



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez



Diciembre de 2014

Número de expediente: PP14/15057/AE/1/0025

Número de obra: 415057PP003168

Naucalpan, Estado de México

Master Planning, S.A. de C.V.

Tel. (55) 5256 2025

mp_masterplanning@yahoo.com.mx



“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. ESTÁ 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.”



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Índice

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.....	8
1.1. Introducción	8
1.2. Antecedentes.....	3
1.3. Objetivo.....	4
CAPÍTULO 2. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE ANÁLISIS Y ESCALAS DE REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA	4
2.1. Área de Estudio	4
2.2. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica.....	5
CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL	8
3.1. Fisiografía	8
3.2. Geomorfología.....	11
3.3. Geología.....	14
3.4. Edafología.....	15
3.5. Hidrología	17
3.6. Cuencas y Sub-cuencas	20
3.7. Clima	23
3.8. Uso de suelo y vegetación	32
3.9. Áreas naturales protegidas	34
CAPÍTULO 4. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS	37
4.1. Elementos demográficos.....	37
4.1.1. Dinámica demográfica	37
4.1.2. Proyección de población al 2030	39
4.1.3. Distribución de población.....	39
4.1.4. Densidad de población.	41
4.1.5. Pirámide de edades	42
4.1.6. Natalidad.....	43
4.1.7. Mortalidad	43
4.1.8. Migración	44
4.1. Características sociales	44
4.2.1. Escolaridad	44
4.2.2. Hacinamiento	45
4.2.3. Población con discapacidad.....	45



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez



4.2.4.	Marginación	47
4.2.5.	Pobreza.....	48
4.2.6.	Equipamiento	49
4.2.	Principales actividades económicas en la zona.....	50
4.3.	Características de la población económicamente activa	51
4.4.	Reserva Territorial.....	52
CAPÍTULO 5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS, PELIGROS, VULNERABILIDAD Y RIESGOS ANTE FENÓMENOS		
PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL		53
5.1.	Erupciones Volcánicas	66
5.1.1.	Peligro.....	72
5.1.2.	Vulnerabilidad	72
5.1.3.	Riesgo.....	72
5.2.	Sismos	74
5.2.1.	Peligro.....	78
5.2.2.	Vulnerabilidad	79
5.2.3.	Riesgo.....	79
5.3.	Tsunamis	81
5.3.1.	Peligro.....	84
5.3.2.	Vulnerabilidad	84
5.3.3.	Riesgo.....	84
5.4	Inestabilidad de laderas	85
5.4.1.	Peligro.....	89
5.4.2.	Vulnerabilidad	89
5.4.3.	Riesgo.....	89
Estudios de Caso Remoción en masa (Deslizamientos en Zonas de barrancas).....		90
5.5	Flujos.....	106
5.5.1.	Peligro.....	107
5.5.2.	Vulnerabilidad	107
5.5.3.	Riesgo.....	107
5.6	Caídos o Derrumbes	108
5.6.1.	Peligro.....	109
5.6.2.	Vulnerabilidad	109
5.6.3.	Riesgo.....	110
5.7	Hundimientos.....	130
5.7.1.	Vulnerabilidad	132



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez



5.7.2. Riesgo.....	132
5.8 Subsistencia	136
5.8.1. Peligro.....	137
5.8.2. Vulnerabilidad	139
5.8.3. Riesgo.....	140
5.9 Agrietamientos	141
5.9.1. Peligro.....	142
5.9.2. Vulnerabilidad	143
5.9.3. Riesgo.....	143
5.10 Ondas cálidas y gélidas.....	148
5.10.1. Peligro.....	148
5.10.2. Vulnerabilidad	148
5.10.3. Riesgo.....	150
5.11 Sequías	159
5.11.1. Peligro.....	160
5.11.2. Vulnerabilidad	161
5.11.3. Riesgo.....	162
5.12 Heladas	164
5.12.1. Peligro.....	169
5.12.2. Vulnerabilidad	169
5.12.3. Riesgo.....	170
5.13 Tormentas de granizo	171
5.13.1. Peligro.....	172
5.13.2. Vulnerabilidad	173
5.13.3. Riesgo.....	174
5.14 Tormentas de nieve.....	174
5.14.1. Peligro.....	175
5.14.2. Vulnerabilidad	176
5.14.3. Riesgo.....	176
5.15 Ciclones Tropicales	177
5.15.1. Peligro.....	178
5.15.2. Vulnerabilidad	179
5.16 Tornados.....	180
5.16.1. Peligro.....	181
5.16.2. Vulnerabilidad	182



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



5.16.3. Riesgo.....	182
5.17 Tormentas de polvo	182
5.17.1. Peligro.....	183
5.17.2. Vulnerabilidad	183
5.17.3. Riesgo.....	184
5.18 Tormentas eléctricas	185
5.18.1. Peligro.....	185
5.18.2. Vulnerabilidad	186
5.18.3. Riesgo.....	188
5.19. Precipitaciones extremas	188
5.19.1. Peligro.....	189
5.19.2. Vulnerabilidad	190
5.19.3. Riesgo.....	192
5.20 Inundaciones	193
CAPÍTULO 6. OBRAS DE MITIGACIÓN	215

Ilustraciones

Figura 1. Localización del Municipio de Naucalpan de Juárez, Estado de México.	5
Figura 2. Croquis, ejemplo de Mapa base a nivel municipal escala 1:33 000	6
Figura 3. Croquis, ejemplo de Mapa base de la Cabecera Municipal escala 1:7 500	7
Figura 4. Mapa fisiográfico (pendientes)	10
Figura 5. Mapa de geomorfología	12
Figura 6. Relieve del Municipio de Naucalpan de Juárez	13
Figura 7. Mapa de geología	14
Figura 8. Mapa edafológico	16
Figura 9. Ilustración de hidrología subterránea	18
Figura 10. Mapa de hidrología	20
Figura 11. Ilustración de Regiones hidrológicas	21
Figura 12. Mapa de hidrología (cuencas y subcuencas)	22
Figura 13. Mapa de climas	25
Figura 14. Mapa de uso del suelo y vegetación	33
Figura 15. Áreas Naturales Protegidas	36
<i>Figura 16. Mapa de distribución de la población</i>	40
Figura 17. Mapa de densidad de población	41



