence las fuerzas opositoras de fricción, de cohesión del material, o de contención vertical o lateral (4).

Talud.

1. Pendiente formada por la acumulación de fragmentos de roca al pie de los acantilados o de montañas. Los fragmentos de roca que forman el talud pueden ser escombros, material de deslizamiento o pedazos rotos desprendidos por la acción de las heladas. Sin embargo, el término talud se usa en realidad muy ampliamente para referirse a los escombros de roca en sí.
2. Se conoce con el nombre genérico de talud a cualquier cuerpo de tierra y/o rocas que se encuentran delimitados por una superficie inclinada y forma un ángulo determinado respecto a la horizontal. Los taludes se clasifican en naturales y artificiales.

3. Cuando el talud se produce de manera espontánea, según las leyes de la naturaleza (sin intervención humana), se denomina ladera natural, o simplemente ladera.
4. Cuando el hombre lo realiza se denomina talud artificial, que puede ser de corte o de terraplén, o simplemente talud. Para efectuar algún corte se realiza la excavación en una o más formaciones geológicas; en tanto que los taludes artificiales son los lados inclinados de los terraplenes construidos con materiales seleccionados y compactados mecánicamente (1).

Tectónica de placas. Teoría que explica la dinámica de grandes porciones de la litósfera y su relación con la ocurrencia de sismos, volcanes y deformaciones corticales (1).

Vertisol. Del latín *vertere*: voltear; literalmente, «suelo que se revuelve o que se voltea». Suelos de climas templados y cálidos, especialmente de zonas con una marcada estación seca y otra lluviosa. La vegetación natural va de selvas bajas a pastizales y matorrales. Se caracterizan por su estructura masiva y su alto contenido de arcilla, la cual es expandible en humedad, formando superficies de deslizamiento llamadas facetas que, por ser colapsables en seco, pueden formar grietas en la superficie o a determinada profundidad. Su color más común es el negro, gris oscuro o rojizo (5)

Volcán. Grieta o cualquier abertura en la superficie de la Tierra a través de la cual son extruidos productos tales como vapor de agua, piroclastos, lavas, gases, entre otros.

Vulnerabilidad. Se define como la susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos a ser afectados o dañados por el efecto de un sistema perturbador, es decir el grado de pérdidas esperadas; facilidad con la que un sistema puede cambiar su estado normal a uno de desastre, por los impactos de una calamidad (2).

ANEXO II. GEOLOGÍA Y ESTRATIGRAFÍA DEL VALLE DE MÉXICO

La Cuenca del Valle de México se localiza en la región central de la Faja Volcánica Transmexicana (Ortega Gutiérrez, *et al.*, 1992). Su geología ha sido interpretada por diversos autores (Mooser, *et al.*, 1975, 1996; de Cserna *et al.*, 1987; Padilla y Sánchez, 1989, Vázquez y Jaimes, 1989). Las sierras que enmarcan la Cuenca de México son de origen volcánico, tienen composición química de intermedia a básica y sus edades van del Oligoceno medio hasta el Reciente. A finales del Mioceno (14 millones de años) la actividad volcánica fue intensa conformándose la sierra de Pachuca (al noroeste), la de Guadalupe y Tepozotlán (al oeste), la del Tepozán (al este) y la de Las Pilas (al norte). Un evento magmático posterior dio origen a la sierra de Las Cruces (al suroeste) y, al oriente, la sierra Nevada y la de Río Frío. Por último se conformó la sierra de Chichinautzin y al oriente, durante el Cuaternario se concluía la formación de la sierra Nevada, en donde se localizan los volcanes del Popocatepetl e Iztaccihuatl, entre muchos otros. Dentro de la Cuenca de México se manifiestan altos estructurales y depresiones locales a diferentes niveles estratigráficos, los cuales se originan por la influencia regional de fallas y fracturas conjugadas SW – NE y SE – NW, que afectan a toda la República Mexicana, desde el Pacífico hasta el Golfo de México (Aguayo y Marín, 1989).

Padilla y Sánchez (1989) proponen que el basamento de la Cuenca del Valle de México, se encuentra representado por una unidad de roca caliza de edad Cretácica a una profundidad aproximada de 2000 m. Sobre esta unidad de caliza se encuentra una secuencia de rocas conglomeráticas heterogéneas con clastos caliza y fósiles del Cretácico a la que Oviedo de León (1970) asigna el nombre formacional de Conglomerado Texcoco, esta secuencia sedimentaria se considera la base de la secuencia estratigráfica de la cuenca fue descrita en una perforación llevada a cabo por el Instituto Mexicano del Petróleo denominada pozo *Texcoco – 1*, cabe resaltar que esta unidad no se encuentra expuesta pero ha sido estratigráficamente correlacionada con las secuencias calcáreas de la formación Morelos que se encuentra expuesta en el Cañón de Lobos en el estado de Morelos. Por su parte Chávez Aguirre (2008) realizó una síntesis de la geología de la Cuenca del Valle de México donde cita que Vázquez y Jaimes (1989) describen que durante el Aptiano al Turoniano Tardío, prevaleció la sedimentación marina calcárea en la cuenca. La sedimentación calcárea cambió a detrítica marina tipo flysch, en el intervalo de tiempo comprendido entre el Coniaciano y Campaniano Temprano. Las secuencias cretácicas fueron plegadas en el transcurso del Maestrichtiano al Eoceno Temprano. Durante el Eoceno Tardío – Oligoceno Temprano, fue persistente la sedimentación clástica continental tipo molasa y efusiones basálticas alcalinas, que coincidieron contemporáneamente con fallas normales conjugadas con desplazamiento lateral derecho. Rocas volcánicas de composición muy variable de basáltica a riolítica conforman la secuencia volcánica de la Cuenca del Valle de México. La sedimentación clástica aluvial del Plio – Cuaternario en la Cuenca de México, estuvo supeditada al bloqueo parcial del desagüe, causado por fallas de tipo normal o por el emplazamiento de derrames basálticos. El régimen endorreico y la consecuente sedimentación lacustre del Pleistoceno – Holoceno, se originó como consecuencia del intenso volcanismo que formó la sierra Chichinautzin.

Las unidades volcánicas más recientes corresponden con flujos de andesita de gran espesor que han formado la topografía final de las sierras durante el plioceno tardío, a principios del pleistoceno y holoceno, formando la sierra de Chichinautzin y parte del Ajusco.

Fries (1960) definió al grupo Chichinautzin como flujos de lava, brechas y capas de ceniza y estimó que su espesor era de 1,800 m con base en la diferencia de elevaciones entre el Valle de Cuernavaca y el volcán Chichinautzin. Delgado –

Granados y Martin del Pozzo (1993) consideran que entre el Plioceno y Holoceno han ocurrido diversos eventos de actividad volcánica, culminando con el vulcanismo monogenético en Chichinautzin y la erupción del Volcán Xitle (Figura XXa).

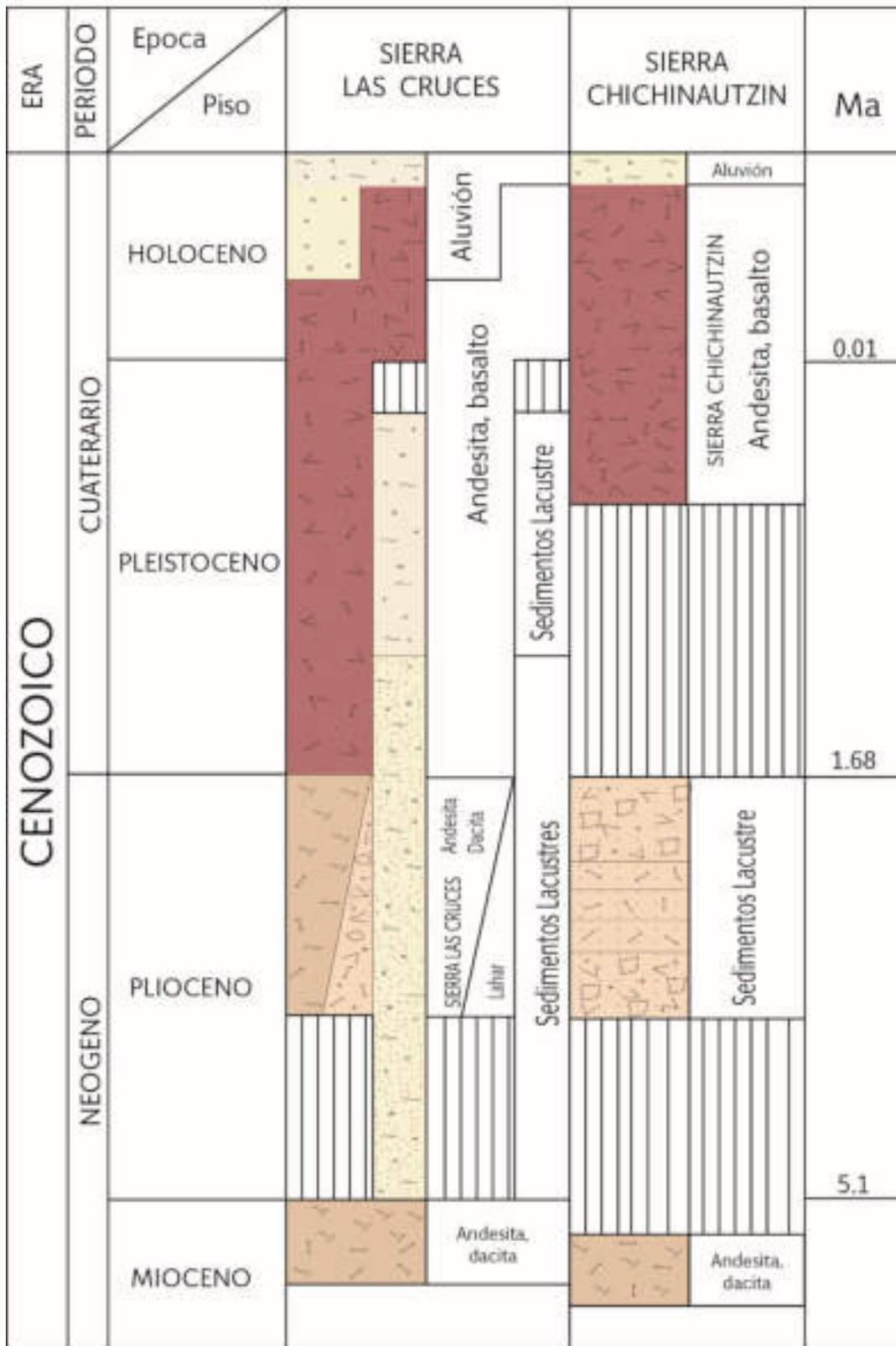


Figura XXa. Columna estratigráfica de las zonas volcánicas en la sierra de Chichinautzin y Las Cruces. Interpretada a partir la información de la Carta Geológica Minera Ciudad de México (E14 – 2), escala 1:250,000 editada por el Servicio Geológico Mexicano (SGM, 2002).

Chávez Aguirre (2008) describe que los depósitos aluviales consisten en material clástico fluvial acumulado penecontemporáneo con sedimentos lacustres y depósitos volcánicos del Cuaternario (Vázquez y Jaimes, *op. cit.*). Dichos depósitos afloran formando llanuras aluviales al norte y sur de la cuenca. Los espesores máximos de alrededor de 500 m se encuentran en el centro de las depresiones y se adelgazan hacia los márgenes de la llanura. En las zonas norte y sur de la cuenca incluye material poco consolidado, compuesto por fragmentos de diferentes granulometrías. En alguna parte de la cuenca se intercalan a profundidad con piroclastos y derrames basálticos y andesíticos. En el subsuelo descansan ampliamente en discordancia encima de los depósitos piroclásticos y clásticos del Plioceno. La secuencia estratigráfica descrita está representada en la Figura XXb.

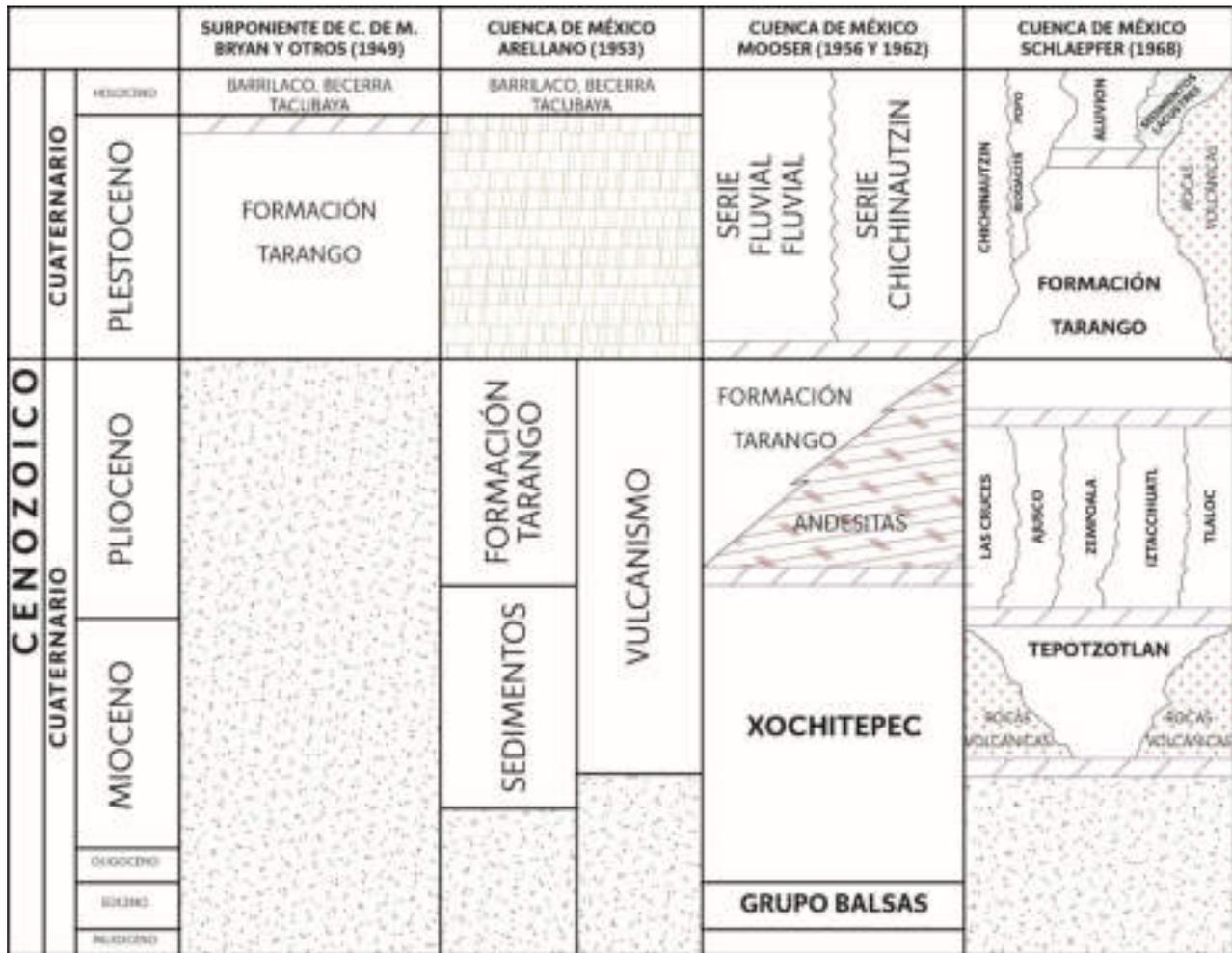


Figura XXb. Correlación estratigráfica para la Cuenca del Valle de México, recopilando la información de diversos autores. Tomado de Chávez Aguirre (2008).

