

ACTUALIZACIÓN DEL ATLAS DE RIESGOS NATURALES DE LA ALCALDÍA MIGUEL HIDALGO

SIGEMA SA de CV

ESTE PROGRAMA ES DE CARÁCTER PÚBLICO, NO ES PATROCINADO NI PROMOVIDO POR PARTIDO POLÍTICO ALGUNO Y SUS RECURSOS PROVIENEN DE LOS IMPUESTOS QUE PAGAN TODOS LOS CONTRIBUYENTES. ESTA PROHIBIDO EL USO DE ESTE PROGRAMA CON FINES POLÍTICOS, ELECTORALES, DE LUCRO Y OTROS DISTINTOS A LOS ESTABLECIDOS. QUIEN HAGA USO INDEBIDO DE LOS RECURSOS DE ESTE PROGRAMA DEBERÁ SER DENUNCIADO Y SANCIONADO DE ACUERDO CON LA LEY APLICABLE Y ANTE LA AUTORIDAD COMPETENTE.



Contenido

Directorio de Participantes	7
Presentación	8
Capítulo 1 Fase I. Marco Teórico	9
1.1 Introducción, antecedentes y objetivo	9
Introducción	9
Antecedentes.....	10
Objetivos.....	10
1.2 Mapa Base.....	10
1.3 Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica	11
1.4 Caracterización de los elementos del medio natural.....	11
1.4.1 Fisiografía	12
1.4.2 Geomorfología	13
1.4.3 Geología	14
1.4.4 Edafología.....	14
1.4.5 Hidrografía	15
1.4.6 Cuencas y Subcuencas	16
1.4.7 Clima.....	16
1.4.8 Uso de suelo	18
1.4.9 Vegetación.....	19
1.4.10 Áreas naturales protegidas	19
1.5 Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos	20
1.5.1 Elementos demográficos.....	20
1.5.2 Características sociales	26
1.5.3 Empleo e ingresos	34
1.5.4 Equipamiento e infraestructura.....	36
1.5.5 Reserva territorial.....	37
1.5.6 Expansión de la Mancha Urbana 1980 a 2015.....	38
Capítulo 2 Fase II. Identificación de amenazas y peligros, ante fenómenos perturbadores de origen natural.....	40
2.1 Geológicos	40
2.1.1. Vulcanismo (Erupciones volcánicas)	40
2.1.2 Sismos.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.3 Procesos de Remoción en Masa (Deslizamientos, Flujos y Caídos o Derrumbes).....	¡Error! Marcador no definido.



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales
de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

2.1.4 Flujos	¡Error! Marcador no definido.
2.1.5 Hundimientos – Subsistencia	¡Error! Marcador no definido.
2.1.6 Agrietamientos	¡Error! Marcador no definido.
2.1.7 Minas	76
2.2 Hidrometeorológicos	90
2.2.1. Ondas cálidas y gélidas	90
2.2.2. Sequías.....	97
2.2.3. Heladas.....	100
2.2.4. Tormentas de granizo	102
2.2.5. Tormentas de Nieve	102
2.2.6. Ciclones tropicales. Depresión Tropical, Tormenta Tropical y Huracanes	103
2.2.7. Tornados.....	103
2.2.8. Tormentas eléctricas.....	103
2.2.9. Inundaciones.....	104
Capítulo 3 Fase III. Vulnerabilidad.....	111
3.1 Vulnerabilidad Social.....	111
3.1.1 Indicadores socioeconómicos	111
3.1.2 Capacidad de respuesta	120
3.1.3 Percepción local.....	124
3.1.4 Determinación del Grado de Vulnerabilidad Social.....	130
3.1.5 Vulnerabilidad social a Ondas cálidas	130
3.1.6 Vulnerabilidad a Sequías	130
3.1.7 Vulnerabilidad a Heladas y temperaturas bajas	131
3.1.8 Vulnerabilidad a nevadas	131
3.1.9 Vulnerabilidad a Tormentas eléctricas.....	131
3.2 Vulnerabilidad Física	131
3.2.1 Vulnerabilidad física a sismo	132
3.2.2 Vulnerabilidad física a inundación	134
Capítulo 4 Fase IV. Riesgo / Exposición.....	136
Capítulo 5 Fase V. Propuesta de Estudios, Obras y Acciones.....	140
Capítulo 6 Bibliografía	142
Capítulo 7 Glosario.....	145



Tablas

Tabla 1.1 Niveles de análisis y escalas de representación cartográfica.....	11
Tabla 1.2 Provincias fisiográficas ubicadas dentro de la Alcaldía Miguel Hidalgo.....	12
Tabla 1.3 Principales unidades morfogenéticas.....	13
Tabla 1.4 Tipos de roca y suelo localizados en la alcaldía Miguel Hidalgo.....	14
Tabla 1.5 Suelos ubicados dentro de la alcaldía Miguel Hidalgo.....	15
Tabla 1.6 Hidrología subterránea dentro de la alcaldía.....	15
Tabla 1.7 Regiones, cuencas y subcuencas hidrológicas de la alcaldía Miguel Hidalgo.....	16
Tabla 1.8 Climas de la alcaldía Miguel Hidalgo.....	17
Tabla 1.9 Porcentajes de cobertura de los usos de suelo urbano.....	18
Tabla 1.10 Uso del suelo y vegetación de la Alcaldía Miguel Hidalgo.....	19
Tabla 1.11 ANP de la Alcaldía Miguel Hidalgo.....	20
Tabla 1.12 Proyección de la población de Miguel Hidalgo por año, 2011-2030.....	22
Tabla 1.13 Características educativas de la Alcaldía Miguel Hidalgo.....	26
Tabla 1.14 Tipos de limitación en la población de Miguel Hidalgo.....	27
Tabla 1.15 Características étnicas de la Alcaldía Miguel Hidalgo.....	28
Tabla 1.16 Servicios de salud de la Alcaldía Miguel Hidalgo.....	28
Tabla 1.17 Médicos por cada 1,000 habitantes a nivel municipal, 2007-2010.....	29
Tabla 1.18 Principales causa de mortalidad en la Alcaldía Miguel Hidalgo.....	30
Tabla 1.19 resultados de pobreza en Miguel Hidalgo.....	30
Tabla 1.20 Índice y grado de Marginación en la cabecera municipal y localidades rurales.....	31
Tabla 1.21 Clasificación de la vivienda según características usadas por el INEGI.....	32
Tabla 1.22 Indicadores de vivienda en la Alcaldía de Miguel Hidalgo.....	33
Tabla 1.23 Características económicas de la Alcaldía de Miguel Hidalgo.....	34
Tabla 1.24 Características económicas de la Alcaldía de Miguel Hidalgo Fuente.....	35
Tabla 1.25 Niveles de ingreso.....	35
Tabla 1.26 Desempleo en Miguel Hidalgo.....	35
Tabla 1.27 Unidades Médicas en la Alcaldía.....	36
Tabla 1.28 personal médico de las instituciones del sector público.....	36
Tabla 1.29 infraestructura educativa en Miguel Hidalgo.....	37
Tabla 1.30 Área de Conservación Patrimonial.....	38
Tabla 1.31 crecimiento poblacional 1990-2015.....	38
Tabla 1.32 Crecimiento poblacional en Miguel Hidalgo 1995-2015.....	38
Tabla 1.33 Población urbana en la ZMCM.....	39
Tabla 1.34 Superficie urbana en la ZMCM.....	39
Tabla 35. Tipo de erupciones volcánicas de acuerdo a su explosividad y comportamiento.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 36. Efectos por caída de ceniza. Fuente: CENAPRED, 2004.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 37. Escenario de mayor a menor probabilidad de caída de ceniza.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 38. Caída de ceniza según el tipo de evento. Estos datos fueron obtenidos de los nuevos mapas de peligro del volcán Popocatepetl.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 39. Regionalización sismotectónica de la República Mexicana de acuerdo al mapa anterior.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 40. Aceleraciones máximas esperadas para 10, 100 y 500 años.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 41. Colonias y calles afectadas por agrietamiento del terreno.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2.42 Temperaturas máximas por estación meteorológica.....	90
Tabla 2.43 Precipitación total anual y evaporación total anual en la estación meteorológica 09068 Puente La Llave.....	99
Tabla 2.44 Calculo del Periodo de Retorno (TR) del Índice de Aridez de la estación meteorológica 09068 Puente La Llave.....	100
Tabla 2.45 Daños por diferentes intensidades de heladas.....	101



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales
de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Tabla 2.46 Promedio mensual de Tormentas de granizo por estación meteorológica	102
Tabla 2.47 Promedio mensual de Tormentas eléctricas por estación meteorológica	104
Tabla 2.48 Periodos de retorno de lluvias en la microcuenca de la Alcaldía Miguel Hidalgo	106
Tabla 2.49 Valores de lámina de lluvia e intensidad de la lluvia para diferentes periodos de retorno en la microcuenca de la Alcaldía Miguel Hidalgo	106
Tabla 2.50 Valores de K en función del tipo y uso de suelo (A) y fórmulas para el cálculo del Coeficiente de Esguerrimiento (B).....	107
Tabla 2.51 Gasto líquido esperado para diferentes periodos de retorno en la microcuenca de la Alcaldía Miguel Hidalgo.....	107
Tabla 2.52 Área hidráulica permisible en la microcuenca de la Alcaldía Miguel Hidalgo.....	108
Tabla1 Médicos por cada 1,000 habitantes	112
Tabla 3.2 Tasa de mortalidad infantil.....	112
Tabla.3 Porcentaje de la población no derechohabiente	112
Tabla.4 Porcentaje de analfabetismo	113
Tabla.5 Porcentaje de población de 6 a 14 años que asiste a la escuela	113
Tabla 3.6 Grado promedio de escolaridad.....	113
Tabla.7 Porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada.....	114
Tabla 3 .8 Porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje.....	115
Tabla 9 Porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad	115
Tabla.10 Porcentaje de viviendas con paredes de material de desecho y láminas de cartón	115
Tabla 3.11 Porcentaje de viviendas con piso de tierra.....	116
Tabla.12 Déficit de vivienda	116
Tabla 3.13 Porcentaje de la población económicamente activa (PEA) que recibe ingresos de menos de 2 salarios mínimos.....	117
Tabla 3 .14 Razón de dependencia.....	117
Tabla.15 Tasa de desempleo abierto	117
Tabla.16 Densidad de población	118
Tabla.17 Porcentaje de la población de habla indígena.....	118
Tabla.18 Dispersión poblacional.....	119
Tabla.19 Indicadores socioeconómicos.....	119
Tabla.20 Capacidad de prevención y respuesta 1	120
Tabla.21 Capacidad de prevención y respuesta 2	120
Tabla.22 Capacidad de prevención y respuesta 3	120
Tabla.23 Capacidad de prevención y respuesta 4	120
Tabla 3 .24 Capacidad de prevención y respuesta 5	121
Tabla.25 Capacidad de prevención y respuesta 6	121
Tabla 3.26 Capacidad de prevención y respuesta 7	121
Tabla.27 Capacidad de prevención y respuesta 8	121
Tabla.28 Capacidad de prevención y respuesta 9	121
Tabla.29 Capacidad de prevención y respuesta 10	121
Tabla.30 Capacidad de prevención y respuesta 11	122
Tabla.31 Capacidad de prevención y respuesta 12	122
Tabla.32 Capacidad de prevención y respuesta 13	122
Tabla.33 Capacidad de prevención y respuesta 14	122
Tabla.34 Capacidad de prevención y respuesta 15	122
Tabla 3.35 Capacidad de prevención y respuesta 16	122
Tabla.36 Capacidad de prevención y respuesta 17	123
Tabla.37 Capacidad de prevención y respuesta 18	123
Tabla.38 Capacidad de prevención y respuesta 19	123
Tabla.39 Capacidad de prevención y respuesta 20	123
Tabla.40 Capacidad de prevención y respuesta 21	123



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales
de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Tabla.41 Capacidad de prevención y respuesta 22 123

Tabla 3.42 Capacidad de prevención y respuesta 124

Tabla 3 .43 Percepción local 1 125

Tabla.44 Percepción local 2 125

Tabla.45 Percepción local 3 125

Tabla.46 Percepción local 4 125

Tabla.47 Percepción local 5 125

Tabla 3 .48 Percepción local 6 126

Tabla.49 Percepción local 7 126

Tabla.50 Percepción local 8 126

Tabla 3.51 Percepción local 9 126

Tabla.52 Percepción local 10 126

Tabla 53 Percepción local 11 126

Tabla 3.54 Percepción local 12 127

Tabla.55 Percepción local 13 127

Tabla 3.56 Percepción local 14 127

Tabla.57 Percepción local 15 127

Tabla.58 Percepción local 16 127

Tabla.59 Percepción local 17 127

Tabla 3.60 Percepción local 18 128

Tabla.61 Percepción local 19 128

Tabla 3.62 Percepción local 20 128

Tabla 3.63 Percepción local 21 128

Tabla.64 Percepción local 22 128

Tabla.65 Percepción local 23 128

Tabla.66 Percepción local 24 129

Tabla.67 Percepción local 25 129

Tabla 3.68 Percepción local 129

Tabla 3.69 Rangos de vulnerabilidad social 130

Tabla.70 Grado de vulnerabilidad social en la Alcaldía Miguel Hidalgo 130

Tabla 3.71 Vulnerabilidad por altas temperaturas..... 130

Tabla 3.72 Variables sísmicas del Terreno según su topografía..... 132

Tabla 3.73 Variables de daño sísmico de las estructuras según los materiales de construcción 133

Tabla 3.74 Variables sísmicas de los asentamientos según su tipología constructiva 133

Tabla 3.75 Rangos de vulnerabilidad sísmica de las viviendas según los resultados obtenidos del I_{sd}..... 133

Tabla 3.76 Índice de vulnerabilidad a inundaciones en función del tipo de vivienda. 134

Tabla 5.1 Propuesta de obras para evitar inundaciones. 140

Mapas

Mapa 1.1 Mapa Base de la Alcaldía de Miguel Hidalgo (Mapa Topográfico) 11

Mapa 1.2 Mapa Poblacional de Miguel Hidalgo 21

Mapa 1.3 Distribución de la Población por AGEB en la Alcaldía de Miguel Hidalgo 23

Mapa 1.4 Densidad de la Población por manzana en la Alcaldía de Miguel Hidalgo 25

Mapa 1.5 grado promedio de escolaridad 27

Mapa 1.6 población con limitación en la actividad 28



Mapa 1.7 Hacinamiento en la Vivienda por AGEB en la Alcaldía de Miguel Hidalgo 31

Mapa 1.8 Grado de Marginación por AGEB en Miguel Hidalgo 32

Mapa 1.9 total de viviendas por AGEB en Miguel Hidalgo..... 34

Mapa 1.10 Crecimiento de la Mancha Urbana 1950-2010..... 39

Gráficas

Gráfica 1.1 Superficie porcentaje de las unidades geomorfológicas de la Alcaldía Miguel Hidalgo. 13

Gráfica 1.2 Porcentaje de la superficie de la clase de roca y suelo de la Alcaldía Miguel Hidalgo 14

Gráfica 1.3 Porcentaje de la superficie de los suelos de la Alcaldía Miguel Hidalgo. 15

Gráfica 1.4 Hidrología subterránea de la alcaldía Miguel Hidalgo..... 16

Gráfica 1.5 Porcentaje de la cobertura de climas en la alcaldía Miguel Hidalgo. 17

Gráfica 1.6 Comportamiento de la temperatura y precipitación media mensual de la alcaldía Miguel Hidalgo. 1982 – 2010..... 18

Gráfica 1.7 Porcentajes de cobertura de los usos de suelo urbano en la alcaldía Miguel Hidalgo. 18

Gráfica 1.8 Porcentajes de cobertura de los distintos tipos de uso de suelo y vegetación de la Alcaldía Miguel Hidalgo. 19

Gráfica 1.9 Gráfica Poblacional de Miguel Hidalgo..... 21

Gráfica 1.10 Población Masculina y Femenina en 2015 en la Alcaldía de Miguel Hidalgo..... 22

Gráfica 1.11 Proyección Poblacional a 2030 22

Gráfica 1.12 Pirámide Poblacional de Miguel Hidalgo, 2010 24

Gráfica 1.13 Tipos de Pirámides poblacionales..... 24

Gráfica 3.1 Función de vulnerabilidad a inundación por tipo de vivienda..... 134

Figuras

Figura 2.1 Índice de severidad de la sequía meteorológica, modelo Geophysical Fluid Dynamics Laboratory GFDL-R30. 98

Figura 2.2 Clasificación de la Intensidad de la Sequía..... 99

Figura 2.3 Mapa de frecuencia de heladas en la Alcaldía Miguel Hidalgo. 101

Figura 2.4 Mapa promedio anual de densidad de rayos a tierra en la Ciudad de México 104

Figura 2.5 Delimitación de la microcuenca de la Alcaldía Miguel Hidalgo..... 105

Figura 3.1 Menaje de casa por tipo de vivienda. 134

Figura 4.1 Representación gráfica de la medición del Riesgo en función del peligro y vulnerabilidad 136



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Directorio de Participantes

SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO (SEDATU)

Mtro. Román Meyer Falcón

Secretaria de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano

Lic. David Ricardo Cervantes Peredo

Subsecretario de Ordenamiento Territorial

ALCALDÍA DE MIGUEL HIDALGO

Lic. Víctor Hugo Romo Guerra

Alcalde de Miguel Hidalgo

M.A.P. Arlette María Salyano Tourres

Directora de Protección Civil

EQUIPO CONSULTOR

Dr. Fermín Carreño Meléndez, Mtro. Erik Diez de Bonilla Santiago, Geog. Enrique Saucedo Plata, Geog. Hermes David Valdez Quiroz, Geog. Raúl Iván Gutiérrez Calderón, Geog. Carlos Felipe Alcántara Durán

Presentación

Los fenómenos naturales de carácter destructivo siempre han aparecido de forma recurrente, impredecible e inevitable. A lo largo de la historia, en el territorio de la Alcaldía Miguel Hidalgo, los fenómenos naturales han provocado variaciones al paisaje y en algunos casos pérdidas económicas por daño a infraestructura. Sin embargo, en los últimos años, estos fenómenos aunados con procesos de expansión urbana y crecimiento poblacional han incrementado la magnitud de los daños causados. De ahí la importancia de tomar consciencia de que los ciclos naturales no son ajenos a los habitantes de la Alcaldía y que pueden ser perjudiciales si no existe un pleno conocimiento de su dinámica. Así mismo, cuando las personas se exponen a los fenómenos naturales extremos sin tomar precauciones dan como resultado impactos negativos tanto a la economía como a la salud humana.

Miguel Hidalgo es una Alcaldía que está expuesto a los desastres naturales por su ubicación geográfica y consecuente dinámica geológica y climática. De esta manera, a lo largo de la historia reciente se han presentado diversos desastres naturales como inundaciones y sismos.

Por ello, en la agenda local de protección civil, la prevención de desastres ha tomado una gran relevancia, debido principalmente a la diversidad de fenómenos que pueden causar catástrofes en nuestro territorio. Así, se ha reconocido la importancia de establecer estrategias y programas de largo alcance enfocados a prevenir y reducir sus efectos, y no sólo focalizar recursos para la atención de las emergencias y la reconstrucción. Esta estrategia debe lograr que la sociedad sea capaz de afrontar los peligros naturales asegurando al mismo tiempo que el desarrollo no incremente la vulnerabilidad y por ende el riesgo. Sólo así se podrá garantizar un municipio menos vulnerable y una población más preparada y segura.

Es por lo anterior que se debe de contar con un Atlas de Riesgos a fin de contar con instrumento de prevención, mitigación y respuesta más eficientes y precisas. Para ello es importante en primera instancia actualizar y completar el diagnóstico de las zonas más susceptibles a padecer daños, es decir, conocer las características de los eventos que pueden tener consecuencias desastrosas y determinar la forma en que estos eventos inciden en la Alcaldía Miguel Hidalgo.

Es así que Alcaldía Miguel Hidalgo, ha dado un gran paso hacia una política responsable en materia de prevención de desastres, con la elaboración de su Atlas de Riesgos, una iniciativa de la Alcaldía que cuenta con el apoyo del programa “Prevención de Riesgos” de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano del Gobierno Federal. Mediante este documento, la Alcaldía tendrá la certeza de contar con un instrumento de identificación de Peligros, Vulnerabilidad y Riesgos que ayude a fortalecer la orientación de políticas públicas a fin de prevenir o mitigar los daños a la población, causados por fenómenos perturbadores de origen natural.

Los estudios realizados para integrar el presente documento se elaboraron de conformidad a las metodologías establecidas por la SEDATU en las “Términos de Referencia para la Elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos 2018”.



Capítulo 1 Fase I. Marco Teórico

1.1 Introducción, antecedentes y objetivo

Introducción

El presente Atlas de Riesgos se conforma de cinco fases: Fase I Marco Teórico; Fase II Identificación de la Susceptibilidad y los Peligros ante Fenómenos Perturbadores de Origen Natural; Fase III Vulnerabilidad; Fase IV Riesgo / Exposición; y Fase V Propuesta de Estudios, Obras y Acciones.

La primera Fase consiste en desarrollar la teoría que va a fundamentar el Atlas de Riesgos, realizando una revisión de la literatura y cartografía sobre el tema. Esto consiste en buscar las fuentes documentales que permitan detectar, extraer y recopilar la información de interés para construir el marco teórico pertinente al proyecto. También se define la caracterización de los elementos de medio natural, atendiendo los siguientes temas: fisiografía, geología, geomorfología, edafología, hidrología, climatología, uso de suelo y las áreas naturales protegidas de la zona de estudio, así como la caracterización general de la situación demográfica, social y económica de la zona de estudio, con indicadores básicos que revelan las condiciones generales en las que se encuentra el municipio.

La Fase II incluye la información substancial que da forma y esencia al Atlas, por lo anterior se desarrollará con la mayor rigurosidad el análisis de cada uno de los fenómenos perturbadores identificando su periodo de retorno o probabilidad de ocurrencia, área de incidencia, intensidad del fenómeno representada en varios escenarios y nivel de impacto de la población, viviendas, infraestructura y equipamiento afectado por cada uno de los escenarios. Los estudios llevados a cabo son de los siguientes temas:

- Fenómenos Geológicos
 - o Erupciones volcánicas
 - o Sismos
 - o Tsunamis
 - o Inestabilidad de laderas
 - o Flujos
 - o Caídos o derrumbes
 - o Hundimientos
 - o Agrietamientos
- Fenómenos Hidrometeorológicos
 - o Ondas cálidas y gélidas

- o Sequías
- o Heladas
- o Tormentas de granizo
- o Tormentas de nieve
- o Ciclones tropicales
- o Tornados
- o Tormentas eléctricas
- o Inundaciones

La Fase III se incluye la información respecto a los resultados de analizar la vulnerabilidad social y para algunos fenómenos la vulnerabilidad física. La vulnerabilidad física consiste en la evaluación de la vulnerabilidad de los sistemas expuestos, los que en la mayoría de los casos, son obras construidas por el hombre. La metodología existente para el análisis de vulnerabilidad solo se presenta para los fenómenos de viento, sismos, bajas temperaturas e inundaciones.

La Fase IV consiste en que una vez analizada la susceptibilidad-peligro de cada fenómeno perturbador presente en el municipio de estudio y su vulnerabilidad, se procede a estimar y valorar las pérdidas o daños probables sobre los agentes afectables y su distribución geográfica. La estimación del riesgo puede valorarse de distintas maneras, por lo general se suele llevar a cabo mediante diversas metodologías simplificadas basadas principalmente en regresiones aritméticas o sobre posicionamiento de archivos de sistema de información geográfica (álgebra de mapas). Dichas metodologías se componen de variables que presentan en forma general los peligros y la vulnerabilidad, de tal manera que al conjugarlas se obtiene un indicador que estima el nivel de riesgo. La obtención del riesgo por medio de técnicas probabilistas requiere en un inicio de la identificación y análisis de los principales factores naturales y sociales que inciden en el municipio, así como de estadísticas existentes acerca de los eventos de desastre ocurridos con anterioridad, el impacto y frecuencia de ocurrencia de los fenómenos perturbadores sobre los sistemas afectables.

Las bases teóricas y sistémicas para la elaboración del Atlas de Riesgos de la Alcaldía Miguel Hidalgo se derivan de lo establecido en las “Términos de Referencia para la Elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos 2018”, la cual a su vez se conformó de acuerdo con los criterios de clasificación y los términos de referencia establecidos por el CENAPRED en materia de riesgos.

En general, se procedió a realizar una recopilación e investigación documental de datos primarios, en las principales instituciones nacionales de información del territorio, tales como INEGI, CONAGUA, SEGOB, SMN, SGM, INE, CONABIO, u organismos equivalentes estatales y municipales, particularmente de las áreas de Protección Civil. Posteriormente los datos se procesaron en función de la guía metodológica de la SEDATU, con base a los niveles aplicables de cada caso, zonificando las áreas de incidencia de los fenómenos, las áreas de vulnerabilidad, así como el grado de riesgo predominante.

Se llevaron a cabo estudios técnicos y documentales del territorio municipal para determinar las zonas de riesgo por fenómenos naturales y antropogénicos.



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Con base a la identificación de peligros y/o vulnerabilidad, se realizó la zonificación de estos por medio de un Sistema de Información Geográfica (SIG), para generar cartografía digital y mapas impresos, en la que se determinarán las Zonas de Riesgo (ZR) ante los diferentes tipos de fenómenos.

Una vez obtenida dicha cartografía se realizó un análisis completo de riesgos, señalando qué zonas son las más propensas a sufrir procesos destructivos, cuantificando población, áreas, infraestructura, equipamiento con probable afectación y señalando puntualmente qué obras o acciones se proponen para mitigar el riesgo.

El análisis delimitará con precisión las ZR, hará referencia a los mapas de riesgos, peligros y/o vulnerabilidad e interpretará sus resultados, procurando hacer vinculaciones entre fenómenos perturbadores cuando estos se superpongan.

Los mapas finales representan el grado o nivel de riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante cada uno de los fenómenos naturales. Los mapas se presentan en un anexo aparte, en el orden asignado por las Guías de la SEDATU; en caso de no existir algún fenómeno en la zona, éste no se desarrolló, asentando en el documento las razones por las cuales dicho mapa no se realizó.

Las propuestas de acciones y obras están enfocadas a la reducción y mitigación de riesgos; están basadas en la detección y localización de zonas de riesgo o peligro y están ubicadas en la cartografía entregada.

Antecedentes

La Delegación Miguel Hidalgo ha sido escenario de diversos fenómenos tanto geológicos como hidrometeorológicos. Por los fenómenos hidrometeorológicos, sufre año con año graves problemas de inundaciones como las ocurridas en julio de 2007, 2010 y 2017 quizás relacionadas con la problemática en la infraestructura pluvial de la zona con cárcamos, presas y lumbreras.

En esta Delegación cruzaban los canales, de La Piedad, Becerra, así como los ríos y presas Tacubaya, Tecamachalco, San Joaquín y el Tornillo, además de los cuerpos de agua artificiales como son los dos Lagos de Chapultepec y las presas de Dolores y Barrilaco, lo que acrecienta el riesgo para la población considerando que en la de planicie lacustre, por el subsuelo arenoso, se convierte en una zona de mayor aceleración sísmica.

En cuanto hace a los fenómenos geológicos, además de encontrarse en una zona sísmica, la zona poniente de la Delegación tiene un gran problema por la existencia de minas que, asociadas a las fuertes precipitaciones, podrían desencadenar un proceso de remoción en masa, especialmente en la zona sur-poniente (por los barrancos). En septiembre de 2011 ocurrió un derrumbe en la Colonia Tacubaya.

Objetivos

Objetivo General

Diagnosticar, ponderar y detectar los riesgos, peligros y/o vulnerabilidad en el espacio geográfico de la Alcaldía Miguel Hidalgo.

Objetivos Particulares

- Contar con un documento cartográfico y escrito que representa y zonifica cada uno de los fenómenos naturales perturbadores de manera clara y precisa.
- Desarrollar y fundamentar una base de datos homologada para cada uno de los fenómenos naturales perturbadores presentes.
- Sentar las bases para definir un esquema de prevención, planeación y gestión del riesgo.

1.2 Mapa Base

La zona que abarca el presente estudio comprende los límites territoriales de la Alcaldía de Miguel Hidalgo, una de las 16 Alcaldías que comprende la Ciudad de México, el cual cuenta con una superficie de 46.8 km² **Fuente especificada no válida.** lo que representa el 3.1% de la superficie total de la Ciudad de México. Para la elaboración del Mapa Base se utilizará la Carta Topográfica de INEGI, escala 1:50,000, Clave E14A39, Serie III, Edición 2015.

Sus coordenadas geográficas son: los paralelos 19° 23' y 19° 28' de latitud norte; los meridianos 99° 10' y 99° 15' de longitud oeste; altitud entre 2 200 y 2 500 m. Tiene colindancias al norte con el estado de México y la Alcaldía Azcapotzalco; al este con las Alcaldías Azcapotzalco, Cuauhtémoc y Benito Juárez; al sur con las Alcaldías Benito Juárez, Álvaro Obregón y Cuajimalpa de Morelos; al oeste con la Alcaldía Cuajimalpa de Morelos y el Estado de México. **Fuente especificada no válida..**

Con respecto a las vías de comunicación la Alcaldía cuenta con 16 estaciones del metro, divididas en cuatro líneas 1, 2, 7 y 9 y dos líneas de Metrobús. Es atravesada por múltiples ejes viales tales como la Autopista Urbana Norte (anillo periférico), en dirección norte a sur, Avenida Río San Joaquín, Av. Paseo de la Reforma, Av. Marina Nacional y Calzada General Mariano Escobedo, solo por mencionar algunas. Cuenta con una red de interconexión vial de 1,879 calles y es atravesada por dos vías férreas aún en operación.

1.3 Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica

Para fines de diagnóstico general de peligros, riesgos y vulnerabilidad, se utilizará una escala 1:80,000; para una evaluación urbana, la escala será de 1:40,000; mientras que los estudios que requieran una escala local, se analizarán a escala 1:20,000.

Tabla 1.1 Niveles de análisis y escalas de representación cartográfica

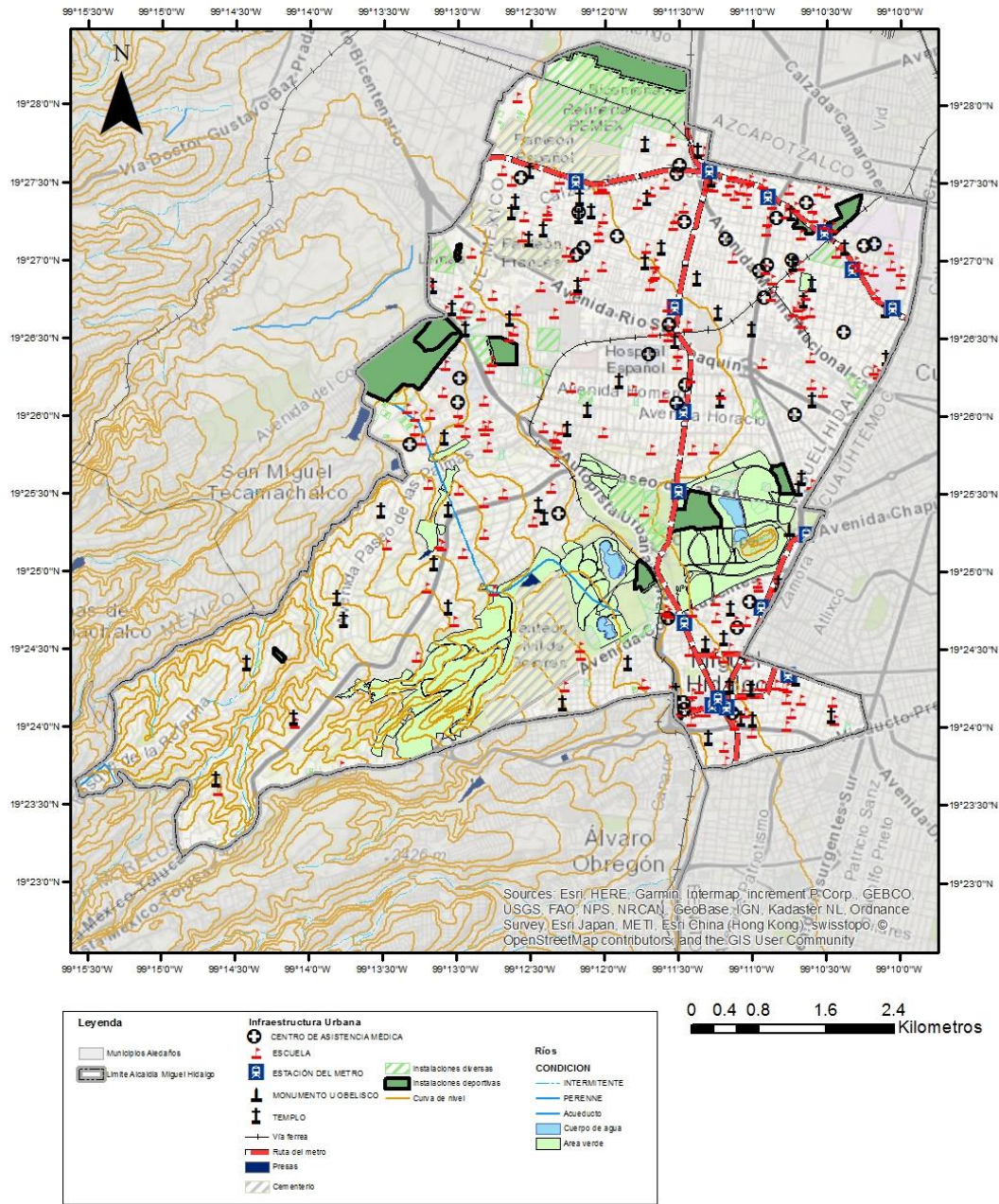
Fenómeno	Nivel de Análisis	Escala empleada
Fenómenos Geológicos		
Erupciones volcánicas	1	1:100,000
Sismos	1	1:100,000
Tsunamis	NA	NA
Inestabilidad de laderas	1	1:10,000
Flujos	1	1:25,000
Caídos o derrumbes	1	1:10,000
Hundimientos	1	1:10,000
Subsidencia	1	1:10,000
Agrietamientos	1	1:10,000
Fenómenos Hidrometeorológicos		
Ondas cálidas y gélidas	1	1:10,000
Sequías	1	1:100,000
Heladas	1	1:100,000
Tormentas de granizo	1	1:100,000
Tormentas de nieve	1	1:100,000
Ciclones tropicales	1	1:100,000
Tornados	1	1:100,000
Tormentas polvo	1	1:100,000
Tormentas eléctricas	1	1:100,000
Lluvias extremas	1	1:100,000
Inundaciones pluviales, fluviales y lacustres	1	1:1,000

Fuente: elaboración propia

1.4 Caracterización de los elementos del medio natural

El Atlas de Riesgos tiene la finalidad de diagnosticar, ponderar y detectar los riesgos, peligros y vulnerabilidad de un determinado espacio. Un paso necesario para lograr el objetivo anterior consiste en analizar las condiciones geográficas del área de estudio de manera detallada. Para ello se estudian diversos

Mapa 1.1 Mapa Base de la Alcaldía de Miguel Hidalgo (Mapa Topográfico)



Fuente: Cartas topográficas de INEGI.



temas, conocidos como elementos del medio natural, los cuales condensan la información indispensable para comprender el entorno geográfico.

El estudio integrado de los elementos geográficos nos permite un acercamiento inicial para conocer y entender la dinámica natural de un área, y con ello determinar los principales fenómenos que ocurren en dicha zona, así como su periodicidad, magnitud recurrente y localización. Los elementos del medio natural necesario para este tipo de estudios son: fisiografía, geología, geomorfología, edafología, hidrología, climatología, uso del suelo y vegetación.

En primera instancia, se presenta la fisiografía local, que muestra los distintos tipos de relieve; el conocimiento de su tipología y su ubicación. Dicha información permite tener un panorama de las topoformas que, asociadas a otras características del área, nos proveen del análisis primario de fenómenos naturales potencialmente peligrosos.

En lo que se refiere a la geomorfología, esta información permite conocer los procesos formadores del relieve; con ello se determinan tanto la dinámica endógena y exógena del territorio, que, a su vez, contribuyen a predecir eventuales cambios en el relieve, por ejemplo, deslizamientos por inestabilidad de laderas.

Por otro lado, la geología proporciona la información básica de los tipos de roca, mostrando su distribución espacial, sus edades, su origen, y su relación con otras estructuras como fallas y fracturas. Estos datos están directamente relacionados con la intensidad de los sismos, los deslizamientos de ladera, fallas y hundimientos, entre otros peligros.

La edafología trata sobre los distintos tipos de suelo; esta información permite identificar las características esenciales de los materiales edáficos como consolidación, granulometría, susceptibilidad a la erosión y su comportamiento ante los influjos de otros factores como clima y actividades humanas.

La hidrología describe la distribución espacial en un territorio dado de los cuerpos de agua y cauces que llevan agua, ya sean permanentes o estacionales, así como el tipo de aguas que los ocupan, como podrían ser pluviales o subterráneas. Estos datos, combinados con otros elementos del medio natural, permiten hacer determinaciones puntuales de peligros, por ejemplo, identificar áreas de inundación.

La información climática permite conocer los patrones meteorológicos y atmosféricos que se presentan en una determinada área y con ello conocer el tipo de fenómenos hidrometeorológicos más comunes, además de sus características generales como zona de impacto, magnitud probable y recurrencia temporal.

El uso de suelo y vegetación permite identificar la distribución espacial de las actividades humanas, los centros de población, las áreas agropecuarias, así como las zonas que están dedicadas a la conservación de los ecosistemas naturales. Esta información es fundamental para conocer el grado de exposición de la sociedad a los peligros naturales. Asimismo, en el caso de las áreas naturales protegidas, se conoce la ubicación de los ecosistemas vulnerables a determinados peligros, como incendios o erosión, por mencionar algunos.

Toda la información relacionada con lo anterior se expresa en mapas temáticos, ya que los datos tienen una variabilidad espacial, que sólo se puede visualizar con claridad en un documento cartográfico. Estos mapas temáticos representan el primer elemento para integrar una panorámica general de los riesgos actuales y probables a los que está expuesta la Alcaldía de Miguel Hidalgo. A continuación, se presenta la información relevante a cada elemento del medio natural en el área de estudio.

1.4.1 Fisiografía

La Alcaldía de Miguel Hidalgo se ubica en el altiplano mexicano, dentro de la provincia denominada “Eje Neovolcánico” ó “Cinturón Volcánico Transmexicano”. Dicha provincia se encuentra formada por un conjunto de planicies escalonadas que van desde los estados de Colima y Nayarit hasta Veracruz. Estas se disponen desde los 500 hasta los 2600 msnm y son producto de acumulaciones volcánicas y movimientos tectónicos, ambos procesos de intensidad considerable a lo largo del Cuaternario. Sobre las planicies que conforman el relieve se encuentran elevaciones volcánicas, serranías de pequeños conos, campos volcánicos y varios volcanes compuestos. Otro rasgo esencial lo dan las amplias cuencas cerradas ocupadas por lagos que tienen su origen en el bloqueo del drenaje original. Esta provincia fisiográfica funge como límite geológico, climático, geobiológico y biogeográfico.

Debido a su diversidad en cuanto a formas del relieve y morfogénesis, esta gran provincia se divide a su vez en varias subprovincias, con características particulares. La totalidad de la Alcaldía Miguel Hidalgo se localiza dentro de la subprovincia “Lagos y Volcanes del Anáhuac”. Esta es la mayor de las subprovincias que integran el Eje Neovolcánico, consta de sierras volcánicas y grandes aparatos individuales que se alternan con amplias llanuras, en su mayoría vasos lacustres.

Estas características se encuentran muy bien representadas dentro del territorio de la alcaldía ya que se localizan relieves accidentados con pendientes abruptas, zonas de ladera con pendientes suaves y zonas de acumulación totalmente planas. En este sentido se puede dividir al relieve en 3 zonas:

- Zonas escarpadas. - Se localizan al suroeste de la Alcaldía y forman parte de la Sierra de las Cruces. Cabe mencionar que en esta zona se encuentran grandes áreas residenciales, sobretudo, en el área limítrofe con la Alcaldía Cuajimalpa
- Zonas de transición. - Se ubican en el extremo noreste, con pendientes suaves, a través de la vía Circuito Interior. La elevación más importante es la de Chapultepec, con una altitud de 2,260 msnm, que se localiza en la zona sur-centro de la Alcaldía.
- Zonas planas. - Estas se encuentran principalmente hacia el este de la elevación de Chapultepec. La altitud más baja de la delegación corresponde a 2,235 msnm

Tabla 1.2 Provincias fisiográficas ubicadas dentro de la Alcaldía Miguel Hidalgo.

Provincia	Subprovincia	% de superficie de la alcaldía	Sistema de topoformas	% de superficie de la alcaldía
Eje Neovolcánico	Lagos y Volcanes del Anáhuac	100	Lomerío de tobas	15.95
			Llanura (Vaso lacustre)	84.05

Fuente: Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Fisiográfica 1:1 000,000 serie I. INEGI

El sistema de topoformas corresponde a los lomeríos de tobas que se encuentran en la zona suroeste de la Alcaldía, principalmente, en las colonias Lomas de Chapultepec, Lomas Altas, Lomas de Bezares, Lomas de Reforma, Real de Lomas, Plan de Barrancas y una parte de la tercera Sección del Bosque de



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Chapultepec. Todas estas colonias poseen un origen de carácter ígneo explosivo, formado por material volcánico consolidado. Por otro lado, casi el 85% de la alcaldía corresponde a la topoforma de vaso lacustre, los cuales corresponden a suelos integrados por depósitos que se encuentran en cuerpos de agua y que están formados principalmente por arcillas.

1.4.2 Geomorfología

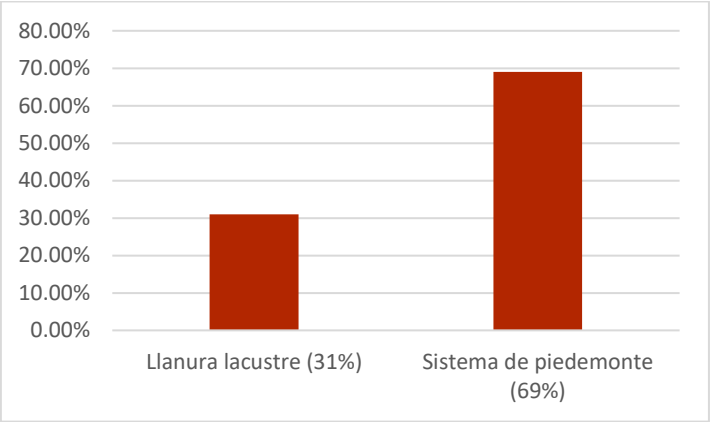
La geomorfología es la ciencia que se encarga de estudiar y comprender el origen y evolución de los distintos elementos del relieve, los cuales son el resultado de la interacción de procesos endógenos (creadores) y exógenos (modeladores). Cada una de las formas del relieve interactúa con los elementos del medio geográfico de distinta forma, propiciando que en cada una se presenten distintas dinámicas, las cuales es necesario conocer y entender para la correcta interacción del hombre con el medio.

La geomorfología de la alcaldía Miguel Hidalgo se encuentra definida principalmente en dos. La primera es una llanura o planicie de origen lacustre correspondiente al Ex Lago de Texcoco. Con depósitos profundos de hasta 20 m y su constitución es con base en estratos arenosos y limo-arenosos, intercalados con capas de arcilla lacustre como es el caso de las colonias Polanco, Anzures, Verónica Anzures, Tlaxpana, Anáhuac y Casco de Santo Tomás.

La otra formación geomorfológica corresponde a una rampa acumulativa-erosiva con procesos de sedimentarios, correspondiente al piedemonte de la Sierra de las Cruces. Dentro de esta rampa podemos encontrar con la presencia de cavernas y oquedades en rocas, como el caso de las colonias América y Daniel Garza. Por encima de este proceso de acumulación de sedimentos y en el centro de la cuenca se encuentran importantes capas de arcillas lacustres formados a partir de extensos lagos someros. Tanto, depósitos aluviales como lacustres fueron influenciados de manera importante por las manifestaciones volcánicas más recientes como las cenizas, pómez y tobas en general, los cuales enriquecieron dichos depósitos (IIUNAM, 2014).

Como se comentó con anterioridad, la alcaldía forma parte de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, por lo que su relieve está ligado estrechamente a las características geológicas y procesos morfológicos propios de esta gran región. Estos últimos, han modelado al relieve en dos grandes unidades geomorfológicas con múltiples características y dinámicas. Las llanuras lacustres y el sistema de piedemonte son las principales unidades geomorfológicas que se encuentran.

Gráfica 1.1 Superficie porcentaje de las unidades geomorfológicas de la Alcaldía Miguel Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia.

Cada una de estas grandes unidades responde de manera distinta a las acciones de los procesos modeladores (movimientos gravitacionales, erosión fluvial, eólica, etc.) y formadores del relieve (levantamientos tectónicos, acumulación de sedimentos, vulcanismo, entre otros). Además, las características geográficas de la alcaldía, como clima, geología, vegetación, edafología, hidrología y fisiografía han originado que se presenten a su vez distintas unidades morfogénicas.

La zona más activa geomorfológicamente corresponde a la Sierra de las Cruces, la cual está constituida por ocho estratovolcanes: Zempoala (3,690 msnm), La Corona (3,770 msnm), San Miguel (3,870 msnm), Salazar (3,660 msnm), Chimalpa (3,420 msnm), Iturbide (3,620 msnm), La Bufo (3,460 msnm), y La Catedral (3,780 msnm). Cerca del 31% de la superficie de la demarcación está constituida por los relictos de la llanura lacustre y son materiales no consolidados, ricos en materia orgánica. El 69% de la superficie son sistemas de piedemonte, específicamente Rampa acumulativa-Erosiva con Procesos de Sedimentación.

Esta sierra no ha escapado a la invasión de la mancha urbana, prácticamente toda la zona de piedemonte ha sido ocupada por asentamientos humanos. Como es frecuente en estos casos, muchas construcciones están expuestas a peligros, sobre todo por corrientes torrenciales en la parte baja de los valles.

Tabla 1.3 Principales unidades morfogénicas.

Grupo	Unidad morfogénica	Descripción	Área (Km2)	% de Sup.
Sistema de piedemonte	Rampa acumulativa-erosiva con procesos de sedimentación	Este grupo posee el 69% del territorio de la demarcación	31.87	69
	Llanuras lacustres y y/o palustre (relictos)	Cuenta con un 31% de la superficie	14.48	31
			46.35	100

Fuente: Lugo H., Diccionario Geomorfológico, UNAM. México 1989.



1.4.3 Geología

La Cuenca de México (CM), se encuentra dentro del Cinturón Volcánico Mexicano, el cual es corresponde a una cadena de volcanes que se extienden desde el estado de Nayarit hasta el estado de Veracruz. En este cinturón, se encuentran una gran variedad de volcanes en forma, tamaño y composición química.

Dentro de la CM, los acontecimientos que dieron origen y transformación han llevado alrededor de 25 millones de años. La cuenca se encuentra actualmente en lo que en un principio fue parte del mar somero, luego se convirtió en una planicie costera, después en una zona de subducción y finalmente una cuenca lacustre. Estos eventos tuvieron lugar durante el Mioceno, Plioceno y Pleistoceno. Finalmente la CM es una cuenca endorreica que se formó como resultado de la obstrucción del antiguo Valle de México por actividad volcánica cuaternaria (andesítico-basáltica) que edificó la Sierra de Chichinautzin, al Sur de la Ciudad de México (Huerta y Duran, 2005).

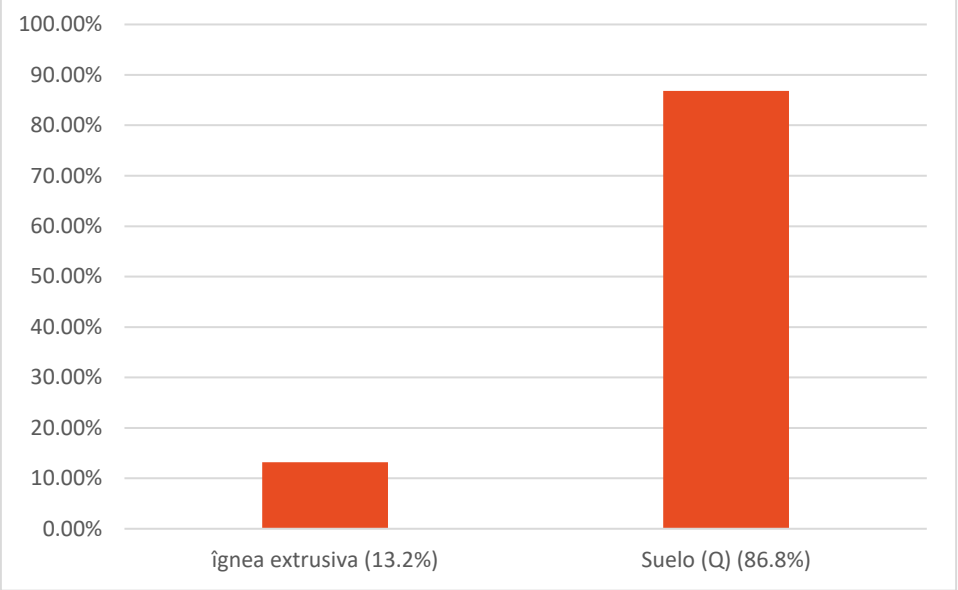
La CM puede ser dividida en dos regiones, la región norte y la región sur. Ambas están separadas por el estrecho de San Cristóbal, el cual se forma entre la sierra de Guadalupe y el cerro de Chiconautla, y en ellas se encuentras rocas volcánicas que abarcan edades desde el Oligoceno. La CM está limitada por la sierra de las Cruces y Monte Alto en su región W-SW, por la sierra de Chichinautzin en el sur, por la sierra Nevada en el E-SE, por la sierra de Calpulalpan, caldera de Chignahuapan y sierra del Singuilucan en el NE, por la sierra de Pachuca en el norte y por las sierras de Tezontlalpan y Tepotzotlán en el NW (IIUNAM, 2014).

En el contexto de la alcaldía, las unidades litológicas, predomina el suelo aluvial, depósitos piroclásticos y lacustres en las partes bajas e intermedias, y de rocas ígneas extrusivas tales como la andesita y diversos productos piroclásticos en las zonas altas de la delegación.

El 86.79% del territorio de la alcaldía corresponde a suelo de origen ígneo y el restante 13.22% corresponde a roca ígnea extrusiva la cual representa 612.94 hectáreas de la superficie total y se ubica en la zona suroeste, ahí se encuentran las barrancas y las colonias Lomas de Bezares, Real de Lomas, Lomas Altas, Bosques de las Lomas y una parte de la Tercera Sección del Bosque de Chapultepec las restantes 4022.64 hectáreas corresponden a la clasificación Suelo (Cenozoico, Cuaternario).

La geología de la alcaldía está compuesta por rocas de tipo ígnea extrusiva y suelo Q(s). Con base en la zonificación geotécnica de la ciudad de México, una parte de la alcaldía Miguel Hidalgo se asienta en el piedemonte de la Sierra de las Cruces y la porción noreste se asienta sobre la zona de transición. En general el terreno se caracteriza por poseer un sustrato firme depositado fuera del ambiente lacustre, como es el caso de las Lomas Chapultepec y la cordillera del poniente; por otro lado, también existen depósitos arenosos en estado blando, en estas zonas existe una predominancia de cavernas y oquedades procedentes de rocas ígneas extrusivas, tal y como es el caso de las colonias América y Daniel Garza, específicamente.

Gráfica 1.2 Porcentaje de la superficie de la clase de roca y suelo de la Alcaldía Miguel Hidalgo.



Fuente: elaboración propia.

El 86.8% del territorio corresponde a suelo y el restante 13.2% corresponde a ígnea extrusiva. La superficie de ígneas extrusivas consta de 6.1 km² de la superficie total de la demarcación y se ubica en la zona suroeste, donde se encuentran las barrancas y las colonias Lomas de Bezares, Real de Lomas, Lomas Altas, Bosques de las Lomas y una parte de la Tercera Sección del Bosque de Chapultepec; las restantes 40.0 km² corresponden a Suelo.

Tabla 1.4 Tipos de roca y suelo localizados en la alcaldía Miguel Hidalgo.

Roca / Suelo	Características	Área (Km2)	% de superficie
Suelo Q(s)	El tipo de suelo consiste en texturas medias	40.2	86.8
Volcanoclástico Ts(Vc)	Son fragmentos rocosos tales como cenizas, arenas, etc., arrojados durante las erupciones volcánicas explosivas. En su conjunto originan tobas, brechas y otras rocas. Por su trabajo y forma pueden ser bombas, bloques, lapilli, arenas, cenizas.	6.1	13.2

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2010. 1:250000.

1.4.4 Edafología

El suelo es uno de los principales soportes de la vida al igual que el agua y el aire, ocupa la mayor parte de superficie terrestre y sobre él se dan la mayor parte de las actividades humanas. Es considerado como una superficie de contacto donde interactúan varios factores que intervienen en su formación y determinan sus características particulares como la geología, el tiempo, el clima, la geomorfología y la vegetación. De igual forma es catalogado como un recurso natural no renovable debido a que su proceso de formación y madurez tarda cientos de años.



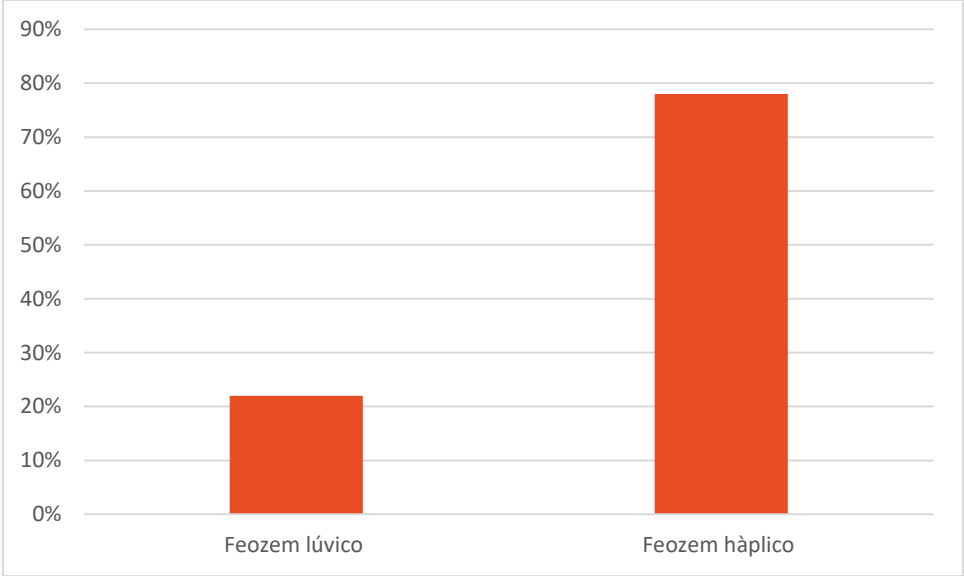
Así pues, el suelo es un material que se desarrolla en respuesta a interacciones ambientales complejas, evoluciona de manera gradual y responde de distinta manera ante las condiciones del medio geográfico. Es por esa razón que existen varios tipos de suelo a lo largo del país. En la Cuenca del Valle de México se presentan diferentes tipos de suelo resultado de sus particulares condiciones espaciales.

Las condiciones geomorfológicas e hidrológicas que presenta la alcaldía como planicies lacustres, y sistemas de piedemonte han determinado de manera preponderante el tipo de suelo encontrado dentro de la alcaldía. En las zonas de piedemonte que corresponden a la porción de la Sierra de las cruces, se localizan los suelos de tipo feozem lúvico. Estos suelos son ricos en arcillas, son de color oscuro y de alto contenido de materia orgánica: como suelo secundario que está expuesto a la combinación con el feozem háplico; esta combinación tiene textura media.

Los feozem háplicos poseen una capa superficial, oscura y rica en materia orgánica y nutriente. Oscilan los 50 cm de espesor, los valores de P.H. muestran un patrón fluctuante que puede deberse al cultivo y a diferencias de la composición del material a procesos superficiales.

En la siguiente grafica se observa el porcentaje de superficie que ocupan los suelos en la alcaldía, para destacar que la mayor parte son de tipo feozem háplico con un 78%, seguido por feozem lúvico (22%).

Gráfica 1.3 Porcentaje de la superficie de los suelos de la Alcaldía Miguel Hidalgo.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 1.5 Suelos ubicados dentro de la alcaldía Miguel Hidalgo.

Suelo	Características	Área (Km2)	% de superficie
Feozem Háplico	El Feozem es un suelo con una capa superficial oscura, algo gruesa, rica en materia orgánica y con nutrientes. No presenta ninguna propiedad especial.	36.12	78.0
Feozem lúvico	Es un suelo de color oscuro de alto contenido de materia orgánica y nutriente en los horizontes subyacentes	10.23	22.0
		46.35	100

Fuente: INIFAP - CONABIO 1995 y Guía para la interpretación de cartografía. Edafología INEGI 2004.

1.4.5 Hidrografía

La hidrografía de la alcaldía está compuesta principalmente por escurrimientos de tipo intermitentes, los principales son: el Rio Piedad, Consulado, Tacubaya, Becerra, Tecamachalco, San Joaquín (entubados) y el Rio el tornillo (a cielo abierto). La mayor parte de los escurrimientos nacen en las partes más altas de la Sierra de las cruces. Asimismo, es importante mencionar que la alcaldía cuenta 3 con cuerpos de agua artificiales: el lago mayor, el lago menor y el lago de Chapultepec además de dos presas: una ubicada en el Panteón Civil de Dolores y la otra en la barranca de Tecamachalco, que comparte con el Estado de México. Debido a la gran presión urbana, estos elementos se encuentran en un grado avanzado de contaminación.

La extracción de agua subterránea es del orden de 50 m3/s a través de obras hidráulicas, predominando pozos con profundidades superiores a los 100 m. La extracción de agua del acuífero de la Cuenca de México representa cerca del 70% del abastecimiento. El principal problema del acuífero es que no se recarga en su totalidad de manera natural con el agua de lluvia, que debiera infiltrarse a través de zonas permeables, ya que las grandes extensiones de concreto y/o asfalto impiden este proceso. Por otra parte, el problema de la recarga de acuíferos tiene que ver con el hecho de que gran parte del agua de lluvia es interceptada por el sistema de drenaje.

El acuífero de esta jurisdicción se ubica en la zona geohidrológica II-A, la cual está constituida por la formación Tarango, presenta espesores máximos de 200 metros en el poniente y hasta 500 m al oriente, donde es cubierto por un estrato de sedimentos finos de origen lacustre.

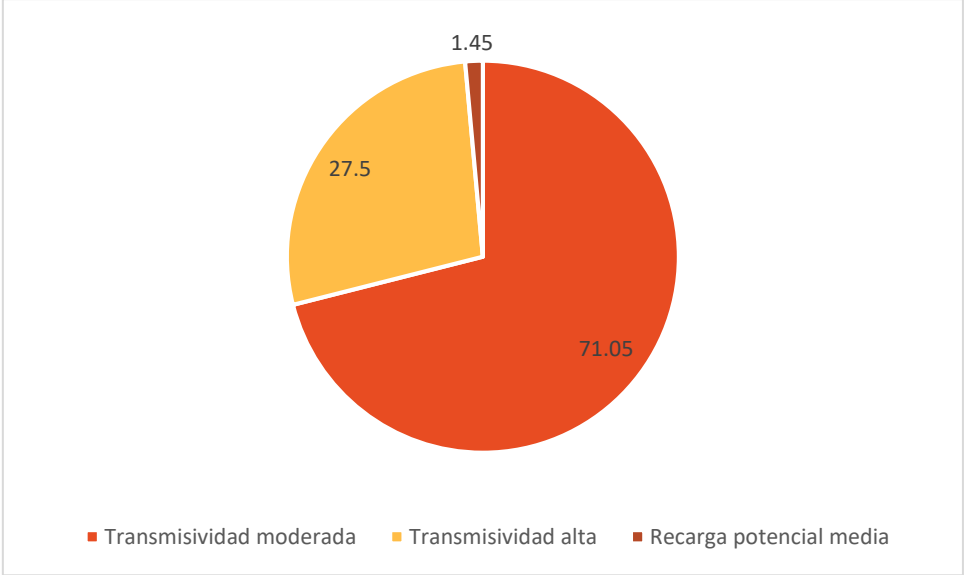
La zona noreste del bosque de Chapultepec destaca por ser una zona de recarga potencial media, inmersa en una zona de alta transmisividad que cubre toda la porción este del territorio de la alcaldía.

Tabla 1.6 Hidrología subterránea dentro de la alcaldía.

Clave	Descripción	Área (Km2)	% de superficie
Tm	Transmisividad moderada	32.9	71.0
Ta	Transmisividad alta	12.7	27.5
Rm	Recarga potencial media	.7	1.5
		46.3	100

Fuente: SACM.

Gráfica 1.4 Hidrología subterránea de la alcaldía Miguel Hidalgo.



Fuente: SACM

Los pozos se ubican hacia el norte y este de la demarcación. Los pozos particulares generalmente se ubican en la zona industrial para su autoconsumo. Asimismo, en las inmediaciones de las calles Santa Cruz Coacalco y Lago de Vietnam, la alcaldía cuenta con el primer jardín infiltrante para captación de agua de lluvia, medida con la cual pretende recargar en cierta el acuífero.

1.4.6 Cuencas y Subcuencas

La alcaldía se localiza dentro de la región hidrológica número 26 Pánuco (RH26) la cual se encuentra dentro de la Región Administrativa IX, Golfo Norte de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) la cual está conformada por 154 municipios de nueve entidades federativas, cuya superficie suma 127,867 km2, los cuales corresponden al 6.5% del territorio nacional.

Esta región hidrológica se encuentra integrada por las cuencas de los ríos Pánuco, Moctezuma, Tamuín y Támesi, además cubre parte de los estados de México, Hidalgo, Querétaro Puebla, Veracruz, Guanajuato, San Luis Potosí, Tamaulipas y Nuevo León, así como una parte del Distrito Federal, lugar donde el río Pánuco tiene su origen artificialmente. Es importante mencionar que esta región comprende completamente la cuenca del río Pánuco, que es uno de los más importantes del país tanto por la superficie que ocupa (84,956 km2), que lo coloca en el cuarto lugar entre los de la República, como por el elevado volumen de su escurrimiento, que ocupa el quinto lugar en el ámbito nacional.

De igual forma, el territorio de la alcaldía se encuentra ubicado dentro de la subcuenca Lago de Texcoco y Zumpango, misma que forma parte de la Cuenca del Río Moctezuma. Esta cuenca se encuentra situada entre los 19° y 22° de latitud norte y entre los 90° y 100°15' de longitud oeste. Está limitada por las siguientes

cuencas hidrológicas: al sur con la del río Balsas, al oriente con las de los ríos Tuxpan, Cazones y Tecolutla, al poniente con la del río Lerma y al norte con las de los ríos Tempoal y Pánuco.

Por otra parte, la subcuenca Lago de Texcoco y Zumpango es de tipo endorreica, es decir el agua no tiene salida fluvial hacia el océano, cualquier precipitación que escurra dentro de la cuenca a través de corrientes regularmente de tipo intermitente permanece en ese lugar, dejando al sistema únicamente por infiltración o evaporación, este tipo de procesos contribuyen a la concentración de sales en el lugar. Actualmente el lago de Texcoco se encuentra en proceso de desaparición y el de Zumpango en curso de recuperación ya que representa un alto valor ecológico para la zona. En esta subcuenca se localizan obras de ingeniería como el Canal de las Sales y el Gran Canal de Desagüe.

Tabla 1.7 Regiones, cuencas y subcuencas hidrológicas de la alcaldía Miguel Hidalgo

Región			Cuenca			Subcuenca		
Clave	Nombre	% de la superficie	Clave	Nombre	% de la superficie	Clave	Nombre	% de la superficie
RH26	Pánuco	100	D	R. Moctezuma	100	p	L. Texcoco y Zumpango	100

Fuente: Prontuario de Información Geográfica de los Estados Unidos Mexicanos. INEGI 2009.

1.4.7 Clima

La Alcaldía Miguel Hidalgo se caracteriza por tener un clima templado subhúmedo con lluvias en verano (Cw) y presenta una precipitación media anual de 900 mm. La temperatura promedio anual es de 15°C; en los meses cálidos se registran temperaturas de 19°C y en temporada invernal la temperatura desciende hasta los 8°C (González Escamilla, 2014). La temperatura la máxima es de 24.8°C y la mínima de 8.6°C.

Existen tres tipos de clima en la demarcación: **C(w2)**, **C(w1)** y **C(w0)** (García, 2004).

Las colonias que se encuentran dentro de la superficie con clima **C(w2)** son Lomas de Bezares, Real de Lomas, Plan de Barrancas, Lomas de Reforma y Bosques de las Lomas. Estas se ubican al suroeste de la demarcación y coinciden con las zonas de. La superficie que cubre este tipo de clima es de 819 hectáreas.

Respecto al clima **C(w1)**, se ubica en las siguientes zonas: las tres secciones del Bosque de Chapultepec, los panteones Dolores y Francés, San Joaquín y la Ex Refinería 18 de marzo. Se ubica al centro y noroeste de la demarcación y es clima predominante en la alcaldía con 3521 hectáreas del territorio.

Finalmente, el clima **C(w0)** se sitúa en las colonias: Verónica Anzures, Santo Tomás, Un Hogar para Todos y una parte de la colonia Nextitla. Asimismo, la parte noreste de la demarcación, en colindancia con las alcaldías Cuauhtémoc y Azcapotzalco. Cubre únicamente 296 hectáreas del territorio.

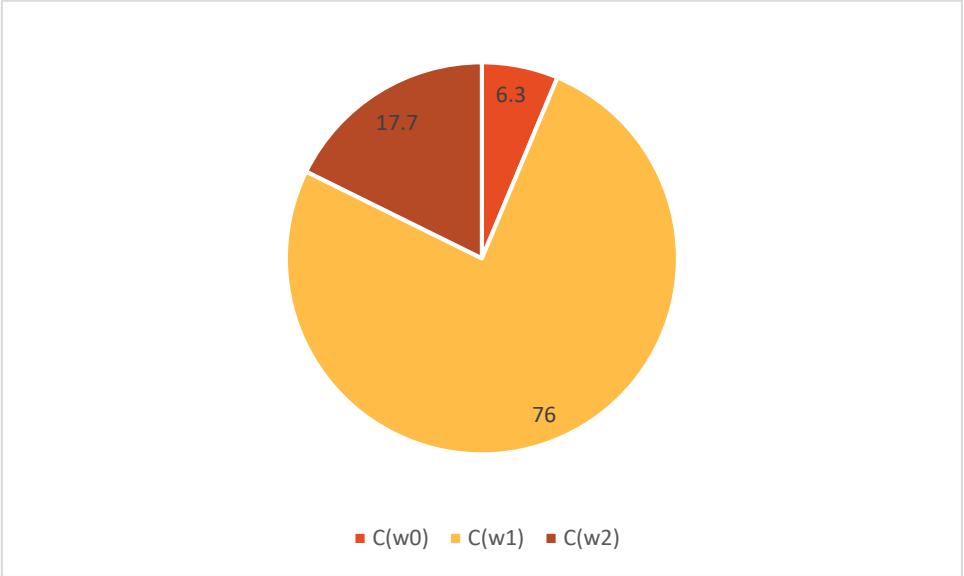
Tabla 1.8 Climas de la alcaldía Miguel Hidalgo.

Clima	Descripción	Ubicación	Área (Km²)	% de superficie
C(w0)	Templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C, subhúmedo, precipitación anual de 200 a 1,800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.	Este clima se presenta hacia el noreste de la alcaldía, en colindancia con la delegación Cuauhtémoc y Azcapotzalco. Las colonias que se ubican en esta zona son Verónica Anzures, Santo Tomás, Un Hogar para Todos y una parte de la colonia Nextitla.	2.9	6.3
C(w1)	C(w1) Templado subhúmedo: Temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3 y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C, subhúmedo, precipitación anual entre 200 a 1,800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.	Es el clima mayoritario en la alcaldía. Corresponde al centro y noroeste de donde se encuentran sitios como las tres secciones del Bosque de Chapultepec, los panteones Dolores, francés, San Joaquín y la Ex Refinería 18 de marzo,	35.2	76.0
C(w2)	C(w2) Templado subhúmedo: Temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C temperatura del mes más caliente bajo 22°C, precipitación anual de 200 a 1,800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias en verano del 5 al 20% anual	Las colonias que se encuentran dentro de este tipo de clima son: Lomas de Bezares, Real de Lomas, Plan de Barrancas, Lomas de Reforma y Bosques de las Lomas, que corresponden a las	8.2	17.7

Clima	Descripción	Ubicación	Área (Km²)	% de superficie
		zonas de las barrancas al suroeste del territorio de la alcaldía.	46.3	100

Fuente: Conjunto de datos vectoriales de la serie recursos naturales, INEGI.

Gráfica 1.5 Porcentaje de la cobertura de climas en la alcaldía Miguel Hidalgo.

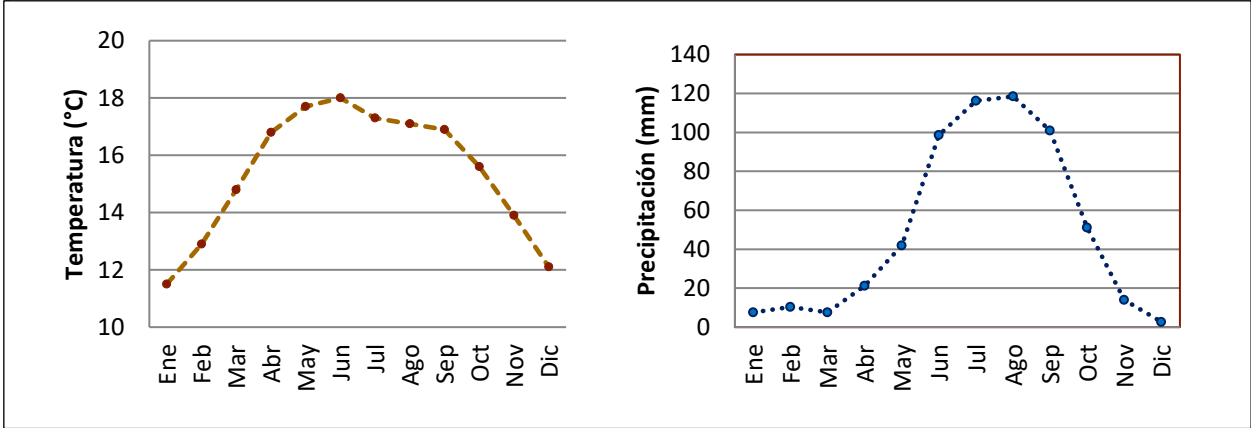


Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con datos proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional en el lapso de 1981-2010 se ha registrado en la alcaldía una temperatura media de anual de 15.4 °C y una precipitación de 591 mm. Cabe destacar que, en algunos registros se han detectado fenómenos hidrometeorológicos extremos como inundaciones y lluvias extremas atípicas y granizos. Este último incluye una declaratoria de desastre en el año 2014. Estos eventos se detallarán más adelante en el apartado correspondiente.

Los siguientes gráficos muestran el comportamiento medio anual de estos elementos del clima.

Gráfica 1.6 Comportamiento de la temperatura y precipitación media mensual de la alcaldía Miguel Hidalgo. 1982 – 2010.



Fuente: Normales Climatológicas, SMN.

Las temperaturas máximas en la alcaldía oscilan los 30 a 34°C y se concentran al centro de la demarcación. La temperatura media anual es de 22.1°C como mínimo en los meses de enero y hasta los 36.7°C para los meses de marzo y una media anual de 16.7°C. Por otro lado, las temperaturas mínimas tienen un rango -2 a 4°C. Los meses más fríos son de noviembre a febrero, en este periodo las temperaturas oscilan de -1 a 0°C.

Con base en el Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México¹ Para el año 2015 los vientos predominantes presentaron velocidades de 1.35 m/s a los 2.23 m/s con una dirección Noroeste a Sureste (NW–SE). Para el año 2016 los vientos tuvieron un intervalo de 1.35 m/s a 2.23 m/s y la dirección del viento predominante fue de Nor-Noreste a Sur-Sureste (NNW–SSE). Con base en lo anterior, se puede afirmar que los vientos no representan un fenómeno importante en la demarcación.

1.4.8 Uso de suelo

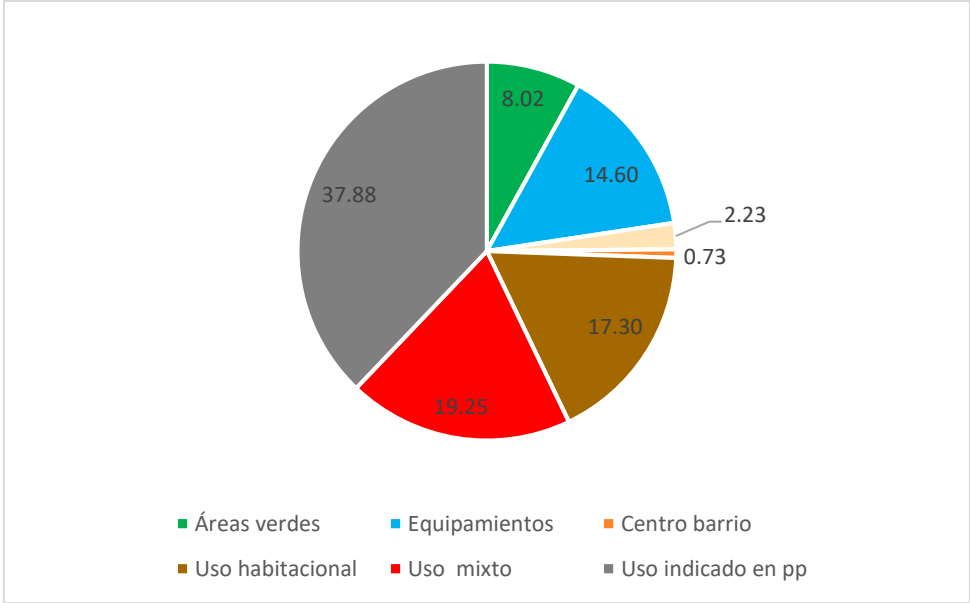
Es indispensable conocer el uso de suelo urbano y su zonificación para conocer cómo se está utilizando la superficie del territorio. De acuerdo con la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, se define como zonificación, a la división del suelo urbano o de conservación en zonas, para asignar usos del suelo específicos o una mezcla de ellos, con relación a las características socioeconómicas y de funcionamiento de estas; constituyendo uno de los principales componentes del ordenamiento territorial.

La finalidad de la zonificación consiste en lograr mayor eficacia en la utilización y funcionalidad del suelo dentro de la estructura urbana. La zonificación constituye un instrumento importante para las tareas de planeación, e impone modalidades y limitaciones de utilización a la propiedad privada, en la medida en que se constituye en disposiciones obligatorias legalmente al derivarse de los programas de desarrollo urbano.

¹ Estación de monitoreo Miguel Hidalgo para los años 2015 y 2016.

Con base en el PMGROT, 2016 la alcaldía tiene 7 usos de suelo urbano: áreas verdes, equipamientos, espacio abierto, habitacional, mixto, centro barrio y las áreas que corresponden a algún plan parcial, tal y como se muestra en la siguiente gráfica.

Gráfica 1.7 Porcentajes de cobertura de los usos de suelo urbano en la alcaldía Miguel Hidalgo.



Fuente: Programa Delegacional de Gestión de Riesgo y Ordenamiento Territorial, Miguel Hidalgo, 2016

Tabla 1.9 Porcentajes de cobertura de los usos de suelo urbano.

Tipo de cobertura	Características	Área (Km2)	% de superficie
Áreas verdes	Espacios ocupados con árboles, arbustos o plantas, que pueden cumplir funciones de esparcimiento, recreación, ecológicas.	3.7	8.0
Equipamientos	Conjunto de edificios y espacios, predominantemente de uso público. Ocupa el 14.6% del territorio.	6.8	14.6
Espacio abierto	Espacio complementario que puede cumplir funciones de esparcimiento y recreación	1.0	2.2
Centro barrio	Ocupa el 0.7% de la alcaldía	0.3	0.7
Uso habitacional	Representa el 17.3% de superficie	8.0	17.3
Uso mixto	Posee el 19.3% de superficie de la demarcación	8.9	19.3
Plan parcial	Los usos previstos de estas zonas se encuentran en los programas parciales	17.5	37.9
		46.35	100

Fuente: Programa Delegacional de Gestión de Riesgo y Ordenamiento Territorial, Miguel Hidalgo, 2016



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

En cuanto a tenencia de la tierra se identifican 10 asentamientos irregulares. Dos de ellos se localizan en Zona Federal propiedad de Ferrocarriles Nacional de México, tres se encuentran sobre el derecho de vía del ferrocarril, uno más sobre el derecho de vía, uno más en propiedad privada, además dos en predios propiedad de la delegación y, por último, otro en un predio propiedad del Gobierno del Distrito Federal.

Estos asentamientos presentan características de vivienda precaria, con construcciones de lámina de asbesto, de cartón, de materiales de desecho, asimismo presentan en su mayoría, un déficit de servicios urbanos.

1.4.9 Vegetación

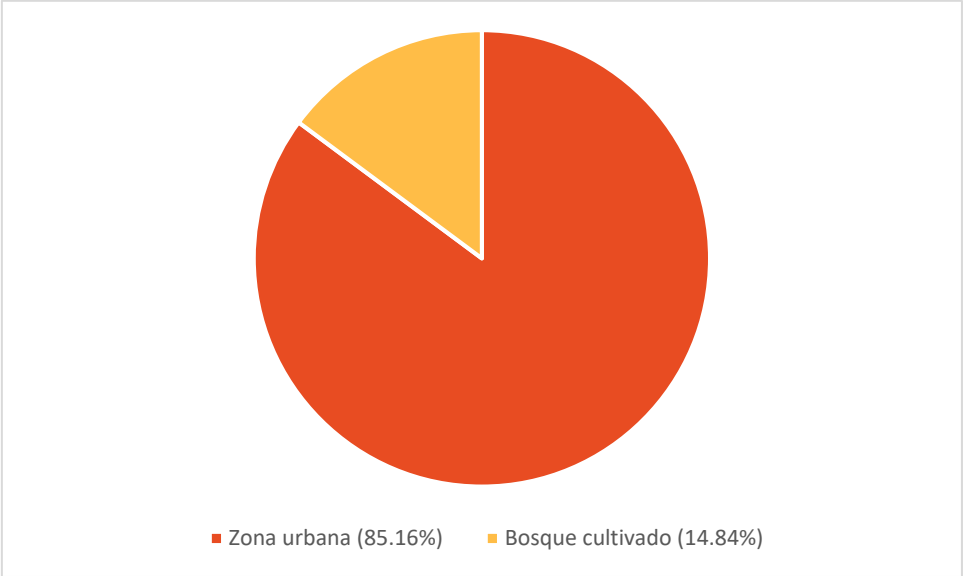
Uno de los aspectos que es indispensable conocer al momento de realizar diagnósticos o estudios del riesgo es cómo se está utilizando la superficie del territorio ya que no todos los fenómenos susceptibles de ocasionar peligros o riesgo se desenvuelven con la misma forma o intensidad en un tipo de cobertura que en otro, por ejemplo, la susceptibilidad a movimientos de ladera no va a ser la misma en una superficie cubierta por bosque que en aquellas zonas desprovistas de árboles. Esta información es muy importante para la puesta en marcha de políticas de planeación, ordenamiento territorial, desarrollo urbano y el aprovechamiento de los recursos naturales.

La vegetación en la alcaldía ha sido alterada de manera irreversible por el crecimiento de la mancha urbana. Los tipos de vegetación encontrados dentro de la alcaldía Miguel Hidalgo se pueden dividir en dos tipos: bosque cultivado y zona urbana. Con base en los datos de INEGI de su Serie VI, el uso de suelo para la alcaldía Miguel Hidalgo es mayoritariamente urbano, a excepción de los bosques cultivados de Chapultepec y Las Lomas. La primera representa un total de 39.2 km² equivalentes al 85.16% del territorio de la alcaldía mientras que el territorio de bosques cultivados apenas representa el 14.84%.

Es importante señalar que la alcaldía cuenta con áreas verdes urbanas de relevancia para la ciudad. Una de ellas, es el parque bicentenario el cual tiene destinado el 60% de su superficie para áreas verdes. Una parte del terreno que ocupa el parque pertenece a la alcaldía.

Además de estos dos usos de suelo descritos anteriormente, es importante señalar el valor ambiental de las barrancas, que aún con el desarrollo urbano que existe en ellas, preserva características ambientales importantes. Según el Programa Municipal de Ordenamiento Territorial, hasta el 2012, se contaba con un programa parcial de desarrollo cuyo objetivo era regular el crecimiento ordenado de la zona sin que se perdieran los servicios ambientales que ofrecen las barrancas.

Gráfica 1.8 Porcentajes de cobertura de los distintos tipos de uso de suelo y vegetación de la Alcaldía Miguel Hidalgo.



Fuente: Conjunto vectorial de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI, INEGI 2016.

Tabla 1.10 Uso del suelo y vegetación de la Alcaldía Miguel Hidalgo.

Tipo de cobertura	Características	Área (Km2)	% de superficie
Zona urbana	Ocupan la mayor parte de la alcaldía	39.3	85.1
Bosque cultivado	Es la plantación de diferentes especies arboladas realizadas por el hombre sobre todo en aquellas áreas que presentan una perturbación debido a las actividades humanas. Generalmente cumplen fines productivos: ornamentales, recreativos, de reforestación y prevención de erosión.	7.0	14.9
		46.3	100

Fuente: Conjunto Vectorial de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI INEGI, 2016.

1.4.10 Áreas naturales protegidas

De acuerdo con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales
de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

En nuestro país se cuenta con 182 áreas naturales de carácter federal, y cada uno de los Estados tiene diferentes categorías de ANP. Al interior de la alcaldía, existen 4 ZSCE (Zonas Sujetas a Conservación Ecológica) que son: Bosque de Chapultepec Tercera Sección I y II, Bosques de las Lomas, Barranca de Tecamachalco y Bosque de Chapultepec.

Tabla 1.11 ANP de la Alcaldía Miguel Hidalgo.

Nombre	Fecha de decreto	Tipo	Categoría	Área (Km2)	% de superficie
Bosque de Chapultepec Tercera Sección I y II	10/06/1992	Local	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	.02	5.26
Bosques de las Lomas	10/08/1994	Local	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	.0026	0.56
Barranca de Tecamachalco	23/12/2011	D.F.	Área de Valor Ambiental del Distrito Federal con la categoría de Barranca	.0011	0.25
Bosque de Chapultepec	02/12/2006	D.F.	Área de Valor Ambiental del Distrito Federal con la categoría de bosque urbano	6.86	14.79
				6.88	20.86

Fuente: CONANP, 2016.

Bosque de Chapultepec Tercera Sección I y II.

Es una zona importante de preservación ecológica para especies de flora y fauna, así como fuente de servicios ambientales. En el año 1992 fue decretada Área Natural Protegida con una superficie de 243.9 ha, de las cuales 53.5 ha corresponden a áreas verdes.

Bosques de las Lomas.

La Zona Sujeta a Conservación Ecológica “Bosques de las Lomas”, está localizada dentro de suelo urbano y fue decretada como ANP en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 1994. En ella, pueden establecerse usos recreativos, áreas verdes y espacios abiertos. Cabe mencionar que de las 26.40 ha que constituyen la reserva, 6.04 ha de ellas han sido ocupadas por la presión urbana que ejercen las colonias de Bosques de las Lomas y Real de las Lomas (PAOT, 2009)

Barranca de Tecamachalco.

La “Barranca Tecamachalco” posee una superficie de 11.82 ha y representa un área de importancia ambiental debido a qué: 1) Es hábitat de flora y fauna silvestre, por ejemplo, encino blanco (*Quercus laurina*)

y mulato azul (*Melanotis caerulescens*) (2) Sus árboles actúan para evitar la erosión, 3) Forma parte del sistema hidrológico al captar agua pluvial para recargar los acuíferos, 4) Como un recurso paisajístico.

Bosque de Chapultepec.

El Bosque de Chapultepec tiene una superficie total de 686.01 que se distribuyen de la siguiente manera: 274.08 hectáreas en la Primera Sección, 168.03 hectáreas en la Segunda Sección y 243.90 hectáreas en la Tercera Sección. En estas tres secciones se desarrolla una variedad importante de servicios, actividades culturales, deportivas y de recreación.

La variedad de servicios y actividades que se desarrollan en el Bosque de Chapultepec genera la mezcla de usos en gran parte de su territorio, especialmente en la Primera y Segunda Secciones, debido a la diversidad de espacios de recreación que en ellas se encuentran.

1.5 Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos

La dinámica demográfica, así como las actividades y estructura económica que componen a la Alcaldía de Miguel Hidalgo, constituyen una parte fundamental a considerar dentro del Atlas de Riesgo. Esto permite la identificación de los diversos factores socioeconómicos culturales y políticos, detectando el grado de vulnerabilidad social que pudieran presentar ciertos sectores de la sociedad, facilitando la toma de decisiones, y el planteamiento de estrategias dirigida a la población que pueda ser más susceptible a sufrir daños por los riesgos, ya sean estos naturales o provocados por el ser humano.

1.5.1 Elementos demográficos

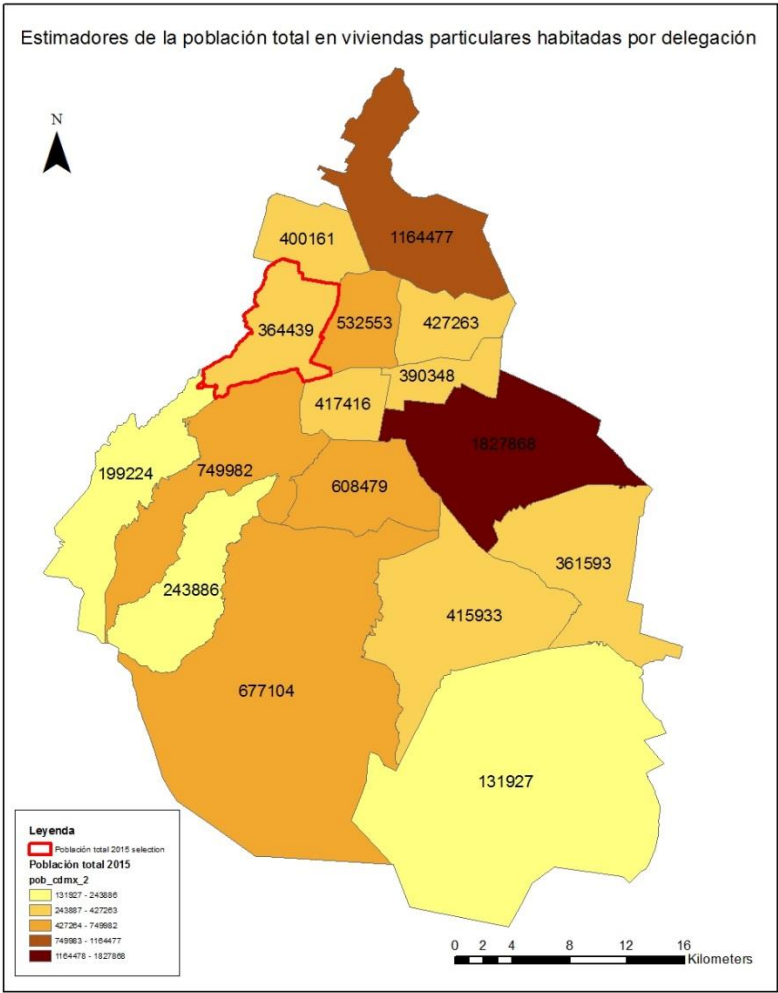
Lo componentes demográficos de los que se hace mención en está caracterización, corresponden a las variables estadísticas poblacionales, generadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), recopilada a través de los Censos y Conteos Poblacionales, con los que se construye lo indicadores que muestran la manera en la que está estructurada la población.

Para esté análisis en particular se utilizarán los censos de población y vivienda de INEGI levantados cada 10 años, las encuestas intercensales y para la actualización de datos poblacionales se utilizará la encuesta intercensal 2015 a nivel de la Alcaldía. Para los datos censales a nivel AGEB y a nivel manzana se tendrá que trabajar con los datos del Censo 2010, ya que la encuesta intercensal solo arroja información a nivel municipal.

1.5.1.1 Dinámica demográfica

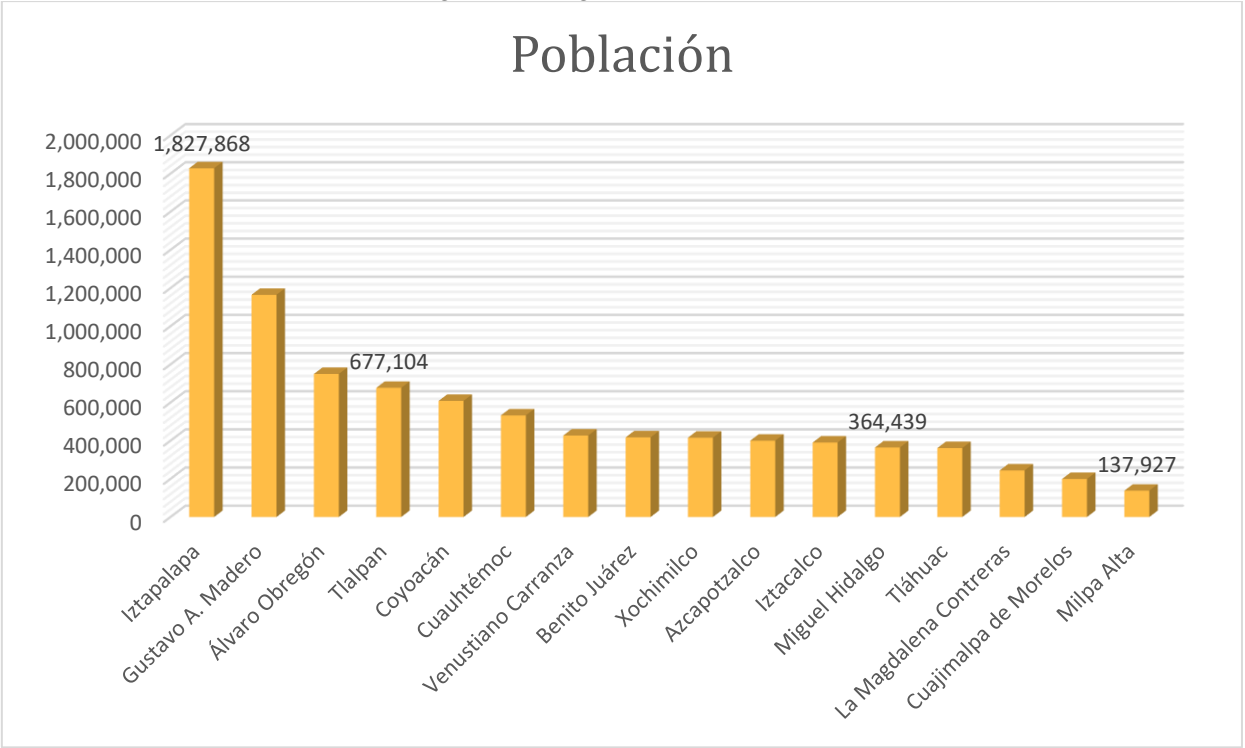
La Ciudad de México, según datos obtenidos por el INEGI, contaba con una población de 8,985,339 habitantes en el año 2015; cuenta con 2,601,323 viviendas y tiene un grado de escolaridad promedio de 11.1 años. Alcaldía de Miguel Hidalgo concentra al 4.05% de la población total fija, es decir, a 364,439 habitantes, de los cuales el 54.15% eran mujeres (197,354), mientras que el 45.84% restante eran hombres (167,085).