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 18. Mapa de hacinamiento	45
Figura 19. Mapa de distribución de población con discapacidad	46
Figura 20. Mapa de marginación	48
Figura 21. Esquema conceptual de la metodología.	56
Figura 22 Tipo de erupciones volcánicas de acuerdo a su explosividad y comportamiento.	66
Figura 23. Mapa de Peligro por Avalancha de escombros.	67
Figura 24. Tomado del Mapa de peligros del Volcán Popocatepetl, Macías et. al 1995.	68
Figura 25. Mapa de Peligro por Caída de ceniza.	69
Figura 26. Mapa de distancia al volcán Popocatepetl.	70
Figura 27. Mapa de Peligro por Flujos Piroclásticos.	71
Figura 28. Mapa de Peligro por Lahares.	72
Figura 29. Mapa de Riesgo por Caída de Ceniza (vulcanismo).	74
Figura 30. Regionalización sísmica del país	75
Figura 31. Mapa de los principales epicentros de terremotos en el estado de México, de acuerdo al cuadro 27.	77
Figura 32. Mapa de peligro sísmico.	78
Figura 33. Mapa de Riesgo por Sismos	80
Figura 34. Mapa de periodos de retorno para aceleraciones de 0.15 g o mayores	81
Figura 35. En la figura se ilustra cómo se genera un tsunami a partir de la actividad sísmica, sismos generados la interacción de placas o fallas tectónicas.	82
Figura 36. Mapa de distancia a las costas de México.	83
Figura 37. Mapa de Peligro por Tsunamis.	84
Figura 38. Ilustración de los tipos de inestabilidad de laderas.	86
Figura 39. Mapa de peligros por inestabilidad de laderas.	87
Figura 40. Mapa de Riesgo por Inestabilidad de Laderas	90
Figura 41. Momento en el que se rellena la barranca al norte de las colonias México 68 y las Huertas Sección 3.	104
Figura 42. Áreas de relleno en la colonia Las Huertas Sección 2.	105
Figura 43. Áreas de relleno en la colonia Las Huertas Sección 1.	105
Figura 44. Áreas de relleno en la Colonia Independencia.	105
Figura 45. Mapa de peligro por Flujos	107
Figura 46. Mapa de peligro por Derrumbes	108
Figura 47. Casas de la colonia las Huertas Sección 1 y 2 que se encuentran en peligro por situarse debajo del escarpe de ignimbritas.	109
Figura 48. Fotos de Viviendas con alto grado de precariedad que representan alta vulnerabilidad contruidos de lámina, cartón y algunos de tabique. El factor más importante es que las casas se encuentran debajo o menos de 5 metros de la pared de desprendimiento que presenta más de 90° de pendiente, ahí construyeron un muro de rocas para calzar un posible desprendimiento de la constante caída de rocas.	110
Figura 49. Casas en la colonia Izcalli Chamapa con riesgo a desprendimientos.	110



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 50. Mapa de peligro por Hundimientos	132
Figura 51. Túneles en zonas urbanas.	133
Figura 52. Mapa de Riesgo por Hundimientos	134
Figura 53. Mapa de zonificación geotécnica del DF.	135
Figura 54. Ejemplo de la extracción de pozos de agua del subsuelo y su afectación con los mantos freáticos que producen fenómenos como subducción o hundimientos.	136
Figura 55. Mapa de peligro por Subsistencia	138
Figura 56. Ejemplificación de subsidencia en zonas falladas, esto representa un alto grado de peligro debido que la subsidencia provoca inestabilidad en el terreno y la estructuras (casas, calles, puentes, etc.) en los límites se agrietan.	139
Figura 57. Ejemplificación de edificios en proceso de colapso en áreas de subsidencia, debido al peso del edificio y la compactación de las arcillas del suelo se genera el asentamiento e inestabilidad de las construcciones.	139
Figura 58. Mapa de Riesgo por Subsistencia	141
Figura 59. Mapa de peligro por Agrietamientos	143
Figura 60. Ejemplificación de grietas en proceso de colapso en áreas de subsidencia, col. El Corralito.	144
Figura 61. Mapa de Riesgo por Agrietamientos	144
Figura 62. Mapa riesgos por temperaturas máximas en el Municipio de Naucalpan.	149
Figura 63. Mapa riesgos por Temperaturas mínimas en el Municipio de Naucalpan.	150
Figura 64. Mapa riesgos por Sequías en el Municipio de Naucalpan.	161
Figura 65. Mapa riesgos por Heladas en el Municipio de Naucalpan.	170
Figura 66. Daños ocasionados por tormentas de granizo	172
Figura 67. Mapa riesgos por Tormentas de granizo en el Municipio de Naucalpan.	173
Figura 68. Mapa riesgos por Nevadas en el Municipio de Naucalpan.	176
Figura 69. Mapa riesgos por Ciclones Tropicales en el Municipio de Naucalpan	180
Figura 70. Mapa riesgos por Tornados en el Municipio de Naucalpan.	182
Figura 71. Mapa riesgos por Tormentas de polvo en el Municipio de Naucalpan.	183
Figura 72. Posibles causas para la formación de Tormentas de polvo en el Municipio de Naucalpan.	184
Figura 73. Mapa de riesgos por tormentas eléctricas en el Municipio de Naucalpan.	188
Figura 74. Mapa de riesgos por precipitaciones extremas en el Municipio de Naucalpan.	191
Figura 75. Mapa de riesgos por precipitaciones extremas en el Municipio de Naucalpan.	192
Figura 76. Impacto del registro de lluvias extremas en Naucalpan	193
Figura 77. Zonas inundables determinadas en campo con información de PCM de Naucalpan y visitas a campo.	194
Figura 78. Asignación de valores a puntos para inundaciones repentinas.	195
Figura 79. Normalización de variables.	196
Figura 80. Raster resultado de la interpolación de valores (asociados a inundaciones repentinas)	196
Figura 81. Viviendas en las riberas del río Hondo, en alto peligro por avenidas repentinas y fluviales.	198



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 82. Semivariograma donde la varianza real se ajusta a una distribución teórica; ésta se aplicó en algunas zonas para la estimación de pesos para avenidas repentinas en Naucalpan.	199
Figura 83. Cuencas definidas en Naucalpan para generar zonas de inundación por área captadora.	199
Figura 84. Mapa de peligro por inundación fluvial.	201
Figura 85. Mapa de riesgo por inundación fluvial.	206
Figura 86. Zona con amenaza de inundación fluvial.	206
Figura 87. Mapa de peligros por avenidas repentinas (inundaciones)	207
Figura 88. En las zonas altas del municipio hay cuencas totalmente cubiertas por cemento y asfalto que acelerarán los procesos de avenidas repentinas.	208
Figura 89. Mapa de riesgos por avenidas repentinas (inundaciones)	209
Figura 90. Inundaciones ribereñas	210
Figura 91. Inundaciones en barrancas del municipio.	213
Figura 92. La socavación de los ríos de la parte más plana del municipio (p.ej. El Hondo) genera fuerzas inerciales que socavan los taludes de los ríos y generan pequeños derrumbes y hundimientos.	214
Figura 93 Ejemplo de cimentaciones realizadas con pilotes columna y pilotes de control.	218

Gráficas

Gráfica 1.- Municipio de Naucalpan. Crecimiento demográfico 1950 – 2010.	37
Gráfica 2.- Edo. de Mex. y Municipio de Naucalpan. Tasas de crecimiento demográfico 1950-2010.	38
Gráfica 3.- Municipio de Naucalpan. Participación de la población en el total estatal.	38
Gráfica 4.- Municipio de Naucalpan. Distribución de la población por grupos quinquenales de edad, 2000-2010.	42
Gráfica 5. Municipio de Naucalpan. Proporción de personas según condición de pobreza, 2010.	49
Gráfica 6. Municipio de Naucalpan. Sectores económicos y su aportación al VACB, personal ocupado y unidades económica (%), 2008	51
Gráfica 7. Participación de la PEA por sector económico, 2000-2010.	52

Cuadros

Cuadro 1. Contenido del Atlas de Riesgos	2
Cuadro 2. Niveles y escalas a emplear en el Atlas de Riesgos.	7
Cuadro 3. Cuadro de fisiografía	10
Cuadro 4. Cuadro de fisiografía (pendientes)	11
Cuadro 5. Cuadro de geomorfología	12
Cuadro 6. Cuadro de geología	14
Cuadro 7. Cuadro de edafología	17
Cuadro 8. Cuadro de hidrología (cuencas)	22