Antes de la formación de estos volcanes, la Cuenca del Valle de México tenía un desagüe natural hacia el río Balsas, pero la aparición del volcán del Ajusco ocasionó que se volviera una cuenca endorreica, es decir, sin salida del cauce natural

fuera de la cuenca; lo que de acuerdo a Padilla y Sánchez (*op. cit.*) propició la formación sistemática de los lagos de la Cuenca de México. Dependiendo de las variaciones en la tasa de precipitación se formaron diferentes estilos de lagos: lagos sin circulación de agua y con alta evaporación (lago de Texcoco), lagos intermitentes (lago de México) y lagos con aguas claras (lagos de Chalco y Xochimilco), esto contribuyó sin duda a la modificación de los ecosistemas del Distrito Federal.

Durante las fases volcánicas del Plioceno – Pleistoceno, abanicos aluviales y arenas fluviales fueron depositados en la cuenca, estos sedimentos tienen edades que van desde el Pleistoceno hasta la época Reciente. Una sección geológica esquemática con dirección ENE – WSW de la Cuenca del Valle de México está representada en la figura XXc.

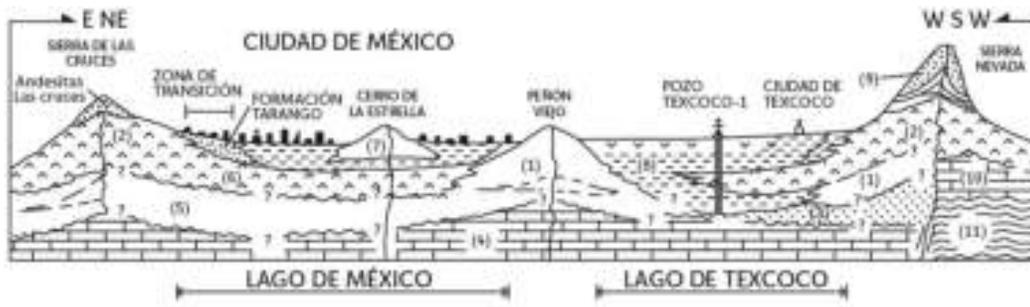


Figura XXc. Sección geológica esquemática de la Cuenca del Valle de México, con las respectivas edades para cada unidad litológica. 1. Oligoceno – Mioceno, 2. Mioceno–Plioceno, 3. Conglomerado Texcoco, 4. Calizas del Cretácico, 5. Latitas, dacitas, andesitas y basaltos, 6. Lavas y flujos piroclásticos, 7. Piroclastos, 8. Sedimentos lacustres y evaporitas, 9. Andesitas y dacitas del volcán Iztaccíhuatl, 10. Calizas cretácicas y 11. Basamento metamórfico. Modificado de Padilla y Sánchez (1989).

ANEXO III. SIMBOLOGÍA



Escuela



Instalación médica



Templo



Mercado



Supermercado



Eje vial



Instalación deportiva



Palacio de gobierno



Cementerio



Pozo



Mina



Vía primaria

BIBLIOGRAFÍA

CAPITULO I AL V

Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la Delegación La Magdalena Contrerasl, 2005.

http://www.seduvi.df.gob.mx/portal/docs/programas/PDDU_Gacetitas/2005/PDDU_La_Magdalena_Contreras.pdf
SEDATU, 2013.

http://www.sra.gob.mx/sraweb/datastore/programas/2013/prah/Bases_2013.pdf CENAPRED.

Guevara, O. E., Quaa, W. R. y Fernandez, V. G., (2006), *Lineamientos generales para la elaboración de Atlas de Riesgos*, Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, Serie: Atlas Nacional de riesgo, CENAPRED, México, D. F.

Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2010. Decreto por el que se establece como Área Natural Protegida, con la categoría de Reserva Ecológica Comunitaria, La Zona conocida con el nombre de “San Bernabé Ocoatepec”. México, D.F. 212 pp. Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL, 2013).

Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal, 2009. Estudio sobre la superficie ocupada en Áreas Naturales Protegidas del Distrito Federal. Mexico, D.F. 78 pp.

Oviedo de León, A., 1970.

Oviedo de León, A., 1970, *El conglomerado Texcoco y el posible origen de la Cuenca de México*. Revista del Instituto Mexicano del Petróleo.

García, 1973.

García E. 1973. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (Para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana)*. 2a. ed., Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

INEGI ,2010.

CDI, 2002.

INEGI (CENSOS ECONÓMICOS 2009)

Alcántara y Echevarría, 2001.

Alcántara-Ayala, I. y L. A. Echevarría (2001), *Cartilla de diagnóstico preliminar de inestabilidad de laderas*, CENAPRED, Secretaría de Gobernación, México.

Alcántara, 1999.

Alcántara-Ayala, I (1999), *Landslides: ¿Deslizamientos o movimientos del terreno? Definición, clasificaciones y terminología*, Investigaciones Geográficas, Boletín, núm. 41, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 7–25

INV INEGI, 2012.

ANEXO I

1. Glosario CENAPRED 2010 (consulta en línea). Consultado el 10 de julio 2014.

2. Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo (2014). Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano Subsecretaría de Ordenamiento Territorial. Dirección General de Ordenamiento Territorial y de Atención a Zonas de Riesgo (Glosario).
3. Guía técnica para la incorporación del Análisis de Riesgo en los Ordenamientos Ecológicos Municipales y Regionales (2009). Informe final. Dr. Cuauhtémoc León.
4. Protección Civil, Secretaría de Gobernación (consulta en línea). <http://www.proteccioncivil.gob.mx>, consultado el día 10 de enero 2015.
5. INEGI. *Guía para la Interpretación de Cartografía Edafología*, <http://www.inegi.org.mx> (PDF en línea), consultado el día 10 de enero 2015.
6. Academia.edu. Diccionario geológico (consulta en línea). http://www.academia.edu/4059077/DICCIONARIO_GEOLOGICO. Consultado el día 10 de enero 2015.

ANEXO II

Aguayo, J. E. y Marín, S. 1989. Evolución Geológica de la Cuenca de México. Simposio sobre Tópicos Geológicos de la Cuenca del Valle de México. 25 de julio de 1989. Editado por la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, A.C. México, D. F.

Chávez J. M. 2008. Atlas multidisciplinario y de riesgo geotécnico de la zona conurbada al norponiente del Valle de México, Academia de Ingeniería, México.

De Cserna, Z. 1987. Estructura geológica, gravimetría, sismicidad y relaciones neotectónicas regionales de la cuenca de México, Boletín del Instituto de Geología, 104, p. 1-71.

Delgado-Granados, H., Martín del Pozo, A.L. 1993. Pliocene to Holocene volcanic geology at the junction of Las Cruces, Chichinahutzin and Ajusco ranges southwest of Mexico Cit y Geofísica Internacional, 34, p. 341-351.

Fries, C. 1960. Geología del Estado de Morelos y de partes adyacentes de México y Guerrero Región Central Meridional de México. Boletín del Instituto de Geología, UNAM, 60, p. 236

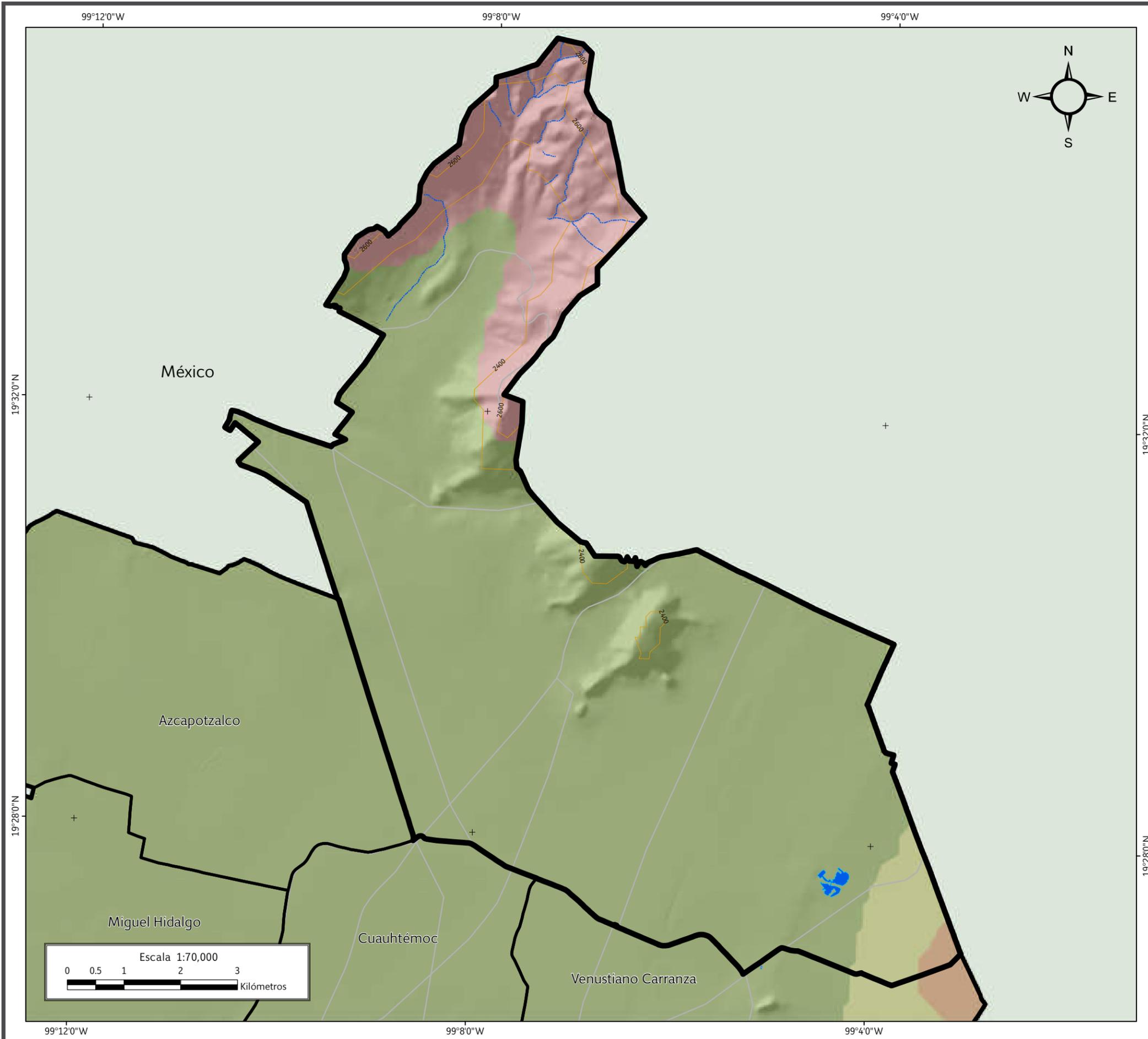
Mooser, F., Nair, A.E.M., Negendank, J.F.W. 1974. Paleomagnetic investigations of Tertiary and Quaternary igneous rocks; VII, A paleomagnetic and petrologic study of volcanics of the Valley of Mexico: Geologische Rundschau, 63, 451-483 y mapa geológico.

Oviedo De Leon, A. 1970. El Conglomerado Texcoco y el posible origen de la Cuenca de Mexico. Revista del Instituto Mexicano del Petroleo, núm. 2, p. 77-82.

Ortega-Gutiérrez F., Mitre-Salazar L.M., Roldán-Quintana J., Aranda-Gómez J., Morán-Zenteno D., Alaniz-Álvarez S., Nieto-Samaniego A., 1992, Carta Geológica de la República Mexicana escala 1:2,000,000: México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, Consejo de Recursos Minerales, 1 mapa con texto explicativo.

Padilla y Sanchez, R. 1989. Geology and tectonics of the basin of Mexico and their relationship with the damage caused by the earthquakes of September 1985. International Journal of Mining and Geological Engineering, 7, p. 17-28

Vázquez, E. y Jaimes, R. 1989. "Geología de la Cuenca de México". Simposio sobre Tópicos Geológicos de la Cuenca del Valle de México. 25 de julio de 1989, Editado por la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, A.C. México, D. F.