Mapa 1.2 Mapa Poblacional de Miguel Hidalgo



Fuente: elaboración propia con base en INEGI. Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015.

Gráfica 1.9 Gráfica Poblacional de Miguel Hidalgo



Fuente: elaboración propia con base en INEGI. Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015.

Como se puede observar en la gráfica anterior la Alcaldía de Miguel Hidalgo en la doceava menos poblada en orden descendente, es decir es de la entidad con menos población fija de la Ciudad de México, pero con un gran número de población flotante, si sumamos la población fija más la población flotante que llega diariamente a la Alcaldía esta rebasa el millón de habitantes diarios.

De acuerdo con cifras del “DECRETO QUE CONTIENE EL PROGRAMA DELEGACIONAL DE DESARROLLO URBANO PARA LA DELEGACIÓN MIGUEL HIDALGO”, presentado ante la Asamblea Legislativa del Distrito Federal, este establece que la Alcaldía de Miguel Hidalgo recibe diariamente un total de 872,757 personas de población flotante, que acuden a la Alcaldía para actividades de trabajo, comerciales, educativas, recreativas y culturales principalmente, viajes/persona/día; requiriendo 311,466 en modo de transporte privado y 561,757 el público. Esto significa que diariamente la Alcaldía rebasa en un 240%, es decir prácticamente duplica su población fija en el transcurso de un día en promedio.

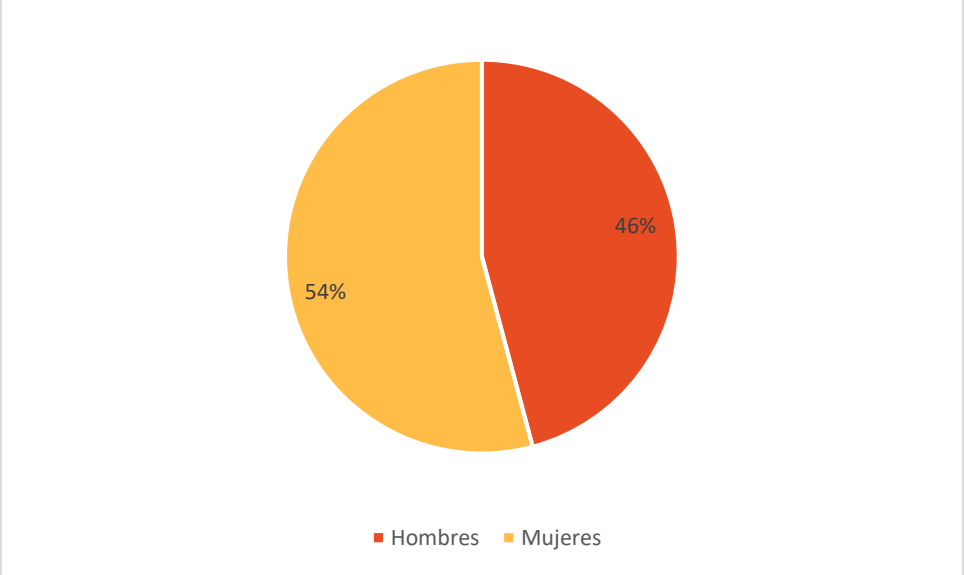
La Alcaldía de Miguel Hidalgo ha tenido una dinámica migratoria del 19.85% de la población total, son personas que ha nacido en otra entidad federativa, pero radica en la Alcaldía, es decir 72,342 habitantes, mientras que la población mayor de 5 años que ha nacido en Miguel Hidalgo pero ha residido en otra Entidad Federativa para el 2010 son 21,889. Es decir, el 6% de esa categoría de edad, de acuerdo con cifras del Censo de Población y Vivienda 2010.



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Para el año 2017, el crecimiento natural fue de 16,529 personas, originando una tasa de crecimiento natural de 4.5 por mil habitantes. Por otro lado, la tasa bruta de natalidad fue de 48.3 por cada mil habitantes, ya que en el año 2017 se registraron 17,619 nacimientos y 1,090 defunciones.

Gráfica 1.10 Población Masculina y Femenina en 2015 en la Alcaldía de Miguel Hidalgo



Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en INEGI. Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015, Fecha de elaboración: 24/10/2016.

1.5.1.2 Proyección de la población de Miguel Hidalgo al año 2030

Según la CONAPO, la población de la Alcaldía de Miguel Hidalgo tendrá un decrecimiento durante los próximos años, de tal suerte que para el año 2030, la población total será de 354,616 , si para el año 2015 la población era de 364,439, eso significa que en 15 años la población tendrá un decrecimiento del -2.69%. A continuación, se presenta la tabla de población y la gráfica.

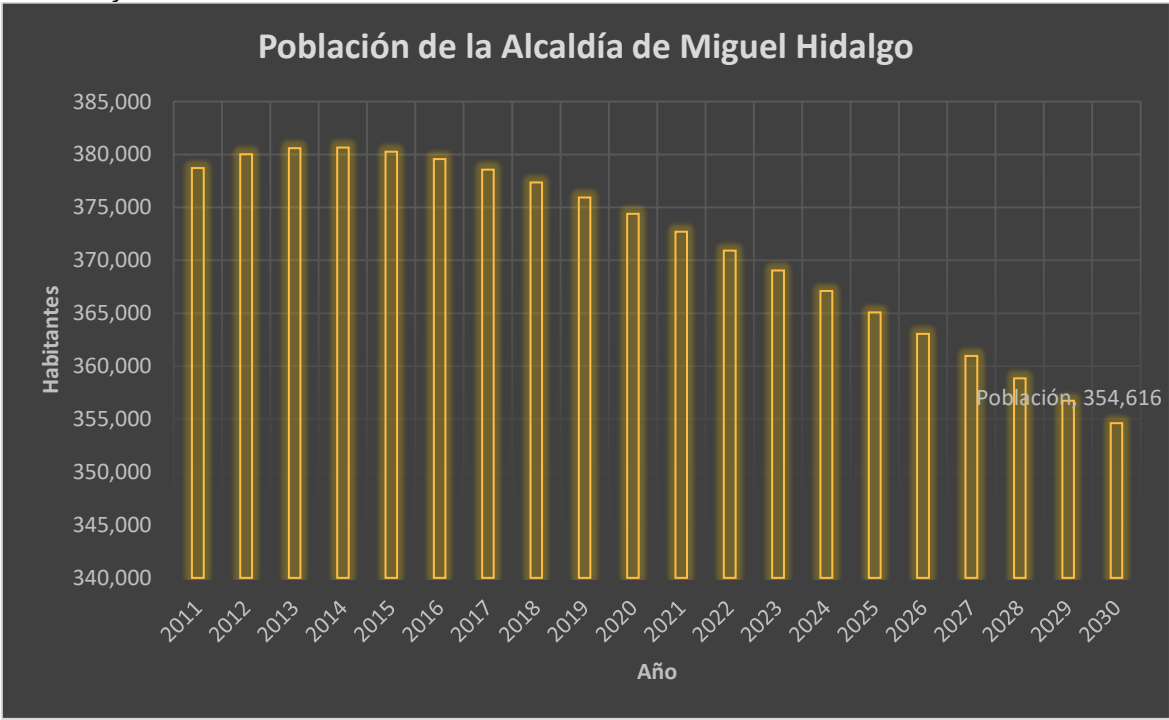
Tabla 1.12 Proyección de la población de Miguel Hidalgo por año, 2011-2030

Año	Población
2011	378,724
2012	380,012
2013	380,608
2014	380,661
2015	380,280
2016	379,559
2017	378,567

2018	377,352
2019	375,952
2020	374,398
2021	372,717
2022	370,929
2023	369,054
2024	367,106
2025	365,097
2026	363,043
2027	360,962
2028	358,861
2029	356,745
2030	354,616

Fuente: SNIIV.

Gráfica 1.11 Proyección Poblacional a 2030



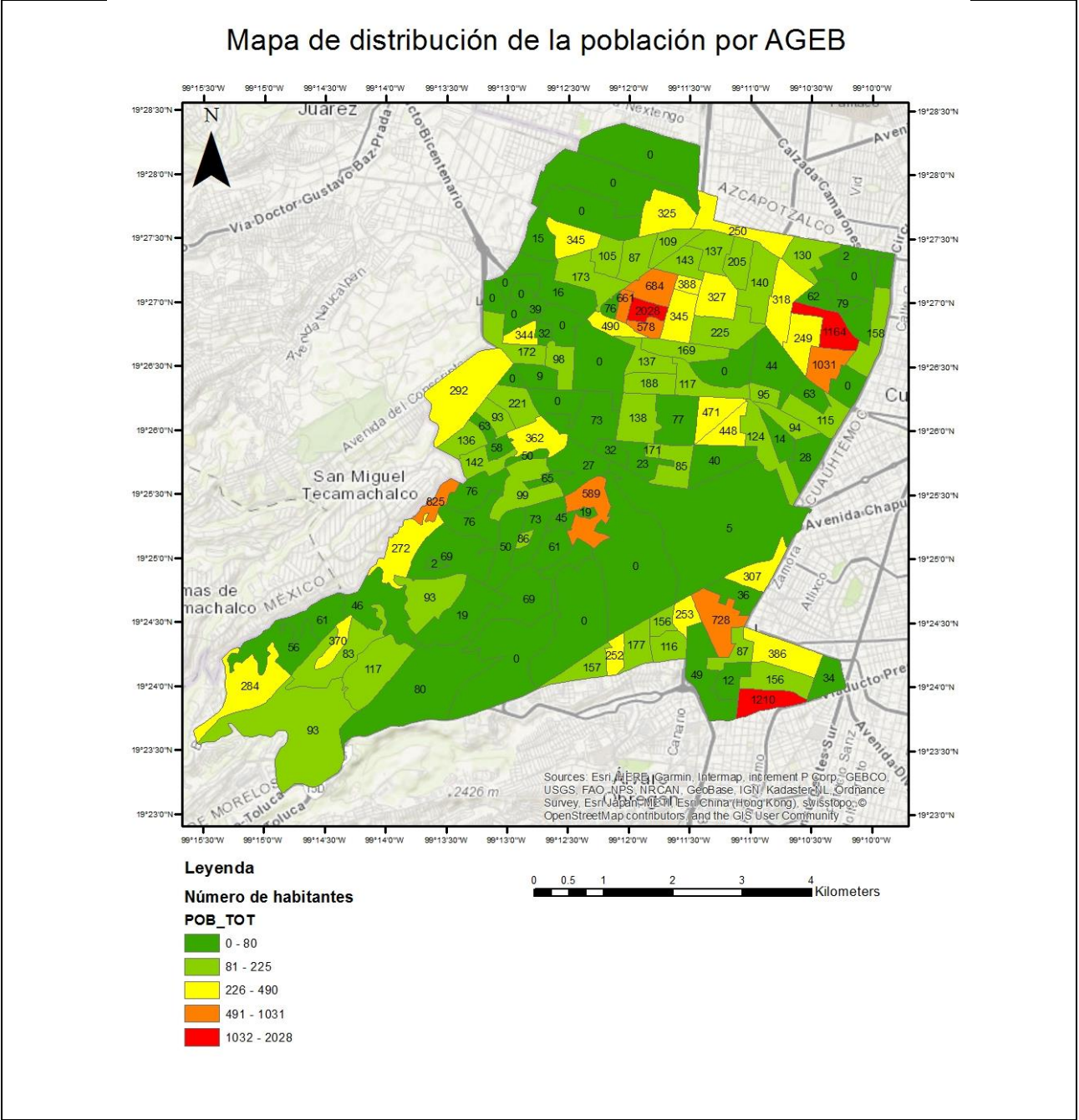
Fuente: Elaborado por CONAVI a partir de las proyecciones de población de México y las entidades federativas 1990-2030 de CONAPO.

1.5.1.3 Distribución de población

La Alcaldía de Miguel Hidalgo forma parte del continuo urbano de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. La superficie territorial está completamente urbanizada, la mayor cantidad de población se concentra en la zona norte de la Alcaldía en los límites con Azcapotzalco siendo las más pobladas las siguientes colonias: Anáhuac sección I y II, Pensil Norte, Pensil Sur, 5 de Mayo y Ventura Pérez de Alba. La segunda zona de mayor concentración poblacional es en la parte suroriente en los límites con Cuauhtémoc y Benito Juárez, siendo las colonias de mayor concentración poblacional: Escandón y San Miguel Chapultepec.

En lo que se refiere a la distribución de la población en función de las áreas geoestadísticas básicas (AGEB), los habitantes se concentran con mayor énfasis en colonias populares al norte de la Alcaldía, mientras que la menor concentración poblacional se localiza en la zona central de la Alcaldía en zonas como Polanco y Lomas de Chapultepec (AGEB).

Mapa 1.3 Distribución de la Población por AGEB en la Alcaldía de Miguel Hidalgo

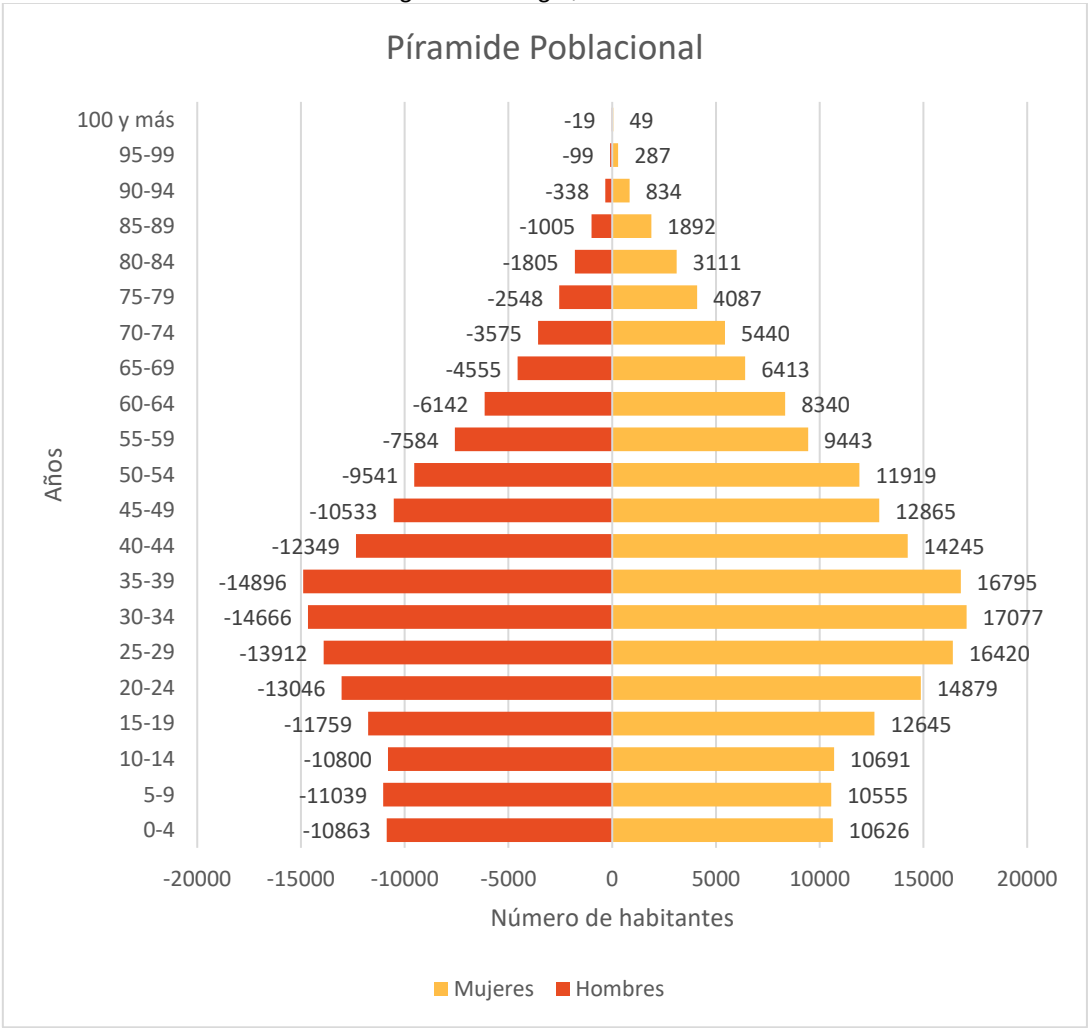


Fuente: INEGI 2010.

1.5.1.4 Pirámide Poblacional

En la pirámide de edades de Miguel Hidalgo, se observan los grupos quinquenales de edad, diferenciada por sexo. En la base, se observa mayor nacimiento de hombres, esta mayoría se mantiene hasta los 10 años, donde se concentra el 11.8% de la población total ; a partir los 15 años en adelante la cifra de mujeres se incrementa respecto a la de hombres, las cifras indican que más mujeres en la entidad llegaron a edades avanzadas en una relación de 62.6% mujeres contra 37.4% de hombres de 70 años y más, la base de la pirámide comienza siendo ancha, es decir, con un número importante de nacimientos 21,479 tan solo durante 2010, de los 5 a los 39 años se acumula el 51.9% de la población, las implicaciones directas de este fenómeno poblacional se dan en el empleo, así como en temas de carácter educativo, ya que la demanda de estos comienza a ser mayor.

Gráfica 1.12 Pirámide Poblacional de Miguel Hidalgo, 2010

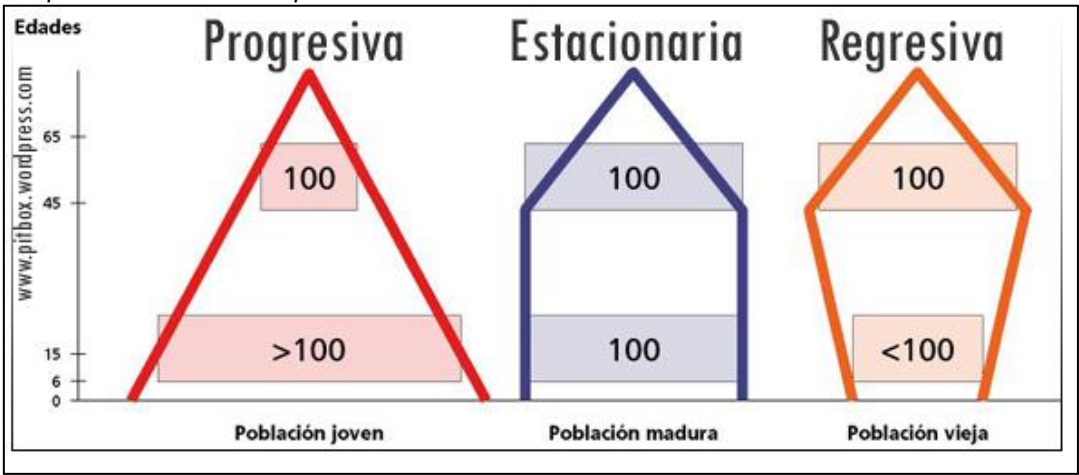


Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en el Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

Como se puede observar la Alcaldía aun presenta buenas cifras de natalidad. Sin embargo, ya el grupo mayoritario de población es el que está entre los 35 a 39 años. Esta es una pirámide que es de tipo regresiva, es más ancha en los grupos que inician en el centro y terminan en la parte superior, es decir, los de mayor edad. Su base (lugar donde se ubican las personas de menor edad) es más angosta, gracias al descenso en la natalidad y al envejecimiento constante de su población. Por tal motivo, la perspectiva de su futuro se encuentra en descenso, con crecimiento nulo o negativo. Esto de manera inmediata tendrá repercusiones en el ámbito laboral, ya que el grupo mayoritario, se encuentra en edades productivas.

La pirámide de población regresiva es un tipo de pirámide poblacional o demográfica que se observa mayormente en los países desarrollados y en aquellos donde su mayor población es adulto-mayor (países envejecidos).

Gráfica 1.13 Tipos de Pirámides poblacionales



Fuente: <http://pitbox.wordpress.com/2013/04/24/tipos-de-piramides-de-poblacion-progresiva-regresiva-y-estacionaria>

En un ejercicio de simplificación, para el año de 2015, del total de habitantes de la Alcaldía de Miguel Hidalgo, el 68,3% de la población total pertenecía al grupo de entre los 15 años hasta los 64 años, de los cuales 134,628 eran mujeres y 114,428 hombres, seguido por el grupo de 0 a 14 años con el 17.7 % de niñas y niños, es decir 31,872 y 32,702 respectivamente, mientras los adultos mayores que es el grupo de 65 años y más ocupaba el 9.8%, 22,113 mujeres y 13,944 hombres.

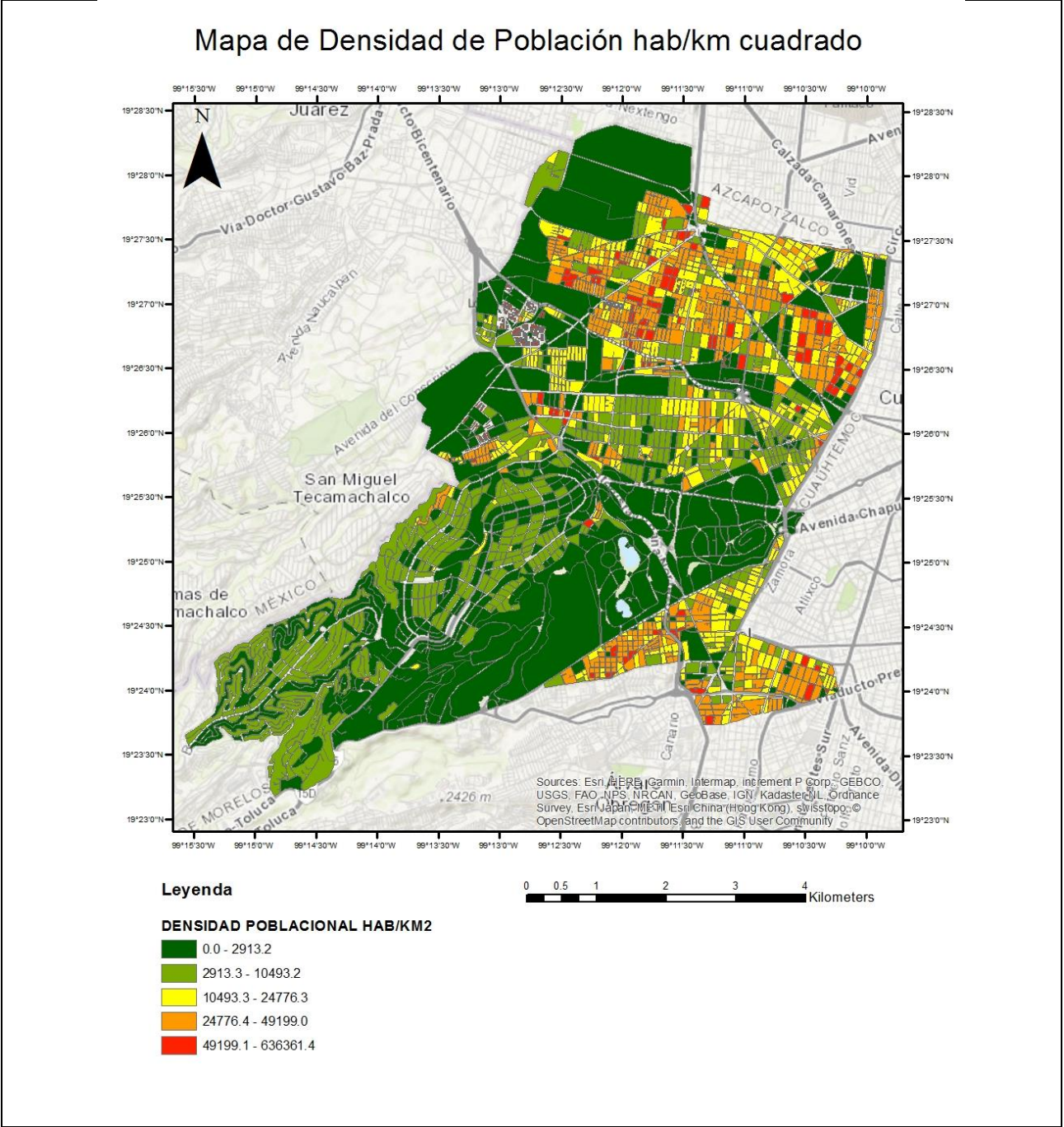
1.5.1.5 Densidad de población

La densidad de población, se refiere a la distribución del número de habitantes a través de la superficie de la Alcaldía, que es de 46.99 km², entre la población total habitantes; lo que corresponde a 7,719 habitantes por kilómetro cuadrado, o bien a 77.1 habitantes por hectárea; se hace notar que a nivel estatal de la Ciudad

Actualización del Atlas de Riesgos Naturales
de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

de México la densidad promedio es de 5,967 habitantes por km², lo que muestra la alta densidad demográfica que prevalece para la Alcaldía en general, haciendo que Miguel Hidalgo sea la séptima Alcaldía más densamente poblada en la Ciudad de México. En lo que corresponde a la densidad de población vista como un fenómeno interno, las zonas habitacionales del norte y del sureste del municipio son las que presentan mayor concentración de población, principalmente debido a que son áreas habitacionales. En el mapa 4.2 del anexo de cartas se observa la densidad por área geoestadística básica (AGEB).

Mapa 1.4 Densidad de la Población por manzana en la Alcaldía de Miguel Hidalgo



Fuente: INEGI 2010.



1.5.2 Características sociales

Es importante analizar los datos relacionados con los niveles de bienestar, tales como educación, salud y hacinamiento, lo que permite conocer las condiciones de vida de los habitantes la Alcaldía, con lo que se puede establecer estrategias focalizadas diferenciadas según el grado de vulnerabilidad en correlación con los niveles de desarrollo existentes.

1.5.2.1 Escolaridad

Uno de los factores importantes de prevención se establece dentro del sistema escolarizado, debido a la concientización que toman los jóvenes en lo referente a los peligros que puedan existir y la forma de enfrentarlos. Por otra parte, los indicadores en este rubro están relacionados con la adopción de actitudes y conductas preventivas que contribuyen en la disminución de riesgos, debido al conocimiento que se puede obtener sobre fenómenos y riesgos. El contar datos educativos, así como la ubicación de los planteles, facilita la elaboración de este Atlas de Riesgo, estableciendo zonas de vulnerabilidad ante cualquier fenómeno.

Según datos del INEGI (2015, Encuesta Intercensal), en Miguel Hidalgo hay una tasa de alfabetización de 99.62% entre la población de 15 a 24 años y más; El porcentaje de población de 15 años y más con nivel de escolaridad básica es de 24% con nivel de escolaridad media superior de 15 años y más es de 22% y el porcentaje de población de 15 años y más con con nivel de escolaridad superior es del 52.23%. Como se puede observar en los datos previos más de la mitad de la población de 15 años y más cuentan con estudios de educación superior.

Porcentaje de la población de 6 a 11 años que asiste a la escuela en un municipio o delegación distinto al de residencia	16.93
Porcentaje de la población de 12 a 14 años que asiste a la escuela en un municipio o delegación distinto al de residencia	21.20
Porcentaje de la población de 15 a 24 años que asiste a la escuela en un municipio o delegación distinto al de residencia	31.03

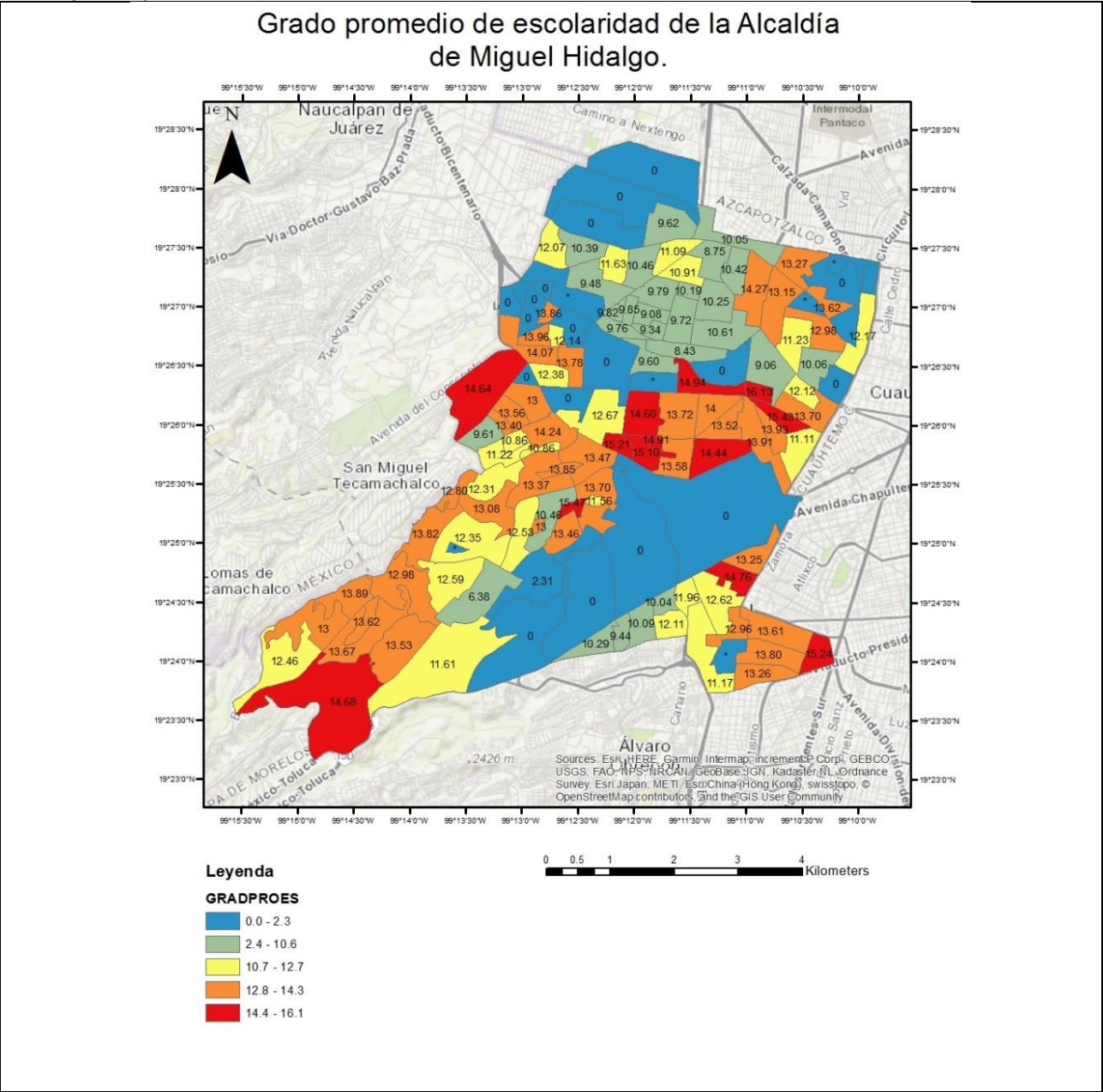
Fuente: Encuesta Intercensal 2015 (INEGI)

Otro dato importante que ayuda a identificar la vulnerabilidad es el grupo de población de 15 años y más con primaria incompleta, cabe señalar, que este indicador al igual que el analfabetismo, es utilizado como variable para medir el índice de marginación. En 2015 según datos registrados en la encuesta intercensal 2015, revela que el 24% de la población de 15 años y más tiene solo la educación básica.

Tabla 1.13 Características educativas de la Alcaldía Miguel Hidalgo

Características educativas	
Indicador	Porcentaje
Porcentaje de población de 15 años y más sin escolaridad	0.90
Porcentaje de población de 15 años y más con nivel de escolaridad básica	24.09
Porcentaje de población de 15 años y más con nivel de escolaridad media superior	22.60
Porcentaje de población de 15 años y más con nivel de escolaridad superior	52.23
Tasa de alfabetización de la población de 15 a 24 años	99.62
Tasa de alfabetización de la población de 25 y más años	98.87
Porcentaje de asistencia escolar de la población de 3 a 5 años	78.95
Porcentaje de asistencia escolar de la población de 6 a 11 años	97.64
Porcentaje de asistencia escolar de la población de 12 a 14 años	96.89
Porcentaje de asistencia escolar de la población de 15 a 24 años	64.03
Porcentaje de la población de 3 a 5 años que asiste a la escuela en un municipio o delegación distinto al de residencia	10.56

Mapa 1.5 grado promedio de escolaridad



Fuente: INEGI 2010.

1.5.7.2 Población con discapacidad

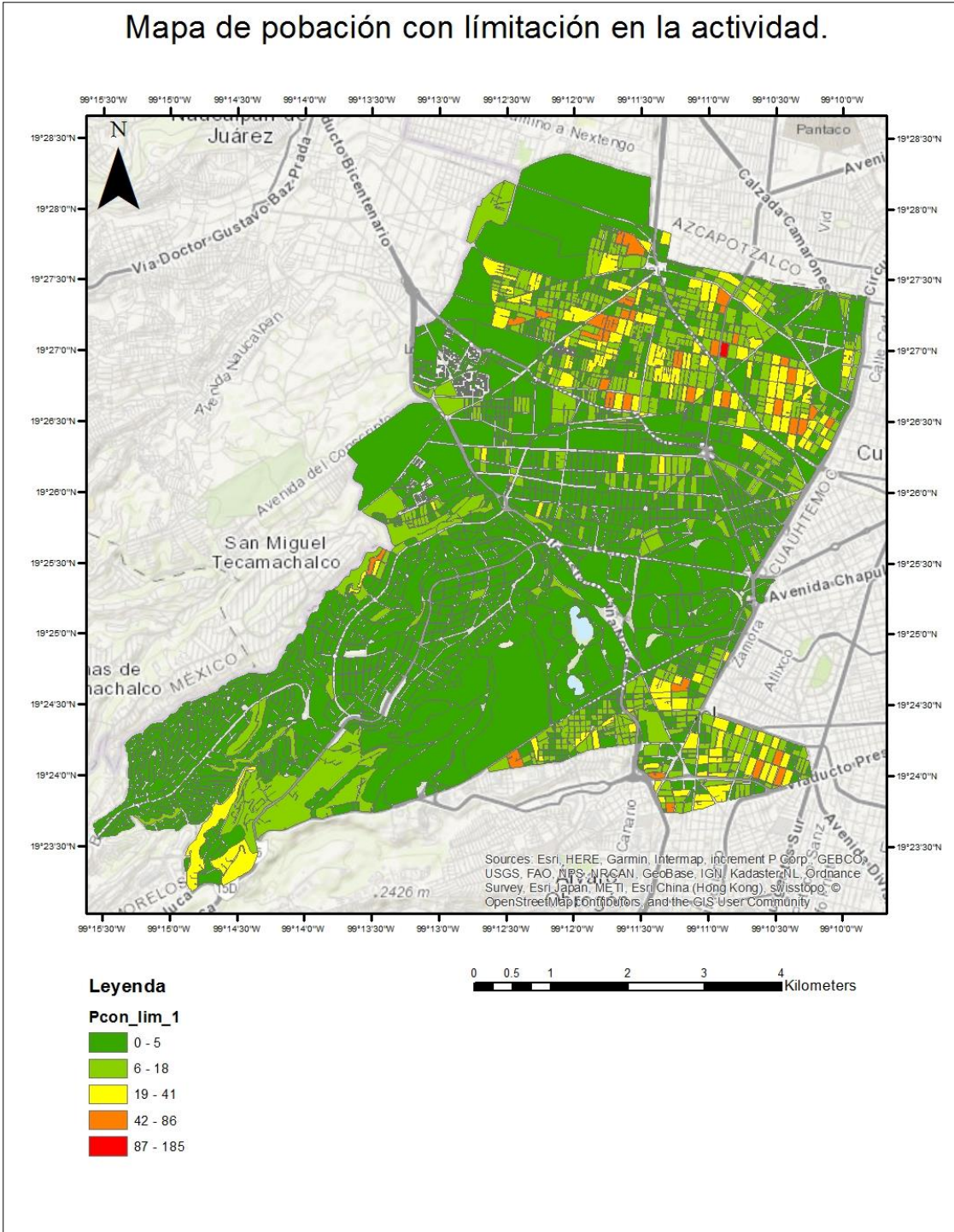
En la Alcaldía de Miguel Hidalgo habitan un total de 14,22 personas con alguna clase de discapacidad, incluyendo auditivas, de habla, visuales, mentales o motrices. Esta población posee un mayor grado de vulnerabilidad ya que su condición, en caso de desastre, incrementa la probabilidad de sufrir daños derivados de las limitaciones de movilidad, o percepción sensorial de un peligro inminente.

Tabla 1.14 Tipos de limitación en la población de Miguel Hidalgo.

Tipo de limitación	No. Personas
Población con limitación en la actividad	14,222
Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	8,610
Población con limitación para ver, aun usando lentes	3,603
Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	1,031
Población con limitación para escuchar	1,962
Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	1,023
Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	688
Población con limitación mental	1,500
Población sin limitación en la actividad	332,397

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010, Principales Resultados por Localidad ITER, Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI).

Mapa 1.6 población con limitación en la actividad



Fuente: INEGI 2010 Censo de Población y Vivienda ITER, AGEB urbanas.

1.5.7.3 Población que habla alguna lengua indígena y no habla español.

De acuerdo con las cifras de la encuesta intercensal 2015, el 5.01% de los habitantes de la Alcaldía de Miguel Hidalgo se consideran indígenas, es decir 18,258 personas. Sin embargo de estas solo el 0.9% de la población hablan alguna lengua indígena, es decir 3,279 personas hablan alguna lengua indígena en la demarcación.

Por otro lado hay un grupo poblacional que no habla español y es hablante de alguna lengua indígena de 3 años y más, estos representan el 1.2% del total de la población en la entidad, es decir 4,373 personas.

Tabla 1.15 Características étnicas de la Alcaldía Miguel Hidalgo

Etnicidad	
Indicador	Porcentaje
Porcentaje de la población que se considera indígena	5.01
Porcentaje de la población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	0.93
Porcentaje de la población que no habla español, respecto a la población de 3 años y más, hablante de lengua indígena	1.21
Porcentaje de la población que se considera afrodescendiente	1.43

Fuente: Encuesta Intercensal 2015 (INEGI)

1.5.7.4 Salud.

Otra de las variables que son fundamentales para medir el grado de peligro, riesgo y vulnerabilidad ante distintos fenómenos perturbadores. Es el acceso a los servicios de salud que puedan tener los habitantes de determinado espacio territorial; es así que para este trabajo se va a determinar la población según su condición de derechohabiente, el número de médicos por cada cien mil habitantes y la tasa de mortalidad.

De acuerdo con las cifras de la encuesta intercensal 2015, el porcentaje de la población afiliada a algún tipo de servicio de salud es del 82.12%, es decir 299,277 habitantes, de estos el 48% se encuentran afiliados al IMSS, seguidos de la población afiliada a servicios médicos por seguro privado con el 25.5%. Es decir, la mayor parte de la población en la entidad cuenta con algún tipo de servicio de salud. Esta cifra rebasa por mucho la media nacional que es del 64.55% y la de la Ciudad de México que es del 63.78%.

Tabla 1.16 Servicios de salud de la Alcaldía Miguel Hidalgo

Servicios de salud	
Indicador	Porcentaje
Porcentaje de la población afiliada a servicios de salud	82.1
Porcentaje de la población afiliada al seguro popular	12.1
Porcentaje de la población afiliada al IMSS	48.5
Porcentaje de la población afiliada al ISSSTE	11.4



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Porcentaje de la población afiliada a Pemex, Defensa o Marina	4.8
Porcentaje de la población afiliada a servicios médicos por seguro privado	25.5
Porcentaje de la población afiliada a servicios médicos por otra institución	2.07

Fuente: Encuesta Intercensal 2015 (INEGI)

en ese sentido la Alcaldía de Miguel Hidalgo desde el año 2010 ya estaría cubriendo los parámetros mínimos establecidos por la OMS.

Respecto a la tasa de mortalidad en la Alcaldía esta era de 727.9 por cada cien mil habitantes, la principal causa eran enfermedades del corazón con 189.9, seguido de tumores malignos 106.2 y en tercer lugar diabetes mellitus con 98.6. A continuación las principales causas de mortalidad general en Miguel Hidalgo en 2015.

Respecto a la cobertura de médicos por cada 1,000 habitantes en la Alcaldía de Miguel Hidalgo, la Alcaldía de Miguel Hidalgo cuenta con un promedio de 2.8 médicos por cada mil habitantes de acuerdo con datos del Sistema estatal y municipal de bases de datos (SIMBAD). Esto pone a la Alcaldía con la segunda mejor cobertura solo detrás de Benito Juárez.

Tabla 1.17 Médicos por cada 1,000 habitantes a nivel municipal, 2007-2010

Municipio	2007	2008	2009	2010
Azcapotzalco	0.8	0.7	1.3	1.3
Coyoacán	0.8	0.8	0.8	0.9
Cuajimalpa de Morelos	0.6	0.6	0.7	0.6
Gustavo A. Madero	1.1	1.1	1.3	1.4
Iztacalco	0.6	0.7	0.7	0.6
Iztapalapa	0.9	0.9	0.9	1.0
La Magdalena Contreras	0.5	0.4	0.6	0.6
Milpa Alta	1.3	1.1	1.2	1.3
Álvaro Obregón	1.8	1.8	1.9	2.0
Tláhuac	0.4	0.5	0.5	0.6
Tlalpan	0.5	0.5	0.9	1.0
Xochimilco	0.7	0.7	0.8	0.8
Benito Juárez	4.9	5.0	5.2	4.9
Cuauhtémoc	2.4	2.1	2.4	2.4
Miguel Hidalgo	2.5	2.6	2.7	2.8
Venustiano Carranza	1.9	2.0	1.9	2.0

FUENTE: Elaboración propia con base en el Sistema estatal y municipal de bases de datos (SIMBAD), INEGI. La población municipal de los años intermedios también es un cálculo propio, con base en la tasa de crecimiento promedio anual entre el Censo 2005 y el Censo 2010.

De acuerdo con informes de la organización mundial de salud, el umbral mínimo para alcanzar la cobertura médica al menos el 80% de la población es de 2.8 médicos, enfermeras y parteras por cada 1,000 habitantes,



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales
de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Tabla 1.18 Principales causa de mortalidad en la Alcaldía Miguel Hidalgo.

Principales causas de mortalidad general Miguel Hidalgo 2015			
No. de orden	C a u s a	Defunciones	Tasa ^{1/}
	Total	2,768	727.9
1	Enfermedades del corazón -Enfermedades isquémicas del corazón	722 523	189.9 137.5
2	Tumores malignos	404	106.2
3	Diabetes mellitus	375	98.6
4	Enfermedades cerebrovasculares	156	41.0
5	Influenza y Neumonía	124	32.6
6	Enfermedades del Hígado	96	25.2
7	Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas	94	24.7
8	Insuficiencia renal	59	15.5
9	Accidentes -De tráfico de vehículos de motor	52 23	13.7 6.0
10	Ciertas afecciones originadas en el período perinatal	43	11.3
11	Agresiones (homicidios)	32	8.4
12	Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas	29	7.6
13	Bronquitis crónica y la no especificada y enfisema	20	5.3
14	Enfermedades infecciosas intestinales	18	4.7
15	Úlceras gástrica y duodenal	18	4.7
16	Pancreatitis aguda y otras enfermedades del páncreas	16	4.2
17	Infecciones de la piel y del tejido subcutáneo	14	3.7
18	Septicemia	12	3.2
19	Enfermedad por virus de la inmunodeficiencia humana	12	3.2
20	Hepatitis viral	12	3.2
	Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte	2	0.5
	Las demás causas	458	120.4

Fuente: INEGI/SEDESA (Dirección de Información en Salud), con base en las defunciones 2015.

1.5.7.5 Pobreza.

En lo que se refiere a pobreza, el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) reporta que en Miguel Hidalgo un 7.1% de la población padece de pobreza, el 7% padece pobreza moderada, el 0.1% está en situación de pobreza extrema, el 32.3% es población vulnerable por carencias sociales y el 3.0% es población vulnerable por ingresos.

Como podemos observar la pobreza extrema prácticamente se encuentra erradicada en la demarcación, sin embargo, aún hay un total de 20,367 personas en situación de pobreza y 19,967 en pobreza moderada.

Tabla 1.19 resultados de pobreza en Miguel Hidalgo

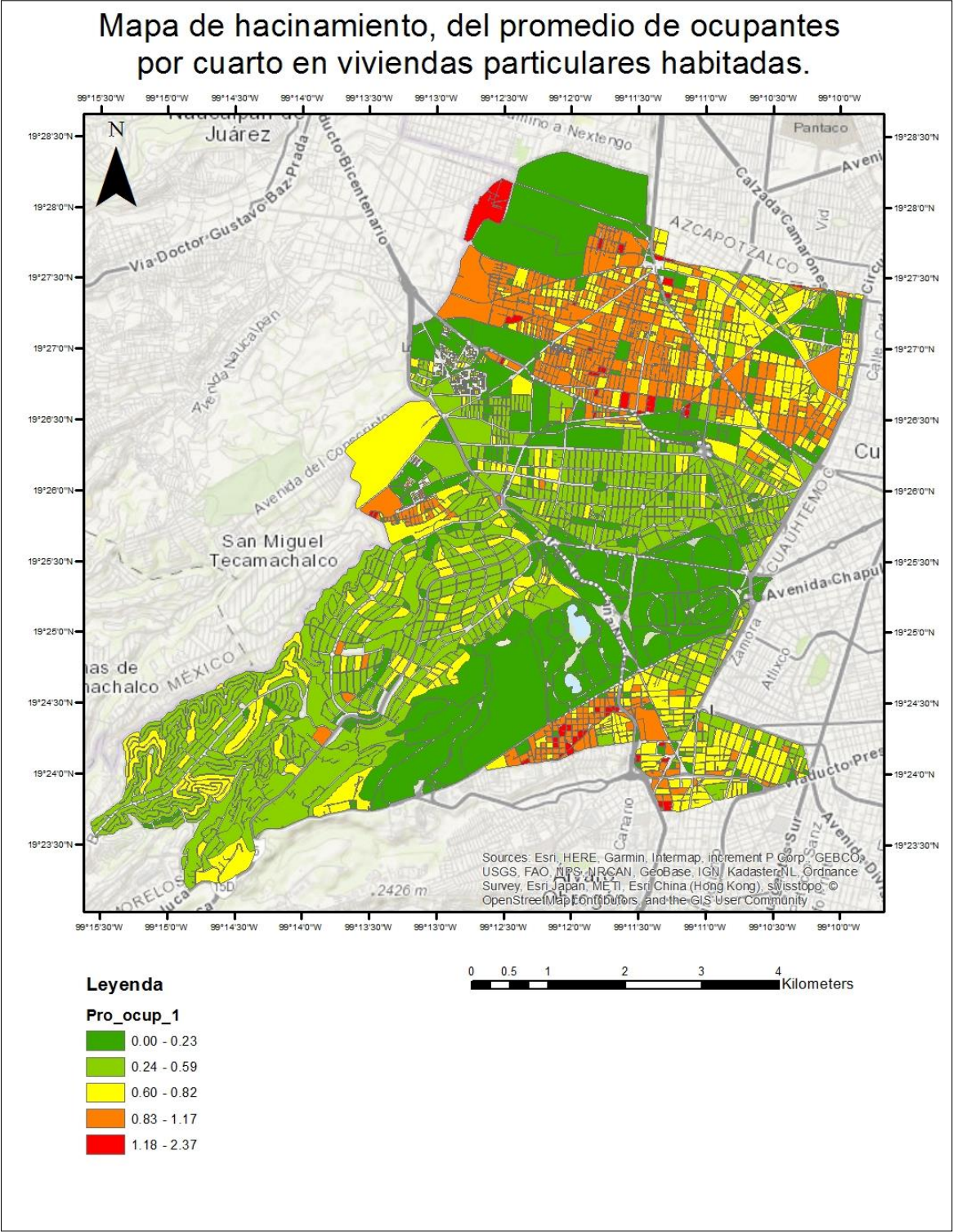
Porcentaje de población en situación de pobreza	7.1
Porcentaje de población en situación de pobreza moderada	7.0
Porcentaje de población en situación de pobreza extrema	0.1
Porcentaje de población vulnerable por carencias sociales	32.3
Porcentaje de población vulnerable por ingresos	3.0
Porcentaje de población no pobre y no vulnerable	57.7

Fuente: Fuente especificada no válida..

1.5.7.6 Hacinamiento

En lo que se refiere al hacinamiento, el promedio de ocupantes por cuarto en las viviendas de la Alcaldía fue de 0.7 de acuerdo con cifras del Censo de Población y Vivienda 2010. El hacinamiento se considera a partir de 3 personas ocupando la misma habitación, por lo que, con base en los datos de INEGI, no existe hacinamiento a nivel general en la Alcaldía.

Mapa 1.7 Hacinamiento en la Vivienda por AGEB en la Alcaldía de Miguel Hidalgo



Fuente: INEGI 2010

1.5.7.7 Marginación.

Una manera de identificar las zonas vulnerables es a través del índice de marginación, que en su carácter multidimensional, utiliza variables sociales, demográficas y territoriales mediante el uso de indicadores, con lo que se pueden focalizar las estrategias al ser los grupos más expuestos a riesgo y vulnerabilidades sociales.

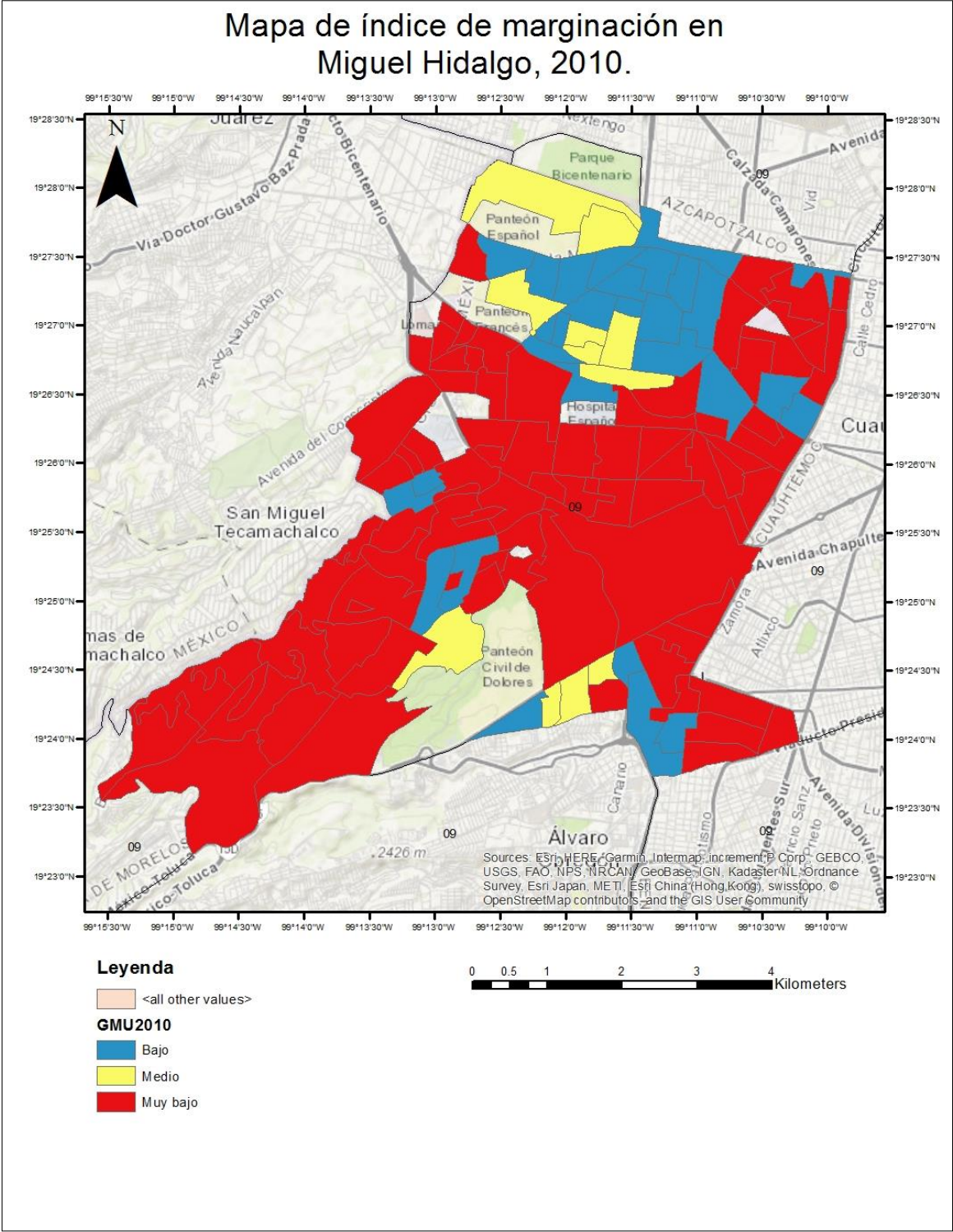
Para el 2015, con base en datos obtenidos en el Censo de Población y Vivienda realizado por el INEGI, el Consejo Nacional de Población (CONAPO) realizó el índice y grado de marginación a nivel municipal y localidad, donde la Alcaldía de Miguel Hidalgo tuvo un índice de marginación de -2.13 lo que lo clasifica con un grado de marginación muy bajo.

Tabla 1.20 Índice y grado de Marginación en la cabecera municipal y localidades rurales

Entidad federativa / Municipio	Población	Grado de marginación urbana				
		Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Distrito Federal	8 757 457	39 054	901 703	3 534 827	2 217 462	2 064 411
Azcapotzalco	414 711	---	1 396	74 167	209 689	129 459
Coyoacán	620 416	---	4 041	211 406	97 083	307 886
Cuajimalpa de Morelos	183 528	---	38 900	66 141	56 839	21 648
Gustavo A. Madero	1 173 152	---	85 162	546 699	306 483	234 808
Iztacalco	384 029	---	---	157 131	165 100	61 798
Iztapalapa	1 791 672	5 489	364 227	881 564	397 913	142 479
La Magdalena Contreras	238 431	6 188	21 337	110 104	74 885	25 917
Milpa Alta	113 716	689	87 472	25 555	---	---
Álvaro Obregón	726 551	---	8 443	410 285	148 478	159 345
Tláhuac	356 085	2 562	40 285	256 965	43 948	12 325
Tlalpan	639 795	5 669	135 118	276 733	70 888	151 387
Xochimilco	398 692	18 457	107 905	187 501	49 789	35 040
Benito Juárez	385 439	---	---	613	11 247	373 579
Cuauhtémoc	528 212	---	5 291	102 880	264 174	155 867
Miguel Hidalgo	372 101	---	---	51 471	130 901	189 729
Venustiano Carranza	430 927	---	2 126	175 612	190 045	63 144

Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

Mapa 1.8 Grado de Marginación por AGEB en Miguel Hidalgo



Fuente: CONAPO, 2010.

1.5.7.8 Características de la vivienda.

Con relación a la vivienda, los datos estadísticos sobre calidad de la edificación proporcionan la información con respecto a la situación que guardan, para determinar la vulnerabilidad como consecuencia del tipo de materiales con las que están construidas, los riesgos en la infraestructura y servicios, como consecuencia del hacinamiento que se pudiera presentar en la Alcaldía.

De acuerdo con los Términos de Referencia para elaborar Atlas de Riesgos 2018, estas establecen que se recomienda realizar la tipología de la vivienda con base en la Guía Básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. La guía antes mencionada establece lo siguiente:

Clasificación de vivienda de acuerdo con la tipología usada por INEGI.

De la clasificación usada para el censo, se establecieron los tipos de vivienda que se presentan en la tabla 1.3 (columna 1). Los números de las columnas dos y tres establecen una calificación que relaciona el tipo de vivienda y la susceptibilidad al daño ante sismo y viento respectivamente, el número uno es para la de mejor desempeño y, 4 y 7.6, respectivamente, para las viviendas con peor desempeño.

Tabla 1.21 Clasificación de la vivienda según características usadas por el INEGI.

Tipo	Características de la vivienda
1	Muros de mampostería con techos rígidos.
2	Muros de mampostería con techos flexibles.
3	Muros de adobe con techo rígidos.
4	Muros de adobe con techos flexibles.
5	Muros de materiales débiles con techos flexibles.

Fuente: INEGI

La desventaja de la clasificación de la vivienda basada en la usada por el INEGI, es que no distingue detalles de tipo constructivo que condicionan el desempeño de una vivienda ante sismo o viento.

Para la clasificación del INEGI, debe entenderse que:

- Los muros de mampostería son: tabique, bloque, piedra, cantera, entre otros;
- Los techos flexibles son: material de desecho, lámina de cartón, lámina de asbesto y metálica, palma, tejamanil, madera, teja y los no especificados en el censo de INEGI;
- Los techos rígidos considerados son: losa de concreto, tabique, ladrillo, terrado con vigueta y bóveda catalana.

En la Alcaldía, en 2015 INEGI registro un total de 128,042 viviendas, con un promedio de 2.85 habitantes por vivienda. El porcentaje de viviendas con drenaje es del 99.08%, con disponibilidad de agua entubada el 97%, con servicio sanitario en la vivienda es del 99.71%, el porcentaje de viviendas con piso de tierra es 0.04%, es decir prácticamente ninguna vivienda tiene piso de tierra en la entidad, el porcentaje de viviendas construidas con materiales precarios es igual 0.01%, solo 20 habitantes del total de la población, el 100%



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales
de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

de las viviendas cuentan con luz eléctrica, el 75.9% tienen internet y en el 91% de las viviendas cuentan con telefonía celular.

Como se puede observar de cuerdo a la clasificación de viviendas usada por INEGI prácticamente el 100% de las vivendas caen dentro de la clasificación tipo 1 Muros de mampostería con techos rígidos.

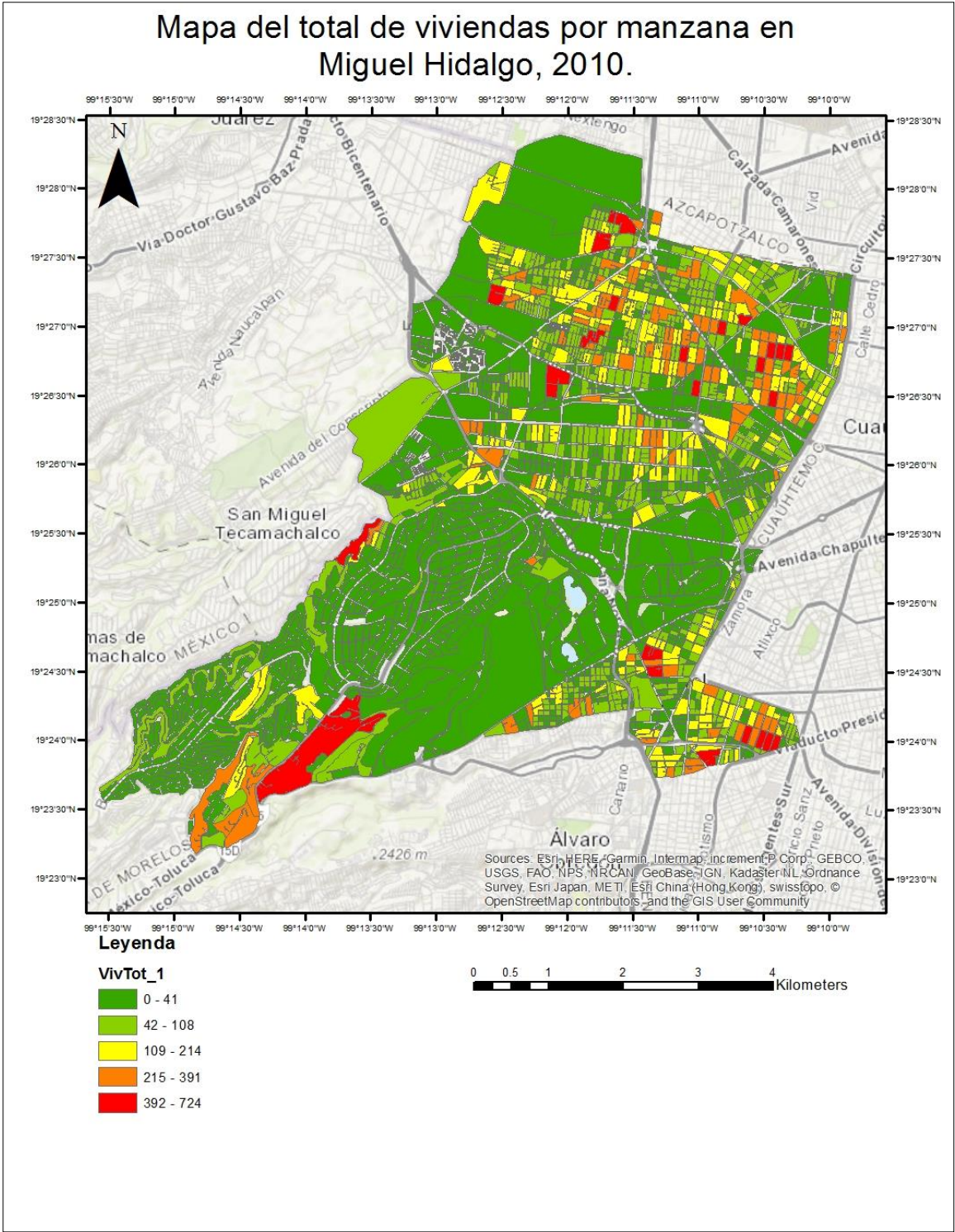
Porcentaje de viviendas con calentador solar	1.99	7236
Porcentaje de viviendas con la totalidad de focos ahorradores	73.17	266653
Porcentaje de viviendas con separación de residuos	83.02	302543

Fuente: INEGI. Encuesta Intercensal 2015.

Tabla 1.22 Indicadores de vivienda en la Alcaldía de Miguel Hidalgo

Vivienda		
Indicador	Porcentaje	Habitantes
Estimador del total de viviendas particulares habitadas	128042	
Porcentaje de las viviendas particulares habitadas nacionales	4.92	17938
Promedio de ocupantes por vivienda	2.85	
Promedio de ocupantes por cuarto	0.63	
Porcentaje de viviendas con disponibilidad de agua entubada en la vivienda	97.00	353499
Porcentaje de viviendas con disponibilidad de drenaje en la vivienda	99.08	361072
Porcentaje de viviendas con disponibilidad de servicio sanitario en la vivienda	99.71	363374
Porcentaje de viviendas con disponibilidad de electricidad en la vivienda	100.00	364436
Porcentaje de viviendas propias	45.01	164018
Porcentaje de viviendas alquiladas	38.85	141597
Porcentaje de viviendas familiares o prestadas	8.38	30538
Porcentaje de viviendas con otra situación en cuanto a su tenencia	7.16	26093
Porcentaje de viviendas con materiales de construcción precarios en paredes	0.01	20
Porcentaje de viviendas con materiales de construcción precarios en techos	0.06	217
Porcentaje de viviendas con piso de tierra	0.04	151
Porcentaje de viviendas con disponibilidad de internet	75.93	276727
Porcentaje de viviendas con disponibilidad de televisión de paga	67.61	246391
Porcentaje de viviendas con disponibilidad de televisión de pantalla plana	78.39	285666
Porcentaje de viviendas con disponibilidad de computadora	73.91	269371
Porcentaje de viviendas con disponibilidad de teléfono celular	91.01	331685
Porcentaje de viviendas con disponibilidad de teléfono fijo	78.88	287478
Porcentaje de viviendas con panel solar	0.70	2536

Mapa 1.9 total de viviendas por AGEB en Miguel Hidalgo



Fuente: INEGI, 2010

1.5.3 Empleo e ingresos

Los fenómenos naturales y antropogénicos tienen una repercusión directa en las dinámicas económicas, por ello es fundamental identificar las principales actividades económicas realizadas en la Alcaldía. Concentrando estas actividades se realizan las siguientes tablas, la cual muestran los principales sectores económicos subdivididos por los tipos de actividades económicas (Primarias, Secundarias y Terciarias).

La Ciudad de México ocupó el primer lugar en la producción bruta total nacional, que es el valor de todos los bienes y servicios producidos o comercializados por cada unidad económica como resultado de sus actividades. Las delegaciones que concentraron las mayores participaciones en esta variable son Cuauhtémoc con 26.9%, Miguel Hidalgo con 22.3%, Álvaro Obregón con 11.8% y Benito Juárez con 11.4 por ciento.

Como ya se observó previamente la Alcaldía de Miguel Hidalgo es de una importancia preponderante para la economía de la Ciudad de México ocupando el 22.3% de la producción bruta, solo después de Cuauhtémoc.

En lo que se refiere al sector primario, la Alcaldía de Miguel Hidalgo es una zona completamente urbanizada por lo que solo el 0.09% de la población en la entidad está ocupada en estas actividades económicas, de agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza.

Con respecto al sector secundario, las actividades manufactureras e industriales representan el 8.49% de las actividades económicas en la entidad es decir 30,495 personas estaban ocupadas en estos ramos para 2015.

En cuanto al sector terciario, las actividades comerciales y de servicios son la principal fuente de riqueza de la entidad, el 3.12% están concentrados en el ramo de la construcción, el 15.03% en el sector económico del comercio y finalmente el 68.65% de la población está concentrada en el sector económico de servicios de transporte, comunicación, profesionales, financieros, sociales, gobierno y otros.

Tabla 1.23 Características económicas de la Alcaldía de Miguel Hidalgo

Características económicas	
Indicador	Porcentaje
Porcentaje de la población ocupada que labora en el sector económico de agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	0.09
Porcentaje de la población ocupada que labora en el sector económico de minería, industrias manufactureras, electricidad y agua	8.49
Porcentaje de la población ocupada que labora en el sector económico de construcción	3.12
Porcentaje de la población ocupada que labora en el sector económico de comercio	15.03
Porcentaje de la población ocupada que labora en el sector económico de servicios de transporte, comunicación, profesionales, financieros, sociales, gobierno y otros	68.65

Fuente: INEGI. Encuesta Intercensal 2015



1.5.3.1 Características de la población económicamente activa

Mediante la identificación de las características de la población económicamente activa, es posible localizar aquellos sectores susceptibles de sufrir daño, en su persona o bienes que posea. En este sentido, se presentan algunos indicadores que permitirán asociar elementos para determinar la vulnerabilidad social ante los desastres naturales, definida como la serie de factores económicos, sociales y culturales que determinan el grado en el que un grupo social está capacitado para la atención de la emergencia, su rehabilitación y recuperación frente a un desastre.

La población económicamente activa, es aquella población que están en edad de trabajar, que se encuentran ocupados en algún sector de la economía y que son remunerados por su trabajo. Con base en datos obtenidos en la encuesta intercensal 2015, la Población Económicamente Activa en la Alcaldía era de 222,484 personas, eso representa el 61.05% de la población en ese grupo de edad, de estos el 53.9% son hombre y 46.21% son mujeres.

Por otra parte, se encuentran la Población Económicamente Inactiva, en este indicador se consideran a las personas de 12 años y más, pensionados o jubilados, estudiantes, personas que tienen alguna limitación física o mental permanente que les impide trabajar, así como a las personas dedicadas al quehacer del hogar, estas últimas son consideradas debido a que no perciben un salario. Cabe señalar que este grupo de personas son clasificadas con mayor vulnerabilidad debido a su condición económica. En 2015 se registró que el 38.7% de la población de 12 años y más no es económicamente activa, de estos el 34.16% son estudiantes, el 37.31% está dedicada a los quehaceres del hogar, el 17.34% está jubilada y solo el 2.66% tiene alguna limitación física ó mental que le impide trabajar.

Tabla 1.24 Características económicas de la Alcaldía de Miguel Hidalgo Fuente

Características económicas	
Indicador	Porcentaje
Porcentaje de la población de 12 años y más económicamente activa (Total)	61.05
Porcentaje de la población de 12 años y más económicamente activa (Hombres)	53.78
Porcentaje de la población de 12 años y más económicamente activa (Mujeres)	46.22
Porcentaje de la población de 12 años y más económicamente activa ocupada (Total)	97.03
Porcentaje de la población de 12 años y más económicamente activa ocupada (Hombres)	96.53
Porcentaje de la población de 12 años y más económicamente activa ocupada (Mujeres)	97.60
Porcentaje de la población de 12 años y más no económicamente activa (Total)	38.70
Porcentaje de la PNEA estudiante	34.16
Porcentaje de la PNEA dedicada a los quehaceres del hogar	37.31
Porcentaje de la PNEA jubilada o pensionada	17.34
Porcentaje de la PNEA con alguna limitación física o mental que les impide trabajar	2.66
Porcentaje de la PNEA en otras actividades no económicas	8.53

Tabla:INEGI. Encuesta Intercensal 2015

1.5.3.2 Porcentaje de ingresos de la PEA.

De acuerdo con cifras del Censo de Población y Vivienda 2010 de INEGI, las Personas de 12 y más años de edad que en la semana de referencia realizaron alguna actividad económica durante al menos una hora. Incluye a los ocupados que tenían trabajo, pero no lo desempeñaron temporalmente por alguna razón, sin que por ello perdieran el vínculo con este; así como a quienes ayudaron en alguna actividad económica sin recibir un sueldo o salario. Tuvieron los siguientes niveles de ingreso.

El 6.20% de la población reporto ganar hasta un salario mínimo, el 14.43% ganaban entre 1 y 2 salarios mínimos y finalmente el 70.99% reportaron percibir más de dos salarios mínimos.

Tabla 1.25 Niveles de ingreso

Niveles de ingreso de la población ocupada en la Delegación Miguel Hidalgo	
Nivel salarial	%
Hasta un Salario mínimo	6.2
De 1 a 2 Salarios mínimos	14.43
Más de 2 Salarios mínimos	70.99
No especificado	8.37

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2010. Distrito Federal, Tabulados del Cuestionario Ampliado, Características económicas

La razón de dependencia es vínculo que existe en la cantidad de personas que no se encuentran activas en lo referente a la producción y la cantidad de individuos productivos. La noción de dependencia se vincula a que los primeros dependen de los recursos generados por los segundos. Es así que de acuerdo con las cifras arrojadas por el Panorama sociodemográfico de la Ciudad de México 2015, en la Alcaldía de Miguel Hidalgo existe una razón de dependencia por edad de 39.3%. Eso significa que existen 39 personas en edad de dependencia por cada 100 en edad productiva. Esta cifra se encuentra por debajo de la media en la ciudad que es de 42.3%.

De acuerdo con cifras de la Secretaría de Desarrollo Económico de la Ciudad de México en 2013, la tasa de desempleo en el Distrito Federal por Delegación era la siguiente: 4.92% a nivel nacional, 6.16% en la Ciudad de México y 5.99% para la Alcaldía de Miguel Hidalgo, esto es menos que la tasa local pero mayor a la tasa nacional. La tasa de desempleo de Miguel Hidalgo es la séptima más alta junto con Gustavo A. Madero, la más alta es Xochimilco con 9.25%, mientras que las mas baja es Cuajimalpa con 4.45%.

Tabla 1.26 Desempleo en Miguel Hidalgo.

Delegación	Total de desocupados	Tasa de desempleo
Azcapotzalco	10,828	5.53%
Coyoacán	18,915	5.84%



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Cuajimalpa	4,460	4.45%
Gustavo A. Madero	33,624	5.99%
Iztacalco	9,983	5.05%
Iztapalapa	60,476	6.58%
Magdalena Contreras	10,304	8.14%
Milpa Alta	2,356	4.90%
Álvaro Obregón	18,856	5.89%
Tláhuac	13,627	7.64%
Tlalpan	21,488	5.81%
Xochimilco	18,271	9.25%
Benito Juárez	10,894	4.90%
Cuauhtémoc	15,734	5.08%
Miguel Hidalgo	9,346	5.99%
Venustiano Carranza	12,560	6.72%
Total Distrito Federal	271,721	6.16%
Nacional	2,567,293	4.92%
Distrito Federal 2012	275,083	6.23%
% variación anualizada	-1.2	
Nacional 2012	2,534,000	4.95%
% variación anualizada	1.3	

Fuente: INEGI. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo.

1.5.4 Equipamiento e infraestructura.

Con respecto al conjunto de las 16 Alcaldías, Miguel Hidalgo se ubica en el segundo sitio del índice general, 3o. en el Equipamiento de Gobierno, 1o. del Equipamiento de Educación y en Salud, 3o. en Equipamiento de Cultura, en Deporte el cuarto lugar y en Áreas Verdes el 2o. lugar.

Como resultado del alto nivel de consolidación y de la ubicación central, presenta dotación de abastecimiento superavitaria con respecto a la población. Así, se demuestra que a nivel básico se encuentran cubiertos adecuadamente los requerimientos de su población.

Destaca por la existencia de numerosos elementos de equipamiento, cuyos radios de influencia abarcan otras Alcaldías y Municipios del Estado de México, incluso amplios sectores de la Zona Metropolitana, sin olvidar aquellos elementos que tienen una jerarquía a nivel nacional.

1.5.4.1 Equipamiento de salud.

Respecto al equipamiento de salud con el cual cuenta la Alcaldía, esta registra un alto potencial tanto de infraestructura y recursos humanos de acuerdo con cifras de la Secretaría de Salud de la Ciudad de México (SEDESA), respecto a la capacidad instalada en la unidades médicas, las cifras son las siguientes: Cuenta con 19 unidades médicas dependientes del Gobierno de la Ciudad de México; 5 centros de salud

dependientes de la Secretaría de Salubridad y Asistencia; 3 centros de educación para la salud escolar dependientes de la Secretaría de Educación Pública; 2 dependientes de la Secretaría de la Defensa Nacional; 5 clínicas dependientes del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado; 2 clínicas del Instituto Mexicano del Seguro Social; 2 centros de seguridad social y capacitación técnica; 3 dependientes del Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia; uno de Petróleos Mexicanos; y uno que destaca por su capacidad, dependiente de la Cruz Roja Mexicana.

Tabla 1.27 Unidades Médicas en la Alcaldía

Institución.	No. De unidades
Secretaría de Saludo de CDMX	19
Secretaría de Salubridad	5
SEP	3
SEDENA	2
ISSSTE	5
IMSS	2
Centros de seguridad social y capacitación técnica	2
DIF	1
PEMEX	1
Cruz Roja	1

Fuente: SEDESA, 2017.

Respecto al personal médico de las instituciones del sector público la Alcaldía registra un total de 1,484 médicos distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 1.28 personal médico de las instituciones del sector público

Total	1 484
IMSS	ND
ISSSTE	466
PEMEX	0
SEDENA	ND
SEMAR	ND
IMSS-PROSPERA	0
SSA	1 018

Fuente: INEGI. Datos calculados con base en la información proporcionada por las fuentes.

1.5.4.2 Equipamiento educativo.

En total en la Alcaldía 499 planteles educativos, con 4,880 aulas, 72 bibliotecas, 716 laboratorios y 237 talleres Fuente especificada no válida.. Estos cuentan con un total de 4,931 maestros y 66,718 alumnos



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales
de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

en educación básica. El 76.6% de los inmuebles son de educación básica, el 17.3% de los alumnos están en nivel preescolar, el 50.7% en primaria y el 30.7% en secundaria.

Tabla 1.29 infraestructura educativa en Miguel Hidalgo

Nivel Educativo	No. De Planteles.
Educación inicial (CENDI)	60
USAER	24
CAM	16
PREESCOLAR	113
PRIMARIA	161
SECUNDARIA	78
MEDIA SUPERIOR	6
SUPERIOR	3

Fuente: Elaboración propias con base en información de la SEP, Secretaría de Protección Civil CDMX y CEMAEB

1.5.4.3 Equipamiento recreativo.

Plazas, Parques y Jardines. Entre los parques más conocidos en la Alcaldía, se encuentra el Bosque de Chapultepec, que es la principal área verde urbana de la Ciudad de México, con una extensión de 606.5 has. y el Parque Lira con sus tres secciones. Existen además pequeños parques urbanos ubicados al interior de las colonias. Sin embargo, sobresale la zona habitacional al norte de Río San Joaquín, la cual presenta carencia de áreas verdes adecuadamente distribuidas. La apertura y adaptación de la Ex-Refinería 18 de Marzo como parque y áreas verdes.

Existen 17 unidades deportivas, entre las que se encuentran Plan Sexenal, Instituto Nacional del Deporte, Club Deportivo Israelita y Asociación Cristiana de Jóvenes de la Ciudad de México.

Cuenta con 12 galerías, 6 centros de espectáculos, 10 teatros, 12 cines y 37 bibliotecas. Existen 14 museos, salas de arte y centros culturales en toda el área, pero destacan medios de distracción como: el Auditorio Nacional, Centro Cultural Arte Contemporáneo, Museo Nacional de Antropología, Papalote, Museo del Niño, Casa de la Cultura Quinta Colorada, Conservatorio Nacional de Música y Casa del Lago, entre otros.

1.5.4.4 Equipamiento social.

Cuenta con 21 Módulos de Información y Protección Ciudadana, 6 Agencias Investigadoras del Ministerio Público. En lo que respecta al equipamiento mortuario, se ubican el Panteón Civil de Dolores, el Alemán, el Americano, el Español, el Francés de San Joaquín, el Inglés, el Israelita, el Monte Sinaí, el Sanctórum y la Rotonda de los Hombres Ilustres.

La Alcaldía cuenta con dos estaciones de bomberos, la estación Tacuba y la estación Tacubaya; cuenta con cinco albergues el del deportivo San Lorenzo Tlaltemango, el Gran Libertador de América; el del Plan

Sexenal; el del Deportivo Parque Lira y casa de apoyo al menor trabajador. Dentro del territorio de la Alcaldía se encuentran las instalaciones militares más importantes de la Ciudad, tal como la SEDENA, el Estado Mayor Presidencial y la Primera zona militar.

Así mismo, en de la demarcación vamos a encontrar dos presas, la primera y la más grande es la presa Dolores, ubicada dentro de la segunda sección del Bosque de Chapultepec y la segunda la presa Barricalco, ubicada en Lomas de Reforma. En la frontera norte de la Alcaldía junto al Parque Bicentenario aún se encuentran instalados tanques de almacenamiento de combustible de la Refinería de PEMEX.

1.5.5 Reserva territorial.

De acuerdo a lo que establece el Programa General de Desarrollo Urbano, el acceso al suelo urbano es un asunto prioritario por tratarse de un recurso limitado; por lo que se tienen como objetivos: maximizar el beneficio social de la reserva y crear una nueva reserva territorial para el mediano y largo plazos. Con este fin será necesario generar instrumentos de fomento para su aprovechamiento y rescate.

Esta demarcación, de acuerdo con su situación dentro del esquema urbano de la Ciudad de México, prácticamente se encuentra saturada; su reserva territorial asciende a 47.56 has., que representan el 1% del área total.

Existen intentos por parte de la SEDUVI, para lograr determinar el total de la reserva territorial de la Alcaldía y aunque no se cuenta con un patrón que resuma la totalidad de este rubro, territorialmente el fraccionamiento Bosques de las Lomas es la colonia que cuenta con mayor reserva; sin embargo, se encuentra en lotes dispersos, le siguen en importancia las Lomas de Chapultepec, Reforma Social, Residencial Militar, Polanco, Argentina, Ampliación Granada y San Miguel Chapultepec. Por encontrarse la reserva en estas colonias, su uso recomendable es para vivienda.

Las cifras se incrementan hasta el 4.4% si agregamos 205 has. de terrenos subutilizados, ubicados principalmente en zonas industriales, como, por ejemplo: Granada, Ampliación Granada y Verónica Anzures, que cuentan con vocación para el uso mixto y la vivienda.

Por otro lado, la subutilización también existe en vivienda, ya que la Alcaldía cuenta con zonas con todos los servicios de equipamiento, transporte e infraestructura; sin embargo, sus intensidades de construcción son bajas, tales es el caso de la zona que se ubica al norte de Río San Joaquín, donde las construcciones son de 1 a 2 niveles, con grados importantes de deterioro.

Esta misma situación se presenta en el área de la Colonia Escandón, cuyas construcciones, debido al nivel de servicios, deberían estar utilizadas en forma más intensiva; en ellas también existen los inmuebles abandonados, predios baldíos o dedicados de manera provisional como estacionamientos y pensiones, los cuales se encuentran dispersos por toda la Alcaldía.

El rubro de reserva más importante en Miguel Hidalgo, son los terrenos subutilizados, y de acuerdo a su ubicación y niveles de servicio deberán ser utilizados prioritariamente para vivienda, oficinas, comercio, parques públicos y espacios recreativos.



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Tabla 1.30 Área de Conservación Patrimonial.

Nº	Nombre	Superficie ha	Predios con elementos catalogados (INAH, INBA y/o SEDUVI)
1	Barragán	4.39	4
2	Bosque de Chapultepec	751.21	110
3	Escandón	52.57	56
4	México-Tacuba	44.94	15
5	Observatorio	4.47	1
6	Pensil Norte	8.40	0
7	Polanco	306.41	236
8	San Juanico	25.12	7
9	San Miguel Chapultepec	69.49	126
10	Tacuba-Nextitla	117.49	166
11	Tacubaya	110.83	319
Total			1,040

Fuente: Registro de inmuebles con valor artístico DACPAI-INBA; versión 1997 del Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Miguel Hidalgo; Catálogo Nacional Monumentos Históricos Inmuebles CNMH- INAH y Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal 2003. Catálogo de Inmuebles Patrimoniales DSPM-SEDUVI.

1.5.6 Expansión de la Mancha Urbana 1980 a 2015.

La ciudad de México es el centro urbano más poblado del país, está considerada una Megalópolis que está poblada por más de 32 millones de habitantes, en un territorio de 240 municipios que a su vez alberga 14 metrópolis. La ciudad se ha expandido de forma caótica hacia afuera y no en el centro de la Ciudad. Desde la década de los 90s, la ciudad alberga prácticamente la misma población en torno a los 9 millones de habitantes. Sin embargo el crecimiento desmedido ocurrió hacia la periferia.

La Ciudad de México paso de tener 8,235,744 habitantes en 1990 a 8,851,080 habitantes en 2010, eso represento un crecimiento del 8.29 % en 25 años, es decir un crecimiento anual del 0.33% anual.

Tabla 1.31 crecimiento poblacional 1990-2015

		1990	1995	2000	2005	2010	2015
		Total	Total	Total	Total	Total	Total
Ciudad de México	Total	8,235,744	8,489,007	8,605,239	8,720,916	8,851,080	8,918,653

Fuente: INEGI.

Durante ese mismo período de tiempo la Zona Metropolitana del Valle de México paso de tener 14,900,942 habitantes en 1990 a 20,553,726 habitantes en 2010, esto representa un crecimiento del 37.93% en 20 años y un crecimiento anual del 1.8%, es decir la ZMVM crece en promedio 6 veces más anualmente que la Ciudad de México.

Ahora analizando el caso de la Alcaldía de Miguel Hidalgo está paso de tener 364,398 habitantes en 1995 a tener 364,439 en 2015, esto representa un crecimiento del 0.01% en 20 años, es decir la Alcaldía prácticamente no ha crecido poblacionalmente en los últimos 20 años.

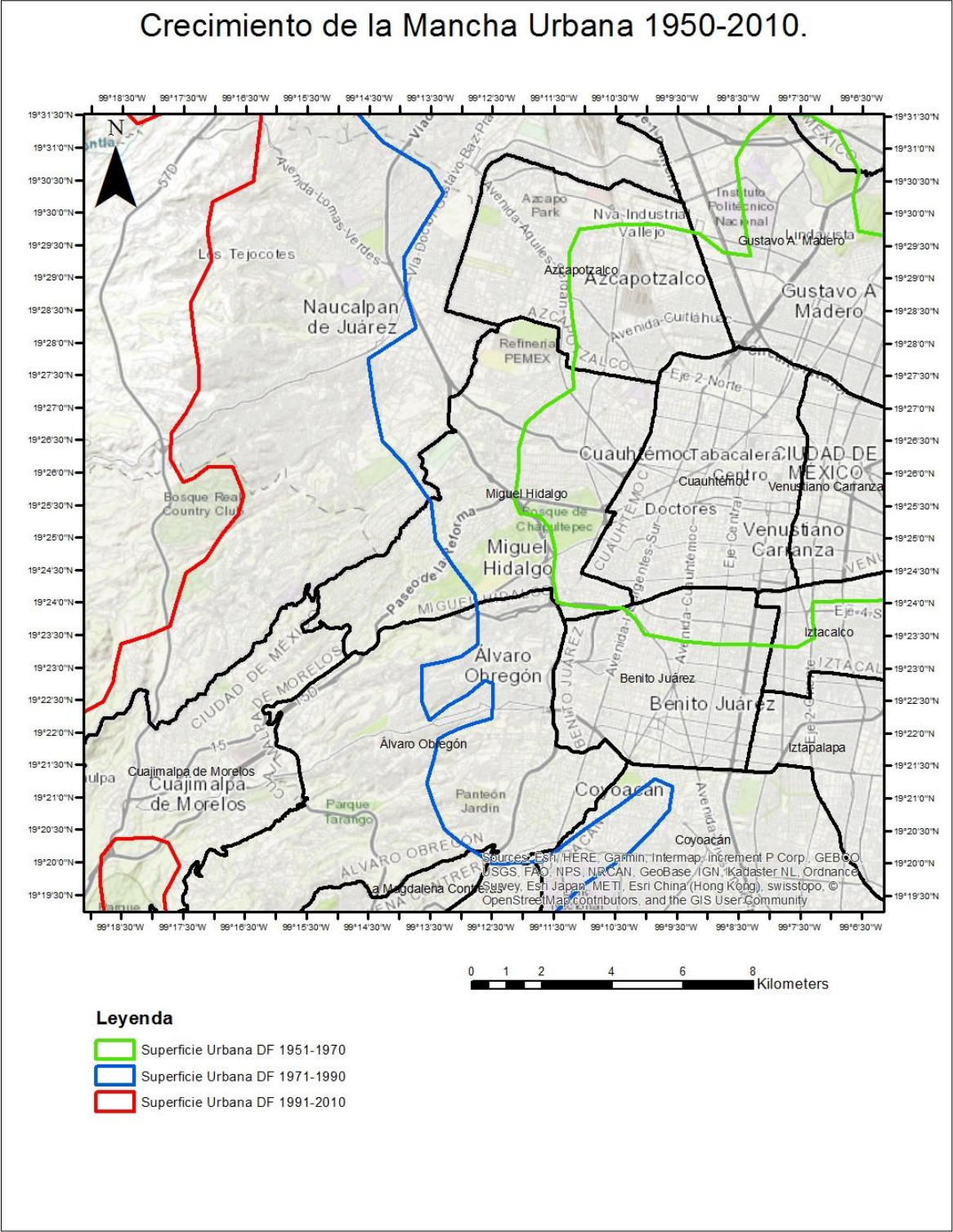
Tabla 1.32 Crecimiento poblacional en Miguel Hidalgo 1995-2015

Entidad	Municipio	Periodo	Valor
Ciudad de México	Miguel Hidalgo	1995	364398
Ciudad de México	Miguel Hidalgo	2000	352640
Ciudad de México	Miguel Hidalgo	2005	353534
Ciudad de México	Miguel Hidalgo	2010	372889
Ciudad de México	Miguel Hidalgo	2015	364439

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI.

La altísima tasa de crecimiento poblacional en la periferia de la Ciudad de México ha obligado a un acelerado crecimiento de la mancha urbana, respecto a la Alcaldía de Miguel Hidalgo, en el siguiente mapa obtenido del Programa ONU HABITAT POR UN MEJOR FUTURO UBANO. Podemos observar que hasta 1970, la mancha urbana llegaba hasta el periférico justo donde termina la primera sección del Bosque de Chapultepec. A partir de 1970 la mancha urbana empieza a crecer hacia Lomas de Chapultepec y hasta 1990 llega a los límites del Panteón Civil de Dolores y después de 1990 y hasta 2010, la urbanización se desborda invadiendo toda la superficie de la Alcaldía y el Estado de México llegando hasta el Desierto de los Leones en la Alcaldía de Cuajimalpa.

Mapa 1.10 Crecimiento de la Mancha Urbana 1950-2010



Fuente: ONU Habitat.

La superficie de la Ciudad de México creció a un ritmo tres veces superior al de su población. Así lo ponen de manifiesto los primeros hallazgos del cálculo del Índice de las Ciudades Prósperas (CPI) que ONU-Habitat está realizando en las tres principales aglomeraciones urbanas del país: Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey.

Los estudios indican que desde 1980 hasta 2017, la población urbana de la Ciudad de México ha pasado de tener poco más de 14 millones de personas a más de 21 millones registrados oficialmente el año pasado, lo que implica una tasa de crecimiento poblacional del 1.1%. En paralelo, la tasa de crecimiento de la superficie urbana ha crecido a un ritmo tres veces superior (3.3%), pasando de una superficie de 61,820.37 hectáreas en 1980 a las 235,267.873 hectáreas que la Ciudad de México registra en 2017.