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Cuadro 9. Cuadro de hidrología (subcuencas)	23
Cuadro 10. Temperatura máxima registrada en las estaciones meteorológicas del municipio	26
Cuadro 11. Temperatura mínima registrada en las estaciones meteorológicas del municipio	29
Cuadro 12. Cuadro de usos de suelo	33
Cuadro 13. Cuadro de áreas naturales protegidas.	36
Cuadro 14. Municipio de Naucalpan. Población y crecimiento promedio anual 1950-2010 y sus proyecciones al año 2030.	39
Cuadro 15. Población de las principales localidades 2000-2005	40
Cuadro 16. Distribución de la población por grandes grupos de edad. 2000 – 2010	42
Cuadro 17. Fecundidad en el municipio de Naucalpan, 2010	43
Cuadro 18. Mortalidad en Naucalpan, 2010.	43
Cuadro 19. Población migrante en el municipio de Naucalpan, 2010	44
Cuadro 20. Equipamiento educativo por nivel escolar 2010-2011	49
Cuadro 21. Equipamiento cultural 2011	50
Cuadro 22. Unidades médicas en servicio del sector salud por municipio y nivel de operación según institución	50
Cuadro 23. Indicadores económicos de la participación del Municipio de Naucalpan en la economía estatal	51
Cuadro 24. Marco de vulnerabilidad socioeconómica	57
Cuadro 25. Vulnerabilidad socioeconómica de las localidades del municipio para la determinación de riesgos	63
Cuadro 26. Matriz de ponderación de la vulnerabilidad en función al tipo de peligro	64
Cuadro 27. Agebs con Grado de riesgo Medio y Bajo.	73
Cuadro 28. Sismos de mayor magnitud en el estado de México	76
Cuadro 29. Tabla con escalas de intensidad y áreas afectadas.	80
Cuadro 30. Criterios de la metodología para los niveles de peligro para deslizamientos de ladera.	88
Cuadro 31. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio	89
Cuadro 32. Agebs con Grado de riesgo Alto, Medio y bajo	133
Cuadro 33. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio	140
Cuadro 34. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio	144
Cuadro 35. Clasificación de riesgo de acuerdo a los valores de vulnerabilidad y peligros encontrados en Naucalpan.	147
Cuadro 36. Relación estaciones meteorológicas para el caso de heladas en el Municipio de Naucalpan de Juárez.	167

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

1.1. Introducción

El presente Atlas de Riesgos Naturales para el Municipio de Naucalpan de Juárez se inscribe dentro del Programa de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos de la Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU).



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Este instrumento brindará a las autoridades municipales el insumo básico para diseñar y definir las estrategias y proyectos pertinentes en el territorio ante posibles contingencias; también coadyuvará a la planeación, elaboración e implementación de acciones dirigidas a reducir la vulnerabilidad de la población frente a amenazas de diversos orígenes y mejorar la calidad de vida en zonas específicas del municipio, permitiendo identificar a la población en condición de riesgo.

Para ello, el Atlas incorpora información geográfica de los peligros de origen natural que se presentan en el municipio, para identificar zonas expuestas a peligro y definir las características de la población y sus viviendas ubicadas en estas zonas.

En primera instancia, se presenta el universo de los fenómenos que integran al peligro (agente perturbador), entendiéndose como el sistema capaz de originar calamidades que pueden impactar a la comunidad y su entorno. Los agentes perturbadores considerados en el estudio, incluyen los fenómenos de origen geológico e hidrometeorológico.

Los fenómenos geológicos consideran: la sismicidad; el deslizamiento; el colapso de suelos; los hundimientos y agrietamientos. Dentro de los fenómenos hidrometeorológicos se incluyen: las lluvias torrenciales; las granizadas y nevadas; las inundaciones y flujos de lodo; las tormentas eléctricas; las temperaturas extremas y la erosión.

Asimismo, se vinculan los peligros con las repercusiones que éstos tendrían en el Municipio de Naucalpan de Juárez, que puede ser siniestrado por diversos peligros en más de un sentido, por lo que este trabajo aborda a la población afectada como un todo, denominado como el sistema afectable (éste comprende a la población, sus bienes y el ecosistema). Para determinar el riesgo, se identifican las condiciones socioeconómicas de las familias y las viviendas emplazadas en las zonas consideradas críticas por el Atlas.

El contenido del presente documento se enmarca en el capitulo citado en las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos 2014, de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, (SEDATU) y se menciona en la siguiente tabla.

Cuadro 1. Contenido del Atlas de Riesgos

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN	Introducción Antecedentes Objetivo
CAPÍTULO 2. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE ANÁLISIS Y ESCALAS DE REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA	Determinación de niveles de análisis y escalas de representación gráfica



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL	Fisiografía Geomorfología Geología Edafología Hidrología Cuencas y subcuencas Clima Usos del suelo y vegetación Áreas Naturales Protegidas	
CAPÍTULO 4. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS	Elementos demográficos Características sociales Principales actividades económicas en la zona Características de la Población Económicamente Activa Reserva territorial	
CAPÍTULO 5. RIESGOS, PELIGROS Y/O VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL	Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico	Erupciones volcánicas Sismos Tsunamis Inestabilidad de laderas Flujos Caídos o derrumbes Hundimientos Subsidencia Agrietamientos Erosión
	Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico	Ondas cálidas y gélidas Sequías Heladas Tormentas de granizo Tormentas de nieve Ciclones tropicales Tornados Tormentas polvo Tormentas eléctricas Lluvias extremas Inundaciones
CAPÍTULO 6. OBRAS DE MITIGACIÓN		
CAPÍTULO 7. ANEXO	Glosario de términos Bibliografía Cartografía empleada Fichas de campo Memoria fotográfica Nombre de la consultoría y personas que participaron en la elaboración del Atlas	
CAPÍTULO 7. METADATOS		

1.2. Antecedentes

El municipio de Naucalpan de Juárez, el tercero más poblado en el Estado de México, después de Ecatepec y Nezahualcóyotl, presenta diferentes características poblacionales, edafológicas, geológicas, climáticas y geomorfológicas a lo largo y ancho de su territorio, lo que lo hace susceptible a una amplia gama de fenómenos que pueden sucederse de una forma destructiva e incluso catastrófica.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



En este municipio destacan los fenómenos hidrometeorológicos, mismos que han impactado en diversas ocasiones la vida cotidiana de la población, las inundaciones y los deslaves asociados a lluvias extremas han generado interrupciones a la normalidad y pérdidas materiales de consideración, principalmente en los asentamientos ubicados en cauces y márgenes de ríos y en las inmediaciones o al interior de los vasos de varias presas que se localizan en el municipio.

Las colonias que más registros de inundaciones o encharcamientos son: Fraccionamiento industrial Alce Blanco, Valle de San Mateo, jardines de San Mateo, Ahuizotla, Jardines del Molinito, Lomas Verdes 5ta Sección, Conjunto San Miguel, Presa Chamapa, Industrial Naucalpan, Santa María Nativitas Y ciudad Satélite, según registros de Protección Civil del Municipio de Naucalpan.

1.3. Objetivo

Generar un documento de análisis espacial que diagnostique, pondere y detecte los diferentes riesgos naturales presentes en el municipio de Naucalpan de Juárez, Estado de México a través de los criterios establecidos por la SEDESOL y el CENAPRED, a fin de contar con una herramienta que sirva de base para la adopción de estrategias territoriales y el diseño de medidas y acciones de prevención de desastres y reducción de riesgos

CAPÍTULO 2. DETERMINACIÓN DE NIVELES DE ANÁLISIS Y ESCALAS DE REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA

En este apartado se establecerán los niveles geográficos de aproximación a la problemática municipal del peligro o riesgo. Se definirán, por medio de aproximaciones y condiciones específicas de las localidades estudiadas. A continuación se explica cómo se llegó a los niveles escalares propuestos en el presente Atlas de Riesgos.