SIMBOLOGÍA

Límites políticos Vías de comunicación

- Gustavo A. Madero
- Estados colindantes
- Límites delegacionales
- Carretera pavimentada

Fisiografía

- Escudo volcanes
- Vaso lacustre inundable y salino
- Vaso lacustre salino
- Vaso lacustre

Rasgos hidrográficos

- Cuerpos de agua perenne
- Corriente de agua

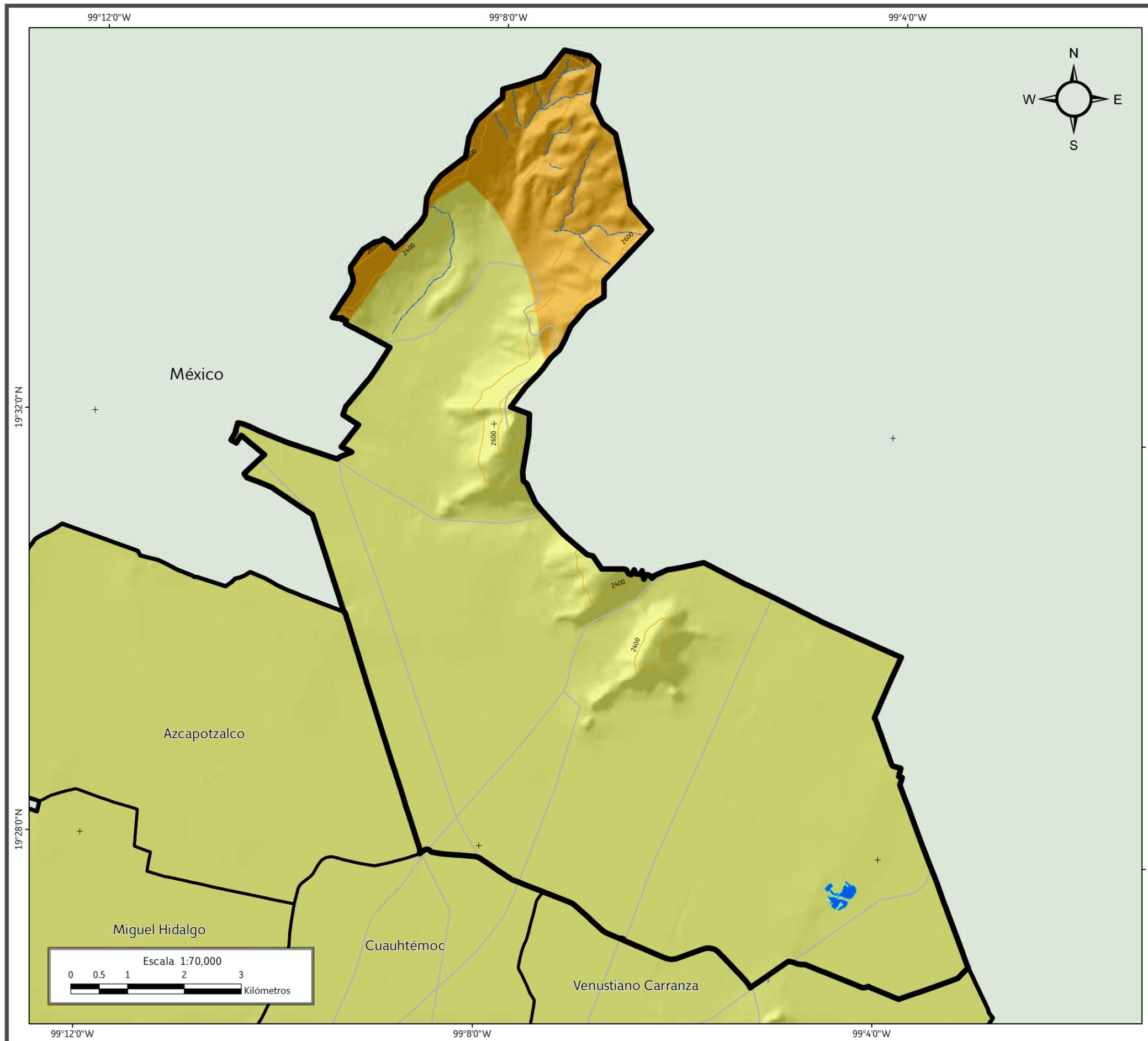
Datos de relieve

- Curva de nivel
- Equidistancia entre curvas de nivel: 200 m

Datum: WGS 84
Sistema de coordenadas: Geográficas
Gradícula: 0° 4' 0"
Unidades: Grados

Localización

Mapa I. Fisiográfico.



SIMBOLOGÍA

Límites políticos

Vías de comunicación

Gustavo A. Madero

Estados colindantes

Límites delegacionales

Carretera
pavimentada

Geología

Ígnea extrusiva básica

Suelos

Rasgos hidrográficos

Cuerpos de agua
perenne

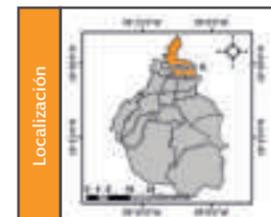
Corriente
de agua

Datos de relieve

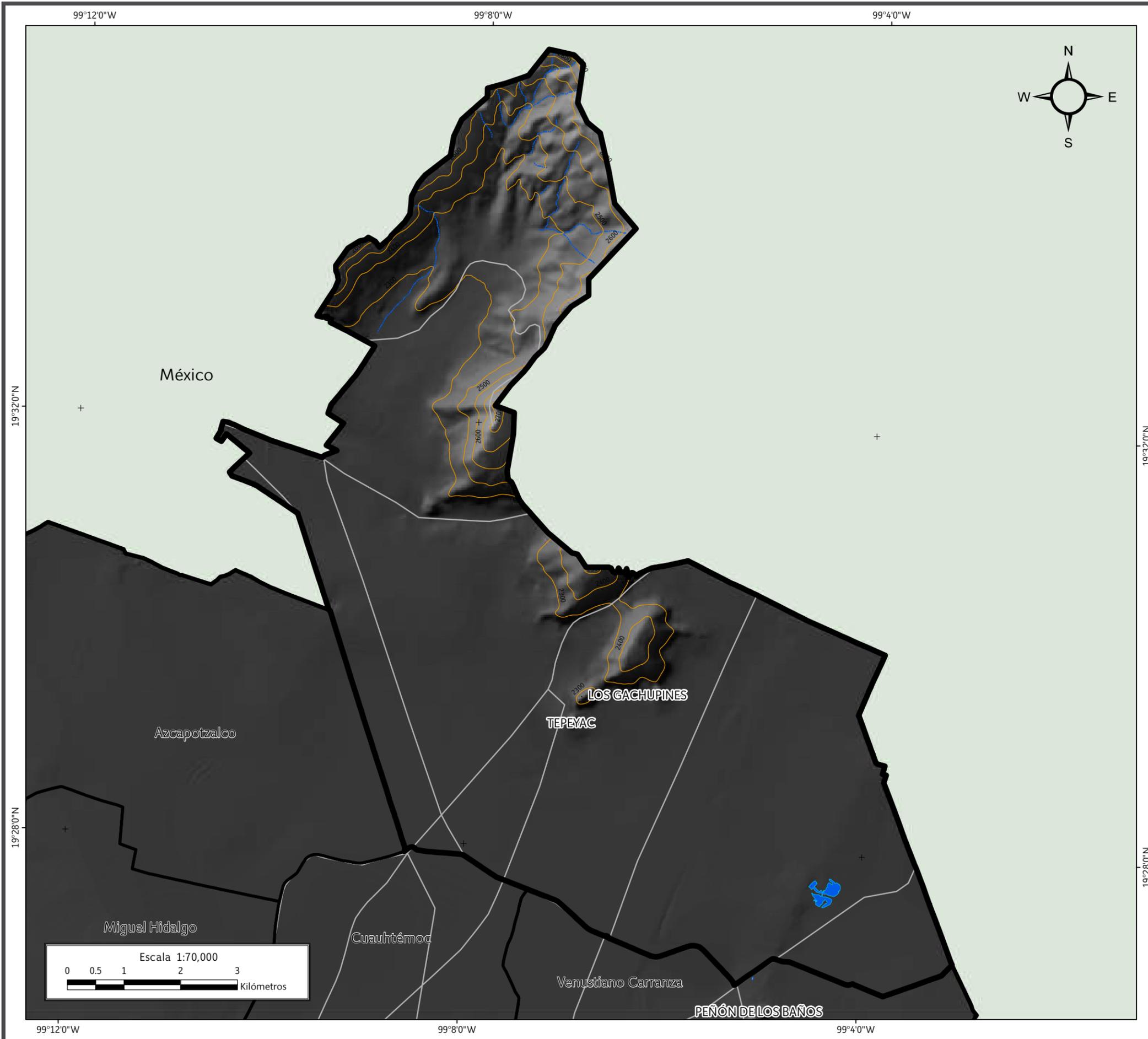
Curva de nivel

Equidistancia entre curvas de nivel: 200 m

Datum:
WGS 84
Sistema de
coordenadas:
Geográficas
Gradícula:
0° 4' 0"
Unidades:
Grados



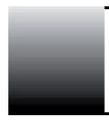
Mapa II. Geológico.



SIMBOLOGÍA

- | Límites políticos | | Vías de comunicación | |
|---|------------------------|---|-----------------------|
|  | Gustavo A. Madero |  | Carretera pavimentada |
|  | Estados colindantes |  | |
|  | Límites delegacionales | | |

Topográfico

- Altitud**
-  Máxima: 2900 msnm
Mínima: 2200 msnm

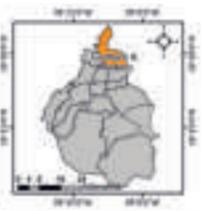
Rasgos hidrográficos

- | | | | |
|---|-------------------------|---|-------------------|
|  | Cuerpos de agua perenne |  | Corriente de agua |
|---|-------------------------|---|-------------------|

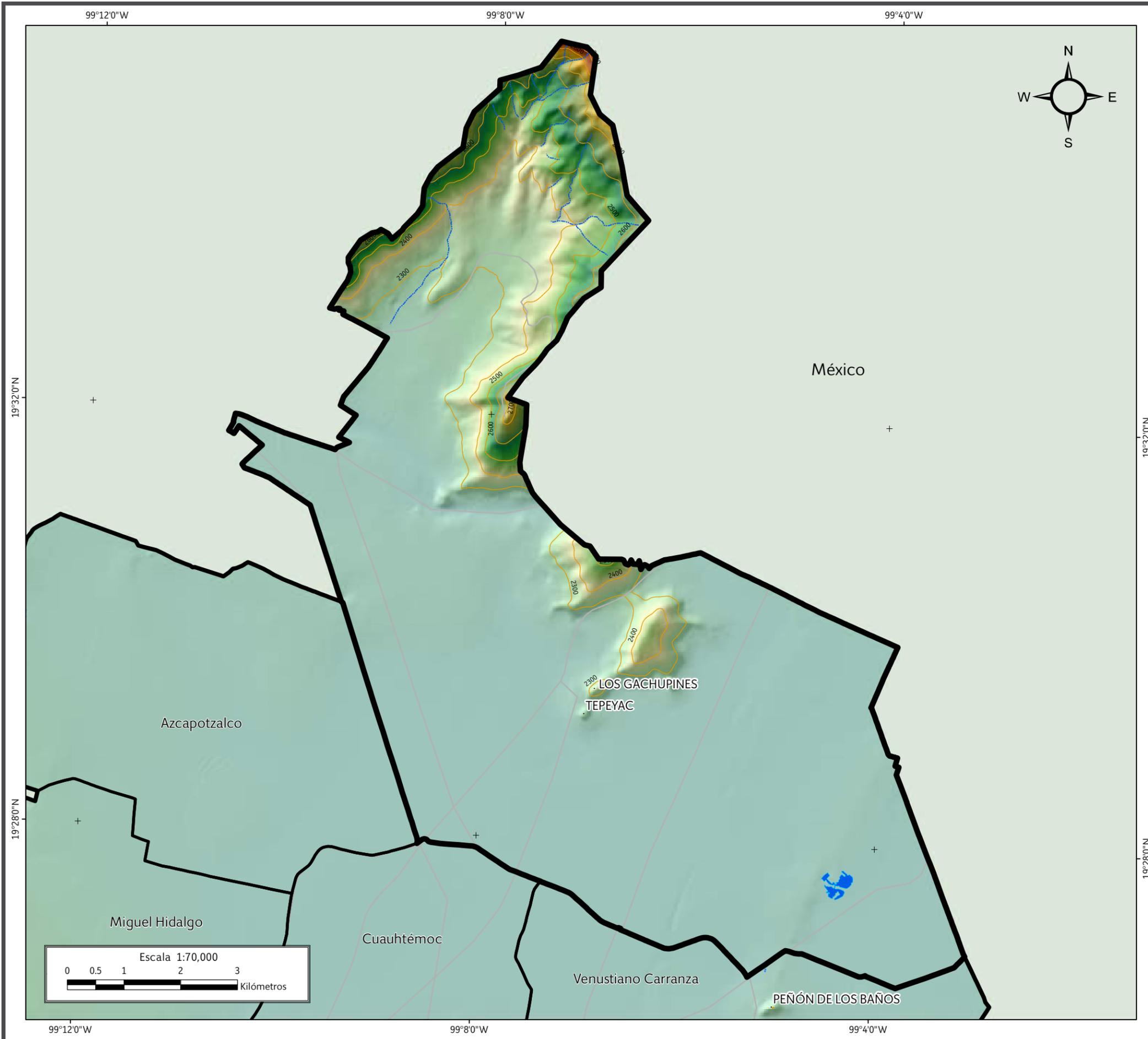
Datos de relieve

-  Curva de nivel
- Equidistancia entre curvas de nivel: 100 m

Datum: WGS 84
Sistema de coordenadas: Geográficas
Gradícula: 0° 4' 0"
Unidades: Grados

Localización 

Mapa III. Topográfico.