Tabla 1.33 Población urbana en la ZMCM

POBLACIÓN URBANA ZMVM	
Población	Fuente
14,278,922	Población Urbana 1980 (INEGI Censo1980)
18,112,911	2000 Censo de Población y Vivienda INEGI 2000
19,396,609	2010 Censo de Población y Vivienda SINCE INEGI 2010
21,267,873	2017 Población Urbana 2017 (Proyección CONAPO)

Fuente: elaboración propia

Tabla 1.34 Superficie urbana en la ZMCM

SUPERFICIE URBANA ZMVM	
Superficie Has	Fuente
61,820.37	1980 Carta de Uso de Suelo Serie I 1980 INEGI
122,977.35	2000 Carta de Uso de Suelo Serie II 2000 INEGI
221,367.61	2010 Marco Geoestadístico SINCE INEGI 2010
235,987.29	2017 Marco Geoestadístico INEGI 2017

Fuente: elaboración propia

Capítulo 2 Fase II. Identificación de amenazas y peligros, ante fenómenos perturbadores de origen natural

El territorio de la Alcaldía Miguel Hidalgo se encuentra sujeto a gran variedad de fenómenos que pueden causar desastres, tales como sequía, inundaciones y hundimientos. Este trabajo corresponde a la parte técnico-científica del conjunto de tareas que tienden a la reducción de los impactos de los desastres a nivel municipal. Un requisito esencial para la puesta en práctica de las acciones de protección civil es contar con diagnósticos de riesgos, o sea, conocer las características de los eventos que pueden tener consecuencias desastrosas y determinar la forma en que estos eventos inciden en los asentamientos humanos, en la infraestructura y en el entorno. El proceso de diagnóstico implicó la determinación de los escenarios o eventos más desfavorables que pueden ocurrir, así como de la probabilidad asociada a su ocurrencia. Los escenarios incluyeron el otro componente del riesgo, que consiste en los efectos que los distintos fenómenos tienen en los asentamientos humanos e infraestructura expuesta a eventos. Debido a que los riesgos son complejos porque implican la interacción dinámica entre los fenómenos naturales, el entorno, y la cambiante sociedad, este Atlas de Riesgo debe actualizarse permanentemente.

El concepto de período de retorno en términos probabilísticos no implica que el proceso sea cíclico, o sea que deba siempre transcurrir cierto tiempo para que el evento se repita. Un periodo de retorno de 10 años para cierto evento significa, por ejemplo, que en 50 años de los que hay datos históricos, el evento en cuestión se ha presentado cinco veces, pero que en un caso pudieron haber transcurrido 2 años entre un evento y el siguiente, y en otro caso, 20 años. Como se verá en los apartados siguientes, para algunos de los fenómenos no es posible representar el peligro en términos de periodos de retorno, porque no ha sido posible contar con la información suficiente para este tipo de representación; en estos casos, se recurrió a escalas cualitativas, buscando las representaciones de uso más común y de más utilidad para las aplicaciones usuales en el tema específico.

Para la representación de los resultados de los estudios de peligro, se utilizaron mapas a distintas escalas, en los que se identifican los tipos e intensidades de los eventos que pueden ocurrir. Los mapas se realizaron en software especializado denominado Sistemas de Información Geográfica, ya que estos permiten representaciones graficas mucho más completas y ágiles de las distintas situaciones. Además, estos sistemas facilitaran la actualización oportuna de las representaciones del riesgo necesarias para cada caso.

El Atlas de Riesgos de la Alcaldía Miguel Hidalgo pretende proporcionar la información más completa posible sobre los peligros y sobre la incidencia de los fenómenos a nivel local. El presente documento tiene el propósito principal de difundir conocimientos sobre los problemas que se presentan en el municipio y de proporcionar una visión de conjunto sobre la distribución geográfica de los riesgos, en el entendido de que los estudios de riesgo deberán ser producto de esfuerzos específicos para cada tipo de fenómeno y para cada localidad. Así, el esquema de este documento, representa no sólo la información de los peligros, sino también la de los riesgos que se derivan de las condiciones locales específicas y de la situación de población y de infraestructura expuesta a los fenómenos potencialmente desastrosos. Este Atlas será el instrumento operativo base para los programas de protección civil y los planes de emergencia.

2.1 Geológicos

2.1.1. Vulcanismo (*Erupciones volcánicas*)

Básicamente un volcán es una chimenea en la superficie terrestre, a través de la cual se emite material magmático o sus derivados (ceniza, lapilli, bloques). La acumulación del material magmático y su composición química, así como de los derivados antes mencionados genera variadas formas geométricas en los volcanes, aunque la mayoría de las veces estas suele ser cónica.

La geometría de los volcanes, del sistema de suministro de magma, composición química del magma, generar varios tipos de erupciones cuyas cuales varían en intensidad y magnitud. Según su origen, existen diferentes tipos de erupciones (Figura 1), que derivan en definir los peligros volcánicos que pueden afectar a cualquier población y ecosistema.

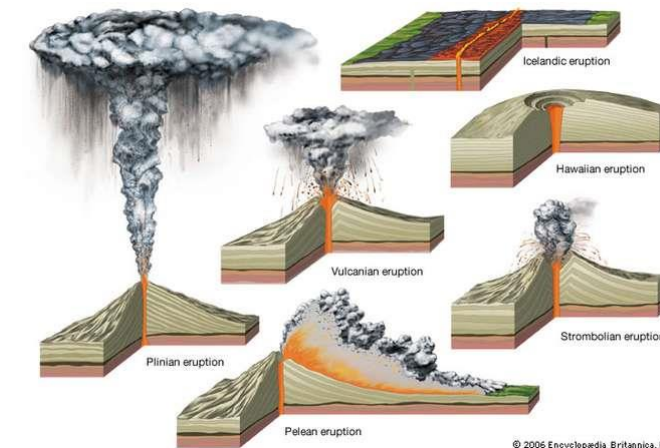


Figura 1. Tipos de erupciones volcánicas.

Las erupciones pueden ser desde efusivas, es decir emitir productos ácidos que representan una baja velocidad y poca cantidad de materiales; y las erupciones explosivas que comprenden lavas básicas ligeras y representan altas cantidades de material y altas velocidades y pueden desencadenar procesos de alta peligrosidad entre ellos se encuentran caída de ceniza, lahares, avalanchas y flujos piroclásticos.

Susceptibilidad

En particular la alcaldía Miguel Hidalgo, así como todas la alcaldías de las Ciudad de México, se encuentra dentro del Cinturón Volcánico Mexicano (CVM), el cual es una franja volcánica que cruza la República

Mexicana desde el Océano Pacífico hasta el Golfo de México, con extensión de aprox. 920 km de largo y un ancho variable entre 80 y 230 km (Ferrari, Aguayo y Trápaga, 1996). Aunque la alcaldía en estudio no se encuentra asentada en algún volcán activo, si puede ser afectado por la actividad de los mismos, en consecuencia, por la caída de ceniza provenientes de los volcanes Popocatépetl, Iztaccíhuatl y Nevado de Toluca. Aunque estos últimos dos no son considerados extintos, si no en estado de quietud. En el análisis, también fueron considerados los Volcanes, Jocotitlán, Papayo, Chichinautzin, Apan-Tezontepec y Valle de Bravo, debido a que en caso de erupción, la caída de ceniza representaría el peligro volcánico que pudiera afectar la alcaldía Miguel Hidalgo (Figura 2).

V. Valle de Bravo

El volcán Zitácuaro-Valle de Bravo es un campo volcánico ubicado en la parte central del Cinturón Volcánico Mexicano a 80 km al suroeste de la Ciudad de México. Consiste en el complejo Zitácuaro el cual se formó sobre la caldera gigante Las Tres Chicas, de 30 km de ancho, cerca de la ciudad de Zitácuaro, y el campo Valle de Bravo al sur.

El campo contiene escudos de lava andesíticos, cúpulas de lava y más de 100 conos de ceniza.

El complejo Zitácuaro es el resultado de la actividad dentro de la caldera, que ocurrió durante 3 episodios principales, formando cúpulas de lava dacíticas, flujos piroclásticos y flujos de lava andesítica. La actividad más joven en el complejo de Zitácuaro produjo el depósito de la cascada La Dieta hace unos 31,000 años. La persistente sismicidad local continúa en Zitácuaro.

Los flujos más jóvenes entraron en erupción en el fondo de un cañón controlado por fallas; El más reciente de estos, al oeste del lago Valle de Bravo, data de Argón-Argón hace unos 5200 +/- 2300 años atrás, y su morfología sugiere una edad del Holoceno para otros conos. Debido a la cercanía que existe entre este campo volcánico y la alcaldía Miguel Hidalgo, se incluye dentro de la zona de peligro de la misma, representando un riesgo de caída de ceniza en caso de erupción.

V. Apan-Tezontepec

Un gran campo volcánico de Mesozoico a la edad del Pleistoceno tardío ocupa la parte central del Cinturón Volcánico Mexicano en la parte NE del Valle de México. El campo volcánico Apan-Tezontepec cubre porciones de los estados de Hidalgo, Tlaxcala y México y contiene alrededor de 300 centros eruptivos. La

gran mayoría de estos son conos de escoria, pero los volcanes de escudo, los flujos de lava y las cúpulas de lava también están presentes. La ubicación de los respiraderos está influenciada por fallas regionales normales. Dos de los volcanes cuaternarios más grandes del campo volcánico Apan-Tezontepec son Chiconautla y Cerro Gordo, de 3100 m de altura, que se eleva al NE de la Ciudad de México. El campo volcánico Tizayuca se encuentra en la esquina NO del campo volcánico Apan-Tezontepec. Debido a la cercanía que existe entre este campo volcánico y la alcaldía Miguel Hidalgo, se incluye dentro de la zona de peligro de la misma, representando un riesgo de caída de ceniza en caso de erupción.

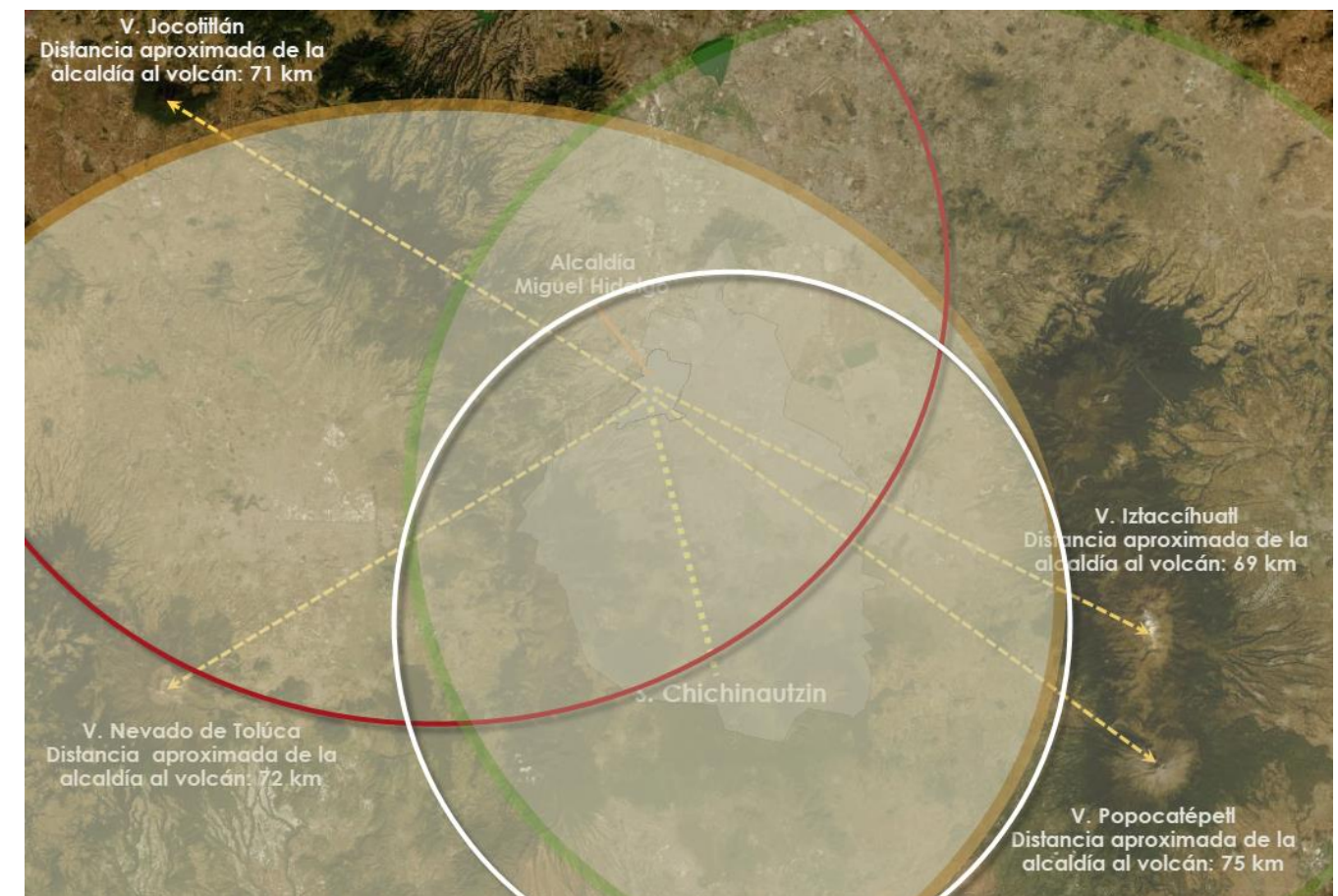


Figura 2. Formaciones volcánicas consideradas como activas, cercanas a la alcaldía Miguel Hidalgo.

Recientemente fue publicado el Nuevo Mapa de peligros del volcán Popocatépetl, el cual es una participación de al menos 27 expertos de la UNAM. Este mapa incluye la simulación de la caída de ceniza, flujos de lava y oleadas piroclásticas y avalancha de escombros.

Parámetros de Intensidad de Peligro



La alcaldía en estudio se encuentra a menos de 100 km de un volcán considerado como peligroso con base en las categorías 1 a 5, clasificadas por el peligro estimado a partir de su Índice de Explosividad Volcánica (VEI) (Tabla 1) y la magnitud de sus erupciones de acuerdo a Información del CENAPRED. Variando en función del relieve propio de la zona de estudio, vientos, pendientes, tipo de erupción volcánica, ubicación de reservorios y otras fuentes principales de agua que pueden causar inundaciones o contribuir al movimiento de los lahares, etcétera. Asumiendo que en general las mismas áreas que fueron afectadas en el pasado, son susceptibles de ser afectadas por eventos eruptivos similares en el futuro.

Si se determina que el volcán o campo volcánico se incluye en la categoría 1, 2 o 3, se deberá consultar, el mapa de peligros del volcán, si este ya fue elaborado. La tabla correspondiente a los VEI, se presenta anexa a este primer nivel de análisis, a fin de determinar el tamaño de las erupciones ocurridas en el volcán de interés en tiempos pasados.

IEV	Clasificación	Descripción	Columna eruptiva	Volumen arrojado	Periodicidad
0	Hawaiana	No explosiva	< 100 m	> 1000 m³	diaria
1	Hawaiana - Stromboliana	Ligera	100 - 1000 m	> 10.000 m³	diaria
2	Stromboliana Vulcaniana	Explosiva	1-5 Km	> 10 ⁶ m³	semanal
3	Vulcaniana Peleana	Violenta	5 – 15 Km	> 10 ⁷ m³	anual
4	Peleana Pliniana	Cataclísmica	10 – 25 Km	> 0,1 Km³	cada 10 años
5	Pliniana	Paroxística	> 25 Km	> 1 Km³	cada 100 años
6	Pliniana Ultraplíniana	Colosal	> 25 Km	> 10 Km³	cada 100 años
7	Ultraplíniana	Supercolosal	> 25 Km	> 100 Km³	cada 1000 años
8	Krakatoana	Megacolosal	> 25 Km	> 1000 Km³	cada 10000 años

Tabla 35. Tipo de erupciones volcánicas de acuerdo a su explosividad y comportamiento.

Actualmente existen varios métodos y técnicas para el monitoreo volcánico, estos son la vigilancia sísmica, geoquímica, geodésica, visual, y últimamente de usando imágenes de satélite en la llamada percepción remota. A través de la página del CENAPRED, se publica el resultado del monitoreo del volcán Popocatepetl que se realiza conjuntamente con la Universidad Nacional Autónoma de México. El reporte se publica diariamente a las 11 de la mañana y en el cual se resume la actividad registrada durante las últimas 24 horas, esto es, de 10 de la mañana del día anterior a 10 de la mañana del día en curso. En caso de que ocurra un evento extraordinario se reportará de forma inmediata.

Avalancha de escombros

La avalancha de escombros se forma durante el colapso lateral de una pequeña o gran parte de un edificio volcánico. Generalmente este tipo de desprendimientos deja una morfología típica que incluye un anfiteatro y en algunas ocasiones una serie de montículos llamados hummocks o ridges (Ui et al., 2000). Estas avalanchas pueden depender directamente de la actividad magmática del volcán, o de factores exógenos como lluvias abundantes, saturación por fluidos, pendientes altas, procesos de alteración o factores tectónicos regionales como los sismos o fallas activas. La alcaldía Miguel Hidalgo está exenta de ese peligro, debido a la lejanía con el volcán Popocatepetl (Figura 3).

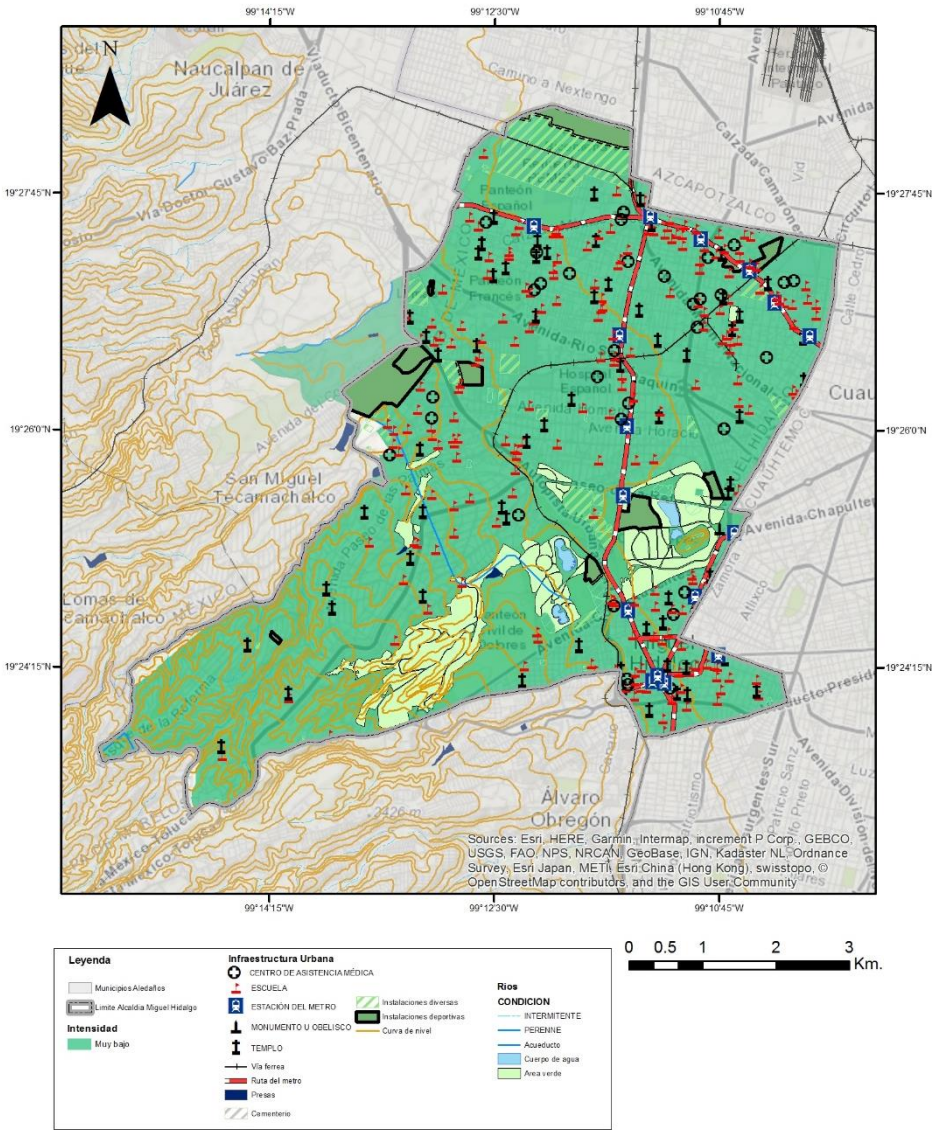


Figura 3. La alcaldía no presenta peligro por avalancha de escombros.

Caída de ceniza

La ceniza es producto de la actividad volcánica explosiva, la cual es transportada a grandes o cortas distancias por efecto del viento, y las cuales pueden llegar a grandes alturas según el tipo de erupción (De la Cruz-Reyna, 2008).

El daño ocasionado puede ser significativo a cortas o grandes distancias, las cuales pueden ser daños a la salud al ser inalada, debido a que es material de cenizas y contiene pequeños fragmentos vítreos que afectarían a las actividades humanas, telecomunicaciones, aviación, áreas de cultivo y suelos, condiciones medioambientales (Schminncke, 2006; Zehner, 2010). La caída de ceniza es potencialmente peligrosa para las actividades humanas, ya que una capa de 10 cm de ceniza tiene una masa de entre 70 y 120 kg por metro cuadrado, valores que aumentan al doble si contiene humedad, en donde ese exceso de carga sobre los techos de las casas puede causar colapso del mismo (Haller, 2010). Las afectaciones que se pueden dar por la caída de ceniza se muestran en la tabla 2.

Espesor (mm)	Efecto
Menos de 1	Actuará como irritante a los pulmones y a los ojos. Los aeropuertos tendrán que cerrar debido al daño potencial al avión. Posibles daños de menor importancia a vehículos, casas y equipo, causado por las cenizas abrasivas finas. Posible contaminación de abastecimientos de agua. El polvo afecta la visibilidad y la tracción del camino por un periodo largo.
1-5	Daños posibles en cosechas. Parte del ganado puede resultar afectado. El alimento y agua contaminados pueden desgastar sus dientes, se puede evitar si tienen alimento y agua limpios. Daños de menor importancia a las casas si las cenizas finas entran, manchando los interiores, bloqueando los filtros del aire acondicionado, etc. Posibles cortes de energía eléctrica; las cenizas pueden provocar cortocircuitos en las subestaciones sobre todo si se moja. Los sistemas de baja tensión son más vulnerables que los de alta. El abastecimiento de agua se puede interrumpir o limitar debido a la falta de electricidad. Puede ocurrir contaminación de los abastecimientos de agua.



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales
de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Como se sabe, el volcán activo más cercano a la alcaldía de Miguel Hidalgo es el Popocatepetl, el cual, atreves de una explosión muy fuerte en un escenario poco común, según la dirección de los vientos, la ceniza puede alcanzar hasta 10 cm de espesor en la alcaldía. En las siguientes tablas (3 y 4), se explican las probabilidades y centímetros de ceniza registras dentro de la zona de estudio.

Mayor probabilidad	Es el escenario más factible a suceder dentro de la actividad histórica del volcán, asociado a explosiones leves.
Intermedia probabilidad	Escenario poco probable común dentro de la activad histórica del volcán, asociado a explosiones moderadas
Menor probabilidad	Escenario muy probable común dentro de la activad histórica del volcán, asociado a explosiones muy fuertes.

Tabla 37. Escenario de mayor a menor probabilidad de caída de ceniza.

Por lo tanto, según los nuevos mapas tenemos para la caída de ceniza que:

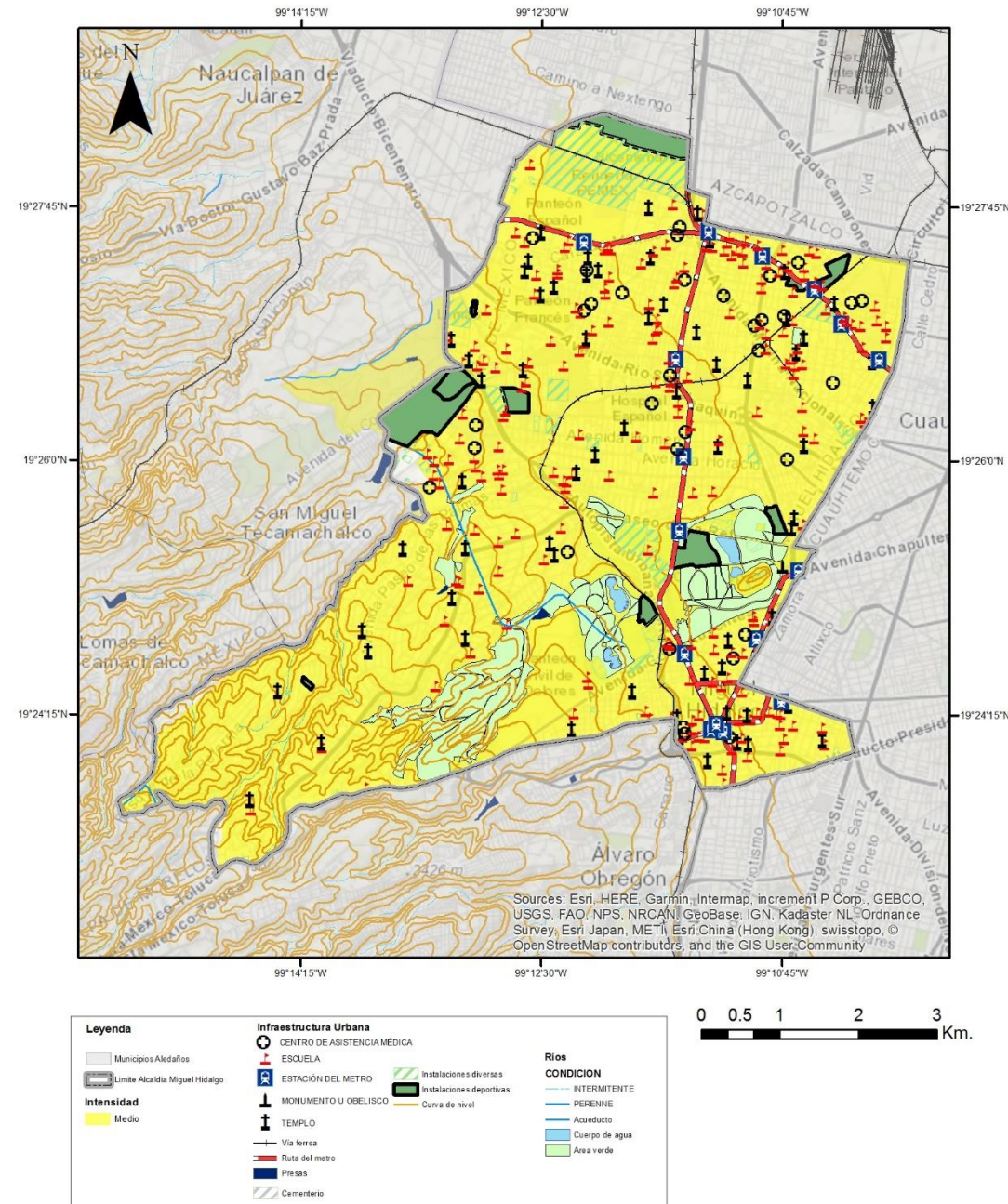
	Mayor probabilidad	Mediana Probabilidad	Menor probabilidad
Alcaldía Miguel Hidalgo	Menores a 1 mm	1 cm	10 cm

Tabla 38. Caída de ceniza según el tipo de evento. Estos datos fueron obtenidos de los nuevos mapas de peligro del volcán Popocatepetl.

En la figura 4, se muestra el mapa de intensidad a caída de ceniza dentro de la alcaldía.

Espesor (mm)	Efecto
	Los caminos pueden necesitar ser despejados para reducir el polvo y para evitar el bloqueo de los sistemas de precipitación. Los sistemas de aguas residuales se pueden bloquear por las cenizas, o interrumpir por la pérdida de fuentes eléctricas. Algunos daños al equipo eléctrico y a maquinaria.
5-100	Entierro de pasto y plantas bajas. El follaje de algunos árboles se puede caer pero la mayoría de los árboles sobrevivirán. La mayoría de los pastos morirán con cerca de 50 milímetros de cenizas. Serán necesarias operaciones importantes de retiro de cenizas en áreas urbanas. La mayoría de los edificios de mampostería soportarán la carga de cenizas pero estructuras con azoteas débiles pueden derrumbarse con 100 milímetros de espesor, particularmente si las cenizas se mojan. Los caminos pueden ser bloqueados debido a la acumulación de cenizas. Los coches pueden tener problemas debido a las cenizas en los filtros de aire.
100-300	Correrán el riesgo de derrumbarse los techos de los edificios que no sean limpiados de las cenizas acumuladas, especialmente estructuras con techos planos, sobre todo si las cenizas llegaran a mojarse. Daños severos a árboles, se caerán y romperán ramas.
Más de 300	Muerte masiva de la vegetación. Entierro total del horizonte del suelo. Ganado y otros animales mueren o son heridos gravemente. Muerte de la vida acuática en lagos y ríos. Derrumbamiento de la mayoría de las azoteas debido a la carga de las cenizas. Corte de la energía eléctrica y de las líneas telefónicas. Caminos completamente cerrados.

Tabla 36. Efectos por caída de ceniza. Fuente: CENAPRED, 2004.



Lahares

Los lahares, se forman a partir de la mezcla de bloques, ceniza y cualquier otro material volcánico dispuesto sobre las laderas del volcán y la combinación de agua. El agua que forma la mezcla de los lahares puede tener varios orígenes, tales como lluvia torrencial (lluvias estacionales o de ciclones tropicales), sobre depósitos volcánicos, drenaje abrupto de lagunas, o por la entrada de flujos piroclásticos en ríos o en zonas de nieve o glaciares lo que provoca su fusión inmediata, (De la Cruz-Reyna, 2008; Schminncke, 2006).

Este fenómeno volcánico puede viajar por varios kilómetros pero raramente alcanzan los 300 km de distancia, y se mueven a velocidades que pueden exceder los 100 km/h, esto dependiendo de la concentración de partículas y material (Schminncke, 2006). Estos pueden ser divididos en dos tipos: 1) flujos hiperconcentrados: mezclas fluidas de agua y sólidos granulares, donde la concentración de las partículas sólidas es de 55 a 60% en peso o 35 a 40% en volumen; 2) Flujos de escombros. Mezclas fluidas de agua y sólidos granulares, sumamente viscosas, capaces de transportar partículas del tamaño de la grava y la concentración de partículas sólidas es de 75 a 80% en peso o 55 a 60% en volumen. Un flujo de escombros puede diluirse y transformarse en un flujo hiperconcentrado. Para el caso de la alcaldía Miguel Hidalgo, la ocurrencia de lahares es inexistente (Figura 5).

Figura 4. Según el tipo evento volcánico, la magnitud del mismo y dirección del viento, se puede presentar caída dentro de la alcaldía. Para este caso encontramos que la intensidad es media.

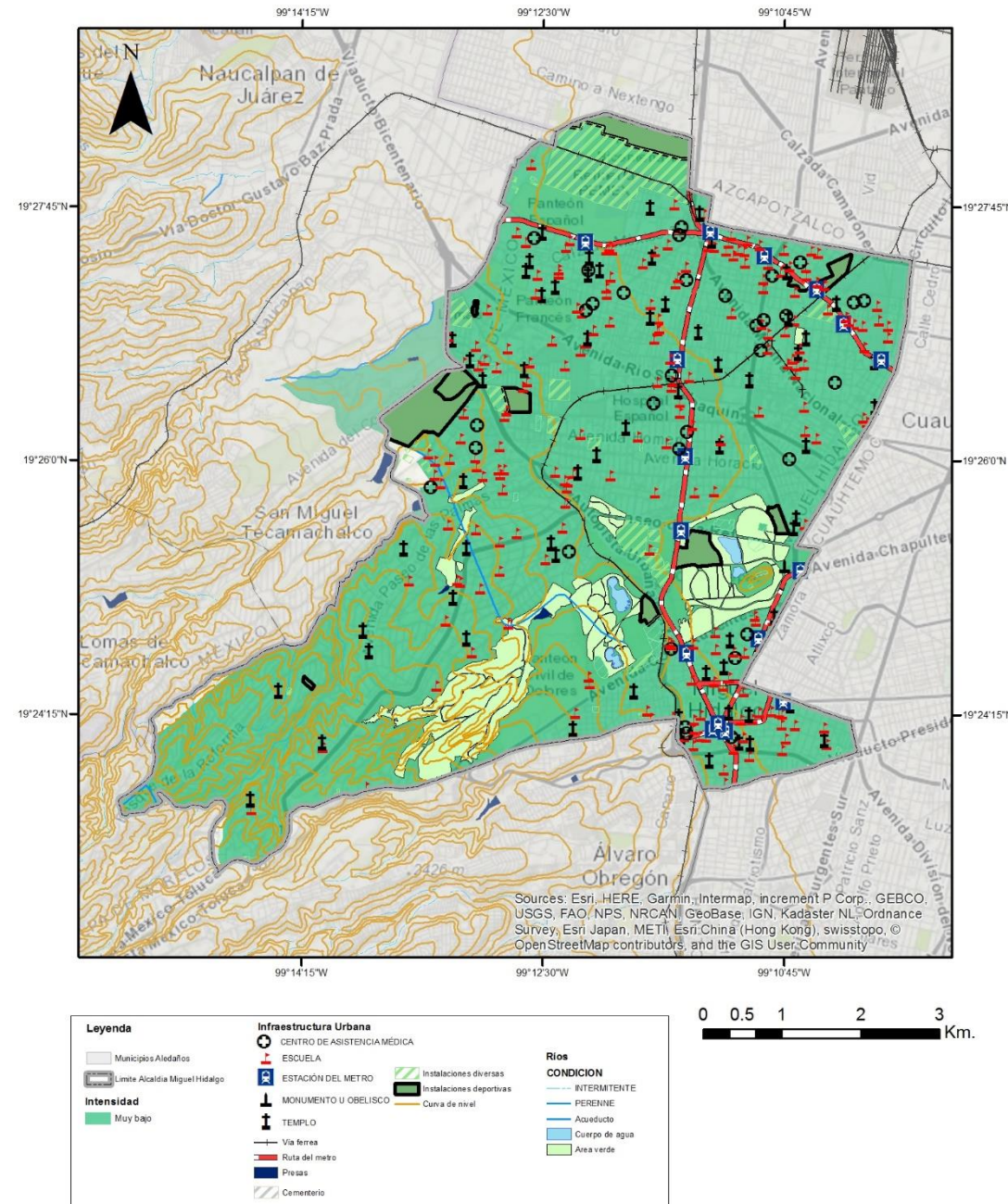


Figura 5. La alcaldía no se encuentra dentro un campo volcánico activo, por lo que la presencia de lahares es nula.

Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

El Centro Nacional de Prevención de Desastres genera materiales de difusión importantes, como lo son las infografías, en donde podemos conocer más acerca de los volcanes, en específico se puede consultar información sobre el volcán Popocatépetl que incluye la descripción del fenómeno perturbador, así como las recomendaciones de cómo actuar antes, durante y después de sus diferentes manifestaciones. A continuación, se muestran dos de estos materiales. Debido a que la alcaldía no se encuentra muy próxima a algún volcán peligroso, los efectos de caída de ceniza por parte del Popocatépetl podrían representar afectaciones tanto en la infraestructura como en la salud en las personas, por ello se eligieron las infografías de Caída de Cenizas (Figura 6) y la del Semáforo de Alerta Volcánica (Figura 7 y 8).

Figura 6. Infografía sobre el Semáforo de Alerta Volcánica. Fuente: CENAPRED.



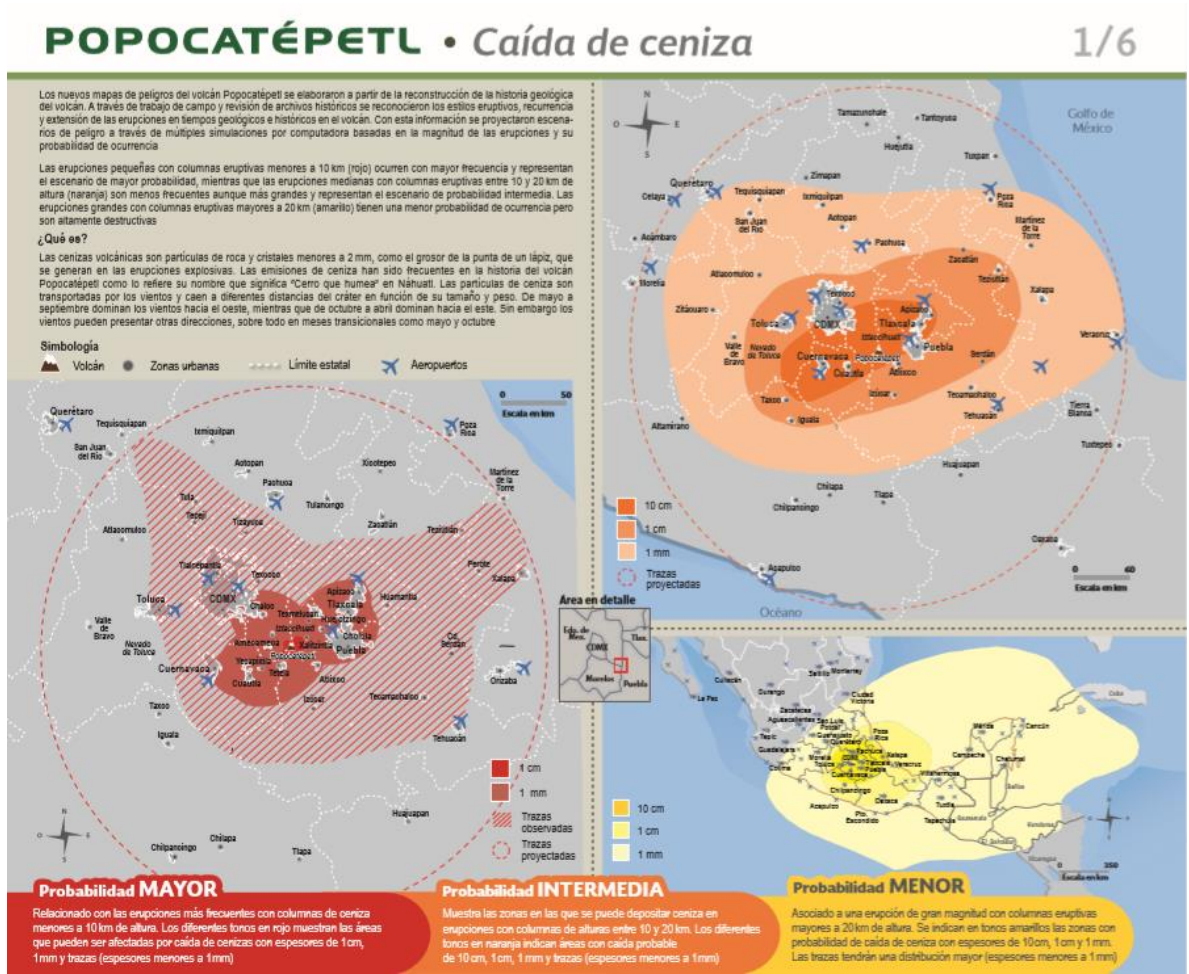


Figura 7. Infografía sobre la escala de probabilidad de caída de ceniza del volcán Popocatepetl en la República Mexicana Fuente: CENAPRED.

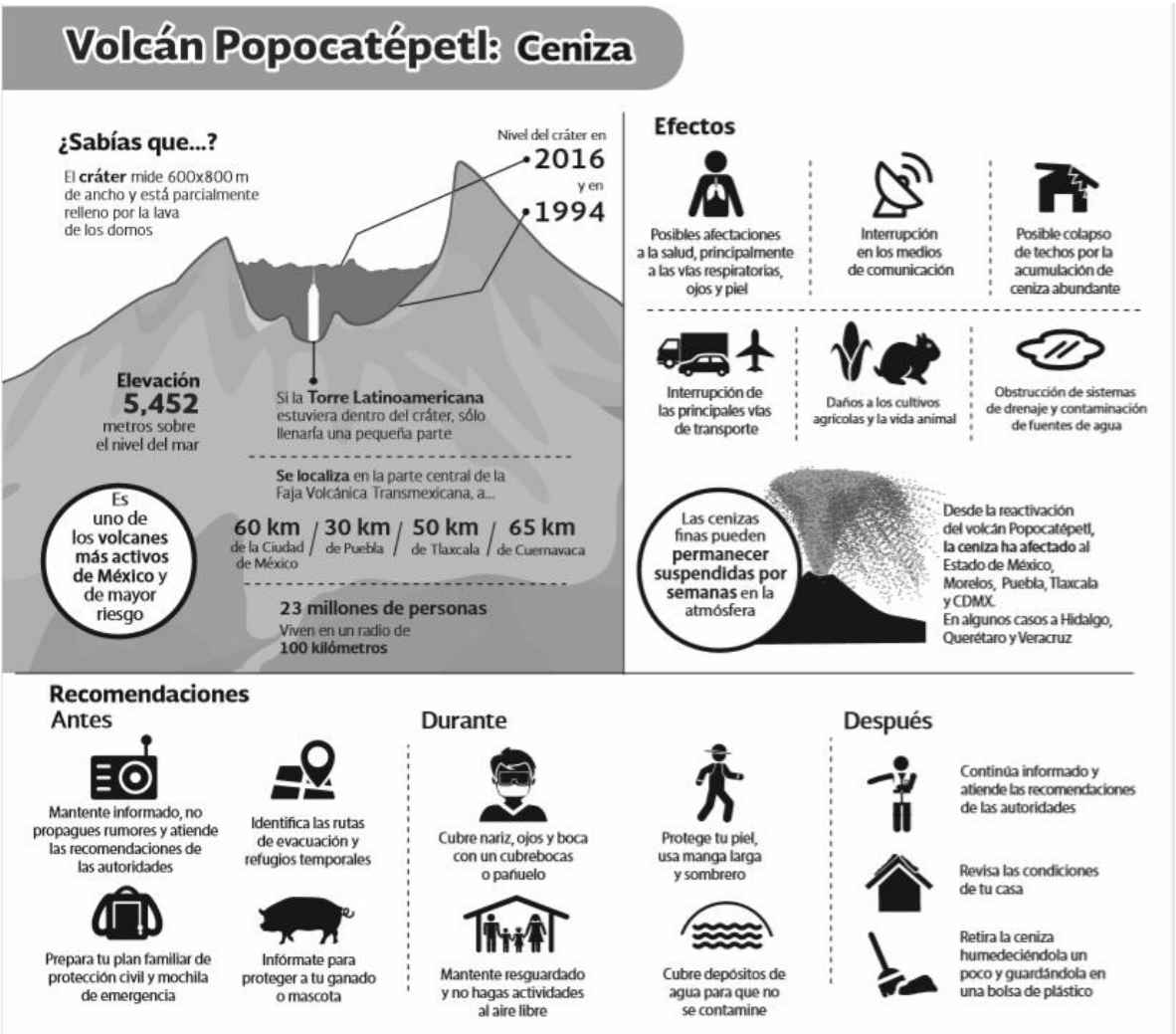


Figura 8. Infografía sobre la caída de ceniza del volcán Popocatepetl, se muestran datos relevantes acerca del volcán, así como recomendaciones antes, durante y después ante este peligro Fuente: CENAPRED.

Medidas o Programas de Mitigación para los peligros volcánicos existentes en la Alcaldía Miguel Hidalgo.

Los peligros volcánicos a los que puede estar expuesta la población dependerán del área en la que se encuentre, por ejemplo, a la dispersión de ceniza a la arena y pómez, a la caída de balísticos, a los flujos piroclásticos, lahares y finalmente lavas.

Para el caso de la Alcaldía Miguel Hidalgo el peligro existente es la caída de ceniza, por ello y de acuerdo con la **“Guía sobre que hacer ante los peligros volcánicos”** de la Secretaría de Gestión Integral del Riesgo del Gobierno de la CDMX, emite las siguientes recomendaciones:

- No salir de tu casa, negocio u oficina
- Cerrar puertas y ventanas
- Protege nariz y boca; usa gafas y evita usar lentes de contacto.
- No realices ejercicio al aire libre
- Cubre las coladeras
- No dejes a tus animales de compañía en el exterior
- Tapa los depósitos de agua para evitar su contaminación.
- No dejes los alimentos a la intemperie.
- Protege instalaciones eléctricas.

Asimismo, las medidas que se deben llevar a cabo cuando existe una acumulación de ceniza son las siguientes:

- Bárrela y deposítala en bolsas
- No debe utilizarse agua para remover las cenizas, ya que las endurece y podría provocar la obstrucción de coladeras y tuberías.
- Utilízala como abono en proporción de dos partes de tierra por una de ceniza.
- Cubre los vehículos, especialmente motores y filtros de aire. No limpie el parabrisas con agua.

Liga de contenido:

<https://www.proteccioncivil.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/5c7ffcde80b0f536568329.pdf>

2.1.2 Sismos

Susceptibilidad

México se localiza en una de las zonas de mayor actividad sísmica a nivel mundial. Esta alta sismicidad se debe a la interacción entre las placas tectónicas con nombre: Placa Norteamérica, Placa del Pacífico, la Placa de Cocos, Placa de la Rivera y Placa del Caribe. Los estados de Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Michoacán, Colima y Jalisco son los estados con mayor sismicidad en la República Mexicana debido a la interacción de las placas oceánicas de Cocos y Rivera que subducen con las de Norteamérica y del Caribe sobre la costa del Pacífico frente a estos estados, también por esta misma acción son afectados los estados de Veracruz, Tlaxcala, Morelos, Puebla, Nuevo León, Sonora, Baja California, Baja California Sur y por su puesto la Ciudad de México.

Existen dos tipos de ondas sísmicas que se propagan cuando existe una liberación de energía, las ondas de cuerpo (P y S) y las ondas superficiales (Love y Rayleigh). Las primeras son aquellas que viajan a través del interior de la Tierra, no presentan trayectorias horizontales continuas ya que varían debido a la densidad y composición del cuerpo rocoso del interior de la Tierra, por lo que se presentan fenómenos de reflexión y refracción. (CENAPRED, 2011). Ondas Primarias (P): Son longitudinales o de compresión, es decir, el material es alternadamente comprimido y dilatado en la dirección de la propagación. Viajan a diferente velocidad dependiendo del medio sobre el cuál se transmiten, las velocidades de dispersión oscilan entre 1,100 y 8,000 m/s. Se les conoce también como ondas primarias (P) debido a que viajan más rápido y son las primeras en llegar al punto de distancia. Ondas Secundarias (S): Son ondas transversales o de corte, significa que el material es desplazado perpendicularmente a la dirección de propagación. Presentan mayor amplitud que las ondas (P) por lo que se sienten con más intensidad. Las ondas de cizalla o secundarias (S) solo pueden viajar a través de medios sólidos ya que su existencia depende de la habilidad del medio transmisor para resistir los cambios de forma debido al esfuerzo cortante.

Respecto a las ondas superficiales, estas se desplazan a menor velocidad que las ondas (P) y (S). Estas ondas causan mayor destrucción, por la resonancia que provocan en las edificaciones debido a su baja frecuencia. Este tipo de ondas se clasifican en ondas Rayleigh y ondas Love (Figura 9).

Ondas Rayleigh (R): son aquellas en las que las partículas se mueven verticalmente en una órbita elíptica, es decir, viajan como ondulaciones.

Ondas Love (L): las partículas vibran transversalmente a la dirección de avance de la onda por lo que provocan cortes horizontales en la Tierra.

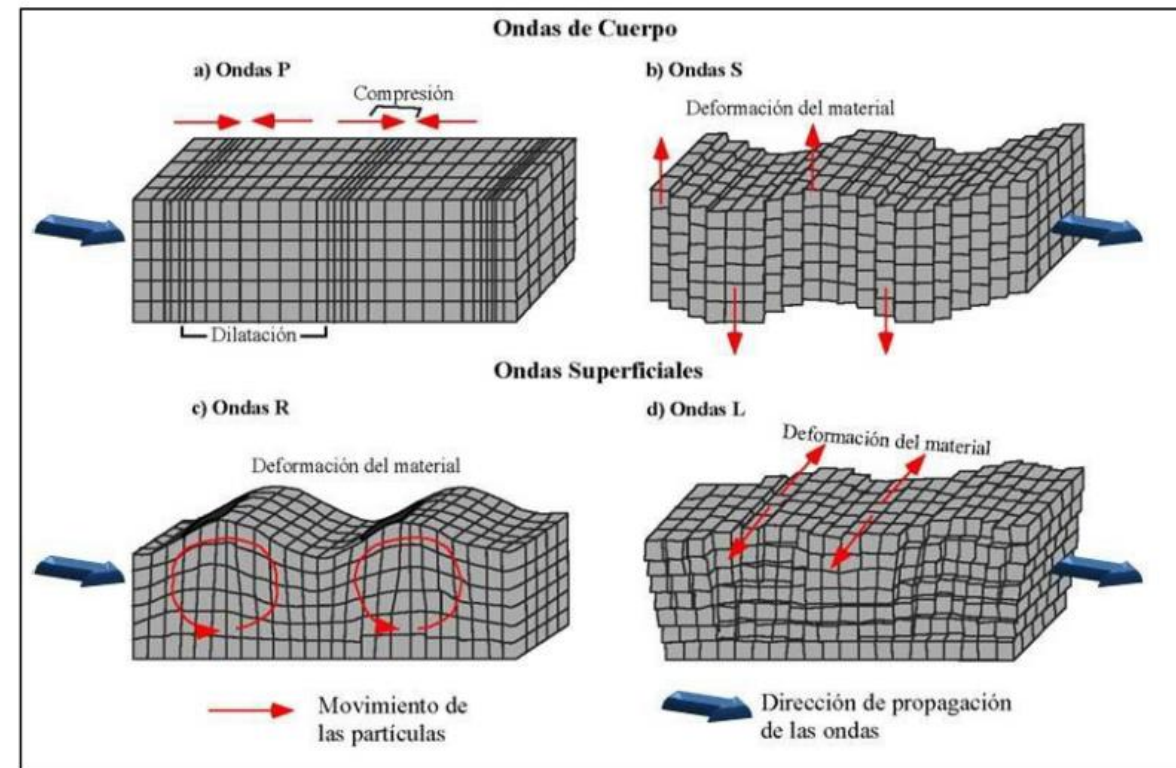


Figura 9. Tipos de ondas sísmicas (CENAPRED, 2011).

La descripción de un sismo se da generalmente en términos de intensidad y magnitud, los cuales son a menudo confundidos, a pesar que aluden a fenómenos distintos, el primero evalúa el daño producido por un terremoto a la infraestructura existente en un lugar determinado, su cuantificación está en función de la sensibilidad de las personas y la apreciación de los daños; mientras que la magnitud es una medida cuantitativa de la cantidad de energía liberada que determina el tamaño real del sismo, independientemente si estos ocurren en regiones habitadas o no.

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro regiones sísmicas (Figura 10). Esto se realizó con fines de diseño antisísmico. Para realizar esta división, se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. Estas zonas son un

reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo.



Figura 10. Regiones sísmicas de México Fuente: CFE, 2015.

La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. Aunque la alcaldía en estudio se encuentra, así como la Ciudad de México, ubicada en la zona B, debido a las condiciones del subsuelo del valle de México, pueden esperarse altas aceleraciones, lo que podría generar daños significativos a la infraestructura.

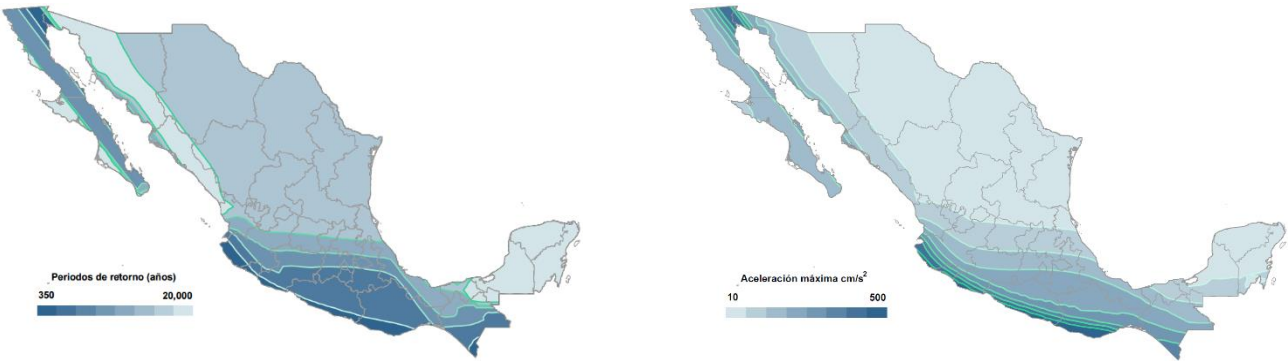


Figura 11. En el mapa de la izquierda se ilustra un mapa con la distribución de los periodos de retorno asociados a los coeficientes óptimos. En el mapa de la derecha se muestran las aceleraciones máximas en terreno rocoso, que corresponden a estos periodos de retorno. Con estas aceleraciones se introduce el peligro sísmico en los espectros de diseño, es decir, es el punto de inicio. Fuente: Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) de la Comisión Federal de Electricidad.

Cabe señalar que las vibraciones del terreno no solo son producidas por el movimiento de grandes placas tectónicas. Este tipo de movimiento somero puede ser desastroso, de acuerdo con la cercanía de la fuente sísmica con las poblaciones. El ejemplo más reciente de esto es el sismo del 19 de septiembre 2017.

La mayor parte de los sismos de grandes magnitudes y que son los que ocasionan grandes daños a las edificaciones, tienen epicentros en la costa del Pacífico, a lo largo de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, y Oaxaca. Sin embargo, también han ocurrido sismos en el centro y sur de Veracruz y Puebla, partes norte y centro de Oaxaca, Chiapas, Estado de México y la Península de Baja California. Especialmente en la zona fronteriza con los Estados Unidos (Figura 12). En los Estados de Sinaloa, Zacatecas, Durango, Yucatán y Sonora la sismicidad es baja. Aunque en Sonora ocurrió un sismo de magnitud de 7.3 a fines del siglo pasado. En los estados restantes no se han originado sismos de importancia aunque algunos estados llegan a ser afectados por los grandes sismos que se originan en otras regiones, como es caso, de Nayarit, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Tlaxcala y Tabasco.

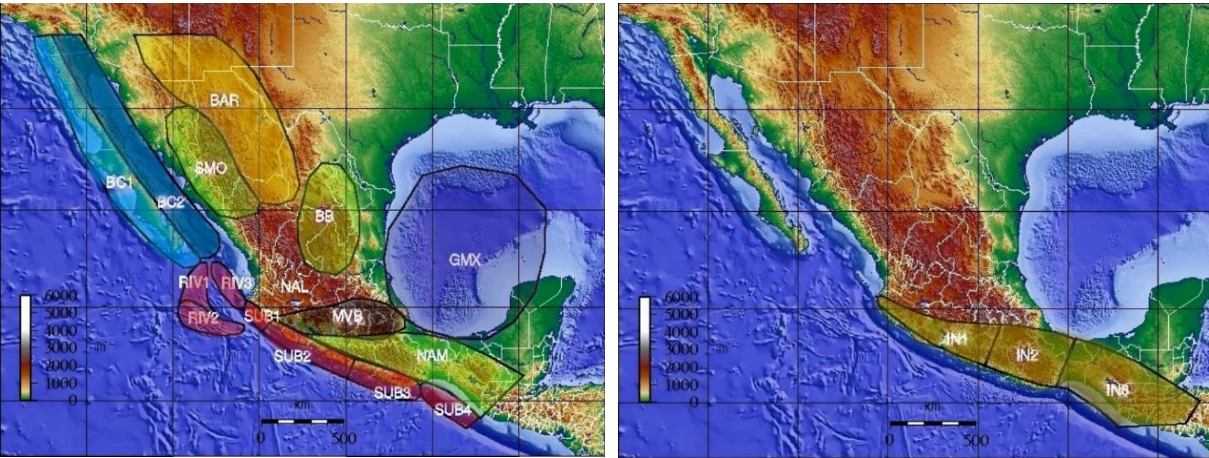


Figura 12. Regionalización sismotectónica de la República Mexicana. Sismos someros (Derecha) y sismos profundos (Izquierda). Fuente: Zúñiga, 2011.

Región	Características
SISMOS SOMEROS	
SUB1	Zona de eventos interplaca someros del tipo de subducción (profundidad < 40 km). Zona de transición de la convergencia entre placas Rivera y Norteamericana (NOAM) a la convergencia Cocos-NOAM.
SUB2	Zona de eventos interplaca someros del tipo de subducción. Convergencia Cocos - NOAM.
SUB3	Zona de eventos interplaca someros del tipo de subducción. Convergencia Cocos - NOAM, zona de transición.
SUB4	. Zona de eventos interplaca someros del tipo de subducción. Convergencia Cocos - Caribe
MVB	Zona de eventos intraplaca (NOAM) someros (h < 40 km), dentro de la provincia tectónica del Eje Volcánico Mexicano (Mexican Volcanic Belt).
NAM	Zona de eventos intraplaca (NOAM) someros.
BC1	Zona de eventos intraplaca (Pacífico), profundidad < 20 km, Península de Baja California.
BC2	Zona de eventos interplaca (Pacífico-NOAM), profundidad < 20 km, Península de Baja California.

SMO	Zona de eventos intraplaca (NOAM) someros, provincia Sierra Madre Occidental.
BAR	Zona de eventos intraplaca (NOAM) someros, provincias de Cuencas y Sierras - Fisura del Río Bravo (Basin and Range-Río Grande Rift).
BB	Zona de eventos intraplaca (NOAM) someros, provincia de la Cuenca de Burgos (Burgos Basin).
RIV1	Zona de eventos interplaca someros de fallamiento normal principalmente, interface Pacífico-Rivera.
RIV2	Zona de eventos interplaca someros de fallamiento de rumbo principalmente, interface Pacífico-Rivera
RIV3	Zona de eventos interplaca de subducción someros. Interface Rivera-NOAM
GMX	Zona de eventos intraplaca (NOAM) someros. Región del Golfo de México.
NAL	Zona de eventos intraplaca (NOAM) someros de baja magnitud-baja periodicidad.
SISMOS INTERMEDIOS	
IN1	Zona de eventos intraplaca (Cocos) de profundidad intermedia (40 km < h < 120 km). Relacionados a la interface Cocos-NOAM.
IN2	Zona de eventos intraplaca (Cocos) de profundidad intermedia. Relacionados a la zona de transición.
IN3	Zona de eventos intraplaca (Cocos) de profundidad intermedia. Relacionados a la interface Cocos-Caribe.

Tabla 39. Regionalización sismotectónica de la República Mexicana de acuerdo al mapa anterior.

En la figura 13, se muestran los sismos de gran magnitud acontecidos desde el año 1902. En estrellas de color rojo se muestran los acontecidos en septiembre de 2017. De igual manera se muestra la ubicación de la alcaldía Miguel Hidalgo. La alcaldía ha sido afectada por sismos de gran magnitud y en otros casos se han encontrado epicentros dentro de la misma.

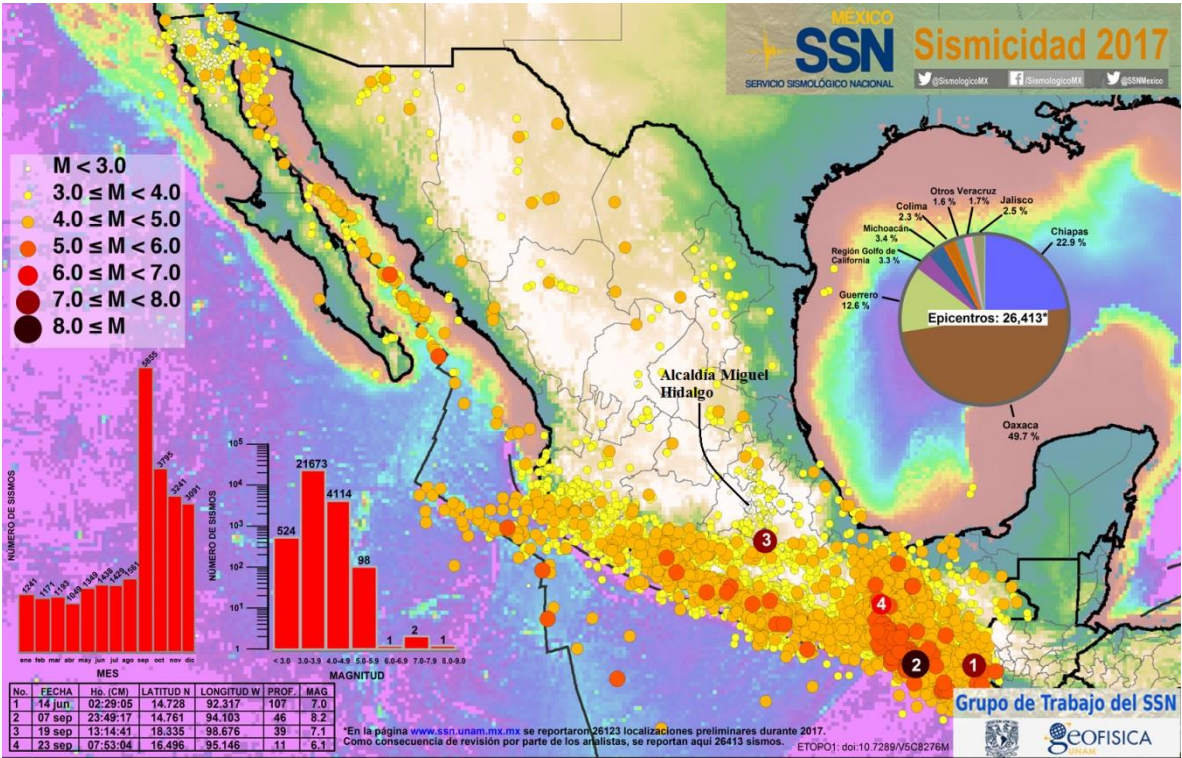


Figura 13. En la imagen se muestra la sismicidad del año 2017 en la República Mexicana. Los números del 1 al 4 representan los epicentros de los sismos más fuertes. Como se puede observar, la alcaldía Miguel Hidalgo está muy cercana a la franja donde se originan los sismos. Fuente: Modificado de la SSN.

La Ciudad de México encuentra en una zona donde no se generan sismos de alta magnitud. Entre el 1 de enero de 2017 y el 7 de enero de 2019, dentro de la ciudad se han registrado 48 sismos que van desde 1.2 a 3 grados. De total antes mencionado, cuatro de ellos han tenido como epicentro la alcaldía en estudio de 1.7, 1.8, 2.5 y 2.7 grados de magnitud (Figura 14).

Sismo 19 septiembre 2017

Como se sabe, después del sismo del 19 de septiembre del 2017, un gran número de edificios resultaron dañados y otros colapsados en la ciudad. Dentro de la alcaldía fueron resultaron dañados 4 construcciones de manera importante. De igual manera un gran número de casas resultaron dañadas y 9 de ellas demolidas en el predio Lago de Constanza 180 de la colonia Anahuac Dos. En otras colonias como Tacuba, Anáhuac y Pensil también se reportaron daños. Los centro escolares; jardín de niños María Luisa de la Torre y las primarias Leopoldo Ruiz Camarena, Republica de Haití y 49 Legislatura resulto con daños parciales.

Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

La siguiente tabla (tabla 6) se muestra la sismicidad ocurrida desde el 28 de enero del año 1995, hasta el 19 de octubre del año 2019, en la alcaldía Miguel Hidalgo y alcaldías colindantes (SSN).

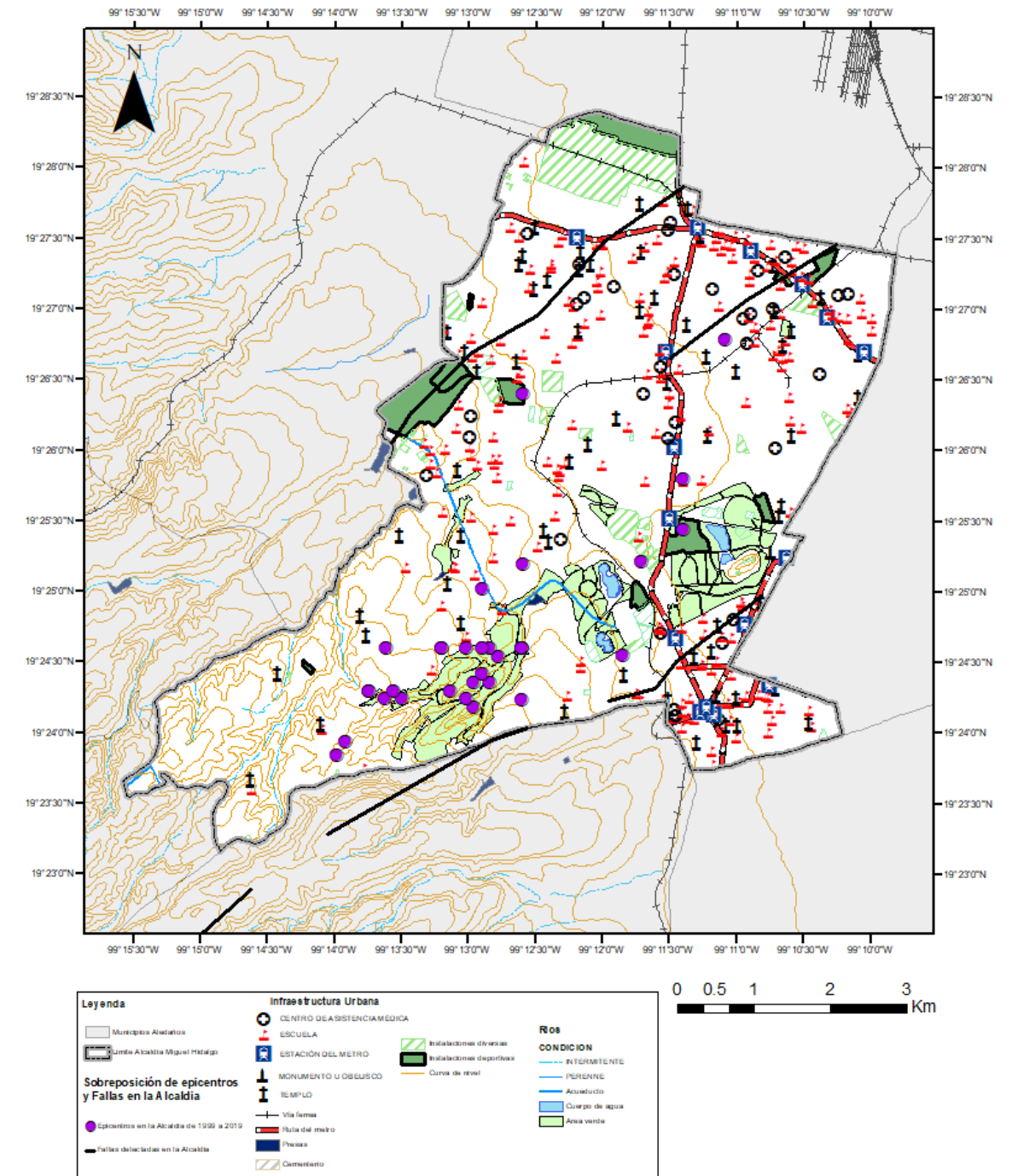
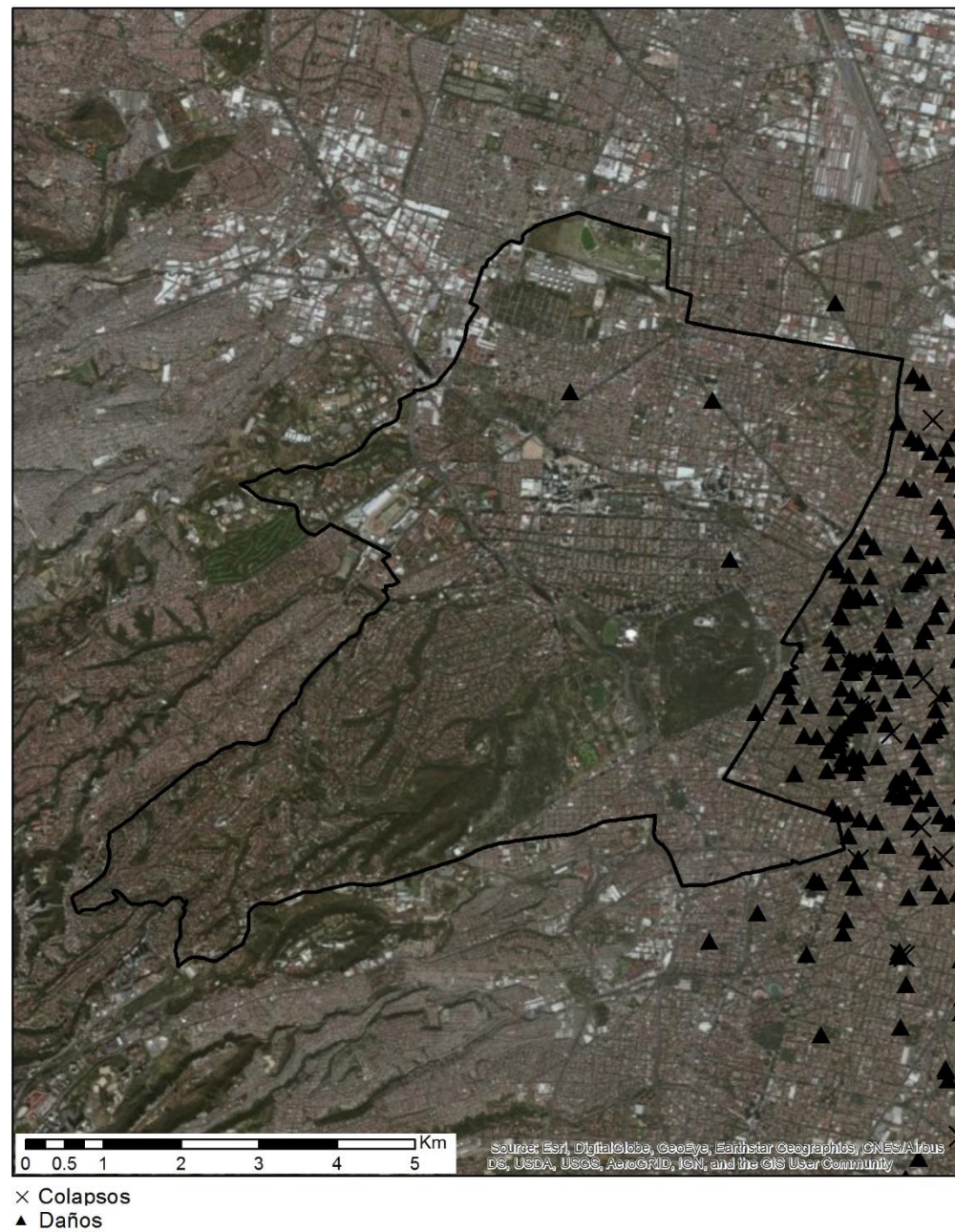


Figura 14. Mapa de distribución de epicentros sísmicos cercanos a la alcaldía.



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales
de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Figura 14a. En el mapa se muestran los epicentros registrados por el Servicio Sismológico Nacional dentro de la alcaldía Miguel Hidalgo, desde el año 1999 al 2019, sobrepuesto con la capa de Fallas de la Ciudad de México.

Fecha	Magnitud	Profundidad	Referencia de localización
28/01/1999	2.7	9	4 km al NOROESTE de MIGUEL HIDALGO, CDMX
14/09/2001	2.9	14	3 km al SURESTE de SAN LORENZO ACOPIILCO, CDMX
13/09/2004	3.1	11	2 km al NOROESTE de BENITO JUAREZ, CDMX
11/12/2004	3.2	2	1 km al NOROESTE de CUAJIMALPA, CDMX
24/06/2010	3.1	14	3 km al SURESTE de BENITO JUAREZ, CDMX
10/05/2013	1.8	1.6	5 km al SURESTE de SAN LORENZO ACOPIILCO, CDMX
15/06/2013	2.7	8.5	2 km al SURESTE de BENITO JUAREZ, CDMX
15/06/2013	2.9	3	2 km al SURESTE de BENITO JUAREZ, CDMX
01/12/2013	2.2	5.6	3 km al SURESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
29/09/2014	2.1	3	3 km al ESTE de CUAJIMALPA, CDMX
28/11/2014	2	8	4 km al SUROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
19/07/2015	2	5	3 km al OESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
12/09/2015	1.9	2	1 km al SURESTE de BENITO JUAREZ, CDMX
24/10/2015	1.9	2	2 km al NORTE de MIGUEL HIDALGO, CDMX
19/08/2016	1.9	5	4 km al SUR de AZCAPOTZALCO, CDMX
03/11/2016	2.1	3	4 km al NOROESTE de SAN LORENZO ACOPIILCO, CDMX
16/06/2017	2.4	5	3 km al SURESTE de BENITO JUAREZ, CDMX
16/07/2017	1.7	3	10 km al NOROESTE de SAN LORENZO ACOPIILCO, CDMX
20/09/2017	1.9	2	2 km al ESTE de CUAJIMALPA, CDMX
28/09/2017	1.7	1.1	2 km al NORTE de SAN LORENZO ACOPIILCO, CDMX
07/11/2017	1.5	3	2 km al SURESTE de BENITO JUAREZ, CDMX
09/11/2017	2	8.5	3 km al SURESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
29/12/2017	2.5	1	2 km al SUROESTE de BENITO JUAREZ, CDMX
20/05/2018	2.1	5	4 km al SUROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
15/06/2018	2.7	1.5	1 km al SURESTE de MIGUEL HIDALGO, CDMX
30/06/2018	2.2	3.5	1 km al SURESTE de BENITO JUAREZ, CDMX
30/06/2018	1.7	3.5	1 km al SURESTE de BENITO JUAREZ, CDMX
30/06/2018	2.6	3.5	1 km al SURESTE de BENITO JUAREZ, CDMX
15/07/2018	1.7	3	2 km al NOROESTE de MIGUEL HIDALGO, CDMX
15/07/2018	2.2	4	2 km al NOROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX

18/07/2018	1.9	3	3 km al SUR de V ALVARO OBREGON, CDMX
19/07/2018	1.9	3.2	3 km al SUR de V ALVARO OBREGON, CDMX
05/10/2018	2.4	1.5	3 km al SURESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
13/10/2018	1.8	2.8	1 km al NOROESTE de MIGUEL HIDALGO, CDMX
20/11/2018	2.5	8	2 km al NORTE de MIGUEL HIDALGO, CDMX
12/12/2018	2.3	1	2 km al SUROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
29/03/2019	2.6	3	2 km al NOROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
18/05/2019	2	2	2 km al SUROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
18/05/2019	1.2	2	2 km al SUROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
26/05/2019	1.2	3	11 km al SUR de SAN LORENZO ACOPIILCO, CDMX
30/06/2019	1.9	2	3 km al NOROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
12/07/2019	2.1	2	1 km al SUR de MIGUEL HIDALGO, CDMX
12/07/2019	2.5	3	1 km al NOROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
12/07/2019	2	3	1 km al NOROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
12/07/2019	2.3	2	2 km al OESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
13/07/2019	2.3	3	2 km al NOROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
13/07/2019	2.3	2	3 km al OESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
14/07/2019	2.1	4	4 km al NOROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
16/07/2019	2.5	3	2 km al NOROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
16/07/2019	3	2	3 km al NOROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
16/07/2019	2.7	2	3 km al NOROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
16/07/2019	2.6	1.6	3 km al NOROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
17/07/2019	2.2	2	2 km al NOROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
17/07/2019	2.4	2	2 km al NOROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
17/07/2019	2.4	2	2 km al NOROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
17/07/2019	2.4	2	2 km al OESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
17/07/2019	2.1	3	2 km al NOROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
17/07/2019	2	2	2 km al NOROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
18/07/2019	2.2	2	2 km al NOROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
18/07/2019	1.5	1.6	2 km al NOROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
18/07/2019	1.8	1.8	2 km al OESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
28/07/2019	2.2	2	1 km al SUROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
30/07/2019	1.8	1	2 km al NOROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
02/08/2019	2.3	2	2 km al NOROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
09/08/2019	2.1	1	2 km al NOROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX
19/10/2019	2	2	2 km al NOROESTE de V ALVARO OBREGON, CDMX

Tabla 6. Se muestran los sismos ocurridos en la alcaldía Miguel Hidalgo y alcaldías colindantes, también se muestra la magnitud y profundidad de los mismos. Fuente: Catalogo de sismos del SSN.

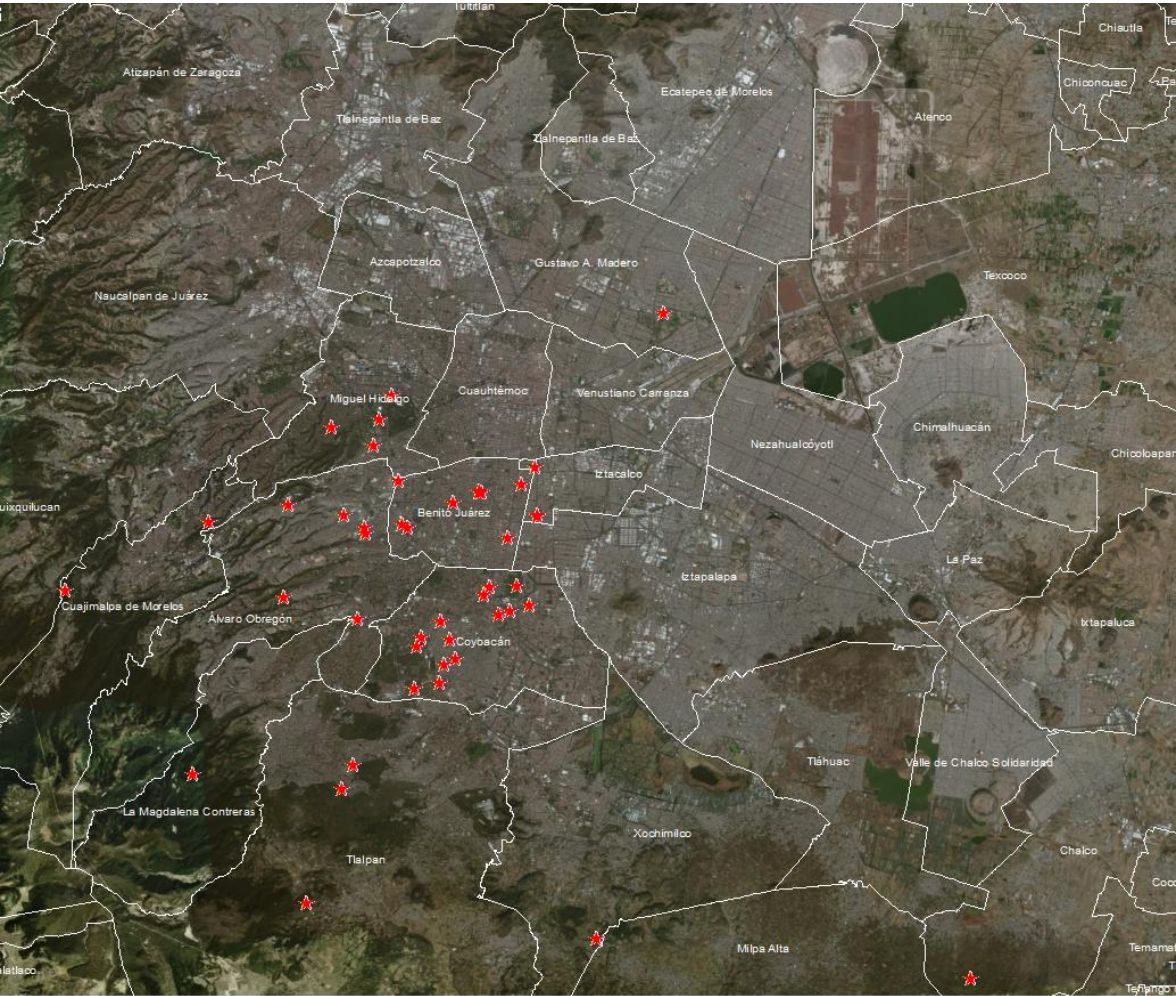
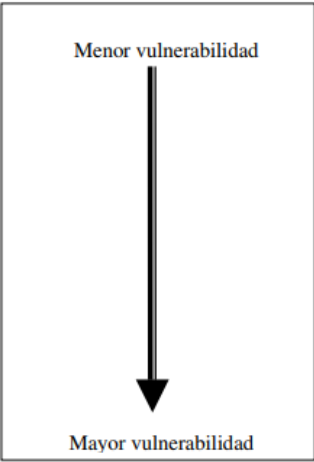


Figura 15. En la imagen se muestran los sismos ocurridos en la ciudad de México entre el 1 de enero de 2017 y el 7 de enero de 2019.

Vulnerabilidad, peligro y riesgo por sismo

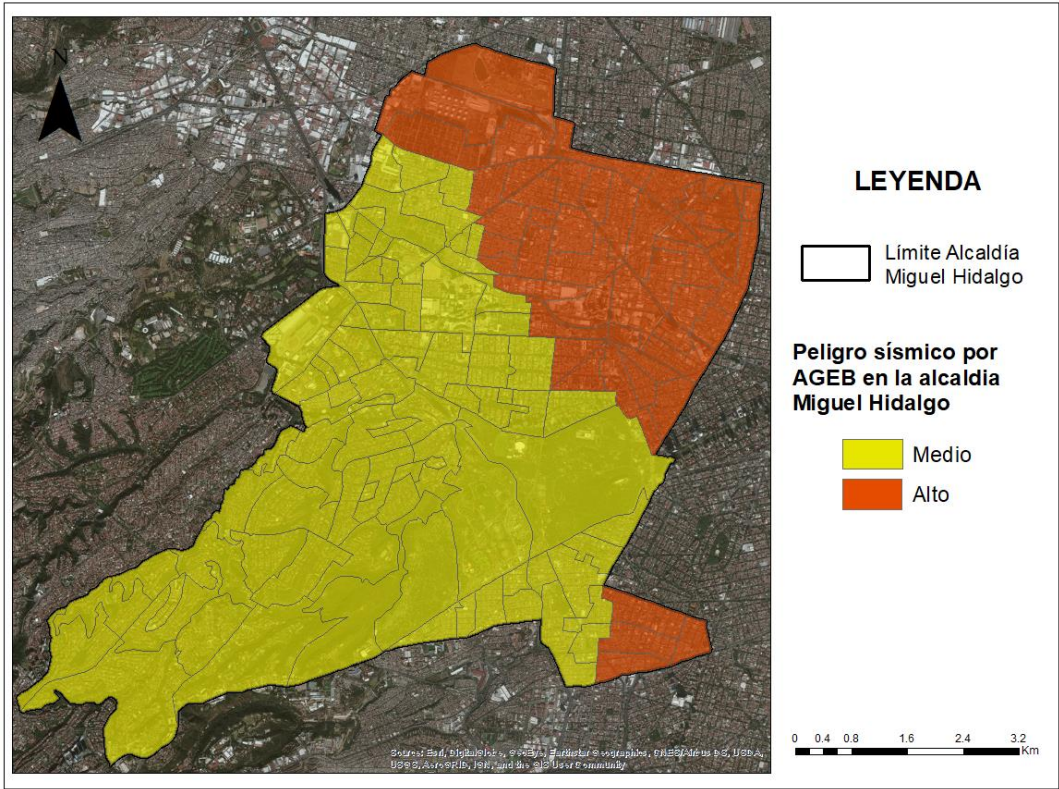
La vulnerabilidad física es una propiedad intrínseca de la construcción y materiales empleados en las viviendas e infraestructura de cualquier lugar, principalmente en aquellas zonas en las que se genere una aceleración del terreno mayor a 15% de g.



- Edificios de concreto, casas de bloques de concreto reforzados o confinados.
- Casas prefabricadas: hay control de calidad del concreto y del refuerzo en fábrica. Aunque se pueden presentar problemas en la fase constructiva debido a desconocimiento del método.
- Mixtas-Bloques y madera: Se pueden presentar cambios de rigidez y problemas en las juntas.
- Casas de madera: Es conocido el buen comportamiento de las edificaciones de madera ante sismos, aunque cuando la madera está dañada, presenta problemas estructurales

La vulnerabilidad de estas edificaciones además estará influenciada por la edad de las mismas y el aspecto o condición física aparente, de tal forma que edificaciones más viejas y más deterioradas presentan mayor vulnerabilidad y lo contrario en el caso de edificaciones más recientes y de una buena condición física aparente (aunque esto último no siempre se cumple). Otro aspecto que fue considerado a la hora de evaluar la edad, es la normativa de diseño antisísmico, ya que reglamentos anteriores al actual las estructuras a partir de dicho año. Los niveles de daños esperados representados como mayor, considerable, moderado a menor y menor

En cuanto al peligro sísmico dentro de la alcaldía se puede observar en la figura 16 se encuentra en una intensidad alto y medio. El alto se caracteriza por estar localizado en la zona de contacto entre los suelos firmes y los depósitos lacustres y medio en las partes más altas de la cuenca, está formada por suelos de alta resistencia y poco compresibles en donde la amplificación de las ondas sísmicas es reducida y los movimientos son de corta duración.

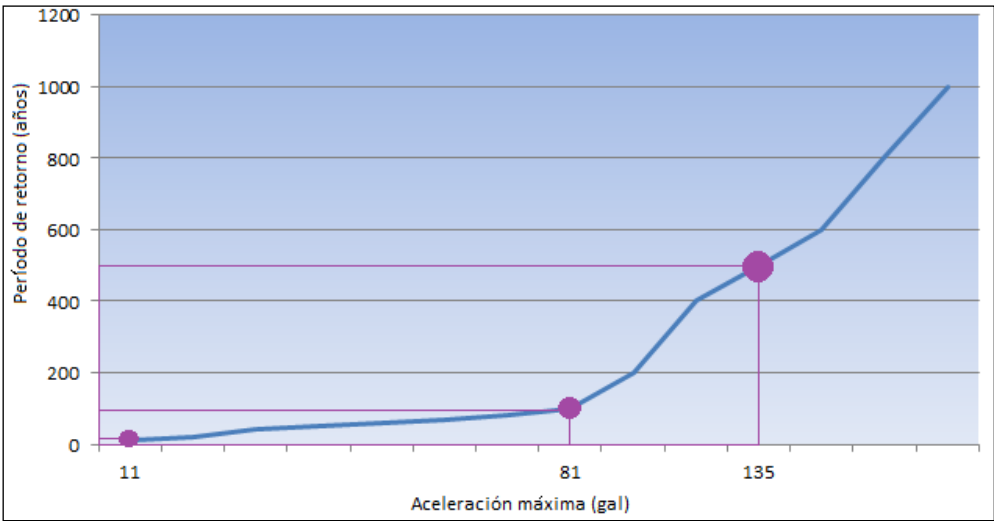


de retorno, los valores de los parámetros asociados son más altos, la probabilidad de superación más pequeña y el nivel de riesgo asumido son menores.

Las aceleraciones máximas que podemos encontrar en la alcaldía Miguel Hidalgo, para los periodos de retorno de 10, 100 y 500 año (Tabla 7).

	A max (gal) para Tr = 10 años	A max (gal) para Tr = 100 años	A max (gal) para Tr = 500 años
Miguel Hidalgo	11	81	135

Tabla 7. Aceleraciones máximas esperadas para 10, 100 y 500 años. Fuente CENAPRED, 2014. Disponible en <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/55.pdf>, página 63.



Grafica 1. Aceleración máxima del terreno esperada en periodos de retorno de 10, 100 y 500 años en la alcaldía Miguel Hidalgo. Fuente, CENAPRED, 2004.

De acuerdo a los zonificación sísmica de la Ciudad de México, dentro de la alcaldía encontramos las tres zonas; lomas, transición y lago. Estos niveles no significan que en caso de sismo estas zonas no sean

Figura 16. Mapa de peligro sísmico en la alcaldía. Fuente, Dirección de Análisis de Riesgo de la SPCGIR, 2019.

El diseño antisísmico requiere determinar previamente las características de los sismos esperados en una zona, que afectarán previsiblemente a las edificaciones asentadas en la misma durante su tiempo de vida útil. Dichas características serán después introducidas en los cálculos dinámicos de las estructuras, siendo ésta una cuestión abordada por los códigos y normativas sismorresistentes.

En el diseño sismo resistente la estructura se construye de modo que resista los valores máximos o probables de los parámetros del movimiento, que son estimados mediante estudios de peligrosidad. El periodo de retorno de la evaluación se fija en función del tiempo de vida útil de la estructura y de su importancia. Así para edificios ordinarios es habitual emplear periodos de retorno de 500 años, que significa que los parámetros resultantes tienen probabilidades anuales de no superación del 90% en 50 años, coincidiendo con su tiempo de vida útil. Para diseño de estructuras de especial importancia, como centrales nucleares, cuyo fallo pudiera tener consecuencias muy graves para la instalación, se acude generalmente a periodos de 10.000 años o aún mayores. Hay que tener en cuenta que a medida que aumenta el periodo

Actualización del Atlas de Riesgos Naturales
de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

afectadas, pero si aquellas en donde la intensidad sísmica y duración, pueden ser mayor o menor (Figura 17).

En la zona considerada como muy bajo se caracteriza por lomas y se localiza en las partes más altas en la cuenca del Valle de México. Además as de estar formada por suelos de alta resistencia y poco compresibles. La zona de Bajo considerada como transición con características intermedias con partes de suelo duro y parte de sueño blando.