La determinación de la zona de estudio, es un instrumento técnico geográfico que determina las áreas de tratamiento para desarrollar las acciones de nivel territorial que permitan configurar y delimitar representaciones territoriales óptimas. Para la elaboración del mapa de zonificación, se realizó una evaluación integrada de las zonas de peligro y unidades geográficas funcionales; dentro de un análisis de superposición que incluye el mapa base en conjunción con los diferentes temas que se abordarán en el atlas.

2.1. Área de Estudio

El presente Atlas abarca el territorio del municipio de Naucalpan de Juárez, el cual se localiza en la porción oriental del Estado de México, formado parte del área metropolitana de la Ciudad de México. Sus coordenadas extremas son las siguientes:

Al Norte Latitud, 19° 24' 40''



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Al Sur Latitud, 19° 32' 09"

Al Este Longitud, 99° 12' 22"

Al Oeste Longitud, 99° 24' 50"

Sus límites político - administrativos son los siguientes: al norte con Atizapán de Zaragoza, al noreste con Tlalnepantla de Baz, al este y sureste con el Distrito Federal, al sur con Huixquilucan, al suroeste con los municipios de Lerma, Xonacatlán y Otzolotepec; y al oeste con Jilotzingo.

El municipio de Naucalpan de Juárez comprende una superficie de 155.7 km², su territorio presenta un desnivel en alturas que va desde los 2,2258 a los 3,650 metros sobre el nivel del mar (msnm). En términos generales su orografía se compone de un 50% de conformación accidentada, en su porción oeste; el 30% son zonas planas, principalmente en su porción oriente; y el 20% corresponde a lomeríos localizados en su parte central.

Su clima es templado, subhúmedo; con lluvias de mayo a septiembre y una precipitación promedio anual de 979.2 milímetros, las temperaturas promedio varían de los 3°C a los 18°C (de octubre a marzo) y de 6°C a 32.5°C (de abril a septiembre), en tanto que los vientos dominantes soplan de norte a este, y en primavera de sur a norte.

Figura 1. Localización del Municipio de Naucalpan de Juárez, Estado de México.



Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales del INEGI.

2.2. Determinación de niveles de análisis y escalas de representación cartográfica

La metodología utilizada para la determinación de las escalas de representación gráfica del presente atlas, ha sido estructurada a partir de la aplicación de métodos y técnicas de análisis y la organización territorial, cuya finalidad es definir y delimitar y/o redelimitar el número apropiado de niveles y escalas de estudio.



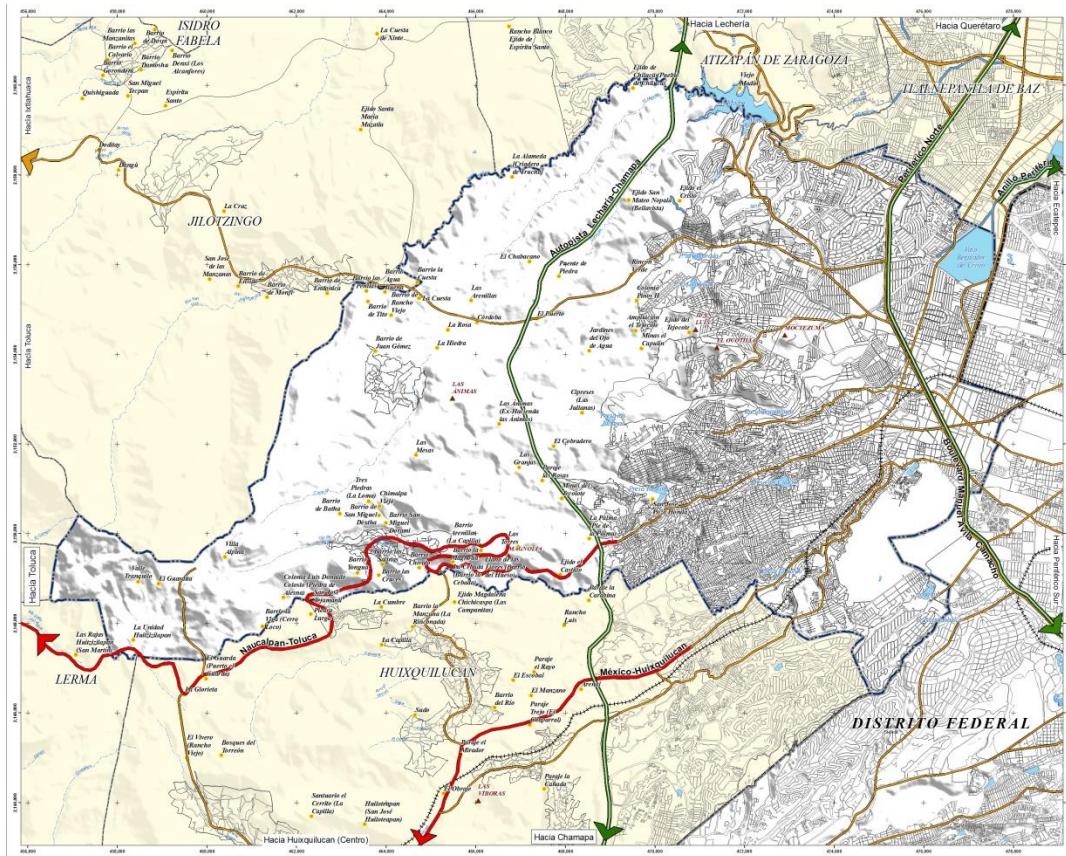
Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Naucalpan de Juárez es un municipio con características geográficas de superficie y forma que hacen posible el estudiarlo integralmente en escala a 1:33 000 para representaciones cartográficas impresas en 90cm por 60cm, como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura 2. Croquis, ejemplo de Mapa base a nivel municipal escala 1:33 000



Fuentes: Elaboración propia con base en datos vectoriales del INEGI y Límite Municipal proporcionado por el IGECEM.

En áreas que son potencialmente susceptibles a ser afectadas por algún tipo de evento o fenómeno natural, lo cual las hace vulnerables, se orientará la zonificación hacia dichas áreas y a la evaluación de niveles de vulnerabilidad por fenómenos naturales, por lo que a partir del mapa base municipal se analizarán las características propias del territorio municipal en relación con sus condiciones y propensión a ser impactado por alguno de los fenómenos naturales que se especificarán más adelante. Con base en este nivel de análisis, la representación cartográfica será adecuada a cada una de las condiciones mencionadas para visualizar los fenómenos desde una perspectiva a mayor detalle que será expresada gráficamente en el espacio con mapas a nivel centro de población en los que se emplearán escalas 1:7 500 o mayores.

En la figura siguiente se ilustra el nivel de un mapa urbano en el que se puede representar a nivel de manzanas el peligro o riesgo de la población ante determinados fenómenos, con este nivel de detalle se permitirá establecer bases para futuros estudios de riesgo y también para evaluar otras áreas con características semejantes además de localizar de forma puntual las obras propuestas para mitigar la vulnerabilidad del sistema afectable.