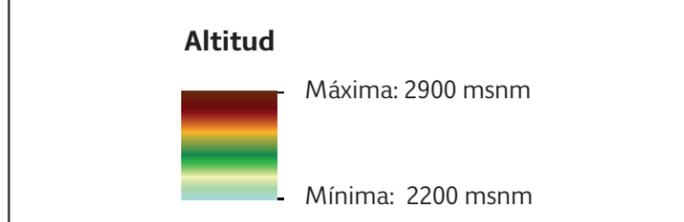


SIMBOLOGÍA

Límites políticos Vías de comunicación

- Gustavo A. Madero
- Estados colindantes
- Límites delegacionales
- Carretera pavimentada

Hipsométrico



Rasgos hidrográficos

- Cuerpos de agua perenne
- Corriente de agua

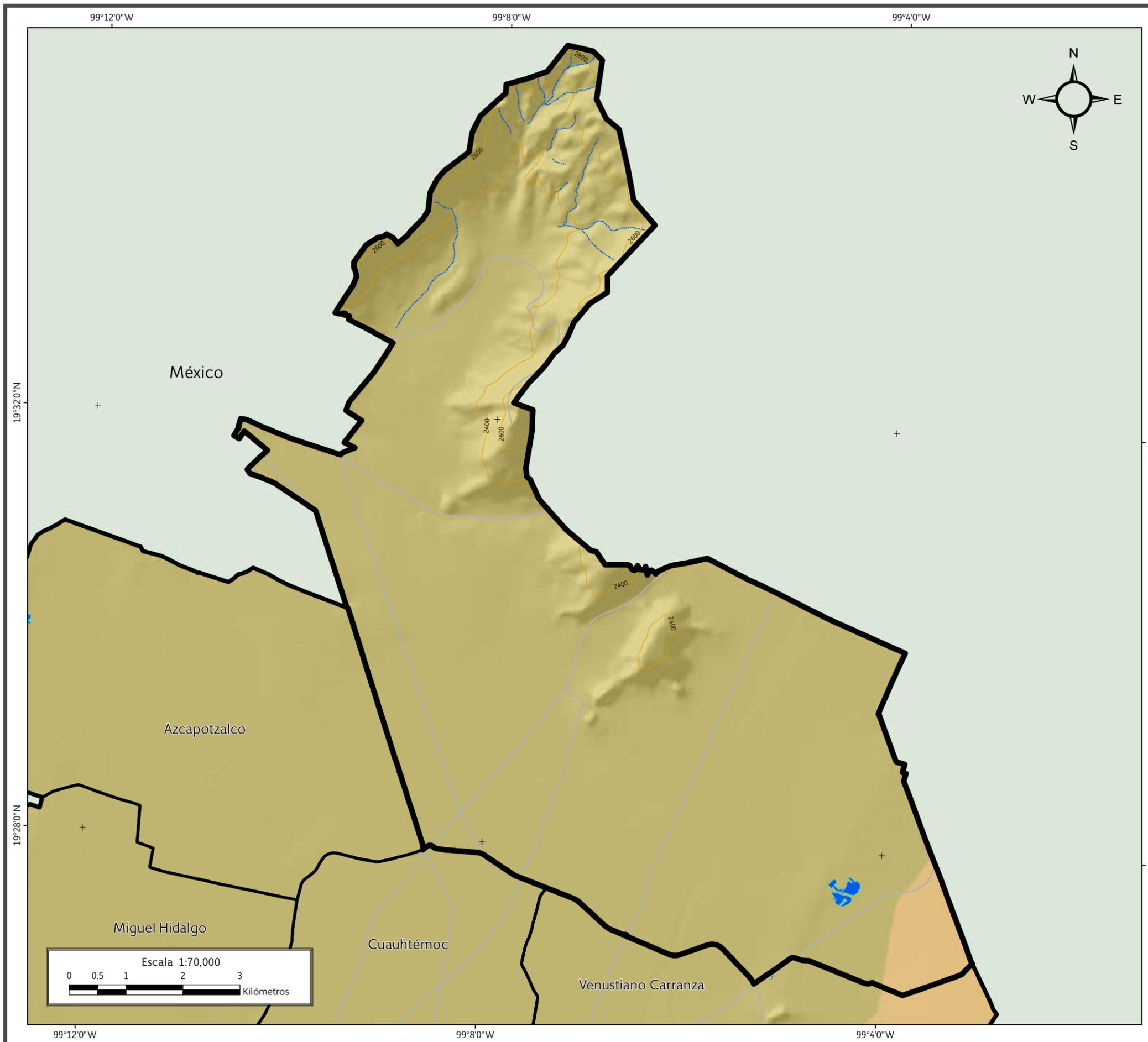
Datos de relieve

- Curva de nivel
- Equidistancia entre curvas de nivel: 100 m

Datum: WGS 84
Sistema de coordenadas: Geográficas
Gradícula: 0° 4' 0"
Unidades: Grados

Localización

Mapa IV. Hipsométrico.



SIMBOLOGÍA

Límites políticos

Vías de comunicación

Gustavo A. Madero

Estados colindantes

Límites delegacionales

Carretera
pavimentada

Edafología

Solonchak

Feozem

Rasgos hidrográficos

Cuerpos de agua
perenne

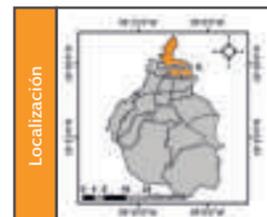
Corriente
de agua

Datos de relieve

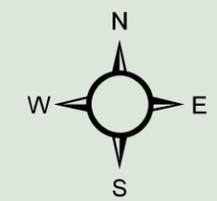
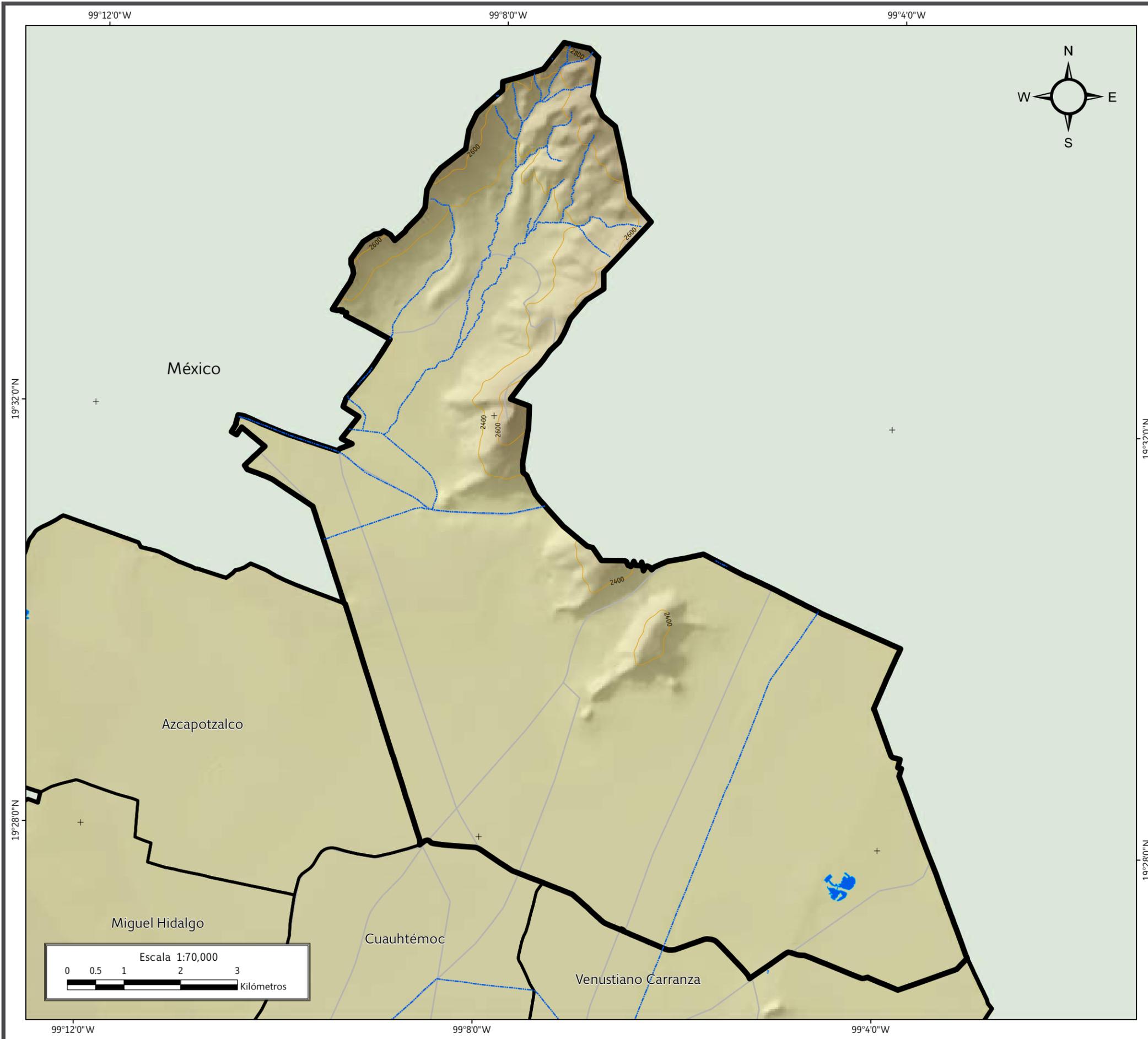
Curva de nivel

Equidistancia entre curvas de nivel: 200 m

Datum:
WGS 84
Sistema de
coordenadas:
Geográficas
Gradícula:
0° 4' 0"
Unidades:
Grados



Mapa V. Edafológico.



SIMBOLOGÍA

Límites políticos Vías de comunicación

- Gustavo A. Madero
- Estados colindantes
- Límites delegacionales
- Carretera pavimentada

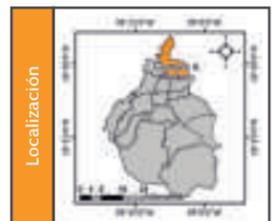
Hidrología

- Cuerpos de agua perenne
- Corriente de agua

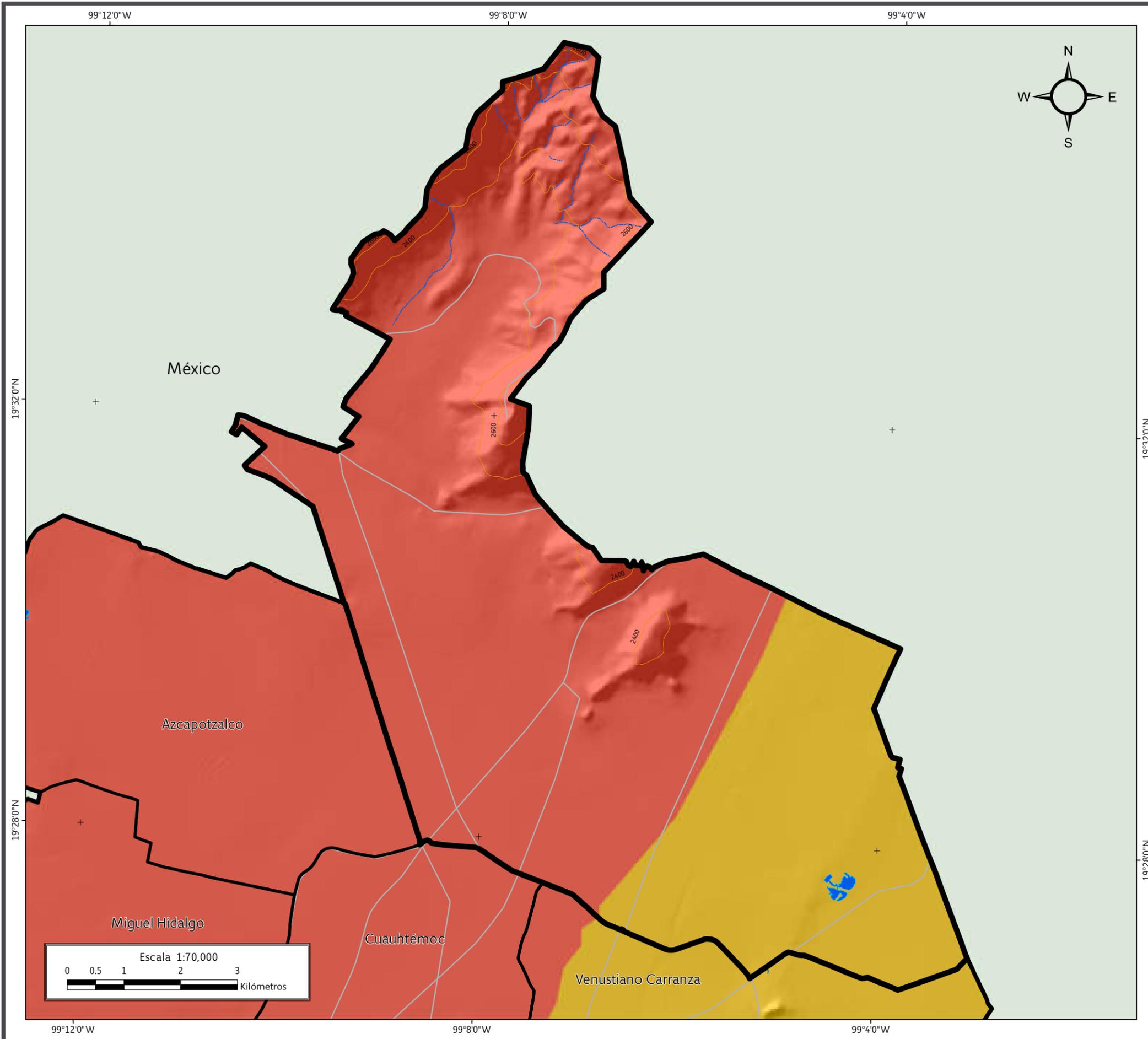
Datos de relieve

- Altitud**
- Máxima: 2900 msnm
 - Mínima: 2200 msnm
 - Curva de nivel
- Equidistancia entre curvas de nivel: 200 m

Datum:
WGS 84
Sistema de
coordenadas:
Geográficas
Gradícula:
0° 4' 0"
Unidades:
Grados



Mapa VI. Hidrológico.