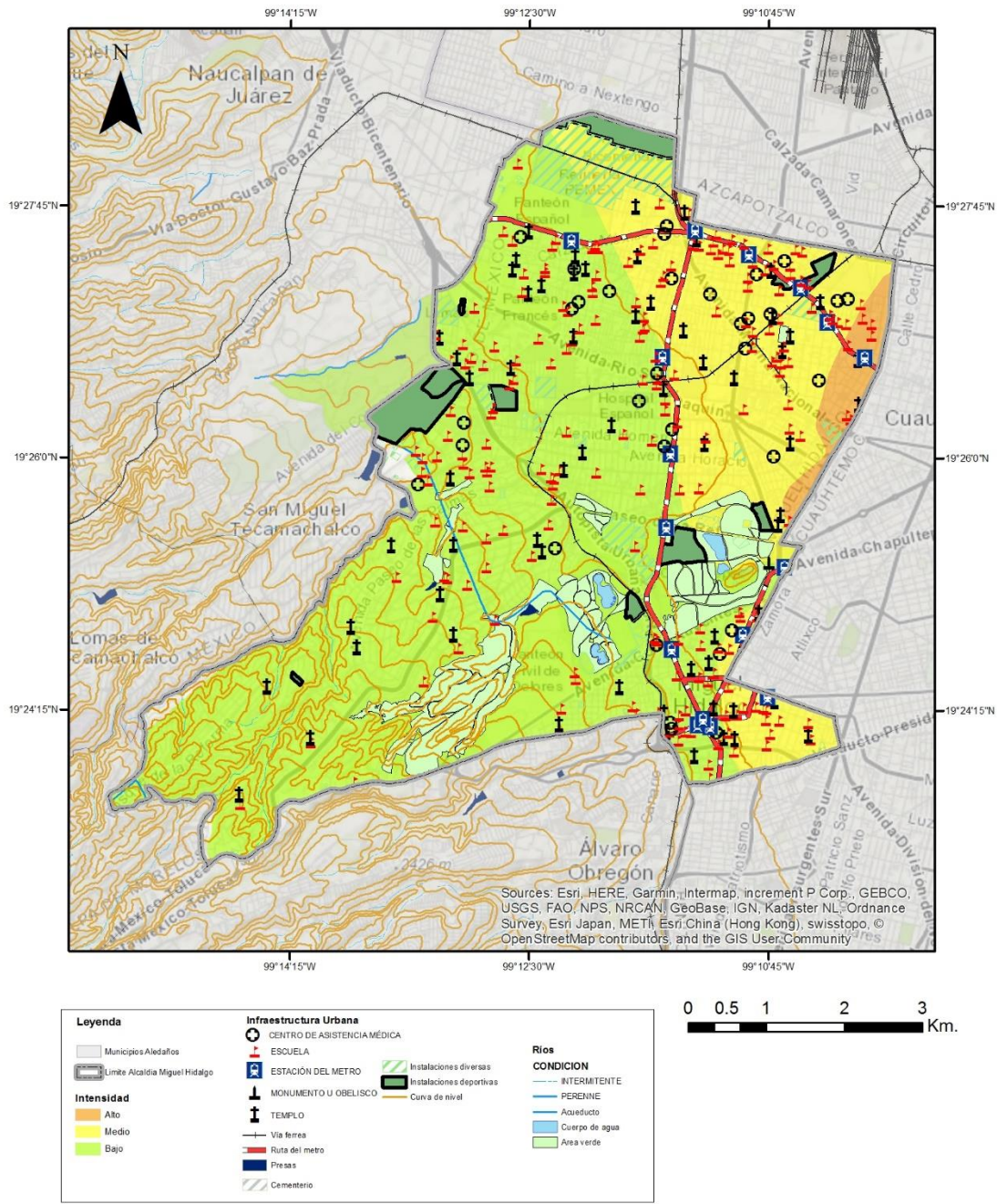


Figura 17. Intensidad sísmica dentro de la alcaldía, basada de en el mapa de la Zonificación Sísmica de la Ciudad de México, publicada por el SSN, 2017.

Vulnerabilidad física de viviendas ante riesgo sísmico

Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Cuando se realiza un análisis de riesgo ya sea a nivel estatal o municipal, es necesario tener en cuenta tres variables: peligro, vulnerabilidad y costos, en este sentido el término de vulnerabilidad hace referencia a la susceptibilidad que tiene una construcción a presentar algún tipo de daño, provocado por la acción de un fenómeno natural u antropogénico. Así mismo cuando se habla de peligro se hace referencia a los fenómenos naturales de gran poder destructivo, por último el costo se refiere al presupuesto necesario para reponer lo dañado. La vulnerabilidad de las viviendas es conocida como uno de los sectores que resultan con las mayores afectaciones ante la acción del fenómeno de sismos lo que produce cuantiosas pérdidas económicas y diversas repercusiones sociales. Dentro de las edificaciones que resultan más afectadas podemos encontrar principalmente las viviendas de bajo costo caracterizadas por emplear materiales de baja calidad además de no contar con un diseño estructural formal (CENAPRED, 2006).

Para el caso de la alcaldía Miguel Hidalgo se realizó un mapa cruzando las variables de riesgo sísmico y vulnerabilidad física con el fin de identificar las zonas más propensas a sufrir afectaciones por sismos debido a la condición estructural de sus viviendas, finalmente como se observa en la imagen la alcaldía presenta en un 90% la condición de muy baja vulnerabilidad y un 10% en baja vulnerabilidad.

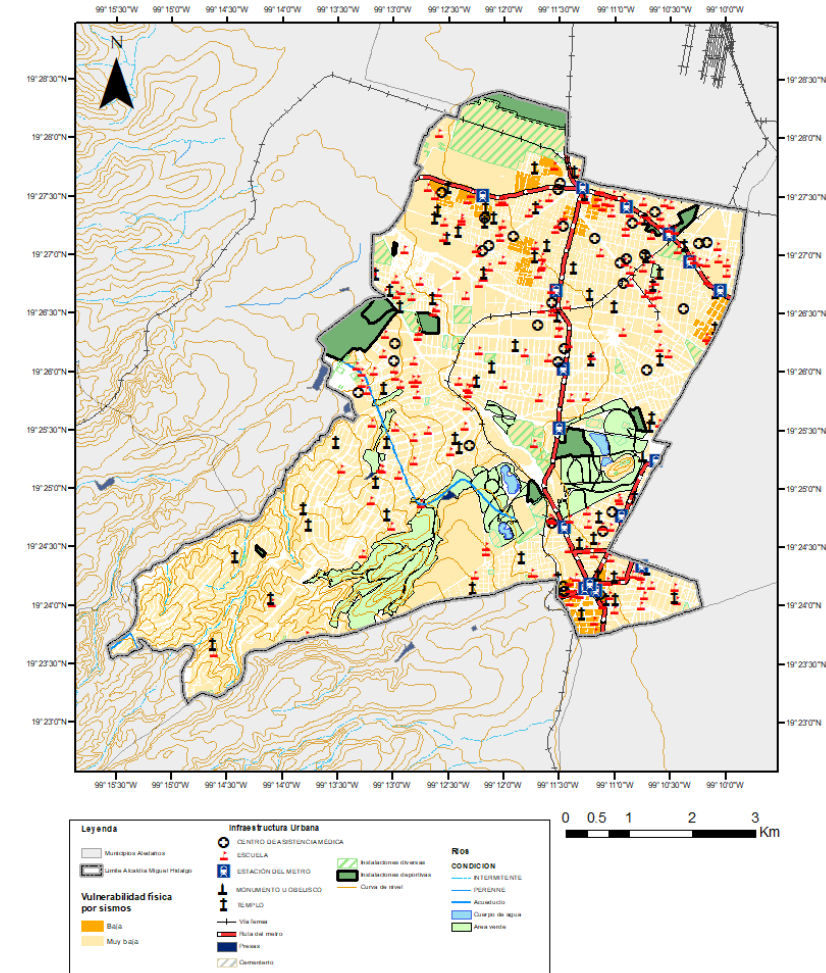


Figura 18. Dentro de la alcaldía se pueden observar dos clasificaciones “baja” y “muy baja” de acuerdo a la vulnerabilidad física de las viviendas ante el fenómeno sísmico. El 90% de la alcaldía se encuentra en la clasificación de “muy baja”, mientras que al norte y sureste se encuentran las clasificaciones de “baja”.

Riesgo sísmico

De acuerdo con la guía de “Conceptos básicos sobre peligros, riesgos y su representación geográfica”, el riesgo sísmico es producto de tres factores: Los bienes expuestos (C), tales como vidas humanas, edificios, carreteras, puertos, tuberías, etc.; la vulnerabilidad (V), que es un indicador de la susceptibilidad al daño; y el peligro (P), que es la probabilidad de que ocurra un fenómeno potencialmente dañino, ya sea natural o antrópico. En la siguiente figura se muestra el riesgo sísmico el cual fue obtenido de la multiplicar la peligro sísmico x la vulnerabilidad física.

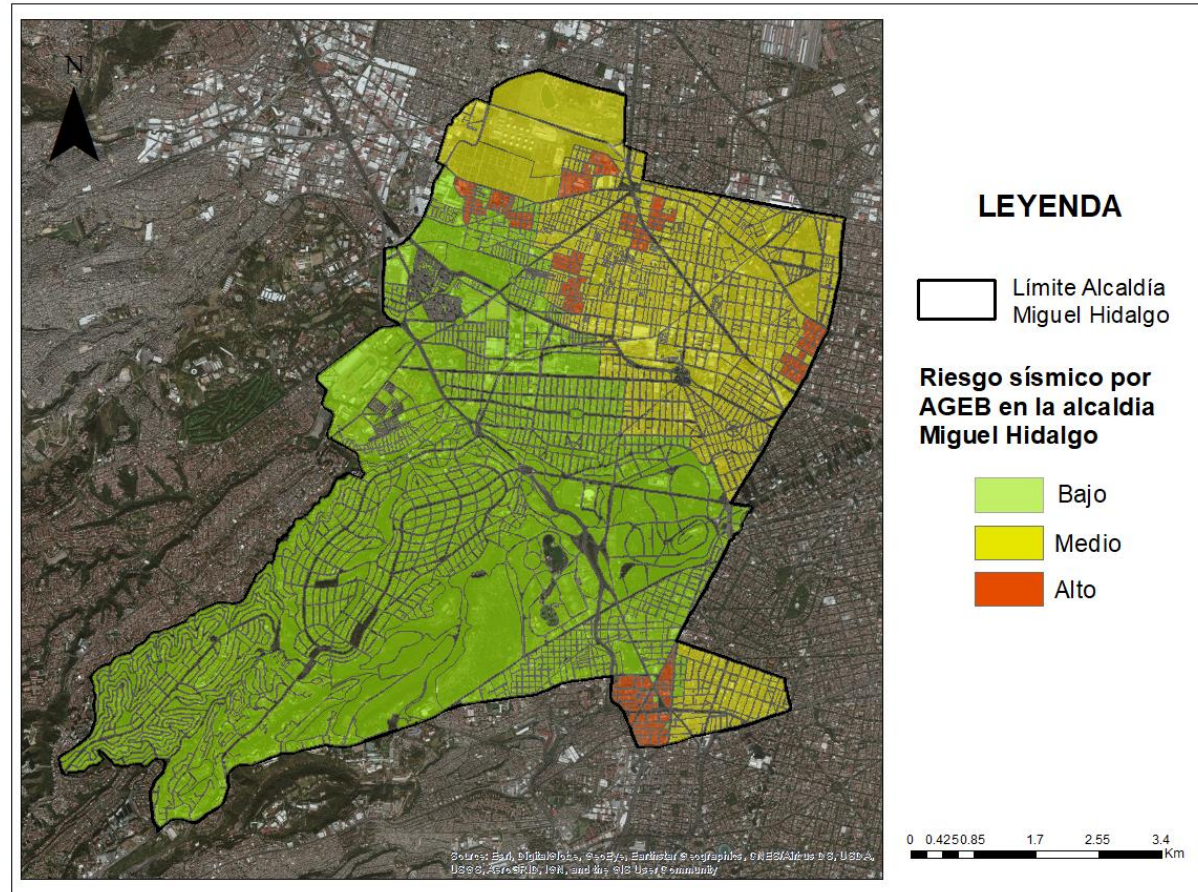


Figura 19. En la siguiente figura se muestra el riesgo sísmico el cual fue obtenido de la multiplicar la peligro sísmico x la vulnerabilidad física.

Sismos importantes que han afectado la CDMX

Sismo de 1912 en la región de Acambay

El día 19 de noviembre de 1912 en el poblado de Acambay, Estado de México ocurrió un sismo con magnitud aproximada de 6.9 a las 7:55, hora local. Este sismo ha sido caracterizado como un sismo intraplaca, ubicado en la placa tectónica de Norteamérica, y se considera como uno de los sismos más importantes en la historia sismológica de México La zona de ruptura del sismo se localizó en el graben de Acambay-Tixmadejé, por su magnitud y sus características tectónicas, presento un número importante de réplicas, aproximadamente 60 réplicas entre el 19 de noviembre de 1912 y el 15 de abril de 1913.

Este sismo marco el precedente de que es posible que ocurran sismos grandes, de magnitudes cercanas a 7, con epicentro en la región central del país y que pueden afectar en gran medida a la Ciudad de México (SSN).

Sismo de 1985 en las costas de Michoacán y Guerrero

El terremoto del 19 de septiembre de 1985, fue el más mortífero y destructivo que se ha registrado en la historia de la ciudad de México. El epicentro se localizó en las costas de Michoacán y Guerrero es clasificado como un sismo interplaca, donde hubo una rotura de contacto entre la placa de Cocos y de Norteamérica en una extensión de 50 km x 170 km y unos 18 km de profundidad. Su magnitud fue 8.1, según informó el Instituto de Geofísica de la UNAM, con una duración de casi cuatro minutos, de los cuales, un minuto y treinta segundos corresponden a la etapa de mayor movimiento.

Sismo del 19 de septiembre 2017 entre Puebla y Morelos

El día 19 de septiembre de 2017 el Servicio Sismológico Nacional (SSN) reporto un sismo con magnitud 7.1 localizado en el límite estatal entre los estados de Puebla y Morelos, a 12 km al sureste de Axochiapan, Morelos y a 120 km de la Ciudad de México a una profundidad de 57 km y se clasifico como un sismo intraplaca. Si bien este tipo de sismo no es el más común en México, de ninguna manera es extraordinario.

México se encuentra en una zona de alta sismicidad debido a la interacción de 5 placas tectónicas. Por esta razón no es rara la ocurrencia de sismo. De acuerdo con el SSN reporta en promedio la ocurrencia de 40 sismos por día.

La falla geológica Contreras se localiza a lo largo de la barranca del Rio Magdalena, tiene una longitud superficial de 13 km aproximadamente; se extiende desde las proximidades del cerro La Palma hacia el noreste, hasta Contreras, en donde se pierde en la zona urbana. El rumbo que tiene es de N55°E; es una falla de desplazamiento vertical (Fuentes, 2011). La digitalización de esta falla se realizo utilizando la capa de fallas del Atlas de Riesgos de la Ciudad de México.

Actualización del Atlas de Riesgos Naturales
de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

imagen georreferenciada del artículo como se muestra en la segunda imagen.

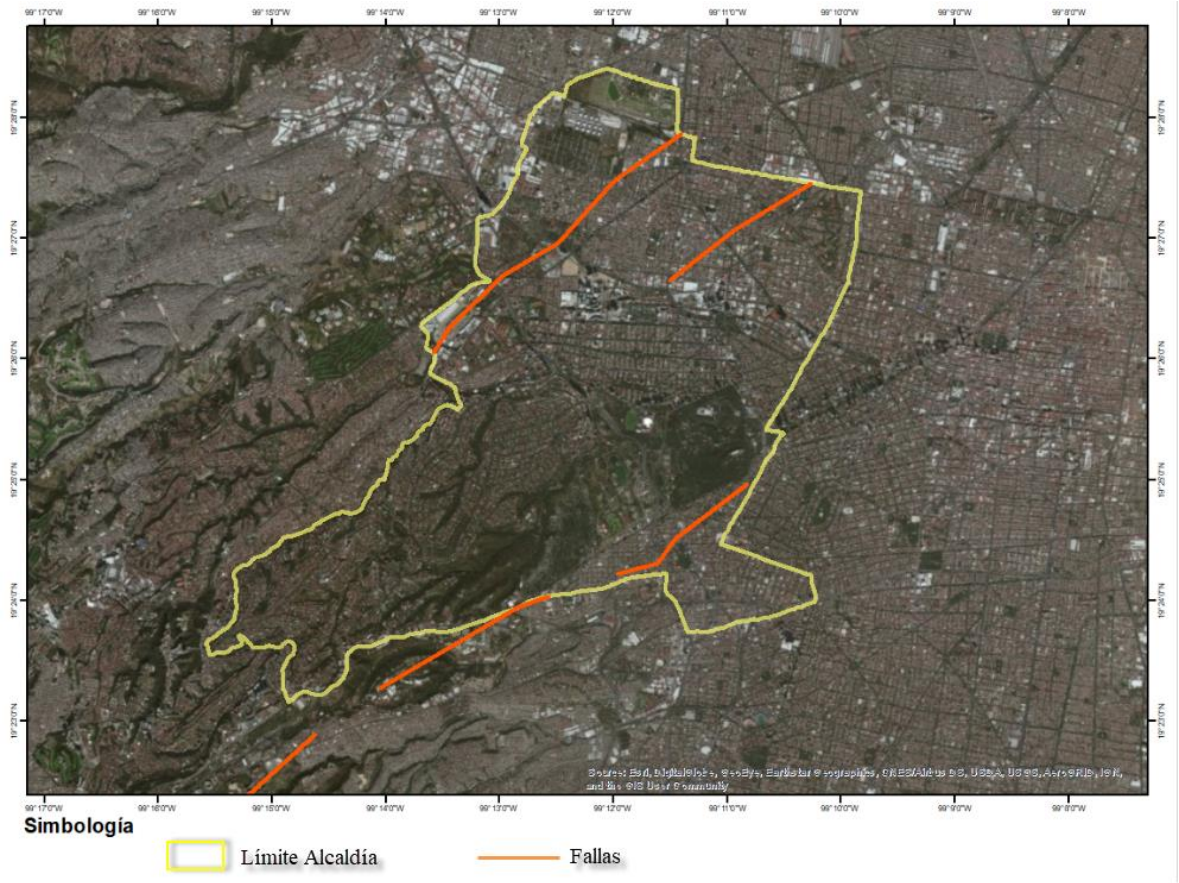


Figura 20. Se muestran las fallas dentro de la Alcaldía Miguel Hidalgo y se resalta en color amarillo la falla Contreras la cual tiene una mayor longitud en comparación a las demás.

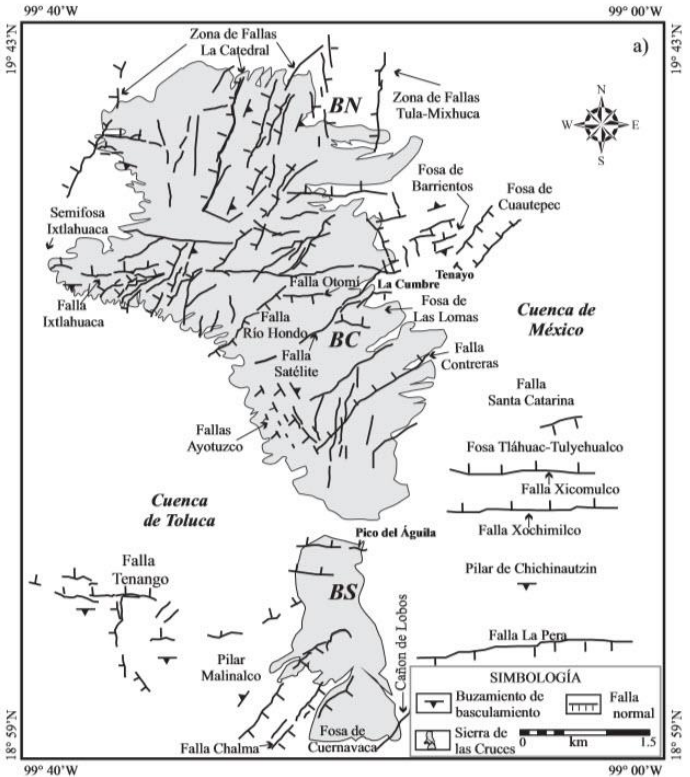
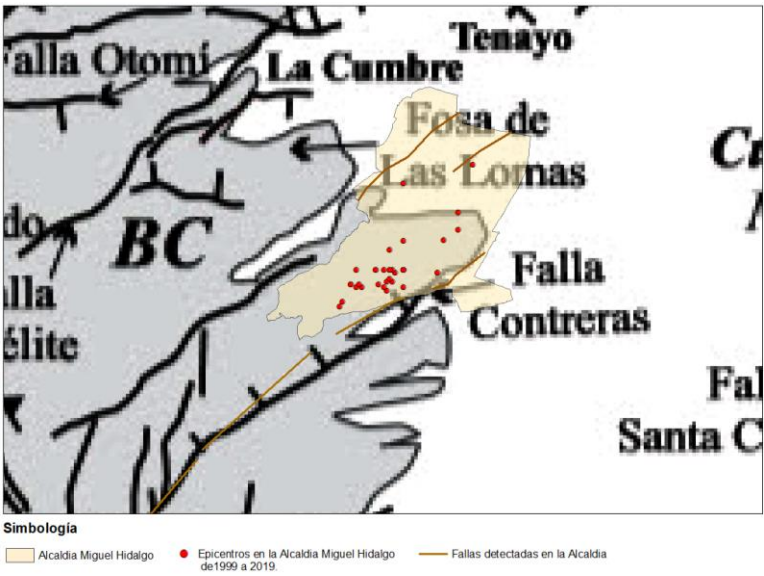


Figura 21. Se muestran el mapa extraído del artículo de García Palomo, donde se observa la falla Contreras que se encuentra cercana a la Alcaldía Miguel Hidalgo.



En la imagen se observa el mapa extraído del artículo de García Palomo del 2008 donde se localizan las fallas en la Sierra de las Cruces. Para su análisis se georreferenció con las coordenadas del propio mapa, aunque no se llegó a la exactitud deseada, por lo que cuando se sobrepone la capa de fallas en la Ciudad de México que fue proporcionada por la Secretaría de Gestión Integral del Riesgo, “La Falla Contreras “se sobrepone ligeramente con la

Figura 22. Se muestra el mapa georreferenciado de García Palomo con superposición de epicentros en la Alcaldía.

2.1.3 Procesos de Remoción en Masa (*Deslizamientos, Flujos y Caídos o Derrumbes*)

El fenómeno de inestabilidad de laderas, engloba diferentes tipos de procesos, tales como deslizamientos, flujos, caída de bloques, reptaciones, avalanchas y movimientos complejos, estos últimos resultan de la combinación de uno o más procesos (CENAPRED, 2006), como lo son los fenómenos meteorológicos extraordinarios, así como la pérdida de cobertura vegetal en las pendientes.

Deslizamientos de laderas

El deslizamiento de una ladera es un término general que se emplea para designar a los movimientos talud abajo de materiales térreos, que resultan de un desplazamiento hacia abajo y hacia afuera de suelos, rocas y vegetación, bajo la influencia de la gravedad. Los deslizamientos pueden generarse de manera súbita en los cuales se transporta gran cantidad de material, mientras que otros pueden tomar horas, semanas, meses, o aun lapsos mayores para que se desarrollen. Por la forma de la superficie de falla, se distinguen:

- Rotacionales: Deslizamientos en los que su superficie principal de falla resulta cóncava hacia arriba (forma de cuchara o concha), definiendo un movimiento rotacional de la masa inestable de suelos y/o fragmentos de rocas con centro de giro por encima de su centro de gravedad. A menudo estos deslizamientos rotacionales ocurren en suelos arcillosos blandos, aunque también se presentan en formaciones de rocas muy intemperizadas.
- Traslacionales: Deslizamientos en los que la masa de suelos y/o fragmentos de rocas se desplazan hacia afuera y hacia abajo, a lo largo de una superficie de falla más o menos plana, con muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo. Usualmente determinan deslizamientos someros en suelos granulares, o bien están definidos por superficies de debilidad en formaciones rocosas, tales como planos de estratificación, juntas y zonas de diferente alteración o meteorización de las rocas, con echado propicio al deslizamiento.

Los factores que rigen la inestabilidad de laderas se pueden clasificar en dos; los factores externos e internos. Los factores externos son los que ocasionan un incremento en los esfuerzos o acciones que se dan en una ladera, existen varios tipos y entre los principales cabe destacar; las modificaciones de la geometría de una ladera (por erosión, socavación, incisión de un río, excavaciones artificiales, etc.), el efecto

de los sismos o vibraciones por explosiones y maquinaria pesada, así como cambios en el régimen hidrológico como consecuencia de la variabilidad de la intensidad y duración de las precipitaciones. Por otro lado, los factores internos tienen relación con la reducción de resistencia de los materiales, es decir dependiendo las características en cuanto a su composición, textura, grado de intemperismo, características físico-químicas y las modificaciones que van sufriendo (CENAPRED, 2008).

Para la obtención de la cartografía de susceptibilidad inestabilidad de laderas se tomó en cuenta el análisis multivariado. En donde se considera pendiente de la ladera, características geológicas, cobertura vegetal y el uso de suelo y adicionalmente se tomó en cuenta la geomorfología para dar mayor certeza al cálculo.

Para cada uno de estos valores se asigna un peso específico y después de rasterizar cada archivo se realiza el álgebra de mapas. Para este cálculo se usó la siguiente fórmula

$$P=(Pen-29\%)+(Geol-0.45\%)+(USV-26\%)$$

El mapa resultante tiene como resultados 4 niveles de susceptibilidad, los cuales fueron: Muy Alto, Alto, Medio y Bajo, los cuales se muestran en el mapa de la figura 23.

En cuanto a la elaboración de mapas de riesgo se tomaron en cuenta los elementos que lo componen, esto incluye el peligro, la exposición y la vulnerabilidad que existe entre los diferentes fenómenos naturales y sociales y las condiciones de su entorno, a continuación se hace una breve descripción de dicho elementos:

El peligro se define como la probabilidad de que ocurra un fenómeno potencialmente dañino con determinada intensidad. El peligro se mide por la intensidad y el periodo de retorno o de recurrencia. La intensidad es la fuerza con la que se presenta el fenómeno y sus efectos; mientras que el periodo de retorno es el lapso de tiempo promedio con que se repite un fenómeno con la misma intensidad. Para la mayoría de los fenómenos, no es posible representar el peligro en términos del periodo de retorno, esto es porque al momento del estudio no se cuenta con la información suficiente para generar un análisis estadístico, el cual se requiere para pronosticar el tiempo promedio en que se presentará un fenómeno determinado.

La exposición se refiere a la cantidad de personas, bienes y construcciones que se encuentran en el sitio donde impacta el fenómeno perturbador y que pueden ser dañadas. Por lo general, la exposición se expresa en unidades monetarias, aunque es importante mencionar que no siempre se puede traducir en cuestiones económicas, sino también en kilómetros, número de viviendas y en el número de personas afectadas.

Actualización del Atlas de Riesgos Naturales
de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

La **vulnerabilidad** se refiere a la susceptibilidad de un sistema expuesto a sufrir daños por los efectos de un fenómeno perturbador y se evalúa a partir del número de pérdidas humanas de la población expuesta y del porcentaje de daño en los bienes. La vulnerabilidad puede ser de dos tipos: física y social. La primera representa la resistencia y comportamiento del sistema expuesto. Por otra parte, la vulnerabilidad social se refiere a los aspectos económicos, educativos y culturales con los que cuenta la población que limita la capacidad de desarrollo de la sociedad, en conjunto con la capacidad de prevención y respuesta de la misma frente a un fenómeno perturbador.

Susceptibilidad y Peligro

El CENAPRED, 2001, definió el peligro como la probabilidad de ocurrencia de un deslizamiento, depende de la susceptibilidad o propensión de los suelos o rocas a deslizarse y de su interacción con las variables o factores que detonan o desencadenan los movimientos, como lluvias y sismos, y de su tasa de ocurrencia o periodo de retorno.

Dentro de la alcaldía se han presentado deslizamientos, como los acontecidos en la colonia Lomas de Chapultepec en repetidas ocasiones en las fechas 21/08/2016, 28/08/2018, así como en la colonia Bosques de las Lomas. Lo que es un indicativo de la dinámica actual y reciente en la alcaldía.

Para la elaboración del mapa se consideró la “GUÍA DE CONTENIDO MÍNIMO PARA LA ELABORACIÓN DEL ATLAS NACIONAL DE RIESGOS”, propuesta por el CENAPRED. Donde se considera un MDE 15 metros, proporcionado por el INEGI y el uso de suelo y vegetación serie 5 de INEGI y geología de SGM 2019.

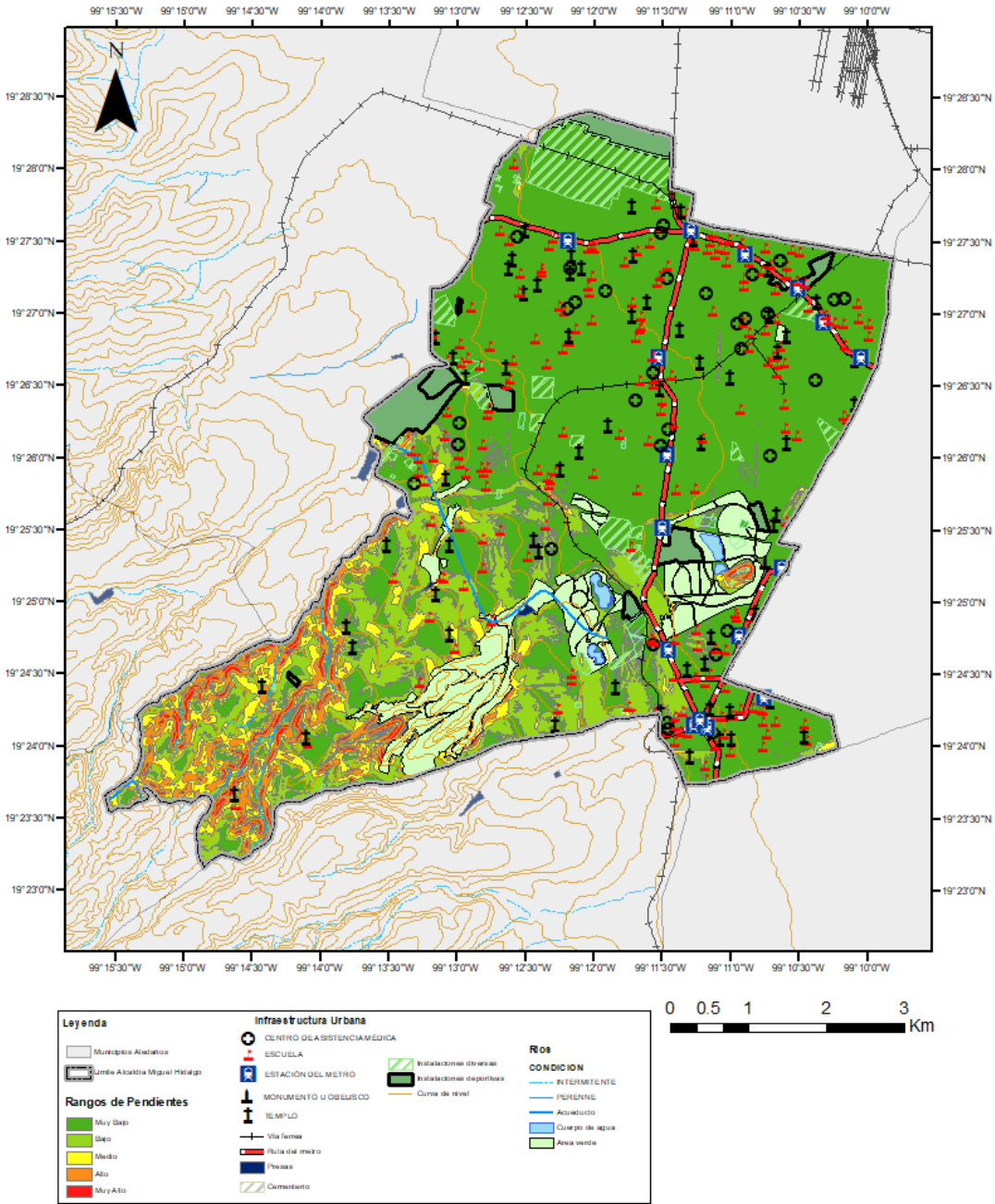


Figura 23. Dentro de la alcaldía se pueden observar zonas de muy alta susceptibilidad. Estas zonas están asociadas a las barrancas profundas que se encuentran al oeste de la alcaldía.

Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

elevados de pendientes se encuentra al suroeste de la alcaldía donde se encuentran se encuentran las formaciones de barrancos.

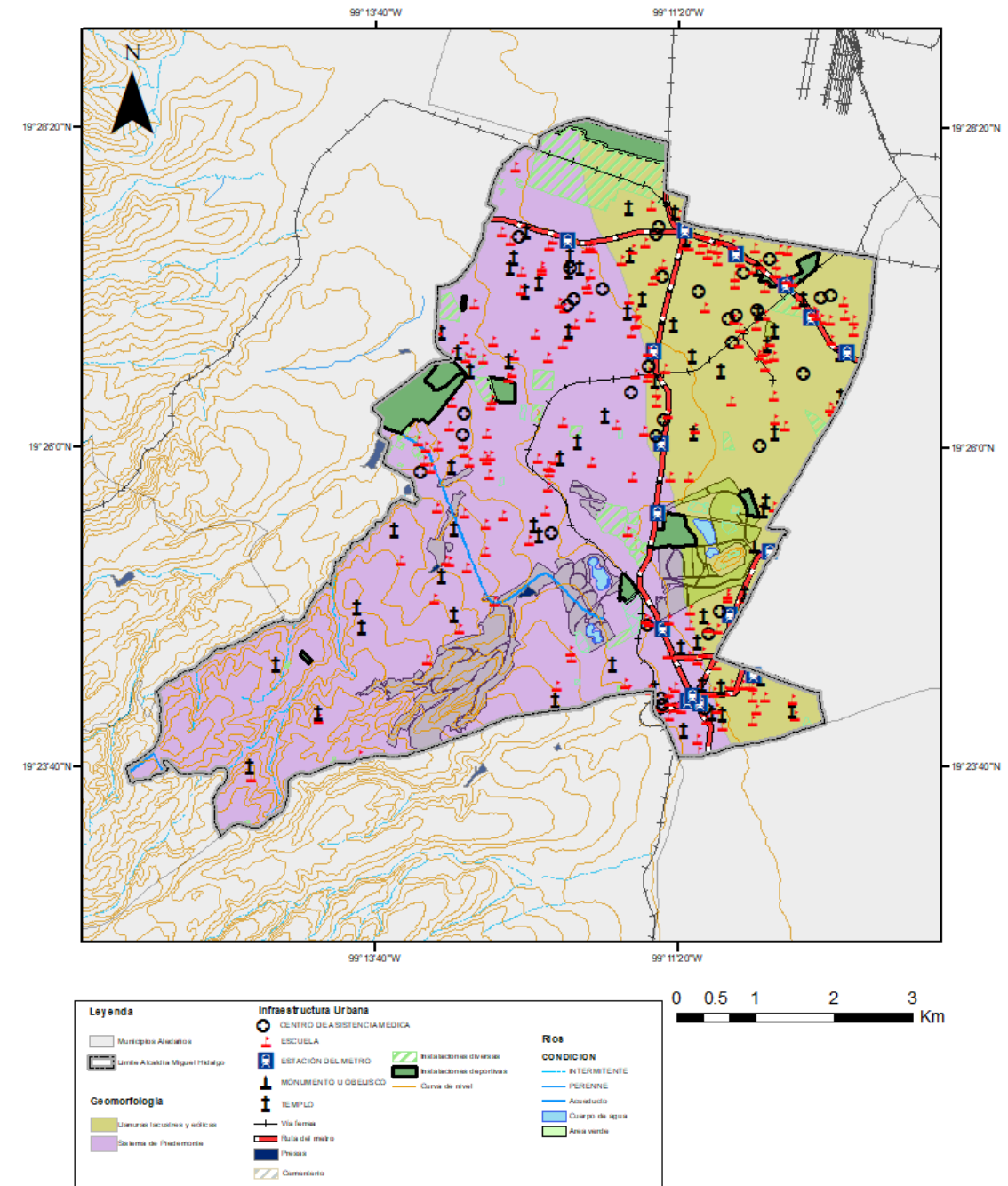
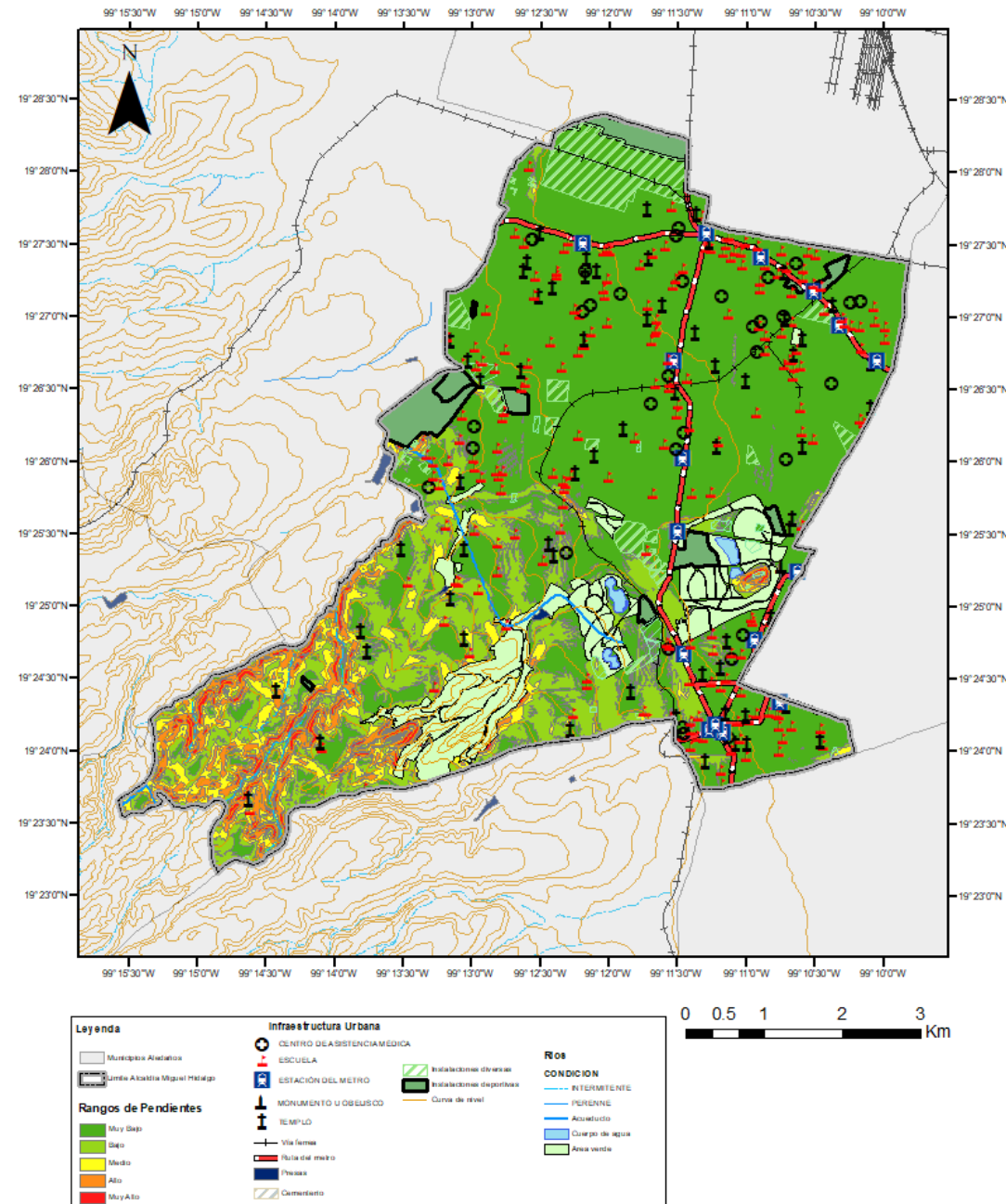


Figura 24. Dentro de la alcaldía se pueden observar los diferentes rangos de pendientes que van desde el color verde tenue cuando la pendiente se encuentra de 0.5° a 3.0° hasta el rango de color rojo donde la pendiente presenta valores de 17° a 33°. La zona que presenta los datos más

Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Figura 25. Dentro de la alcaldía se pueden observar dos geoformas, la primera al noreste se encuentra un sistema de llanuras lacustres y eólicas. Al suroeste se encuentra un sistema de piedemonte que cubre gran porcentaje de la alcaldía.

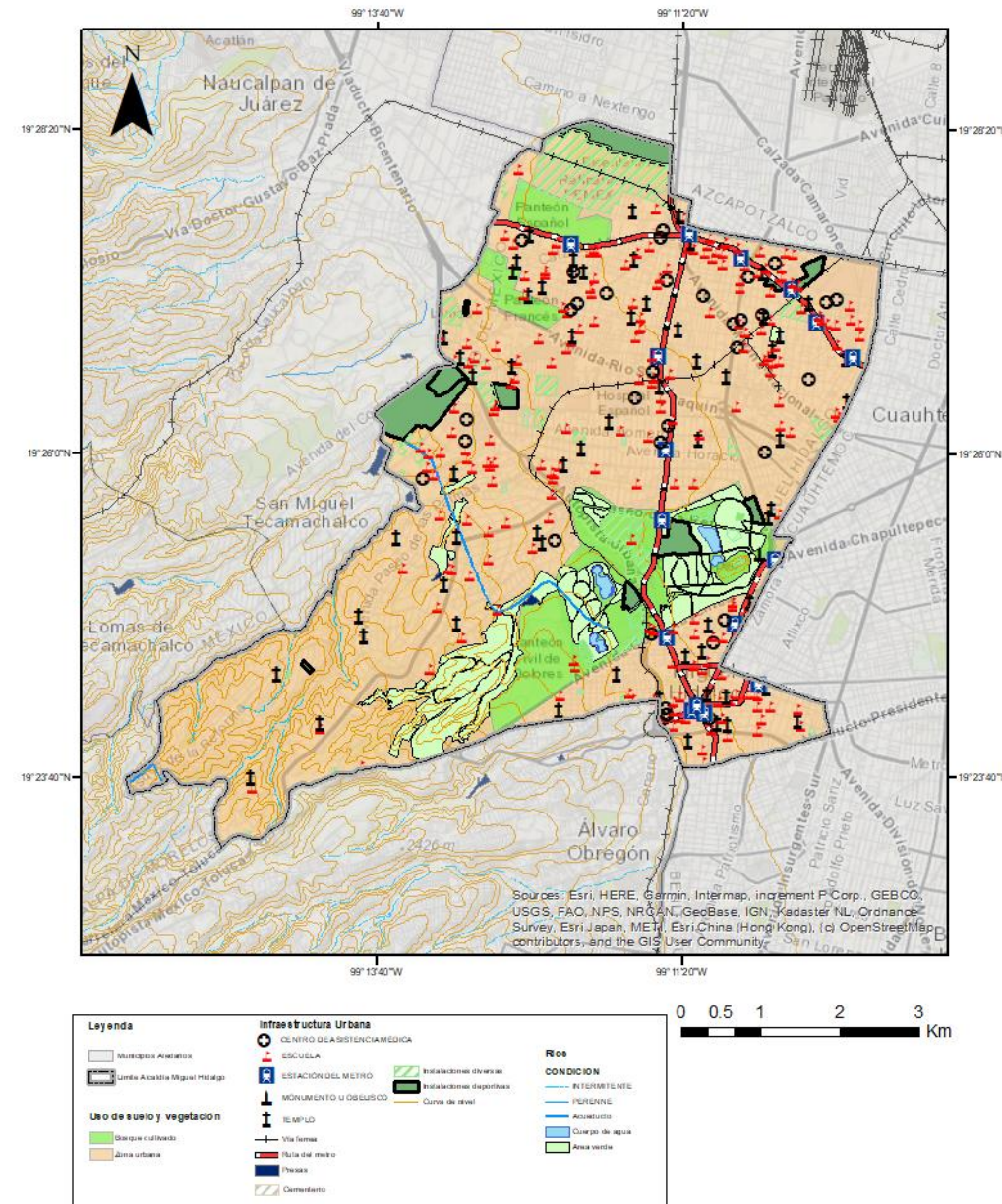


Figura 26. Dentro de la alcaldía se pueden observar dos tipos de uso de suelo de acuerdo con el mapa 1:250 000 serie V, que proporciona la CONABIO, el uso de suelo de mayor porcentaje en la

alcaldía es el de zona urbana y al sur y norte encontramos algunos polígonos que corresponden a la clasificación de bosque cultivado.

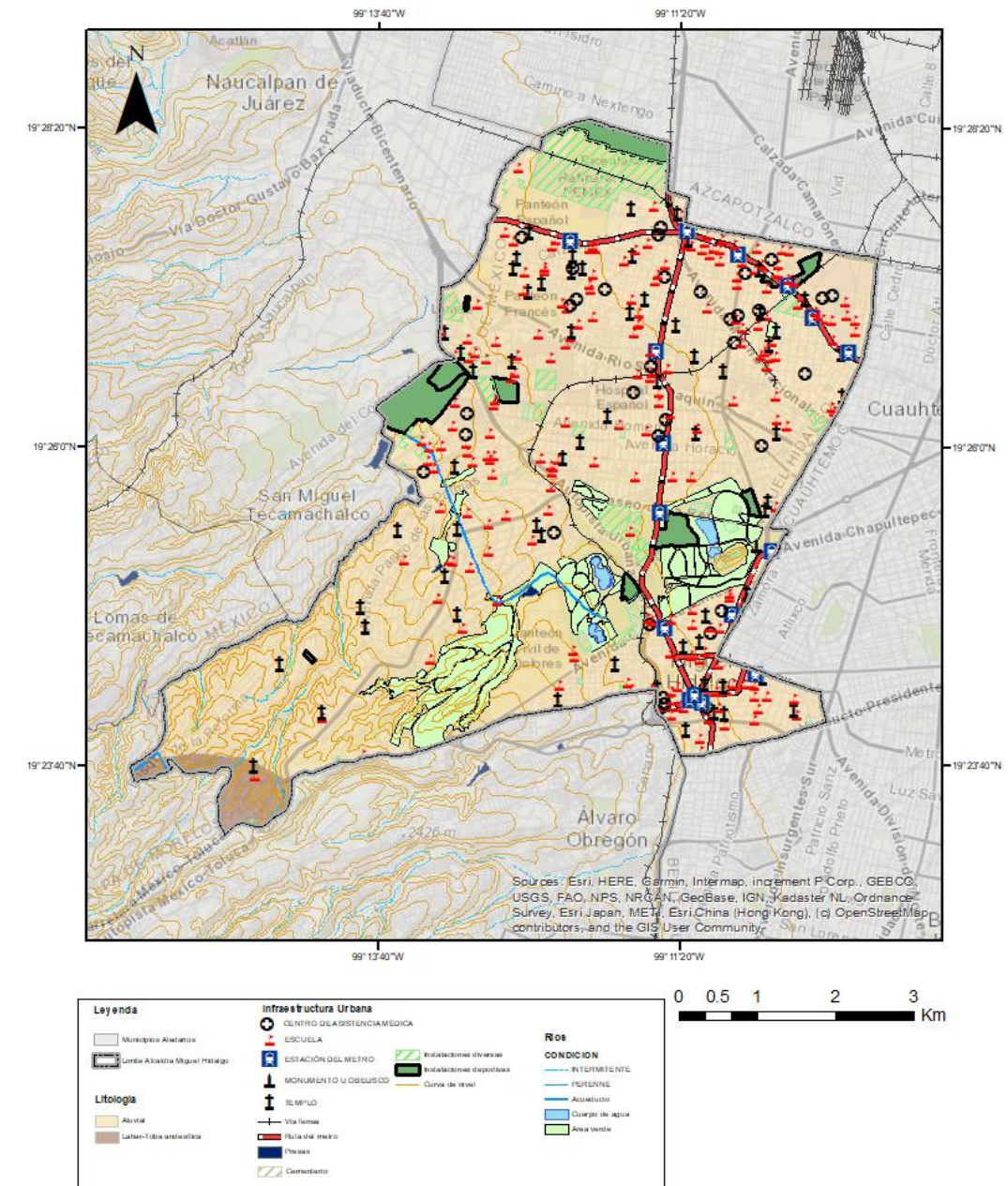


Figura 27. Dentro de la alcaldía se observan dos clasificaciones litológicas, de acuerdo con la cartografía geológica de la República Mexicana escala 1: 250 000 proporcionada por el Servicio Geológico Mexicano, la primera corresponde a una formación aluvial que cubre el 95% de la

Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

alcaldía, mientras que en la zona sur con menor porcentaje se encuentra la clasificación de lahar-toba andesítica.

Figura 28. Dentro de la alcaldía se pueden observar tres rangos de precipitación que van desde el norte con un rango de 600 a 800 mm al año, en la parte centro el rango incrementa de 800 a 1000 mm al año y finalmente al sur los rangos oscilan entre los 1000 a 1200 mm al año.

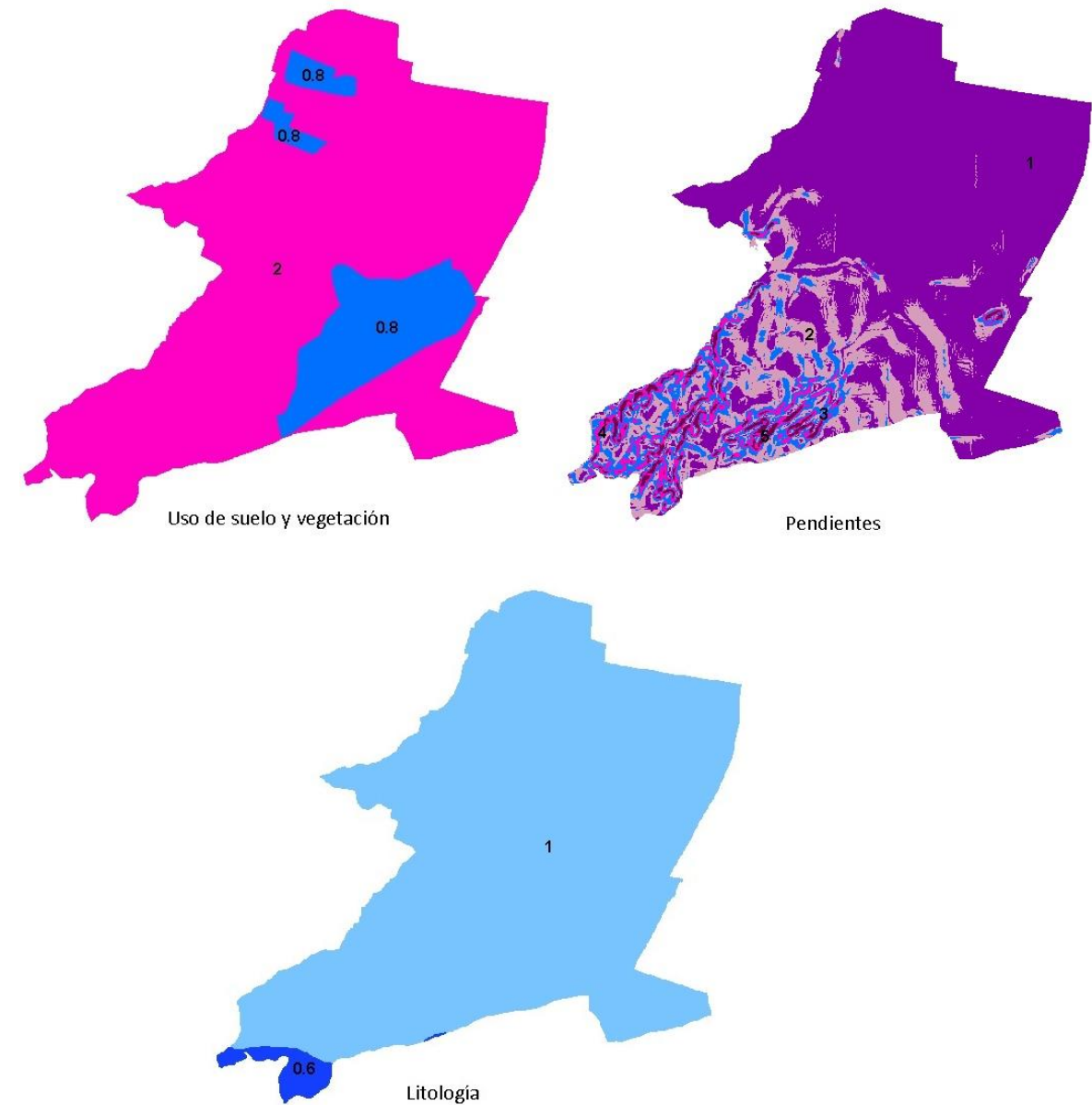
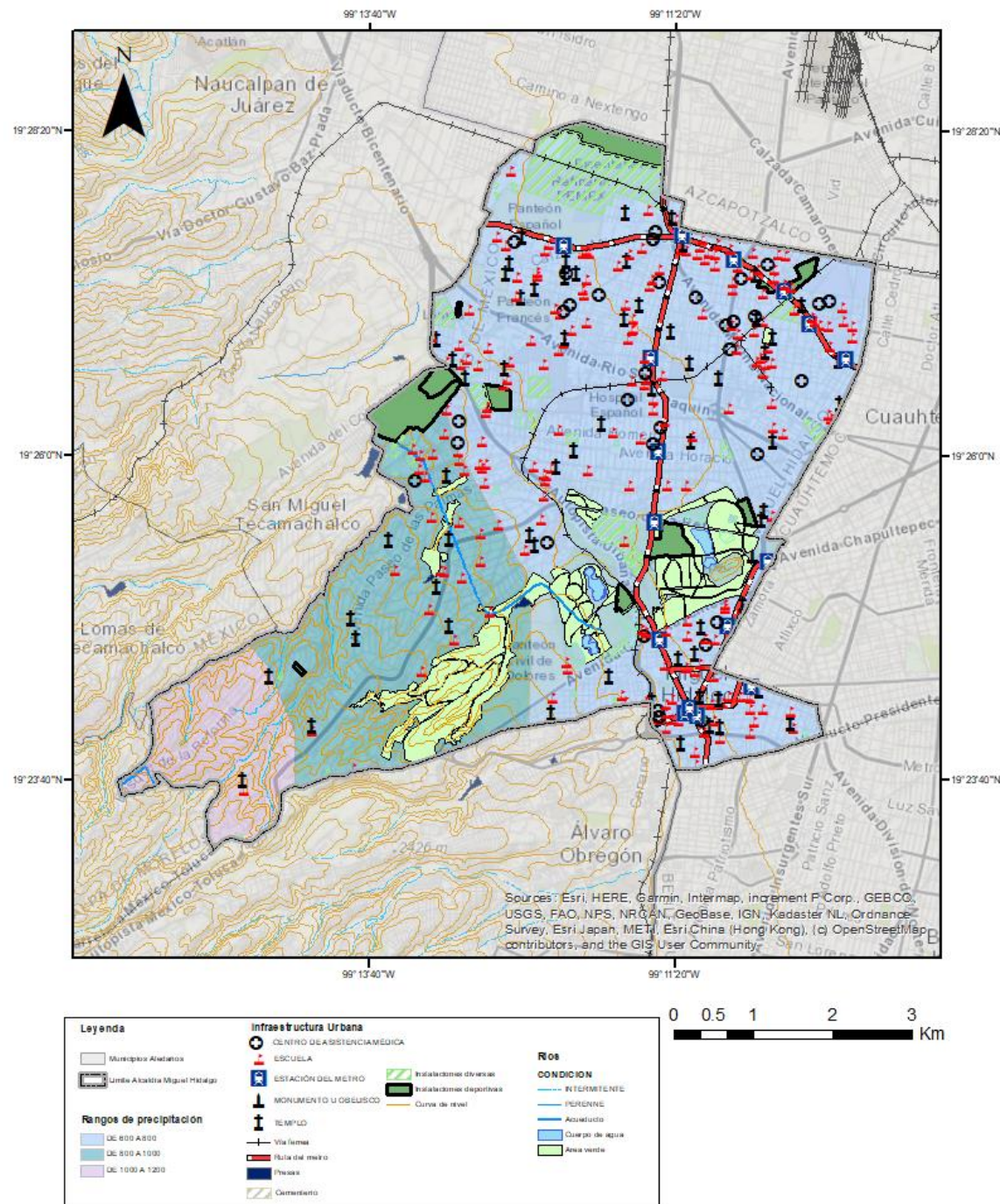


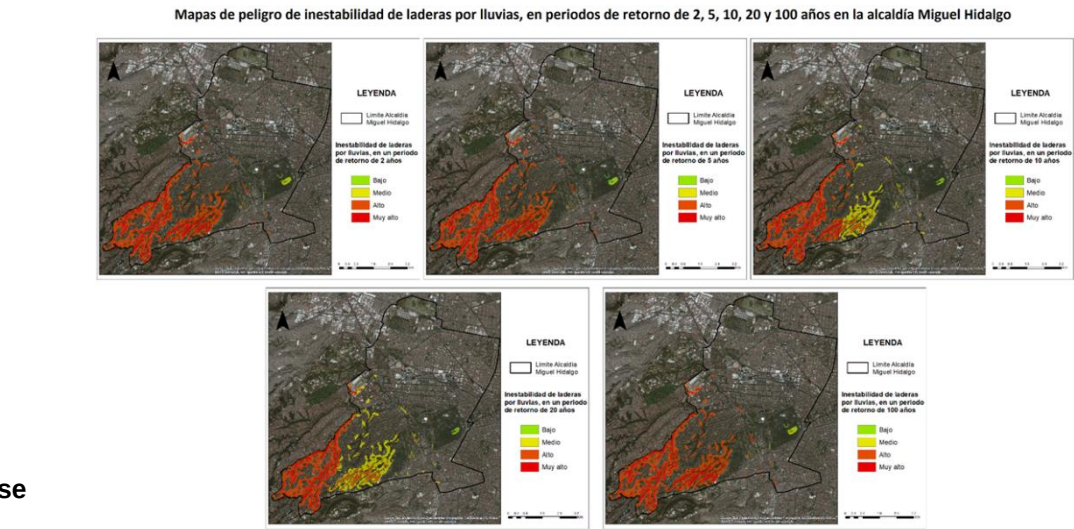
Figura 29. Para la elaboración del mapa se utilizó el formato para la evaluación de la susceptibilidad por inestabilidad de laderas incluida en la “Guía Básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos”, Fenómenos Geológicos, CENAPRED (2006).

El riesgo de desastre o daño está en función de tres factores que son el peligro, la exposición y la vulnerabilidad. Estos elementos, en conjunto, conforman el riesgo el cual se expresa en porcentaje de daño o un índice que va de cero a uno.

Para calcular el riesgo se utilizó la siguiente función: $R = E (P \cdot E \cdot V)$

Donde P es el peligro, E la exposición y V la vulnerabilidad

A continuación se presentan cinco mapas de inestabilidad de laderas por el factor detonante de lluvias, en periodos de retorno de 2, 5, 10, 20 y 100 años.



se

laderas en diferentes periodos de retorno de lluvias.

La siguiente matriz (tabla 8) corresponde al cálculo de peligro de inestabilidad de laderas, el cual está clasificado en Muy Alto, Alto, Medio y Bajo, para los diferentes periodos de retorno de lluvia, multiplicado por la vulnerabilidad física de la alcaldía Miguel Hidalgo.

Escala de peligro de inestabilidad de laderas por lluvia en un periodo de retorno de 2, 5, 10, 20 y 100	Muy Alto	Alto	Muy alto
	Alto	Medio	Alto
	Medio	Medio	Medio
	Bajo	Bajo	Bajo
		Muy baja	Baja
Vulnerabilidad Física			

Tabla 8. Escala de peligro de inestabilidad de laderas por lluvia en un periodo de retorno de 2, 5, 10, 20 y 100 años multiplicado por la vulnerabilidad física en la alcaldía Miguel Hidalgo.

En los siguientes mapas se muestra la inestabilidad de laderas para diferentes periodos de retorno de lluvias, combinados con la vulnerabilidad física.

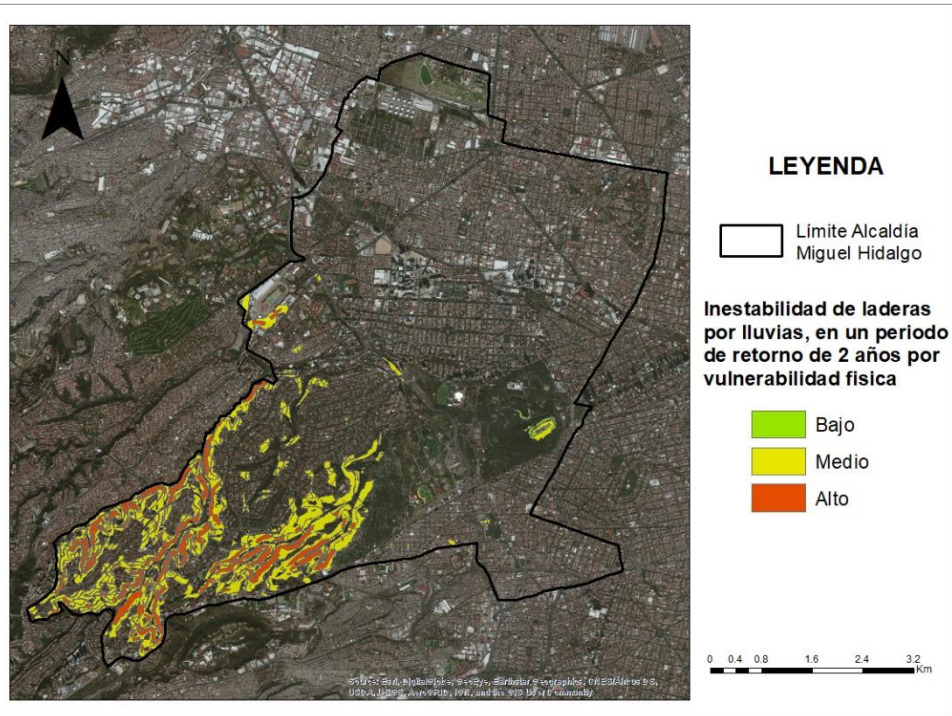


Figura 31. Vulnerabilidad física para un periodo de retorno de 2 años

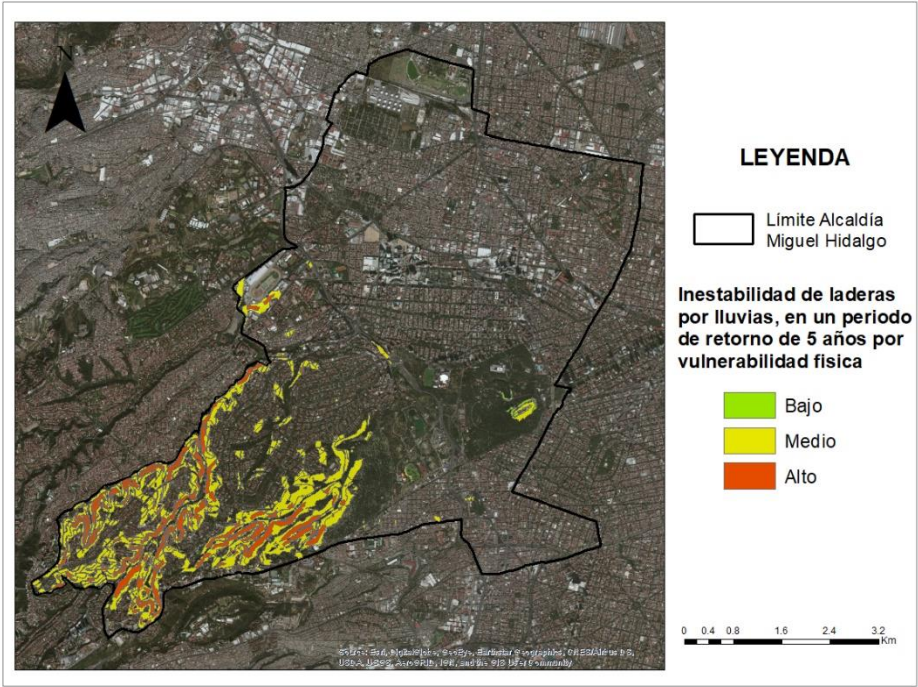


Figura 32. Vulnerabilidad física para un periodo de retorno de 5 años

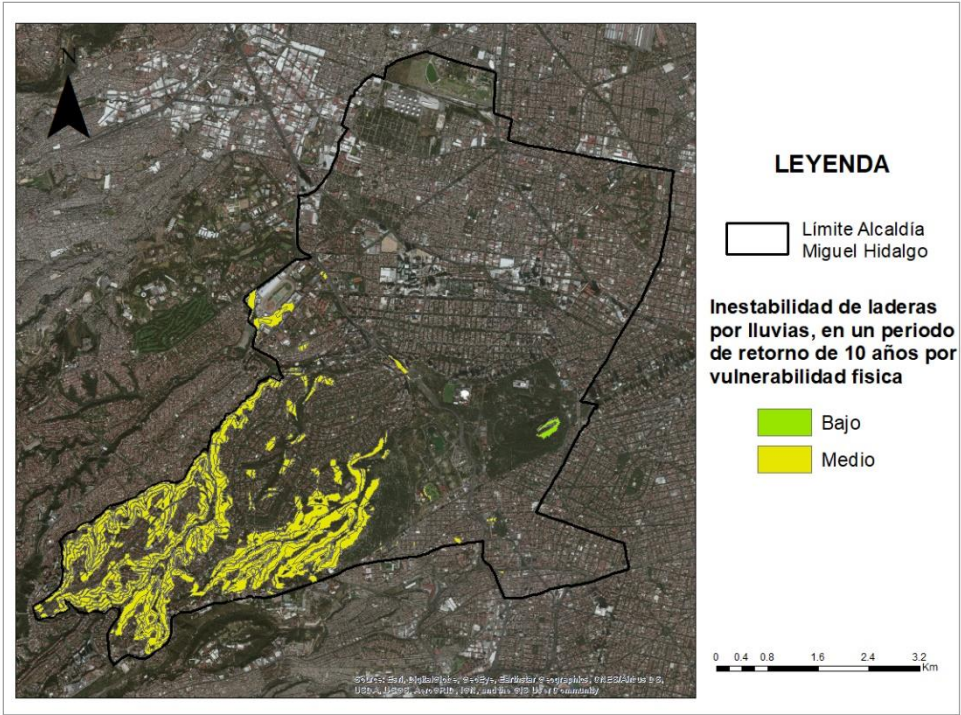


Figura 33. Vulnerabilidad física para un periodo de retorno de 10 años

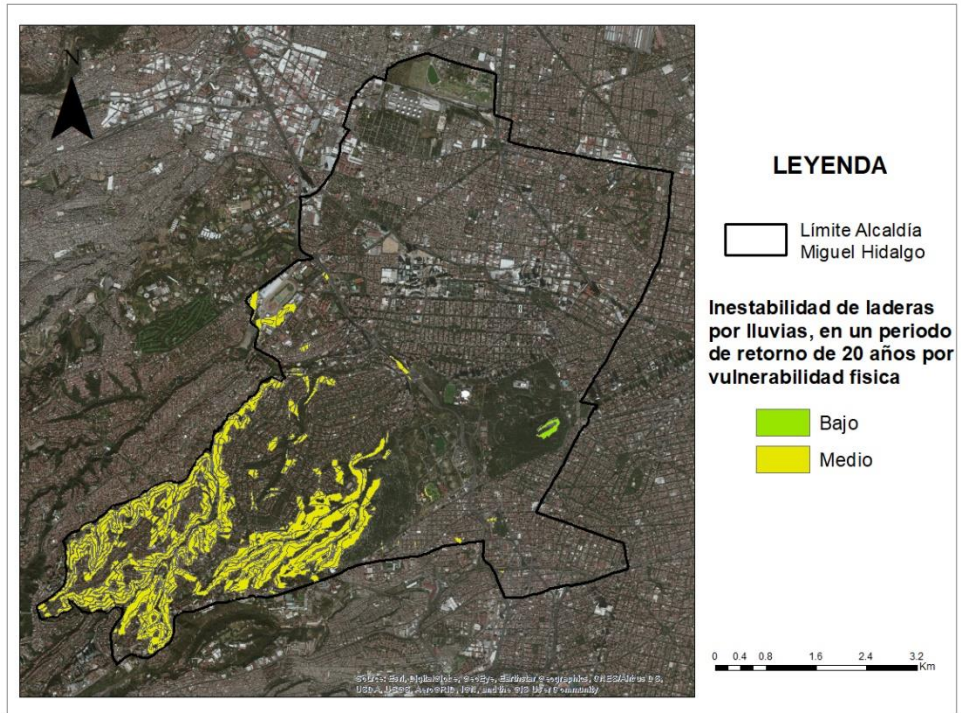


Figura 34. Vulnerabilidad física para un periodo de retorno de 20 años

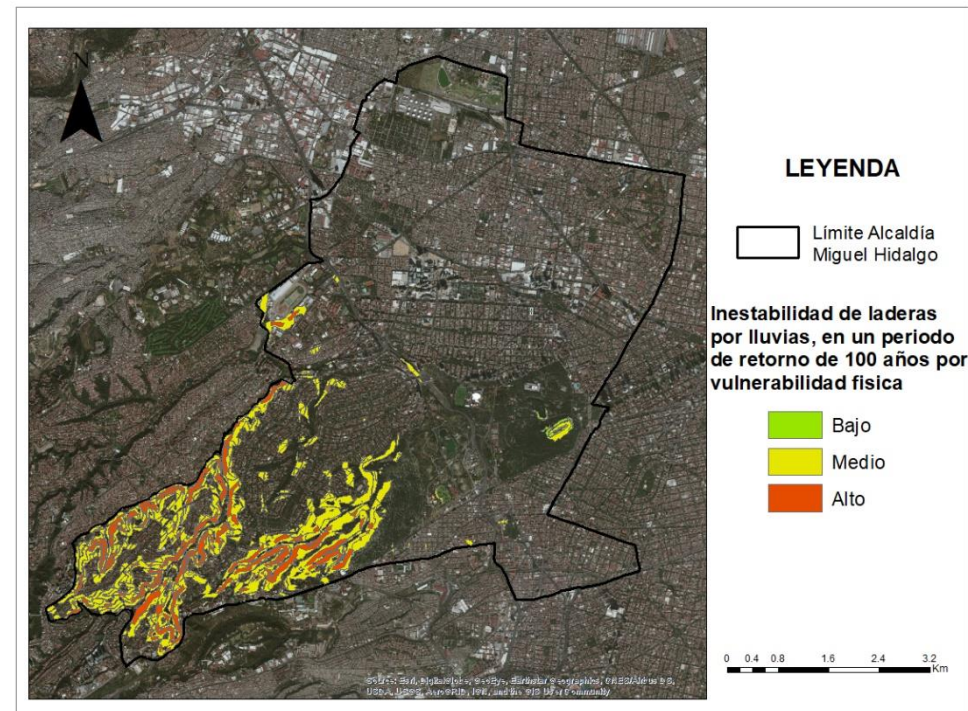


Figura 35. Vulnerabilidad física para un periodo de retorno de 100 años

Flujos

Consiste en flujos con elevadas concentraciones de materiales detríticos y gran cantidad de agua que se mueven sobre los valles con velocidades que pueden alcanzar hasta 80 km/hora. El material acarreado tiene una granulometría variable que van desde grandes rocas y materiales en suspensión. Como se ha mencionado, este fenómeno se incrementa debido a precipitaciones intensas que provocan mayor escorrentía por las pendientes esto determinado por la capacidad erosiva del terreno. Ocurren en las laderas y valles en donde se absorben grandes cantidades de agua, produciéndose la saturación total de masas de suelo y, como consecuencia, la licuación de los mismos. En las zonas bajas, los flujos de lodo abarcan áreas inmensas.

En el análisis y de los flujos de lodo o lahares se reconocen los siguientes componentes

a) Tramo inicial de formación de los lodos

El caudal que es producido por el evento que genera el flujo viaja sobre el terreno, en su recorrido captura material suelto y comienza a formar los lodos. En estas condiciones el caudal total y la viscosidad se incrementan a medida que el flujo se acumula y se dirige hacia las corrientes principales de drenaje. Las corrientes principales de drenaje se definen a partir de una sección de entrada cuya localización depende de las condiciones topográficas de la zona.

b) Tramo de transporte de lodos y de incremento del volumen de sólidos

Una vez que el caudal entra al cauce su comportamiento hidráulico queda definido por las ecuaciones de continuidad, energía y cantidad de movimiento en canales. Generalmente el primer tramo del canal es encañonado, de fuerte pendiente, y tiene gran capacidad de transporte.

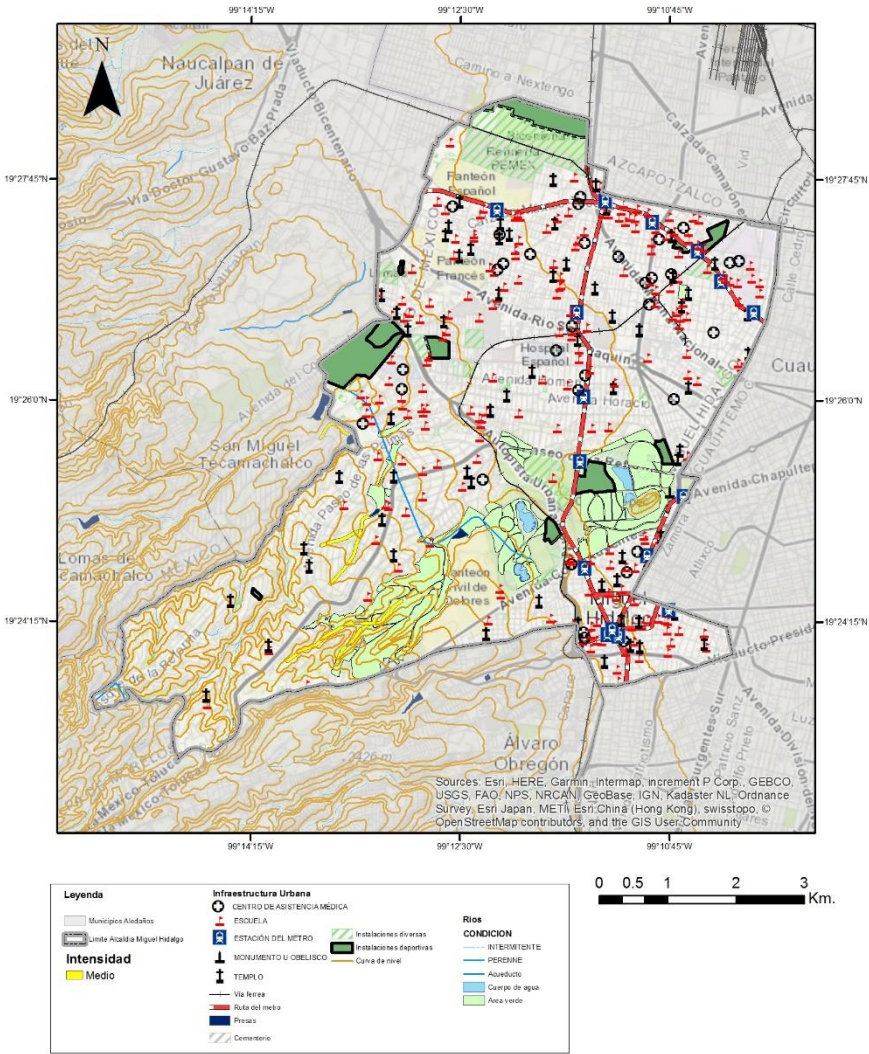
Se debe contemplar tanto el aspecto variable del flujo como las ganancias de caudales sólido y líquido en aquellos tramos donde la socavación del lecho, los deslizamientos de los taludes y los aportes de tributarios sean importantes. El cambio en la cantidad de movimiento está relacionado con las fuerzas que ejerce el fluido sobre el contorno del cauce en razón de la fricción y de los cambios de dirección.

c) Tramo de transporte y depósito de material sólido

A continuación del tramo de alta pendiente se presenta un tramo de transición en el cual la pendiente va cambiando de alta a media y luego a baja. En este tramo se combinan los procesos de transporte del flujo de lodos y de depósito inicial de material sólido.

d) Tramo final, de depósito de sólidos

El tramo de entrega corresponde al tramo final de la corriente, donde la pendiente del cauce es pequeña, y desemboca en una planicie. En la planicie inundable se deposita gran parte de los lodos formando capas.



o rebotar y seguir su camino y detener su movimiento al encontrar una zona de pendiente muy suave o nula, e inclusive incrementar su velocidad al encontrar pendientes altas e intermedias. Dependiendo del tamaño del bloque, pueden causar enormes destrozos en casas y caminos. También es común observarlo en caminos asfaltados o de terracería construidos sobre las elevaciones montañosas. Puede ser ocasionados por:

- Incremento de la presión de poros en las juntas debido a la lluvia
- Cambios de temperatura
- Descomposición química de la roca en los climas tropicales húmedos
- Crecimiento de las raíces dentro de las juntas
- Movimiento del viento
- Vibraciones debidas a actividades de construcción
- Sismos

Naturalmente, en las zonas de montaña se presenta de forma frecuente a causa de factores producidos por las condiciones climáticas, siendo los más significativos aquellos relacionados con los procesos de erosión hídrica, ya que debido a la presión que ejerce el líquido en los poros y fisuras en el sustrato de suelo o roca, provoca la pérdida de estabilidad que al combinarse con pendientes que superen los 18 grados de inclinación, facilita que el material precipite por gravedad. El ser humano también ejerce cierta presión por la construcción de viviendas y extracción de materiales que dejan inestables las laderas.

Dentro de la dinámica de la caída se deben de considerar los siguientes elementos:

Factor Parámetro

Geometría del talud

- Inclinación del talud
- Longitud del talud
- Rugosidad de la superficie

Figura 36. Corrientes de agua principales que pueden generar flujos con media concentración de material de tamaño variable.

Caídos o derrumbes

Las caídas o derrumbes son comunes en donde se combinan las laderas abruptas con material parental, aunque estas también pueden ser por suelo en forma de bloques. Desde estas altas pendientes se pueden desprender bloques de unos cuantos centímetros a varios metros, los cuales pueden destruirse al impacto



**Actualización del Atlas de Riesgos Naturales
de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018**

-Variabilidad lateral

Propiedades de la superficie del talud

-Coeficientes de Restitución y de fricción del talud

-Coeficientes de la roca

Geometría de la roca

-Tamaño de la roca

-Forma de la roca

Propiedades de los materiales de roca

-Fragilidad de la roca

-Masa de la roca

Geometría del talud. De los factores geométricos la pendiente del talud se considera crítica porque define la aceleración y desaceleración de los bloques de roca. La longitud del talud determina la distancia sobre la cual la roca acelera y desacelera. Otro factor importante es la interacción entre las irregularidades de la superficie del terreno con el bloque de roca. Estas irregularidades afectan la variabilidad de los eventos. El efecto de las irregularidades es el de alterar el ángulo con el cual la roca impacta la superficie del talud y es precisamente ese ángulo de impacto el que, a la larga, determina el carácter del salto (Wu, 1984).

Coeficientes de restitución y de fricción. Mientras los mecanismos primarios son la resistencia al deslizamiento y a la fricción de giro, la elasticidad del talud determina el movimiento normal al talud. Para determinar los nuevos componentes de la velocidad después del impacto de la roca, se requieren nuevos coeficientes normales y tangenciales.

Cuando una roca impacta sobre el talud se pierde energía cinética, debida a los componentes inelásticos de la colisión y la fricción. Las propiedades de la superficie del talud afectan el comportamiento del salto de un bloque de roca. Las representaciones numéricas de estas propiedades se han denominado coeficiente de Restitución (Rn) y coeficiente tangencial de resistencia a la fricción (Rt), donde la dirección normal es

perpendicular a la superficie del talud y la dirección tangencial es paralela a esta superficie (Piteau and Associates, 1980).

Tamaño de los bloques. Como los bloques más grandes de roca tienen mayor momentum, es menos probable que se afecten por las irregularidades del terreno. Por la razón anterior, los bloques de mayor tamaño se desplazan en mayores longitudes que los bloques pequeños.

Forma de los bloques. Otro factor importante es la forma de los bloques de roca. La forma de la roca afecta la distribución de los bloques en forma similar que la rugosidad de la superficie del talud. Igualmente la forma de la roca también influye sobre la parte de energía que es de traslación y la que es de rotación.

Fragilidad de la roca. Una propiedad crítica de la roca es su fragilidad, la cual determina si el bloque se va a romper en el impacto. La fragmentación de la roca disipa una gran cantidad de energía y disminuye el tamaño individual de los bloques. El tamaño de la roca tiene una relación directa con la energía cinética y el momentum. En el mapa de la figura 37, se muestra la susceptibilidad de la alcaldía.

2.1.4 Hundimientos – Subsistencia

Susceptibilidad

Un estudio elaborado por el Instituto Politécnico Nacional en el año 2014, encontró y demostró la existencia de 13 minas subterráneas en las colonias: América, Daniel Garza, Ampliación Daniel Garza, 16 de Septiembre y San Miguel Chapultepec, con afectaciones para entre 10 y 15 viviendas en cada una. En estas colonias la susceptibilidad a hundimiento puede ser alta aunque ya se hallan realizado obras de mitigación en el año 2014 (Fuente: <https://www.jornada.com.mx/2014/09/20/capital/035n1cap>).

Parámetros de Intensidad de Peligro

La subsidencia es un fenómeno que tiene lugar debido a la extracción de sólidos o fluidos del subsuelo, que se manifiesta en la compactación paulatina o súbita, desde pocos milímetros hasta varios metros durante periodos que varían desde minutos hasta años. En particular, el fenómeno de la subsidencia se observa frecuentemente en cuencas sedimentarias debido a la extracción de grandes volúmenes de agua del subsuelo. Frecuentemente los hundimientos generan fallamientos o agrietamientos que dañan la infraestructura urbana. Existen muchas evidencias que indican que los agrietamientos se desarrollan comúnmente sobre estructuras geológicas sepultadas por capas de sedimentos.

Tipos de subsidencia

La subsidencia del terreno es únicamente la manifestación en superficie de una serie de mecanismos subsuperficiales de deformación. Esta puede ser de dos tipos según su origen: endógena y exógena, así como por los mecanismos que la desencadena (Prokopovich, 1979; Scott, 1979; en Tomas, et al., 2009). La subsidencia de tipo endógena está ligada a aquellos movimientos de la superficie terrestre asociados a procesos geológicos internos, tales como pliegues, fallas, vulcanismo, etc. Mientras que la de tipo exógena se refiere a los procesos de deformación superficial relacionados con la compactación natural o antrópica de los suelos (Tomas, et al., 2009).

En cuanto a los mecanismos que la desencadenan se tienen las actividades de extracción de mineral en galerías subterráneas, la construcción de túneles, la extracción de fluidos (agua, petróleo o gas) acumulados en reservorios subterráneos el descenso de nivel freático por estiajes prolongados, la disolución natural del terreno y lavado de materiales por efecto del agua, los procesos morfotectónicos y de sedimentación o los

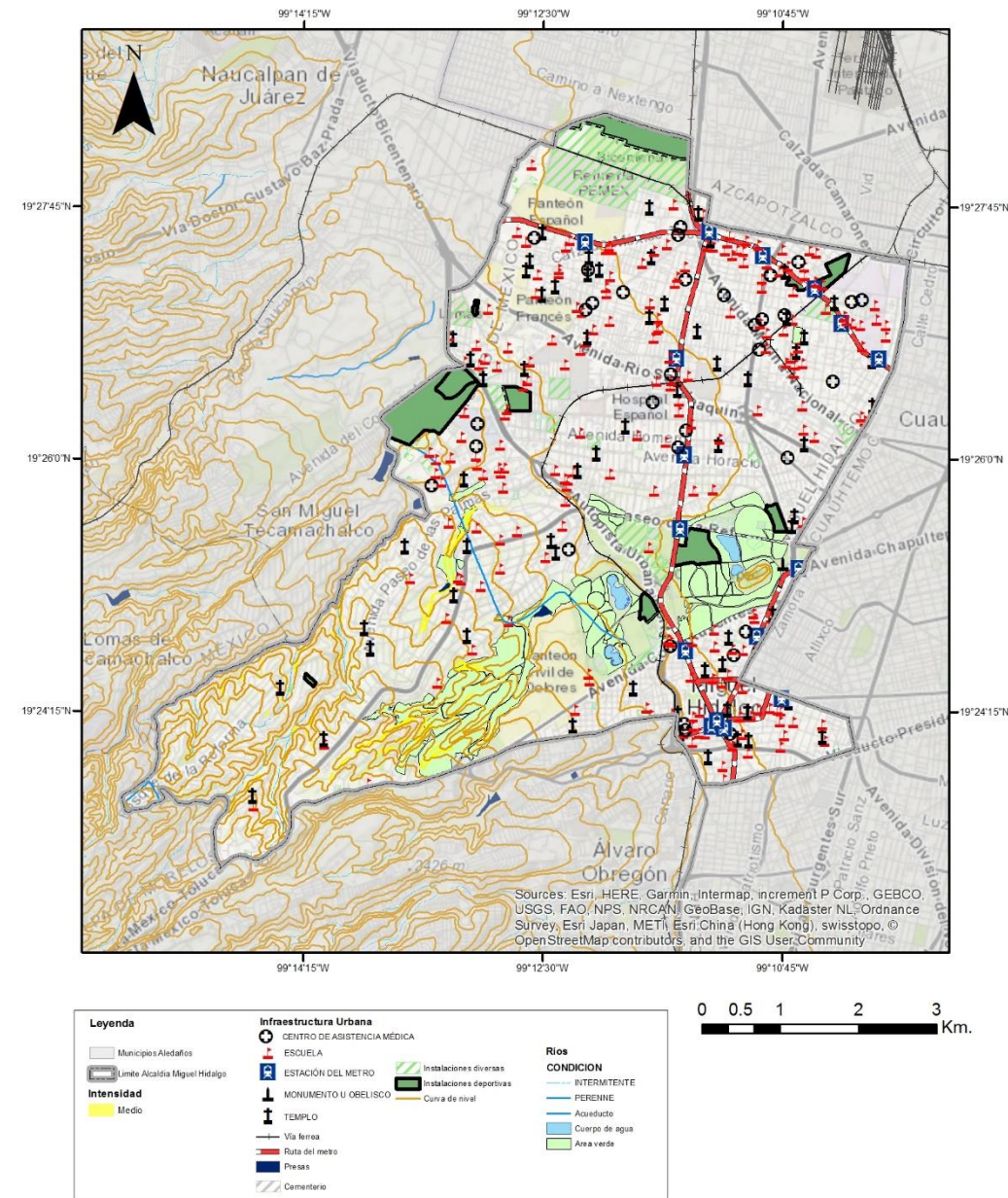


Figura 37. Se muestran las zonas susceptibles a derrumbes. Estas zonas están asociadas a las barrancas profundas o formaciones rocosas como la del cerro en donde se construyó el Castillo de Chapultepec.

Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

procesos de consolidación de suelos blandos u orgánicos, son algunas de las causas de los procesos de subsidencia (González Vallejo et al., 2002; en Tomas, et al., 2009).

Existen varios métodos para medir la subsidencia entre los que destacan: métodos gravimétricos, GPS diferenciales, LIDAR terrestre o aerotransportado y sistemas de radar en satélites.

Dentro de la alcaldía Miguel Hidalgo, en las porciones noreste y sureste de la delegación, corresponden a sedimentos lacustres altamente compresibles interestratificados con capas de arena y delimitan esas zonas como susceptibles al hundimiento y fracturamiento. Aunque estos no presentan una alta tasa de subsidencia.

Para el mapa generado se consideraron dos publicaciones científicas y las imágenes de estas se muestran en las figuras 38 y 39.

Mexico City subsidence observed with persistent scatterer InSAR. Imágenes adquiridas por el satellite tipo radare Envisat ASAR, entre los enero de 2004 y julio de 2006.

“Mexico City land subsidence in 2014-2015 with Sentinel-1 IW TOPS: results using the Intermittent SBAS (ISBAS) technique”. En el cual se utilizan técnicas de percepción, específicamente imágenes de radar de la plataforma Sentinel 1, con imágenes comprendidas entre los años 2014 – 2015 y la técnica Intermittent SBAS.

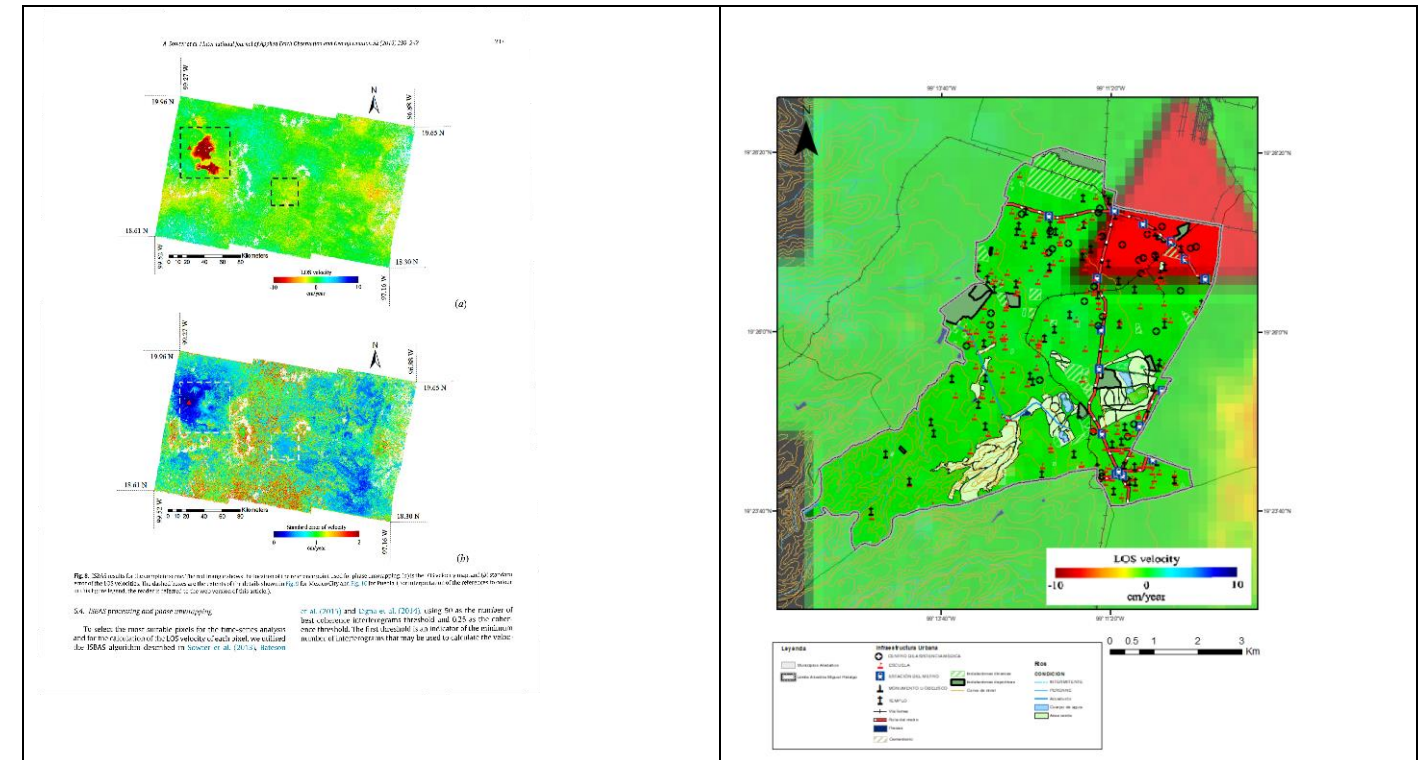
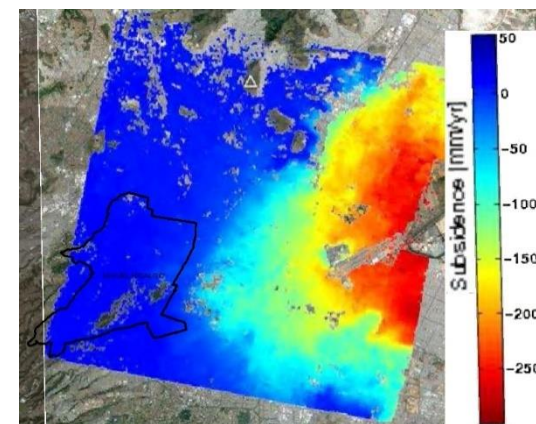
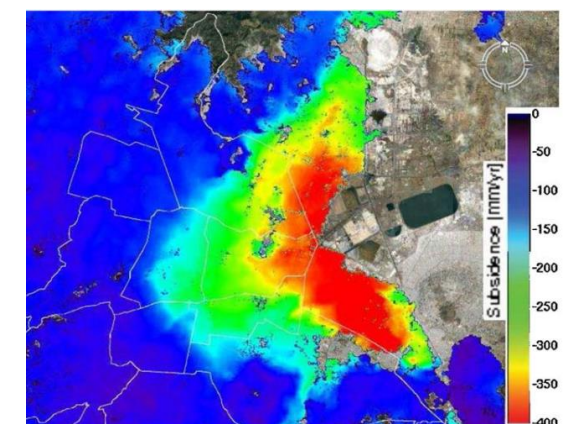


Figura 38. De acuerdo con la imagen georreferenciada donde se muestran los valores de hundimiento por cm/añual de la Ciudad de México, la Alcaldía Miguel Hidalgo muestra valores de hasta 5 mm.