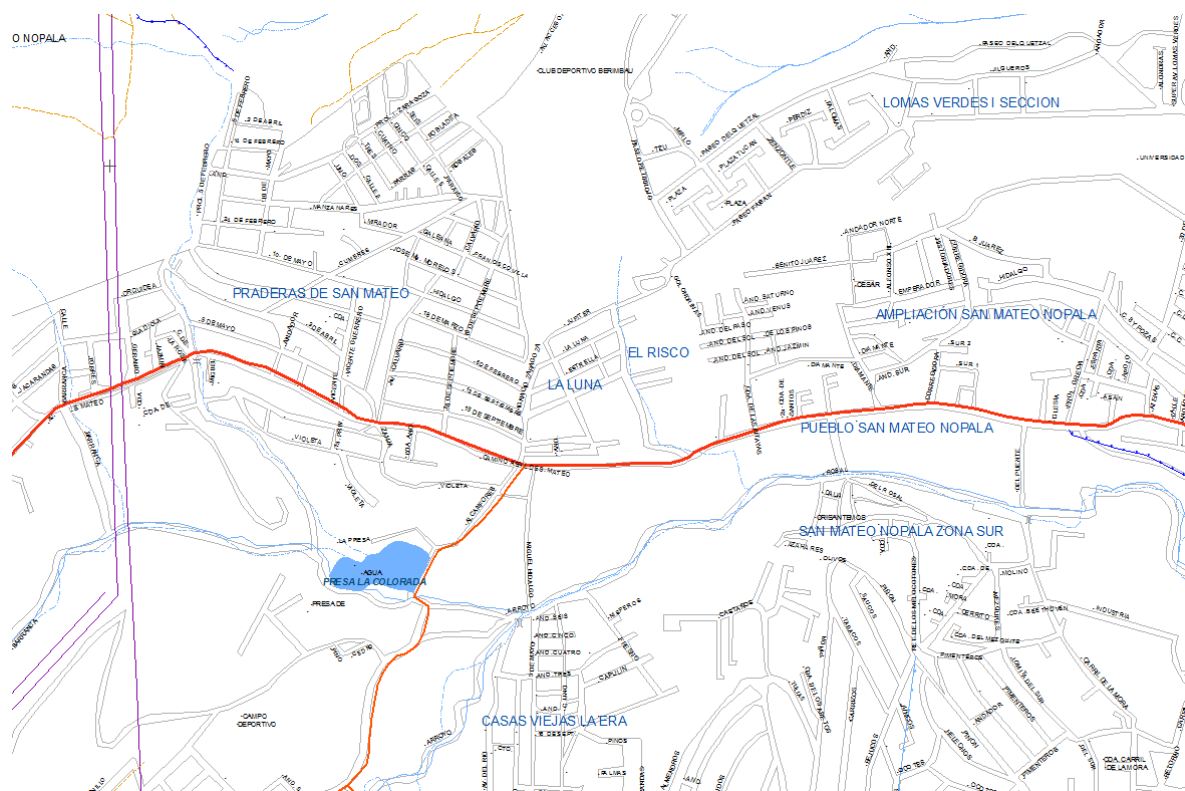


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 3. Croquis, ejemplo de Mapa base de la Cabecera Municipal escala 1:7 500



Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales del INEGI.

En lo referente a la profundidad del estudio, se le dará mayor detalle en las temáticas que representan mayor riesgo para la zona de estudio.

El siguiente cuadro muestra los niveles de análisis que se realizarán en el presente Atlas de acuerdo con las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2014 de la SEDATU.

Cuadro 2. Niveles y escalas a emplear en el Atlas de Riesgos.

Peligro / Riesgo	Nivel de Análisis	Escala cartográfica
Vulcanismo	Nivel 1.	Escala inicial de trabajo: 1:33 000



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Fallas y fracturas	Nivel 1.	Escala inicial de trabajo: 1:33 000
Sismos	Nivel 1.	Escala inicial de trabajo: 1:33 000
Tsunamis	Nivel 1.	Escala inicial de trabajo: 1:33 000
Inestabilidad de laderas (Deslizamientos)	Nivel 2.	Escala inicial de trabajo: 1:10 000
Flujos (lodo, tierra y suelo, avalancha de detritos, creep, lahar)	Nivel 1.	Escala inicial de trabajo: 1:10 000
Caídos o derrumbes	Nivel 2.	Escala inicial de trabajo: 1:10 000
Hundimientos	Nivel 1.	Escala inicial de trabajo: 1:10 000
Subsidencia	Nivel 1.	Escala inicial de trabajo: 1:33 000
Agrietamientos	Nivel 1.	Escala inicial de trabajo: 1:33 000
Erosión	Nivel 1.	Escala inicial de trabajo: 1:33 000
Temperaturas máximas extremas (ondas cálidas y gélidas)	Nivel 1.	Escala inicial de trabajo: 1:33 000
Sequías	Nivel 1.	Escala inicial de trabajo: 1:33 000
Masas de aire. Heladas	Nivel 1.	Escala inicial de trabajo: 1:33 000
Tormentas de granizo	Nivel 1.	Escala inicial de trabajo: 1:33 000
Tormentas de nieve	Nivel 1.	Escala inicial de trabajo: 1:33 000
Ciclones tropicales	Nivel 1.	Escala inicial de trabajo: 1:33 000
Tornados	Nivel 1.	Escala inicial de trabajo: 1:33 000
Tormentas polvo	Nivel 1.	Escala inicial de trabajo: 1:33 000
Masas de aire. Tormentas eléctricas	Nivel 1.	Escala inicial de trabajo: 1:33 000
Lluvias extremas	Nivel 1.	Escala inicial de trabajo: 1:33 000
Inundaciones	Nivel 2	Escala inicial de trabajo: 1:10 000

CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL

3.1. Fisiografía

El municipio de Naucalpan se encuentra inscrito en la gran provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, y dentro de ésta, yace particularmente sobre la subprovincia denominada: Lagos y Volcanes de Anáhuac. La Subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac es la más extensa y representativa del





Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Cuadro 4. Cuadro de fisiografía (pendientes)

Descripción	área	Porcentaje
0- 2	1436.29	9%
2.1 - 5	433	3%
5.1 - 15	2120.9	14%
15.1 - 34	5426.03	35%
mayor de 34	6287.86	40%
	15704.08	100%

Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales del INEGI.

3.2. Geomorfología

El relieve del municipio se caracteriza por la presencia de antiguos volcanes que han formado cuencas cerradas, como es el caso de la Cuenca del Valle de México, en cuya parte poniente se encuentra propiamente Naucalpan, cuyo territorio tiene relieve montañoso con importantes variaciones de altitud. Los rangos de valores altitudinales van desde los 2260 msnm en el extremo Este en la que se encuentra la cordillera conocida como Sierra de las Cruces, hasta los 3450 msnm en los terrenos más accidentados del Oeste, destacando el Cerro Alto o Malinche.

Esto ocasiona una importante variabilidad en el desnivel del territorio, contabilizando esta diferencia en 1190 metros aproximadamente. Situación que, dada su relativamente pequeña extensión superficial, podría generar importantes gradientes de pendientes y energía del relieve.

Los principales accidentes orográficos en el municipio de Naucalpan son: Cerro La Malinche (3450m), Cerro Los Puercos (3210m); Cerro Chivato (2920m); Cerro Las Ánimas (2800m); Cerro Magnolia (2780m) y Cerro Moctezuma (2400m).

La configuración del relieve es accidentada en gran parte del municipio, y disecado por varios ríos que corren principalmente con una dirección W-NE (Fig. 5). El relieve puede dividirse en 4 grandes regiones, las laderas de montaña en la parte alta de la sierra, al oeste del municipio; lomeríos modelados (erosivos) en la parte media, un incipiente piedemonte convexo y una zona de transición entre la planicie lacustre de la Cuenca de México y su piedemonte.