SIMBOLOGÍA

Límites políticos Vías de comunicación

- Gustavo A. Madero
- Estados colindantes
- Límites delegacionales
- Carretera pavimentada

Climas

- Semiseco templado
- Templado subhúmedo

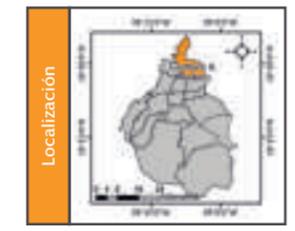
Rasgos hidrográficos

- Cuerpos de agua perenne
- Corriente de agua

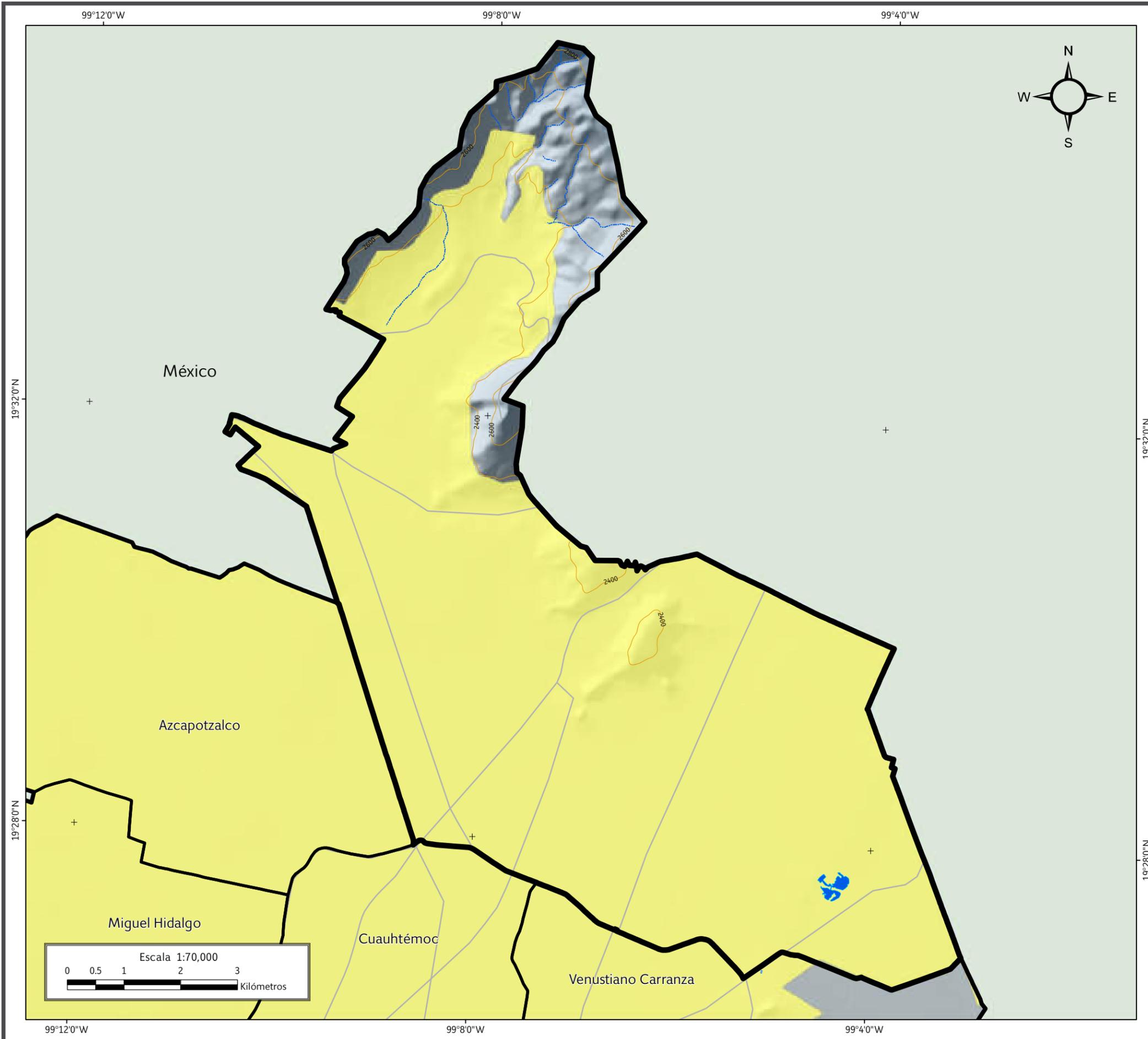
Datos de relieve

- Curva de nivel
- Equidistancia entre curvas de nivel: 200 m

Datum:
WGS 84
Sistema de
coordenadas:
Geográficas
Gradícula:
0° 4' 0"
Unidades:
Grados



Mapa VII. Climatológico.



SIMBOLOGÍA

Límites políticos Vías de comunicación

- Gustavo A. Madero
- Estados colindantes
- Límites delegacionales
- Carretera pavimentada

Uso de suelo

- Área urbana

Rasgos hidrográficos

- Cuerpos de agua perenne
- Corriente de agua

Datos de relieve

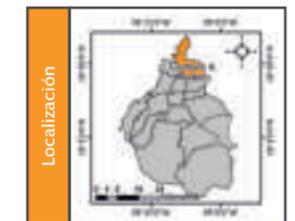
Altitud

- Máxima: 2900 msnm
- Mínima: 2200 msnm

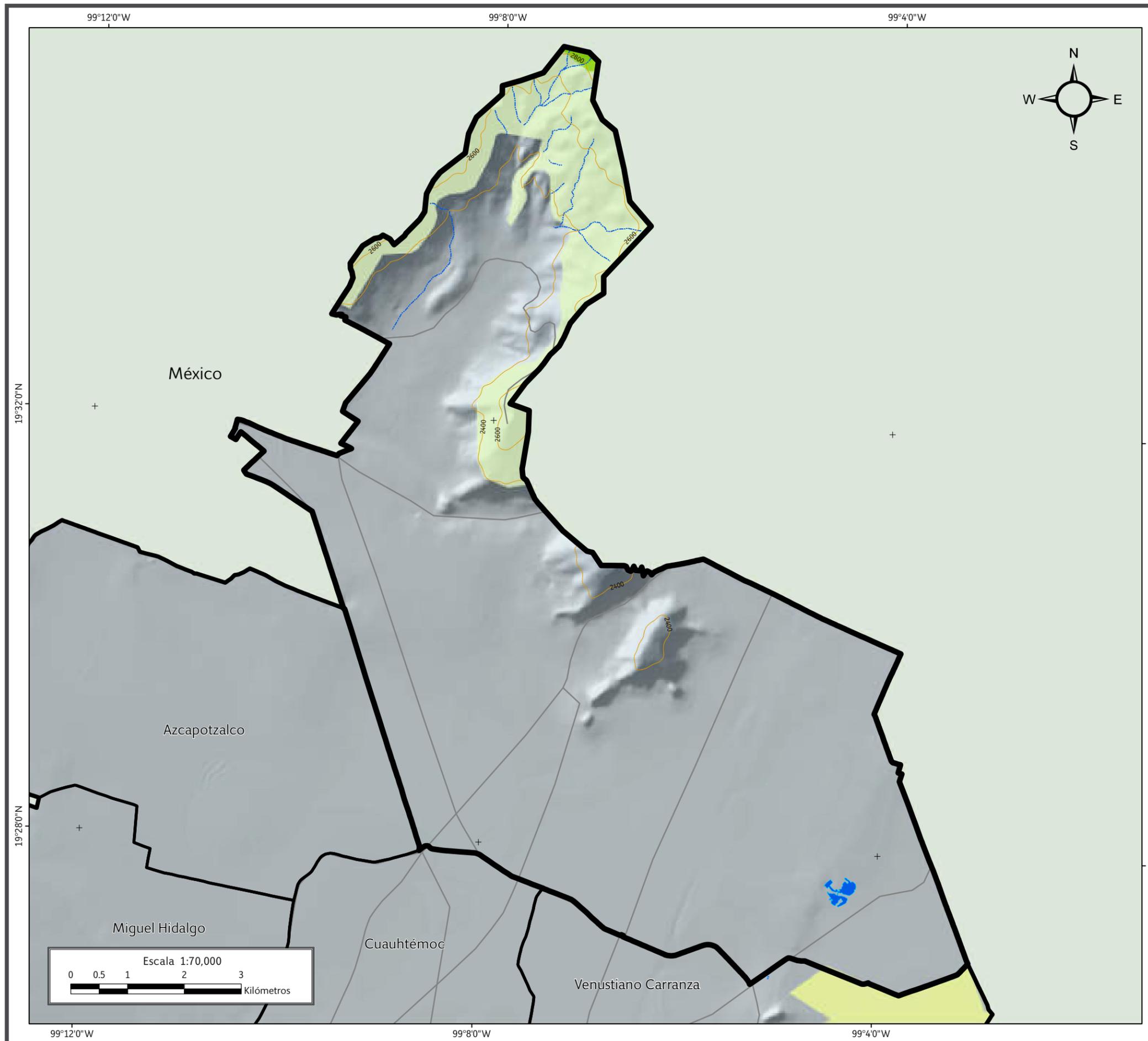
- Curva de nivel

Equidistancia entre curvas de nivel: 200 m

Datum:
WGS 84
Sistema de
coordenadas:
Geográficas
Gradícula:
0° 4' 0"
Unidades:
Grados



Mapa VIII. Uso de suelo.



SIMBOLOGÍA

Límites políticos

Vías de comunicación

Gustavo A. Madero

Estados colindantes

Límites delegacionales

Carretera
pavimentada

Vegetación

Pastizal inducido

Pastizal halófilo

Bosque de encino

Rasgos hidrográficos

Cuerpos de agua
perenne

Corriente
de agua

Datos de relieve

Altitud

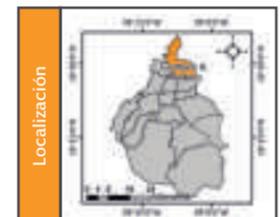
Máxima: 2900 msnm

Mínima: 2200 msnm

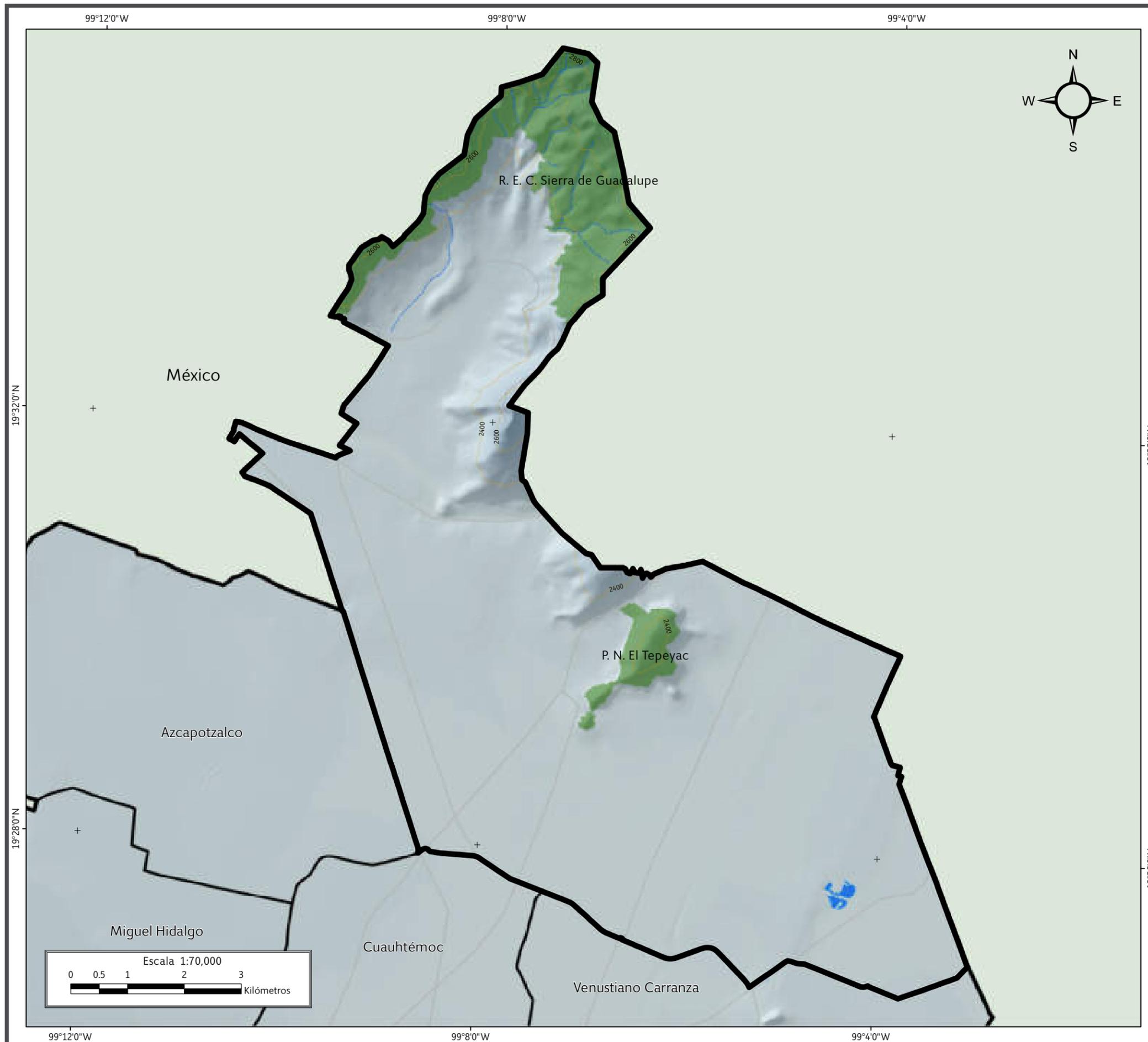
Curva de nivel

Equidistancia entre curvas de nivel: 200 m

Datum:
WGS 84
Sistema de
coordenadas:
Geográficas
Gradicula:
0° 4' 0"
Unidades:
Grados



Mapa IX. Vegetación.