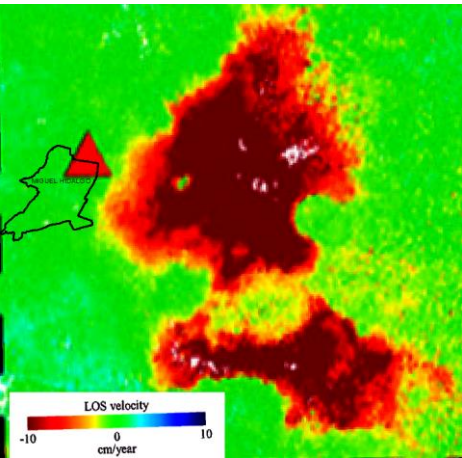


Taza de subsidencia en el periodo de entre 16 de enero del 2004 y el 14 de julio del 2006, utilizando la técnica Insar a partir de las

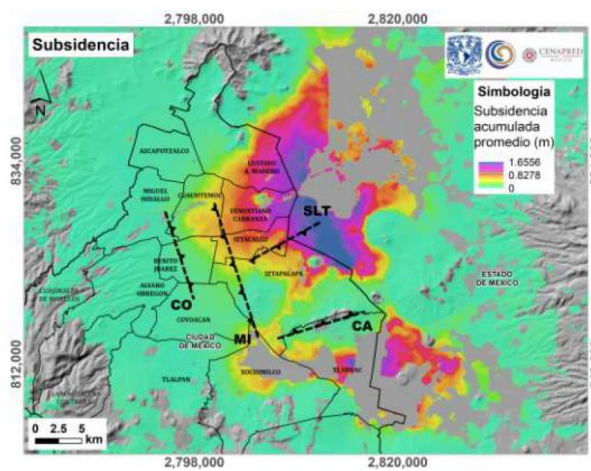


Tasa de subsidencia entre 16 de julio de 1999 el 7 de enero del 2000.

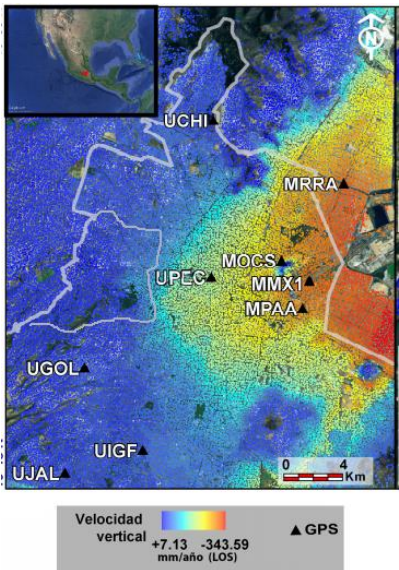
imágenes obtenidas por el satélite Envisat
ASAR.



Tasa de hundimiento con imágenes
comprendidas.



Tasa de hundimiento con imágenes
comprendidas entre los años 2014 –
2015 y la técnica Intermittent SBAS



Hundimiento anual de la CDMX, fuente: La relación de subsidencia del terreno InSAR-GPS y el
abatimiento del nivel estático en pozos de la zona Metropolitana de la Ciudad de México, 2015.

Figura 39. En los mapas se muestran diferentes estudios de subsidencia a partir de técnica
llamada interferometría diferencial.

2.1.5 Agrietamientos

Al comparar las cuatro publicaciones, se encontró que la alcaldía Miguel Hidalgo, presenta subsidencia mínima hasta de 7.13 mm anuales, en la zona asociada a la planicie. Cabe resaltar que parte de la alcaldía se encuentra dentro de las zonas de lago y transición, mismas que son sujetas al fenómeno de subsidencia o hundimiento regional. Sin embargo debe de considerarse que el espesor de las capas de arcillas pueden ser menor a la que se encuentra en otras zonas (como en la zona oriente de la ciudad), adicionalmente de que el basamento se puede encontrar a una menor profundidad.

El agrietamiento y hundimiento del terreno son fenómenos que definen la resistencia del suelo debido a sus propiedades físicas del o a alteraciones externas. La zona urbana está afectada por hundimiento y formación de grietas y ha afectado considerablemente la infraestructura. Estos fenómenos se han asociado con el incremento de extracción de agua del subsuelo.

Susceptibilidad
Las grietas pueden clasificarse por las siguientes características (Hinojosa, M.J. 2010):

- Tipo 1. Grietas correspondientes a hundimientos diferenciales en las zonas de transición abrupta entre materiales firmes y blandos. Se caracterizan por presentar escalones.
- Tipo 2. Grietas en suelos blandos de áreas lacustres atribuibles a fracturamiento hidráulico.
- Tipo 3. Grietas atribuibles a la heterogeneidad del subsuelo, (fracturas superficiales, emersión de estructuras geológicas).

Este apartado se creó con el trabajo publicado por la Dra. Dora Carreón Freyre en conjunto con el Centro Nacional de Prevención de Desastres en donde se detallan agrietamientos, con las cuales se creó un buffer de 10 metros como posible área de influencia y afectación (Figura 40).



**Actualización del Atlas de Riesgos Naturales
de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018**

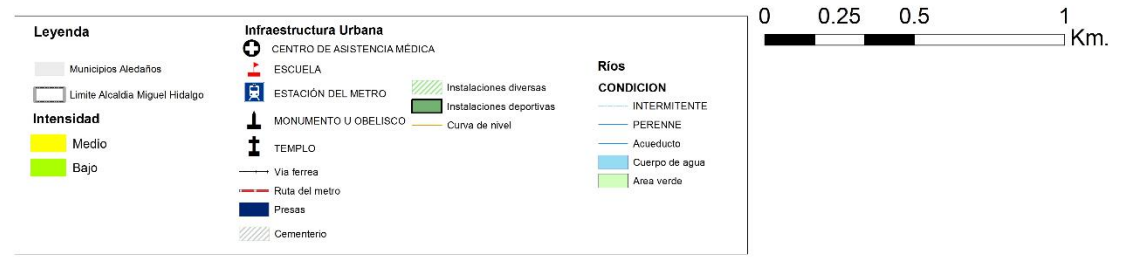
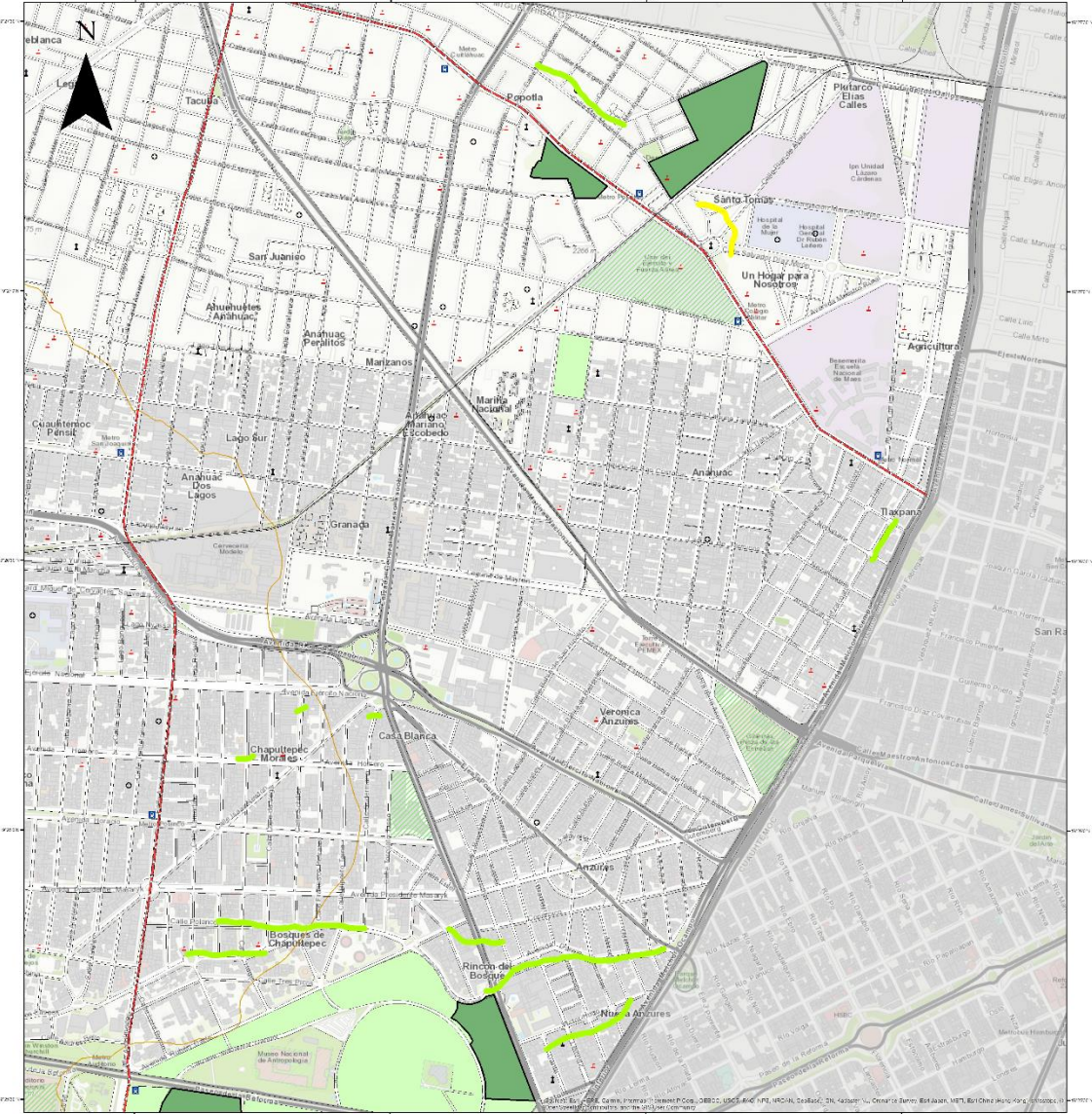


Figura 40. Se



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

muestran las grietas presentes en la alcaldía.

En la tabla 9 se describen las once grietas que se encuentran en la Alcaldía Miguel Hidalgo:

Agrietamiento	Colonia	Calle	Separación de la grieta promedio (cm)	Presenta escalonamiento (SI - No)
1	POLANCO V SECCIÓN	Entre avenida Homero y calle Hegel	0.5	NO
2	SANTO TOMAS	- Cerrada Merced de las Huertas - Cerrada plan de Ayala - Calle plan de Ayala - Calle Salvador Díaz Mirón	1.5	NO
3	POLANCO V SECCIÓN	Calle Sudermann	0.5	NO
4	ANZURES	- Calle Dante - Calle Leibnitz - Calle Shakespeare - Calle Descartes - Calle Victor Hugo	1	NO
5	ANZURES	- Avenida Darwin - Avenida Campos Eliseos - Calzada General Mariano Escobedo - Calle Manuel Kant - Calle Leibnitz - Calle Shakespeare - Calle Descartes	0.5	NO

		- Calle Milton - Calle Goethe - Calle Comte		
6	POPOTLA	- Calle Mar Celebes - Calle mar de la Sonda - Calle mar de Banda - Calle mar Arafura	1	NO
7	POLANCO V SECCIÓN	Calle Schiller	0.5	NO
8	TLAXPANA	Entre calle Nopaltzin y calle Xolotl	0.5	NO
9	POLANCO V SECCIÓN	- Calle Polanco - Calle Emerson - Calle Hegel - Calle Lope de Vega - Calle Schiller - Calle Francisco Petrarca - Calle Hipolito Taine - Calle Sudermann - Avenida campos Eliseos	1	NO
10	POLANCO V SECCIÓN	- Calle Lamartine - Calle Emerson - Calle Hegel - Avenida Campos Eliseos	0.5	NO
11	ANZURES	- Avenida Ruben Dario - Calle Rincon del Bosque - Calzada General Mariano Escobedo - Calle Herschel	0.5	NO

Tabla 9. Colonias y calles afectadas por agrietamiento del terreno.

2.1.6 Minas

Se realizaron estudios geofísicos de alta resolución para la identificación de minas en las zonas urbanas vulnerables y expuestas físicamente a este factor. Las técnicas geofísicas empleadas es el Radar de Penetración Terrestre (RPT) conjuntamente con La Dispersión de Ondas Sísmicas Superficiales (MASW).

El RPT proporciona información en alta resolución de las propiedades eléctricas del subsuelo, además se empleó una técnica, usando el RPT, en la cual se propagan ondas electromagnéticas (EM) en un mismo punto en superficie pero calculando las velocidades en profundidad, de tal forma que si las velocidades estimadas se aproximan a la velocidad de la luz (3×10^8 metros/segundos o 0.3 metros/nanosegundos) se infiere un espacio sin suelo, es decir una mina. Por otra parte, la técnica MASW permite estimar la geometría de la mina a partir de la estimación de parámetros mecánicos.

Se visitaron diferentes puntos dentro de La Alcaldía Miguel Hidalgo con la finalidad aplicar geofísica de alta resolución en la estimación de minas empotradas en el subsuelo. Se realizaron dos estudios en sitios afectados por minas. La adquisición de datos RPT y MASW de los sitios y resultados de los mismos se presentan en el apartado 5.1.1 y 5.1.2.

Radar de Penetración Terrestre (RPT)

El método de prospección con Radar de Penetración Terrestre (RPT) permite caracterizar las propiedades físicas de los suelos y la estimación de su distribución espacial en función de la profundidad. Se puede estimar magnitudes físicas como la permitividad relativa (ϵ_r), la impedancia eléctrica (z) y la velocidad (v) de la propagación de las ondas electromagnéticas (EM) asumiendo que el medio se comporta como un dieléctrico disipativo (Centeno et. al., 2018).

El RPT es un método geofísico de alta resolución no invasivo, donde su principio de funcionamiento yace en la teoría electromagnética y su análisis en los fundamentos de la óptica geométrica. El RPT genera a partir de un transmisor pulsos eléctricos de muy corta duración y de alta frecuencia que se propagan por el subsuelo, estos pulsos se reflejan y son medidos por un receptor, generando tomografías a resolución de centímetros con el objetivo de disminuir la incertidumbre en la interpretación de los datos. En la figura 5.1 se muestra el principio de funcionamiento del RPT.

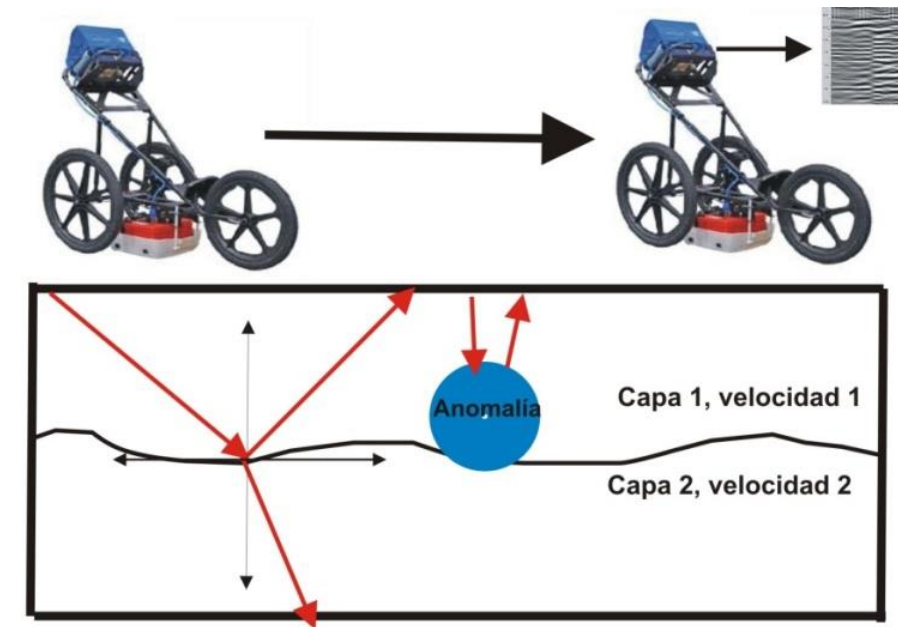


Figura 5. 1. Principio básico de la generación de tomografía por medio de pulsos eléctricos.

Los datos de campo de RPT regularmente contienen ruido, sobre todo si son adquiridos en zonas urbanas. Sin embargo, existen diferentes paquetes computacionales que permiten aumentar la calidad de los datos y su resolución utilizando filtros digitales y procesos numéricos que aumentan la razón señal/ruido.

La interpretación de los datos se basa en el análisis de las diferentes series reflectivas que se obtuvieron en el sitio. También es posible estimar el parámetro de permitividad eléctrica de las formaciones del subsuelo, el cual está directamente relacionado con parámetros volumétricos, tales como el contenido de agua volumétrico, la porosidad y el grado de saturación. En la figura 5.2 se observa una interpretación del medio a partir de un pulso de RPT medido, así como un conjunto de pulsos los cuales están correlacionados entre si y permiten la interpretación de los materiales en el subsuelo a partir del contraste de propiedades eléctricas.

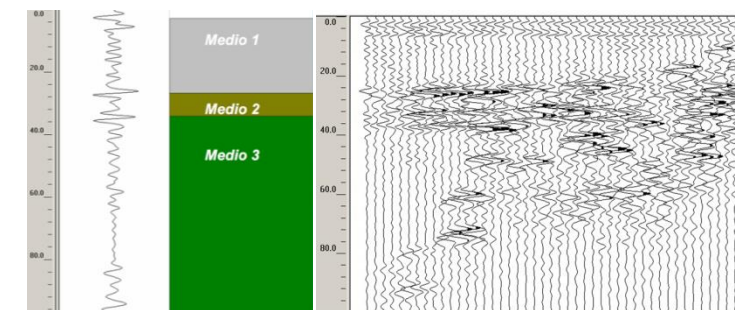


Figura 5. 2. Principio de interpretación de los datos RPT a partir del contraste de propiedades eléctricas del medio.

Dispersión de Ondas Sísmicas Superficiales (MASW)

La exploración sísmica es una de las técnicas más usadas en los métodos geofísicos de exploración ya que en combinación con otros datos geofísicos, estudios geológicos y sondeos geotécnicos proporcionan información sobre las condiciones mecánicas del subsuelo. La técnica básica de exploración sísmica consiste en generar ondas sísmicas a partir de una fuente móvil y controlada, estas ondas viajan a través de los distintos medios que componen el subsuelo en donde son reflejadas y refractadas hacia la superficie. El movimiento de la propagación de ondas, es detectado por un arreglo de geófonos colocados sobre la superficie. Los geófonos convierten el movimiento en diferencias de voltaje las cuales son almacenadas por instrumentos electrónicos especializados llamados sismógrafos.

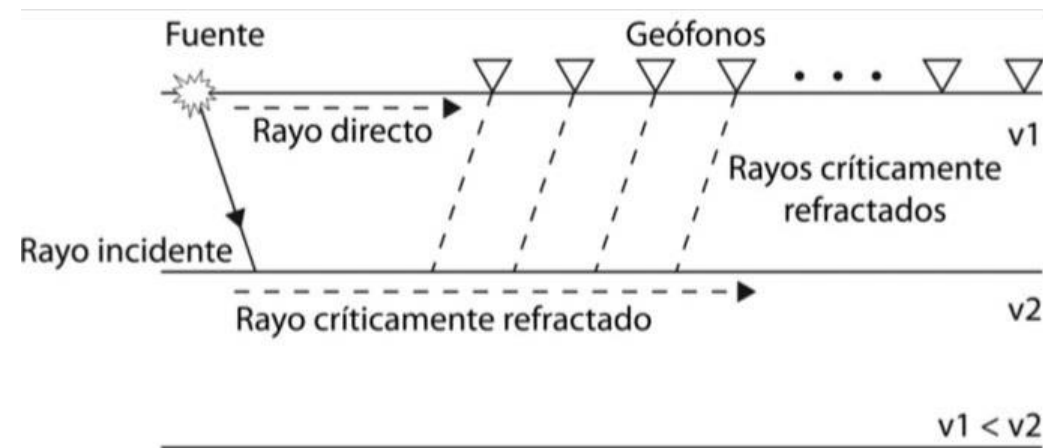


Figura 5. 3. Esquema de adquisición de datos sísmicos

El método MASW evalúa las condiciones elásticas y mecánicas del suelo. Las mediciones son a partir de las ondas sísmicas superficiales generadas a partir de fuentes activas o pasivas que generan curvas de dispersión para analizar la velocidad de propagación de las ondas superficiales y deducir las variaciones de la velocidad de la onda de corte (V_s).

La utilización de las ondas sísmicas superficiales en la caracterización del subsuelo se debe a la naturaleza de este tipo de ondas y algunas de sus propiedades. Estas ondas viajan por la superficie libre, por lo que es relativamente fácil medir el movimiento asociado a ellas, obteniendo información sobre las propiedades mecánicas del suelo.

El estudio con fuente activa es el más común utilizado. La profundidad máxima que puede lograrse en la investigación es usualmente 30 metros, pero puede variar de acuerdo al sitio y tipo de fuentes activas utilizadas. Las ondas superficiales mejor generadas son en terrenos planos, con una menor variación topográfica dentro de la zona de estudio. Sin embargo, cualquier relieve superficial cuya dimensión es mayor que 10% (largo del arreglo de geófonos), se convertirá en un significativo obstáculo para la generación de ondas superficiales.

Las ondas Rayleigh en un semi-espacio homogéneo, isótropo y elástico no son dispersivas, lo que quiere decir que su velocidad es una función de las propiedades mecánicas del medio, pero no de la frecuencia.

En medios estratificados sí se tiene el fenómeno de la dispersión geométrica, por lo que la velocidad de onda es función de la frecuencia, tal como se muestra en la figura 5.4.

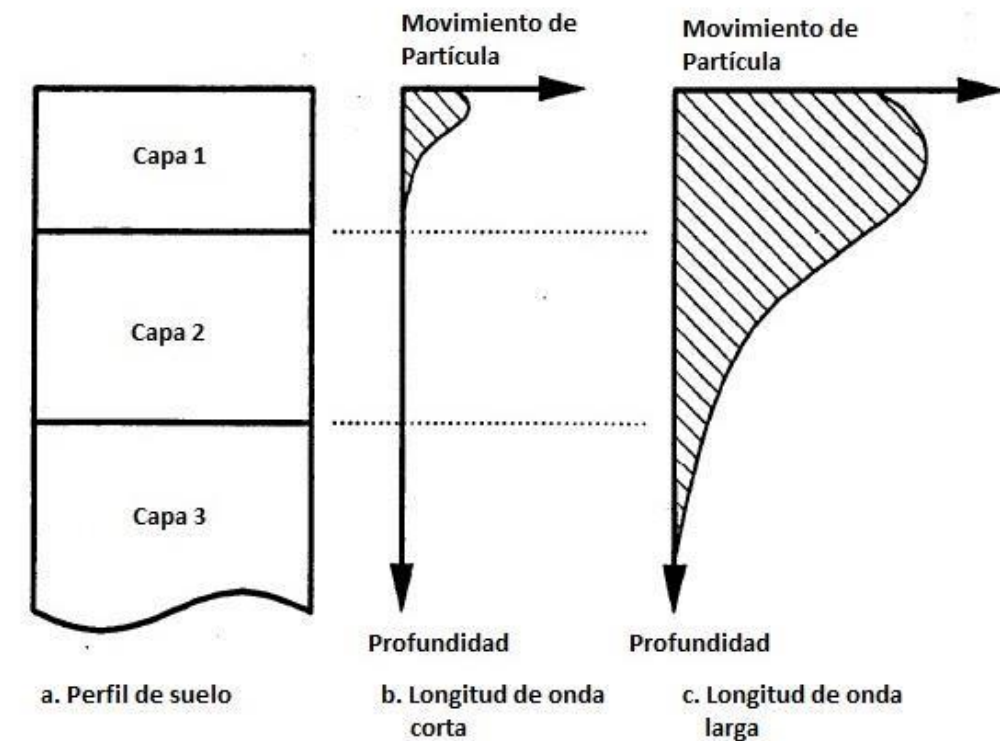


Figura 5. 4. Representación de la dispersión de las ondas Rayleigh dependiendo de la longitud de onda (Correia, 2015).

Zona de estudio 1: Calle Sur-130, Colonia América

La primera zona de estudio es sobre la Calle Sur-130, e la Colonia América, donde se visualizan minas en la superficie por lo que se realizó geofísica de alta resolución para caracterizar la zona de minas que afloran, así como estimar minas que no se visualizan en superficie. En la figura 5.5 se muestra la adquisición de datos de Dispersión de Ondas Sísmicas Superficiales (MASW) en la Calle Sur-130.



Figura 5. 5. Levantamiento del perfil de Dispersión de Ondas Sísmicas Superficiales (MASW) sobre la Calle Sur-130.

El levantamiento de datos MASW se realizó a lo largo de la Calle Sur-130, entre las Calles Poniente 73-A y Poniente 73, con una orientación S-N y una longitud de perfil de 63 metros. En el inicio del perfil se infiere una mina entre el inicio del perfil y los 14 metros de longitud, la cual se encuentra entre 2 y 15 metros de profundidad; a los 52 metros de longitud del perfil se infiere una mina que se encuentra de la superficie a 3 metros de profundidad. El perfil MASW de la Calle Sur-130 se muestra en la figura 5.6, donde se estimó material arenoso sobre el perfil, el cual descansa sobre material volcánico.

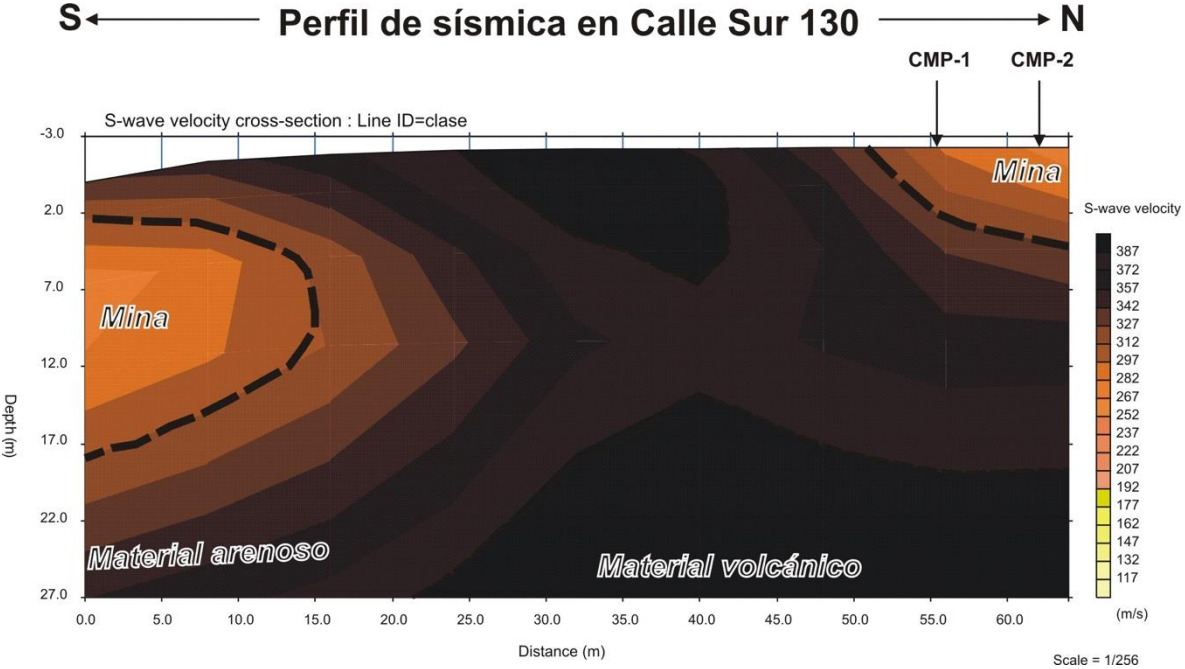


Figura 5. 6. Perfil de Dispersión Sísmica de Ondas Superficiales (MASW) la Calle Sur-130 con longitud de 63 metros y profundidad de 27 metros.

Se adquirió un perfil de RPT de 55 metros de longitud sobre la Calle Sur-130 (ver figura 5.7), entre las Calles Poniente 73-A y Poniente 73, con orientación S-N y paralelo a perfil MASW de la figura 5.6. En el perfil RPT de la figura 5.8 se muestran dos minas: la primera se infirió entre los 0.3 y 12 metros de longitud, iniciando a 2 metros de profundidad y propagándose a más de 10 metros de profundidad; la segunda mina se localiza entre 45 y 52 metros de longitud y profundiza a más de 10 metros.



Figura 5. 7. Levantamiento del perfil de Radar de Penetración Terrestre (RPT) sobre la Calle Sur-130, usando antena de 100 MHz



Figura 5. 9. Levantamientos de los sondeos CMP-1 y CMP-2, usando Radar de Penetración Terrestre (RPT) sobre la Calle Sur-130.

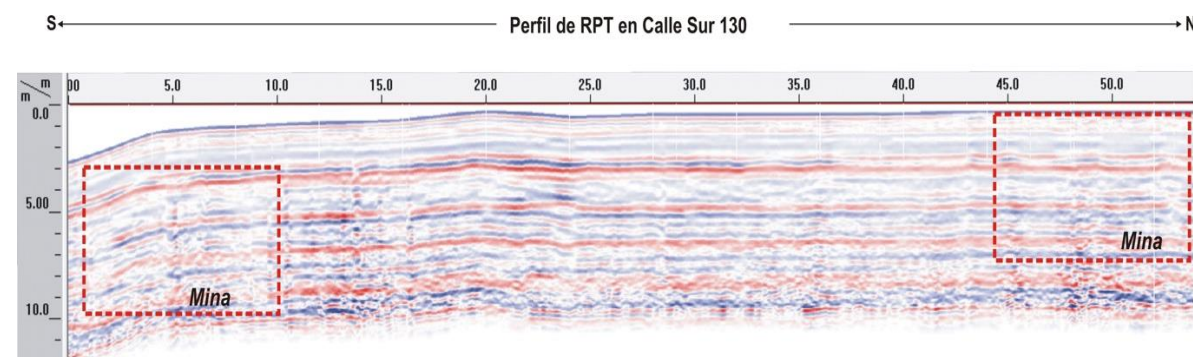


Figura 5. 8. Perfil de Radar de Penetración Terrestre en la Calle Sur-130 con longitud de 54 metros y profundidad de 12 metros, usando una antena de 100 MHz.

Usando la geometría de Punto Medio Común (CMP), a partir de datos RPT se realizaron dos sondeos para estimar las velocidades de la propagación de las ondas electromagnéticas en el subsuelo, como se observa en la figura 5.9. El CMP-1 se observa en la figura 5.10, donde entre 0 a 1.8 metros de profundidad se estimaron velocidades de 0.25 metros/nanosegundos, por lo que se infiere la presencia de un espacio vacío (mina) por tener velocidades cercanas a las de la luz en el espacio vacío (0.3 metros/nanosegundos); entre 1.8 metros de profundidad y a más de 8 metros de profundidad se tiene una velocidad de 0.1 metros/nanosegundos por lo que se caracteriza una secuencia arenosa. El CMP-2 se muestra en la figura 5.11, donde se tiene una velocidad de 0.24 metros/nanosegundos entre los 0 y 3.2 metros de profundidad, por lo que se infiere la presencia de una mina; entre 3.2 y a más de 8 metros de profundidad se estimó una velocidad de 0.1 metros/nanosegundos por lo que se caracterizó material arenoso.

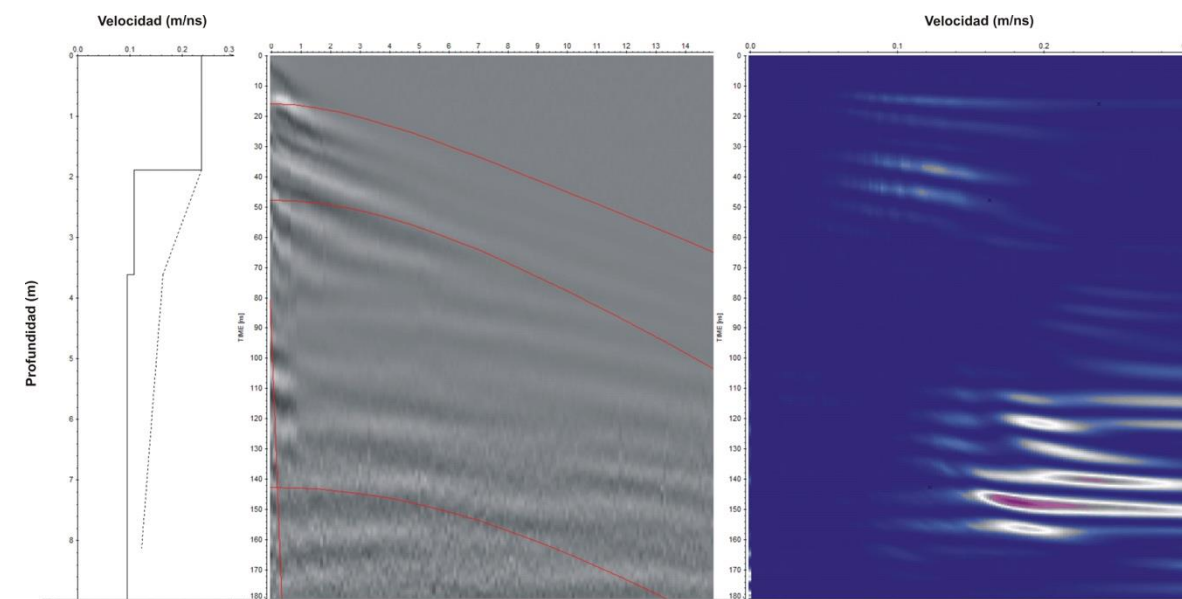


Figura 5. 10. Primer sondeo de Punto Medio Común (CMP) en La Calle Sur-130.

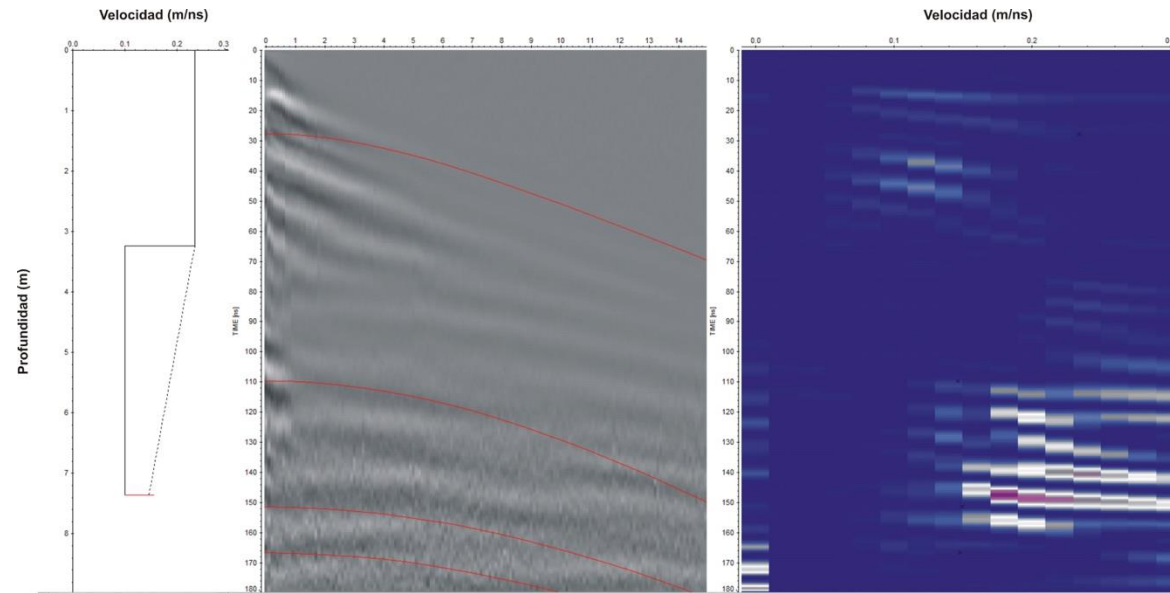


Figura 5. 11. Segundo sondeo de Punto Medio Común (CMP) en La Calle Sur-130.

Se realizaron dos perfiles RPT, usando una antena de 400 MHz, dentro del predio No. 132 de la Calle Sur-130, con la finalidad de caracterizar la mina que se encuentra aflorando. En la figura 5.12 se observa el primer perfil RPT dentro del predio, este perfil se levantó con una orientación W-E, donde se observa la presencia de la mina (recuadro rojo) muy cerca de la superficie y se estima que profundiza a 2 metros de profundidad. En la figura 5.13 se muestra el segundo perfil RPT dentro del predio, levantado con una orientación E-W, donde se observa en el recuadro rojo la presencia de la mina (entre 2 a 5.5 metros de longitud del perfil y de la superficie a los 2 metros de profundidad). En los perfiles de RPT de las figuras 5.12 y 5.13 se muestra que las semi-hipérbolas en los perfiles caracterizan las zonas de minas.

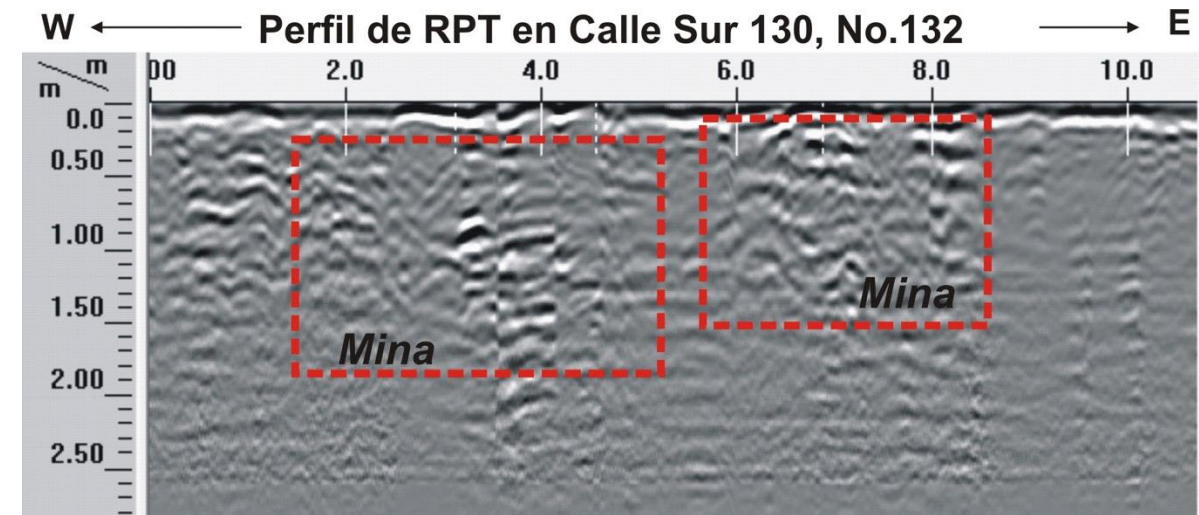


Figura 5. 12. Perfil de Radar de Penetración Terrestre en predio de La Calle Sur-130 No.132 con longitud de 10.5 metros y profundidad de 2.8 metros, usando una antena de 400 MHz.

E ← Perfil de RPT en Calle Sur 130, No.132 → W

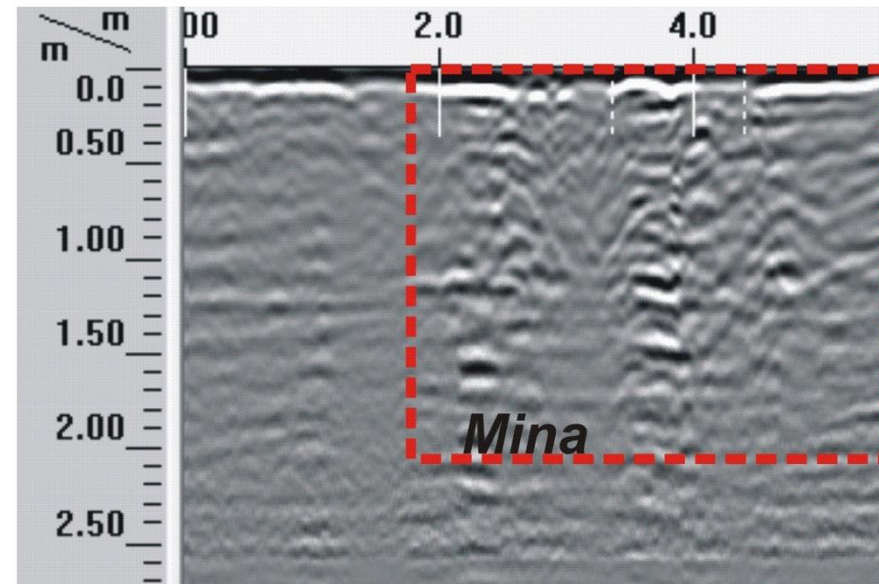


Figura 5. 13. Perfil de Radar de Penetración Terrestre en predio de La Calle Sur-130 No.132 con longitud de 5.8 metros y profundidad de 2.7 metros, usando una antena de 400 MHz.

Zona de estudio 2: Cerrada Gobernador Ignacio Esteva

Los datos MASW se adquirieron a lo largo de la Cerrada Ignacio Esteva (ver figura 5.14), entre el mercado El Chorrillo y la Calle Gobernador Ignacio Esteva, con una orientación SW-NE y una longitud de perfil de 45 metros. En el inicio del perfil se infiere una mina, entre el inicio del perfil y los 15 metros de longitud, la cual se encuentra cercana a la superficie y hasta 8 metros de profundidad. Probablemente esta mina presenta acumulación de agua y está medianamente rellena por material de la zona. El perfil MASW de la Cerrada Ignacio Esteva se muestra en la figura 5.15, donde se estimó material arenoso entre 0 a 8 metros de profundidad, el cual descansa sobre material volcánico.



Figura 5. 14. Levantamiento del perfil de Dispersión de Ondas Sísmicas Superficiales (MASW) sobre la Cerrada Gobernador Ignacio Esteva.

SW ← Perfil de sísmica Cda. Gobernador Ignacio Esteva → NE

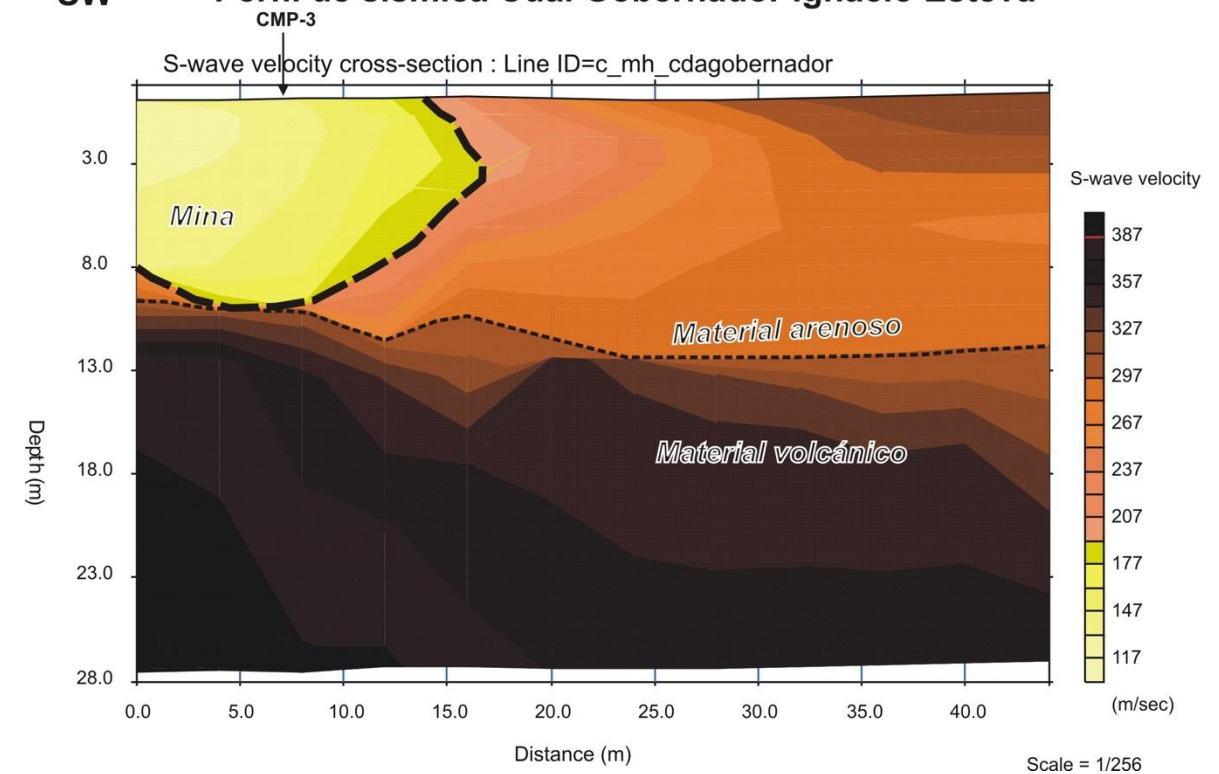


Figura 5. 15. Perfil de Dispersión Sísmica de Ondas Superficiales (MASW) en la Cerrada Gobernador Ignacio Esteva con longitud de 45 metros y profundidad de 28 metros.

Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Se adquirieron dos perfiles de RPT de 45 metros de longitud sobre la Cerrada Ignacio Esteva (ver figura 5.16), entre el mercado del Chorrillo y la Calle Ignacio Esteva, con orientación SW-NW en forma paralela, usando antena de 100 MHz y 400 MHz. La interpretación conjunta de los perfiles RPT adquiridos con la antena de 100 MHz (ver figura 5.17) y el perfil RTP adquirido con la antena de 400 MHz (ver figura 5.18) muestran la presencia de una mina (recuadro rojo) que se localiza cercana a la superficie y hasta 8 metros de longitud.



Figura 5. 16. Levantamiento del perfil de Radar de Penetración Terrestre (RPT) sobre la Cerrada Ignacio Esteva, usando antena de 100 MHz y 400 MHz.

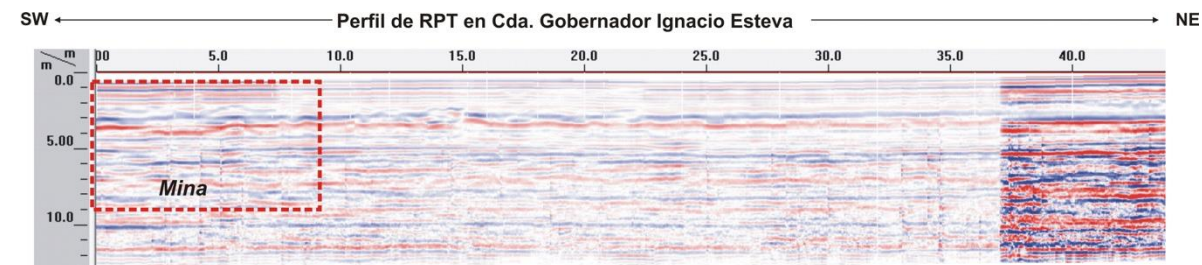


Figura 5. 17. Perfil de Radar de Penetración Terrestre en la Cerrada Gobernador Ignacio Esteva con longitud de 45 metros y profundidad de 14 metros, usando una antena de 100 MHz.

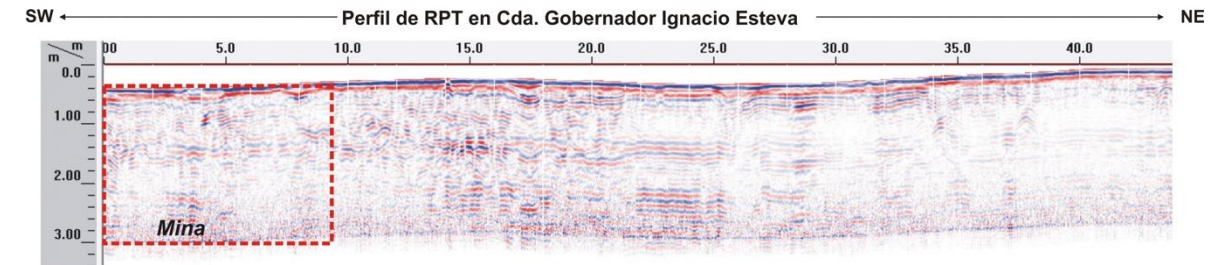


Figura 5. 18. Perfil de Radar de Penetración Terrestre en la Cerrada Gobernador Ignacio Esteva con longitud de 45 metros y profundidad de 3.3 metros, usando una antena de 400 MHz.

Usando la geometría de Punto Medio Común (CMP), a partir de datos RPT se realizó un sondeo para estimar las velocidades de las ondas electromagnéticas en el subsuelo, como se observa en la figura 5.19. El CMP-3 se observa en la figura 5.20, donde entre 0 a 5.5 metros de profundidad se estiman velocidades de 0.25 metros/nanosegundos, por lo que se infiere la presencia de un espacio vacío (mina) por tener velocidades cercanas a las de la luz en el espacio vacío (0.3 metros/nanosegundos); entre 5.5 metros de profundidad y a mas de 8 metros de profundidad se tiene una velocidad de 0.13 metros/nanosegundos por lo que se caracteriza una secuencia arenosa con depósitos volcánicos.



Figura 5. 19. Levantamiento del sondeo CMP-3, usando Radar de Penetración Terrestre (RPT) sobre La Cerrada Gobernador Ignacio Esteva.

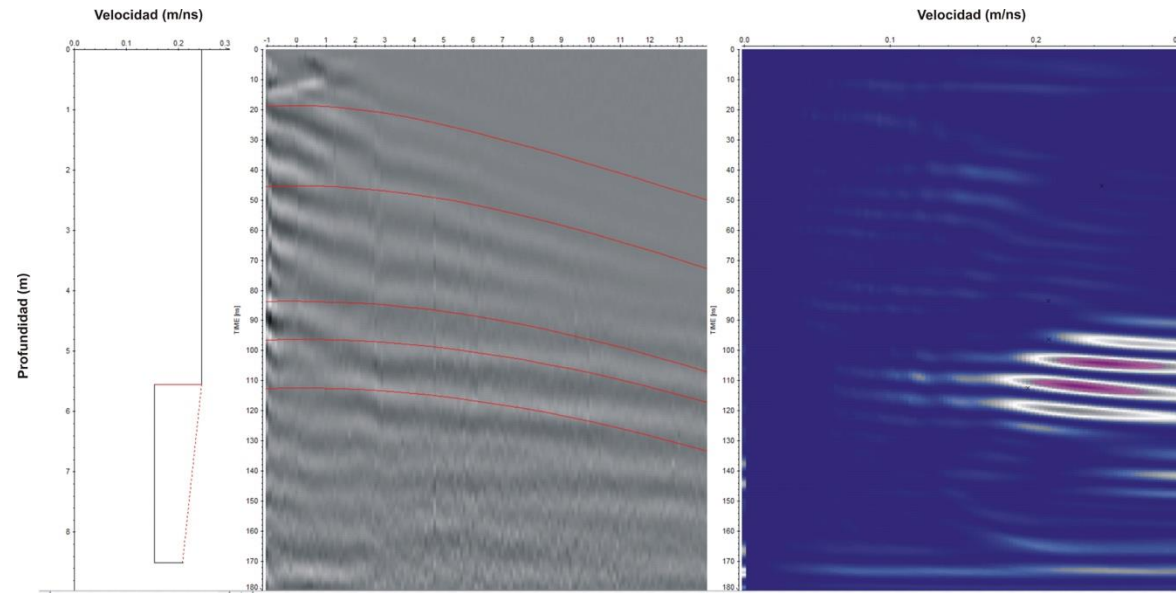


Figura 5. 20. Tercer sondeo de Punto Medio Común (CMP) en Cerrada Ignacio Esteva.

Mina Chilardi

El desarrollo de este estudio inició con la visita a la calle Chilardi en los predios #12, #27, #33, de la colonia Ampliación Daniel Garza Alcaldía Miguel Hidalgo, en las coordenadas geográficas 19° 24' 23.11" de latitud Norte y 99° 11' 38.02" de longitud Oeste.



Figura 5. 21. Localización de la zona de estudio, flechas en color rojo representan a los levantamientos de RPT.

Personal de Protección Civil reportó la presencia del colapso de una mina por lo que se realizó un levantamiento geofísico para conocer las condiciones del subsuelo sobre las que se encuentran localizados los predios. Como antecedentes en la zona de estudio, la presencia de minas que se utilizaron para su explotación a mediados del siglo pasado es un problema que en la actualidad se reporta como colapsos puntuales en distintas zonas de la Alcaldía, por lo que se pretende identificar zonas susceptibles a desarrollar socavamientos originadas por este fenómeno. Se realizó una visita técnica a los predios reportados y se sugirió realizar una serie de líneas de RPT (Radar de Penetración Terrestre).

En la primera etapa, se hizo un reconocimiento preliminar general de la situación para el contexto de la zona. El sitio de estudio se localiza hacia el Sur de la Alcaldía Miguel Hidalgo.

A continuación, se muestra el contexto de la zona y su influencia por la presencia de zona de Mina.

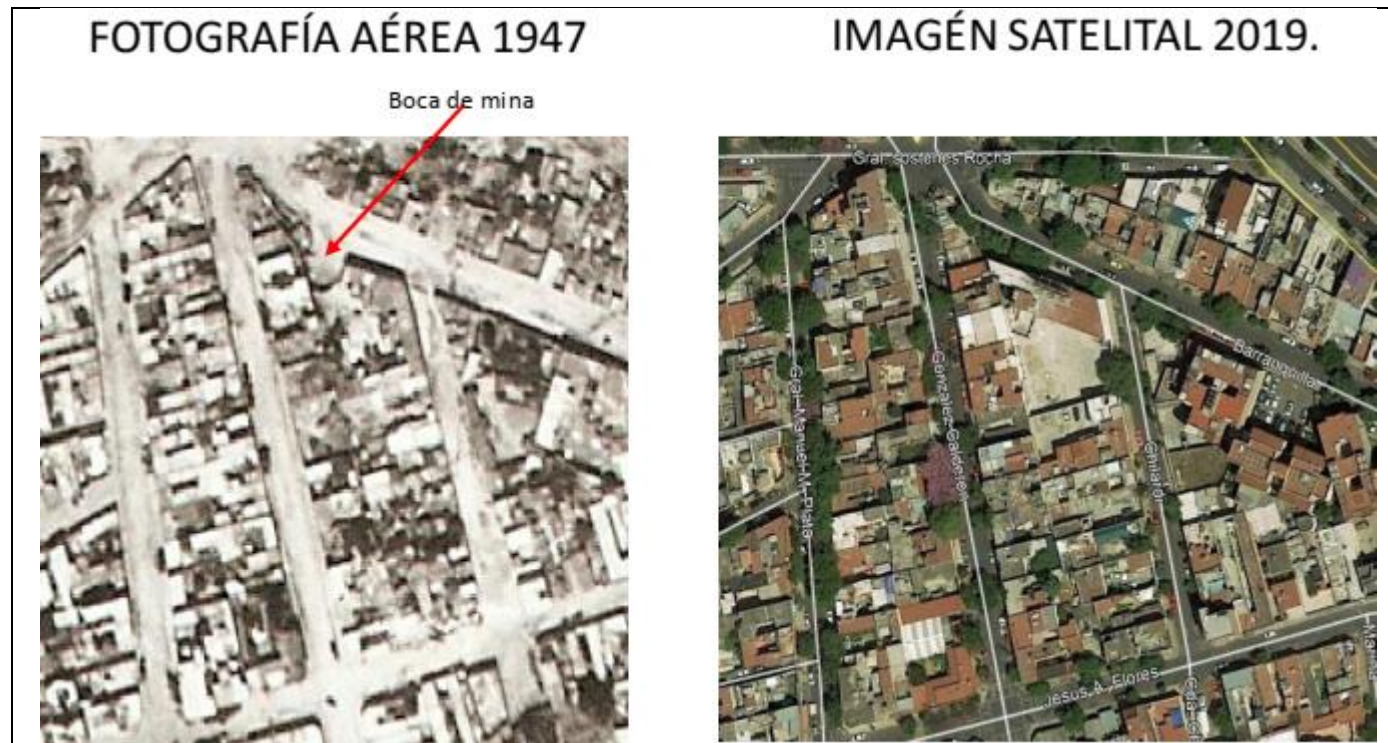


Figura 5.22 Localización de la zona de estudio a través de distintos periodos.

Objetivo.

El objetivo de este trabajo es analizar mediante un estudio geofísico, en el caso de existir, anomalías o rasgos geológicos ocasionados por socavamiento o colapsos del material de relleno-arena limosa en los predios bajo estudio, como también realizar una inspección visual en el área de influencia, auxiliado en la interpretación de los radargramas. En el material fotográfico se presentan algunas perspectivas de la zona de estudio.



Figura 5.23. Gráficos del estudio geofísico en Chilardi #12, 27 y 33, Col. Ampliación Daniel Garza.

Resumen geológico regional y de la zona de estudio

La zona de estudio se localiza hacia el extremo Sur de la Alcaldía, entre los límites de la llamada “Zona Transición” y “Zona de Lomas” donde los materiales geológicos que conforman el subsuelo están constituidos predominantemente por estratos arenosos y limo-arenosos, como también suele existir presencia de oquedades en rocas, de cavernas y túneles excavados en suelos para explotar minas de arena y de rellenos no controlados.

El subsuelo del Valle de México se divide en tres zonas principales con las siguientes características generales (GDF, 2004):

Zona I. Lomas, formadas por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, pero en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos.

Zona II. Transición, en la que los depósitos profundos se encuentran a 20 m de profundidad, o menos, y que está constituida predominantemente por estratos arenosos y limo-arenosos intercalados con capas de arcilla lacustre; el espesor de estas es variable entre decenas de centímetros y pocos metros;

Zona III. Lacustre, integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresibles, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla. Estas capas arenosas son generalmente de medianamente compactas a muy compactas y de espesor variable de centímetros a varios metros. Los materiales geológicos que conforman el subsuelo de manera somera (arcillas y limos) presentan características físicas muy particulares como un índice de plasticidad de medio a alto, altos contenidos de agua y alta capacidad de contracción.

Estas variaciones de materiales geológicos originan también propiedades mecánicas particulares como son una alta compresibilidad y una baja resistencia al corte; por ello al someterse a cargas estáticas y dinámicas (infraestructura, extracción de agua, tránsito vehicular) provocan pérdida en su estructura original, facilitando el fenómeno de subsidencia del terreno, provocando hundimiento diferencial, el cual evoluciona de manera temporal.

El sitio de estudio, localizado entre la Calle Barranquilla y Jesús A. Flores, se encuentra entre los límites de la Zona I y Zona II, por lo que le corresponderá un coeficiente entre 0.16 y 0.32 cuando se diseñe por sismo.

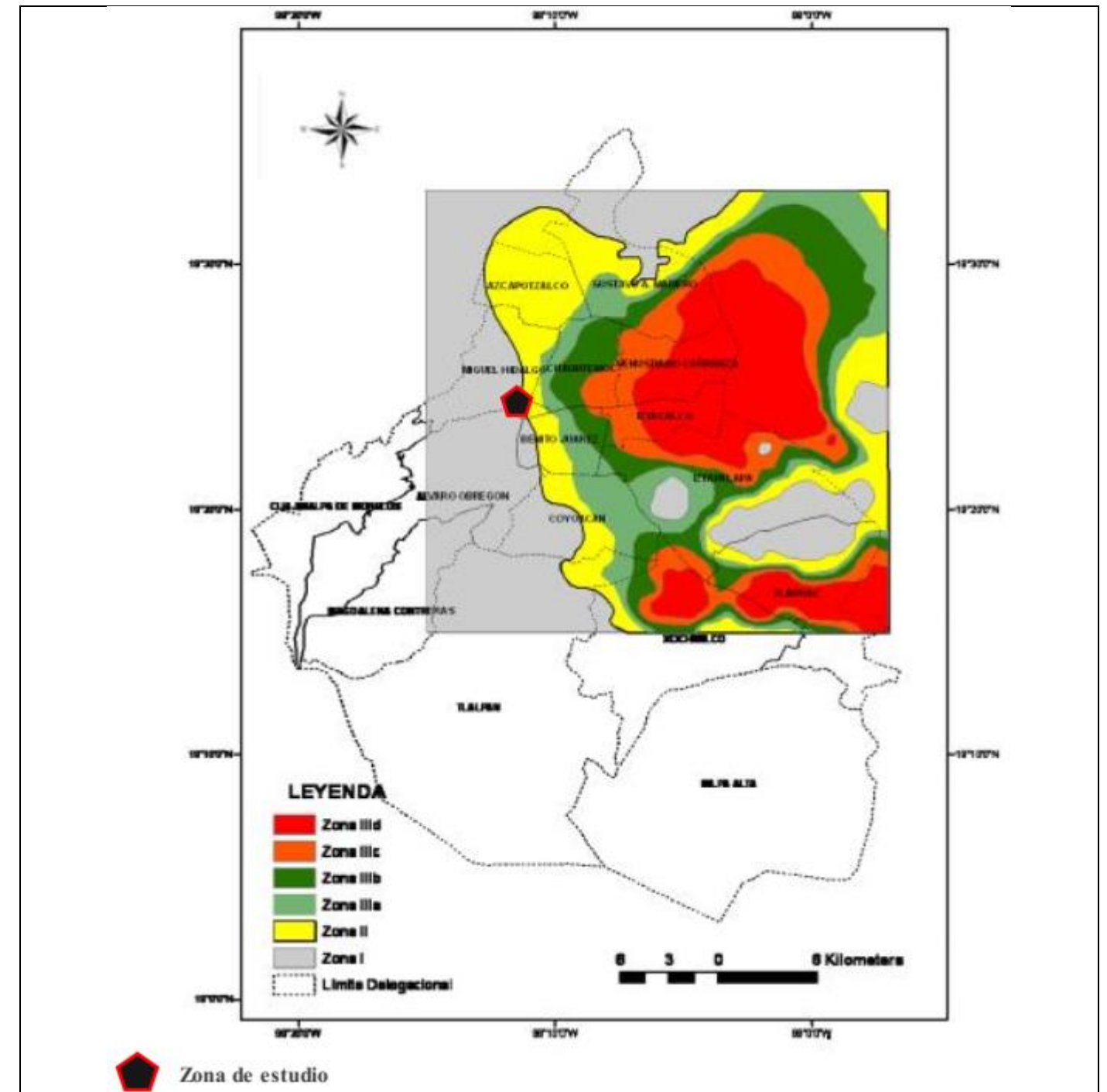


Figura 5.24. Zonificación Geotécnica del Valle de México. (GDF, 2004)

RPT.

El método de prospección con Radar de Penetración Terrestre permite caracterizar las propiedades físicas de los suelos y la estimación de su distribución espacial en función de la profundidad. Se puede estimar magnitudes físicas como la permitividad relativa (ϵ), la impedancia eléctrica (z) y la velocidad (v) de la propagación de las ondas electromagnéticas (EM) asumiendo que el medio se comporta como un dieléctrico disipativo (Centeno et. al., 2018).

El GPR o RPT es un método geofísico de alta resolución no invasivo, donde su principio de funcionamiento yace en la teoría electromagnética y su análisis en los fundamentos de la óptica geométrica. El RPT genera a partir de un transmisor pulsos eléctricos de muy corta duración y de alta frecuencia que se propagan por el subsuelo, estos pulsos se reflejan y son medidos por un receptor, generando tomografías a resolución de centímetros con el objetivo de disminuir la incertidumbre en la interpretación de los datos.

La señal ondicular que se forma en el radargrama tiene la firma característica de una hipérbola. Esta señal puede tener una concavidad mayor o menor dependiendo de las dimensiones de la estructura y la profundidad a la que se encuentre. Esta firma es característica de objetos anómalos que contrastan con el medio, y puede tener múltiples orígenes, como el caso de localización de cavidades, túneles como también pueden definirse de una mejor manera a estructuras metálicas y zonas con una alta concentración volumétrica de agua que contrastan al medio que las rodea.

Procesamiento de datos de RPT

El procesamiento de perfiles se obtuvo siguiendo un diagrama de flujo, tal como se muestra en la siguiente figura, utilizando el paquete RADAN.

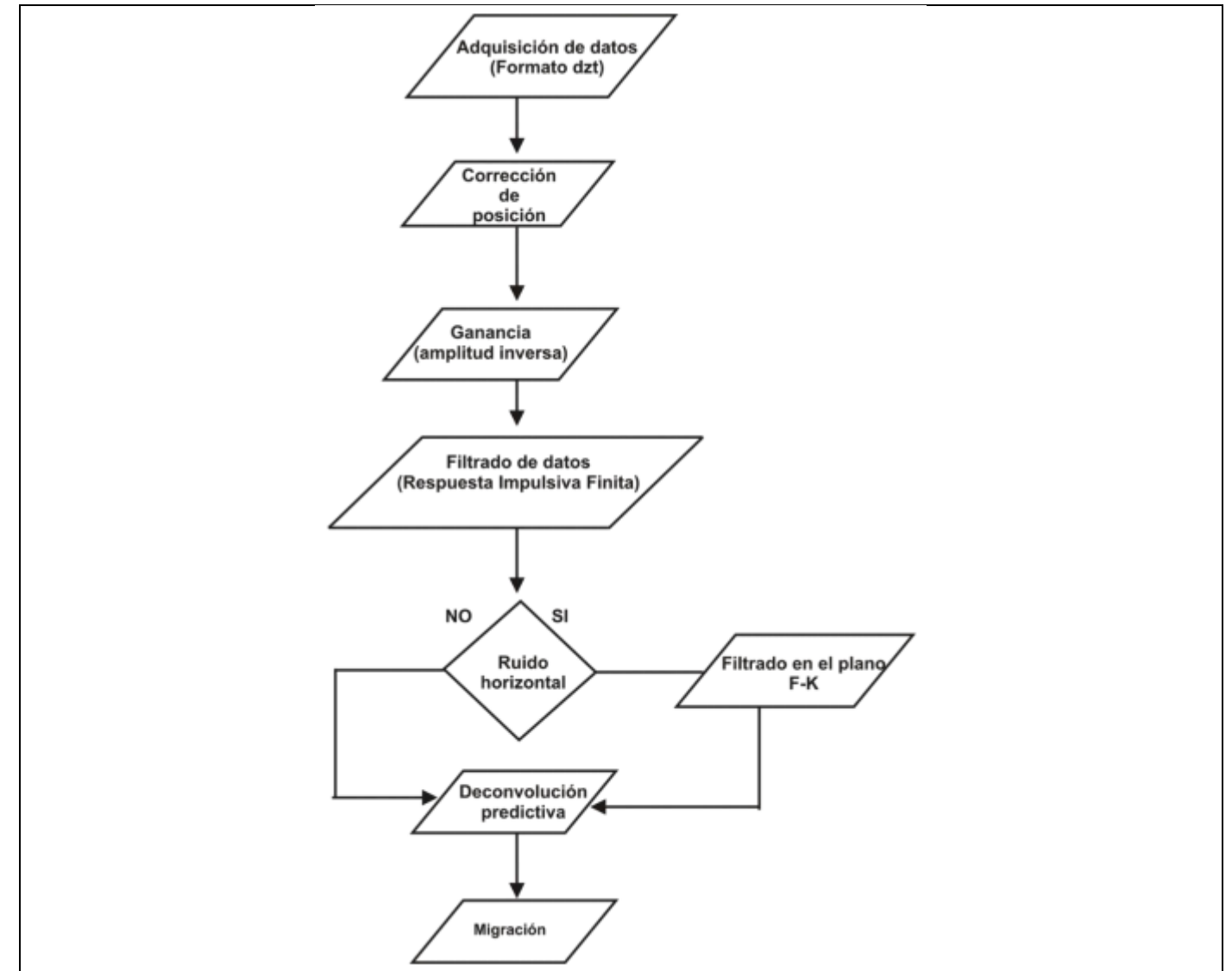


Figura 5.26. Diagrama de flujo del procesamiento de datos de RPT.

Metodología.

Para la realización del presente trabajo se utilizó un sistema RPT modelo SIR 3000 con una antena de 200MHz marca GSSI (Geophysical Survey Instruments), de acuerdo con la siguiente distribución:

- 1) 3 perfiles adquiridos, se realizaron al interior de los predios #12, #27 y # 33 con orientaciones NE-SW, NE-SW y SW-NE, respectivamente.

Las longitudes de cada perfil realizado se muestran en la siguiente tabla:

# Perfil	Longitud (m)	Dirección
1	14.24	NE-SW
2	17.92	NE-SW
3	18.4	SW-NE
Total	50.56	

Tabla 1. Longitudes de las líneas realizadas en este estudio.

Estudio Geofísico

A continuación, se describen las líneas geofísicas realizadas mediante RPT. Además, el contexto geológico de cada perfil fue posible de correlacionar de acuerdo a un par de sondeos geotécnicos cercanos al sitio de estudio realizados por la empresa GEOMAX en un predio localizado en la calle de Barranquilla no.67, Col. Daniel Garza de la Alcaldía Miguel Hidalgo.

La siguiente figura muestra al perfil 1 con orientación NE-SW que se adquirió con la finalidad de identificar anomalías de carácter geológico, así como también tener una mejor resolución con respecto al pasillo del predio #12.

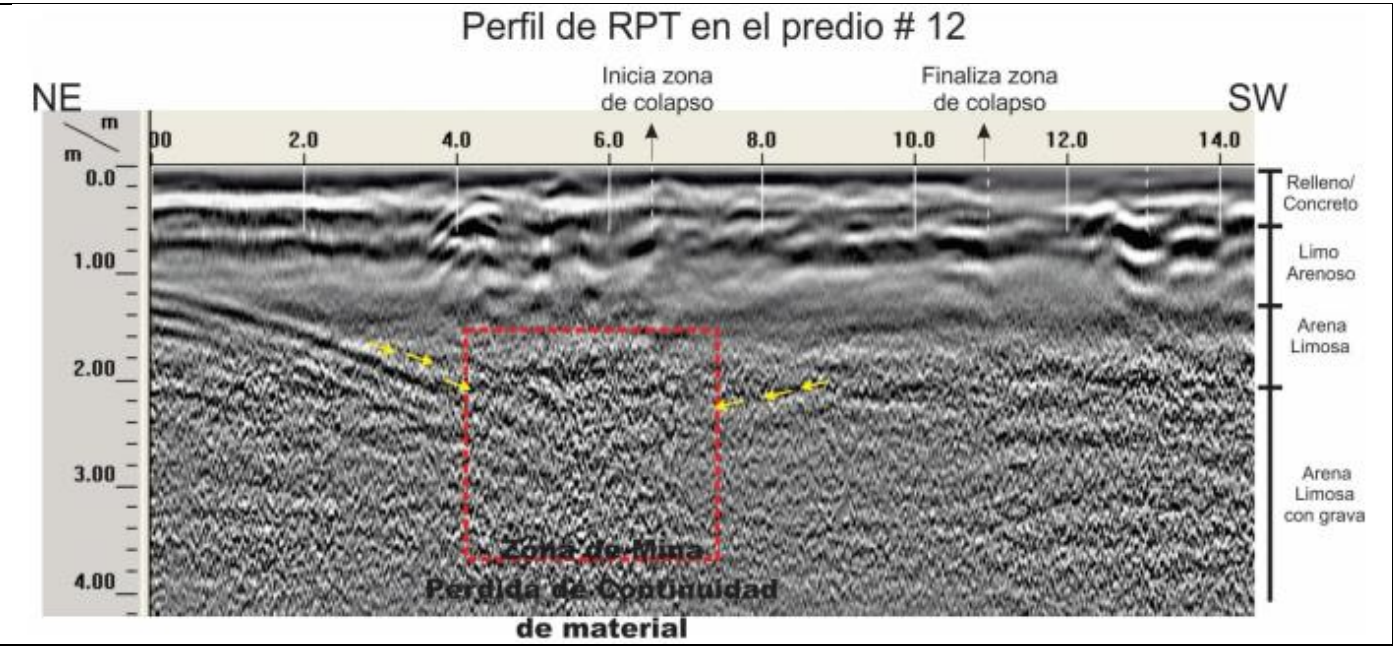


Figura 5.27. Radargrama obtenido en el perfil 1.

En este perfil se identificaron las condiciones someras del subsuelo, las cuales representan al relleno que se encuentra aflorando en la estructura de la superficie, esta capa no supera los 30 cm aproximadamente, de acuerdo a la capa de concreto dañada que fue posible de identificar en la zona de colapso. Posteriormente en el contacto geológico entre el material Limo Arenoso y la Arena Limosa fue posible identificar un cambio en las propiedades eléctricas entre estos materiales, en dicha anomalía se estimó la influencia de la mina, localizada entre los 4 y 7.5 metros de distancia del radargrama, a una profundidad entre 1.6 y 3.8 metros de profundidad. En el resto del perfil es posible notar la homogeneidad de los depósitos limosos y arenosos.

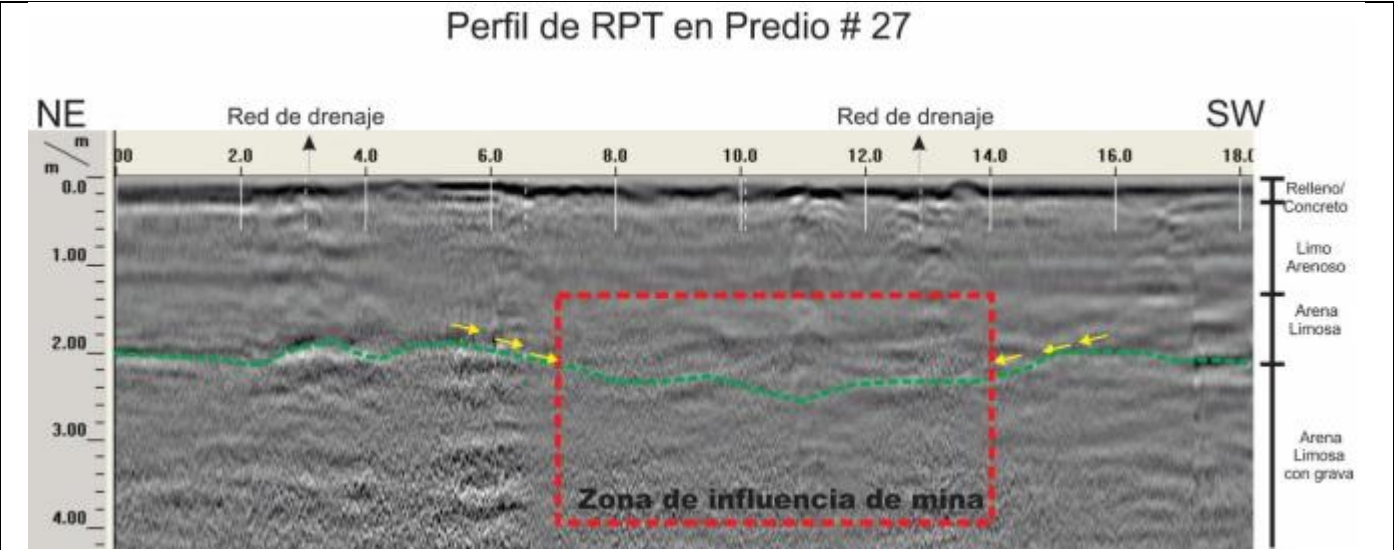


Figura 5.28. Radargrama obtenido en el perfil 2.

Este radargrama corresponde al perfil realizado al interior del predio #27, en el cual se busca caracterizar las propiedades del subsuelo ya que en la trayectoria del pasillo existe la influencia de la mina.

En el contacto litológico ubicado a los 2 metros de profundidad, que corresponde al material de Arena limosa, entre la distancia de 7.8 y 14 metros de distancia, fue posible apreciar un descenso en la paleotopografía de dichos depósitos, esto puede estar asociado a una pérdida de confinamiento de material o perdida de continuidad de este. La zona marcada con líneas punteadas en color rojo coincide con la ubicación de la mina en el predio #12.

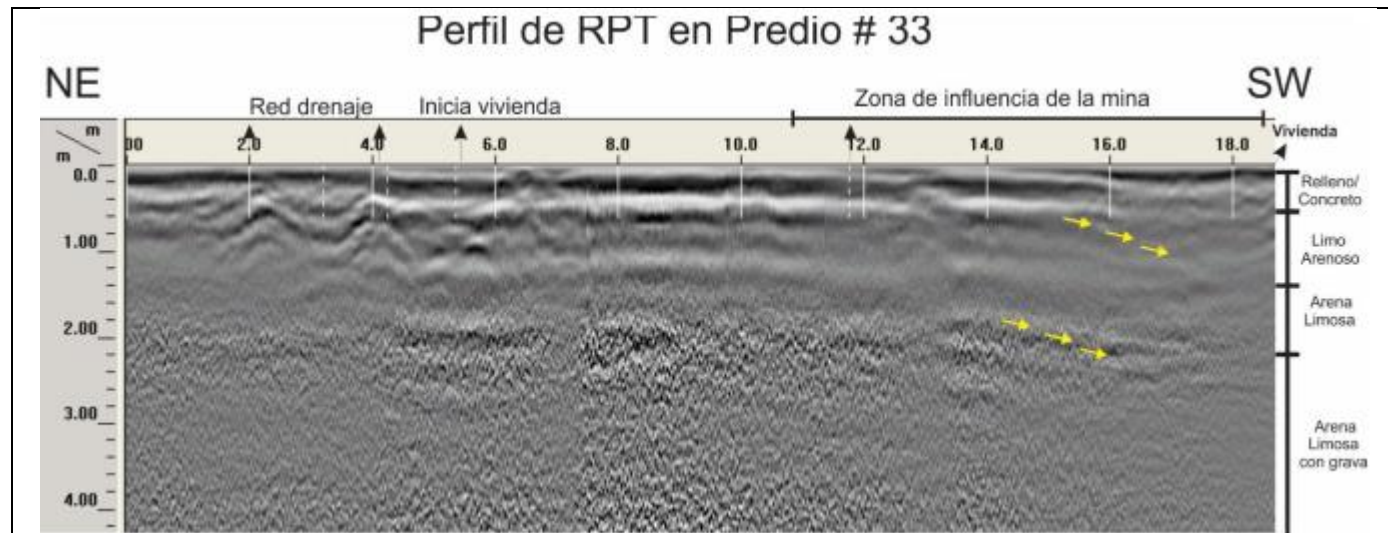


Figura 5.29. Radargrama obtenido en el perfil 2.

Esta sección de RPT se realizó de manera transversal al predio, con la finalidad de mapear la continuidad de los estratos superficiales, así como de su homogeneidad en los depósitos de arena limosa. A la distancia de 2 y 4 metros del radargrama se observaron dos hipérbolas, rasgos que denotan contrastes en las propiedades resistivas entre el material encajonante y la fuente que lo genera, esto se debe a las conexiones de tuberías y registros. Cabe mencionar que este tipo de anomalías pueden asociar a un incremento en la acumulación de agua por alguna fisura entre sus conexiones.

De manera contigua, entre los 4 y los 6 metros de distancia fue posible notar un descenso en la firma electromagnética por el equipo de RPT, este rasgo se observó de manera superficial, de manera análoga a la cimentación de la primera vivienda. Será importante evitar acumulación de agua anómala para prevenir una pérdida de cohesión entre el material granular.

Al finalizar el perfil, desde los 12 metros de distancia se observó otro descenso de material, el cual puede asociarse a una pendiente atropogénica, provocada para permitir el drenaje pluvial, sin embargo, su influencia supera el metro de profundidad, afectando el contacto a los 2 metros entre las arenas limosas y el material de grava, lo cual es colindante a la segunda vivienda en la que se finalizó el perfil.

Conclusiones

Debido a las características particulares del material granular intercalado con depósitos limosos de la zona de estudio, el suelo al someterse a cargas estáticas y dinámicas (infraestructura, tránsito vehicular pesado

y cimentaciones de viviendas) provocan pérdidas y/o modificaciones en su estructura original; esta condición provoca pérdida de confinamiento en los depósitos antrópogenicos y naturales del terreno, el cual evoluciona de manera temporal, expresándose también en colapsos locales en la estructura del suelo, siendo la principal causa, la baja compactación en el material de relleno ocasionando una pérdida de cohesión entre granos.

De manera general fue posible observar el estado homogéneo de los depósitos granulares, material en el que se encuentran asentados los predios bajo estudio. Sin embargo, se localizaron algunas zonas donde se concentra una deformación superficial, ocasionada por la porosidad entre los granos. Si bien estos rasgos en dichos puntos son someros, estos pueden incrementar su magnitud si se acumula un exceso de agua, pues el relleno al perder consistencia, el peso de la estructura lo abate.

En el siguiente esquema se representa la ubicación de los perfiles de RPT, así como de la zona de colapso que fue posible de identificar en el predio #12 y la trayectoria que se infirió gracias a los datos obtenidos en los radargramas.



Figura 5.29. Croquis que representa a la zona de colapso de la mina. Zona roja punteada indica la trayectoria inferida por la influencia de la mina, punto amarillo indica la zona del colapso verificado en campo



2.2 Hidrometeorológicos

2.2.1. Ondas cálidas y gélidas

2.2.1.1 Ondas cálidas

Las ondas cálidas u olas de calor son un calentamiento importante del aire o invasión de aire muy caliente, sobre una zona extensa, y que suele durar de unos días a una semana. Este fenómeno representa un riesgo para la población debido a que acelera procesos tales como las enfermedades gastrointestinales, la deshidratación y la insolación, que asociadas incrementan la morbilidad, particularmente de los grupos vulnerables como bebés, ancianos y personas en situación de alta marginación; adicionalmente pueden causar otros daños notorios como incendios forestales.

La Alcaldía Miguel Hidalgo, debido a su ubicación en la zona templada del centro de México es poco susceptible a la presencia constante de ondas de calor cuyos efectos puedan poner en peligro a la población. Sin embargo, las temperaturas máximas extremas que se han presentado históricamente representan un peligro potencial en caso de repetirse, por lo que se realizaron análisis de periodos de retorno de los eventos más extremos de temperaturas altas. Es necesario para hacer este análisis, enfatizar que, a pesar de la extensión y relativa homogeneidad geográfica del municipio, las ondas de calor no se manifiestan con la misma magnitud e intensidad en todo su territorio, ya que la zona occidental cercana a la Sierra de Las Cruces tiene un clima ligeramente más húmedo y registra temperaturas un poco más bajas con relación a la porción semiseca del oriente.

Para identificar las ondas cálidas más comunes, se analizaron las temperaturas máximas promedio y máximas extremas en el área de estudio, por medio de los datos de 8 estaciones meteorológicas ubicadas en zonas cercanas y dentro de la Alcaldía Miguel Hidalgo, de las cuales debieron tener un mínimo de 30 años de observaciones mensuales. Estas estaciones se observan en la siguiente tabla.

Tabla 2.40 Temperaturas máximas por estación meteorológica.

Estadística	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Anual
ESTACIÓN: 00015077 PRESA TOTOLICA													
Normal	20.3	21.9	24.5	25.8	25.3	23.7	22.2	22.2	21.7	21.4	20.9	20.3	22.5
Máxima mensual	23	25.5	26.8	29.1	29.2	27.6	25.1	25.1	24.3	25	23.9	23.2	
Año de máxima	1987	2003	2010	2006	2010	2010	2009	2009	1987	2010	2010	1987	
Máxima diaria	28.5	30	31.5	34.5	34	31.5	27.5	32.5	29	28.5	28.5	28	
Fecha Máxima diaria	sep-87	28/1997	30/2009	23/1983	feb-83	mar-10	21/1982	25/1997	17/1965	30/1997	26/2010	25/1987	
Años con datos	35	33	35	36	37	37	37	37	37	37	36	34	

Estadística	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Anual
ESTACIÓN: 00009010 COLONIA AMÉRICA													
Normal	22	24.2	26.6	27.7	27.5	25.8	24.5	24.4	23.7	23.7	23.3	22.2	24.6
Máxima mensual	25.5	27	28.4	30.7	30.8	29.2	27.1	26.5	26.1	25.5	25.9	25.7	
Año de máxima	1987	2003	1987	1983	1983	1983	2009	2009	1982	1987	1987	1987	
Máxima diaria	31.5	31	35	38.5	35.5	33	30	31	30	30	29.5	31	
Fecha Máxima diaria	23/1983	may-83	31/2001	abr-82	mar-83	nov-83	mar-96	22/2001	29/1982	17/1998	ago-87	ene-01	
Años con datos	25	25	24	24	25	25	24	25	25	24	22	23	
ESTACIÓN: 00009070 CAMPO EXP. COYOACÁN													
Normal	21.5	23.3	25.8	27	26.9	25.4	23.9	23.9	22.9	23.2	22.5	21.5	24
Máxima mensual	23.5	26.3	28.1	29.3	30.5	28.6	25.7	26.1	25.3	24.6	25	23	
Año de máxima	2007	2003	1991	1998	1998	1998	2007	1997	2006	1995	2004	1993	
Máxima diaria	27.5	31	32	33	34	38	28.5	29	30	29	27	27	
Fecha Máxima diaria	31/2007	27/2007	dic-06	30/1983	oct-98	jul-94	abr-86	29/2000	16/2006	19/2004	may-89	31/1985	
Años con datos	18	20	18	18	22	20	20	23	22	21	19	10	
ESTACIÓN: 00009036 PLAYA CALETA 454 COLONIA MARTE													
Normal	21.9	24.1	27	28.7	29.1	27.3	26	26	24.9	24.1	23	22.4	25.4
Máxima mensual	25.7	27.8	29.3	31.1	31.4	29.8	28.1	27.3	27.4	26.3	25.7	25	
Año de máxima	2006	2003	2006	2005	1998	1998	2005	2006	2005	2005	2005	2005	
Máxima diaria	29	32	34	34.5	35	34	31	30.5	30	31	29.5	29	
Fecha Máxima diaria	feb-05	20/2006	dic-06	30/2005	sep-98	oct-05	oct-05	oct-05	15/2005	18/2004	abr-05	18/2006	
Años con datos	14	14	14	14	13	13	14	13	14	14	12	13	
ESTACIÓN: 00015059 MOLINO BLANCO													
Normal	22.5	24.3	26.7	27.7	27.5	25.7	24.2	24.1	23.5	23.3	23.1	22.4	24.6
Máxima mensual	26.7	27.9	31.4	31.1	32	29.5	27.5	26.9	26.7	25.7	25.7	24.7	
Año de máxima	1991	1991	1991	1984	1998	1998	2009	2009	1987	1984	1988	1987	



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

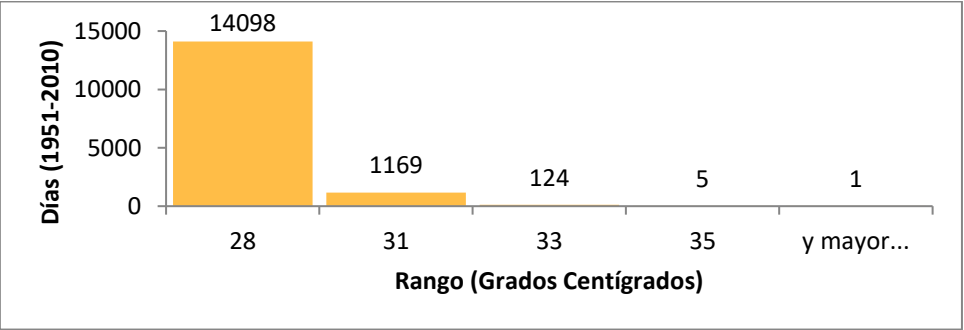
Estadística	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Anual
Máxima diaria	30	32	36	34.5	35	34	32	30	31	30	30	29	
Fecha Máxima diaria	20/1991	19/1991	jul-91	mar-75	sep-98	oct-05	15/1998	14/2009	16/1987	28/1997	may-89	25/1987	
Años con datos	48	49	49	49	49	50	50	50	49	49	49	47	
ESTACIÓN: 00009029 GRAN CANAL KM. 6+250													
Normal	22.7	24.4	27	27.9	27.7	25.9	24.4	24.5	23.9	23.8	23.3	22.2	24.8
Máxima mensual	28	27.4	34.7	31.1	31.3	29.5	26.4	26.3	27.2	26.8	27.9	25.4	
Año de máxima	1952	1994	1952	1983	1983	1983	1980	1986	1987	1994	1994	1987	
Máxima diaria	37	31	38.5	35	36.5	35	30	29.5	30	30.5	31	29	
Fecha Máxima diaria	30/1952	26/1984	15/1952	ene-52	feb-83	ago-89	17/1989	19/1981	oct-52	19/1993	27/1994	23/1990	
Años con datos	56	57	59	58	58	59	59	58	59	58	56	55	
ESTACIÓN: 00009043 SAN JUAN DE ARAGÓN													
Normal	22.8	24.9	27.5	28.3	28	26.4	25	25.2	24.6	24.3	23.7	22.4	25.3
Máxima mensual	26.6	27.3	31.6	31.6	32.8	30.8	27.9	27.1	28.2	27.9	26.5	24.9	
Año de máxima	1991	1994	1991	1984	1998	1998	1998	1997	1987	1979	1988	1987	
Máxima diaria	30.5	33	38.5	36	36	36	30.5	30.5	31.5	31.5	31	29.5	
Fecha Máxima diaria	18/1987	may-91	17/1986	25/1981	feb-83	ago-83	nov-97	20/1991	16/1987	sep-77	18/1986	20/1981	
Años con datos	52	53	53	52	53	54	55	55	55	54	55	53	
ESTACIÓN: 00009068 PUENTE LA LLAVE													
Normal	21.4	23.4	26.1	27	27	25.7	24.2	24.3	23.6	23.9	22.3	20.9	24.2
Máxima mensual	28.1	26.2	29.7	30.6	30.6	29.8	27.7	27.2	27.5	27.4	25.4	26	
Año de máxima	1993	1995	1980	1984	1983	2010	1980	1980	2010	1979	1988	2009	
Máxima diaria	34	32	33.5	37.6	35	35	31	31	33	31	31	29.5	
Fecha Máxima diaria	29/1993	25/1997	oct-80	27/1993	mar-83	jul-10	abr-80	nov-80	21/1988	20/1979	21/1988	dic-09	
Años con datos	27	27	26	28	28	27	27	27	28	27	26	26	

Fuente: SMN.