Los terrenos planos y semiplanos, caracterizados por lomeríos ligeramente ondulados, se localizan hacia el oriente y centro del municipio, donde se ha asentado la enorme mancha urbana del municipio que cubre aproximadamente el 50% del total municipal, mientras que la otra mitad del territorio, en sus porciones poniente y suroriente, destaca por sus terrenos abruptos y accidentados, los cuales albergan algunos asentamientos de tipo rural.

El Sistema de topoformas está constituido por Sierra Volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados (24.24%), localizada al poniente del municipio, Lomerío de tobas (37.04%) en la parte central y Vaso lacustre (38.1%) en la parte baja de la zona urbana, en la porción oriente del municipio. El porcentaje restante lo representa el cuerpo de agua existente en el territorio municipal, con un 0.62%.

El siguiente mapa refleja los sistemas de topoformas existentes en el municipio de Naucalpan, lomerío de tobas, sierra volcánica y vaso lacustre.

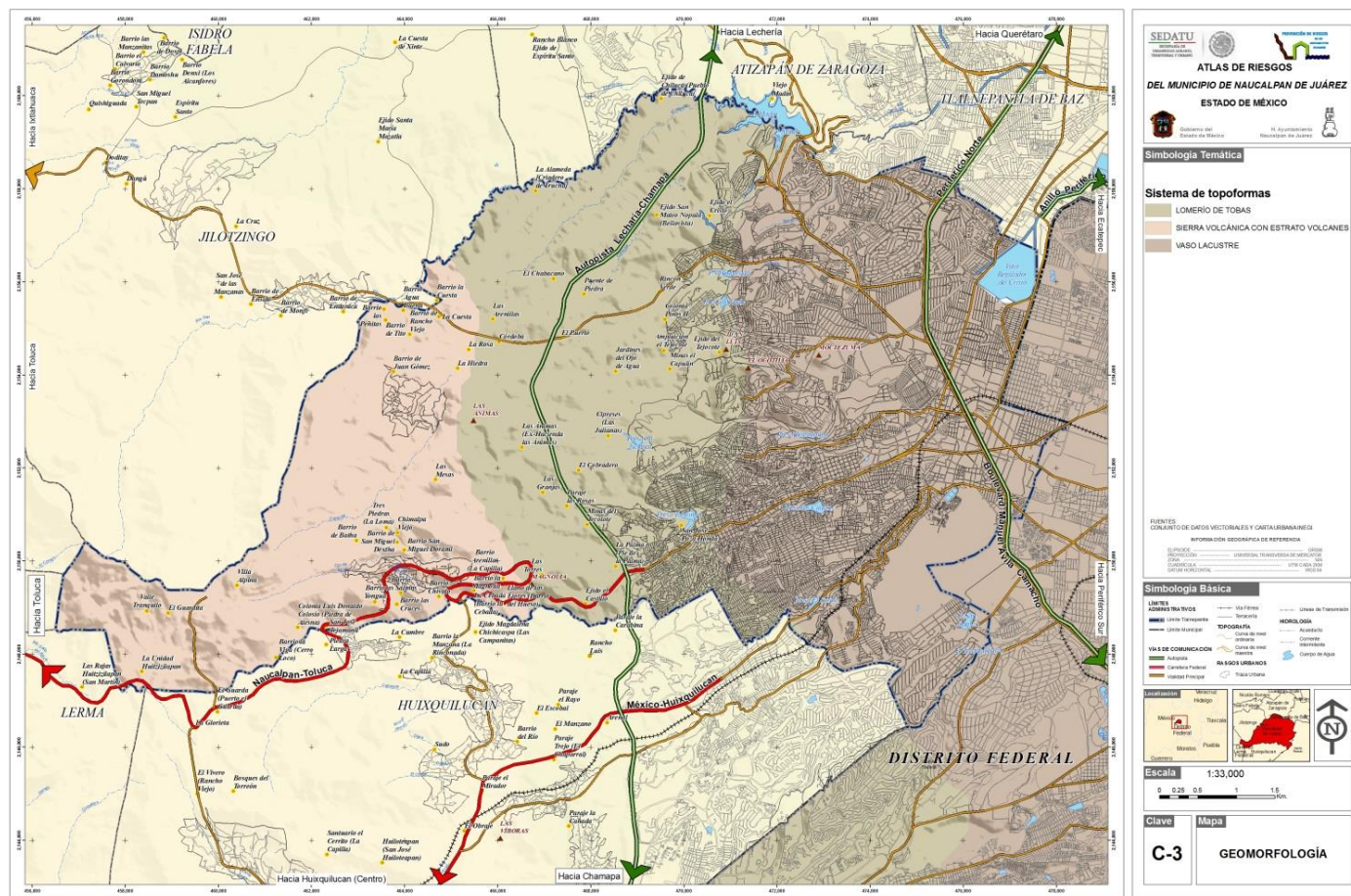


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 5. Mapa de geomorfología



Fuente: Elaboración propia con base en datos geológicos del INEGI.

El cuadro siguiente muestra el porcentaje de cada uno de los sistemas de topoformas.

Cuadro 5. Cuadro de geomorfología

Descripción	área	Porcentaje
LOMERÍO DE TOBAS	5816.64	37.04%
SIERRA VOLCÁNICA CON ESTRATO VOLCANES	3805.99	24.24%
VASO LACUSTRE	5983.37	38.10%
N/A CUERPO DE AGUA	98.08	0.62%
Total	15704.08	100%

Fuente: Elaboración propia con base en datos geológicos del INEGI.