SIMBOLOGÍA

Límites políticos

Vías de comunicación

Gustavo A. Madero

Estados colindantes

Límites delegacionales

Carretera
pavimentada

Áreas Naturales Protegidas



Rasgos hidrográficos

Cuerpos de agua
perenne

Corriente
de agua

Datos de relieve

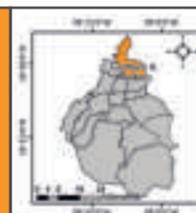
Altitud
 Máxima: 2900 msnm
Mínima: 2200 msnm

Curva de nivel

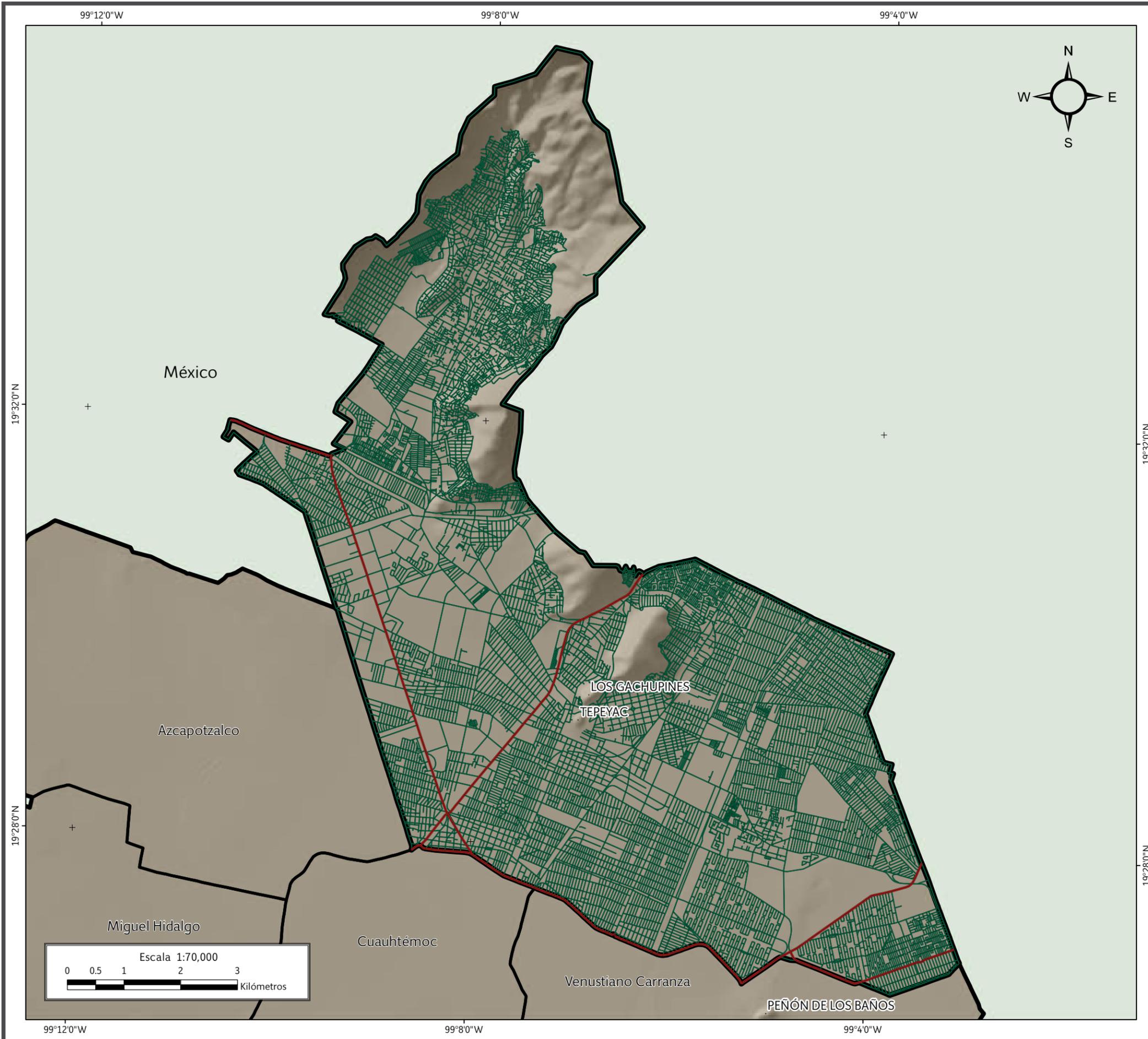
Equidistancia entre curvas de nivel: 200 m

Datum:
WGS 84
Sistema de
coordenadas:
Geográficas
Gradícula:
0° 4' 0"
Unidades:
Grados

Localización



Mapa X. Áreas Naturales Protegidas.



SIMBOLOGÍA

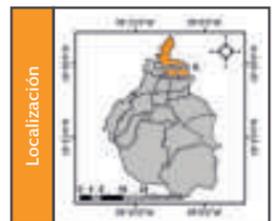
Límites políticos

-  Gustavo A. Madero
-  Límites delegacionales
-  Zona urbana
-  Estados colindantes

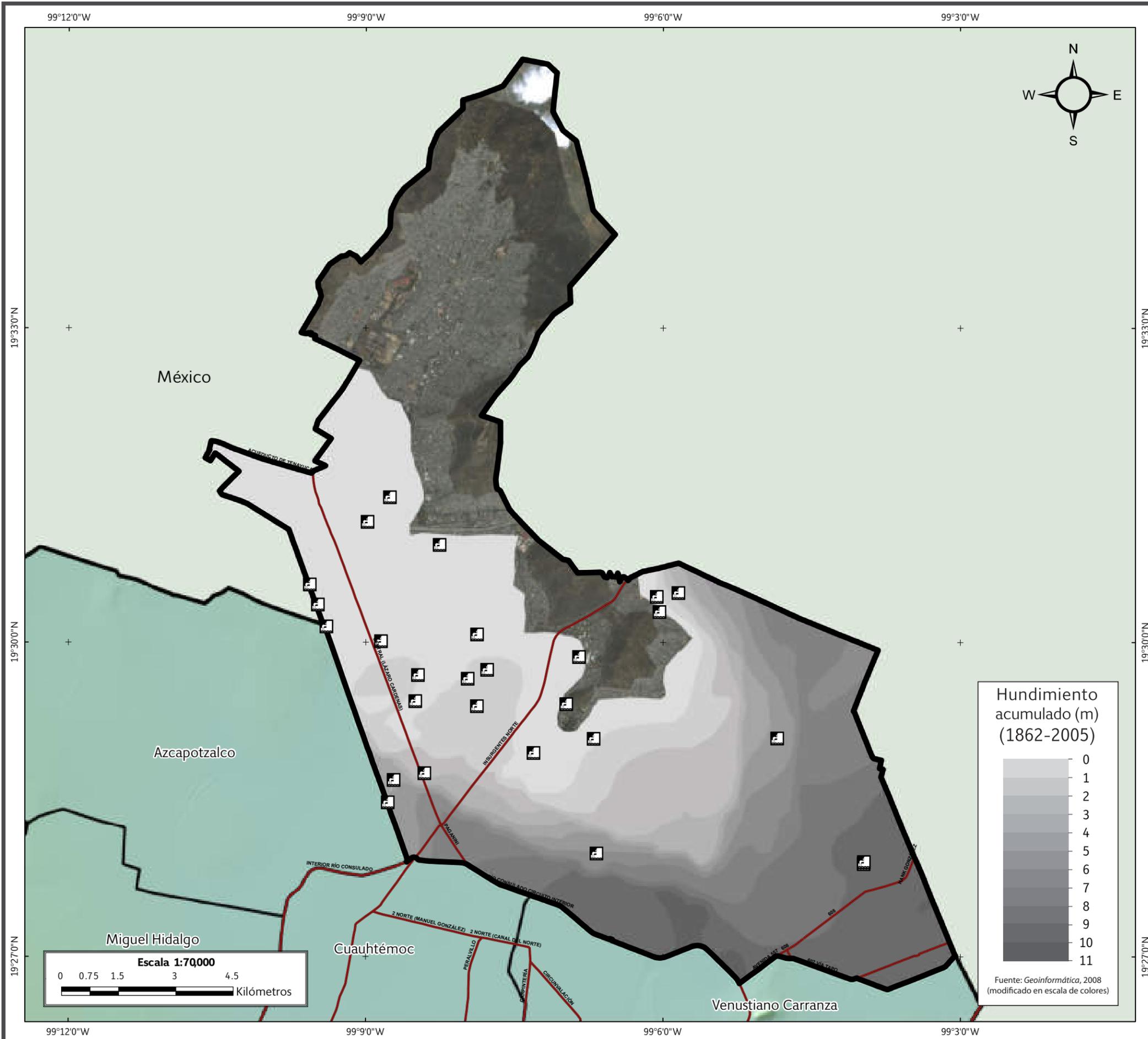
Vías de comunicación

-  Primaria
-  Secundaria

Datum:
WGS 84
Sistema de
coordenadas:
Geográficas
Gradícula:
0° 4' 0"
Unidades:
Grados



Mapa XI. Vías de comunicación.



SIMBOLOGÍA

Límites políticos

		
Gustavo A. Madero	Límite delegacional	Estados colindantes

Vías de comunicación


Vía primaria

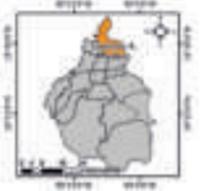
Sistemas afectables y de apoyo


Pozo

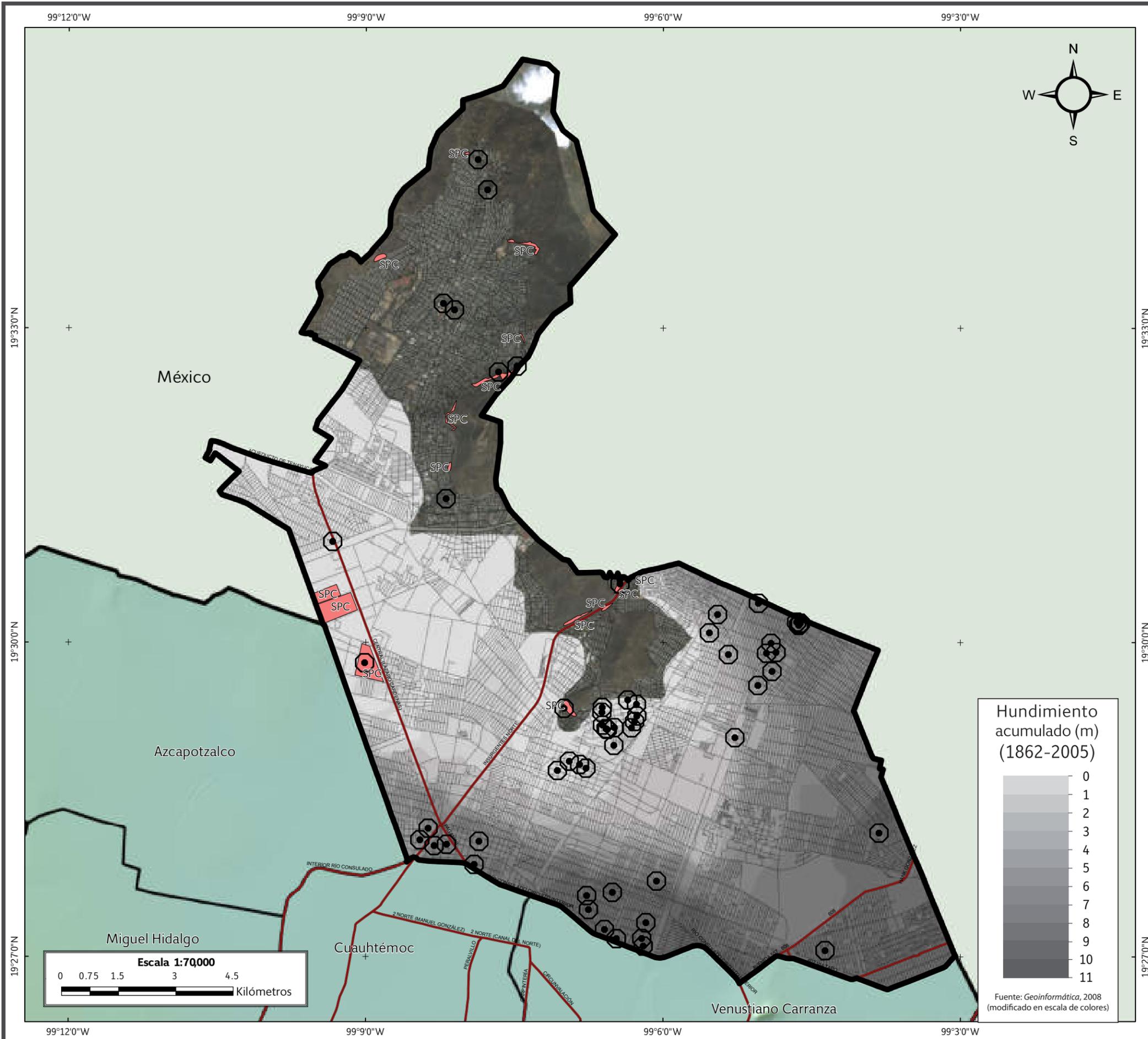
Datos de relieve

Altitud

	Máxima: 2300 msnm
	Mínima: 2200 msnm

<p>Datum: WGS 84 Sistema de coordenadas: Geográficas Gradícula: 0° 3' 0" Unidades: Grados</p>	<p>Localización</p> 
--	---

Mapa XII. Hundimiento regional.



SIMBOLOGÍA

Peligro

		SPC
Antecedentes	Puntos de antecedentes	Sitio proporcionado por la Secretaría de Protección Civil

Límites políticos

Gustavo A. Madero	Límite delegacional	Estados colindantes

Vías de comunicación

Eje vial	Vía primaria

Datos de relieve

Altitud

	Máxima: 2300 msnm
	Mínima: 2200 msnm

Datum: WGS 84
 Sistema de coordenadas: Geográficas
 Gradícula: 0° 3' 0"
 Unidades: Grados

Localización

Mapa XIII. Antecedentes.

Hundimiento acumulado (m) (1862-2005)

Fuente: Geoinformática, 2008 (modificado en escala de colores)