Los datos de estas estaciones se interpolaron geográficamente mediante el sistema geoestadístico de Natural Neighbor, a fin de modelar el comportamiento de las temperaturas máximas promedio y absolutas a través del territorio municipal. De acuerdo con el análisis realizado con datos de las 8 estaciones meteorológicas, las temperaturas máximas promedio registradas durante el periodo de 1951 a 2010, son de 25°C en toda la extensión de la alcaldía. Por otro lado, las temperaturas máximas extremas, es decir, aquellas ondas de calor más intensas registradas en el periodo de 1951-2010, han sido de 35°C para la zona occidental del municipio, llegando hasta los 37°C en el extremo oriental del mismo. De este modo, las zonas de mayor peligro por la presencia de ondas cálidas corresponden a aquellas que se ubican sobre el antiguo lago de Texcoco, mientras que las zonas que están cercanas a la Sierra de las Cruces son un poco menos propensas al mismo fenómeno de ondas de calor.

Así mismo, se observa que los meses en los que se presentan los mayores registros de temperatura son abril, mayo y junio, correspondientes al segundo trimestre del año.

Grafica 2.1 Histograma de frecuencias de temperaturas máximas diarias en la Alcaldía Miguel Hidalgo, durante el periodo del 21/06/1962 al 31/07/2010



Fuente: Elaboración propia con datos de CNA-SMN-SCDI, Climatología Estadística.

Adicionalmente a lo anterior, se analizaron los periodos de retorno de las ondas de calor para los periodos de 5, 10, 25 y 50 años, mediante el uso de los datos recopilados por el Servicio Meteorológico Nacional, en donde se registra la temperatura máxima por mes en el periodo 1951-2010.

En la Alcaldía Miguel Hidalgo las ondas de calor esperadas según varios periodos de retorno tienen una componente regional que se comporta de acuerdo a la influencia orográfica circundante: mayor temperatura de oriente a poniente, debido a la Sierra de Las Cruces. Para la Alcaldía Miguel Hidalgo, para un periodo de retorno de 5 años, se espera una temperatura máxima de hasta 34 grados; para 10 años, 35°C; y para 50 años 37°C.

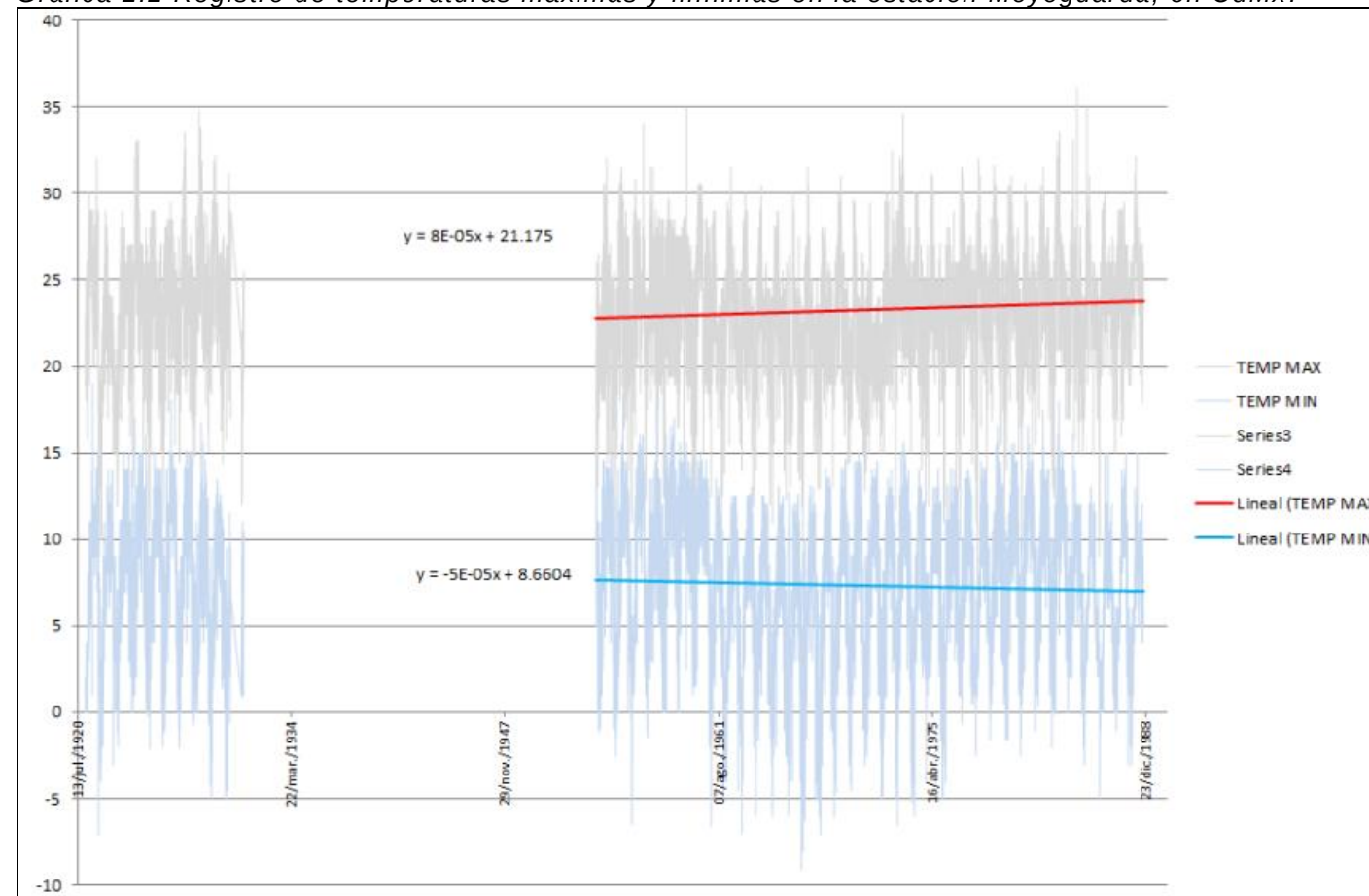
Por otro lado, con base a la Metodología para elaborar mapas de riesgo por temperaturas máximas (1ª y 2ª etapa ondas de calor), generada por el CENAPRED, en la Alcaldía Miguel Hidalgo el peligro por ondas de calor es Medio, al igual que el grado de vulnerabilidad: como resultado, el riesgo es igualmente medio. A continuación, se describe la metodología utilizada:

1. Se busca una estación climatológica en o cerca de la zona de estudio, que permita la obtención de temperaturas máximas y mínimas diarias, con un número conveniente de años, más de 30, y que no tenga

periodos sin información (o huecos), evitando los casos en que los datos sean dudosos. En este caso la fuente de información es la base de datos ERIC III (IMTA, 2013), el cual contiene datos hasta 2009 de estaciones del país.

2. Se depura la información extraída. Las series de tiempo se grafican de manera que se pueda hacer una revisión visual para observar el comportamiento de los datos a través de sus líneas de tendencia lineal; de notarse extraña la gráfica, se decide si se analiza sólo un periodo de datos o excluir a la estación. Como ejemplo, en la siguiente gráfica se muestran las temperaturas máximas y mínimas de la estación Moyoguarda, en la Ciudad de México; se observa que se usaron datos a partir de 1955.

Gráfica 2.2 Registro de temperaturas máximas y mínimas en la estación Moyoguarda, en CdMx.



Fuente: Metodología para elaborar mapas de riesgo por temperaturas máximas (2ª etapa ondas de calor), CENAPRED.

3. De las series de tiempo de la temperatura máxima y mínima se estima, para ambas temperaturas, el promedio, la desviación estándar, el coeficiente de variación, la asimetría, la curtosis y los percentiles 95 y 99.

4. Para identificar a las Ondas de Calor (OC) se usa el percentil 95, por lo que se marcan los días con temperaturas son iguales o superiores a este valor; si la temperatura máxima y la mínima superan o igualan a sus percentiles 95 por dos o más días seguidos, entonces se contabiliza una onda de calor. Se incluye en el análisis la posibilidad de que se contabilice una OC, utilizando el percentil 95 y valores ligeramente debajo de este, para identificar eventos relativamente largos.

5. Una vez identificada una OC, se calculan sus parámetros, los cuales se enlistan a continuación:

a) Fecha de inicio (FI). La fecha en que inicia la OC y que se da en forma continua, empezando la numeración el 1 de enero hasta el 31 de diciembre del mismo año.

b) Fecha de término (FT). La fecha en que termina la OC, esta se da en forma continua empezando el 1 de enero y terminando el 31 de diciembre del mismo año.

c) Duración (D). El tiempo que dura la OC.

d) Intensidad (I). Se define como la suma de las temperaturas divididas entre la duración de la OC. Con esta definición se tienen dos intensidades, las de la serie de temperatura máxima (Imax) y la serie de la temperatura mínima (Imin).

e) Índice de Intensidad (IEI). Es la suma de la temperatura modulada entre la duración de la OC. Se presentan dos índices, uno en la serie de temperatura máxima y otro para la serie de temperatura mínima.

f) Temperatura de alivio (TA). Se define como la diferencia entre la temperatura máxima y temperatura mínima.

g) Índice de la temperatura de alivio (IETA). Es la obtenida de la serie modulada de la diferencia entre la temperatura máxima y mínima.

h) Temperatura Máxima (TM). Es la temperatura máxima que se registra en la OC. Al igual que la intensidad, se tiene una temperatura máxima maximorum en la serie de temperatura máxima (TMmax) y otra en la serie de temperatura mínima (TMmin).

i) Índice de la temperatura máxima (IETM). Es la temperatura máxima modulada.

j) Severidad de la OC (S). Se determina como el producto del promedio entre la intensidad máxima y mínima y la duración de la OC entre la temperatura de alivio promedio

k) Índice de Severidad de la OC. Se determina como el producto del promedio de la intensidad índice máxima y mínima y la duración de la OC dividida entre el índice de la temperatura de alivio promedio

6. Después de analizarse todo el periodo de la estación, se analizan los parámetros anuales:

a) Número de eventos por año (NEA). El número de veces que aparece una OC en un año.

b) Duración anual (DA). Es la suma total de las duraciones de las OC que aparecen en un año.

c) Duración promedio (DP). Es el cociente entre la duración total anual y el número de eventos por año.

d) Duración máxima anual (DMA). Es la máxima duración de la OC registrada en un año.



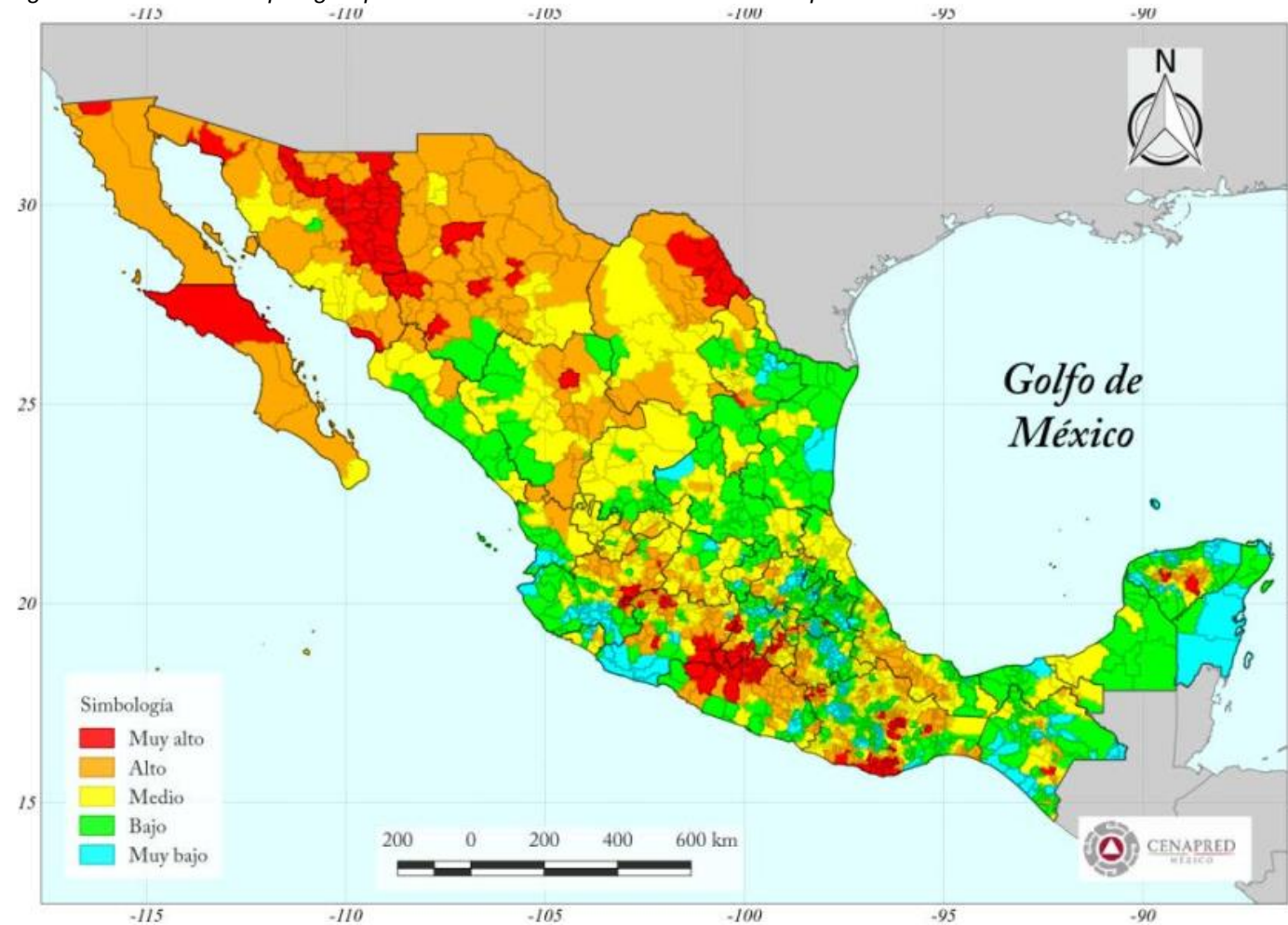
Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

- e) Intensidad promedio (IP). Es el promedio de las intensidades de las OC que aparecen en un año. Se presentan dos, una en la serie de temperaturas máximas y la otra en la serie de temperaturas mínimas.
- f) Índice de la Intensidad promedio (IEIP). Es el promedio de los índices de las intensidades de las OC que aparecen en un año.
- g) Intensidad máxima (IM). Es la intensidad máxima registrada en un año. Se presentan dos, una en la serie de temperaturas máximas y la otra en la serie de temperaturas mínimas.
- h) Índice de la intensidad máxima ((IEIM). Es el índice máximo de las intensidades máximas registradas en un año.
- i) Temperatura de alivio promedio (TAP). Es el promedio de las temperaturas de alivio promedio.
- j) Índice de temperatura de alivio promedio (IETAP). Es el promedio de los índices de las temperaturas de alivio registradas en un año.
- k) Temperatura de alivio mínima (TAM). Es la temperatura de alivio mínima registrada en un año.
- l) Índice de la temperatura de alivio mínima (IETAM). Es el índice mínimo de temperatura mínima de alivio que se registró en un año.
- m) Severidad total (ST). Es la suma de las severidades que se presentan en un año.
- n) Índice severidad total (IST). Es la suma de los índices de severidad que se presentan en un año.
- o) Severidad promedio (SP). Es la severidad total anual entre el número de eventos al año.
- p) Índice de severidad promedio (ISP). Es el índice de severidad total anual entre el número de eventos al año.
- q) Severidad máxima (SM). Es la severidad máxima registrada en un año.
- r) Índice de severidad máxima (ISM). Es el índice de severidad máxima registrada en un año.
- s) Temperatura máxima promedio (TMP). Es el promedio de las temperaturas máximas, se obtienen dos, una en la serie de temperaturas máximas y otra en la serie de temperaturas mínimas.
- t) Índice de temperatura máxima promedio (IETMP). Es el promedio del índice modulado de temperatura máxima que se presenta en el año.
- u) Temperatura máxima registrada (TMR). Es la temperatura máxima registrada en un año. Se obtienen dos, una en la serie de temperaturas máximas y otra en la serie de temperaturas mínimas.
- v) Índice de temperatura máxima registrada (IETMR). Es el índice estándar de la temperatura máxima registrada en el año.
- w) Día de inicio de la temporada de la OC. Es el día en que aparece la primera OC en un año.
- x) Día de término de la temporada de la OC. Es el último día de la última OC que aparece en un año. Se grafica la serie de tiempo de las severidades totales.

7. También se pueden determinar los siguientes parámetros para un cierto periodo de estudio:

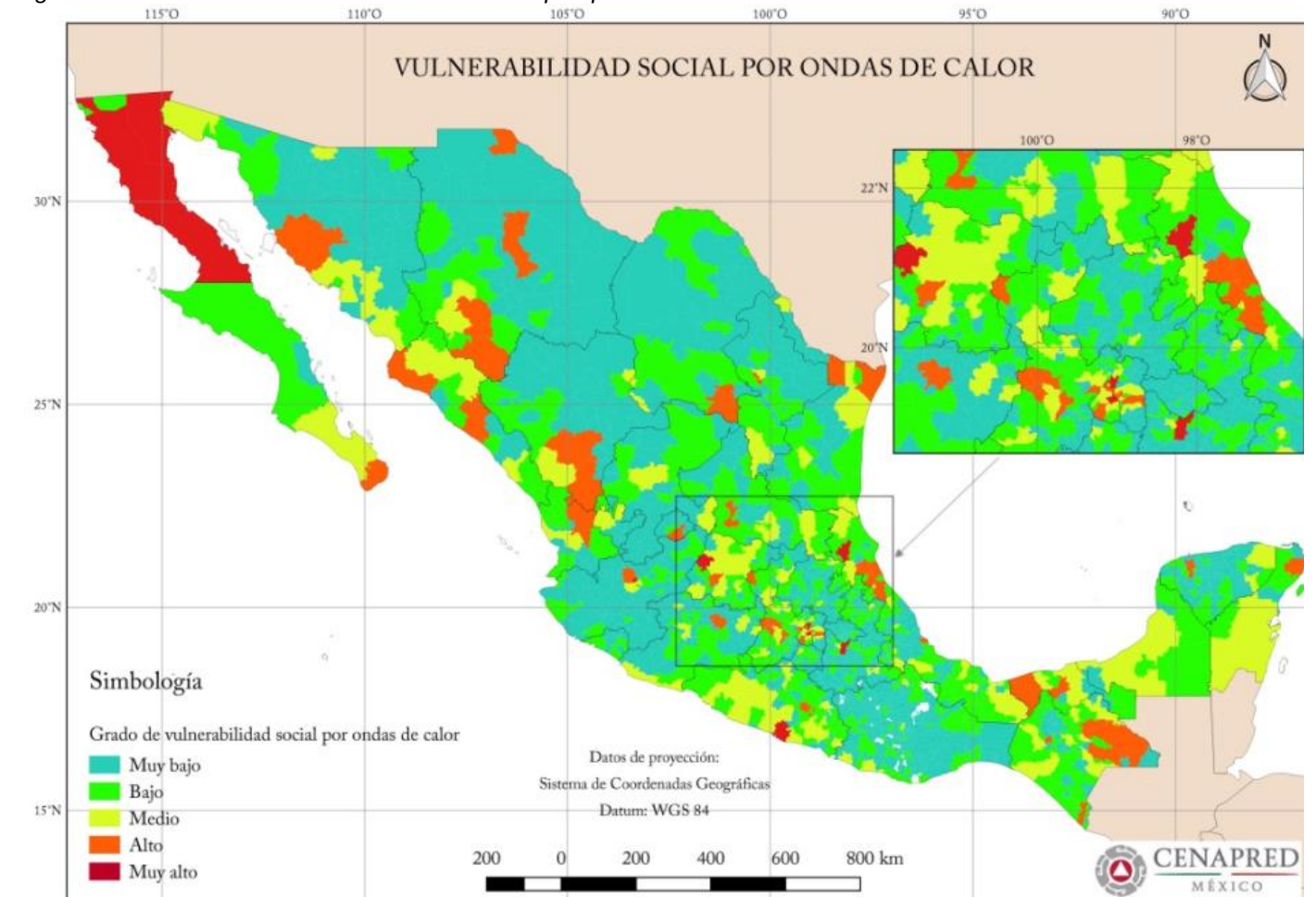
- a) Mes más probable (MMP). Es el mes que más veces presenta el evento de la OC en un periodo determinado.
 - b) Promedio total de los eventos de la ola de calor (PT). Es la suma de OC que se presentan en un periodo entre el número de años en los que se presenta la OC.
 - c) Duración de la OC más probable (DMP). Es la duración de la OC que más veces se presenta en un periodo determinado.
 - d) Probabilidad anual de ocurrencia (P). Es la suma de años en los que se presenta la OC entre el total de años del periodo considerado.
 - e) Fecha de inicio de la OC con una probabilidad $G(x)=0.95$ (FI95). Es la fecha que tiene una probabilidad del 95% de presentarse en ese día o después. Esta fecha se determina a través de una Función de Distribución de Probabilidad Mixta.
 - f) Fecha de término de la OC con una probabilidad $G(x)=0.95$ (FT95). Es la fecha que tiene una probabilidad del 95% de terminarse en ese día o antes. Esta fecha se determina a través de una Función de Distribución de Probabilidad Mixta.
 - g) Duración de la temporada de la OC con una $G(x)=0.95$ (NIT95). Es la diferencia entre la fecha de inicio con una probabilidad del 95% menos la fecha de término con una probabilidad del 95%.
 - h) Total de Eventos (TE). Es el número total de eventos presentados en un determinado periodo.
8. Los resultados del análisis de más de una estación pueden visualizarse en un sistema de información geográfica (SIG), para encontrar ciertos patrones de comportamiento de las OC.
- Con base en la serie de OC, específicamente de su duración, que elaboró (Herrera Alanís, 2012) se ha propuesto un mapa de índice de peligro para todo el país, que se muestra en la siguiente figura.

Figura 2.1 Índice de peligro por ondas de calor a escala municipal.



Fuente: Metodología para elaborar mapas de riesgo por temperaturas máximas (1ª etapa ondas de calor), CENAPRED.

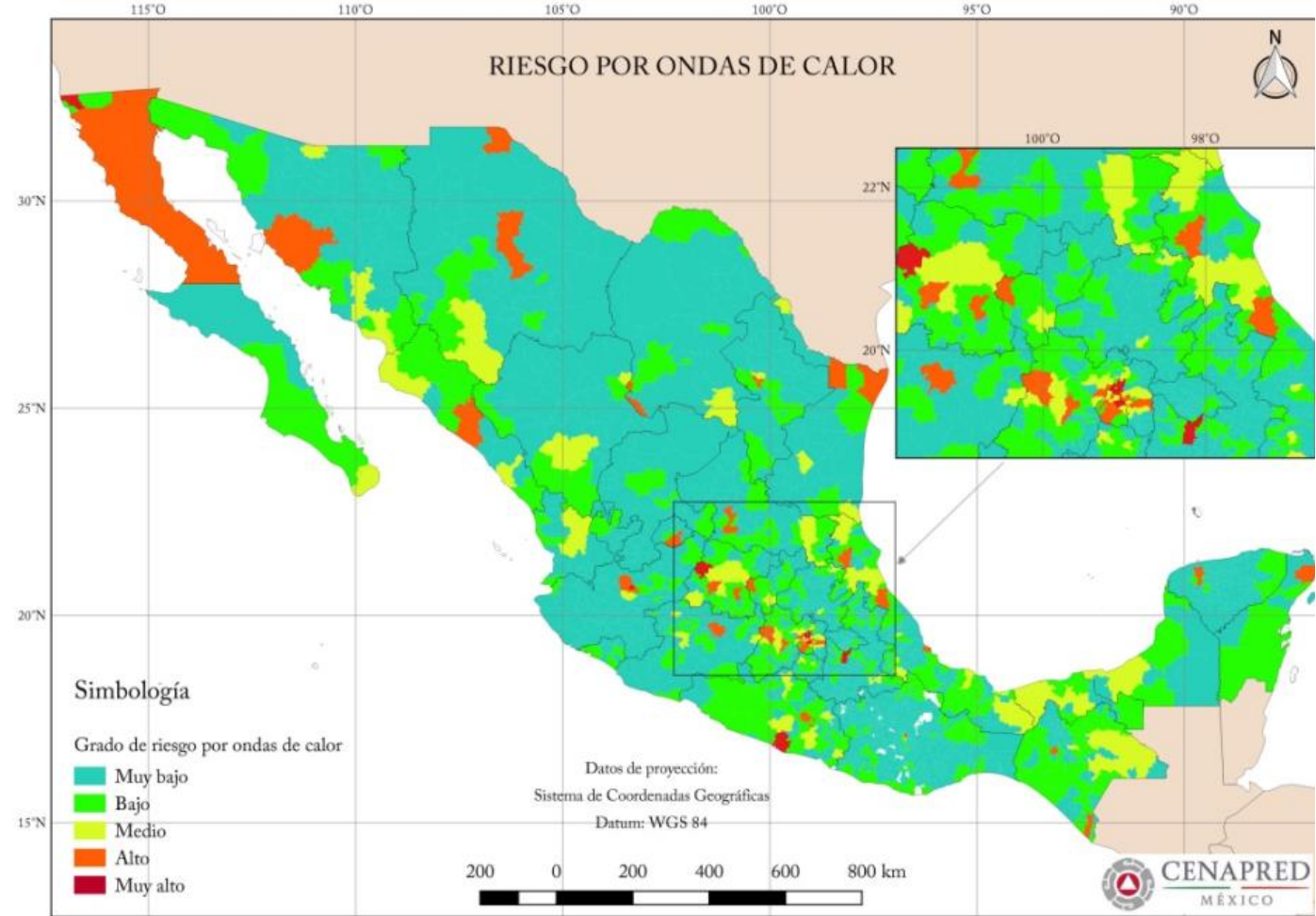
Figura 2.2 Grado de vulnerabilidad municipal por ondas de calor.



Fuente: Metodología para elaborar mapas de riesgo por temperaturas máximas (2ª etapa ondas de calor), CENAPRED.

Así mismo, y utilizando la metodología descrita en el documento del CENAPRED “Mapas de riesgo a escala municipal por inundaciones y bajas temperaturas” (2009) se ha elaborado el correspondiente de riesgo a escala municipal, a través del índice de vulnerabilidad social por ondas de calor.

Figura 2.3 Índice de riesgo por ondas de calor a escala municipal.



Fuente: Metodología para elaborar mapas de riesgo por temperaturas máximas (2ª etapa ondas de calor), CENAPRED.

2.2.1.2 Ondas gélidas

Las Ondas Gélidas son la presencia de bajas temperaturas por mas de tres días, y que pueden estar acompañadas de aguanieve y nevadas. Las ondas gélidas se caracterizan por un gran descenso de la temperatura en un lapso de 24 horas. Se producen cuando grandes masas de aires provenientes del norte ingresan al territorio generando un descenso significativo de la temperatura

Para determinar el peligro por este fenómeno en la Alcaldía Miguel Hidalgo, se utilizó el gradiente térmico altitudinal. Para ello se recabó información de estaciones meteorológicas y climatológicas dentro y en zonas colindantes a la Alcaldía, obteniendo la temperatura mínima mensual, y mínima extrema. En la Alcaldía las temperaturas mínimas promedio de son de 0°C a 4.2°C. Los meses que registran las temperaturas más bajas son enero y febrero.

Los datos de estas estaciones se interpolaron geográficamente mediante el sistema geoestadístico de Natural Neighbor, a fin de modelar el comportamiento de las temperaturas máximas promedio y absolutas a través del territorio municipal. De acuerdo con el análisis realizado con datos de las 8 estaciones meteorológicas, las temperaturas mínimas promedio registradas durante el periodo de 1951 a 2010, son de 8.9°C en toda la extensión de la alcaldía. Por otro lado, las temperaturas máximas extremas, es decir, aquellas ondas gélidas más intensas registradas en el periodo de 1951-2010, han sido de -1.5°C para la zona oriental del municipio, llegando hasta los -8.5°C en el extremo occidental del mismo. De este modo, las zonas de mayor peligro por la presencia de ondas gélidas corresponden a aquellas que están cercanas a la Sierra de las Cruces. Así mismo, se observa que los meses en los que se presentan los mayores registros de temperatura son diciembre, enero y febrero.

Las temperaturas obtenidas para determinar el gradiente térmico se clasificaron de acuerdo con la tabla modificada por efectos ambientales por heladas elaborada por SEDATU. Los rangos considerados para el cálculo de las temperaturas mínimas extremas son los siguientes: Muy bajo= >12°, Bajo= 0° a 12°, Medio= 0° a -12°, Alto= -12°a -24°, Muy Alto= <-24.

Tabla 2.41 Umbrales de temperatura para determinación del peligro por Ondas gélidas

Intervalos de temperatura (°C)	Grado de peligro
>12°	Muy bajo
0° a 12°	Bajo
0° a -12°	Medio
-12°a -24°	Alto
<-24	Muy Alto

Fuente: SEDATU

Para el caso de bajas temperaturas se obtuvo información de la temperatura de estaciones meteorológicas cercanas a la zona de interés para calcular funciones de peligro. Se analizaron registros de temperaturas de estaciones meteorológicas y se estimaron probabilidades de que ocurran eventos que rebasen los umbrales de temperatura previamente expuestos. La base de datos utilizada fue la siguiente:

Tabla 2.42 Temperaturas mínimas por estación meteorológica.

Estadística	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Anual
15059 MOLINO BLANCO													
Normal	5.2	6.3	8.6	10.5	11.8	12.7	12.0	11.9	12.0	9.9	7.3	5.7	9.5
Mínima mensual	1.8	1.8	5.9	7.6	9.6	10.8	10.2	7.4	10.0	6.5	3.9	3.0	
Año de Mínima	1962	1963	1968	1962	1961	1962	1974	2007	1975	1964	1966	1966	
Mínima diaria	-3.0	-3.0	1.0	2.5	5.0	6.5	7.0	3.5	4.0	1.5	-3.0	-3.0	
Fecha Mínima diaria	30/1966	abr-63	22/1986	dic-71	oct-61	14/1979	27/1962	oct-07	26/1979	16/1961	26/1961	25/1963	



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Estadística	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Anual
Años con datos	48	49	49	49	49	50	50	50	49	49	49	47	
15077 PRESA TOTOLICA													
Normal	3.3	4.3	6.3	8.4	9.6	11.0	10.6	10.7	10.8	8.3	5.4	3.9	7.7
Mínima mensual	0.4	1.9	2.5	5.6	8.1	9.6	9.0	9.2	8.9	1.6	0.8	-1.2	
Año de Mínima	1986	1976	1989	1989	1987	1982	1994	1982	1975	2010	2010	2010	
Mínima diaria	-6.0	-4.5	-6.0	-0.5	4.0	3.5	4.0	5.5	-1.5	-2.5	-6.5	-6.5	
Fecha Mínima diaria	14/1986	24/1976	oct-89	dic-71	15/1964	14/1979	31/1982	21/1986	30/2010	ene-10	jun-10	27/1972	
Años con datos	38	38	40	40	41	41	41	41	41	40	41	40	
09010 COLONIA AMÉRICA													
Normal	6.3	7.6	9.3	10.4	11.1	10.8	10.0	10.3	10.1	9.2	7.9	6.9	9.2
Mínima mensual	1.3	1.8	3.8	4.4	4.4	4.3	4.0	4.0	4.0	3.5	3.1	2.6	
Año de Mínima	1988	1988	2008	2007	2006	2008	2008	2008	2007	2008	2007	1988	
Mínima diaria	0.0	0.0	0.5	4.0	4.0	2.0	4.0	1.7	2.0	0.5	0.0	-1.0	
Fecha Mínima diaria	21/1988	jul-88	20/1988	abr-88	14/1987	22/1987	nov-04	18/1998	oct-88	23/1999	feb-88	13/1997	
Años con datos	23	23	22	22	23	24	23	24	24	23	21	22	
09029 GRAN CANAL KM. 06+250													
Normal	4.0	5.3	7.5	9.6	11.1	12.2	11.7	11.7	11.6	9.5	6.8	4.9	8.8
Mínima mensual	0.1	1.1	4.0	6.4	9.0	8.4	10.7	10.2	9.3	3.7	3.8	1.4	
Año de Mínima	1956	1955	1952	1960	1953	1990	1962	1954	1953	1952	1966	1954	
Mínima diaria	-7.5	-5.0	-1.0	-1.0	0.9	5.5	6.0	7.0	0.0	-5.0	-6.5	-6.0	
Fecha Mínima diaria	dic-56	21/1955	oct-54	may-60	feb-08	may-90	ene-62	24/1961	13/2007	26/1952	28/2002	14/1953	

Estadística	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Anual
Años con datos	54	55	57	57	57	58	58	57	58	57	55	54	
09036 PLAYA CALETA													
Normal	6.0	7.6	9.5	11.6	12.5	12.3	12.3	12.3	12.3	10.6	8.0	6.2	10.1
Mínima mensual	2.3	5.6	7.0	8.4	9.4	9.6	9.9	10.7	10.8	8.6	6.2	4.4	
Año de Mínima	2002	2002	2002	2002	2002	2002	2002	2005	2002	2010	2008	2010	
Mínima diaria	-3.0	-3.0	4.5	6.0	7.5	6.5	1.0	9.0	6.5	3.0	1.0	-3.0	
Fecha Mínima diaria	sep-02	23/2002	may-07	ene-03	17/2002	19/2002	26/2005	jun-02	28/2008	27/2007	23/2002	20/2002	
Años con datos	13	13	13	13	12	12	13	12	13	13	12	12	
09043 SAN JUAN DE ARAGÓN													
Normal	3.0	4.3	6.4	8.7	10.5	12.0	11.5	11.6	11.5	9.2	5.8	4.0	8.2
Mínima mensual	-2.0	-1.4	2.3	4.9	7.6	9.5	9.7	9.9	9.4	6.0	2.0	0.0	
Año de Mínima	1956	1960	1957	1960	1961	1960	1962	1958	1961	1956	1970	1954	
Mínima diaria	-8.5	-6.5	-2.5	-2.0	2.5	5.0	5.0	4.0	2.5	-0.5	-5.5	-5.5	
Fecha Mínima diaria	dic-56	14/1960	ene-60	may-60	oct-61	nov-71	27/1962	25/1961	30/1979	20/1955	27/1961	21/1954	
Años con datos	51	52	52	51	52	53	54	54	54	53	54	52	
09068 PUENTE LA LLAVE													
Normal	3.1	4.7	5.9	7.2	7.7	7.7	7.4	7.3	7.2	6.3	4.5	3.4	6.0
Mínima mensual	1.1	2.1	3.6	3.6	3.7	3.5	3.5	3.6	3.0	2.5	1.0	0.6	
Año de Mínima	2003	2007	2007	2004	2007	2006	2006	2004	1998	2008	2008	2002	
Mínima diaria	-8.0	-1.0	-1.0	2.0	3.0	3.0	2.0	3.0	1.0	0.1	0.0	-0.8	
Fecha Mínima diaria	jun-94	ene-86	21/1986	14/2008	abr-95	21/1988	29/1997	ago-94	sep-98	31/2008	30/1989	may-93	



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Estadística	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Anual
Años con datos	25	25	24	26	26	25	25	25	26	25	24	24	
09070 CAMPO EXP. COYOACÁN													
Normal	5.0	6.3	7.9	10.2	11.5	12.5	11.9	12.2	12.1	10.4	7.6	5.8	9.5
Mínima mensual	2.3	3.1	5.1	8.7	10.2	11.4	10.4	10.9	10.2	7.5	5.4	4.7	
Año de Mínima	1986	1983	1986	1983	1979	1979	1985	1984	1985	1979	1984	2006	
Mínima diaria	-2.5	0.5	0.5	5.0	7.0	5.0	5.0	8.0	3.5	2.0	-1.0	-2.0	
Fecha Mínima diaria	14/1986	jun-78	24/1986	mar-85	jun-85	feb-85	28/1985	20/1991	30/1979	25/1999	22/2002	26/1989	
Años con datos	18	20	18	18	22	20	20	23	21	21	19	10	

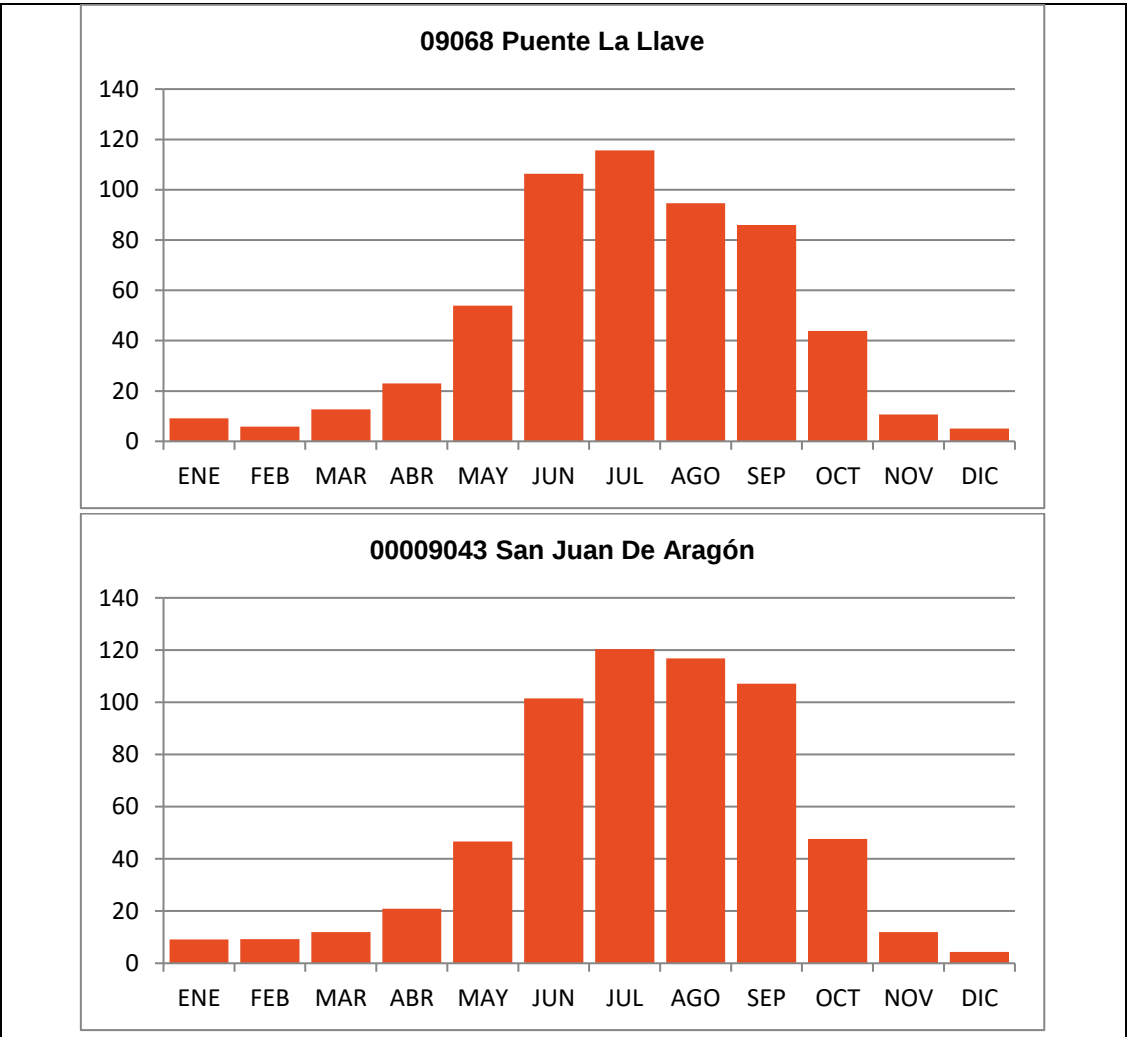
Fuente: SMN.

Conforme al análisis de los datos climatológicos, el grado de peligro en la Alcaldía Miguel Hidalgo por ondas gélidas es de muy bajo a bajo en casi todo el territorio delegacional, salvo en el extremo sureste, en el que el peligro es medio.

2.2.2. Sequías

La sequía meteorológica es una anomalía atmosférica transitoria en la que la disponibilidad de agua se sitúa por debajo de las necesidades de las plantas, los animales y la sociedad. La causa principal es una disminución significativa en la precipitación pluvial promedio de una zona dada. Si este fenómeno perdura por varias temporadas, deriva en una sequía hidrológica caracterizada por la desigualdad entre la disponibilidad natural de agua y las demandas naturales de agua. En casos extremos se puede llegar a la aridez. Las consecuencias inmediatas de la sequía meteorológica son pérdida de cosechas, perdida de cabezas de ganado vacuno, ovino y caprino y en casos agudos, insuficiencia de agua para uso doméstico e industrial.

Para determinar el peligro por este fenómeno, se realizó el estudio de la sequía intraestival en la Alcaldía Miguel Hidalgo. La literatura especializada reporta que dicho fenómeno no se presenta en la zona de estudio, y para constatar dicha información, se graficaron los promedios históricos de 1951-2010 de las dos estaciones meteorológicas ubicadas dentro de los límites municipales. Ninguna presentó evidencias de sequía intraestival, como se muestra a continuación:



Grafica 2.3 Promedio mensual histórico de precipitación (mm) en dos estaciones meteorológicas de interés. Fuente: SMN, Proyecto de Base de Datos Climatológicos.

Por otro lado, se realizó un análisis de los datos del promedio de la precipitación mensual por año, con los que se calculó el Índice de Severidad de la Sequía Meteorológica. Los resultados del procesamiento de los datos indican que en la zona se presenta un grado de sequía meteorológica leve, es decir, existe una disminución mínima de la precipitación mensual de cada año con respecto al promedio mensual del periodo completo.

Para el caso de la Alcaldía Miguel Hidalgo, se determinó la peligrosidad de la sequía meteorológica mediante el método de M. E. Hernández, el cual se diseñó para un escenario a futuro, utilizando el modelo climático de circulación general GFDL-R30 (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory). Este método proporciona un índice que determina el nivel de severidad de sequía meteorológica. En su aplicación para la Alcaldía Miguel Hidalgo, se encontró que la probabilidad de sequía es ‘fuerte’ para todo el municipio, lo que implica una potencial insuficiencia de agua para los usos a urbanos en el mediano plazo.

Para obtener los resultados anteriormente expuestos, se utilizaron datos de precipitación media mensual de las estaciones meteorológicas cercanas; sin embargo el periodo de años de observación de las estaciones es variable, por lo que sólo se consideró el lapso 1950-1980. El cálculo del índice de severidad para cada año en el periodo estudiado, se realizó con los datos de precipitación, comparados con sus respectivas medias, como se muestra a continuación:

Índice de Severidad (IS):

$$IS = (\sum Y - \sum X) / \sum X \quad \sum Y < \sum X$$

Dónde:

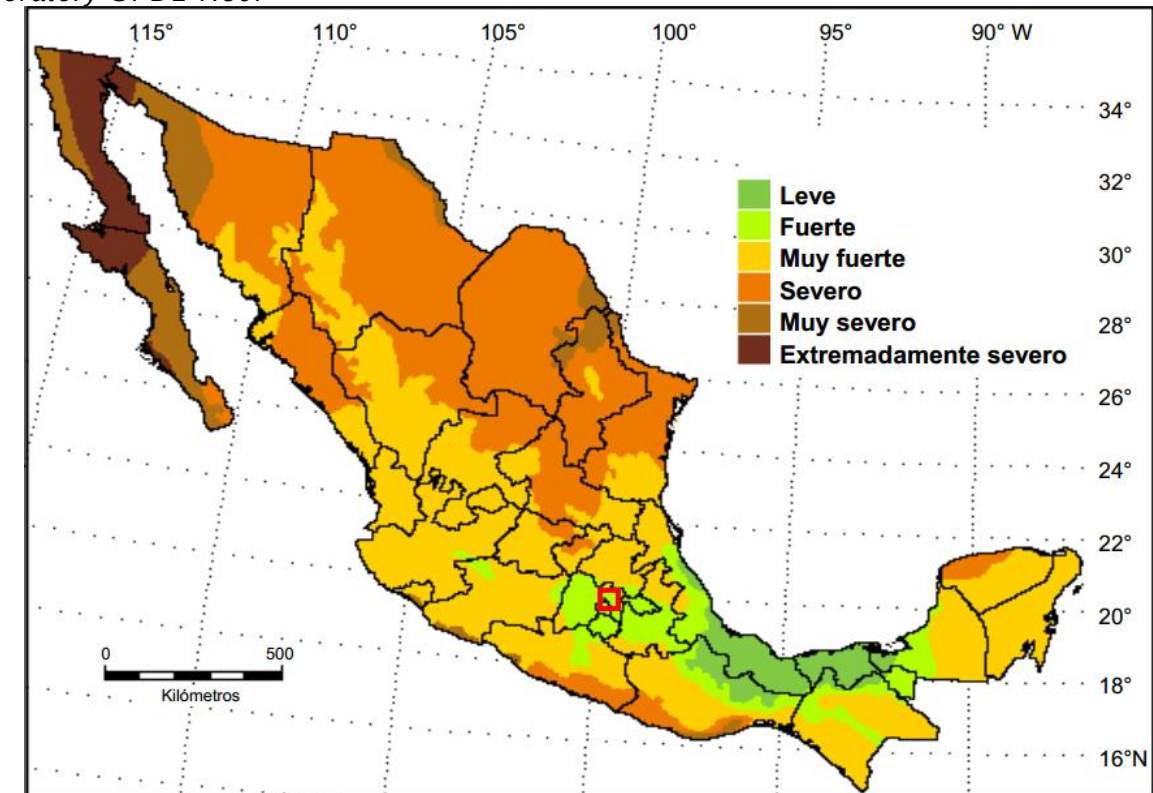
$\sum Y$ = sumatoria de la Precipitación mensual registrada (2011)

$\sum X$ = sumatoria de la Precipitación mensual normal (histórico)

Si $\sum Y - \sum X$ es menor de 0.0, hay sequía meteorológica.

Se calculó el índice con la fórmula. El índice de severidad de la sequía meteorológica se clasifica en siete grados: extremadamente severo (mayor de 0.8), muy severo (0.6 a 0.8), severo (0.5 a 0.6), muy fuerte (0.4 a 0.5), fuerte (0.35 a 0.4), leve (0.2 a 0.35) y ausente (<0.2). Para determinar un escenario a futuro, se utilizó el modelo climático de Circulación General GFDL-R30 (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory), para simular los cambios en el equilibrio climático resultante del incremento de dos veces las concentraciones del CO₂. Los datos de precipitación media mensual se ajustaron a los cambios planteados por los modelos GFDL-R30 para simular los efectos de un posible incremento de dos veces la concentración de CO₂. Esto se hizo al multiplicar los registros de precipitación media mensual de enero a diciembre de los treinta años estudiados por los cambios en porcentaje propuestos en condiciones de 2XCO₂. De esta forma se obtuvo un archivo con datos de precipitación simulados, que se importaron a la base de datos para calcular el índice de severidad de la sequía meteorológica con un programa estadístico, que calcula el I.S. considerando la media mensual normal del periodo 1950-1980. Con los I.S. obtenidos para todas las estaciones modificadas, se generó el mapa de los escenarios futuros, mediante el trazo de isóneas.

Figura 2.4 Índice de severidad de la sequía meteorológica, modelo Geophysical Fluid Dynamics Laboratory GFDL-R30.



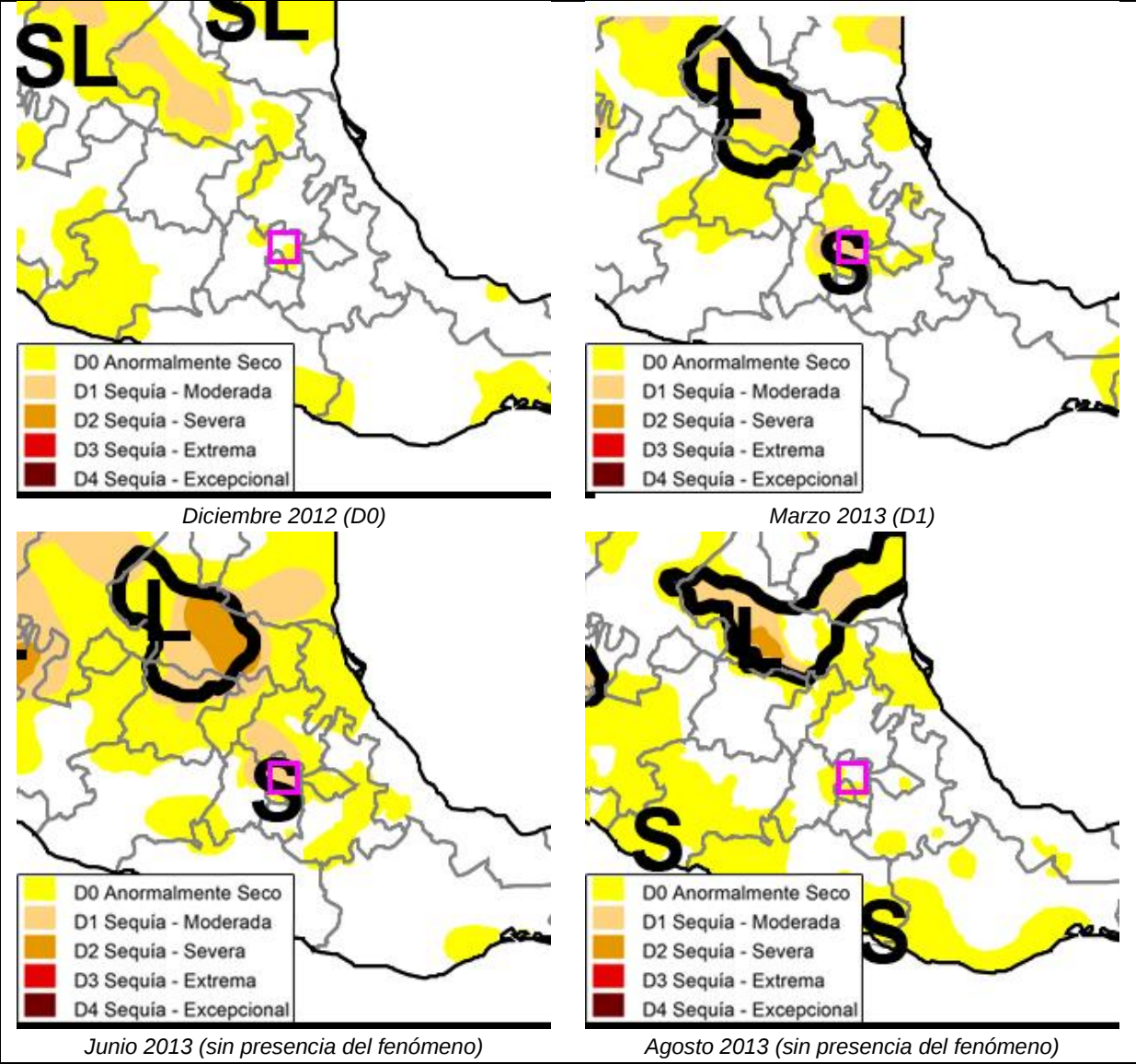
Fuente: M. E. Hernández Cerda et al, Sequía Meteorológica, IGG UNAM.

Sin embargo, la metodología empleada anteriormente es para escenarios a futuro, y no contempla los escenarios actuales, por lo que para este trabajo se han usado los datos del Monitor de Sequía de América del Norte (NADM), el cual realiza una Clasificación de la Intensidad de la Sequía de acuerdo con los datos de anomalías de lluvia registradas por las estaciones meteorológicas locales de todo el país. La clasificación de la sequía se aplica principalmente para riesgos alimentarios y se divide en los siguientes rangos:

- **D0 Anormalmente Seco:** Se trata de una condición de sequedad, no es una categoría de sequía. Se presenta al inicio o al final de un periodo de sequía. Al inicio de un período de sequía: debido a la sequedad de corto plazo puede ocasionar el retraso de la siembra de los cultivos anuales, un limitado crecimiento de los cultivos o pastos y existe el riesgo de incendios. Al final del período de sequía: puede persistir déficit de agua, los pastos o cultivos pueden no recuperarse completamente.
- **D1 Sequía Moderada:** Se presentan algunos daños en los cultivos y pastos; existe un alto riesgo de incendios, bajos niveles en ríos, arroyos, embalses, abrevaderos y pozos, se sugiere restricción voluntaria en el uso del agua.
- **D2 Sequía Severa:** Probables pérdidas en cultivos o pastos, alto riesgo de incendios, es común la escasez de agua, se deben imponer restricciones en el uso del agua.

- **D3 Sequía Extrema:** Pérdidas mayores en cultivos y pastos, el riesgo de incendios forestales es extremo, se generalizan las restricciones en el uso del agua debido a su escasez.
- **D4 Sequía Excepcional:** Pérdidas excepcionales y generalizadas de cultivos o pastos, riesgo excepcional de incendios, escasez total de agua en embalses, arroyos y pozos, es probable una situación de emergencia debido a la ausencia de agua.

Figura 2.5 Clasificación de la Intensidad de la Sequía.



Fuente: Monitor de Sequía de América del Norte (NADM)

A partir de los datos observados en el Monitor de la Sequía, se observa que este fenómeno hidrometeorológico comenzó a afectar a la Alcaldía Miguel Hidalgo en el mes de diciembre del año 2012,

bajo la modalidad de tiempo “anormalmente seco”, alcanzando un pico en mayo 2013, al mostrarse una sequía moderada.

Por otro lado, el Índice de Aridez de M. E. Hernández es una valoración del grado de humedad que existe en el ambiente mediante una sencilla ecuación que divide la precipitación promedio de un periodo de tiempo determinado, sobre la evaporación en el mismo periodo. La humedad es un elemento central para la clasificación de la sequía agrícola e hidrológica, por lo que su cálculo es necesario para este estudio.

De acuerdo con dicho Índice de Aridez, a nivel histórico (periodo de datos: 1961-1980) la Alcaldía Miguel Hidalgo se encuentra en una zona subhúmeda. Sin embargo, los datos anteriores no necesariamente indican la probabilidad de sequía en escenarios futuros, por lo que se realizó el cálculo de periodos de retorno a 5, 10, 25 y 50 años. El cálculo se realizó mediante la aplicación de la ecuación:

$IA = P / E$

Dónde:

IA: índice de aridez; P: precipitación anual (mm); E: evaporación anual (mm)

Se tomaron los valores de la precipitación total anual desde 1951 hasta el año 2010 de las estaciones cercanas a la zona de estudio. En el siguiente ejemplo se muestran los datos de la estación meteorológica 09068 Puente La Llave.

Tabla 2.43 Precipitación total anual y evaporación total anual en la estación meteorológica 09068 Puente La Llave.

Año	Precipitación (mm)	Evaporación (mm)	Índice de Aridez
1962	482.6	967.1	0.499
1963	799.2	1802.3	0.443
1964	642.4	1783.4	0.360
1965	652.4	1857.8	0.351
1966	596.8	1813.3	0.329
1967	670.0	1847.0	0.363
1968	677.7	1885.9	0.359
1969	440.0	1664.6	0.264
1970	557.6	1784.6	0.312
1971	783.8	1933.5	0.405
1972	558.2	1819.9	0.307
1973	674.6	1825.3	0.370
1974	613.4	1763.3	0.348
1975	701.3	1729.9	0.405



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

1976	710.7	1649.4	0.431
1977	608.0	1727.6	0.352
1978	711.6	1742.1	0.408
1979	615.7	1719.8	0.358
1980	559.9	1743.9	0.321
1981	656.1	1677.9	0.391
1982	444.2	1828.2	0.243
1983	499.2	2050.9	0.243
1984	610.6	1711.2	0.357
1985	545.8	1770.6	0.308
1986	709.5	1872.6	0.379
1987	552.3	1882.4	0.293
1988	551.2	1770.6	0.311
1998	470.5	1659.4	0.284
1999	441.2	1668.3	0.264
2000	462.5	1452.9	0.318
2002	707.9	1208.7	0.586
2003	596.5	1624.6	0.367
2004	723.2	1405.4	0.515
2005	446.0	1317.0	0.339
2006	477.7	919.2	0.520

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Con base en los anteriores datos se realizó el cálculo de los periodos de retorno con un análisis estadístico, cuyos resultados para la estación meteorológica 09068 Puente La Llave fueron los siguientes:

Tabla 2.44 Calculo del Periodo de Retorno (TR) del Índice de Aridez de la estación meteorológica 09068 Puente La Llave.

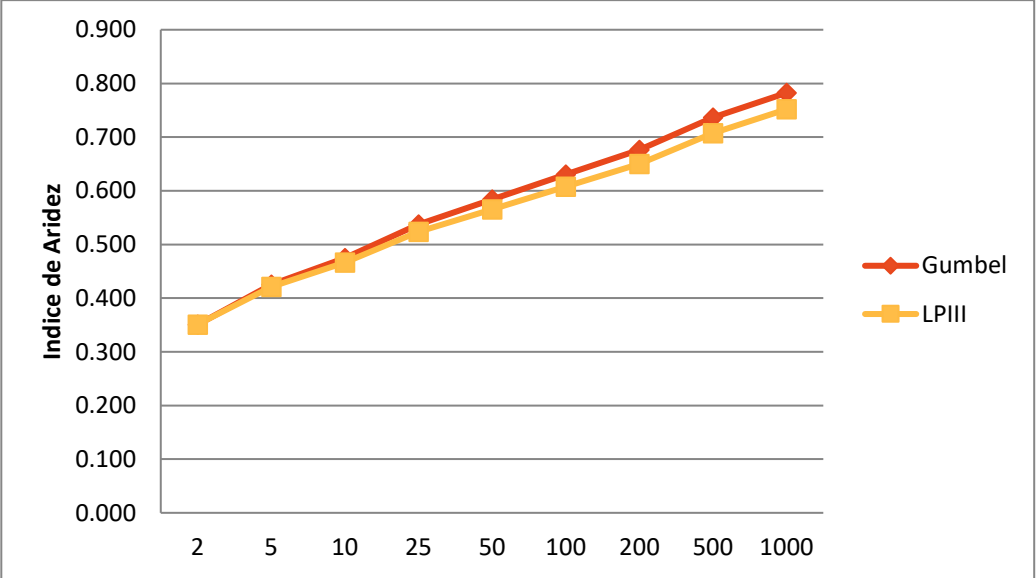
Años	IA (Gumbel)	IA (Log Pearson III)
2	0.351	0.351
5	0.425	0.421
10	0.475	0.467
25	0.538	0.523
50	0.584	0.566
100	0.630	0.608
200	0.676	0.650

Índice de Aridez	Grado de Aridez
<0.25	Árido
0.25-.50	semiárido
0.50-2.0	subhúmedo
>2.0	húmedo

500	0.737	0.707
1000	0.782	0.752

Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional.

Grafica 2.4 Representación de los Periodos de Retorno del Índice de Aridez, para la estación meteorológica 09068 Puente La Llave, con base en las distribuciones de Gumbel y Log-Pearson III (LPIII).



Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio Meteorológico Nacional.

Además de la estación 09068 Puente La Llave, se analizaron los datos otras 7 estaciones meteorológicas para obtener la distribución geográfica de los periodos de retorno del índice de aridez.

Es importante hacer notar que según esta metodología, la sequía en la Alcaldía Miguel Hidalgo es un evento que no se produciría en el futuro próximo. Aunque en principio la ausencia de sequía es un escenario positivo, el índice de aridez indica que posiblemente en un futuro la presencia de los fenómenos opuestos a la sequía, como las lluvias extremas, podrían ser más comunes, lo cual no es tampoco un escenario deseable.

2.2.3. Heladas

La helada es un fenómeno atmosférico que consiste en un descenso de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua (0°C) y hace que el agua o el vapor que está en el aire se congele

depositándose en forma de hielo en las superficies, el cual se presenta en las primeras horas del día (de las 3 a las 6 horas). Es un fenómeno que está estrechamente coligado a las temperaturas bajas, las cuales a diferencia de las heladas, pueden no congelar la humedad del aire, pero son condición necesaria para que ocurran las heladas. Ambos fenómenos son dañinos principalmente para la salud de la población, así como para los cultivos; también, pueden entorpecer el funcionamiento de la infraestructura, como los caminos, que se hacen inseguros por el hielo acumulado en el pavimento y pueden ocasionar accidentes. Son particularmente perjudiciales para las personas en situación de alta marginación, en donde los niños y adultos mayores son los más vulnerables.

Una helada ocurre cuando la temperatura del aire húmedo cercano a la superficie de la tierra desciende a 0° C, en un lapso de 12 horas. Existen dos fenómenos que dan origen a las heladas; el primero consiste en la radiación, durante la noche, desde la Tierra hacia la atmósfera que causa la pérdida de calor del suelo; el otro es la advección, debido al ingreso de una gran masa de aire frío, proveniente del norte.

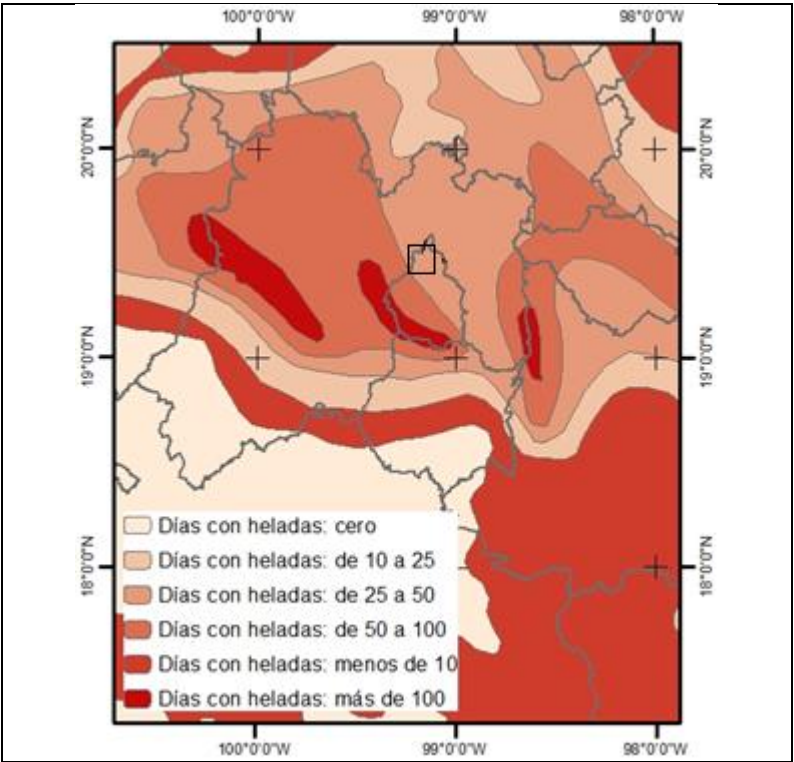
Las heladas por radiación se forman en los valles, cuencas y hondonadas próximas a las montañas, ya que son zonas de acumulación de aire frío. Durante la noche desciende el aire húmedo y se concentra en las partes bajas. Para que esta helada ocurra, se requiere de la ausencia de viento, cielo despejado, baja concentración de vapor de agua, y fuertes inversiones térmicas en la superficie.

La Alcaldía Miguel Hidalgo se caracteriza por una relativa homogeneidad de condiciones de temperatura y humedad, aunque por su ubicación geográfica se encuentra entre dos tipos de climas, el templado subhúmedo al poniente y el semiseco templado al oriente. Según la época del año se producen diversos fenómenos atmosféricos, por ejemplo, en el invierno que es frío y seco, el municipio se encuentra bajo los efectos de los frentes fríos, que ocasionan descensos de temperatura. Estos descensos de temperatura son más evidentes en la Sierra de Las Cruces, sin embargo, también ocurren en la zona urbana.

De acuerdo con registros históricos del Servicio Meteorológico Nacional, las bajas temperaturas en promedio son inocuas, aunque en casos particulares llegan a presentarse como heladas (por debajo de los 0°C).

En la Alcaldía Miguel Hidalgo, el fenómeno de las heladas no presenta variaciones con respecto a su frecuencia en el territorio municipal, se registran en promedio 25 días con heladas al año. Las heladas en la Alcaldía Miguel Hidalgo se presentan durante los meses de noviembre a febrero.

Figura 2.6 Mapa de frecuencia de heladas en la Alcaldía Miguel Hidalgo.



Fuente: UNAM, Atlas Nacional de México

Según los criterios establecidos por el Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED), el peligro por heladas es muy alto si hay más de 100 días al año con presencia de este fenómeno; alto si hay de 50 a 100 días; medio si hay de 25 a 50; bajo si hay de 10 a 25; y muy bajo si hay menos de 10 evento por año.

Además de la frecuencia de heladas, la intensidad de estas puede variar significativamente. La distribución geográfica de la intensidad de las heladas también obedece a los microclimas que produce la presencia de vegetación. En la parte de la Sierra, las heladas pueden alcanzar hasta los -6°C, mientras que en el Valle, se han reportado temperaturas por debajo de los -12°C.

La diferencia entre estos gradientes de temperatura es muy significativa debido a que una helada más intensa, puede ocasionar mayores daños que una helada de menor magnitud. Por ejemplo, una helada de 0°C causa daños principalmente a la agricultura, mientras que una de -11.5°C puede causar muertes en adultos mayores y niños. Los daños que producen las diferentes intensidades de heladas se refieren en la siguiente tabla.

Tabla 2.45 Daños por diferentes intensidades de heladas.

Temperatura	Intensidad	Daños
0 a -3.5°	Ligera	El agua comienza a congelarse. Daños pequeños a las hojas y tallos de la vegetación. Si hay humedad el ambiente se torna blanco por la escarcha.

-3.6 a -6.4	Moderada	Los pastos, las hierbas y hojas de plantas se marchitan y aparece un color café o negruzco en su follaje. Aparecen los problemas de enfermedades en los humanos de sus vías respiratorias. Se comienza a utilizar la calefacción.
-6.5 a -11.5	Severa	Los daños son fuertes en las hojas y frutos de los árboles frutales. Se rompen algunas tuberías de agua por aumento de volumen del hielo. Se incrementan las enfermedades respiratorias. Existen algunos decesos por hipotermia.
< 11.5	Muy severa	Muchas plantas pierden todos sus órganos. Algunos frutos no protegidos se dañan totalmente. Los daños elevados son en las zonas tropicales.

Fuente: SEDATU (2013).

2.2.4. Tormentas de granizo

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbos son arrastrados por corrientes ascendentes de aire.

El granizo se forma durante las tormentas eléctricas, cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbo son arrastrados verticalmente por corrientes de aire turbulento, características de las tormentas. Las piedras de granizo crecen por las colisiones sucesivas de estas partículas de agua muy enfriada, esto es, de agua que está a una temperatura menor que la de su punto de solidificación, pero que permanece en estado líquido. Esta agua queda suspendida en la nube por la que viaja. Cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire, caen hacia el suelo. Las piedras de granizo tienen diámetros que varían entre 2 mm y 13 cm, y las mayores pueden ser muy destructivas. A veces, varias piedras pueden solidificarse juntas formando grandes masas informes y pesadas de hielo y nieve.

La magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño. En las zonas rurales, los granizos destruyen las siembras y plantíos; a veces causan la pérdida de animales de cría. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones y áreas verdes. En ocasiones, el granizo se acumula en cantidad suficiente dentro del drenaje para obstruir el paso del agua y generar inundaciones durante algunas horas.

Este fenómeno se presenta constantemente en la Alcaldía Miguel Hidalgo, principalmente entre los meses de mayo a septiembre, de acuerdo con información hemerográfica el pasado 10 de marzo, el 12, 21 y 26 de julio del 2012, se observaron lluvias intensas acompañadas de granizo y que provocaron inundaciones leves. En el 2011 una de las peores granizadas registradas fue el 16 de abril, la cantidad e intensidad de la lluvia alcanzó un máximo de 62.7 mm.

Para determinar el grado de peligro que existe por el fenómeno de granizadas en la Alcaldía Miguel Hidalgo, se utilizaron los datos de las estaciones meteorológicas del municipio y zonas cercanas, cuyos registros se pueden consultar en el Proyecto Bases de Datos Climatológicos del Servicio Meteorológico Nacional. Con dichos datos se realizó mediante un sistema de información geográfica, una interpolación geoestadística bajo el método de “Natural Neighbor”. Las estaciones utilizadas en dicho método, se presenta a continuación.

Tabla 2.46 Promedio mensual de Tormentas de granizo por estación meteorológica.

Estación Meteorológica/Granizo	en e	fe b	ma r	ab r	ma y	ju n	jul	ag o	se p	oc t	no v	di c	Anua l
00015077 PRESA TOTOLICA	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	1.1
00009010 COLONIA AMÉRICA	0.0	0.0	0.0	0.3	0.6	0.3	0.7	0.5	0.6	0.1	0.0	0.0	3.1
00009070 CAMPO EXP. COYOACÁN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
00009036 PLAYA CALETA 454 COLONIA MARTE	0.0	0.1	0.0	0.1	0.3	0.3	0.5	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	1.8
00015059 MOLINO BLANCO	0.0	0.0	0.1	0.2	0.4	0.5	0.6	0.5	0.4	0.2	0.0	0.0	2.9
00009029 GRAN CANAL KM. 6+250	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.8
00009043 SAN JUAN DE ARAGÓN80	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4
00009068 PUENTE LA LLAVE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4

Fuente: SMN.

Como resultado de la interpolación, y en función de los criterios del Atlas Nacional de Riesgos, se determinó que en la Alcaldía Miguel Hidalgo, la presencia del fenómeno de granizadas es baja en prácticamente todo el territorio, con la salvedad del extremo occidental, en donde la frecuencia de las granizadas aumenta a media. En el extremo poniente, se encuentra la zona con mayor frecuencia de granizadas, la cual presenta 3 eventos al año.

En general, las zonas más afectadas de la alcaldía por tormentas de granizo son las laderas de la Sierra de Las Cruces ubicadas al poniente; el resto del territorio se encuentra con un grado bajo de peligro por dicho fenómeno.

2.2.5. Tormentas de Nieve

Las nevadas, son una forma de precipitación sólida en forma de copos. Un copo de nieve es la aglomeración de cristales transparentes de hielo que se forman cuando el vapor de agua se condensa a temperaturas inferiores a la de solidificación del agua. La condensación de la nieve tiene la forma de ramificaciones de cristales hexagonales planos.

Los fenómenos meteorológicos que provocan las nevadas son las masas de aire polar y los frentes fríos, que en algunas ocasiones llegan a interactuar con corrientes en chorro, líneas de vaguadas, y entrada de humedad de los océanos hacia tierra. Estos fenómenos provocan tormentas invernales que pueden ser en forma de lluvia, aguanieve o nieve.

Debido a la situación geográfica de la Alcaldía Miguel Hidalgo las nevadas son eventos extraordinarios. Este fenómeno ocurre rara vez se presentan en el Valle de México. Sin embargo, eventualmente pueden formarse nevadas en el municipio por influencia de corrientes frías provenientes del norte del país.

El CENAPRED ha identificado que la Alcaldía Miguel Hidalgo tiene, en general, un peligro bajo por nevadas, debido a que el índice de frecuencia es de apenas <0.03 , es decir, que la probabilidad de que se presente el fenómeno es de menos de 3% durante el trimestre más frío del año.

2.2.6. Ciclones tropicales. Depresión Tropical, Tormenta Tropical y Huracanes

Los Ciclones son fenómenos meteorológicos que se originan en los océanos o en las áreas costeras tropicales. Se desarrollan sobre extensas superficies de agua cálida y pierden su fuerza cuando penetran en tierra. Sin embargo, debido a la extraordinaria fuerza de estos fenómenos, así como al tamaño que llegan a tener, pueden afectar zonas continentales, aunque en menor grado que a las zonas costeras. En el caso de la Alcaldía Miguel Hidalgo, debido a los 230 km de distancia a la costa más cercana, a estar a más de 2660 m sobre el nivel del mar, y a la barrera orográfica que representa el Eje Neovolcánico Transversal, estos fenómenos no pueden presentarse y causar afectaciones directas.

2.2.7. Tornados

El aire que circula sobre la Tierra se denomina viento, pero existen vientos de superficie y “vientos planetarios de altura”; estos últimos forman parte de la circulación general del aire en lo alto de la troposfera. La distribución desigual de la presión es lo que causa el movimiento del aire, ya que éste se desplaza desde las áreas de alta presión hacia áreas de baja presión, en un intento por lograr un equilibrio. Este gradiente de presión es la fuerza conductora que está detrás de todos los vientos, incluyendo los de superficie.

Los vientos de mayor intensidad pueden ser peligrosos ya que dañan a la infraestructura, produciendo ello a su vez, daños a las personas y a sus bienes. El fenómeno de los huracanes, se mide, de hecho, en función de los vientos, toda vez que son ellos los que causan los mayores perjuicios a la sociedad.

No se consideró la influencia de los vientos generados por tornados ni por tormentas de polvo de corta duración, debido a que existe escasa información al respecto y por estimarlos como eventos de baja ocurrencia, que de manera perceptible sólo se presentan en algunas regiones de los estados de Sonora, Coahuila, Nuevo León, Chihuahua y Tamaulipas, tal y como lo reporta la National Climatic Data Center de Estados Unidos, en su análisis de zonas con probabilidad de presentar tornados y tormentas de polvo en América del Norte.

De acuerdo con el mapa de zonificación de velocidades máximas del viento, la delegación Miguel Hidalgo, se ubica en el rango de peligro bajo, donde se presentan intervalos de 100 a 130 km/hr. Según los registros históricos de 1940 a 1980 del Instituto de Geografía de la UNAM, los vientos regionales dominantes en la delegación se presentan por el Norte, con frecuencias mayores al 60% en los meses de mayo y junio y septiembre y octubre, con velocidades entre 2m/s y 4m/s.

En Miguel Hidalgo el viento es un fenómeno que no pone en alto peligro a la población, debido a que los vientos de la zona alcanzan velocidades bajas, sin embargo, en ocasiones podrían presentarse daños debido a la caída de espectaculares ubicados en los edificios o pérdidas en viviendas construidas con materiales endebles.

2.2.8. Tormentas eléctricas

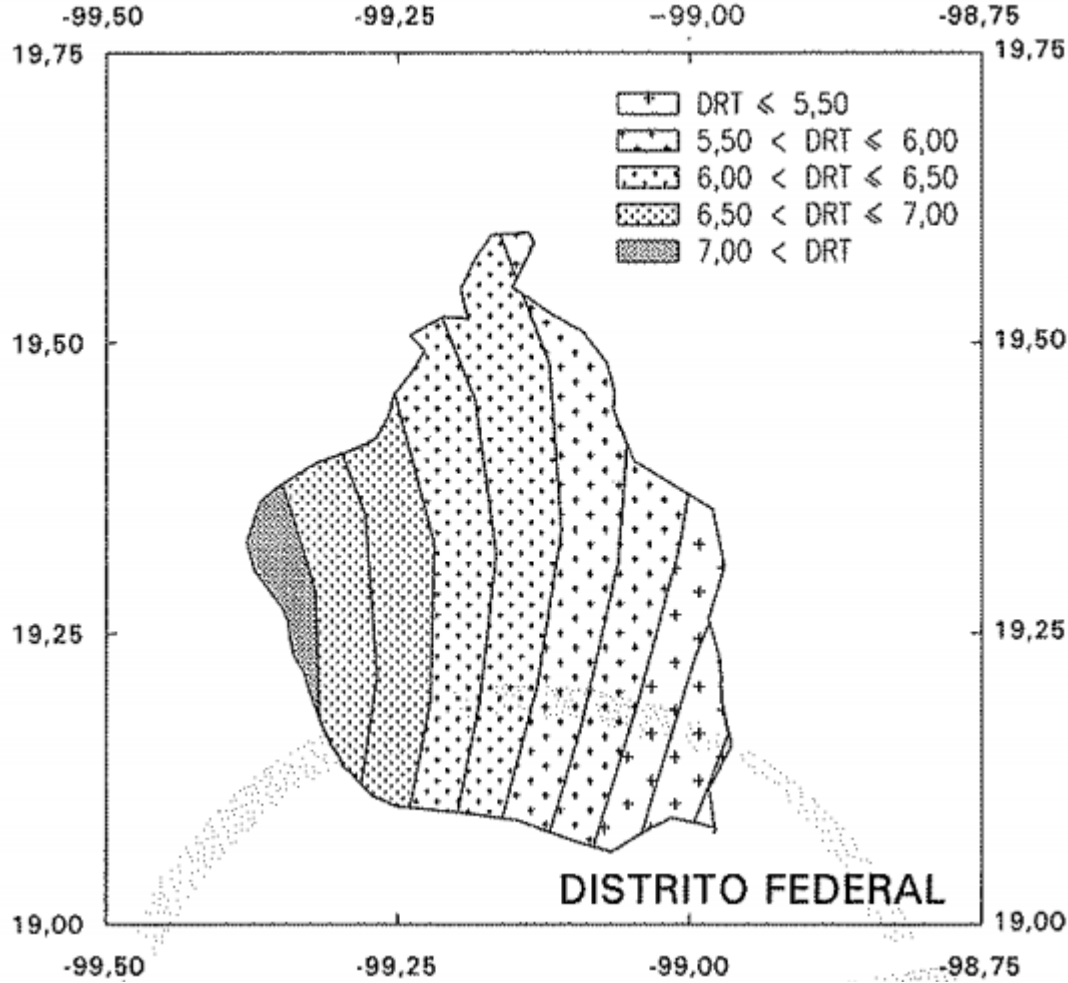
Las tormentas eléctricas son un fenómeno meteorológico caracterizado por la presencia de rayos en la atmósfera terrestre. Las tormentas eléctricas por lo general están acompañadas por vientos fuertes, lluvia copiosa y a veces granizo, por lo que asociado a este fenómeno se presentan inundaciones y deslaves. Ahora bien, los rayos de las tormentas eléctricas son de tres tipos principales: descargas nube-nube, intranube y nube-tierra, siendo estos últimos los que interesan a este documento.

Los riesgos directos de los rayos nube-tierra (o mejor conocidos como rayos a tierra) son los incendios forestales, descargas a edificios o estructuras e incluso choques eléctricos a personas que producen desde heridas leves hasta la muerte. El riesgo a la navegación aérea por tormentas eléctricas queda fuera del alcance de la presente investigación.

Por otro lado, las lluvias extraordinarias implican una o varias precipitaciones que superan en volumen registrado al promedio histórico de las lluvias mensuales. Estas lluvias pueden acelerar y/o detonar procesos de deslizamiento de laderas, erosión, derrumbes, hundimientos e inundaciones. Es importante aclarar que las lluvias normales también pueden causar los mismos efectos, aunque la probabilidad es ligeramente menor.

La Alcaldía Miguel Hidalgo según datos del GHCC Lightning Team de la NASA, obtenidos a través del sensor Lightning Imaging Sensor (LIS), a bordo del satélite meteorológico TRMM, registró durante el periodo de enero 1998 a febrero 2012, hasta 2500 rayos. Sin embargo, es preciso aclarar que el sensor LIS mide los rayos de todo tipo, incluyendo nube-tierra, nube-nube, e intranube. Por ello, para determinar el peligro existente en la alcaldía, se obtuvieron los datos de Comisión Federal de Electricidad y el Instituto de Investigaciones Eléctricas, los cuales reportan que el promedio anual de densidad de rayos a tierra en la Alcaldía Miguel Hidalgo oscila entre 6 a 6.5 rayos por km² por año.

Figura 2.7 Mapa promedio anual de densidad de rayos a tierra en la Ciudad de México



Fuente: NMX-J-549-ANCE-2005

Por otro lado, con los datos de las estaciones meteorológicas de la zona de estudio y aledañas, se identificó la distribución y la frecuencia de las tormentas eléctricas del periodo de 1951 a 2010. Éste fenómeno es frecuente en la mitad más húmeda del año, principalmente entre junio, julio, agosto y septiembre.

Para obtener el mapa de frecuencia de tormentas eléctricas, se realizó una interpolación mediante un sistema de información geográfica de los datos de las estaciones meteorológicas del SMN, los cuales tienen un periodo de datos de aproximadamente 30 años. La interpolación se realizó según el sistema de Natural Neighbor, el cual es un método de interpolación espacial en 2D, que se basa en la teselación de Voronoi de un conjunto discreto de puntos espaciales. Este método proporciona una aproximación más suave con relación a los datos reales, pero proporciona un modelado más coherente con el espacio.

La ecuación básica en 2D es la siguiente:

$$f(x) = \sum_{i=1}^k w_i(x) a_i$$

Donde $f(x)$ es el valor interpolado del punto x , para cualquier x , el valor de $w_i(x)$ será siempre de entre 0 y 1. El método usado en el GIS propone una medida estándar para el cálculo de los pesos, y la selección de los puntos vecinos para la interpolación.

Como resultado de la interpolación anterior se obtuvo el mapa de frecuencias de tormentas eléctricas, donde se observa una muy baja presencia del fenómeno en la Alcaldía Miguel Hidalgo con una tendencia de incremento del peligro en el extremo poniente del polígono municipal. Con el análisis de los datos de las estaciones meteorológicas, se identificó que el gradiente de tormenta eléctrica en el municipio es de 0 a 10 eventos al año.

Tabla 2.47 Promedio mensual de Tormentas eléctricas por estación meteorológica.

Estación Meteorológica	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Anual
00015077 Presa Totolica	0.0	0.0	0.1	1.2	1.6	1.9	3.3	3.3	1.5	0.7	0.5	0.2	14.3
00009010 Colonia América	0.2	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.0	0.2	0.0	0.2	0.2	0.2	1.5
00009070 Campo Exp. Coyoacán	0.6	0.2	0.0	0.2	0.5	0.4	1.0	1.4	0.9	0.9	0.5	0.4	7.0
00009036 Playa Caleta 454 Colonia Marte	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	1.1
00009029 Gran Canal Km. 6+250	0.1	0.1	0.3	1.0	2.8	3.6	4.6	4.6	4.2	1.4	0.4	0.2	23.3
00009043 San Juan De Aragón	0.7	0.3	0.1	0.3	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	0.8	0.6	0.6	7.1
00009068 Puente La Llave	0.5	0.3	0.0	0.2	0.0	0.2	0.8	0.4	0.4	0.7	1.5	0.8	5.8

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

2.2.9. Inundaciones

Las inundaciones son un fenómeno en el cual se anega de agua un área determinada que generalmente está libre de ésta. El agua proviene del desbordamiento de ríos, represas, o escurrimientos de partes altas y se asocia a lluvias intensas, en el área o incluso en otras lejanas. A pesar de considerarse un fenómeno natural, tiene una alta influencia de los procesos de ocupación del territorio y construcción de infraestructura, ya que a menudo el riesgo existe cuando se establecen viviendas en zonas inundables y se crean embudos artificiales que impiden el libre tránsito de las avenidas de agua.

Las inundaciones son uno de los peligros más comunes en la Alcaldía Miguel Hidalgo, a menudo las inundaciones se desarrollan lentamente, pero las más dañinas son repentinas e incluso finalizan en sólo unas horas, sin señales visibles de lluvia en la zona inundada. Las inundaciones repentinas consisten en una avenida de agua con gran fuerza de arrastre y con una carga de escombros que encuentra en su paso. Las inundaciones ocurren sobre los márgenes de un río, canal o arroyo definido, pero también pueden

generarse por la confluencia de aguas en zonas bajas. En este sentido es necesario acotar que las inundaciones a nivel municipal ocurren cuando un drenaje es sobrepasado en su capacidad. Los efectos individuales de las inundaciones generalmente son muy locales, afectando a un grupo de casas o algunas calles, pero el efecto sumado de varios puntos de inundación en un mismo evento, afecta varias colonias de la Alcaldía.

Debido a la particular configuración del municipio, el peligro de inundación es muy alto debido a que las aguas de la Sierra de las Cruces bajan por arroyos cuyos márgenes están ocupados por viviendas, además de que parte importante del municipio formaba parte del sistema de embalses naturales que constituían el antiguo Lago de Texcoco. Aunque en la mayoría de los casos existen obras de infraestructura destinados a drenar las aguas, estas se llegan a ver sobrepasadas, provocando encharcamientos e inundaciones en zonas habitadas y con infraestructura vial. Además, son también susceptibles las áreas con microtopografía baja, que aunque no están cerca de los arroyos y canales, pueden inundarse debido a que se ubican en depresiones.

Para determinar el peligro por inundación en la zona, se realizó el análisis en función de la metodología del CENAPRED, el cual consiste en el cálculo del gasto líquido según varios periodos de retorno. Antes de calcular el gasto líquido (Q_p), se debe determinar la pendiente, el área, la longitud del cauce principal, la precipitación esperada a varios periodos de retorno, el tiempo de concentración de la lluvia, y la intensidad de esta. A continuación se presentan los cálculos para las zonas inundables de la Alcaldía Miguel Hidalgo.

En esta zona se han presentado inundaciones recurrentes desde el año de 1990, debido a la bajada de aguas brancas de laderas de la Sierra de las Cruces, y a que en algunos lugares el drenaje es insuficiente.

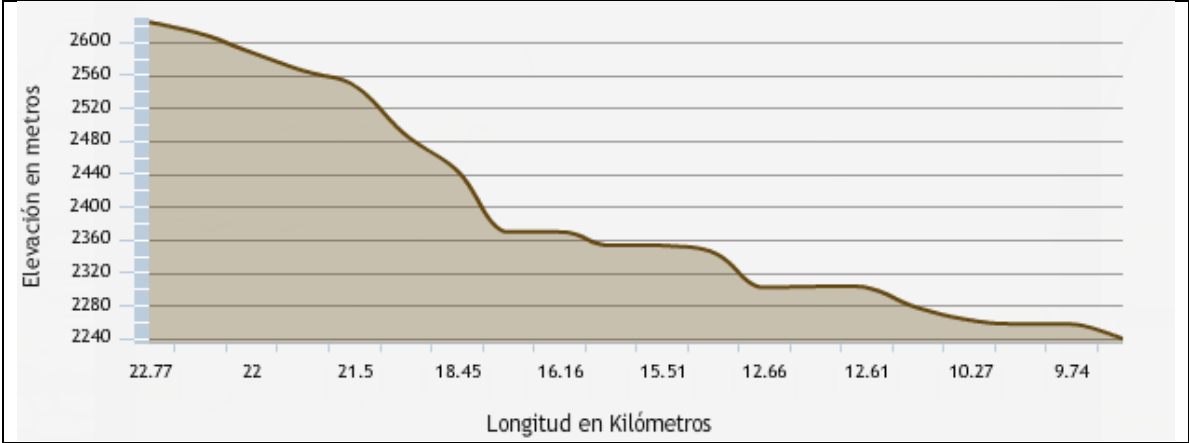
Con el modelo digital de elevación de la zona, incorporado a un Sistema de Información Geográfica, se estimó que la pendiente general del drenaje principal es de 1.69%. Su longitud es de 22,775 m.

Figura 2.8 Delimitación de la microcuenca de la Alcaldía Miguel Hidalgo



Fuente: SIATL INEGI.

Grafica 2.5 Perfil del terreno en la microcuenca de la Alcaldía Miguel Hidalgo



Fuente: SIATL INEGI.



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Para obtener el tiempo de concentración (t_c), se utilizó la fórmula de Kirpich:

$$t_c = 0.000325 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Donde:

- t_c tiempo de concentración, en horas
- S pendiente media del cauce principal
- L longitud del cauce principal, en m

Sustituyendo los valores de la pendiente y la longitud del cauce principal,

$$t_c = 0.000325 \frac{22775^{0.77}}{0.0169^{0.385}} = 3.54 \text{ horas} = 212.59 \text{ minutos}$$

Para que ocurran avenidas súbitas, el tiempo de concentración debe ser menor a 4 horas, por lo que en esta microcuenca, con un t_c de 212.59 minutos existe el peligro de que ocurra dicho fenómeno.

Por otro lado, se determinaron los valores de precipitación máxima para la microcuenca Alcaldía Miguel Hidalgo según diversos periodos de retorno en duraciones de 1 y 24 horas, los cuales se presenta a continuación.

Tabla 2.48 Periodos de retorno de lluvias en la microcuenca de la Alcaldía Miguel Hidalgo

Duración de la Precipitación	hp PR 2 años	hp PR 10 años	hp PR 50 años	hp PR 100 años	hp PR 250 años
1 h (mm)	30	45	55	60	75
24 h (mm)	40	65	105	107	110

Fuente: CENAPRED.

Para calcular el gasto líquido fue necesario obtener la intensidad de la precipitación para una duración igual al tiempo de concentración (t_c), por lo que se realizó una interpolación entre los valores de la lámina de lluvia para $d = 24$ horas y $d = 1$ hora, para cada uno de los periodos de retorno considerados.

Con el valor del tiempo de concentración, se procedió a calcular la lámina de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración ($d = t_c = 3.54$ horas). A continuación se presentarán los cálculos para un periodo de retorno de dos años (PR = 2 años)

$$\begin{aligned} hp \text{ PR } 2 \text{ (1h)} &= 30 \text{ mm} \\ hp \text{ PR } 2 \text{ (24h)} &= 40 \text{ mm} \\ t_c &= 3.54 \text{ h} \\ hp(t_c) &= \frac{hp(24) - hp(1)}{3.1781} * \ln t_c + hp(1) \end{aligned}$$

Sustituyendo:

$$hp(t_c) = \frac{hp(40) - hp(30)}{3.1781} * \ln 3.54 + hp(30) = 33.98042 \text{ mm}$$

Por lo tanto, la lámina de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración es de 33.98 mm. Finalmente, para obtener la intensidad de la precipitación para una duración igual al tiempo de concentración (t_c), se divide la lámina de lluvia antes mencionada entre el valor del tiempo de concentración.

$$i = \frac{hp(t_c)}{t_c}$$

Sustituyendo por los valores de PR = 2 años;

$$i = \frac{33.98042 \text{ mm}}{3.54} = 88.93147 \text{ mm/h}$$

Por lo tanto, el valor de la intensidad de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración es de 88.93 mm/h para un periodo de retorno de dos años. En la siguiente tabla se observan las láminas de lluvia para los diferentes periodos de retorno, así como las intensidades de lluvia esperadas.