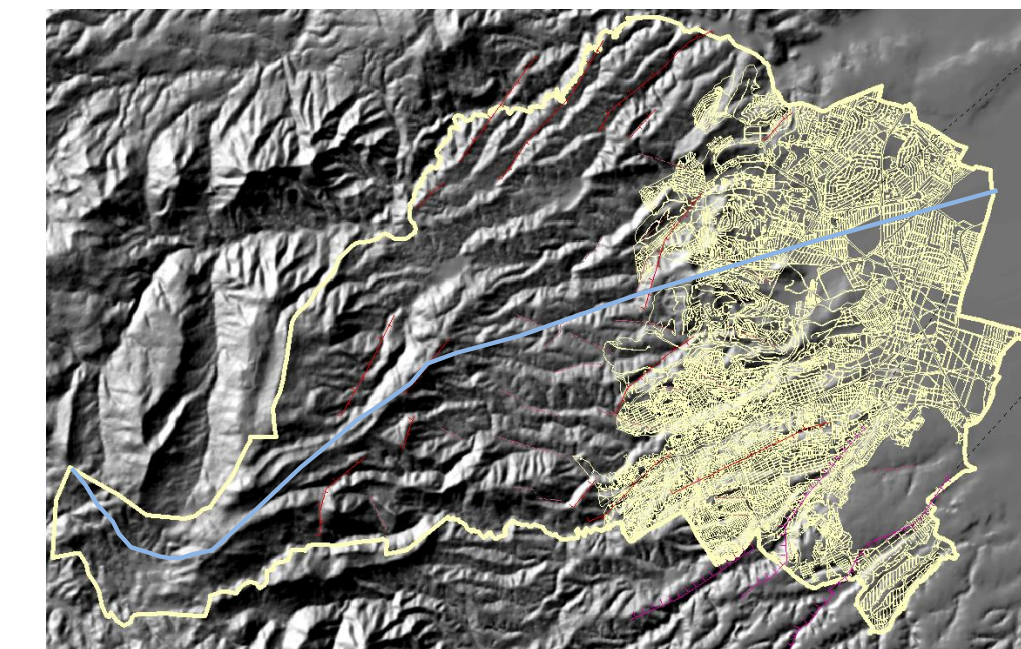


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

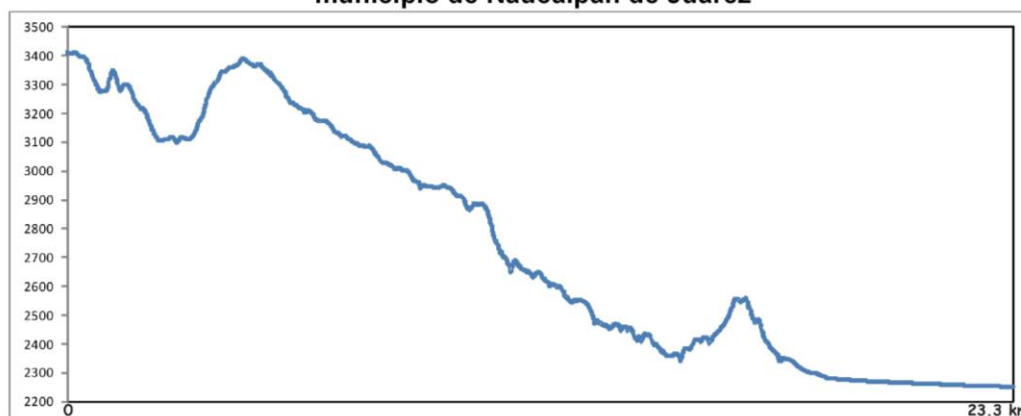
SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 6. Relieve del Municipio de Naucalpan de Juárez



**Perfil de la topografía que prevalece a lo largo del
municipio de Naucalpan de Juárez**



Fuente: Modelo de elevación elaborado con base en datos vectoriales del INEGI.

En la parte inferior del mapa se observa un perfil, en donde se observan los diferentes niveles altitudinales que pueden encontrarse dentro del municipio.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

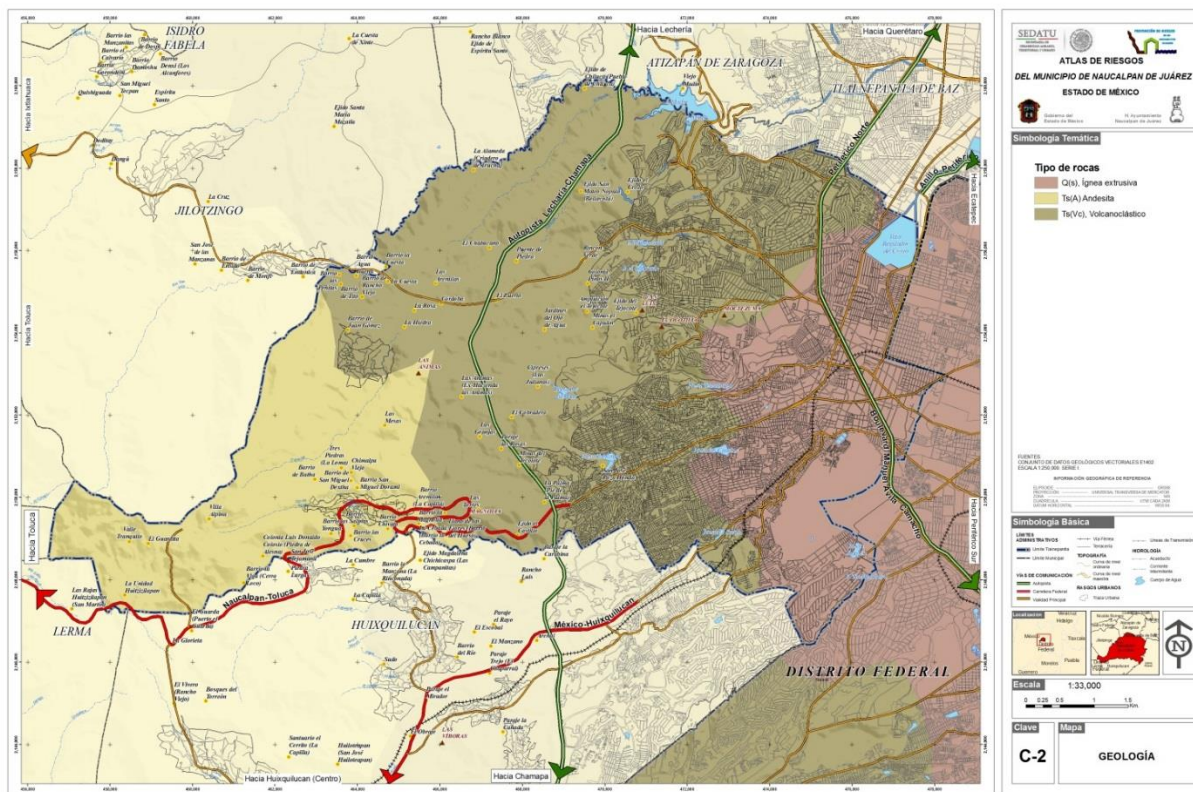
SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



3.3. Geología

Geológicamente el territorio de Naucalpan está formado por rocas del período Terciario de la era Cenozoica, y en menor medida, del período Cuaternario. La mayor parte de las rocas son Volcanoclástico –Ts (Vc)-, con un territorio de 9,151.2 Ha, siendo el 58.27%. La roca Ígnea extrusiva - Q(s)- tiene presencia con un 21.57% y por último se tiene la roca Andesita Ts(A), con 20.16%.

Figura 7. Mapa de geología



Fuente: Elaboración propia con base en datos geológicos del INEGI.

Cuadro 6. Cuadro de geología

Roca	área	Porcentaje
Ts(Vc), Volcanoclástico	9151.26	58.27%
Q(s), Ígnea extrusiva	3387	21.57%
Ts(A) Andesita	3165.81	20.16%
Total	15704.07	100.00%

Fuente: Elaboración propia con base en datos geológicos del INEGI.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



El municipio se encuentra dentro de la vertiente oriental de la Sierra de las Cruces y ocupa una pequeña porción de la planicie de la Cuenca de México (altiplano). La litología consiste de rocas volcánicas que forman las laderas orientales de la Sierra de las Cruces, específicamente las pertenecientes al Volcán Cerro Chimalpa, constituido por flujos de lava y algunos domos aislados (2.8 a 3 Ma) (García-Palomo et al 2008).

Estratigráficamente en el municipio se presenta diferentes tipos de rocas (todas volcánicas), no se observa un basamento sedimentario pero probablemente las rocas descansan sobre calizas del Cretácico (Fries, 1960). Las rocas que afloran en la parte baja del Volcán Cerro Chimalpa, en las zonas de lomeríos, cercanos a la planicie de la cuenca de México, constituyen una secuencia de ignimbritas (flujos de cenizas) que pueden estar relacionadas con las estructuras volcánicas del Mioceno medio y Plioceno tardío extruidas por la Sierra La Muerta (norte de la Sierra de las Cruces).

En algunos sectores se observa por encima de la ignimbrita una secuencia de conglomerados intercalados con flujos piroclásticos y depósitos de caída de ceniza, correlacionables con la Formación Tarango.

Por encima de estos depósitos se observa una secuencia piroclástica perteneciente al Cerro Chimalpa que consiste de flujos piroclásticos, de ceniza y bloques, con algunos flujos de escombros muy localizados. La secuencia se corona con un extenso depósito de caída de pómez y ceniza que llega a alcanzar en algunos sectores hasta casi 4 m de espesor, pero predomina un espesor de 1-2 m. Es éste el depósito explotado, principalmente durante el inicio del siglo veinte, de manera rudimentaria en donde se extraía ceniza y pómez para construcción y otros beneficios. Dejando como resultado, la generación de una red de túneles- minas de arena- en donde, se desconoce su extensión, y debido a la presión poblacional y la ampliación de la mancha urbana, es difícil de cartografiar y solo se pone en evidencia cuando ocurren procesos de subsidencia o colapsos de vías de comunicación y casas habitacionales. Este fenómeno es común en la vertiente oriental de la cuenca de México (Lugo et al., 1995).