SIMBOLOGÍA

Peligro

Falla inferida

Límites políticos

 Gustavo A. Madero
 Límite delegacional
 Estados colindantes

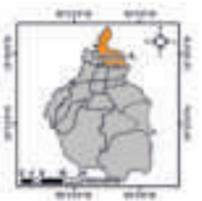
Vías de comunicación

 Eje vial
 Vía primaria

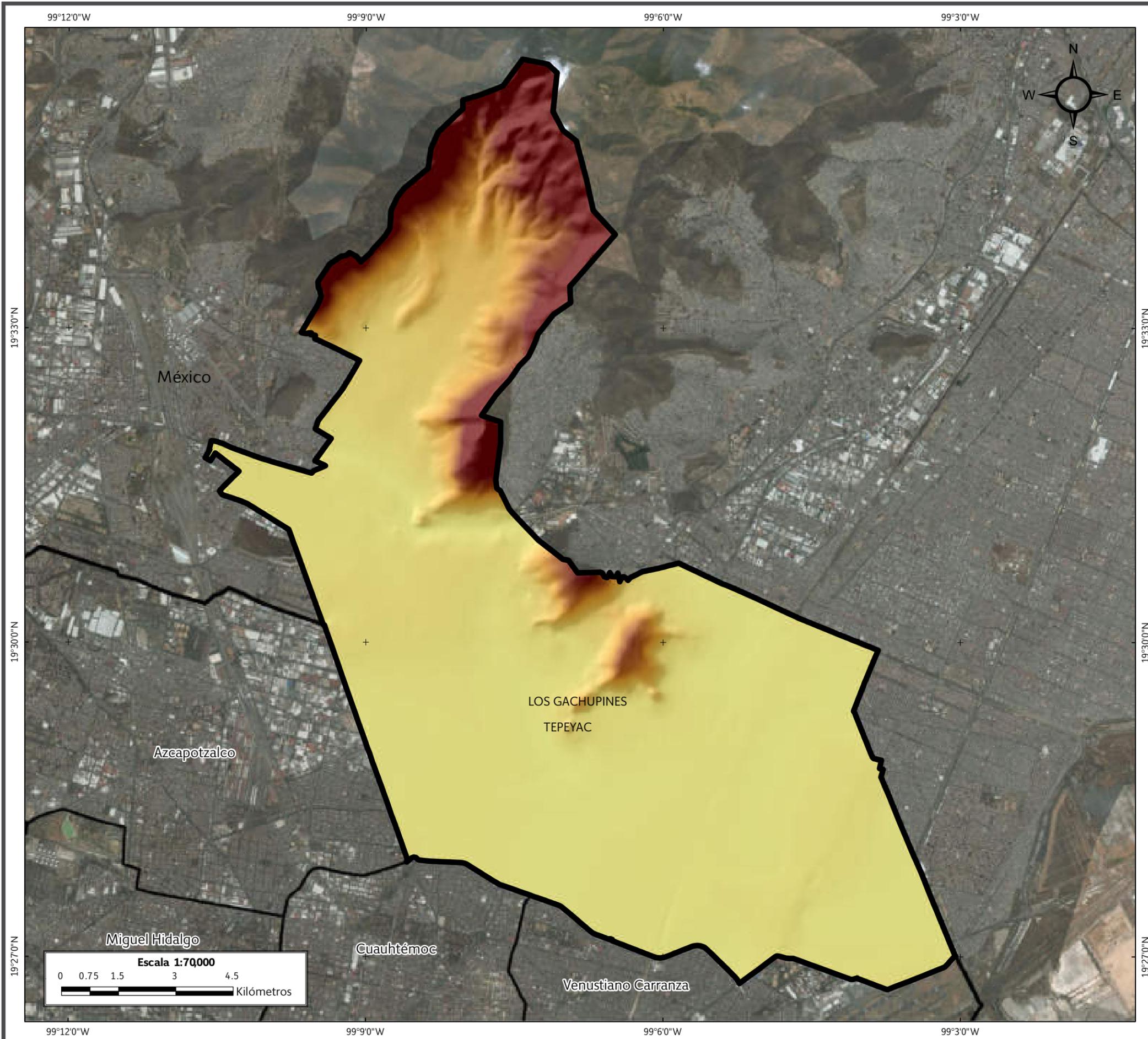
Datos de relieve

Altitud
 Curva de nivel
 Equidistancia entre curvas de nivel: 50 m
 Máxima: 2300 msnm
 Mínima: 2200 msnm

Datum: WGS 84
 Sistema de coordenadas: Geográficas
 Gradícula: 0° 3' 0"
 Unidades: Grados

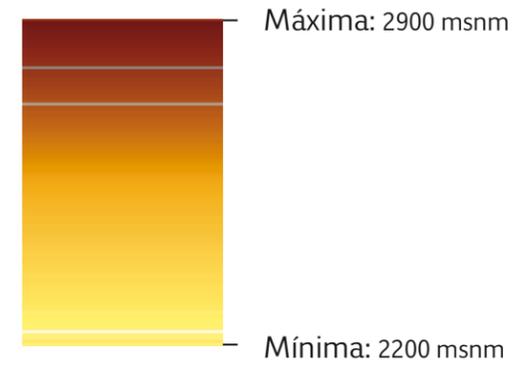
Localización 

Mapa XIV. Fallas y fracturas.



SIMBOLOGÍA

Datos de relieve



Límites políticos



Gustavo A. Madero

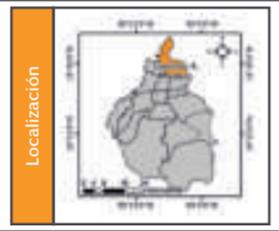


Límite delegacional

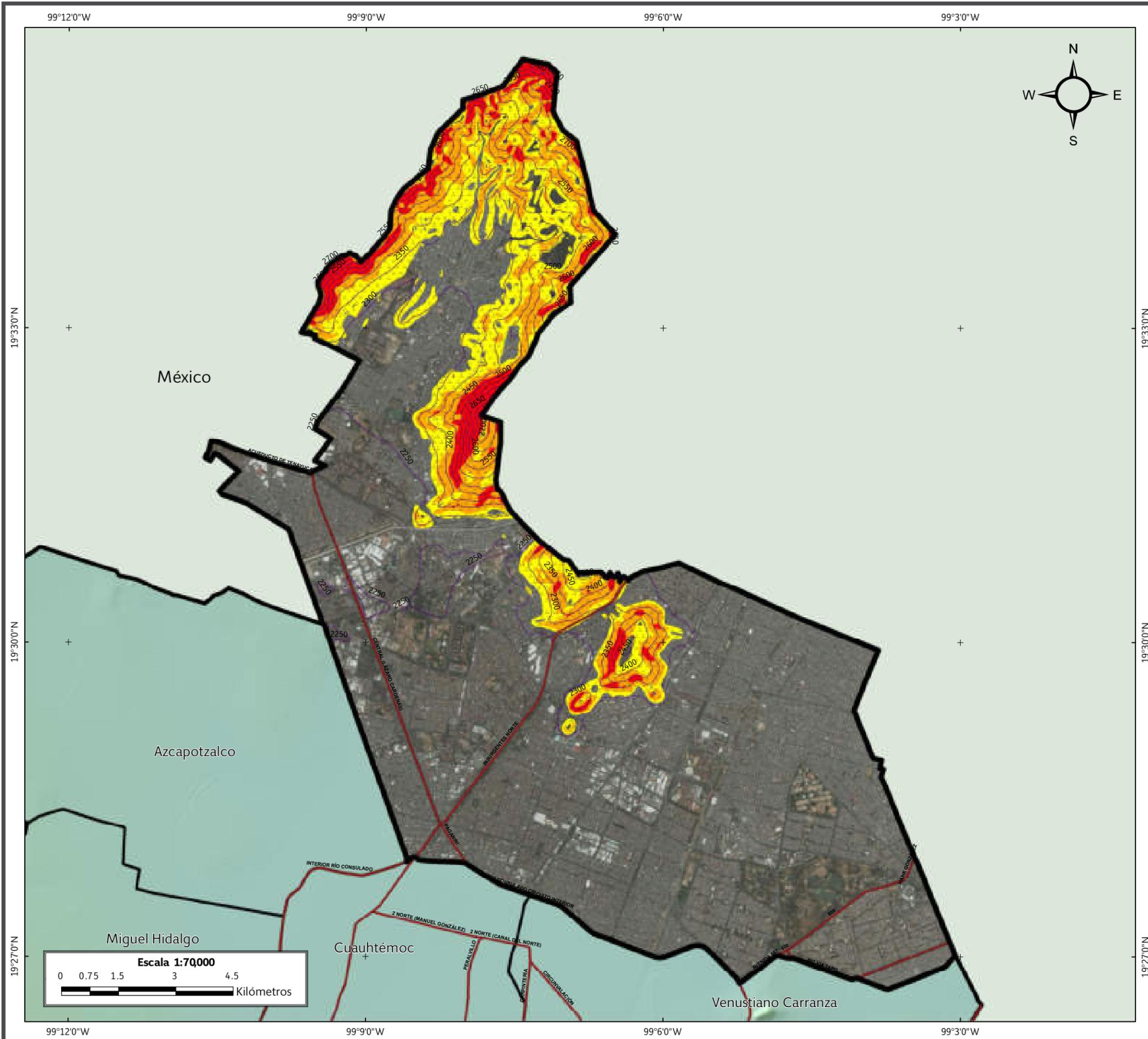


Estados colindantes

Datum:
WGS 84
Sistema de
coordenadas:
Geográficas
Gradícula:
0° 3' 0"
Unidades:
Grados



Mapa XV. Modelo Digital de Elevación.



SIMBOLOGÍA

Susceptibilidad por inestabilidad de laderas

- Alta
- Media
- Baja

Límites políticos

- Gustavo A. Madero
- Límite delegacional
- Estados colindantes

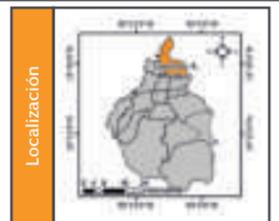
Vías de comunicación

- Vía primaria

Datos de relieve

- Altitud**
- Curva de nivel
 - Equidistancia entre curvas de nivel: 50 m
 - Máxima: 2300 msnm
 - Mínima: 2200 msnm

Datum: WGS 84
 Sistema de coordenadas: Geográficas
 Gradícula: 0° 3' 0"
 Unidades: Grados



Mapa XVI. Susceptibilidad por inestabilidad de laderas.



SIMBOLOGÍA

Peligro

 Zona en riesgo (barranca)

Límites políticos

 Gustavo A. Madero

 Límite delegacional

 Estados colindantes

Vías de comunicación

 Eje vial

 Vía primaria

Datos de relieve

 Curva de nivel

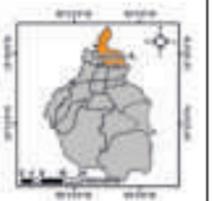
Equidistancia entre curvas de nivel: 50 m

Altitud

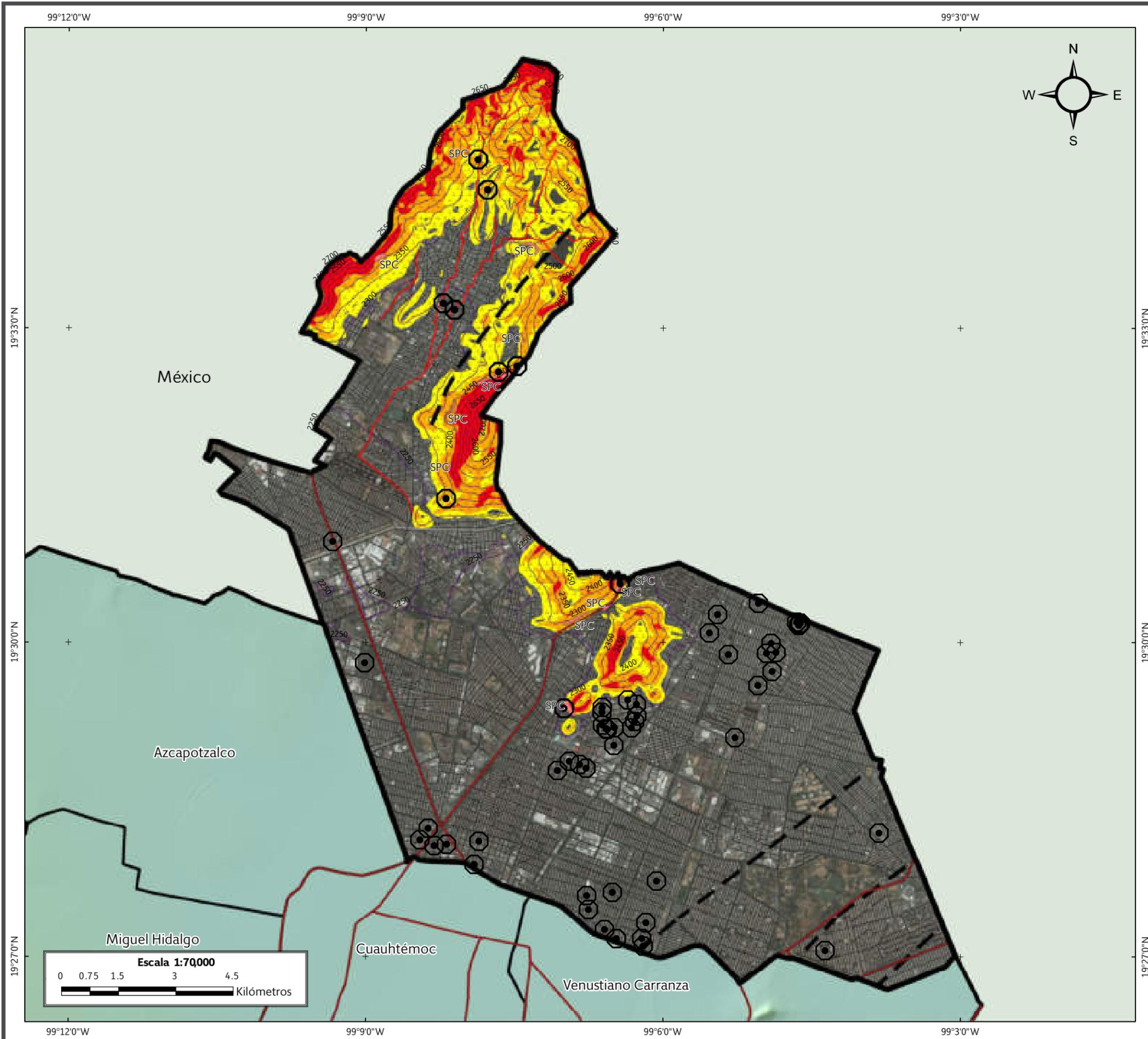
 Máxima: 2300 msnm

 Mínima: 2200 msnm

Datum: WGS 84
 Sistema de coordenadas: Geográficas
 Gradícula: 0° 3' 0"
 Unidades: Grados

Localización 

Mapa XVII. Peligro y riesgo por barrancas.