Tabla 2.49 Valores de lámina de lluvia e intensidad de la lluvia para diferentes periodos de retorno en la microcuenca de la Alcaldía Miguel Hidalgo

PR	hp (1h) mm	hp (24h) mm	hp (t_c) mm	i mm/h
2 años	30	40	33.980	9.590
10 años	45	65	52.961	14.947
50 años	55	105	74.902	21.140
100 años	60	107	78.708	22.214
250 años	75	110	88.931	25.100

Fuente: Elaboración propia

El gasto de diseño se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Q_p = 0.278 * C_e * i * A$$

- Donde:
- Q_p gasto máximo o de pico, en m^3/s
 - C_e coeficiente de escurrimiento
 - i intensidad media de la lluvia, mm/h
 - A área de la microcuenca, en km^2

Para determinar el coeficiente de escurrimiento se sigue el procedimiento de la NOM-011-CNA-2000, en función del tipo y usos de suelos y del volumen de precipitación anual en la cuenca de estudio.



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Con apoyo en los servicios del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y de visitas de campo, se clasifican los suelos en la microcuenca de estudio, en tres diferentes tipos:

- A (suelos permeables)
- B (suelos medianamente permeables) y
- C (suelos casi impermeables)

Los tipos de suelo anteriores que se especifican en la tabla siguiente y, al tomar en cuenta el uso actual del suelo, se obtiene el valor del parámetro K.

Tabla 2.50 Valores de K en función del tipo y uso de suelo (A) y fórmulas para el cálculo del Coeficiente de Esgurrimiento (B).

TIPO DE SUELO	CARACTERISTICAS		
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos		
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos		
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas		

USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0,26	0,28	0,30
Cultivos:			
En Hileras	0,24	0,27	0,30
Legumbres o rotación de pradera	0,24	0,27	0,30
Granos pequeños	0,24	0,27	0,30
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% - Poco -	0,14	0,20	0,28
Del 50 al 75% - Regular -	0,20	0,24	0,30
Menos del 50% - Excesivo -	0,24	0,28	0,30
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0,07	0,16	0,24
Cubierto del 50 al 75%	0,12	0,22	0,26
Cubierto del 25 al 50%	0,17	0,26	0,28
Cubierto menos del 25%	0,22	0,28	0,30
Zonas urbanas	0,26	0,29	0,32
Caminos	0,27	0,30	0,33
Pradera permanente	0,18	0,24	0,30

A

K: PARÁMETRO QUE DEPENDE DEL TIPO Y USO DE SUELO	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO ANUAL (C _e)
Si K ≤ 0.15	$C_e = K \frac{(P - 250)}{2000}$
Si K > 0.15	$C_e = K \frac{(P - 250)}{2000} + \frac{(K - 0.15)}{1.5}$

B

Fuente: CONAGUA

De acuerdo con las características de la microcuenca tributaria, de la tabla anterior se obtuvo un valor para el parámetro K de 0.32 (Combinación Suelo C + Zona Urbana.)

Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual “C_e”, se calcula mediante las fórmulas de la tabla anterior.

Dado que K>0.15, se utiliza la fórmula

$$C_e = K \frac{(P - 250)}{2000} + \frac{(K - 0.15)}{1.5}$$

Donde:

C_e coeficiente de escurrimiento, adimensional
K parámetro que depende del uso, tipo y cubierta del suelo, 0.32
P precipitación anual, 591 mm

Sustituyendo:

$$C_e = 0.32 \frac{(591 - 250)}{2000} + \frac{(0.32 - 0.15)}{1.5} = 0.09083$$

Con base en lo anterior, el coeficiente de escurrimiento estimado para la microcuenca de estudio resultó C_e = 0.09. Con el coeficiente de escurrimiento, el área de la cuenca de aportación (8.85 km²) y la intensidad de la lluvia, se estimaron los gastos líquidos generados en la cuenca, mediante la fórmula previamente expuesta.

$$Q_p = 0.278 * C_e * i * A$$

Donde:

Q_p gasto máximo o de pico, en m³/s
C_e coeficiente de escurrimiento
i intensidad media de la lluvia, mm/h
A área de la microcuenca, en km²

Sustituyendo para el ejemplo de PR = 2 años:

$$Q_p = 0.278 * 0.09083 * 38.78846 \text{ mm/h} * 8.85 \text{ km}^2 = 8.66770 \text{ m}^3/\text{s}$$

De la misma forma se calcularon los valores de los gastos líquidos para los diferentes periodos de retorno, mismos que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2.51 Gasto líquido esperado para diferentes periodos de retorno en la microcuenca de la Alcaldía Miguel Hidalgo

PR	i (mm/h)	Q _p (m³/s)
----	-------------	--------------------------



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

2 años	38.78846	8.66770
10 años	57.57958	12.86678
50 años	67.29249	15.03724
100 años	74.32014	16.60764
250 años	95.76494	21.39971

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, con estos datos se debe determinar del área hidráulica permisible. El área hidráulica permisible es el área necesaria para que el flujo de escurrimiento o el gasto pico pase por una sección de un arroyo sin presentar desbordamientos en sus márgenes. Para la cuenca del ejemplo, se tiene que su tiempo de concentración es igual a 0.331 h. Con el valor del tiempo de concentración la velocidad del flujo es:

$$V = \frac{L}{t_c \text{ en segundos}} = \frac{6713m}{0.75 * 3600} = 2.48597 \text{ m/s}$$

Lo que implica que el área hidráulica permisible sea, para el caso de PR = 2 años:

$$A_p = \frac{Q_p}{V} = \frac{8.66770 \text{ m}^3/s}{2.48597 \text{ m/s}} = 3.48665 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, es necesaria un área hidráulica permisible de 3.48 m² para un gasto total de 8.66 m³/s en esta microcuenca para un periodo de retorno de 2 años. En la siguiente tabla se muestran los valores de las áreas hidráulicas permisibles para los diferentes periodos de retorno considerados.

Tabla 2.52 Área hidráulica permisible en la microcuenca de la Alcaldía Miguel Hidalgo

PR	A _p (m²)
2 años	3.48665
10 años	5.17577
50 años	6.04885
100 años	6.68056
200 años	8.60821

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar el modelado de los valores obtenidos en la superficie geográfica, se atendió a la metodología del CENAPRED para inundaciones urbanas, la cual se procesa a través del software Arc Gis y Hec Ras, con las extensiones Hec-Geo-Ras e Hydrology Modeling el proceso consiste en generar un vector de la corriente de agua a analizar, crear perfiles a partir de un Modelo Digital de Terreno (en este caso se dispone de un modelo obtenido por medio de LIDAR con una resolución espacial de 5x5m y altitudinal de 1cm) desde un GIS y exportarlos a HEC-Ras para la generación de datos hidráulicos unidimensionales. Una vez procesados, se regresan al GIS para generar el modelo en 3D. En el caso de la microcuenca de análisis, se obtuvieron los siguientes resultados.

Los factores climáticos son un elemento clave para la comprensión del fenómeno de inundación, por tanto y como se vio en el capítulo de clima (página 24), se comenta brevemente la situación climática delegacional. Se tienen los siguientes climas en la Delegación, la cual tiene en total una superficie aproximada de 47 km²: Templado subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad, 21.2%; Templado subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad, 23.8% y Templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad media, 54.9%. La precipitación media anual es de 781 mm, en un registro de 29 años (1982 a 2010), según los datos de las estaciones Colonia Escandón, SCOP y Presa Tacubaya. Los valores de precipitación media mensual, observándose una concentración del 77% durante los meses de Junio a Septiembre que son los meses de verano en los que un mayor número de lluvias intensas generan problemas recurrentes de inundaciones.

Características hidrográficas

Las corrientes intermitentes son las que llevan agua cuando llueve o inmediatamente después, al interior de la Delegación se encuentran los ríos Dolores y Barrilaco; en el caso de las corrientes perennes que llevan flujo todo el año, están los ríos Consulado, Tacubaya, Tecamachalco, San Joaquín y El Tornillo; los cuales se encuentran entubados en su totalidad, excepto El Tornillo (sólo está entubado en una longitud aproximada de 1,200 m). En la actualidad estos cauces forman parte de la red primaria de drenaje. Dentro de los cuerpos de agua artificiales se cuenta con los Lagos del Bosque de Chapultepec.

Se localizan algunas zonas susceptibles de inundación, principalmente por la falta de mantenimiento en las redes de drenaje y en algunas zonas específicas, las que deberán someterse a un estudio por parte de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica para solucionar su problema.

Infraestructura de Agua Potable

El nivel de servicio de agua potable es del 100 por ciento, ya que toda la población cuenta con agua entubada dentro de su vivienda. Los habitantes de Miguel Hidalgo se abastecen por los ramales Sur y Norte del Acueducto Lerma, pozos operados por el SACM y particulares para uso industrial, para distribuir el agua existen interconexiones que enlazan al sistema de tanques, los cuales se ubican en las partes altas para almacenar y regular el agua que se distribuye por gravedad a la población.

Acuíferos y pozos



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

El acuífero de esta jurisdicción se ubica en la zona geohidrológica II-A, la cual está constituida por la formación Tarango, presenta espesores máximos de 200 metros en el poniente y hasta 500 m al oriente, donde es cubierto por un estrato de sedimentos finos de origen lacustre.

Los pozos construidos en esta zona tienen profundidades variables de 175 a 300 m, con niveles estáticos de 20 a 100 m, presentan caudales de extracción de 20 a 80 l/s, y caudales específicos de 1 a 4 l/s por metro de abatimiento. Los pozos municipales se ubican hacia el norte y este de la delegación y los pozos particulares generalmente se ubican en la zona industrial para el uso de la misma.

Infraestructura de drenaje

El nivel de cobertura es del 100 por ciento, formando el sistema de drenaje por una extensa red de colectores que cubre toda la delegación, los ríos y barrancas así como los interceptores del Poniente y Centro Poniente, siendo la red primaria de drenaje la que capta y desaloja las descargas de aguas residuales de la red secundaria y de las pluviales que se generan en la delegación, a través de tuberías con diámetros mayores o iguales a 60 cm.

Por otro lado, existen algunos colectores marginales, colocados en torno a cauces y ríos, éstos se ubican en el río Tecamachalco, Lomas de Bezares y Barranca de Castillo.

Ríos, cauces entubados y presas

Las corrientes intermitentes en la demarcación son los ríos Dolores con una longitud de 3.28 km y Barrilaco con una longitud de 2.15 kilómetros, los cuales sólo llevan agua cuando llueve o inmediatamente después.

Río Dolores, se encuentra en la 3a. sección del Bosque de Chapultepec, Calle uno y Av. Constituyentes con la cota 2,370 msnm y finaliza en la presa Dolores ubicada al norte del panteón civil de Dolores con la cota 2,290 m.s.n.m.

Río Barrilaco, se ubica en las avenidas Paseo de la Reforma y Paseo de las Palmas en las colonias Lomas de Barrilaco y Lomas de Chapultepec, inicia en la cota 2,320 msnm y finaliza en la presa Barrilaco en la calle Monte Altái y cordilleras de los Andes.

El canal el Tornillo, conduce las aguas desviadas por las presas y túneles de la jurisdicción hacía el río Hondo, tiene una longitud de 3,404 metros, aproximadamente, inicia en la presa el Tornillo y finaliza en el río Hondo donde descarga.

Cauces entubados. Se encuentran dentro de éstos al río Consulado, con una longitud de 5750 m, el río Tacubaya, con 2500 m, la Barranca de Tecamachalco con 1150 m, y el Tornillo con 1200 m.

Plantas de bombeo, pasos a desnivel para vehículos y tanques de tormenta

En la Delegación, se ubican en la parte baja topográfica sistemas de bombeo para incorporar las aguas residuales y pluviales al Río Consulado y a. Río Viaducto-Piedad. Las plantas de bombeo que suman un total de 16.6 m³/s de operación. Los tanques de tormenta suman una capacidad de bombeo de 2.45 m³/s.

Funcionamiento de la red de drenaje

La infraestructura con la que cuenta la Delegación para el desalojo de las aguas residuales y pluviales está integrada por los sistemas de colectores (época de estiaje) y el Sistema de Drenaje Profundo (época de lluvias). A continuación se describen los colectores que funcionan en época de estiaje:

Colector No. 5. Con una longitud total de 10.012 km, de los cuales 3,270 m corresponden a la delegación y un diámetro que varía de 0.76 hasta 2.30 m, este colector drena una área total de 250 Ha. El colector no. 5 inicia al sur de la colonia Tlaxpana, a éste se le incorporan los colectores Laguna de Mayrán, Santa Bárbara, Pátzcuaro y otros de menor capacidad. Esta zona comprende las colonias Huasteca, Verónica Anzures, Tlaxpana, Anáhuac, Un Hogar para Nosotros, Santo Tomás, Nextitla, Agricultura y Plutarco Elías Calles. Posteriormente cruza las delegaciones Cuauhtémoc y Venustiano Carranza por la Av. Canal del Norte hasta la planta de bombeo No. 5A, donde ésta la incorpora al Gran Canal. Al colector No. 5 descarga el colector Gallos con diámetros que van de 0.91 a 1.22 m y cuenta con una longitud de 1,440 m, beneficiando a las colonias Popotla y Plutarco Elías Calles.

Colector Darwin-Campos Elíseos. Su diámetro es de 0.76 a 1.83 m y descarga sus avenidas en el Colector Consulado y otra parte al tanque de tormenta Media Luna dando servicio a las colonias Palmitas y Chapultepec Polanco. A este colector descargan los colectores Sierra Candela y Alencastre. El primero cuenta con una longitud de 1,200 m con diámetros de 1.22 y 1.52 m para beneficiar a la colonia Sección Vertientes, en particular a este colector descarga el colector Tecamachalco con una longitud de 1,250 m con diámetros de 0.61 a 1.22 m. El segundo colector presenta una longitud de 1,050 m con diámetros que van 0.76 a 1.07 m, este colector beneficia a las colonias Molino del Rey y Bosques de Chapultepec 2a. Sección.

Colector Consulado. En sus inicios se ubica al nororiente de la delegación Miguel Hidalgo en la colonia Constituyentes con una longitud dentro de la delegación de aproximadamente 11.7 km, los diámetros varían de 0.76 a 3.17 m, con una zona drenada por dicha red de 360 Ha. A este colector descarga parte del colector No. 5. Esta zona abarca a las colonias Santa María Insurgentes, Tlatilco, Xochimanca y Nextitla.

Colector No. 11. Inicia en la colonia Chapultepec Polanco, el área total que drena es de 687 Ha., con diámetros que varían de 0.76 hasta 2.44 m y con una longitud de 7,700 m. Inicia en la colonia antes mencionada con aportaciones de los colectores Homero, Ejército Nacional, Laguna de Términos, Felipe Carrillo Puerto y Mar Negro ubicados en la delegación; después cruza las delegaciones Azcapotzalco y Gustavo A. Madero para descargar al Gran Canal a través de la planta de bombeo No. 6. Da servicio a las colonias Chapultepec-Polanco, Morales, Granada, Pensil, Anáhuac, Legaria, Popotla y Tacuba. Los colectores que descargan al colector No. 11 son; Homero, Carrillo Puerto, Ferrocarril de Cuernavaca y Laguna de Términos: El colector Homero tiene una longitud de 2,500 m y diámetro de 0.91 a 1.22 m, recibe las descargas de las colonias Palmas, Reforma Polanco y Chapultepec-Morales. El colector Carrillo Puerto con una longitud de 1,670 m y diámetros que van de 0.91 a 1.22 m beneficia a las colonias Legaria, Pensil y Popotla. Colector Ferrocarril de Cuernavaca tiene una longitud de 1,750 m y un diámetro de 1.52 m beneficiando a la colonia Granada. Por último el colector Laguna de Términos cuenta con una longitud de 1,830 m., presentando diámetros que van desde 0.91 hasta 1.07 m, su función es el desalojo de las aguas de las colonias Popo, Popo Ampliación, Pensil y Anáhuac.

Colector No. 12. Este desaloja las aguas residuales de las colonias San Miguel Chapultepec, Tacubaya y Escandón por medio de una tubería que presenta diámetros de 1.52 a 1.83 m y una longitud de 5,600 m, drena sus aguas al tanque de tormenta Benjamín Franklin con capacidad de almacenamiento de 13,000 m³ y capacidad de bombeo de 295 lps.



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Colector río San Joaquín. Tiene un diámetro que varía de 1.52 a 2.20 m. Descarga en el colector Darwin-Campos Elíseos, beneficiando a las colonias Legaria, Lomas de Sotelo, Loma Hermosa, San Joaquín, Ampliación Popo, Granada, Ampliación Granada y Popo. Al colector San Joaquín descarga el colector Ejército Nacional. Tiene diámetros variables de 0.76 a 0.91 m y una longitud de 2,900 m para descargar en la planta de bombeo Tizoc (cap. 5.5 m³/s). Da servicio a las colonias Irrigación y Los Morales Palmas.

Colector No. 15. Su diámetro va de 2.44 hasta 2.50 m con una longitud aproximada de 27.21 km, la zona drenada por dicha red es de 5.70 km². Sus inicios son al noroeste de la delegación entre las calzadas Ingenieros Militares y San Bartolo Naucalpan. Su recorrido lo realiza casi paralelo al anterior colector, un poco más al norte y la descarga la realiza al Gran Canal, pasando antes por la planta de bombeo No. 7 recibiendo las descargas de las colonias Refinería, Argentina Poniente y San Lorenzo Tlaltenco.

Colector Moliere. Tiene secciones variables de 0.6 a 2.13 m de diámetro y cuenta con una longitud de 10,330 m, descarga sus aguas residuales al colector No.5 beneficiando a las colonias Palmitas, Chapultepec Polanco, Morales Alameda, Reforma Polanco, Morales Palma, Ampliación Popo, 5 de Mayo, Pensil, Torreblanca, Ampliación Nuevo México, Argentina Antigua, Huichapan, Altamirano, Refinería 18 de Marzo y Argentina Poniente. Al colector Moliere descarga el colector Refinería No. 1 con una longitud de 1,500 m y diámetros que van desde 0.61 hasta 1.22 m para beneficiar a la colonia Refinería.

Colector Ahuehuetes Sur. Tiene diámetros que oscilan entre 0.76 y 2.44 m y longitud de 4,500 m; el colector Ahuehuetes Norte, tiene diámetros de 0.91 hasta de 1.83 m y cuenta con una longitud de 2,900 m; ambos colectores descargan sus aguas a la planta de tratamiento Bosques de Las Lomas. Drena los escurrimientos de las colonias Lomas de Reforma, Real de Lomas y Bosques de Las Lomas.

Debido a las condiciones del terreno de la delegación, y para evitar la infiltración de las aguas residuales en el subsuelo y disminuir el riesgo de contaminación de los mantos acuíferos se construyeron colectores marginales en el río Tecamachalco.

Para la época de lluvias se han diseñado las políticas de operación para el desalojo de las aguas residuales y pluviales, por lo que es necesario utilizar el Sistema de Drenaje Profundo el cual está representado en la delegación por los siguientes interceptores:

El interceptor Poniente tiene una longitud total de 16 km con una sección circular de 4.00 m de diámetro y una pendiente de 0.0005, con una capacidad de conducción de 25 m³/s, y con sentido de escurrimiento de sur a norte. Capta las aguas pluviales que se originan en la parte alta de la ciudad con el fin de evitar la saturación de los colectores que drenan la parte baja, el agua residual es conducida hacia el vaso regulador de El Cristo para su regulación y posteriormente al emisor Central.

El interceptor Poniente atraviesa a la delegación en un tramo de 6.5 km recibiendo las descargas del colector Virreyes y de los ríos Barrilaco, Tecamachalco, San Joaquín y la Barranca del Tornillo, beneficiando a las colonias 2da. Sección de Chapultepec, Lomas de Virreyes, Lomas de Barrilaco, Palmitas, Los Morales, Residencial Militar, Del Bosque, Irrigación y 10 de Abril. Dentro de la delegación Miguel Hidalgo, recibe las descargas de los colectores 11, Moliere y 15, logrando con esto dar servicio a las colonias Argentina Antigua, Huichapan, Ampliación Torreblanca, Legaria, Tacuba, Ángel Zimbrón, Clavería San Álvaro y Refinería 18 de Marzo.

Las presas que se encuentran en la delegación Miguel Hidalgo son: Dolores, Tecamachalco, Barrilaco, San Joaquín, El Tornillo y Periodista (con menor capacidad de regulación), su principal función es la regulación

del escurrimiento fluvial y/o pluvial, después se va dejando salir el agua por medio de la operación de las compuertas u obras de tomas de las presas para ser conducidas por los diferentes colectores y de éstos hacia el interceptor Poniente. Además para aliviar las excedencias de agua en las presas se tienen túneles de interconexión para no saturar los colectores por lo que el agua se desvía hacia la siguiente presa, es decir de la presa Dolores se manda sus excedencias hacia la presa Barrilaco y luego a Tecamachalco, siguiendo este proceso hasta la presa El Tornillo de ésta última se manda hacia el vaso regulador El Cristo en el Estado de México.

El interceptor Centro Poniente con una longitud de 16.5 km y capacidad de conducción de 40 m³/s, alivia el caudal del interceptor Poniente, dicho caudal es variable. Dependiendo de las políticas de operación puede recibir las descargas de colectores por las lumbreras 6, 7 y 8. Tiene un diámetro de 4.00 m, y una pendiente de 0.017 y dentro de la delegación existen 5.93 km de los 16 km que tiene de longitud. El interceptor cuenta con estructuras de captación en cinco lumbreras, que captan a los colectores Rubén Darío, Río San Joaquín, Refinería Trujillo, Salomón Lerdo de Tejada y al colector No. 5, beneficiando a gran parte de la delegación Miguel Hidalgo y descargando sus aguas al emisor Central.

Problemática (inundaciones y encharcamientos)

Aunque la cobertura del servicio de drenaje en la Delegación Miguel Hidalgo es del cien por ciento; los problemas que se presentan son básicamente encharcamientos en el periodo de lluvias, provocado por diversas causas, como son: tuberías que han rebasado su vida útil y que presentan fallas continuas o insuficiencia en su capacidad de desalojo por haberse diseñado para una determinada población de proyecto y finalmente por la sobre explotación del acuífero que ha ocasionado hundimientos del subsuelo y con ello dislocamiento en algunos tramos de los colectores y el funcionamiento en contra flujo de los mismos. Estos se presentan durante lluvias intensas. En general la delegación no presenta problemas graves para el desalojo de las aguas negras y pluviales, tratándose sobre todo de encharcamientos temporales en puntos definidos. Con el fin de subsanar algunos problemas de encharcamientos es necesario realizar trabajos de mantenimiento en las plantas de bombeo de aguas negras que existen en la delegación.

A partir del estudio hidráulico, se concluye que la Delegación cuenta con una buena cobertura de drenaje urbano, lo que hace poco propensos los peligros de inundaciones o encharcamientos. No obstante es necesario realizar acciones de planeación respecto al manejo de las corrientes superficiales y el control de sus avenidas, ya que actualmente sus presas, proyectadas originalmente para regular un buen volumen pluvial, actualmente se encuentra en estado de azolvamiento que requiere anualmente un desazolve importante. Ello, se debe al arrastre de sólidos en la parte alta de sus cuencas.

Capítulo 3 Fase III. Vulnerabilidad

3.1 Vulnerabilidad Social

La determinación de la Vulnerabilidad social tiene como objetivo identificar las características de la población susceptible de sufrir daño, en su persona o bienes que posea, a consecuencia de algún fenómeno natural. Lo anterior va unido a la posibilidad de medir la capacidad de prevención y respuesta que se tenga en la alcaldía de Miguel Hidalgo, es decir, el grado de organización y recursos para atender una emergencia. Para lograr lo anterior, se aplican indicadores que permite conocer las principales características de la población, su capacidad de organización y elementos indispensables para la atención de una emergencia, los cuales aportarán elementos para cuantificar la vulnerabilidad social asociada a desastres.

Es conveniente apuntar que a través del tiempo el concepto de vulnerabilidad social se ha relacionado estrechamente con estudios de pobreza y marginación. Sin embargo, diversos autores han llegado a la conclusión de que la vulnerabilidad social es aquella propensión que tiene la población de caer, en un momento determinado, en una condición de pobreza y marginación. Obviamente muchos de estos estudios, no toman en cuenta elementos externos que puedan llegar a incrementar las probabilidades de que una población se encuentre en estos parámetros de pobreza y marginación, como son los desastres.

La vulnerabilidad social es consecuencia directa del empobrecimiento, el incremento demográfico y de la urbanización acelerada sin planeación. Asimismo, la vulnerabilidad social ante los desastres naturales se define como una serie de factores económicos, sociales y culturales que determinan el grado en el que un grupo social está capacitado para la atención de la emergencia, su rehabilitación y recuperación frente a un desastre.

Respecto a lo anterior, se define a la vulnerabilidad social asociada a los desastres naturales, como “el conjunto de características sociales y económicas de la población que limita la capacidad de desarrollo de la sociedad; en conjunto con la capacidad de prevención y respuesta de esta frente a un fenómeno y la percepción local del riesgo de la población”.

Para poder estimar la vulnerabilidad social asociada a desastres según la definición anterior, la metodología se divide en tres partes: la primera permitirá una aproximación al grado de vulnerabilidad de la población con base en sus condiciones sociales y económicas, la cual proporcionará un parámetro para medir las posibilidades de organización y recuperación después de un desastre. Para lograr lo anterior hay plantillas, las cuales están conformadas por un indicador, que a modo de pregunta, nos solicita la información requerida; una tabla de rangos y valores, en donde se deberá ubicar la situación del municipio a estudiar y asignarle un valor. En la plantilla también se incluye una fórmula para obtener el resultado que se tendrá que cotejar en la tabla de rangos y valores; por último, viene un razonamiento en el que se explica la importancia del indicador. Al obtener los valores de cada plantilla, éstos se vaciarán en la cédula y se obtendrá un promedio de los valores asignados según rubro (salud, educación, vivienda, empleo e ingresos y población). Por último, se promediará el valor de cada rubro, lo que nos dará un número entre 0 y 1, este número será el resultado final de la primera parte. La segunda parte de la metodología permitirá conocer la capacidad de prevención y respuesta de los órganos responsables de llevar a cabo las tareas de atención a la emergencia y rehabilitación. La tercera, se enfocará a la percepción local del riesgo que se tenga en el municipio, lo que permitirá planear estrategias y planes de prevención.

Finalmente se describe la manera en que se obtuvieron los resultados para cada parte en donde al resultado de la primera (características socioeconómicas) le corresponde un peso del 50%, la segunda (capacidad de prevención y respuesta) tendrá un peso del 25%, mientras que la tercera (percepción local de riesgo) tuvo un peso de 25%. Al resultado final se le asignaron valores a través de los cuales se establecerá un grado de vulnerabilidad social que se dividió en 5 categorías, que abarcaron desde muy alto hasta muy bajo grado de vulnerabilidad.

3.1.1 Indicadores socioeconómicos

Los indicadores socioeconómicos para la elaboración de esta guía se dividen en cinco grandes categorías: Salud, Educación, Vivienda, Empleo e Ingresos y Población, ya que éstos influyen directamente sobre las condiciones básicas de bienestar y de desarrollo de los individuos y de la sociedad en general. Gran parte de las condiciones de vulnerabilidad de una población, dependen directamente del nivel de desarrollo de ésta. La vulnerabilidad social se reflejará en la predisposición del sistema a sufrir daño, en función directa de sus condiciones y/o capacidades de desarrollo. El desarrollo de los individuos depende principalmente del acceso a los bienes y servicios básicos, de la oportunidad de acceder a la educación, así como de recibir asistencia médica, los cuales son, entre otros, los elementos constitutivos del desarrollo. Estos indicadores se enfocan principalmente a la identificación de las condiciones que inciden e incluso acentúan los efectos de un desastre. La vulnerabilidad social es una condición íntimamente ligada a las capacidades de desarrollo de la población.

Salud

Uno de los principales indicadores de desarrollo se refleja en las condiciones de salud de la población, es por eso necesario conocer la accesibilidad que ésta tiene a los servicios básicos de salud, así como la capacidad de atención de estos. La insuficiencia de servicios de salud reflejará directamente parte de la vulnerabilidad de la población. Para esta metodología se incluyen 3 indicadores en este rubro.



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Tabla1 Médicos por cada 1,000 habitantes

Indicador / pregunta	¿Cuántos Médicos existen por cada 1,000 habitantes?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 0.20 a 0.39 Médicos por cada 1,000 habitantes	Muy Alta	1.00
	De 0.4 a 0.59 Médicos por cada 1,000 habitantes	Alta	0.75
	De 0.6 a 0.79 Médicos por cada 1,000 habitantes	Media	0.50
	De 0.8 a 0.99 Médicos por cada 1,000 habitantes	Baja	0.25
	Uno o más Médicos por cada 1,000 habitantes	Muy Baja	0.00
Procedimiento	La proporción de médicos por 1,000 habitantes se obtiene de la multiplicación del número de médicos por mil y se divide entre el total de la población.		
Fórmula	$PM = \frac{NoM}{PT} \times 1000$ Donde: PM = Proporción de Médicos NoM = Número de Médicos en el Municipio PT = Población Total		
Justificación	La Secretaría de Salud indica que es aceptable que exista un médico por cada 1,000 habitantes, por lo que el indicador reporta la disponibilidad de médicos para atender a la población por cada 1,000 habitantes en un periodo determinado. La baja proporción de médicos se reflejará en las condiciones de salud de la población, lo que agudiza las condiciones de vulnerabilidad, situación que se podría acentuar en caso de emergencia o desastre.		

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.2 Tasa de mortalidad infantil

Indicador / pregunta	¿Cuántas muertes se producen antes del primer año de vida?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 17.2 a 27.1	Muy Baja	0.00
	De 27.2 a 37.0	Baja	0.25
	De 37.1 a 47.0	Media	0.50
	De 47.1 a 56.9	Alta	0.75
	57.0 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Este indicador se puede establecer para un periodo dado, en este caso el primer año de vida. El resultado se obtiene de dividir el número de defunciones de niños menores de un año de edad en un periodo determinado, entre los nacidos vivos en el mismo periodo y el resultado se multiplica por cien.		
Fórmula	$TMI = \frac{DM1a}{NV} \times 100$ Donde: TMI = Tasa de Mortalidad Infantil DM1a = Defunciones de Menores de 1 Año en un periodo determinado NV = Nacidos Vivos en el mismo periodo		
Justificación	Este indicador se refiere a la posibilidad de un recién nacido de sobrevivir el primer año de vida. Tomando en cuenta que el riesgo de muerte es mayor en los primeros días, semanas y meses de vida, la mortalidad durante este periodo indicará en gran medida las condiciones de la atención a la salud de la población en el caso de la madre.		

Fuente: CENAPRED

Tabla.3 Porcentaje de la población no derechohabiente

Indicador / pregunta	¿Qué porcentaje de la población no cuenta con derechohabencia a servicios de salud?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 17.63 a 34.10	Muy Baja	0.00
	De 34.11 a 50.57	Baja	0.25
	De 50.58 a 67.04	Media	0.50
	De 67.05 a 83.51	Alta	0.75
	83.52 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	El porcentaje de la población no derechohabiente se obtiene dividiendo el total de la población no derechohabiente entre el total de la población y el resultado se multiplica por cien.		
Fórmula	$\%PND = \frac{PND}{PT} \times 100$ Donde: %PND = Porcentaje de Población No Derechohabiente PND = Población No Derechohabiente PT = Población Total		
Justificación	Este indicador muestra el porcentaje de la población no derechohabiente, la cual es la que menos acceso tiene a servicios de salud y en consecuencia es la que en menor medida acude a las instituciones de salud, esta situación incide directamente en la vulnerabilidad de la población.		

Fuente: CENAPRED

En el caso de la Alcaldía Miguel Hidalgo, el número de médicos por cada 1000 habitantes es de 2.8, dado que hay 1,484 médicos para una población total de 364,439 personas, mientras que la tasa de mortalidad, es el indicador demográfico que señala el número de defunciones de la población municipal por cada 1,000 habitantes, durante un periodo determinado. De tal manera, que, para el año de 2015 en la Alcaldía Miguel Hidalgo, la tasa bruta de mortalidad fue de 7.2 defunciones por cada mil habitantes; en caso de la mortalidad infantil, esta fue de 18.1 a cada 1000 en 2011. En el año 2017 año hubo un total de 17,619 nacimientos registrados. Hubo 1,090 defunciones generales registradas, de las cuales 93 fueron defunciones de menores de un año. En relación a datos de salud, hay 8,888 habitantes por unidad médica, 245 habitantes por médico, y 1,423 habitantes por cama censable. Asimismo, la población no derechohabiente en la alcaldía es de 65,234 habitantes, es decir, 17.9 % del total.

Educación

Las características educativas influyen directamente en la adopción de actitudes y conductas preventivas y de autoprotección de la población, asimismo, pueden mejorar sus conocimientos sobre fenómenos y riesgos. Es un derecho fundamental de todo individuo el tener acceso a la educación y es una herramienta que influirá en los niveles de bienestar del individuo. Para esta metodología se consideraron 3 indicadores que proporcionan un panorama general del nivel educativo en el municipio.



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Tabla.4 Porcentaje de analfabetismo

Indicador / pregunta	¿Cuál es el porcentaje de la población de 15 años y más que no sabe leer ni escribir un recado?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 1.07 a 15.85	Muy Baja	0.00
	De 15.86 a 30.63	Baja	0.25
	De 30.64 a 45.41	Media	0.50
	De 45.42 a 60.19	Alta	0.75
	60.20 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Se obtiene dividiendo a la población analfabeta de 15 años y más entre el total de la población de ese mismo rango de edad. El resultado se multiplica por cien.		
Fórmula	$\%A = \frac{P15aA}{PT15a} \times 100$ Donde: %A = Porcentaje de Analfabetismo P15aA = Población de 15 años y más Analfabeta PT15a = Población Total de 15 años y más		
Justificación	Además de las limitaciones directas que implica la carencia de habilidades para leer y escribir, es un indicador que muestra el retraso en el desarrollo educativo de la población, que refleja la desigualdad en el sistema educativo. La falta de educación es considerada como uno de los factores claves con respecto a la vulnerabilidad social.		

Fuente: CENAPRED

Tabla.5 Porcentaje de población de 6 a 14 años que asiste a la escuela

Indicador / pregunta	¿Cuál es el porcentaje de la población de 6 a 14 años que asiste a la escuela?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 42.72 a 54.17	Muy Alta	1.00
	De 54.18 a 65.62	Alta	0.75
	De 65.63 a 77.07	Media	0.50
	De 77.08 a 88.52	Baja	0.25
	88.53 ó más	Muy Baja	0.00
Procedimiento	En algunos casos para la obtención del porcentaje de la cobertura de la demanda de la educación básica, se toma en cuenta la educación preescolar (a partir de los 3 años), otras sólo toman en cuenta desde la educación primaria hasta la educación secundaria; lo cual se estima dividiendo la matrícula de educación primaria y secundaria entre la población de 6 a 14 años, que es el rango de edad de asistencia a tales niveles educativos.		
Fórmula	$DEB = \frac{PT6_14aAE}{PT6_14a} \times 100$ Donde: DEB = Demanda de Educación Básica PT6_14aAE = Población Total de 6 a 14 años que Asiste a las Escuela PT6_14a = Población Total de 6 a 14 años		
Justificación	El indicador muestra a la población que se encuentra en edad de demandar los servicios de educación básica, la cual es fundamental para continuar con capacitación posterior que proporcione las herramientas para acceder al mercado laboral.		

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.6 Grado promedio de escolaridad

Indicador / pregunta	¿Cuál es el nivel educativo de la población?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 1 a 3.2	Muy Alta	1.00
	De 3.3 a 5.4	Alta	0.75
	De 5.5 a 7.6	Media	0.50
	De 7.7 a 9.8	Baja	0.25
	De 9.9 o más	Muy Baja	0.00
Procedimiento	Este indicador lo proporciona el INEGI ya elaborado, lo obtiene de dividir la suma de los años aprobados desde el primero de primaria hasta el último año alcanzado de las personas de 15 años y más entre el total de la población de 15 años y más. Incluye a la población de 15 años y más, excluye a la población de 15 años y más con grados no especificados en algún nivel y a la población con nivel de escolaridad no especificado.		
Fórmula	$GPE = \frac{SAAP15a}{PT15a}$ Donde: GPE = Grado Promedio de Escolaridad SAAP15a = Suma de Años Aprobados desde Primero de Primaria hasta el último año alcanzado de la población de 15 años y más. PT15a = Población Total de 15 años y más		
Justificación	Refleja a la población que cuenta con menos de nueve años de educación formal, la educación secundaria es obligatoria para la conclusión del nivel básico de educación. Se considerará a la población mayor de 15 años que no ha completado la educación secundaria como población con rezago educativo.		

Fuente: CENAPRED

Uno de los factores importantes de prevención se establece dentro del sistema escolarizado, debido a la concientización que toman los jóvenes en lo referente a los peligros que puedan existir y la forma de enfrentarlos. Por otra parte, los indicadores en este rubro, están relacionados con la adopción de actitudes y conductas preventivas que contribuyen en la disminución de riesgos, debido al conocimiento que se puede obtener sobre fenómenos y riesgos. El contar datos educativos, así como la ubicación de los planteles, facilita la elaboración de este Atlas de Riesgo, estableciendo zonas de vulnerabilidad ante cualquier fenómeno.

Según datos del INEGI, en la Alcaldía Miguel Hidalgo hay una tasa de alfabetización de 99.62 % entre la población de 15 años y más; desagregado por sexos, en el mismo rango de edad, las mujeres cuentan con una tasa de 99.46% mientras que para los hombres la tasa es de 99.71%. La población total de personas mayores de 5 años y más que estudian y/o estudiaron la primaria fue de 355,838 para el año 2015.

Durante el ciclo escolar 2014-2015, se registraron, por nivel educativo, las siguientes estadísticas de alumnos egresados: preescolar, 15,652 alumnos; primaria, 35,029 alumnos; secundaria, 21,254 alumnos; educación media superior, 14,211 alumnos; y educación superior, 15,057 alumnos.

Mientras que el Grado Promedio de Escolaridad de la población de 15 años y más en 2010 fue de 11.9, es decir, el nivel de instrucción de la alcaldía corresponde a 11.9 años de educación formal, lo que significa primaria, secundaria completa y casi dos años de media superior.



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Por otra parte, en 2015 en lo referente al analfabetismo, grupo de población vulnerable por su condición, se registraron a 1,384 personas mayores de 15 años que no sabían leer ni escribir.

Otro dato importante que ayuda a identificar la vulnerabilidad, es el grupo de población de 15 años y más con primaria incompleta, cabe señalar, que este indicador al igual que el analfabetismo, es utilizado como variable para medir el índice de marginación. En 2015 según datos registrados en el Censo existían 31,274 habitantes de 15 años y más que solo concluyeron la primaria, el 8.5 % del total de la población.

Vivienda

La vivienda es el principal elemento de conformación del espacio social, ya que es el lugar en donde se desarrolla la mayor parte de la vida. La accesibilidad y las características de la vivienda determinan en gran medida la calidad de vida de la población.

En relación con los desastres, la vivienda es uno de los sectores que recibe mayores afectaciones. Los daños a la vivienda resultan ser, en algunos casos, uno de los principales parámetros para medir la magnitud de los desastres. Cuando el estado de una vivienda es precario, el número y la intensidad de los factores de riesgo que se presentan por diversos fenómenos resultan elevados y las amenazas a la salud de sus habitantes se elevan de igual manera. La vulnerabilidad de una vivienda, en una de sus tantas facetas, se reflejará tanto en los materiales de construcción, como en los servicios básicos con los que cuenta o de los que carece.

Para efectos de esta metodología se han tomado seis indicadores que permitirán establecer el grado de vulnerabilidad de la población con respecto a la calidad de su vivienda. Los primeros indicadores se refieren al número de viviendas que no cuentan con los servicios básicos (agua, luz y drenaje) ya que reflejarán una aproximación a la cantidad de viviendas que no cuenta con los satisfactores de necesidades básicas y de saneamiento de la población, lo cual incide directamente tanto en la comodidad, como en condiciones de salud de la población.

Tabla.7 Porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada

Indicador / Pregunta	¿Qué porcentaje de viviendas no cuentan con agua entubada?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 0 a 19.96	Muy Baja	0.00
	De 19.97 a 39.92	Baja	0.25
	De 39.93 a 59.88	Media	0.50
	De 59.89 a 79.84	Alta	0.75
	79.85 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Los datos para obtener este indicador se obtienen del Censo General de Población y Vivienda 2000 realizado por el INEGI. El porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada se obtiene de la diferencia del total de viviendas particulares habitadas y el total de viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada, el resultado se divide entre el total de viviendas y se multiplica por cien.		
Fórmula	$TVNDAE = TVPH - TVDAE$ Donde: TVNDAE = Total de Viviendas Particulares Habitadas que no disponen de Agua Entubada TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas TVDAE = Total de Viviendas Particulares Habitadas que Disponen de Agua Entubada $\%VND AE = \frac{TVNDAE}{TVPH} \times 100$ Donde: %VND AE = Porcentaje de Viviendas que no Disponen de Agua Entubada TVSAE = Total de Viviendas Particulares Habitadas que no disponen de Agua Entubada TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas		
Justificación	La falta de agua entubada en caso de desastre puede llegar a retrasar algunas labores de atención, ya que el llevar al lugar agua que cumpla con las mínimas medidas de salubridad toma tiempo y regularmente la obtención y el almacenamiento de agua en viviendas que no cuentan con agua entubada se lleva a cabo de manera insalubre.		

Fuente: CENAPRED



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales
de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Tabla 3 .8 Porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje

Indicador / Pregunta	¿Qué porcentaje de viviendas no cuenta con drenaje?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 1.21 a 20.96	Muy Baja	0.00
	De 20.97 a 40.71	Baja	0.25
	De 40.72 a 60.46	Media	0.50
	De 60.47 a 80.21	Alta	0.75
	80.22 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Este indicador se obtiene de la diferencia del total de viviendas particulares habitadas y el total de viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje. El resultado se divide entre el total de viviendas y se multiplica por cien. Los datos para obtener este indicador también se encuentran en el Censo General de Población y Vivienda 2000 realizado por INEGI.		
Fórmula	$TVND = TVPH - TVDD$ Donde: TVND = Total de Viviendas Particulares Habitadas que no disponen de Drenaje TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas TVDD = Total de Viviendas Particulares Habitadas que Disponen Drenaje $\%VND = \frac{TVND}{TVPH} \times 100$ Donde: %VND = Porcentaje de Viviendas que no disponen de Drenaje TVND = Total de Viviendas Particulares Habitadas que no Disponen de Drenaje TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas		
Justificación	La carencia de drenaje en una vivienda puede llegar a aumentar su vulnerabilidad frente a enfermedades gastrointestinales, las cuales en situaciones de desastre aumentan considerablemente.		

Fuente: CENAPRED

Tabla 9 Porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad

Indicador / Pregunta	¿Qué porcentaje de viviendas no cuenta con energía eléctrica?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 0 a 19.76	Muy Baja	0.00
	De 19.77 a 39.52	Baja	0.25
	De 39.53 a 59.28	Media	0.50
	De 59.29 a 79.04	Alta	0.75
	79.05 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Este indicador se obtiene de la diferencia del total de viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, el resultado se divide entre el total de viviendas y se multiplica por cien.		
Fórmula	$TVNDE = TVPH - TVDE$ Donde: TVNDE = Total de Viviendas Particulares Habitadas que no Disponen de Energía Eléctrica TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas TVDE = Total de Viviendas Particulares Habitadas que Disponen de Energía Eléctrica $\%VNDE = \frac{TVNDE}{TVPH} \times 100$ Donde: %VNDE = Porcentaje de Viviendas que no disponen de Energía Eléctrica TVNDE = Total de Viviendas Particulares Habitadas que no disponen de Energía Eléctrica TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas		
Justificación	La falta de energía eléctrica aumenta la vulnerabilidad de las personas frente a los desastres naturales, ya que el no contar con este servicio excluye a la población de formas de comunicación, asimismo la capacidad de respuesta se puede retrasar.		

Fuente: CENAPRED

Tabla.10 Porcentaje de viviendas con paredes de material de desecho y láminas de cartón

Indicador / Pregunta	¿Qué porcentaje de viviendas tienen paredes de material de desecho y láminas de cartón?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 0 a 3.84	Muy Baja	0.00
	De 3.85 a 7.68	Baja	0.25
	De 7.69 a 11.52	Media	0.50
	De 11.53 a 15.36	Alta	0.75
	15.37 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Se obtiene dividiendo el total de viviendas con paredes de material de desecho y láminas de cartón entre el total de viviendas y multiplicando el resultado por cien.		
Fórmula	$\%VPMD = \frac{TVPMD}{TVPH} \times 100$ Donde: %VPMD = Porcentaje de Viviendas con Paredes de Material de desecho y lámina de cartón TVPMD = Total de Viviendas Particulares Habitadas con Paredes de Material de desecho y lámina de cartón TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas		
Justificación	Este indicador mostrará el número de viviendas que por las características del material con que fue construida puede ser vulnerable frente a cierto tipo de fenómenos.		

Fuente: CENAPRED



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Tabla 3.11 Porcentaje de viviendas con piso de tierra

Indicador / pregunta	¿Qué porcentaje de viviendas tienen el piso de tierra?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 1.52 a 20.82	Muy Baja	0.00
	De 20.83 a 40.12	Baja	0.25
	De 40.13 a 59.42	Media	0.50
	De 59.43 a 78.72	Alta	0.75
	78.73 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Este porcentaje se obtiene de la diferencia del total de viviendas habitadas y el total de viviendas con piso de material diferente a tierra, el resultado se divide entre el total de viviendas habitadas y se multiplica por cien.		
Fórmula	$TVPT = TVPH - TVPMDT$ Donde: TVPT = Total de Viviendas Particulares Habitadas con Piso de Tierra TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas TVPMDT = Total de Viviendas Particulares Habitadas con Piso de Material Diferente de Tierra $\%VPT = \frac{TVPT}{TVPH} \times 100$ Donde: %VPT = Porcentaje de Viviendas con Piso de Tierra TVPT = Total de Viviendas Particulares Habitadas con Piso de Tierra TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas		
Justificación	Las viviendas de piso de tierra aumentan la vulnerabilidad de sus habitantes frente a desastres naturales, ya que el riesgo de contraer enfermedades es mayor y su resistencia frente a ciertos fenómenos es menor que otro tipo de construcciones.		

Fuente: CENAPRED

Tabla.12 Déficit de vivienda

Indicador / pregunta	¿Cuál es el déficit de vivienda?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 1.63 a 13.72	Muy Baja	0.00
	De 13.73 a 25.81	Baja	0.25
	De 25.82 a 37.90	Media	0.50
	De 37.91 a 49.99	Alta	0.75
	50.00 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	El déficit de vivienda se obtiene de la diferencia del total de hogares y el total de viviendas, éste resultado representa el número de viviendas faltantes para satisfacer la demanda de hogares. A este resultado se le suman las viviendas construidas con material de desecho y lámina de cartón así como las viviendas con piso de tierra. El resultado representa tanto las viviendas nuevas que se requieren, sumado a las viviendas que necesitan mejoramiento. Para efectos de esta metodología el resultado deberá ser un porcentaje.		
Fórmula	$DV = \frac{TH - TVPH + TVPMD + TVPT}{TVPH} \times 100$ Donde: DV = Déficit de Vivienda TH = Total de Hogares TVPH = Total de Viviendas Particulares Habitadas TVPMD = Total de Viviendas Particulares Habitadas con Paredes de Material de desecho y lámina de cartón TVPT = Total de Viviendas Particulares Habitadas con Piso de Tierra		
Justificación	El déficit de vivienda es el resultado de un explosivo crecimiento demográfico, la inequitativa distribución de la riqueza, la falta de financiamiento de algunos sectores de la población para poder adquirir una vivienda. Además el problema no sólo se remite a la insuficiencia de la vivienda si no también a las condiciones de la misma.		

Fuente: CENAPRED

En la Alcaldía Miguel Hidalgo, en 2015 INEGI registro un total de 128,042 viviendas, con un promedio de 2.85 habitantes por vivienda. El porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada es de 3.0 %; el porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje es de 0.9%; el porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad es de 0 %; el porcentaje de viviendas con paredes de material de desecho y láminas de cartón es de 0.6% y el porcentaje de viviendas con piso de tierra es de 0.04 %. Déficit de vivienda es 7.24.

Empleo e ingresos

Estos indicadores son fundamentales en esta metodología ya que aportarán elementos acerca de la generación de recursos que posibilita el sustento de las personas. La importancia de este indicador no se puede dejar de lado, ya que las cifras en México demuestran la existencia de una gran desigualdad en la distribución de los ingresos.

Los indicadores de la condición de empleo e ingresos se refieren principalmente a una situación vulnerable tanto en el plazo inmediato, donde la condición de vida es precaria y las familias de bajos ingresos sólo pueden atender sus necesidades inmediatas, y en el largo plazo, se reflejaría en cuanto a la capacidad de prevención y respuesta que potenciaría la vulnerabilidad en caso de un desastre. En este rubro se incluyen 3 indicadores.



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Tabla 3.13 Porcentaje de la población económicamente activa (PEA) que recibe ingresos de menos de 2 salarios mínimos

Indicador / pregunta	¿Qué porcentaje de la PEA recibe menos de dos salarios mínimos?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 18.41 a 34.50	Muy Baja	0.00
	De 34.51 a 50.59	Baja	0.25
	De 50.60 a 66.68	Media	0.50
	De 66.69 a 82.77	Alta	0.75
	82.78 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Se obtiene de dividir a la PEA que recibe hasta 2 salarios mínimos entre el total de la PEA y el resultado se multiplica por cien. Este indicador se puede obtener ya estimado en el Consejo Nacional de Población, información disponible en la página de internet www.conapo.gob.mx .		
Fórmula	$\%PEA = \frac{PH2SM}{PEA} \times 100$ Donde: %PEA = Porcentaje de la Población Económicamente Activa PH2SM = Población que Percibe hasta 2 Salarios Mínimos PEA = Población Económicamente Activa		
Justificación	Aún cuando son diversos los factores que influyen en la determinación de los salarios, las remuneraciones guardan relación con la productividad en el trabajo, además este indicador proporcionará de manera aproximada el porcentaje de la población que no puede satisfacer sus necesidades básicas de alimentación, vivienda, salud, etc.		

Fuente: CENAPRED

Tabla 3 .14 Razón de dependencia

Indicador / pregunta	¿Cuántas personas dependen de la PEA?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 37.72 a 57.69	Muy Baja	0.00
	De 57.70 a 77.66	Baja	0.25
	De 77.67 a 97.63	Media	0.50
	De 97.64 a 117.60	Alta	0.75
	117.60 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	La razón de dependencia se obtiene de la suma del total de las personas que por su edad se consideran como dependientes (menores de 15 años y mayores de 64 años) entre el total de personas que por su edad se identifican como económicamente productivas (mayores de 15 años y menores de 64 años).		
Fórmula	$RD = \frac{P0_14a + P65a}{P15_64a} \times 100$ Donde: RD = Razón de Dependencia P0_14a = Población de 0 a 14 años P65a = Población de 65 años y más P15_64a = Población de 15 a 64 años		
Justificación	Mientras mayor sea la razón de dependencia, más personas se verán en desventaja frente a un desastre de origen natural ya que su capacidad de respuesta y prevención prácticamente va a ser nula.		

Fuente: CENAPRED

Tabla.15 Tasa de desempleo abierto

Indicador / pregunta	¿Cuántas personas desocupadas hay con respecto a la PEA?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 0 a 3.09	Muy Baja	0.00
	De 3.10 a 6.18	Baja	0.25
	De 6.19 a 9.27	Media	0.50
	De 9.28 a 12.36	Alta	0.75
	12.37 ó más	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Para obtener la Tasa de Desempleo Abierto es necesario dividir el número de personas desocupadas entre la PEA y multiplicar el resultado por cien.		
Fórmula	$TDA = \frac{NoPD}{PEA} \times 100$ Donde: TDA = Tasa de Desempleo Abierto NoPD = Número de Personas Desocupadas PEA = Población Económicamente Activa		
Justificación	Este indicador se refiere directamente a la situación de desempleo que influye sobre la capacidad de consumo de la población así como en la capacidad de generar los recursos que posibiliten la adquisición de bienes satisfactorios.		

Fuente: CENAPRED

Mediante la identificación de las características de la población económicamente activa, es posible localizar aquellos sectores susceptibles de sufrir daño, en su persona o bienes que posea. En este sentido, se presentan algunos indicadores que permitirán asociar elementos para determinar la vulnerabilidad social



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

ante los desastres naturales, definida como la serie de factores económicos, sociales y culturales que determinan el grado en el que un grupo social está capacitado para la atención de la emergencia, su rehabilitación y recuperación frente a un desastre.

La población económicamente activa, es aquella población que están en edad de trabajar, que se encuentran ocupados en algún sector de la economía y que son remunerados por su trabajo. Con base en datos obtenidos de INEGI en la encuesta intercensal 2015, la Población Económicamente Activa en la alcaldía era de 222,484 personas, es decir, de los habitantes que ocupan el grupo de edad de 12 años y más, el 61.05 % de este grupo de edad se encontraba de manera activa, de los cuales, el 53.9 % eran hombres, y el restante 46.21 % eran mujeres.

Por otra parte, se encuentran la Población Económicamente Inactiva, en este indicador se consideran a las personas de 12 años y más, pensionados o jubilados, estudiantes, personas que tienen alguna limitación física o mental permanente que les impide trabajar, así como a las personas dedicadas al quehacer del hogar, estas últimas son consideradas debido a que no perciben un salario. Cabe señalar que este grupo de personas son clasificadas con mayor vulnerabilidad debido a su condición económica. En 2015 se registraron a un total de 141,022 personas como económicamente inactivas, de las cuales predominan las mujeres con el 72.4%, mientras que en los hombres, sólo el 27.6% se mantenía inactivo, siendo las mujeres el grupos con mayor vulnerabilidad.

En la Alcaldía Miguel Hidalgo, la Población Económicamente Activa es de 222,484 personas; el porcentaje de la PEA que recibe hasta 2 salarios mínimos es de 14.43 %; la población de 0 a 14 años es de 249,056; la población de 65 años y más es de 36,057; la población de 15 a 64 años es de 1,070,673; la razón de dependencia es de 39.3 %; el número de personas desocupadas es de 37,497; y finalmente la tasa de desempleo abierto es de 5.99%.

Población

Para efectos de esta guía, se consideran principalmente tres aspectos sociales de la población: dos de ellos se refieren a la distribución y dispersión de los asentamientos humanos y el tercero a los grupos étnicos que cuyas condiciones de vida se asocian a diferencias culturales y sociales, y que a su vez representan uno de los grupos más marginados del país.

Tabla.16 Densidad de población

Indicador / pregunta	¿Cuál es el grado de concentración de la población en el territorio?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	De 1 a 99 Habitantes por km ²	Muy Baja	0.00
	De 100 a 499 Habitantes por km ²	Baja	0.25
	De 500 a 999 Habitantes por km ²	Media	0.50
	De 1,000 a 4,999 Habitantes por km ²	Alta	0.75
	Más de 5,000 habitantes por km ²	Muy Alta	1.00
Procedimiento	Se obtiene de dividir el total de la población de un territorio determinado entre la superficie del mismo. El resultado indica el número de habitantes por kilómetro cuadrado.		
Fórmula	$DP = \frac{PT}{ST}$ Donde: DP = Densidad de Población PT = Población Total ST = Superficie Territorial		
Justificación	La densidad, más que un problema de sobrepoblación, refleja un problema de mala distribución de la población, además de que la tasa de crecimiento es elevada, el problema se agudiza por la migración del medio rural a las ciudades. Cuando la gente se encuentra concentrada en un área limitada, una amenaza natural puede tener un impacto mayor.		

Fuente: CENAPRED

Tabla.17 Porcentaje de la población de habla indígena

Indicador / pregunta	¿La población es predominantemente indígena?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	Más del 40% de la población	Predominantemente indígena	1.00
	Menos del 40% de la población	Predominantemente no indígena	0.00
Procedimiento	Se obtiene de dividir a la población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena entre el total de la población de 5 años y más, el resultado se multiplica por cien. El INEGI establece que para considerar a una población predominantemente indígena al menos el 40% de la población debe hablar alguna lengua indígena.		
Fórmula	$\%PI = \frac{P5HLI}{P5} \times 100$ Dónde: %PI = Porcentaje de Población Indígena P5HLI= Población de 5 años y más que Habla una Lengua Indígena P5 = Población de 5 años y más		
Justificación	La mayoría de los municipios donde se asienta la población indígena, presenta una estructura de oportunidades muy precaria, lo cual se refleja en condiciones de vulnerabilidad de esta población.		

Fuente: CENAPRED



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Tabla.18 Dispersión poblacional

Indicador / pregunta	¿Qué porcentaje de la población habita en localidades pequeñas?	Condición de Vulnerabilidad	Valor asignado
Rangos	de 0 a 9.9	Muy Bajo	0.00
	de 10 a 19.9	Bajo	0.25
	de 20 a 29.9	Medio	0.50
	de 30 a 39.9	Alto	0.75
	40 o más	Muy Alto	1.00
Procedimiento	Se consideran localidades pequeñas a las menores de 2,500 habitantes. Con lo cual se calcula el porcentaje de personas con respecto al total de la población de un territorio determinado.		
Fórmula	$DiPo = \frac{TPM\ 2500hb}{PT} \times 100$ Donde: DiPo = Dispersión Poblacional TPM2500hb = Total de la Población que Habita en Localidades Menores a 2,500 Habitantes PT = Población Total		
Justificación	La dispersión poblacional se manifiesta principalmente en localidades pequeñas cuyas condiciones de escasez y rezago en la disponibilidad de servicios públicos representan un problema. Estas localidades presentan las mayores tasas de fecundidad, mortalidad infantil y ausencia o deficiencia de servicios básicos: agua, drenaje, electricidad, telefonía y caminos de acceso.		

Fuente: CENAPRED

La densidad de población se refiere a la distribución del número de habitantes a través de la superficie territorial, que es de 46.99 km², entre la población total 364,439 habitantes; lo que corresponde a 7,719 habitantes por kilómetro cuadrado, o bien a 77.1 habitantes por hectárea; se hace notar que a nivel estatal la densidad promedio es de 56.9 habitantes por km², lo que muestra la alta densidad demográfica que prevalece para esta alcaldía.

En lo que se refiere a la distribución de la población en función de las áreas geoestadísticas básicas, los habitantes se concentran con mayor énfasis en las zonas residenciales del sureste, así como en el noreste. Cabe señalar, que esta concentración relativa de población se expresa fundamentalmente en las zonas habitacionales de menores ingresos, en contraposición a las áreas de mayor ingreso económico.

Por otro lado, la población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena es de 3,279 personas; el porcentaje de la población de habla indígena es de 0.93 % y la dispersión de la población es de

La primera parte de la metodología fue diseñada para evaluar los principales aspectos que propician la vulnerabilidad social, los cuales se acentúan en caso de desastre.

En esta parte de la metodología se incluyen 18 indicadores, los cuáles se obtendrán a partir de datos estadísticos, tres referentes a la salud, tres referentes a educación, seis para vivienda, tres para empleo e ingresos y tres para población. Cada indicador incluye una tabla que describe los rangos de medición y la descripción del indicador.

Para el caso del déficit de vivienda, se consideró que a partir del 50%, el déficit de vivienda respecto al total de hogares en la alcaldía es severo.

En el caso de porcentaje de habla indígena sólo se proponen dos valores, ya que se establece que una población es predominantemente indígena si existen un 40% o más, hablantes indígenas.

Los valores que se establecen para cada rango serán de entre 0 y 1, donde 1 corresponde al nivel más alto de vulnerabilidad, y 0 al nivel más bajo.

El individuo que aplique la metodología hará el cálculo para cada uno de los indicadores según la fórmula que se incluye en las tablas, obteniendo, en la mayoría de los casos, la información del Censo de Población y Vivienda. Una vez elaborada la evaluación para cada indicador, se le dará el valor establecido en la tabla según el rango que corresponda.

Es necesario remarcar la necesidad de la utilización del Censo de Población y Vivienda publicado por el INEGI para la realización de esta parte de la metodología ya que en él se encontrarán los resultados particulares para cada municipio de donde se pueden calcular todos los indicadores que se requieren.

Así, una vez establecidos los valores de cada indicador, se obtendrá el promedio para cada rubro por lo que existirá un promedio para salud, uno para vivienda, etc. Se calcula el promedio simple de los indicadores para dar el mismo peso a cada indicador. Una vez obtenido, se sumarán los resultados de cada gran rubro (educación, salud, vivienda, etc.) y se dividirá entre 5 para obtener el promedio total. Finalmente, este promedio total será el valor final para la primera parte de esta metodología.

Indicadores socioeconómicos = Promedio Total Final Obtenido de la Primera Parte

Tabla.19 Indicadores socioeconómicos

Indicador	Valor Asignado
Médicos por cada 1,000 habitantes	0.00
Tasa de mortalidad infantil	0.00
Porcentaje de la población no derechohabiente	0.00
Porcentaje de analfabetismo	0.00
Porcentaje de población de 6 a 14 años que asiste a la escuela	0.00
Grado promedio de escolaridad	0.00
Porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada	0.00
Porcentaje de viviendas sin servicio de drenaje	0.00
Porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad	0.00
Porcentaje de viviendas con paredes de material de desecho y láminas de cartón	0.00
Porcentaje de viviendas con piso de tierra	0.00
Déficit de vivienda	0.00
Porcentaje de la población económicamente activa (PEA) que recibe ingresos de menos de 2 salarios mínimos	0.00
Razón de dependencia	0.00
Tasa de desempleo abierto	0.25
Densidad de población	1.00
Porcentaje de la población de habla indígena	0.00
Dispersión poblacional	0.00
Promedio de los indicadores socioeconómicos	0.06
Resultado del primer cuestionario de la metodología	0.06

Fuente: elaboración propia.



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

3.1.2 Capacidad de respuesta

Esta parte se enfoca a la capacidad de prevención y de respuesta, la cual se refiere a la preparación antes y después de un evento de las autoridades y de la población. El principal objetivo en esta segunda parte es evaluar de forma general el grado en el que se encuentra capacitado la Dirección de Protección Civil en la alcaldía para incorporar conductas preventivas y ejecutar tareas para la atención de la emergencia, lo cual complementará el grado de vulnerabilidad social, según los indicadores descritos anteriormente. Esta parte consta de un cuestionario cuya importancia radica en el conocimiento de los recursos, programas y planes con los que dispone la Unidad de Protección Civil Municipal en caso de una emergencia, por lo que está dirigido al responsable de ésta.

Dentro de los problemas comunes ocasionados al presentarse un desastre se encuentran: el desplazamiento de la población, las enfermedades transmisibles, problemas de alimentación y nutrición, los problemas de suministro de agua y saneamiento y el daño a la infraestructura de viviendas, centros educativos, vías de comunicación, servicios públicos básicos, presas y áreas de cultivo entre otros.

Tomando en cuenta los efectos anteriores, la capacidad de prevención y respuesta debe considerar acciones para planificar, organizar y mejorar las condiciones existentes frente a los posibles efectos de los eventos adversos.

A continuación, se muestran las plantillas de las preguntas que se incluyen en el cuestionario, cada pregunta es explicada mediante un razonamiento y tiene una pequeña tabla de rangos de donde se obtendrá el puntaje para cada pregunta dependiendo de la respuesta. Al final se sumará el puntaje de cada una de las preguntas obteniendo un valor entre 0 y 22.

Tabla.20 Capacidad de prevención y respuesta 1

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 1
Indicador / pregunta	¿El municipio cuenta con una unidad de protección civil o con algún comité u organización comunitaria de gestión del riesgo que maneje la prevención, mitigación, preparación y la respuesta?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Es fundamental el conocimiento de la existencia de una unidad de protección civil o alguna organización de este tipo, ya que será la responsable de llevar a cabo un plan, así como la organización de la respuesta. En un futuro, lo ideal sería que además de la unidad de protección civil municipal se contara también con grupos locales de manejo de emergencias. Estos grupos tendrían la posibilidad de influir en las decisiones para ayudar a reducir la vulnerabilidad y el manejo de los riesgos.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.21 Capacidad de prevención y respuesta 2

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 2
Indicador / pregunta	¿Cuenta con algún plan de emergencia?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Otro aspecto fundamental es la existencia de planes de acción, de emergencia o de contingencia, lo cual determinará las normas y describirá los peligros, los actores y responsables en caso de algún evento adverso. El plan de emergencia será el instrumento para dar respuesta y para la recuperación en caso de una emergencia. Describirá las responsabilidades y el manejo de las estrategias y los recursos. El plan de emergencia dependerá de la particularidad de cada lugar y los detalles de los planes serán distintos para cada municipio.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.22 Capacidad de prevención y respuesta 3

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 3
Indicador / pregunta	¿Cuenta con un consejo municipal el cual podría estar integrado por autoridades municipales y representantes de la sociedad civil para que en caso de emergencia organice y dirija las acciones de atención a la emergencia?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Este consejo municipal es fundamental para el manejo de riesgos y desastres en una comunidad, ya que facilita la comunicación. Se requiere del compromiso de todos los actores relevantes para la respuesta y la atención de la emergencia. El Consejo puede estar conformado por autoridades municipales, regidores, síndicos, representantes de alguna organización, etc.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.23 Capacidad de prevención y respuesta 4

Nombre del Indicador	Capacidad de respuesta	No. 4
Indicador / pregunta	¿Existe una normatividad que regule las funciones de la unidad de Protección Civil (p. ej. manual de organización)?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Es fundamental el conocimiento de la normatividad la cuál delimita las funciones de la unidad de protección civil para poder determinar su capacidad de respuesta y el impacto que tiene para ayudar a disminuir la vulnerabilidad de la población	

Fuente: CENAPRED



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales
de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Tabla 3.24 Capacidad de prevención y respuesta 5

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 5
Indicador / pregunta	¿Conoce algún programa de apoyo para la prevención, mitigación y/o atención de desastres?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Para asegurar que el daño sufrido durante un desastre pueda ser reparado de manera rápida, así como para darle la continuidad a las acciones, es de fundamental importancia que los encargados de la protección civil estén informados acerca de los programas de apoyo que pudiesen existir, ya sea provenientes del mismo gobierno, de la iniciativa privada, de organizaciones no gubernamentales, etc. Al ubicar las posibilidades de acceder a apoyos para enfrentar la emergencia permite reducir los tiempos para la vuelta a la normalidad. Existen diferentes instituciones y organismos que tienen programas de apoyo para prevenir y atender desastres. Por ejemplo la repartición de cobertores en zonas afectadas por bajas temperaturas.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.25 Capacidad de prevención y respuesta 6

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 6
Indicador / pregunta	¿Cuenta con algún mecanismo de alerta temprana?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	El sistema de alerta, es una señal que indica que se puede producir o se ha producido un evento, este sistema puede emanar de la propia comunidad y ser administrado por un organismo identificado como el responsable de comunicar a la población. La alerta temprana es una de las bases para la reducción de desastres. Su fin principal es la prevención a individuos y comunidades expuestas a amenazas naturales, que permita reaccionar con anticipación y de manera apropiada para reducir la posibilidad de daños tanto humanos como materiales. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que en algunos casos aun teniendo las habilidades y procedimientos correctos las comunidades no pueden responder apropiadamente a estos sistemas, por presentar problemas relacionados con la planificación de recursos respecto a las opciones de protección disponibles que se pueden utilizar de forma temporal.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.26 Capacidad de prevención y respuesta 7

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 7
Indicador / pregunta	¿Cuenta con canales de comunicación (organización a través de los cuáles se pueda coordinar con otras instituciones, áreas o personas en caso de una emergencia)?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	La definición de canales de comunicación a través de los cuales se llevan a cabo los mecanismos de coordinación, es de fundamental importancia, ya que en el caso de emergencia el responsable de la unidad u organización siempre deberá tener a la mano los teléfonos de los organismos o personas que puedan ayudar. Es importante tener en cuenta, que la comunicación debe mantenerse no sólo en situaciones de emergencia, sino constantemente con el fin de realizar acciones de prevención como simulacros.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.27 Capacidad de prevención y respuesta 8

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 8
Indicador / pregunta	¿Las instituciones de salud municipales cuentan con programas de atención a la población (trabajo social, psicológico, vigilancia epidemiológica) en caso de desastre?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	El conocimiento de la vulnerabilidad del sector salud es esencial. Es uno de los principales elementos en la capacidad de respuesta ya que éste será el encargado de atender los daños a la salud en caso de desastre. En este caso, es de fundamental importancia contar con programas de promoción de salud, prevención y control de enfermedades. El desarrollo de medidas de reducción de desastres depende de la fuerza de las instituciones locales por lo que es importante el fortalecimiento de las mismas.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.28 Capacidad de prevención y respuesta 9

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 9
Indicador / pregunta	¿Tiene establecidas las posibles rutas de evacuación y acceso (caminos y carreteras) en caso de una emergencia y/o desastre?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	El establecimiento de las rutas de acceso y evacuación en caso de un desastre es muy importante, principalmente en las comunidades más aisladas, ya que son éstas más vulnerables cuando se trata de evacuaciones, ayuda de recursos y servicios en una situación después del desastre. En este caso, sería también importante elaborar algún tipo de recuento que indique si en años anteriores la comunidad se ha quedado aislada por el bloqueo de acceso físico a causa de un desastre.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.29 Capacidad de prevención y respuesta 10

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 10
Indicador / pregunta	¿Tiene establecidos los sitios que pueden fungir como helipuertos?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Al igual que en el punto anterior, es importante establecer los sitios que pueden fungir como helipuertos en caso de un desastre, para que se facilite la ayuda en la emergencia y sea más fácil el flujo de recursos.	

Fuente: CENAPRED



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales
de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Tabla.30 Capacidad de prevención y respuesta 11

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 11
Indicador / pregunta	¿Tiene ubicados los sitios que pueden funcionar como refugios temporales en caso de un desastre?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Es importante elaborar con anterioridad refugios que queden establecidos en los planes de emergencia la previsión de la ubicación de lugares para la concentración de damnificados para lograr una mejor organización en caso de presentarse una emergencia.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.31 Capacidad de prevención y respuesta 12

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 12
Indicador / pregunta	¿Tiene establecido un stock de alimentos, cobertores, colchonetas y pacas de lámina de cartón para casos de emergencia?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	La existencia de fondos o del stock, indica una concientización sobre los riesgos en caso de desastre por parte de la administración municipal. El fondo local puede movilizarse de manera más rápida que uno nacional, por lo que se considera como un instrumento de respuesta rápida. En este caso es importante también fijar los espacios posibles para el almacenamiento de ayuda (despensas, cobijas, etc.).	

Fuente: CENAPRED

Tabla.32 Capacidad de prevención y respuesta 13

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 13
Indicador / pregunta	¿Tiene establecido un vínculo con centros de asistencia social (DIF, DICONSA, LICONSA, etc.) para la operación de los albergues y distribución de alimentos, cobertores, etc.?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	En caso de desastre puede ser de gran utilidad la ayuda de centros de asistencia social (como el DIF, DICONSA, LICONSA, etc.) u otros organismos para la recepción, almacenamiento y distribución de apoyos, así como para la operación de los albergues para los damnificados, ayudando también en la atención médica, protección social y la capacitación y canalización de las donaciones que pudieran hacer el sector público y privado, así como garantizar que esta ayuda llegue de manera oportuna a los albergues. Entre los muchos apoyos que puede brindar, se encuentra la ubicación de nuevos albergues en caso de que se llegaran a necesitar, así como la difusión de los mismos.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.33 Capacidad de prevención y respuesta 14

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 14
Indicador / pregunta	¿Se llevan a cabo simulacros en las distintas instituciones (escuelas, centros de salud, etc.) sobre qué hacer en caso de una emergencia y promueve un Plan Familiar de Protección Civil?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Es importante el establecimiento de simulacros no sólo en las instituciones, sino que el involucramiento de la comunidad en los procesos de planificación ayudaría en gran medida a la mitigación de los desastres, en el proceso de hacer partícipe a la comunidad, la promoción de la creación de planes familiares de Protección Civil es de gran ayuda. En el caso de instituciones como hospitales, escuelas y edificios grandes es necesario ensayar lo que los ocupantes deben hacer en caso de una emergencia.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.34 Capacidad de prevención y respuesta 15

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 15
Indicador / pregunta	¿Cuenta con un número de personal activo?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Es importante contar con cierto número de elementos capacitados en materia de protección civil que pueda atender de manera inmediata tanto al recibimiento de información, como a la difusión de la misma bajo esquemas de coordinación pre-establecidos para la atención de un imprevisto de manera eficaz.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.35 Capacidad de prevención y respuesta 16

Nombre del Indicador	Capacidad de respuesta	No. 16
Indicador / pregunta	¿El personal esta capacitado para informar sobre qué hacer en caso de una emergencia?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	La capacitación de los elementos de la unidad de protección civil, es fundamental, ya que entre mayor sea ésta podrán brindar una mejor atención, tanto en materia de prevención como de atención de la emergencia.	

Fuente: CENAPRED



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Tabla.36 Capacidad de prevención y respuesta 17

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 17
Indicador / pregunta	¿Cuenta con mapas o croquis de su localidad que tengan identificados puntos críticos o zonas de peligro?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	El contar con mapas o con croquis de la localidad facilitará en gran medida las acciones a tomar en el municipio o localidad al contar con la ubicación de varios de los aspectos mencionados anteriormente, como la ubicación de rutas de evacuación, refugios temporales, la localización de un posible helipuerto, etc. , así como zonas críticas y/o de peligro.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.37 Capacidad de prevención y respuesta 18

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 18
Indicador / pregunta	¿Cuenta con el equipo necesario en su unidad para la comunicación tanto para recibir como para enviar información (computadora, internet, fax, teléfono, etc.)?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	El equipamiento en una unidad de protección civil será completo en la medida en que cuente con los elementos básicos tanto para recibir información de manera rápida y oportuna, así como para enviar la misma de manera efectiva en el menor tiempo posible.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.38 Capacidad de prevención y respuesta 19

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 19
Indicador / pregunta	¿Cuenta con acervos de información históricos de desastres anteriores y las acciones que se llevaron a cabo para atenderlos?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	El poseer acervos de información de sucesos anteriores proporciona una idea de los eventos más recurrentes en el lugar, lo que permitirá establecer medidas de acción específicas para la atención de un evento similar. Asimismo, a partir del conocimiento de las acciones de atención que se llevaron a cabo con anterioridad sentará las bases para nuevos planes de acción y en su caso para mejorar procedimientos de acción.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.39 Capacidad de prevención y respuesta 20

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 20
Indicador / pregunta	¿Cuenta con equipo para comunicación estatal y/o municipal (radios fijos, móviles y/o portátiles)?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	La comunicación es de vital importancia, tanto con otras unidades de protección civil municipales como con la protección civil estatal, ya que esto agilizará las acciones en caso de la ocurrencia de una emergencia. Asimismo, en el caso de la comunicación municipal, el personal de la unidad debe contar con equipo que les permita comunicarse entre ellos para mantenerse siempre informados de los acontecimientos dentro de su localidad en el caso de una emergencia.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.40 Capacidad de prevención y respuesta 21

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 21
Indicador / pregunta	¿Cuenta con algún Sistema de Información Geográfica (SIG) para procesar y analizar información cartográfica y estadística con el fin de ubicar con coordenadas geográficas los puntos críticos en su localidad?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Estos sistemas ayudarán en gran medida a sistematizar y a ubicar con coordenadas geográficas (georeferenciar) la información de su municipio, lo que facilitaría en gran medida las acciones de prevención en el municipio, ya que puede establecer los sitios de mayores concentraciones de población, elaborar análisis espaciales de vulnerabilidad, peligro y riesgo, evaluación y prevención de riesgos, ordenamiento ecológico, planeación regional, etc.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.41 Capacidad de prevención y respuesta 22

Nombre del Indicador	Capacidad de prevención y respuesta	No. 22
Indicador / pregunta	¿Cuenta con algún sistema de Geo Posicionamiento Global (GPS) para georeferenciar puntos críticos en su localidad?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Estos sistemas facilitarán (al igual que los mapas y los SIG) la localización tanto de lugares estratégicos así como del establecimiento de las rutas de acceso, de evacuación, los radios de afectaciones etc. que agilizará en gran medida las acciones en la atención de emergencias.	

Fuente: CENAPRED

La segunda parte de la metodología se elabora a nivel cualitativo. Consiste en un cuestionario diseñado para conocer de manera general la capacidad de prevención y respuesta ante una emergencia por parte de la alcaldía y está dirigido hacia los responsables de la unidad de protección civil municipal. Al igual que en la primera parte de la metodología, se incluye al final de este capítulo un anexo con la descripción de cada indicador, así como sus rangos de medición.

Para la segunda parte se llevó a cabo la revisión de varios planes de emergencia a nivel municipal de México y América Latina y se incluyeron los aspectos más relevantes según lo investigado.



El cuestionario consta de 24 preguntas. Para hacer más fácil la medición en este caso las respuestas serán cerradas, dando un valor de “0” a Sí y “1” a No.

Cabe aclarar que en el cuestionario el valor más bajo será para “Sí” ya que este representará una mayor capacidad de prevención y respuesta y por consiguiente una menor vulnerabilidad.

Asimismo, en el momento de buscar el valor en la tabla final, éste deberá coincidir con el grado de vulnerabilidad, siendo así, una mayor capacidad de prevención y respuesta significa menor vulnerabilidad y viceversa, por lo que una baja capacidad de prevención y respuesta de rangos significará una mayor vulnerabilidad y tendrá como valor más alto el 1.

Se sumará el resultado de cada pregunta y se buscará el valor que le corresponda en la tabla de llenado del cuestionario, tomando en cuenta que entre menor es la capacidad de prevención y respuesta, es más alto el grado de vulnerabilidad. Este será el segundo valor de la metodología.

Tabla 3.42 Capacidad de prevención y respuesta

Indicador	Valor Asignado
Capacidad de prevención y respuesta 1	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 2	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 3	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 4	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 5	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 6	1.00
Capacidad de prevención y respuesta 7	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 8	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 9	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 10	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 11	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 12	1.00
Capacidad de prevención y respuesta 13	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 14	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 15	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 16	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 17	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 18	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 19	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 20	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 21	0.00
Capacidad de prevención y respuesta 22	0.00
Promedio de la capacidad de prevención y respuesta	0.04
Resultado de la capacidad de prevención y respuesta	0.04

Fuente: elaboración propia.

3.1.3 Percepción local

La tercera parte también consta de un cuestionario y se refiere a la percepción local de riesgo, es decir, el imaginario colectivo que tiene la población acerca de las amenazas que existen en su comunidad y de su grado de exposición frente a las mismas.

Dicho cuestionario nos permitirá conocer la percepción local del riesgo que se tiene en la región (estado, municipio etc.), con lo que se pueden elaborar procedimientos y medidas de prevención que sean aceptados y llevados a cabo por la población en conjunto con las dependencias responsables.

En las dos partes anteriores de la metodología se consideraron tanto las características de la población como la capacidad de prevención y respuesta de las unidades de protección civil. La percepción local constituye la tercera parte de la metodología, ya que se considera fundamental para conocer la vulnerabilidad social de la población frente a los desastres.

En muchas ocasiones la población no tiene una percepción clara del peligro que representa una amenaza de tipo natural o antrópica en su localidad, lo que incide directamente en la capacidad de respuesta de la población ante un desastre.

Para complementar la metodología se incluye un cuestionario de 25 preguntas que buscarán de manera muy general dar un panorama de la percepción de la población acerca del riesgo. En este caso, la importancia de las preguntas se enfoca tanto a la percepción de los peligros en su entorno, así como a la manera en que consideran las acciones preventivas en su comunidad y la información o preparación que poseen acerca de cómo enfrentar una emergencia.

Las preguntas del cuestionario se diseñaron con el objetivo de que a cada respuesta se le pudiera asignar un valor entre 0 y 1. Los rangos en algunos casos son distintos según la naturaleza de la pregunta, sin embargo, el valor de las respuestas se situará entre los rangos establecidos para las dos fases anteriores.

El valor 0 se le asignará a la respuesta que mayor percepción local del riesgo presente según las respuestas preestablecidas, lo que significa que su grado de vulnerabilidad será menor, contrariamente se le aplicará el valor más alto (que en este caso es 1) a la respuesta que menor percepción posea, ya que entre menor sea ésta, el grado de vulnerabilidad será mayor. De una manera muy general, el cuestionario es una primera aproximación para conocer la opinión de la población en esta materia. En este sentido, la información que se pueda obtener en esta tercera parte puede despertar el interés para producir información más particular según el municipio, la cual pudiera resultar útil en la toma de decisiones de los organismos de atención de emergencias en lo referente al comportamiento de la población.

Cabe resaltar que los resultados obtenidos serán mucho más variados que en las dos fases anteriores, ya que dependerán de las características de la población en la comunidad, como de las condiciones geográficas de la misma. A continuación, se presentan las plantillas de cada pregunta del cuestionario de percepción local, en la plantilla se muestra tanto la pregunta como una pequeña explicación de la razón por la que se incluye.



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Tabla 3.43 Percepción local 1

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 1
Indicador / pregunta	¿Dentro de los tipos de peligro que existen (ver cuadro) cuántos tipos de fuentes de peligro identifica en su localidad?	
Geológicos: Sismos Maremotos Volcanes Flujos de lodo Deslizamientos de suelo (deslaves) Hundimientos y Agrietamientos	Hidrometeorológicos: Ciclones Inundaciones pluviales y fluviales Granizadas Nevadas y Heladas Lluvias torrenciales y trombas Tormentas eléctricas Vientos Temperaturas extremas Sequías Erosión	Químicos: Incendios forestales Incendios Urbanos Explosiones Fugas y derrames de sustancias peligrosas Fuentes móviles
Rangos	De 1 a 5	1.00
	De 6 a 13	0.50
	14 o más	0.00
Razonamiento	Si alguna de las amenazas anteriormente expuestas se ha presentado en el municipio, existe la posibilidad de que ésta se llegue a presentar otra vez. Se deben usar registros para verificar y complementar la información, dado que en muchos casos esta información es útil para crear las medidas preventivas adecuadas.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.44 Percepción local 2

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 2
Indicador / pregunta	Respecto a los peligros mencionados en la pregunta no. 1 recuerda o ¿sabe si han habido emergencias asociadas a estas amenazas en los últimos años?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Una situación de emergencia se refiere a un evento que haya causado la pérdida de vidas o bienes de la población, bajo esta óptica, será importante conocer la memoria colectiva acerca de estas situaciones en los municipios a estudiar.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.45 Percepción local 3

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 3
Indicador / pregunta	¿Considera que un fenómeno natural se puede convertir en desastre?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Es importante conocer que un fenómeno natural se puede convertir en un desastre y que afecta actividades de la población	

Fuente: CENAPRED

Tabla.46 Percepción local 4

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 4
Indicador / pregunta	¿Considera que su vivienda está localizada en un área susceptible de amenazas (que se encuentre en una ladera, en una zona sísmica, en una zona inundable, etc.)?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	El conocer la geografía donde se encuentra ubicada la vivienda que se habita permite tomar precauciones y establecer planes de prevención a nivel individual o familiar en caso de enfrentar un fenómeno natural que por su intensidad represente un peligro.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.47 Percepción local 5

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 5
Indicador / pregunta	¿Ha sufrido la pérdida de algún bien a causa de un desastre natural	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	La pérdida de bienes ocasionada por un fenómeno natural llega a ser muy común y es un buen parámetro para detectar eventos que tal vez no fueron considerados como desastre, pero que sin duda influyen en la percepción del riesgo.	

Fuente: CENAPRED



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Tabla 3.48 Percepción local 6

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 6
Indicador / pregunta	En caso que recuerde algún desastre, los daños que se presentaron en su comunidad fueron:	
Rangos	Ninguna fatalidad, daños leves a viviendas e infraestructura (bajo).	0.25
	Personas fallecidas, algunas viviendas con daño total y daños a infraestructura (medio).	0.50
	Personas fallecidas, daño total en muchas viviendas y daños graves en infraestructura (alto).	1.00
Razonamiento	El hecho de que el entrevistado conteste que los daños ocasionados por un desastre de origen natural fueron de gran magnitud, nos remite a que la localidad se encuentra expuesta y es vulnerable en algún grado. Con esta pregunta se busca determinar que tan vulnerable es la localidad según la perspectiva del entrevistado.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.49 Percepción local 7

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 7
Indicador / pregunta	Alguna vez ha quedado aislada su comunidad a causa de la interrupción de vías de comunicación, por algunas horas, debido a algún tipo de fenómeno?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SE	1.00
Razonamiento	Al quedar una comunidad aislada, aumenta su vulnerabilidad cuando se trata de evacuaciones, ayuda de emergencia o flujo de recursos y servicios en una situación de desastre, por lo que es importante conocer si en ocasiones anteriores la comunidad ha presentado algún caso de bloqueos de vías de acceso.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.50 Percepción local 8

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 8
Indicador / pregunta	¿Cree que en su comunidad se identifican los peligros?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Es muy importante que la población identifique los peligros a los que están expuestos para poder tomar medidas en caso de emergencia.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.51 Percepción local 9

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 9
Indicador / pregunta	¿Conoce algún programa, obra o institución que ayuda a disminuir efectos de fenómenos naturales (construcción de bordos, presas, terrazas, sistema de drenaje, sistema de alertamientos, etc.?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	El estar al tanto de lo que se hace en materia de prevención es importante, ya que algunas de las acciones que se realizan deben de ser conocidas por la población en general, para que ésta pueda conocer los peligros a que se enfrenta y actuar correctamente en caso de algún evento.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.52 Percepción local 10

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 10
Indicador / pregunta	¿En los centros educativos de su localidad o municipio se enseñan temas acerca de las consecuencias que trae consigo un fenómeno natural?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	La educación en materia de prevención y mitigación de desastres es de gran utilidad para que la población conozca los peligros a lo que se puede enfrentar, asimismo por medio de este tipo de educación se crea conciencia a la población y se sientan las bases para consolidar una cultura de prevención.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 53 Percepción local 11

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 11
Indicador / pregunta	¿Alguna vez en su comunidad se han llevado a cabo campañas de información acerca de los peligros existentes?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Al igual que la pregunta anterior, el conocer nuestro entorno y su comportamiento permite que la prevención sea mayor y que en caso de algún evento la población esté más preparada. Por lo que si la información no llega a la población que puede ser afectada, ésta puede ser más vulnerable que la población bien informada.	

Fuente: CENAPRED



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Tabla 3.54 Percepción local 12

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 12
Indicador / pregunta	En caso de haberse llevado campañas de información ¿cómo se enteró?	
Rangos	No se enteró/ no ha habido campañas	1.00
	A través de medios impresos	0.50
	A través de radio y televisión	0.00
Razonamiento	Es importante conocer los medios a través de los cuales la población se entera de las situaciones de emergencia, ya que ayudará de alguna manera a priorizar la difusión de la información en aquellos medios a través de los cuales la mayoría de la población tiene acceso.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.55 Percepción local 13

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 13
Indicador / pregunta	¿Ha participado en algún simulacro en alguna ocasión?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Dentro de las acciones de prevención, los simulacros son de gran importancia, debido a que es un ejercicio que promueve la cultura de la prevención y al ser aplicado crea conciencia en los participantes.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.56 Percepción local 14

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 14
Indicador / pregunta	¿Sabe a quién o a dónde acudir en caso de una emergencia?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Es importante que la población conozca los lugares a los que puede acudir en caso de una situación de emergencia, ya que aún cuando existan las posibilidades y los procedimientos para la atención de la misma, si la comunidad no conoce los lugares ni a los responsables de la atención no responderá apropiadamente a los sistemas existentes, por más efectivos que éstos sean.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.57 Percepción local 15

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 15
Indicador / pregunta	¿Sabe si existe en su comunidad un sistema de alertamiento para dar aviso a la población sobre alguna emergencia?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Los sistemas de alertamiento, son un importante instrumento para la reducción de los desastres. La meta de los sistemas de alertamiento es que las comunidades expuestas a fenómenos naturales y similares reaccionen con antelación y de forma apropiada para reducir la posibilidad de daños personales, pérdida de vidas y daño a la propiedad.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.58 Percepción local 16

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 16
Indicador / pregunta	En caso de haber sido afectado a causa de un fenómeno natural ¿se le brindó algún tipo de apoyo?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Es importante medir la capacidad de respuesta que tiene el gobierno tanto federal, estatal y municipal para poder brindar apoyo a las personas afectadas bajo la finalidad de disminuir el grado de vulnerabilidad de la población	

Fuente: CENAPRED

Tabla.59 Percepción local 17

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 17
Indicador / pregunta	¿Ha sido evacuado a causa de un fenómeno natural (inundación, sismo, erupción)?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Es importante las aplicación de medidas preventivas que ayude a disminuir los perdidas humanas y salvaguardar su integridad de la población que resulte afectada por los fenómenos naturales	

Fuente: CENAPRED



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales
de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Tabla 3.60 Percepción local 18

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 18
Indicador / pregunta	De acuerdo con experiencias anteriores, ¿Considera que su comunidad esta lista para afrontar una situación de desastre tomando en cuenta las labores de prevención?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	A través de experiencias anteriores y según la percepción de la localidad se podrá conocer si las acciones que se han llevado a cabo para la mitigación del desastre han sido percibidas de una manera exitosa o a consideración de la población aún hay cosas que mejorar.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.61 Percepción local 19

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 19
Indicador / pregunta	¿Existe en su comunidad localidad/municipio alguna organización que trabaje en la atención de desastre?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Es importante la presencia de grupos de organizaciones que trabajen en la atención de desastres y que informen a la población acerca de los peligros existentes	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.62 Percepción local 20

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 20
Indicador / pregunta	¿Conoce la existencia de la unidad de protección civil?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Es necesario saber que existe una unidad de protección civil en la localidad, cuya función principal es la de informar y prevenir a la población acerca de los peligros asociados a la ocurrencia de fenómenos naturales.	