SIMBOLOGÍA

Peligro

		SPC
Antecedentes	Puntos de antecedentes	Sitio proporcionado por la Secretaría de Protección Civil
Falla inferida	Zona en riesgo (barranca)	

Susceptibilidad por inestabilidad de laderas

Alta	Media	Baja

Límites políticos

Gustavo A. Madero	Límite delegacional	Estados colindantes

Vías de comunicación

Eje vial	Vía primaria

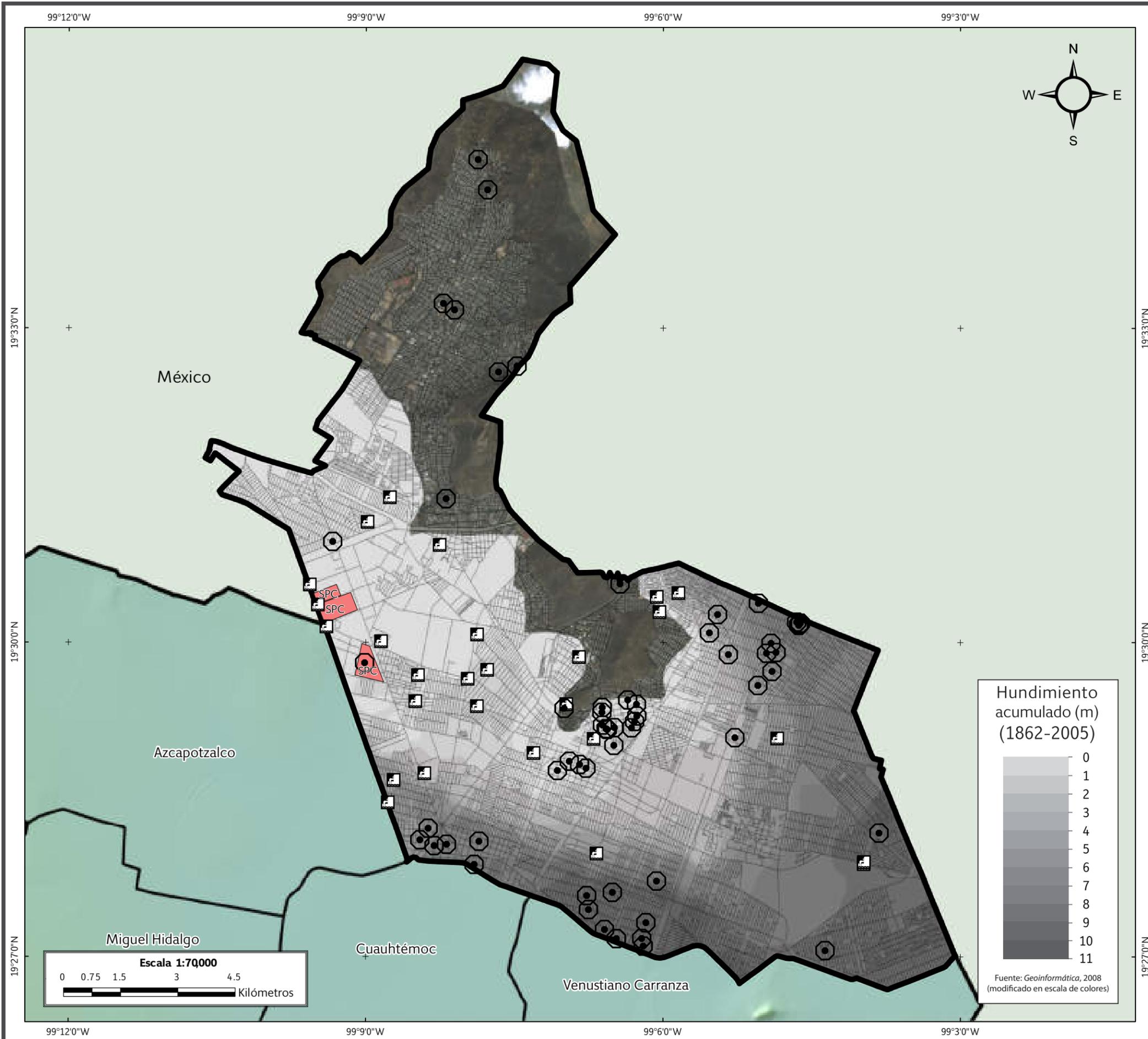
Datos de relieve

	Altitud
Curva de nivel	
Equidistancia entre curvas de nivel: 50 m	
	Máxima: 2300 msnm
	Mínima: 2200 msnm

Datum: WGS 84
 Sistema de coordenadas: Geográficas
 Gradícula: 0° 3' 0"
 Unidades: Grados

Localización

Mapa XVIII. Preliminar de peligros por por fenómenos de remoción en masa.



SIMBOLOGÍA

Peligro

	Antecedentes		Puntos de antecedentes
	SPC Sitio proporcionado por la Secretaría de Protección Civil		Falla inferida

Límites políticos

	Gustavo A. Madero		Límite delegacional		Estados colindantes
--	-------------------	--	---------------------	--	---------------------

Vías de comunicación

	Eje vial		Vía primaria
--	----------	--	--------------

Sistemas afectables y de apoyo

	Pozo
--	------

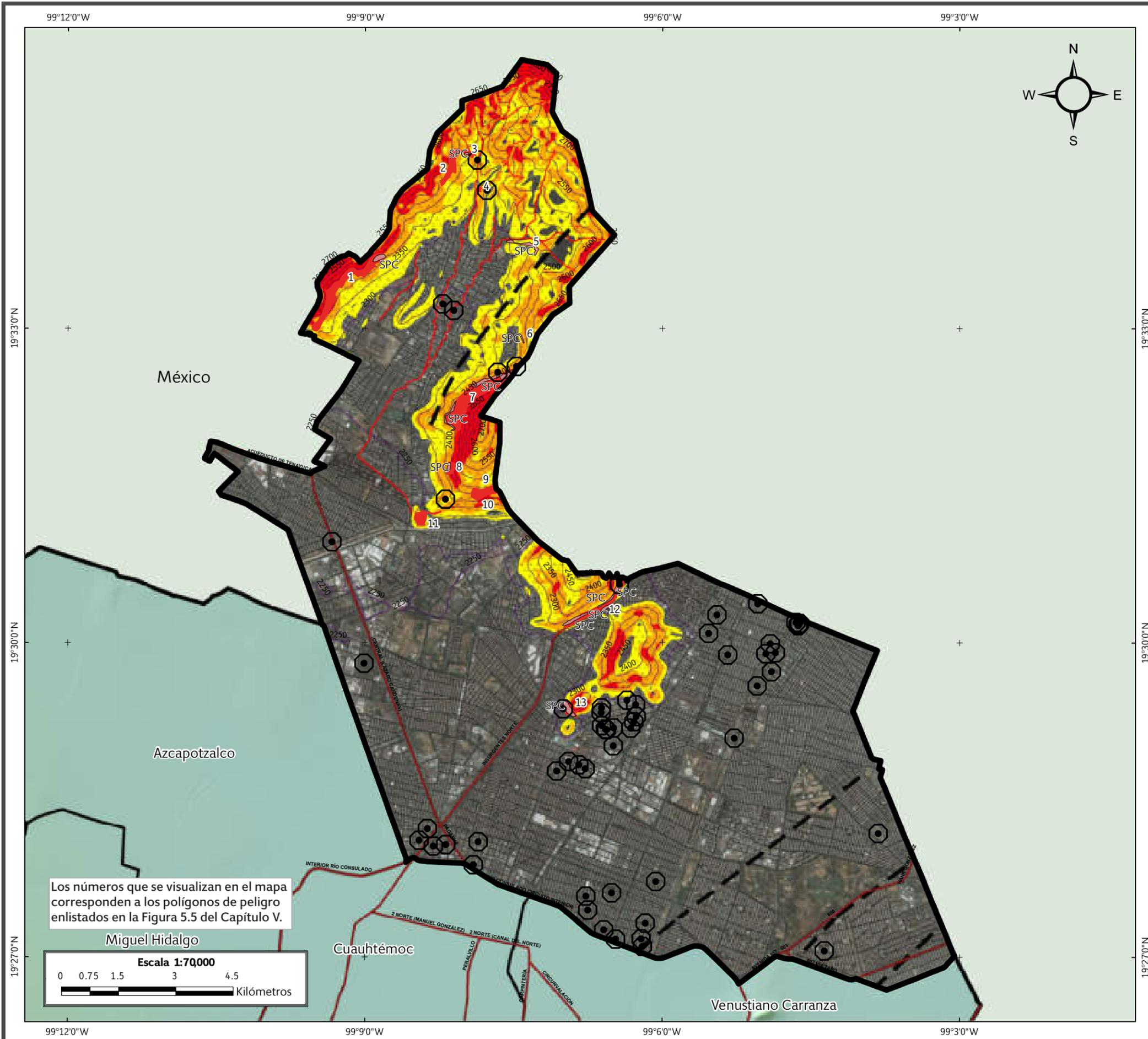
Datos de relieve

Altitud	
	Máxima: 2300 msnm
	Mínima: 2200 msnm

Datum: WGS 84
 Sistema de coordenadas: Geográficas
 Gradícula: 0° 3' 0"
 Unidades: Grados

Localización

Mapa XIX. Preliminar de peligros por hundimiento y fracturamiento.



SIMBOLOGÍA

Peligro

Polígono de peligro alto	Antecedentes	Puntos de antecedentes

Sitio proporcionado por la Secretaría de Protección Civil	Falla inferida	Zona en riesgo (barranca)

Susceptibilidad por inestabilidad de laderas

Alta	Media	Baja

Límites políticos

Gustavo A. Madero	Límite delegacional	Estados colindantes

Vías de comunicación

Eje vial	Vía primaria

Datos de relieve

Altitud

	Curva de nivel
	Equidistancia entre curvas de nivel: 50 m
	Máxima: 2300 msnm
	Mínima: 2200 msnm

Datum: WGS 84
 Sistema de coordenadas: Geográficas
 Gradícula: 0° 3' 0"
 Unidades: Grados

Localización

Los números que se visualizan en el mapa corresponden a los polígonos de peligro enlistados en la Figura 5.5 del Capítulo V.



Mapa XX. Peligros por fenómenos de remoción en masa.



SIMBOLOGÍA

Vulnerabilidad

Alta Vulnerable

Límites políticos

Gustavo A. Madero Límite delegacional Estados colindantes

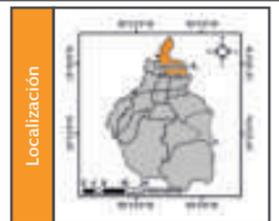
Vías de comunicación

Eje vial Vía primaria

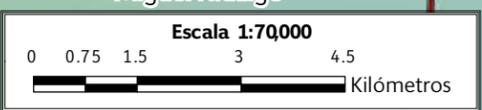
Datos de relieve

Altitud
Máxima: 2300 msnm
Mínima: 2200 msnm

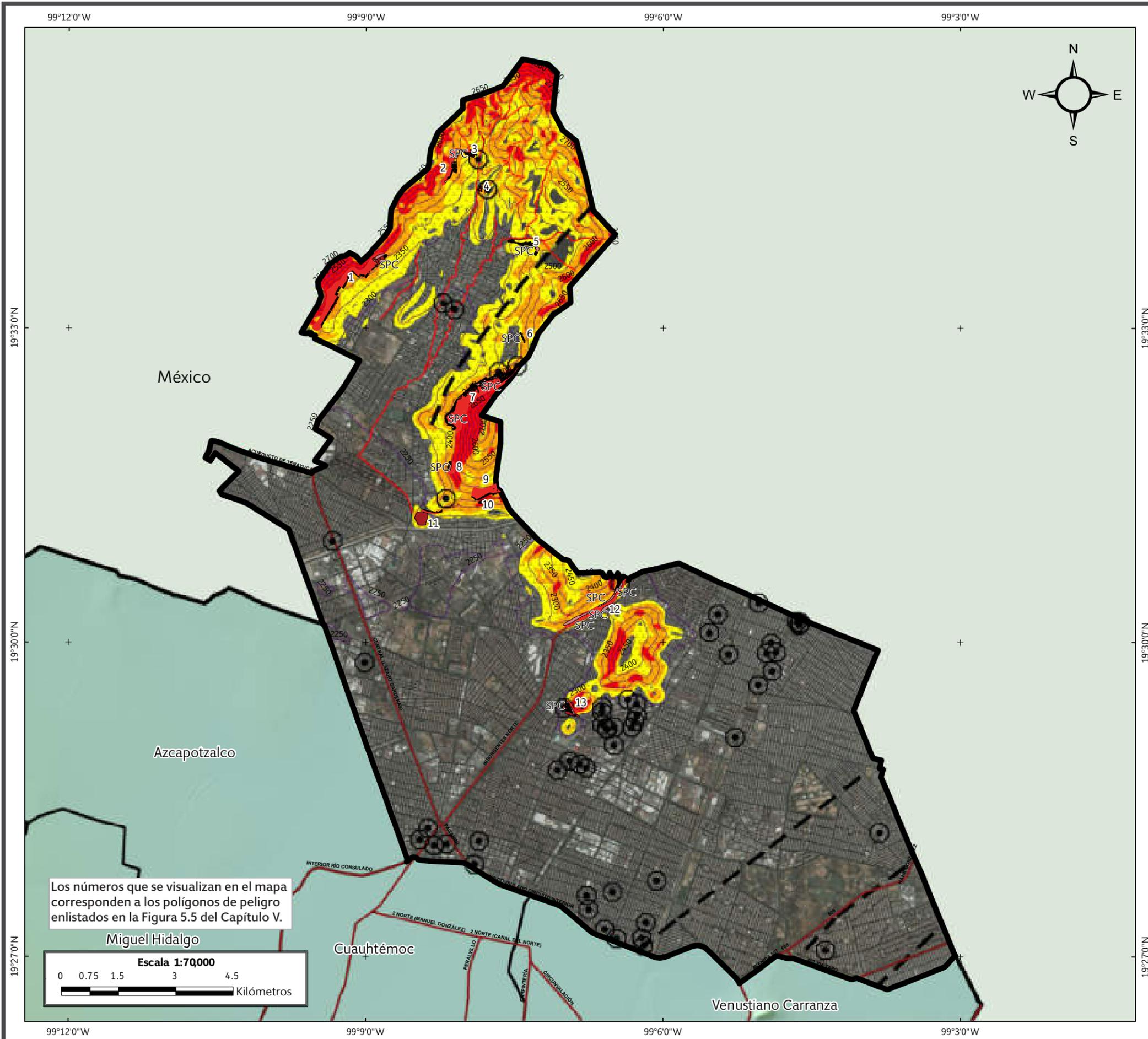
Datum: WGS 84
Sistema de coordenadas: Geográficas
Gradícula: 0° 3' 0\"/>



Los números que se visualizan en el mapa corresponden a los polígonos de peligro enlistados en la Figura 5.5 del Capítulo V.



Mapa XXI. Vulnerabilidad por fenómenos de remoción en masa.



SIMBOLOGÍA

Peligro

Polígono de peligro alto	Antecedentes	Puntos de antecedentes
SPC Sitio proporcionado por la Secretaría de Protección Civil	Falla inferida	Zona en riesgo (barranca)

Susceptibilidad por inestabilidad de laderas

Alta	Media	Baja

Vulnerabilidad

Alta	Vulnerable

Límites políticos

Gustavo A. Madero	Límite delegacional	Estados colindantes

Vías de comunicación

Eje vial	Vía primaria

Datos de relieve

	Altitud
Curva de nivel	
Equidistancia entre curvas de nivel: 50 m	
	Máxima: 2300 msnm
	Mínima: 2200 msnm

Datum: WGS 84
 Sistema de coordenadas: Geográficas
 Gradícula: 0° 3' 0"
 Unidades: Grados

Localización

Mapa XXII. Riesgos por fenómenos de remoción en masa.