Fuente: CENAPRED

Tabla 3.63 Percepción local 21

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 21
Indicador / pregunta	¿Sabe dónde está ubicada y qué función desempeña la unidad de protección civil?	
Rangos	Sé dónde se encuentra y sé sus funciones	0.00
	No sé dónde se encuentra y no sé qué hace	1.00
	Sé qué hace pero no sé dónde se encuentra	0.50
Razonamiento	Es importante conocer las labores que desempeña la unidad de protección civil, ya que al conocer su función es más fácil que la población tenga presente que las recomendaciones y la información que salga de ésta será para la prevención y coordinación en caso de una emergencia.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.64 Percepción local 22

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 22
Indicador / pregunta	¿Estaría preparado para enfrentar otro desastre como el que enfrentó?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Es necesario tomar en cuenta la capacidad de respuesta que tiene la población y qué tan preparada se encuentra ante la ocurrencia de un fenómeno natural	

Fuente: CENAPRED

Tabla.65 Percepción local 23

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 23
Indicador / pregunta	¿Considera que su comunidad puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
	NO SÉ	1.00
Razonamiento	Es importante conocer si las personas consideran que la información que reciben es suficiente para afrontar una situación de desastre, en el caso contrario es importante tomarlo en consideración y fomentar una cultura de prevención entre la población, lo que facilitaría las acciones de prevención al contar con una población más preparada.	

Fuente: CENAPRED



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales
de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Tabla.66 Percepción local 24

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 24
Indicador / pregunta	¿Qué tanto puede ayudar la unidad de protección civil? Puede afrontar una situación de desastre y tiene la información necesaria?	
Rangos	Mucho	0.00
	Suficiente	0.25
	Poco	0.50
	Nada	1.00
Razonamiento	La unidad de protección civil puede ayudar a la población a afrontar un desastre natural proporcionando herramientas para poder hacerle frente a la ocurrencia.	

Fuente: CENAPRED

Tabla.67 Percepción local 25

Nombre del Indicador	Percepción local	No. 25
Indicador / pregunta	¿Si usted tuviera la certeza de que su vivienda se encuentra en peligro estaría dispuesto a reubicarse?	
Rangos	SI	0.00
	NO	1.00
Razonamiento	Es importante conocer la disposición de las personas para reubicarse si fuera necesario. En caso de ser negativa su respuesta, es importante conocer las motivaciones por las cuales las personas no estarían en disposición de reubicarse, para poder establecer líneas de acción con el fin de procurar el bienestar de la población.	

Fuente: CENAPRED

La tercera parte es un cuestionario, el cual se aplicará a través de una muestra no probabilística; el número de encuestas estará sujeto a la disponibilidad de tiempo y recursos. Sin embargo, se recomienda aplicar el mayor número posible de encuestas con el fin de que la información sea representativa. Es importante mencionar que el cuestionario será aplicado únicamente a personas mayores de 18 años.

En el caso de la percepción local de riesgo (tercera parte), se revisó bibliografía relacionada con el tema y se diseñó un cuestionario que nos da una idea general de la manera de actuar de las personas en caso de emergencia, asimismo algunas preguntas están enfocadas a conocer el sentir de la población en cuanto a la seguridad de sus bienes y la propia en caso de desastre.

El cuestionario consta de 25 preguntas, también se dará un valor a cada respuesta, dichos valores están especificados en las plantillas, el valor que se obtendrá de este cuestionario deberá oscilar entre 0 y 1 y éste será el tercer y último valor que obtendremos en la metodología.

En el momento de buscar el valor en la tabla final, este deberá coincidir con el grado de vulnerabilidad (en el sentido que mientras el valor se aproxime más a 1 la vulnerabilidad será mayor), estableciendo que una mayor percepción local significa menor vulnerabilidad y viceversa, por lo que en esta parte una baja percepción local en la tabla de valores significará una mayor vulnerabilidad y tendrá como valor más alto 1.

Se estableció que este cuestionario se aplicará al mayor número de personas posible, distribuyendo proporcionalmente los cuestionarios en la zona de estudio, se debe cuidar que la distribución de éstos sea circunstancial, es decir, que cualquier persona tenga las mismas posibilidades de ser elegida.

Cada pregunta del cuestionario tiene un valor, el cual se sumará al final de cada cuestionario. Una vez aplicados todos los cuestionarios se sumará el número final de todos los cuestionarios y se dividirá entre el total de cuestionarios que fueron aplicados para obtener un promedio, este número deberá situarse en alguno de los rangos, al cual le corresponde un valor que se anexa al final de la plantilla de percepción local. El número que se obtenga será el número final de esta tercera y última parte.

Tabla 3.68 Percepción local

Indicador	Valor Asignado
Percepción local 1	1.00
Percepción local 2	0.00
Percepción local 3	0.00
Percepción local 4	0.00
Percepción local 5	0.00
Percepción local 6	0.25
Percepción local 7	1.00
Percepción local 8	0.00
Percepción local 9	1.00
Percepción local 10	1.00
Percepción local 11	1.00
Percepción local 12	1.00
Percepción local 13	0.00
Percepción local 14	0.00
Percepción local 15	0.00
Percepción local 16	1.00
Percepción local 17	1.00
Percepción local 18	1.00
Percepción local 19	0.00
Percepción local 20	0.00
Percepción local 21	0.00
Percepción local 22	0.00
Percepción local 23	1.00
Percepción local 24	0.00
Percepción local 25	0.00
Promedio de la Percepción local	0.41

Fuente: elaboración propia.



3.1.4 Determinación del Grado de Vulnerabilidad Social

Finalmente, a la primera parte de la metodología se le dará un peso del 50%, ya que las condiciones de vida de la población determinarán en gran medida el grado de vulnerabilidad. A la capacidad de prevención y respuesta se le dará un peso del 25%. Por último, a la percepción local de riesgo de la población se le dará un valor del 25%.

El número final para la medición de la vulnerabilidad social se obtiene de la siguiente manera:

GVS = (R1 * .50) + (R2 * .25) + (R3 * .25)

Donde:

- GVS = Es el grado de Vulnerabilidad Social asociada a desastres
- R1 = Resultado de los indicadores socioeconómicos
- R2 = Resultado de capacidad de prevención y respuesta
- R3 = Resultado de percepción local de riesgo

Finalmente, el número que se obtiene de la operación anterior representa el grado de vulnerabilidad de una población, el cual incluye tanto a las condiciones socio - económicas, como a la capacidad de prevención y respuesta de la misma ante un desastre y la percepción local del riesgo. Los rangos para la medición de la vulnerabilidad social van de 0 a 1, donde 0 representa el grado más bajo de vulnerabilidad social y 1 representa el valor más alto de la misma. Se establecen de la siguiente manera:

Tabla 3.69 Rangos de vulnerabilidad social

Valor Final	Grado de Vulnerabilidad Social Asociada a Desastres
De 0 a .20	Muy Bajo
De .21 a .40	Bajo
De .41 a .60	Medio
De .61 a .80	Alto
Más de .80	Muy Alto

Fuente: CENAPRED

Este número final representa el grado de vulnerabilidad social de una población, que en el caso de la Alcaldía Miguel Hidalgoes en general **MUY BAJO**, aunque en ciertas zonas, el grado puede aumentar.

Tabla.70 Grado de vulnerabilidad social en la Alcaldía Miguel Hidalgo

Indicador	Valor Asignado
Resultado de los indicadores socioeconómicos	0.06
Resultado de la capacidad de prevención y respuesta	0.04
Resultado de la Percepción local	0.41
Valor de Vulnerabilidad Social asociada a desastres	0.14
Grado de Vulnerabilidad Social asociada a desastres	Muy bajo

Fuente: elaboración propia.

3.1.5 Vulnerabilidad social a Ondas cálidas

La vulnerabilidad de la población a las altas temperaturas se deriva de malestares fisiológicos producidos directamente por el incremento de calor, o bien por fenómenos asociados, como un incremento en el metabolismo de los organismos bacteriológicos existentes en los alimentos, aire, agua y suelos. Adicionalmente la vulnerabilidad se incrementa en la población infantil y adultos mayores, así como en personas en situación de indigencia. A continuación se presenta una tabla con los principales factores asociados a la incidencia de altas temperaturas:

Tabla 3.71 Vulnerabilidad por altas temperaturas.

Temperatura	Designación	Vulnerabilidad	Grado
28 a 31°C	Incomodidad	La evapotranspiración de los seres vivos se incrementa. Aumentan dolores de cabeza en humanos.	Bajo
31.1 a 33°C	Incomodidad extrema	La deshidratación se torna evidente. Las tolveneras y la contaminación por partículas pesadas se incrementan, presentándose en ciudades.	Medio
33.1 a 35°C	Condición de estrés	Las plantas comienzan a evapotranspirar con exceso y se marchitan. Los incendios forestales aumentan.	Alto
> 35°C	Límite superior de tolerancia	Se producen golpes de calor, con inconciencia en algunas personas. Las enfermedades aumentan.	Muy Alto

Fuente: SEDATU (2013).

La vulnerabilidad se calculó de acuerdo a la Vulnerabilidad social así como el índice de marginación de la CONAPO, toda vez que el contexto socioeconómico de una persona determina el grado de exposición al fenómeno natural, no solo de forma directa, sino indirecta, como puede ser el acceso a servicios de salud, de agua limpia, de drenaje y otros. En general, la vulnerabilidad en la Alcaldía Miguel Hidalgo a las ondas de calor es **BAJA**.

3.1.6 Vulnerabilidad a Sequías

Las sequías son algunos de los fenómenos más desastrosos porque la carencia de agua implica caídas sustanciales en la producción de alimentos. Inicialmente afectan la economía agropecuaria, pero pueden llegar incluso a acelerar la mortalidad de la población debido a la falta de agua, lo que conlleva a problemas de higiene, gastrointestinales, y eventualmente de deshidratación como fenómeno de salud pública.

La vulnerabilidad en la Alcaldía Miguel Hidalgo puede medirse de dos formas diferentes: por un lado, la exposición directa al fenómeno es baja en tanto que las actividades económicas no tienen vocación agropecuaria ni forestal; por otro lado, la exposición si puede ser indirecta toda vez que parte del abastecimiento de agua del Valle de México, requiere de presencia de lluvias tanto local como regionalmente. En función del índice de vulnerabilidad social, la exposición de la sociedad al fenómeno de



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

la sequía es **BAJA**. Los indicadores que se toman en cuenta para la construcción de este índice son salud, educación, vivienda, empleo e ingreso, y población (este último implica población indígena, densidad y dispersión).

3.1.7 Vulnerabilidad a Heladas y temperaturas bajas

Aunque las temperaturas sean las mismas en dos días o dos lugares diferentes, sus efectos pueden ser diferentes. Esto depende del viento, la humedad atmosférica y la radiación solar. Si hay viento y la humedad es alta ocurre el congelamiento. Por otra parte, el clima puede ser agradable con temperaturas de 0° C, siempre y cuando no exista viento y la radiación solar sea alta.

Normalmente un ser humano produce una capa de aire más cálida cerca de su cuerpo. Cuando el viento elimina esta capa, el cuerpo tiene que calentarse nuevamente. En este proceso aumenta el consumo de energía, por lo que la temperatura del cuerpo desciende. Otro efecto del viento es que provoca mayor evaporación en el cuerpo. Adicionalmente éste pierde energía cuando hay sudor. Por eso se siente un enfriamiento más rápido cuando el cuerpo está mojado. Por lo anterior, las temperaturas bajas son peligrosas cuando la humedad atmosférica es alta.

Las radiaciones solar y atmosférica ayudan al ser humano a mantener una temperatura agradable. Con la misma temperatura del aire se siente menos frío cuando hay sol, entonces el cuerpo puede absorber una parte de la radiación y calentarse de esta manera.

Aunque es un problema complejo, existen varios métodos para evaluar la vulnerabilidad de las personas a las bajas temperaturas. Para la zonificación de áreas vulnerables a heladas y bajas temperaturas es imprescindible estimar las características socioeconómicas de la población expuesta. En este caso, se utilizó el método del índice de marginación elaborado por CONAPO con base a los datos del Censo de Población y Vivienda del INEGI.

El método utiliza los datos de: Tamaño de la localidad; Viviendas particulares habitadas; Porcentaje de Población de 15 años o más analfabeta; Porcentaje de Población de 15 años o más sin primaria completa; Porcentaje de Viviendas particulares habitadas sin excusado; Porcentaje de Viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica; Porcentaje de Viviendas particulares habitadas sin disponibilidad de agua entubada; Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas; Porcentaje de Viviendas particulares habitadas con piso de tierra; y Porcentaje de Viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador. Con ellos se construye el índice de marginación, el cual tiene como corolario, entre mayor grado de marginación, hay menores probabilidades de presentar niveles adecuados de acceso a instituciones de salud, alimentación, condición sanitaria, conocimiento sobre cuidados a niños y ancianos, así como clase de vivienda, por lo que la vulnerabilidad se incrementa.

Los rangos establecidos presentan las siguientes características:

1. Vulnerabilidad muy baja: Manifiesta excelentes condiciones en la estructura social y económica de la población, que permiten resistir a las bajas temperaturas.
2. Vulnerabilidad baja: Tiene condiciones favorables en su estructura social, principalmente en la vivienda y servicios básicos, que permiten afrontar las consecuencias ocasionadas por bajas temperaturas.

3. Vulnerabilidad media: Expone valores intermedios en la estructura social de la población, que resulta en algunas dificultades como su organización para asimilar los estragos de las bajas temperaturas.

4. Vulnerabilidad alta: Muestra las carencias existentes en la estructura social y económica de la población, para afrontar bajas temperaturas. Además, requiere de ayuda y de periodos largos para solucionar sus necesidades básicas.

5. Vulnerabilidad muy alta: Presenta a la población con sus niveles más bajos en el sector educación, salud, vivienda e ingresos. Por ello, demanda de ayuda externa para recuperarse del desastre, así como de varios años para recobrar la estabilidad en la comunidad. Además, quedan secuelas de largo plazo. Esto implica la tarea de trabajar arduamente en programas de prevención y desarrollo social.

Una vez calculada la vulnerabilidad, se hace la función de riesgo con los datos previamente obtenidos de peligro por localidad, con la ecuación:

Riesgo = Peligro × Vulnerabilidad

En función de lo anterior, en la Alcaldía Miguel Hidalgo la vulnerabilidad a las heladas y bajas temperaturas es **MUY BAJA**:

3.1.8 Vulnerabilidad a nevadas

Los efectos negativos de las nevadas se manifiestan de distintas maneras: daños a estructuras endebles y derrumbes de techos, apagones y congelamiento de drenajes. Además pueden causar decesos en la población que no tiene la protección adecuada contra el frío, especialmente personas de alta marginación.

Para calcular la vulnerabilidad asociada a nevadas, se trabajó con el método de análisis de la marginación seguido y explicado en el apartado de heladas y temperaturas bajas. Por lo tanto, la vulnerabilidad a las Nevadas en la Alcaldía Miguel Hidalgo es **MUY BAJA**.

3.1.9 Vulnerabilidad a Tormentas eléctricas

La vulnerabilidad a las tormentas eléctricas en la Alcaldía Miguel Hidalgo es **MUY BAJA** debido a que la reglamentación de construcción local así como la Norma Oficial Mexicana NOM-022-STPS-2008 exige que haya un sistema de pararrayos en todas las edificaciones importantes, tales como fábricas con sustancias flamables y hospitales. Estos instrumentos impiden que se afecten a las construcciones cercanas. Debido a ello, no existen reportes de daños por rayos en la alcaldía.

3.2 Vulnerabilidad Física



3.2.1 Vulnerabilidad física a sismo

Se estableció un parámetro para estimar los posibles daños esperados en la Alcaldía Miguel Hidalgo, definido como índice de vulnerabilidad sísmica I_{sd} , y que se interpreta como el nivel de susceptibilidad de las viviendas a sufrir un daño en un escenario por un determinado coeficiente sísmico. Los datos se pasaron de intensidad sísmica a coeficiente sísmico para hacer más práctico su manejo y se estableció una variación discreta para hacerla corresponder a la zona sísmica B (a la que pertenece del municipio según la CFE).

Para la elaboración del presente análisis, se tomó como base la metodología de Ramírez de Alba, Pichardo-Lewenstein, Arzate-Cruz (2007) que propusieron un criterio para establecer la vulnerabilidad básica en términos del costo de reparación de las estructuras dañadas, enfocado a la aplicación por municipios en zonas de riesgo y compañías de seguros.

El índice de susceptibilidad de daños por sismo se define de acuerdo a la ecuación 1.

$I_{sd} = V_b \cdot T_e \cdot E \quad (1)$

Donde

I_{sd} = Índice de susceptibilidad a daños por sismo

V_b = vulnerabilidad básica

T_e = factor de terreno blando

E = factor de tipología estructural y calidad de construcción

3.2.1.1 Cálculo de la vulnerabilidad básica (V_b)

Con el primer criterio, se pudo observar que para las intensidades más altas de IX en escala Mercalli modificada, se tiene un porcentaje de daños entre 15% y 65%; para intensidades moderadas de VIII entre 10% y 35%; y para intensidades relativamente bajas de VI se tiene entre 1% y 1.5% de estructuras dañadas. Para establecer el daño probable en función del coeficiente sísmico c , primero se recurre a relaciones que se han propuesto entre intensidad y aceleración, de esta manera la intensidad IX se relaciona con 500cm/seg²; la intensidad de VIII con 350 cm/seg² y la de VI con 60cm/seg². En este caso, el coeficiente sísmico corresponde a las aceleraciones del suelo, que para la zona B, la aceleración de respuesta es 3.5 veces la del suelo, esto por la forma de espectro de diseño, o sea, $c = 0.21$.

Para valores de c menores de 0.21 no se tienen datos por lo que se optó por un criterio simple (menor intensidad menor daño), es decir una recta que pasa por el origen hasta el valor correspondiente a 0.21 que es de 0.010 (zona B donde generalmente se manifiestan daños por sismos intensos ocurridos en zonas vecinas). De esta manera, se realizó la ecuación 2.

$V_b = 0.0476c \quad (2)$

$c = 0.21$

$V_b = 0.0476 \cdot 0.21 = 0.009996$

3.2.1.2 Cálculo del factor de terreno blando (T_e)

El factor de terreno blando, T_e , se calcula con datos geológicos y topográficos, depende del coeficiente sísmico y de una variable que permita estimar si se pueden presentar amplificaciones de los efectos sísmicos debidos a las características del subsuelo, que se denomina T_b . La fórmula empleada por el método es la ecuación 3.

$T_e = (1.67c + 1.37) \cdot T_b + 1 \quad (3)$

Para obtener el coeficiente sísmico, c , (terreno duro) se recurrió a lo propuesto en el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, o sea, 0.14 para la zona B.

La relación T_b se define como el área de terreno con posibilidades de incrementar los efectos sísmicos al área total. El tabulado de valores propuesto por el método se enlista a continuación:

Tabla 3.72 Variables sísmicas del Terreno según su topografía

Características del terreno	T_b
Predominio de terrenos altos con valles aluviales antiguos, topografía uniforme.	0.00
Predominio de terrenos aluviales con escasos depósitos de arcilla. O bien depósitos de arcilla consolidados con topografía uniforme.	0.25
Predominio de terrenos aluviales con depósitos significativos de arcilla no consolidados y topografía accidentada.	0.50
Predominio de terrenos aluviales poco consolidados, con zonas significativas cercanas a lechos de ríos o grandes áreas urbanas sobre depósito de arena.	0.75
Predominio de terrenos cerca de costas, lechos de ríos o rellenos sobre antiguos lagos o bien terrenos muy escarpados con propensión a movimiento de taludes.	1.00

Fuente: Ramírez de Alba (2007)

En el caso de la Alcaldía Miguel Hidalgo, y de acuerdo con la cartografía topográfica, de pendientes y geológica, el territorio en su totalidad corresponde a la zona con “Predominio de terrenos aluviales con escasos depósitos de arcilla. O bien depósitos de arcilla consolidados con topografía uniforme”, por lo que $T_b = 0.25$

Continuando con la ecuación 3:

$T_e = (1.67c + 1.37) \cdot T_b + 1$

$c = 0.14$

$T_b = 0.75$

$T_e = ((1.67 \cdot 0.14) + 1.37) \cdot (0.75 + 1) = 2.80$

3.2.1.3 Cálculo del factor por tipología estructural y calidad de construcción (E)

Para el cálculo del factor por tipología estructural y calidad de construcción, E, se los autores propusieron un criterio empírico, tomando la forma de un factor de amplificación o de reducción según el caso, de acuerdo a la ecuación 4.

E = p*/1-p (4)

El valor **p**, se define como la relación del número de edificaciones con posible comportamiento insatisfactorio al total de construcciones. Una forma de calcular este valor es a partir de los datos del censo población y vivienda, que consignan tipologías estructurales y construcciones hechas con materiales precarios. En este caso, el municipio embona dentro de la categoría “Predominio de estructuras de mampostería reforzada, concreto reforzado y acero estructural, no más de 10% de estructuras con muros de adobe o mampostería no reforzada”.

Para el índice de calidad de construcción, **x**, se utiliza los valores tabulados en la tabla de características de la construcción, los cuales en el caso de la zona de estudio corresponde a: “Calidad de construcción variable tendiendo a la baja, materiales que no son sometidos a controles estrictos, propensión a la modificación y ampliación de estructuras, poca cultura del mantenimiento”, como un promedio general.

Tabla 3.73 Variables de daño sísmico de las estructuras según los materiales de construcción

Tipo de estructuras	p
Predominio de estructuras de mampostería reforzada, concreto reforzado y acero estructural, no más de 10% de estructuras con muros de adobe o materiales precarios.	0.1
Igual que el anterior pero con más de 10% de estructuras con muros de adobe o mampostería no reforzada	0.2
Casi igual cantidad de estructuras de mampostería reforzada y concreto reforzado respecto a los de adobes y mampostería sin refuerzo.	0.3
Localidades donde exista predominio de las estructuras cuyos muros sean de adobe, mampostería no reforzada o de materiales precarios.	0.5

Fuente: Ramírez de Alba (2007)

Tabla 3.74 Variables sísmicas de los asentamientos según su tipología constructiva

Características de la construcción	x
Regiones con reconocida tradición constructiva, uso de materiales controlados y mantenimiento oportuno de las construcciones	1.0
Regiones con calidad de construcción normal, materiales de calidad regular y acciones de mantenimiento generales	0.7
Calidad de construcción variable tendiendo a la baja, materiales que no son sometidos a controles estrictos, propensión a la modificación y ampliación de estructuras, poca cultura del mantenimiento.	0.5

Características de la construcción	x
Calidad de construcción muy baja, materiales de construcción de baja resistencia y poca durabilidad, poca cultura de mantenimiento.	0.3
Calidad de construcción excepcionalmente baja, material es precarios y nula atención al mantenimiento.	0.1

Fuente: Ramírez de Alba (2007)

Volviendo a la ecuación 4:

E = p*/1-p

p = 0.1

x = 0.5

E = 0.1^{0.5} / 1 - 0.1 = 0.35136418

Aplicando valores en la ecuación 1

I_{sd} = V_b*T_e*E

V_b = 0.009996

T_e = 2.80

E = 0.35136418

I_{sd} = 0.009996*2.80*0.35136418 = 0.007024473

Determinación de vulnerabilidad: **MEDIA** en promedio para la Alcaldía Miguel Hidalgo.

Tabla 3.75 Rangos de vulnerabilidad sísmica de las viviendas según los resultados obtenidos del I_{sd}.

Vulnerabilidad	I _{sd} Rango de valores
Baja	0.0002700 - 0.0793775
Media	0.0793775 - 0.1584800
Alta	0.1584800 - 0.2375920
Muy alta	0.2375920 - 0.3167000

Fuente: Ramírez de Alba (2007)

3.2.2 Vulnerabilidad física a inundación

La identificación de vulnerabilidad por inundación, permite estimar el grado de exposición a partir de la ubicación de las casas y propiedades de los habitantes respecto a la cercanía del arroyo y de las características de las viviendas. La medición de la vulnerabilidad por inundaciones que se manejará en este texto se refiere solamente a los bienes que tiene la población dentro de sus viviendas, conocida como “menaje” o “enseres”.

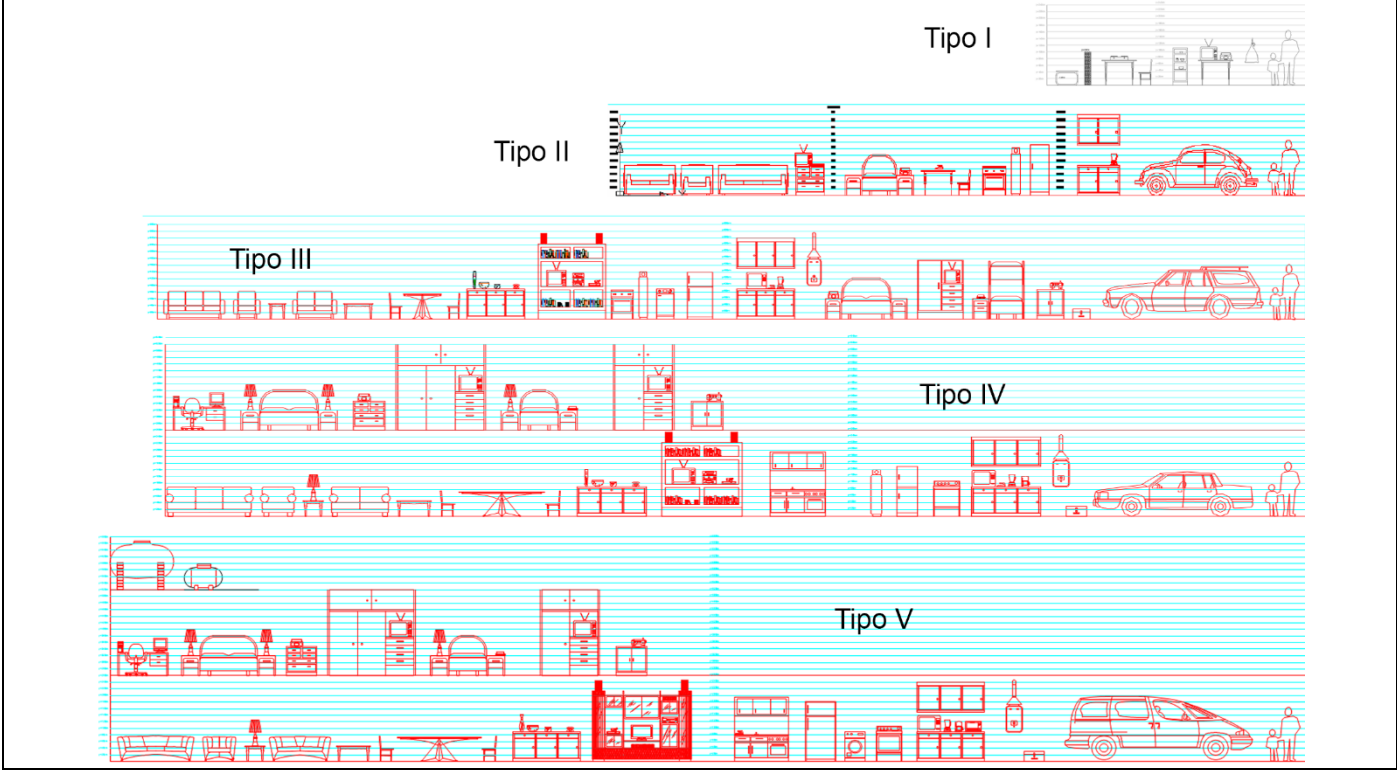
El conocimiento de los materiales de construcción es importante para cuantificar la vulnerabilidad de una vivienda. Las viviendas podrán clasificarse en cinco niveles de acuerdo con el material y tipo de construcción, para poder inferir su capacidad de respuesta ante una inundación. Para estimar las funciones de vulnerabilidad para cada tipo de vivienda se usa una serie de configuraciones de muebles y enseres menores; posteriormente se lleva a cabo una cuantificación del porcentaje de los daños ocasionados en cada caso, en función del nivel que alcance el agua que entra en la casa. El tipo de vivienda, que tiene valores de I a V, puede verse en la siguiente tabla.

Tabla 3.76 Índice de vulnerabilidad a inundaciones en función del tipo de vivienda.

Tipo de vivienda	Índice de vulnerabilidad	Características	Costo del menaje
I	Muy Alto	Este tipo corresponde a los hogares más humildes, una vivienda consta de un solo cuarto multifuncional, construido con material de desecho. Asimismo, el menaje es el mínimo indispensable.	\$12,500.00
II	Alto	Hogares de clase baja, la vivienda puede ser de autoconstrucción o viviendas construidas con materiales de la zona, la mayoría de las veces sin elementos estructurales. Con respecto al menaje, las diferentes habitaciones cuentan con sus muebles propios y están más o menos definidas.	\$50,000.00
III	Medio	Hogares de clase baja, similar al tipo II, pero con techos más resistentes, construida la mayoría de las veces sin elementos estructurales. El menaje corresponde al necesario para las diferentes habitaciones, como en el anterior nivel; sin embargo, se consideran de mayor calidad y por lo tanto un mayor costo.	\$150,500.00
IV	Bajo	Clase media, vivienda de interés social, construida la mayoría de las veces con elementos estructurales. El menaje que se ha seleccionado corresponde con el de una casa típica de una familia de profesionistas que ejercen su carrera y viven sin complicaciones económicas.	\$300,000.00
V	Muy Bajo	Tipo residencial, construida con acabados y elementos decorativos que incrementan sustancialmente su valor. El menaje está formado por artículos de buena calidad y con muchos elementos de comodidad.	\$450,000.00

Fuente: CENAPRED.

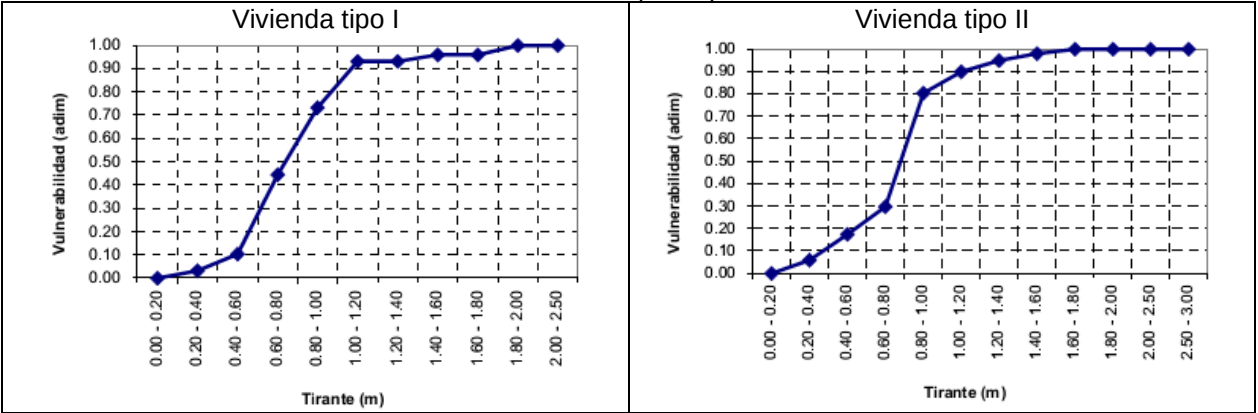
Figura 3.1 Menaje de casa por tipo de vivienda.



Fuente: CENAPRED.

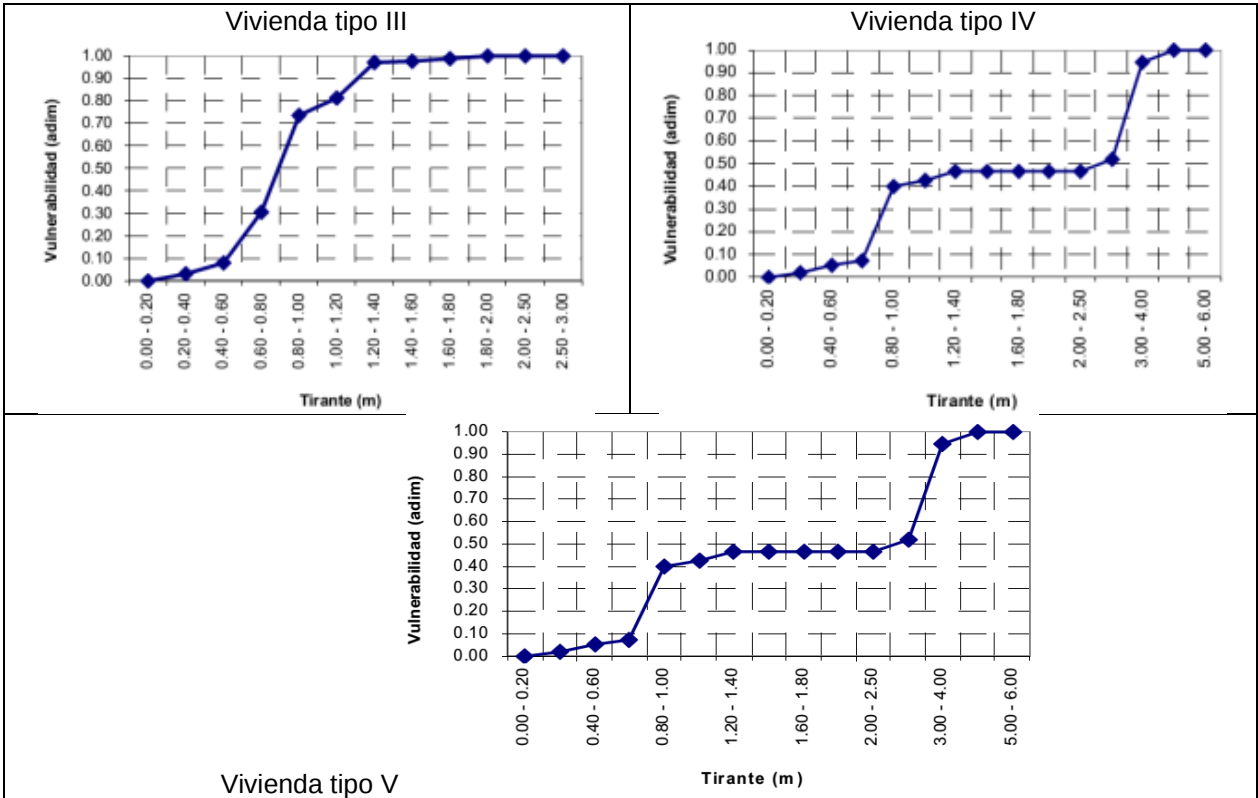
Adicionalmente se presenta la función de vulnerabilidad correspondiente a cada caso, según sea el tipo de vivienda al que se haga referencia. Para cada caso se presenta sobre el eje de las abscisas (x) el nivel alcanzado por el agua (tirante), en metros, mientras que en el eje de las ordenadas (y) el valor corresponde al porcentaje de daños esperados en la vivienda.

Gráfica 3.1 Función de vulnerabilidad a inundación por tipo de vivienda.





Actualización del Atlas de Riesgos Naturales
de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018



Fuente: CENAPRED.



Capítulo 4 Fase IV. Riesgo / Exposición

El desarrollo de esta fase consiste en que una vez analizada la susceptibilidad-peligro de cada fenómeno perturbador presente en el municipio de estudio y su vulnerabilidad, se procede a estimar y valorar las pérdidas o daños probables sobre los agentes afectables y su distribución geográfica.

La estimación del riesgo puede valorarse de distintas maneras, por lo general se suele llevar a cabo mediante diversas metodologías simplificadas basadas principalmente en regresiones aritméticas o sobre posicionamiento de archivos de sistema de información geográfica (álgebra de mapas). Dichas metodologías se componen de variables que presentan en forma general los peligros y la vulnerabilidad, de tal manera que al conjugarlas se obtiene un indicador que estima el nivel de riesgo.

La obtención del riesgo por medio de técnicas probabilistas requiere en un inicio de la identificación y análisis de los principales factores naturales y sociales que inciden en el municipio, así como de estadísticas existentes acerca de los eventos de desastre ocurridos con anterioridad, el impacto y frecuencia de ocurrencia de los fenómenos perturbadores sobre los sistemas afectables. Para estimar el riesgo se elabora una modelación a partir de tres componentes:

- 1. evaluación de la susceptibilidad-peligro,
- 2. definición de la vulnerabilidad (identificación y caracterización de los sistemas afectables), y
- 3. cálculo del riesgo.

Antes de adentrarse en el estudio individual de cada riesgo, es importante explicar algunos conceptos generales sobre la medición del riesgo. El riesgo se calcula en función de una formulación probabilística, que en su planteamiento más general se expresa de la manera que se describe a continuación.

Figura 4.1 Representación gráfica de la medición del Riesgo en función del peligro y vulnerabilidad

		Riesgo					
Peligro	muy alto	5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
	alto	4	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
	medio	3	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
	bajo	2	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
	muy bajo	1	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
			1	2	3	4	5
		Vulnerabilidad	muy baja	baja	media	alta	muy alta

Riesgo = (Peligro + Vulnerabilidad) / 2

Fuente: CENAPRED

Se llama peligro P, a la probabilidad de que se presente un evento de cierta intensidad, tal que pueda ocasionar daños en un sitio dado. Se llama vulnerabilidad V, a la propensión de estos sistemas a ser afectados por el evento; la vulnerabilidad se expresa como una probabilidad de daño. Finalmente, el riesgo es el resultado de los dos factores. En este esquema, el riesgo se expresa como un resultado posible de un evento; ya que P y V son dos probabilidades,

En este Atlas, para determinar las probabilidades de ocurrencia de distintos fenómenos, se obtuvieron las estadísticas sobre la incidencia de los mismos. Los servicios meteorológicos, sismológicos, etc., realizan el monitoreo y llevan estadísticas de los fenómenos, de las que se pueden derivar estimaciones de probabilidad de ocurrencia de intensidades máximas. En muchos casos las estadísticas cubrieron lapsos mucho menores que aquellos necesarios para determinar los periodos de retorno útiles para diagnóstico de riesgo, por lo que se aplicaron periodos de retorno.

La interpretación de esos datos se debe realizar tomando en consideración ciertos niveles de incertidumbre resultantes del proceso de calibración de los modelos matemáticos, de la estandarización y homologación de bases de datos y de la equivalencia en las ponderaciones cualitativas y cuantitativas en la estimación de los niveles.

Al final, la pérdida estimada que se puede presentar para los elementos expuestos, dado un escenario determinado, es incierta y por ello debe ser tratada como una variable aleatoria. De este modo, el análisis probabilístico deberá considerar las incertidumbres antes mencionadas.

Cualquiera que sea la medida ocupada, para dimensionar el riesgo, como el mapeo de los resultados debe ser lo más entendible posible para la población del municipio, ya que de ello depende tanto una apropiada descripción de la distribución geográfica del riesgo como una mejor valoración de aspectos tales como la prevención y mitigación, elementos fundamentales en la gestión del riesgo.

Al final, se espera que el Atlas de Riesgo contribuya a incentivar el uso de metodologías de evaluación en los municipios, con miras a generar una mayor conciencia del riesgo de desastres, teniendo como base una orientación técnico-científica que permita la valoración detallada de las susceptibilidades-peligros, la vulnerabilidad y sus posibles consecuencias.

Vulcanismo

Metodología

En vulcanismo se tomó del mapa de peligros del volcán Popocatepetl del año 2016. En el software ArcMap se exportan el shapefile de Peligro Medio más la vulnerabilidad representada en 5 rangos de muy baja a muy alta y se exportan a formato raster, los mapas resultantes se suman y los resultados se reclasifican a valores en una escala de 1 al 3 para riesgos Bajo, Medio y Alto, respectivamente.

Memoria de Cálculo

A partir del mapa de peligros del volcán Popocatepetl, se exportaron a formato raster con terminación JPG para posteriormente ser georeferenciados. Una vez georeferenciados se digitalizaron los cada uno de los fenómenos volcánicos para poder ser cartoraficarados.

Resultado del Análisis

El resultado del análisis indica que solo un fenómeno volcánico representa cierto nivel de amenaza para la alcaldía. Estos son la caída de ceniza.



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales
de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

En el caso de la ceniza, esta tendría el potencial de afectar a todo la alcaldía debido a que su forma de viajar es a través del aire. Por lo tanto en alcaldía de Miguel Hidalgo, se considera vulnerable por productos volcánicos como la caída de ceniza, debido a que es peligrosa para viviendas de cualquier tipo. La vulnerabilidad se incrementa cuando la ceniza se combina con el agua. Es por esto que la caída de ceniza es un fenómeno de consideración para el alcaldía de Miguel Hidalgo. Es por esto se deben tomar las precauciones necesarias, debido a que en caso de una gran erupción, la ceniza puede ser inhalada por los habitantes y provocar enfermedades respiratorias, así como puede afectar viviendas por depósitos de ceniza que pueden sobrecargar los techos y hacer que precipiten; también existe la posibilidad de sobresaturar los sistemas de drenaje y con esto provocar inundaciones.

Sismicidad

Metodología

Se consideró la zonificación sísmica de la Ciudad de México, dentro de la alcaldía encontramos tres niveles de peligro; muy bajo, bajo y medio. El peligro sísmico fue consideradoro el elaborad por la Dirección de Análisis de Riesgo de la SPCGIR, 2019. Para el cálculo del riesgo se consideró la metodología propuesta en la guía de “Conceptos básicos sobre peligros, riesgos y su representación geográfica”, en don el riesgo sísmico es producto de tres factores: Los bienes expuestos (C), tales como vidas humanas, edificios, carreteras, puertos, tuberías, etc.; la vulnerabilidad (V), que es un indicador de la susceptibilidad al daño; y el peligro (P), que es la probabilidad de que ocurra un fenómeno potencialmente dañino, ya sea natural o antrópico.

Memoria de Cálculo

Así, para el objetivo del presente documento, el riesgo sísmico es expresado de manera simple como la interacción de las tres variables mencionadas, $R = C \cdot V \cdot P$.

Resultado del Análisis

La alcaldía se encuentra en tres zonas de intensidad sísmica las cuales son: Alta, Media y Baja. La susceptibilidad alta corresponde a las partes planas de la alcaldía, localizada al este de la misma. La media corresponde a la zona de transición entre los lomeríos y la zona de la planicie. Finalmente la Baja corresponde a las zonas altas de la alcaldía. Es impórtate señalar que esto no significa que los sismos no puedan ocasionar daños en las partes de susceptibilidad Baja, ya que estos factores dependen de la aceleración del terreno y es particular en cada sismo, así como de la calidad de construcción de las casas y edificios.

Inestabilidad de laderas

Metodología

Para la obtención de la cartografía de susceptibilidad a movimiento de laderas se consideró el análisis multivariado en las que se recomiendan tres elementos: pendiente de la ladera, características geológicas, cobertura vegetal y el uso de suelo. Adicionalmente se consideró la geomorfología para poder dar mayor certeza al cálculo. Una vez que se dispone de la información se asigna valores en cada uno de los 4 archivos vectoriales y sus componentes para, posteriormente, hacer la transformación a formato raster y finalmente hacer la suma de los cuatro elementos, considerando la siguiente tabla

Memoria de Cálculo

Para obtener el producto deseado se usó la formula

$$P=(Pen-29\%)+(Geol-0.45\%)+(USV-26\%)$$

P=Peligro

Pen=Pendientes

Geol=Geología

USV= Uso de Suelo y Vegetación

El mapa se presenta en 4 niveles, Muy Alto, Alto, Medio, Bajo. Los peligros Muy Alto, Alto y Medio se localizan en las partes altas de la alcaldía, así como en los de mayor pendiente, así como los barrancos. Los peligros Bajo y Muy Bajo se encuentran en las partes planas, o de poca pendiente.

Flujos

Metodología

Uno de los procesos más identificados en el terreno es la creación de arroyos y ríos, estos tienen un papel muy importante en la modelación del terreno; ya que facilitan la erosión y acumulación de material. Por lo tanto para el cálculo del fenómeno por flujos fueron considerados los elementos: densidad de la disección y cauces naturales e intermitentes. Así entonces se elaboró una cuadrícula de 1 km2 en el software ArcMap 10.1, para obtener los de manera automática la longitud de todas las corrientes y su suma se divide entre el valor de la superficie que representa cada cuadrado. Se realiza la interpolación de los valores obtenidos para cada cuadrado y así obtener los valores complementarios.

Finalmente se asocia la tabla de los cálculos resultantes de Zonal Statistics As Table con la tabla de atributos de la cuadrícula antes realizada para, posteriormente, reclasificar la densidad de la disección en 4 niveles. Una vez reclasificada se convierte a un archivo raster y se multiplica por las corrientes de agua para obtener los niveles de peligro.

Memoria de Cálculo

Flujos= Densidad de la disección x corriente de agua en buffer de 50 metros +Hipsografía

Resultado del Análisis

Como se sabe, el arrastre de material del tamaño de limos o arcillas, en combinación con agua puede genera flujos de lodo los cuales pueden tomar origen en las partes altas de la alcaldía y municipios colindantes. Cabe señalar que en la alcaldía y debido a su configuración del drenaje y geomorfología, solo en la parte oeste se es más probable que se cumplan las fases de formación de flujos. Así entonces suponiendo que en la alcaldía o municipios aledaños, precipite una gran cantidad de agua se podrían formar flujos con alta concentración de material.

Caídos o derrumbes



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Metodología

Para la obtención de la cartografía de susceptibilidad a derrumbes o caídos se consideró pendientes, geología, y geomorfología. Con la condicionante de que en las pendientes de la ladera solo fueron utilizadas aqueas que tienen un ángulo mayor a los 18 grados. Una vez que se dispone de la información se asigna valores en cada uno de los tres archivos vectoriales y sus componentes para, posteriormente, hacer la transformación a formato raster y finalmente hacer la suma de los cuatro elementos.

Memoria de Cálculo

Para obtener el producto deseado se sumaron los siguientes elementos, dando un peso relativo a cada uno de ellos al multiplicarlos dada su importancia $D \text{ o } C = (\text{pendientes} \times 0.60) + (\text{geología} \times 0.30) + (\text{geomorfología} \times 0.10)$

Resultado del Análisis

El resultado del análisis arroja que las áreas con mayor probabilidad a presentar derrumbes o caídos se encuentran al en la parte alta de la alcaldía y en cerro donde se localiza el Castillo de Chapultepec. En menor medida hacia el centro del mismo, debido a que en este último se encuentran las zonas de planicie. La susceptibilidad fue considerada como

Hundimientos Subsistencia

Metodología y memoria de cálculo

Para este la elaboración de la cartografía se utilizó el mapa de Mexico City land subsidence in 2014-2015 with Sentinel-1 IW TOPS: results using the Intermittent SBAS (ISBAS) technique.

Resultado del Análisis

El resultado arroja que las áreas con mayor probabilidad de hundimientos se localizan en la zona de lomeríos de las llanuras de la alcaldía, aunque esta solo llega a alcanzar 5 mm anuales.

Agrietamientos

Metodología y memoria de cálculo

El mapa de las fracturas en el suelo de la Ciudad de México, elaborado por el Centro de Geo ciencias de la UNAM y el Centro Nacional de Prevención de Desastres.

Resultado del Análisis

Según el trabajo de Centro de Geociencias de la UNAM y el CENAPRED, se encuentran una serie de agrietamientos o zonas de hundimientos en la alcaldía las cuales se concentran en la zona plana del mismo.

Ondas cálidas y gélidas

Metodología y memoria de cálculo

Se utilizaron los datos de las estaciones meteorológicas y climáticas en la zona de estudio, así como en las zonas colindantes, con esos datos se realizaron interpolaciones para modelar el comportamiento de las

temperaturas en situaciones anómalas, tales como temperaturas mínimas y máximas extremas. Se identificó que existe un gradiente altitudinal que influye notablemente en la diferenciación geográfica del fenómeno.

Resultado del Análisis

Se determinó que el riesgo es mayormente bajo para este fenómeno toda vez que la sociedad que se asienta en las zonas con presencia del fenómeno es altamente resiliente, además de que la intensidad misma del fenómeno es baja.

Sequías

Metodología y memoria de cálculo

SE hicieron tres análisis, uno de la sequía intraestival, otro histórico según datos del Monitor de Sequías de América del Norte, y finalmente un análisis del índice de aridez.

Resultado del Análisis

La sequía en el territorio de la Alcaldía Miguel Hidalgo ya presenta un grado medio, sin embargo, es posible que con el cambio climático pueda incrementarse el grado de riesgo para la población. Incluso si la región no padece directamente de sequía, es posible que su presencia en otras zonas del país afecte a la Alcaldía, debido a que no es totalmente independiente en cuanto a recursos hídricos.

Heladas

Metodología y memoria de cálculo

Se realizó un análisis de los datos históricos de las estaciones meteorológicas de la Alcaldía y zonas cercanas, determinando el número de días que la temperatura es menor a 0.

Resultado del Análisis

En la Alcaldía Miguel Hidalgo el riesgo por heladas es bajo, ya que al ser una sociedad altamente urbanizada, el impacto de estos fenómenos es muy bajo, aunque puede afectar a las vías respiratorias de población vulnerable y sobre todo a personas en situación de indigencia.

Tormentas de granizo

Metodología y memoria de cálculo

Se determinaron los días al año en que se presenta este fenómeno, según los datos del Servicio Meteorológico Nacional.

Resultado del Análisis

Debido a que este fenómeno se presenta en pocas ocasiones y con baja intensidad, además de el alto grado de urbanización de la Alcaldía Miguel Hidalgo, se determinó que el riesgo por este fenómeno es muy bajo.

Tormentas de nieve

Metodología y memoria de cálculo



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Según datos del Servicio Meteorológico Nacional, este fenómeno no se presenta en la Alcaldía Miguel Hidalgo.

Resultado del Análisis

Debido a que este fenómeno no se presenta, el riesgo es nulo.

Los resultados del análisis son muy variables en la Alcaldía Miguel Hidalgo, debido a que es un riesgo que se presenta en ubicaciones muy específicas, sin embargo, debido a que es un problema agudo y recurrente, se determinó que el general el riesgo es alto para la población que reside o trabaja en la zona de estudio.

Ciclones tropicales

Metodología y memoria de cálculo

Según datos del Servicio Meteorológico Nacional, este fenómeno no se presenta en la Alcaldía Miguel Hidalgo.

Resultado del Análisis

Debido a que este fenómeno no se presenta, el riesgo es nulo.

Tornados

Metodología y memoria de cálculo

Según datos del Servicio Meteorológico Nacional, este fenómeno no se presenta en la Alcaldía Miguel Hidalgo.

Resultado del Análisis

Debido a que este fenómeno no se presenta, el riesgo es nulo.

Tormentas eléctricas

Metodología y memoria de cálculo

Se identificaron los rayos a tierra que ocurren al año por kilómetro cuadrado en la Alcaldía Miguel Hidalgo, según datos de la Comisión Federal de Electricidad.

Resultado del Análisis

Se determinó que el riesgo por este fenómeno es bajo debido a la alta densidad de infraestructura de pararrayos existente en la Alcaldía Miguel Hidalgo.

Inundaciones

Metodología y memoria de cálculo

Para determinar el peligro por inundación en la zona, se realizó el análisis en función de la metodología del CENAPRED, el cual consiste en el cálculo del gasto líquido según varios periodos de retorno. Antes de calcular el gasto líquido (Q_p), se debe determinar la pendiente, el área, la longitud del cauce principal, la precipitación esperada a varios periodos de retorno, el tiempo de concentración de la lluvia, y la intensidad de esta. A continuación se presentan los cálculos para las zonas inundables de la Alcaldía Miguel Hidalgo.

Resultado del Análisis



Capítulo 5 Fase V. Propuesta de Estudios, Obras y Acciones

Inundaciones

La Alcaldía cuenta con una buena cobertura de drenaje urbano, lo que hace poco propensos los peligros de inundaciones o encharcamientos. No obstante es necesario realizar acciones de planeación respecto al manejo de las corrientes superficiales y el control de sus avenidas, ya que actualmente sus presas, proyectadas originalmente para regular un buen volumen pluvial, actualmente se encuentra en estado de azolvamiento que requiere anualmente un desazolve importante. Ello, se debe al arrastre de sólidos en la parte alta de sus cuencas.

Las presas que se ubican aguas arriba, y a su vez fuera, de la Delegación, también deben formar parte de las estructuras que deben contar con un mantenimiento anual para evitar que dejen de operar como presas rompe-picos y envíen sus aguas directamente a los grandes conductos como el Río Consulado, La Piedad y el Emisor Poniente.

En cuanto a la red de drenaje urbano, este, en primer lugar debe irse sustituyendo parcialmente para dividirse en drenaje sanitario y drenaje pluvial, con lo cual se podrá garantizar a largo plazo que la red opere en forma debida sin falla debidas, tanto a los asentamientos, como la sobre-conducción de flujos de agua. En capítulos anteriores, se han identificado las zonas que históricamente tienen problemas de encharcamientos recurrentes, y se han identificado las acciones puntuales a realizar, principalmente de sustitución de tramos de tuberías. Es importante resaltar que se debe continuar garantizando, como se ha hecho anualmente a la fecha, con el mantenimiento de los cárcamos de bombeo, ubicados todos en la parte baja topográfica de la Delegación, así como a los sistemas de los tanques de tormenta y a los pasos a desnivel, ya que su falla en temporada de lluvias intensas (de julio a septiembre) su falla temporal puede generar encharcamientos que ocasionen problemas a su zona inmediata.

En cuanto a los peligros por contaminación del acuífero, existe la posibilidad de que se presente debido a la presencia de pozos de aguas subterráneas y a las fugas en la red de drenaje, por ello también se recomienda iniciar los estudios puntuales de detección de fugas en la red de drenaje, que como ya se ha mencionado actualmente opera como mixto, lo cual deberá irse sustituyendo paulatinamente a drenaje separado.

De manera general, se recomienda realizar estudios de catastro para actualizar el diagnóstico hidráulico de la red de drenaje. De esta forma se podrán identificar además las fugas y fallas del sistema de la red, así como elaborar un plan maestro de mantenimiento a los equipos electromecánicos y las grandes estructuras de regulación como lo son las presas y los cauces embovedados.

Soluciones planteadas

Por lo que respecta al suministro del servicio de drenaje, las políticas más sobresalientes son las siguientes:

- Definir e implantar programas de mantenimiento a la infraestructura de drenaje.
- Mejorar las políticas de operación de la infraestructura para el saneamiento y desalojo de los caudales generados, principalmente en la época de lluvias.

Por lo que respecta a las líneas de acción que se refieren al suministro del servicio de drenaje, es necesario:

- Continuar en forma permanente los programas de desazolve en redes, presas y ríos.
- Construir drenaje separado en las colonias ubicadas en las partes altas de la delegación y efectuar las descargas a los ríos y barrancas para propiciar la recarga del acuífero.

Tabla 5.1 Propuesta de obras para evitar inundaciones.

Colonia	Dirección	Acción
San Miguel Chapultepec	Av. Alumnos # 14, entre Gral. P. Antonio Santos y Protacio Tagle	Rehabilitar la red y los accesorios pluviales. L=145 m, 38 cm Ø 1
Tacubaya	Viaducto Miguel Alemán esq. Revolución	Rehabilitar la red y los accesorios pluviales. L=20 m, 45 cm Ø 1
Tacubaya	Paso a desnivel Parque Lira Esq. Viaducto (Puente de La Morena)	Rehabilitar equipamiento en planta de bombeo. L=160 m, 45 cm Ø 1
Tlaxpana	Quetzalcoatl, entre Xolotl y Nopaltzin	Rehabilitar la red y los accesorios pluviales. L=135 m, 38 cm Ø 1
Tlaxpana	Tlaloc # 46, entre Xolotl y Nopaltzin	Rehabilitar la red y los accesorios pluviales. L=135 m, 38 cm Ø 1
Popotla	Mar Blanco, entre Noche Triste y Felipe Carrillo Puerto	Rehabilitar la red y los accesorios pluviales. L=150 m, 45 cm Ø 1
Tacuba	Calz. México Tacuba, entre Lago los Esclavos y Aquiles Serdán (bajo el puente vehicular)	Rehabilitar la red y los accesorios pluviales. L=300 m, 45 cm Ø 1
Anáhuac	Calz. Lago Trasimeno, entre Lago Mask y Mariano Escobedo	Rehabilitar la red y los accesorios pluviales. L=250 m, 45 cm Ø 1
Argentina	Calz. San Bartolo Naucalpan, entre Ingenieros Militares y Lago Viedma	Rehabilitar la red y los accesorios pluviales. L=1000 m, 45cm Ø 1
Escandón	Calz. Gral. Alvarado, entre José Martí y Viaducto	Rehabilitar la red y los accesorios pluviales. L=300 m, 45 cm Ø 1
Pensil	Lago Ammer, entre Lago Ness y Lago Erne	Rehabilitar la red y los accesorios pluviales. L=100 m, 45 cm Ø 1
Pensil	Cda. de Lago Bolsena esq. Lago Bolsena	Rehabilitar la red y los accesorios pluviales. L=150 m, 45 cm Ø 1
Anáhuac	Av. Marina Nacional, entre Lago Como y Mariano Escobedo	Rehabilitar la red y los accesorios pluviales. L=150 m, 45 cm Ø 1
San Miguel Chapultepec	Av. Gelati, entre Rafael Rebollar y José Vasconcelos	Rehabilitar la red y los accesorios pluviales. L=60 m, 45 cm Ø 1
América	Av. Barranquilla, entre Poniente 73 A y Poniente 75	Rehabilitar la red y los accesorios pluviales. L=100 m, 45 cm Ø 1
Polanco	Av. Masarik esq. Mariano Escobedo	Instalar bocas de tormenta y revisar la red. L=120 m, 45 cm Ø 1
Bosque de Chapultepec	Av. Paseo de la Reforma, entre Anillo Periférico y Circuito Interior	Rehabilitar la red de drenaje. L=2500 m, 45cm Ø 1
San Miguel Chapultepec	Av. Protacio Tagle, entre Gelati y Alumnos	Instalar un colector de alivio. L=500 m, 61 cm Ø
Bosque de Chapultepec 2ª secc	Circuito de la Unidad Artística Esq. Calz. Chivatito	Rehabilitar la red y los accesorios pluviales. L=1500 m, 45cm Ø 1



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales
de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Nueva Anzures	Av. Mariano Escobedo, entre Darwin y Paseo de la Reforma	Rehabilitar la red y los accesorios pluviales. L=300 m, 45 cm Ø 1
---------------	--	---

Fuente: elaboración propia

Hundimiento

Para subsanar el problema el problema de hundimiento en la zona del lago de la Delegación, se propone una solución global a nivel Valle de México con la que la utilización de agua residual sea tratada para su recarga en los acuíferos de la Ciudad es posible. Así podrá lograrse un equilibrio en los mismos y posiblemente hasta la restitución a sus condiciones originales. Con ello se detendría el hundimiento del piso del Valle de México. Lo anterior se puede lograr mediante las siguientes acciones:

□ Retener 25 m3 de agua residual de los 42 m3/s que se envían de la Cuenca de México al Mezquital. Este gasto, una vez tratado, se recarga en los acuíferos del Valle de México. Dicho volumen representa la suma

del agua ahorrada por modernización de los distritos de riego y la substitución con agua del acuífero del Mezquital.

□ Intercambiar aguas blancas por aguas residuales tratadas que se utilizan en la agricultura del Valle de México; con ello se obtienen 7.4 m3/seg de agua blanca para la red urbana y se reducen 4 m3/s de aguas negras tratadas. Se obtienen 4.9 m3/seg de agua residual.

□ Evitar la salida de la cuenca de México del agua de nuevas fuentes que se traerá del sistema Cutzamala; ello aumentará en 7.4 m3/seg las aguas residuales para su tratamiento y recarga.

Se concluye que es posible utilizar hasta 35 m3/s de agua residual tratada a nivel terciario para inyectar al acuífero de la Ciudad de México. Así se restituirá su condición original y se creará un banco de agua para ser utilizado a futuro, lo que permitirá el desarrollo sustentable del Valle de México.



Capítulo 6 Bibliografía

- Aguayo E. J. y R. Trápaga. (1996). Geodinámica de México y Minerales del Mar. Fondo de Cultura Económica. La Ciencia desde México No. 141.
- CDI, Indicadores sociodemográficos de la población total y la población indígena, 1990, 2000 y 2010. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.
- CENAPRED (2014). “Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos: Fenómenos Geológicos”. Serie: Atlas Nacional de Riesgo.
- CENAPRED, (2004). Volcanes, Peligro y Riesgo Volcánico en México. Secretaría de Gobernación
- CENAPRED, (2006). Inestabilidad de Laderas. Secretaría de Gobernación.
- CENAPRED. (2011) Sismos. Secretaría de Gobernación.
- CFE Comisión Federal de Electricidad (1993). “Manual de diseño de obras civiles, diseño por sismo” CFE y LLE, México.
- CONABIO, 2007, Pronatura. Sitios Prioritarios Terrestres para la Conservación de la Biodiversidad. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas Obtenido de: http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/spt1mgw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no. Fecha de consulta [(21 de diciembre de 2015)].
- CONAGUA, Atlas Digital del Agua, CONAGUA.
- CONAPO, Índice de Marginación por Localidad, 2010.
- CONAPO, Proyecciones de la Población 2010-2050. Proyecciones de la Población por Municipios y Localidades. “Proyección de la Población de los Municipios a Mitad de Año por Sexo y Grupos de Edad, 2010-2030”. Consejo Nacional de Población. México, 2015. Consulta interactiva de datos: http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos.
- CONEVAL, Porcentaje de la población, número de personas, número promedio de carencias sociales en los indicadores de pobreza, México, 2010 Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social
- De la Cruz-Reyna, S., (2008). Fascículo Volcanes. Peligro y Riesgo Volcánico en México. Serie Fascículos. Centro Nacional de Prevención de Desastres. 51 pp.
- Durand Maya (2005). “Modelación hidrológica y de erosión hídrica utilizando sistemas de información geográfica y HEC.H.” Tesis de Maestría UNAM, 87-89 p.
- Ferrari, L., 2000. Avances en el conocimiento de la Faja Volcánica Mexicana durante la última década. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. V. LIII, 84, 92. Instituto de Geología, UNAM. México, 84-92.
- García-Acosta, V., & Suárez-Reynoso, G., (1996). “Los sismos en la historia de México” Universidad Nacional Autónoma de México, Ediciones Científicas Universitarias, texto científico universitario, Tomo I, 718 p.
- González Vallejo L (2002). “Ingeniería Geológica” Editorial Prentice Hall.
- Google Earth, disponible en <https://www.google.es/intl/es/earth/>
- Haller, M. J., (2010). Volcán Chaitén: el despertar de un gigante. Universidad Nacional de la Patagonia. v. 20 numero, 115.
- Huerta, M., Duran V. (2005). Riesgos Hidrometeorológicos más importantes que afectan a la cuenca del Valle de México. Facultad de Ingeniería, UNAM.
- Hutchinson, J.N. (1988). “General Report: Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology” Proceedings of the fifth International Symposium on Landslides, Vol. I. editado por Christophe Bonnard.
- IIUNAM (2014b): Revisión y Evaluación en Geotecnia y Estructuras. Para resolver la problemática del transporte aéreo en el centro del país. Convenio de colaboración no. ASA-UNAM-13-002. Informe Final (diciembre 2014).
- INECC, Mapas del Medio Ambiente de México, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

- INEGI, Carta de uso del suelo y vegetación G14-09 Serie III INEGI.
- INEGI, Carta de Uso del Suelo y Vegetación G14-09 Serie V.
- INEGI, Carta Edafológica G14-09 esc. 1:250,000
- INEGI, Carta Fisiográfica 1:1 000,000 serie I. INEGI
- INEGI, Carta Geológica G14-09 esc. 1:250000, INEGI.
- INEGI, Cartas Topográficas G14D14, G14D15, esc. 1:50,000.
- INEGI, Censo de escuelas, maestros y alumnos de educación básica y especial (CEMABE), INEGI 2015.
- INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Principales Resultados por Localidad de Ciudad de México, ITER 2010. Versión Electrónica.
- INEGI, Censos Económicos 2014. Sistema Automatizado de Información Censal SAIC. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2015. Consulta Interactiva de Tabulados. Información hasta Municipio y rama de actividad económica. http://www3.inegi.org.mx/olap/olap.aspx?server=2&db=Serie_Censal_Economicos&cube=Censos%20Econ%C3%B3micos&fp=1.
- INEGI, Conjunto de Datos Vectoriales Carta de Aguas Subterráneas G13-9, Serie I, esc. 1:250 000.
- INEGI, Conjunto de Datos Vectoriales de la Serie Recursos Naturales, Climatología, Precipitación Media Anual, esc. 1:1,000,000.
- INEGI, Conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250 000, Serie V
- INEGI, Conjunto de Datos Vectoriales G14-9 Carta de Aguas Subterráneas Esc. 1:250 000, Serie I.
- INEGI, Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0), disponible en <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/descarga.aspx>
- INEGI, Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) INEGI 2014.
- INEGI, Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 2014. Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2015. Consulta interactiva de datos: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denue/default.aspx>.
- INEGI, Guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación escala 1:250,000 serie III.
- INEGI, Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Miguel Hidalgo, México.
- INEGI, SIATL Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas, disponible en http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#
- Jaimes, M., Niño, M., Reinoso, E. (2013) Una aproximación para la obtención de mapas de desplazamiento traslacional de laderas a nivel regional inducido por sismos. Revista de Ingeniería Sísmica No. 89 1-23.
- Ley General de Asentamientos Humanos, Diario Oficial de la Federación, 9 de abril de 2012
- Ley General de Cambio Climático
- Lugo H., Diccionario Geomorfológico, UNAM. México 1989.
- Mendoza Ponce A., (2012). "Estudio de la estabilidad del valor b para regiones sismotectónicas de México". Tesis de Maestría CGEO-UNAM, 14-31 p.
- Osmanoglu. B., Dixon. T, and Wdowski, S., Cabral-Cano, E. and Jiang, Y. (2006.) Mexico City subsidence observed with persistent scatterer InSAR. Imágenes adquiridas por el satélite tipo radar Envisat ASAR, entre los enero de 2004 y julio de 2006.



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

- Pietau and Associates Limited, (1980). "Slope stability analysis for rock fall problems: the computer rock fall for simulating rock fall distributions". Part D., in Rock Slope Engineering. Federal Highway Administration Reference Manual FHWA-TS-79- 208. Department of Transportation, Washington, D.C.
- Prokopovich, N.P. (1979). Genetic classification on land subsidence. En: Saxena, S.K. (ed.). Evaluation and prediction of subsidence. Proc. of the Int. Conf., Pensacola Beach, Florida, January 1978, Am. Soc. Civil Eng., New York, 389-399.
- Rzedowski. La vegetación de México. Limusa, primera edición 1978, México
- Schimnke, H.-U., (2006). Volcanism. Springer, Alemania, 324 pp.
- Scott, R.F. (1979). Subsidence – A review. En: Saxena, S.K. (ed.). Evaluation and prediction of subsidence. Proc. of the Int. Conf., Pensacola Beach, Florida, January 1978, Am. Soc. Civil Eng., New York, 1-25.
- SEDATU (2012), Atlas de Riesgos Naturales Delegación Miguel Hidalgo.
- SEDATU (2016), Programa de Ordenamiento Territorial Delegación Miguel Hidalgo
- SMN, Normales Climatológicas 1951 – 2010, Servicio Meteorológico Nacional.
- Sowtera, A., Amata, C. Cigna, F. Marsha, S., Athaba, A. Alshammara, L. "Mexico City land subsidence in 2014-2015 with Sentinel-1 IW TOPS: results using the Intermittent SBAS (ISBAS) technique". En el cual se utilizan técnicas de percepción, específicamente imágenes de radar de la plataforma Sentinel 1, con imágenes comprendidas entre los años 2014 – 2015 y la técnica Intermittent SBAS.
- SSA, Clave Única de Establecimientos de Salud (CLUES), Secretaría de Salud.
- Tomás, R. (2009). Estudio de la ciudad de Murcia mediante Interferometría SAR diferencial avanzada. Tesis doctoral. Universidad de Alicante. 480 pp.
- Tomas,R., Herrera, G,Delgado, J., Peña, F. (2009) Subsistencia del terreno. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 2009. (17.3) 295-302
- Ui, T., S. Takarada y M. Yoshimoto (2000). Debris Avalanches. En H. Sigurdsson (ed.), Encyclopedia of Volcanoes (pp. 617-626). San Diego, CA: Academic Press.
- UNAM, Instituto de Geografía, Atlas Nacional de México, Geomorfología I, 2007.
- Wu, S.S. (1984). "Rockfall evaluation by computer simulation: Transportation Research Record". Transportation Research Board, Washington, D.C. Number 1031, 1-5 pp
- Zehner, C., (2010). Monitoring Volcanic Ash from Space. Proceedings of the ESA-EUMETSAT workshop on the 14 April to 23 May 2010 eruption at the Eyjafjoll volcano, South Iceland. Frascati, Italy, 26-27 May 2010. 108 pp.

Capítulo 7 Glosario

AGEB. Acrónimo de Área Geoestadística Básica. Las AGEB son delimitaciones de pequeñas zonas geográficas con información estadística censal similar. Las AGEB urbanas delimitan una parte o el total de una localidad de 2,500 habitantes o más, o bien, una cabecera municipal, independientemente de su número de pobladores, en conjuntos que generalmente van de 25 a 50 manzanas; y las AGEB rurales enmarcan una superficie cuyo uso del suelo es predominantemente agropecuario y en ellas se encuentran distribuidas las localidades menores a 2,500 habitantes, que para fines operativos, se han denominado como localidades rurales.

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.

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

Desastre. Se define como el estado en que la población de una o más entidades federativas, sufre severos daños por el impacto de una calamidad devastadora, sea de origen natural o antropogénico, enfrentando la pérdida de sus miembros, infraestructura o entorno, de tal manera que la estructura social se desajusta.

Falla. Superficie de ruptura en rocas a lo largo de la cual ha habido movimiento relativo, es decir, un bloque respecto del otro. Se habla particularmente de falla activa cuando en ella se han localizado focos de sismos o bien, se tienen evidencias de que en tiempos históricos ha habido desplazamientos. El desplazamiento total puede variar de centímetros a kilómetros dependiendo del tiempo durante el cual la falla se ha mantenido activa (años o hasta miles y millones de años). Usualmente, durante un temblor grande, los desplazamientos típicos son de uno o dos metros.

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

Geotecnia. Aplicación de principios de ingeniería, a la ejecución de obras públicas en función de las características de los materiales de la corteza terrestre.

Helada. Cuando la temperatura ambiente es igual o inferior a 0°C.

Huracán. Sistema de vientos con movimientos de rotación, traslación y convección en espiral, semejante a un gigantesco torbellino, cuya fuerza de sus vientos se extiende a cientos de kilómetros sobre las aguas tropicales.

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.

Isobara. Línea que une puntos con igual valor de presión atmosférica.

Isoterma. Línea que une puntos o lugares con igual valores de temperatura.

Isoyeta. Es una línea trazada sobre un mapa sinóptico con la que se unen puntos (representación de una estación meteorológica), donde se registra igual cantidad de precipitación.

Licuefacción: Comportamiento pseudo-líquido de una o varias capas de suelo provocado por una elevada presión intersticial que genera un movimiento en la superficie. Se manifiesta en arenas sueltas (limosas saturadas o muy finas redondeadas) y se localiza en zonas costeras, sobre las riberas o llanuras inundables de los ríos (Ortiz y Zamorano, 1998). Es importante determinar si el espesor de la arena en el terreno tiende de 1 a 10 metros, y si el agua subterránea se localiza a menos de 10 metros de profundidad, pues todos estos aspectos indican zonas potenciales a la licuefacción en caso de que ocurra un sismo.

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).

Masa de aire. Volumen extenso de la atmósfera cuyas propiedades físicas, en particular la temperatura y la humedad en un plano horizontal muestran solo diferencias pequeñas y graduales. Una masa puede cubrir una región de varios millones de kilómetros cuadrados y poseer varios kilómetros de espesor.



Actualización del Atlas de Riesgos Naturales de la Alcaldía Miguel Hidalgo, 2018

Ola de calor. Calentamiento importante del aire o invasión de aire muy caliente, sobre una zona extensa; suele durar de unos días a una semana.

Peligro o peligrosidad. Evaluación 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

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.

Precipitación. Partículas de agua en estado líquido o sólido que caen desde la atmósfera hacia la superficie terrestre.

Prevención. Conjunto de acciones y mecanismos tendientes a reducir riesgos, así como evitar o disminuir los efectos del impacto destructivo de los fenómenos perturbadores sobre la vida y bienes de la población, la planta productiva, los servicios públicos y el medio ambiente.

Protección. El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.

Rehabilitación. El conjunto de acciones tendientes en hacer apto y retornar un lugar a las condiciones funcionales ambientales originales.

Residuo. Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

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 x valor x peligro. En esta relación, el valor se refiere al número de vidas humanas amenazadas o en general a cualquiera 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, peligro peligrosidad, es la probabilidad de que un área en particular sea afectada por algunas de las manifestaciones destructivas de la calamidad.

Sequía. Situación climatológica anormal que se da por la falta de precipitación en una zona, durante un período de tiempo prolongado. Esta ausencia de lluvia presenta la condición de anómala cuando ocurre en el período normal de precipitaciones para una región bien determinada. Así, para declarar que existe sequía en una zona, debe tenerse primero un estudio de sus condiciones climatológicas.

Sismicidad. La ocurrencia de terremotos de cualquier magnitud en un espacio y periodo dados.

Tectónica. Teoría del movimiento e interacción de placas que explica la ocurrencia de los terremotos, volcanes y formación de montañas como consecuencias de grandes movimientos superficiales horizontales.

Terremoto (sismo o temblor). Vibraciones de la Tierra causado por el paso de ondas sísmicas irradiadas desde una fuente de energía elástica.

Tormenta eléctrica. Precipitación en forma tempestuosa, acompañada por vientos fuertes y rayos, que es provocada por una nube del género cumulonimbos.

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 (ver riesgo).

Capítulo 1 Anexo de Riesgos Antropogénicos

6.1 Riesgos Químicos

Los accidentes mayores relacionados con el manejo de sustancias químicas peligrosas se presentan con poca frecuencia; sin embargo, el costo social, ambiental y económico es elevado. La principal herramienta para combatir estos accidentes es la prevención y el primer paso es la adecuada identificación de los peligros asociados al almacenamiento, transporte y distribución de las sustancias y materiales peligrosos. En este capítulo se presentan los procedimientos para la elaboración de mapas de peligro debido al almacenamiento y transporte terrestre de sustancias y materiales peligrosas, así como el transporte por ductos de sustancias peligrosas.

Los accidentes en el almacenamiento de sustancias químicas pueden presentarse por diversas causas, entre las que se incluyen: fallas operativas en los procesos industriales, fallas mecánicas en los equipos, errores humanos, pérdida de servicios, fenómenos naturales (sismos, huracanes, inundación, erupción volcánica, etc.), desviaciones en los parámetros del proceso y causas premeditadas.

Para la determinación del peligro por el almacenamiento de sustancias peligrosas se identificaron y ubicaron las instalaciones industriales, comerciales y de servicios que manejan sustancias y materiales peligrosos, las cuales representan un peligro a la población, al ambiente y a las instalaciones debido a las características de peligrosidad de las sustancias químicas que almacenan.

El propósito de la identificación de peligros es obtener la siguiente información:

- Tipo y cantidad de sustancias peligrosas que se manejan
- Localizar las instalaciones industriales que manejan sustancias peligrosas
- Localizar las instalaciones de servicios que usan o almacenan materiales peligrosos
- Identificar las propiedades físicas y químicas de las sustancias peligrosas y determinar sus características de peligrosidad.
- Determinar el tipo de evento que puede ocurrir como consecuencia de una liberación de material peligroso, tal como incendio, explosión o nube tóxica.

Para realizar esta identificación se tomaron en cuenta las actividades e instalaciones considerando las disposiciones federales y estatales enlistadas a continuación:

- i. Actividades altamente riesgosas de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, considerando:
 - a. El primer listado de actividades altamente riesgosas DOF 28 de marzo 1990
 - b. El segundo listado de actividades altamente riesgosas DOF 4 de mayo de 1992
- ii. Adicionalmente, a los listados anteriores se deberán considerar las instalaciones y actividades contempladas en el campo de aplicación de las siguientes normas

oficiales mexicanas y disposiciones legales, con la finalidad de complementar la anterior información:

- a. NOM-003-SECRE-2011 Sistemas de distribución de gas natural y de gas LP por ductos
 - b. NOM-007-SECRE-2010 Sistemas de transporte de gas natural por medio de ductos
 - c. NOM-013-SECRE-2012 Terminales de almacenamiento de gas natural licuado
 - d. NOM-028-STPS-20122. Sistema para la administración del trabajo-seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas
- iii. Fábricas, plantas industriales, talleres, comercios y demás establecimientos que se dediquen a las actividades y operaciones industriales y comerciales que se realicen con armas, municiones, explosivos, artificios y sustancias químicas, de acuerdo con la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos y su Reglamento.
 - iv. Instalaciones nucleares y radiactivas, de acuerdo con la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear y el Reglamento General de Seguridad Radiológica.
 - v. Instalaciones que almacenen sustancias en cantidad igual o superior a la establecida para riesgo de incendio ordinario de acuerdo con el Apéndice A de la NOM-002—STPS-2010, Condiciones de seguridad - prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
 - vi. Instalaciones para el tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, de acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su Reglamento y normatividad correspondiente.
 - vii. Generadores de residuos peligrosos de acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento; se exceptúa a los microgeneradores que se encuentren sujetos a los planes de manejo de los residuos peligrosos que generen y que se establezcan para tal fin y a las condiciones que fijen las autoridades de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios competentes.

Las fugas y derrames se refieren a la emanación de alguna sustancia inflamable y/o tóxica, fuera de los espacios a los que está confinada, generalmente por algún accidente fortuito, o bien por un acto premeditado que deriva en la filtración.

El 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. La fuga se presenta cuando hay un cambio de presión debido a rupturas en el recipiente que contenga el material o en la tubería que lo conduzca.

Las fugas y derrames son relativamente frecuentes en el municipio, debido a que la industria requiere del almacenamiento y transporte de sustancias de alto valor económico, y que son constantemente vandalizadas con el objetivo de sustraer ilegalmente dichas sustancias, actos que generalmente son los que producen las fugas y derrames; también es frecuente que durante alguna construcción, se hagan perforaciones que dañan la infraestructura subterránea de transporte de las sustancias.

Los accidentes en el almacenamiento de sustancias químicas pueden presentarse por diversas causas, entre las que se incluyen: fallas operativas en los procesos industriales, fallas mecánicas en los equipos, errores humanos, pérdida de servicios, fenómenos naturales (sismos, huracanes, inundación, erupción volcánica, etc.), desviaciones en los parámetros del proceso y causas premeditadas.

Para la determinación del peligro por el almacenamiento de sustancias peligrosas se identificaron y ubicaron las instalaciones industriales, comerciales y de servicios que manejan sustancias y materiales peligrosos, las cuales representan un peligro a la población, al ambiente y a las instalaciones debido a las características de peligrosidad de las sustancias químicas que almacenan.

El propósito de la identificación de peligros es obtener la siguiente información:

- Tipo y cantidad de sustancias peligrosas que se manejan
- Localizar las instalaciones industriales que manejan sustancias peligrosas
- Localizar las instalaciones de servicios que usan o almacenan materiales peligrosos
- Identificar las propiedades físicas y químicas de las sustancias peligrosas y determinar sus características de peligrosidad.
- Determinar el tipo de evento que puede ocurrir como consecuencia de una liberación de material peligroso, tal como incendio, explosión o nube tóxica.

Para realizar esta identificación se tomaron en cuenta las actividades e instalaciones considerando las disposiciones federales y estatales enlistadas a continuación:

- viii. Actividades altamente riesgosas de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, considerando:
 - a. El primer listado de actividades altamente riesgosas DOF 28 de marzo 1990
 - b. El segundo listado de actividades altamente riesgosas DOF 4 de mayo de 1992
- ix. Adicionalmente, a los listados anteriores se deberán considerar las instalaciones y actividades contempladas en el campo de aplicación de las siguientes normas oficiales mexicanas y disposiciones legales, con la finalidad de complementar la anterior información:
 - a. NOM-003-SECRE-2011 Sistemas de distribución de gas natural y de gas LP por ductos
 - b. NOM-007-SECRE-2010 Sistemas de transporte de gas natural por medio de ductos
 - c. NOM-013-SECRE-2012 Terminales de almacenamiento de gas natural licuado
 - d. NOM-028-STPS-20122. Sistema para la administración del trabajo-seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas
- x. Fábricas, plantas industriales, talleres, comercios y demás establecimientos que se dediquen a las actividades y operaciones industriales y comerciales que se realicen con armas, municiones, explosivos, artificios y sustancias químicas, de acuerdo con la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos y su Reglamento.
- xi. Instalaciones nucleares y radiactivas, de acuerdo con la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear y el Reglamento General de Seguridad Radiológica.
- xii. Instalaciones que almacenen sustancias en cantidad igual o superior a la establecida para riesgo de incendio ordinario de acuerdo con el Apéndice A de

- laNOM-002—STPS-2010, Condiciones de seguridad - prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
- xiii. Instalaciones para el tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, de acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su Reglamento y normatividad correspondiente.
 - xiv. Generadores de residuos peligrosos de acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento; se exceptúa a los microgeneradores que se encuentren sujetos a los planes de manejo de los residuos peligrosos que generen y que se establezcan para tal fin y a las condiciones que fijen las autoridades de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios competentes.

6.2 Riesgos Sanitarios

La clasificación del SINAPROC agrupa en esta categoría los eventos relacionados con la contaminación de aire, agua y suelos; los que sean propios del área de salud, esencialmente las epidemias; también se incluyen algunos ligados a la actividad agrícola, como la desertificación y las plagas. La agrupación parece algo arbitraria, pero obedece a la dificultad de reunir todos los desastres que pueden ocurrir, en un número pequeño de categorías.

El Fenómeno Sanitario-Ecológico se define en la Ley General de Protección Civil, 2012 como: agente perturbador que se genera por la acción patógena de agentes biológicos que afectan a la población, a los animales y a las cosechas, causando su muerte o la alteración de su salud. Las epidemias y plagas constituyen un desastre sanitario en el sentido estricto del término. En esta clasificación también se ubica la contaminación del aire, agua, suelo y alimentos.

8.1 Epidemias o plagas

Las epidemias se producen cuando una enfermedad adquiere durante cierto lapso una incidencia claramente superior a sus valores normales; esto se relaciona esencialmente con las enfermedades de tipo infeccioso y con la aparición de condiciones particularmente favorables a la transmisión de las mismas, sean estas condiciones de tipo ambiental o social.

Por otro lado, el concepto de plaga se refiere a cualquier ente biótico que el hombre considera perjudicial para su salud o su economía. Existen plagas de interés médico, tales como los vectores de enfermedades humanas (moscos, piojos, etc.); plagas de interés veterinario (pulgas, garrapatas) y plagas agrícolas que afectan a las plantas cultivadas, o a los productos vegetales cosechados. Debe entenderse como plaga una situación en la que un animal produce daños económicos, normalmente físicos, a intereses de las personas (salud, cultivos, cosechas, animales domésticos y/o domesticados, materiales o medios naturales);

Plaga de mosquitos

En la Alcaldía Miguel Hidalgo se han presentado plagas de mosquitos en algunas áreas del territorio, debido principalmente a la existencia de cuerpos de agua. Específicamente, las plagas son de los mosquitos *Aedes Aegypti* y *Aedes albopictus*, los cuales han encontrado condiciones ambientales favorables para su propagación y representan un importante problema de salud pública. Los factores que condicionan la presencia de los mosquitos incluyen:

- Alta adaptabilidad de ambas especies de mosquitos.
- La rápida urbanización y por lo general no planificada, con servicios deficientes de abastecimiento básico y de eliminación de desechos.
- La existencia de criaderos de mosquitos en diversos entornos.
- La producción y el uso no restringido de envases de alimentos y bebidas no biodegradables, barriles y otros recipientes de almacenamiento de agua, que a menudo se convierten en criaderos de mosquitos.
- La inadecuada disposición de llantas.
- Falta de saneamiento de espacios públicos como panteones, mercados, lotes baldíos, etc.
- Los cambios climáticos con modificaciones en los periodos de lluvia e incremento de la temperatura promedio.
- La falta de conciencia, conocimiento y actitud de las familias en el control y eliminación de criaderos.

Los mosquitos pueden ser el vector por el cual se transmiten diferentes enfermedades. Las Enfermedades Transmitidas por Vectores (ETV) representan un importante problema de salud pública en México. Dentro de las ETVs, la más importante en México es el dengue y el chikungunya. El dengue y la fiebre chikungunya, son enfermedades virales transmitidas a los humanos a través de la picadura de mosquitos infectados del género *Aedes Aegypti* y *Aedes albopictus* y están asociadas al ambiente urbano doméstico, a los hábitos de la población, a la carencia de servicios básicos como el suministro de agua y la falta de recolección de basura y desechos de la vivienda. También están relacionadas con la época de lluvias o bien con las zonas cálidas que tienen cuerpos de agua semipermanentes o permanentes.

No obstante que estas enfermedades no se han presentado en la Alcaldía Miguel Hidalgo, es necesario hacer notar que la presencia de los mosquitos portadores de estos problemas de salud, están presentes dentro del territorio en cantidades que en ciertas zonas, califican como plagas. Su alta adaptabilidad los ha hecho resistentes a las condiciones ambientales y no debe descartarse que puedan transmitir enfermedades graves en un futuro

El mosquito *Aedes aegypti* es un ejemplo de adaptación de una especie al ámbito humano, con criaderos, hábitats, fuente de alimentación y desplazamiento activos y pasivos ligados al entorno domiciliario. El reto principal para la prevención y control en México, es hacer más eficientes las acciones anticipatorias en todos los estados del país para evitar la aparición de brotes y en su caso, atenderlos de forma oportuna y evitar su dispersión.

Los programas de control del dengue incluyen estrategias tales como la eliminación de posibles objetos que acumulen agua (tinacos, pilas, llantas y floreros, entre muchos otros) y la aplicación de químicos para eliminar las larvas de los mosquitos y a los mosquitos adultos; para ello, es necesaria la participación de todos los sectores y la sociedad.

Las enfermedades transmitidas por vectores son prevenibles, la mayoría de los factores que facilitan su propagación son controlables mediante prácticas individuales y comunitarias de promoción de salud, por ello es fundamental la participación del municipio en el fortalecimiento de acciones en el nivel local, que faciliten el buen manejo o la eliminación de todos aquellos espacios y recipientes en los que se almacena agua y donde se pueden desarrollar los mosquitos de estas enfermedades.

Reconociendo el carácter estratégico que adquiere la Alcaldía en el desarrollo de acciones en beneficio de la salud de la población y tomando como base las atribuciones establecidas en el artículo 115 Constitucional, fracción III referente a las funciones y servicios públicos que tiene a su cargo; la participación de los municipios en el fortalecimiento de las acciones para la prevención y control de vectores de enfermedades como los mosquitos, es fundamental.

Se requiere promover la participación social, realizar intervenciones que mejoran la salud, así como para promover y generar políticas públicas saludables a nivel local. Si bien, podemos enlistar un gran número de acciones de promoción de la salud que realiza la Alcaldía, con el objetivo de que éstas sean permanentes y fortalecidas durante los primeros meses del año (enero-mayo) para ser anticipatorios y así, limitar y reducir los factores que condicionan la propagación de estas enfermedades; se priorizan las siguientes acciones:

- Acopio y destrucción de llantas no utilizadas, almacenadas a la intemperie en los patios de las casas, vulcanizadoras o abandonadas en la calle, que pudieran convertirse en criaderos de mosquitos. Es importante contar con una estrategia que incluya alianzas con otros municipios; programación de fechas, horarios y días de acopio de llantas y; generación de alianzas con vulcanizadoras y empresas dedicadas a la transformación y destrucción de llantas. La eliminación y el almacenamiento de llantas y otros utensilios en el ámbito municipal, debe vigilarse y ordenarse de manera permanente.
- Limpieza permanente de espacios públicos: panteones, lotes baldíos, parques, escuelas, etc. El saneamiento básico incluye: eliminar criaderos: botellas de PET, floreros no utilizados, llantas, latas y cualquier objeto en los que se pueda acumular agua; promover el uso de flores artificiales en los panteones (en lugar de las flores naturales, ya que no necesitan agua), voltear o tirar aquellas cubetas o floreros que no se utilicen; desyerbar.
- Mantenimiento de los depósitos de agua y jornadas de limpieza. Realizar mensualmente jornadas de limpieza de pozos y otros depósitos de agua y, al mismo tiempo, convocar a la comunidad a realizar jornadas de limpieza dentro de sus casas, patios, azoteas, cisternas, tinacos y otros depósitos de agua
- Recolección de basura. Es importante asegurar la recolección de desechos de manera permanente, así como vigilar que la disposición final se realice de manera ordenada
- Difusión de mensajes educativos a través de la radio, perifoneo, pinta de barda y otros canales de comunicación disponibles en el municipio; con el fin de promover prácticas individuales y comunitarias que reduzcan la presencia de los mosquitos *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*

- Generar entornos limpios y libres de criaderos, contando con la participación permanente de la ciudadanía y autoridades, apoyándose en reglas de convivencia que incluyan: sanciones por tirar basura en la calle o en terrenos baldíos; sanciones por almacenamiento de basura, llantas, muebles o cualquier objeto puesto a la intemperie, que propicie la retención de agua de lluvia; normas municipales regulatorias de la recolección y eliminación de la basura

La generación de entornos limpios que favorezcan el control de los mosquitos *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*, es responsabilidad de la comunidad y las autoridades en conjunto.

Plagas de fauna nociva

Se considera dentro de la fauna nociva urbana aquellas especies animales que son capaces de ocasionar daños a la salud como transmisores de enfermedades epidémicas o destruyendo bienes personales (alimentos, instalaciones, equipos), haciéndoles perder su eficacia, presentación o su valor u originando también daños materiales.

Las principales especies consideradas dentro del grupo de fauna nociva en la Alcaldía Miguel Hidalgo son las, cucarachas, ratas y ratones, pero también se pueden incluir mosquitos (tratados en la sección anterior de este estudio), arañas ponzoñosas, hormigas, moscas, pescaditos de plata, piojos, pulgas, chinches (tanto de humanos como de otras especies) y garrapatas.

Algunos de estos animales son transmisores de enfermedades infecciosas, mientras que otros son causa de intoxicaciones de diferente severidad, como la picadura por arañas ponzoñosas. En el caso de los roedores, son portadores de enfermedades gastrointestinales como salmonela o amibas, también transmiten la rabia, además de los daños ocasionados a la economía familiar e industrial. Las cucarachas transmiten infecciones intestinales, tifoidea, fiebre, dermatitis y reacciones alérgicas como el asma.

Este tipo de fauna se desarrolla principalmente en el sistema de drenaje, debido a que ahí encuentra un nicho con todas las facilidades para su supervivencia, por lo que exterminarlos es una tarea complicada.