3.4. Edafología

Por su ubicación dentro del Eje Neovolcánico las características de rocas y suelos, derivan de eventos geológicos ocurridos en el Valle de México que están ligados a la actividad volcánica. En la parte occidental del Valle, durante el Terciario Superior, se formaron las grandes montañas que rodean el Valle de México (por ejemplo las Sierras de Las Cruces y Monte Alto o Malinche). Las rocas predominantes son ígneas extrusivas, volcanodásicas y sedimentarias en las partes más bajas.

En la zona de piedemonte se han formado barrancas y lomeríos bajos, a los que soporta el material producto del arrastre que rellena el Valle.

Los suelos de las partes altas del Municipio derivan de cenizas volcánicas, por tanto predominan los andosoles. En las áreas de mayor pendiente y donde la capa de suelo es muy delgada dominan los litosoles. En la parte media y baja del municipio y donde la pendiente es menor, los suelos son más desarrollados y predomina el feozem. Es sobre estos suelos donde se expande la mancha urbana del Municipio.

Andosol: es el suelo negro que hay en los volcanes y sus alrededores. El término andosol deriva de los vocablos japoneses “an” que significa negro y do que significa suelo. Se desarrollan sobre cenizas y otros materiales volcánicos ricos en elementos vítreos. Tienen altos valores en contenido de materia orgánica, sobre un 20 por ciento, además tienen una gran capacidad de retención de agua y mucha capacidad de cambio. Se encuentran en regiones húmedas, del ártico al trópico, y pueden encontrarse junto una gran variedad de vegetales. Su rasgo más sobresaliente es la formación masiva de complejos amorfos humus-aluminio.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

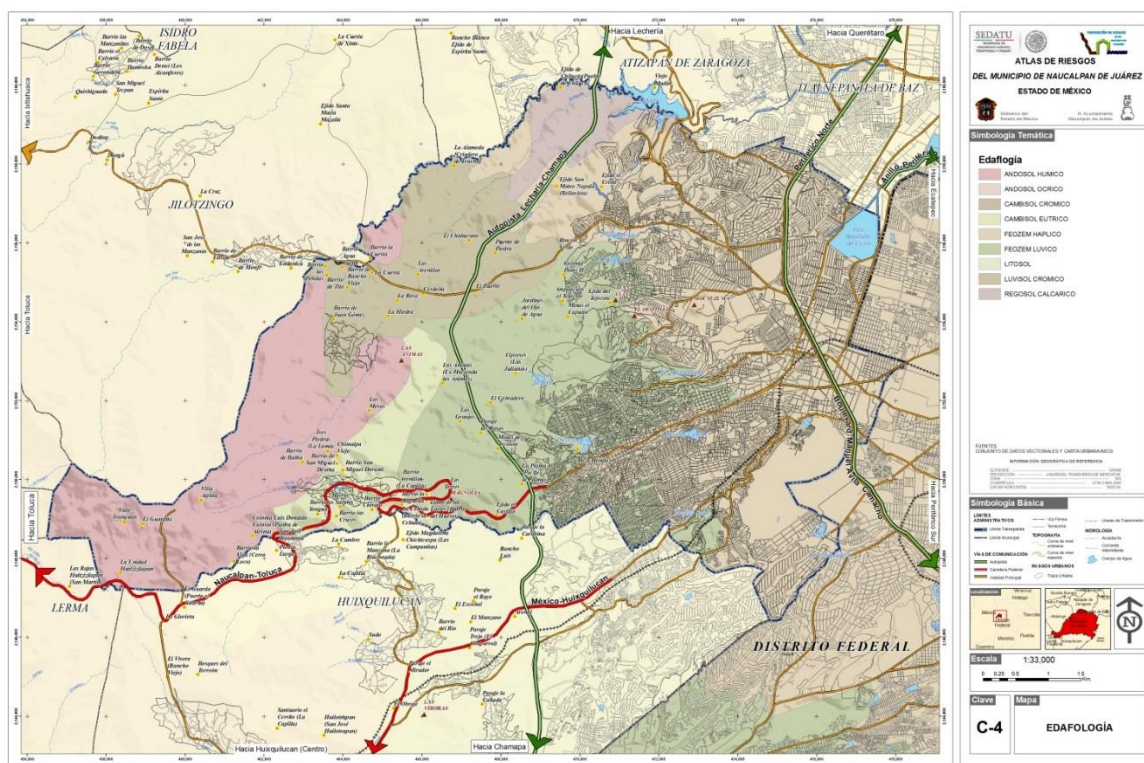
SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Litosol: es un suelo de origen residual con menos de 10 cm de profundidad, limitado por roca, tepetate o caliche cementado. Son los suelos más abundantes del país. Se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación, principalmente se localizan en las sierras y barrancos. Tiene características muy variables que dependen del material parental. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión, es muy variable, ya que depende de otros factores ambientales. El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. En bosques y selvas su uso es forestal; cuando hay matorrales o pastizales se puede llevar a cabo un pastoreo limitado y en algunos casos se destina a la agricultura, en especial al cultivo del maíz o el nopal, condicionado a la presencia de corrientes superficiales.

Feozem: suelos que se presentan en cualquier tipo de relieve y clima, literalmente significan tierra parda. En el municipio se encuentran dos tipos de este grupo de suelo, los háplicos y el lúvico. Ambos son de origen aluvial-residual. Tienen una capa oscura, suave y rica en materia orgánica y nutrimentos. El primero no presenta otra característica distintiva y es moderada o altamente fértil. El segundo tiene una capa de acumulación de arcillas en el subsuelo, es moderadamente fértil y puede ser utilizados para la agricultura o dedicado a la explotación forestal, dependiendo de su profundidad y del relieve del terreno.

Figura 8. Mapa edafológico



Fuente: Elaboración propia con base en datos de suelo del INEGI.

Las superficies de suelo que ocupa en el polígono municipal se tienen en el siguiente cuadro, en donde se identifican la edafología con mayor presencia, que son los descritos anteriormente.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Cuadro 7. Cuadro de edafología

Descripción	área	Porcentaje
ANDOSOL HUMICO	101.88	0.6%
FEOZEM HAPLICO	135.23	0.9%
FEOZEM HAPLICO	4895.75	31.2%
FEOZEM HAPLICO	1309	8.3%
REGOSOL CALCARICO	531.08	3.4%
ANDOSOL HUMICO	2523.7	16.1%
LUVISOL CROMICO	1124.17	7.2%
LUVISOL CROMICO	569.03	3.6%
FEOZEM LUVICO	3611.77	23.0%
CAMBISOL EUTRICO	850.21	5.4%
FEOZEM LUVICO	52.26	0.3%
Total	15704.08	100%

Fuente: Elaboración propia con base en datos de suelo del INEGI.

3.5. Hidrología

Hidrología Subterránea

Uno de los factores importantes que sustentan el desarrollo de cualquier territorio es el agua subterránea, actualmente en algunas áreas del municipio la intensidad de la extracción de este líquido por medio del bombeo está ocasionando efectos nocivos, como el descenso progresivo de los niveles y agrietamiento del terreno.

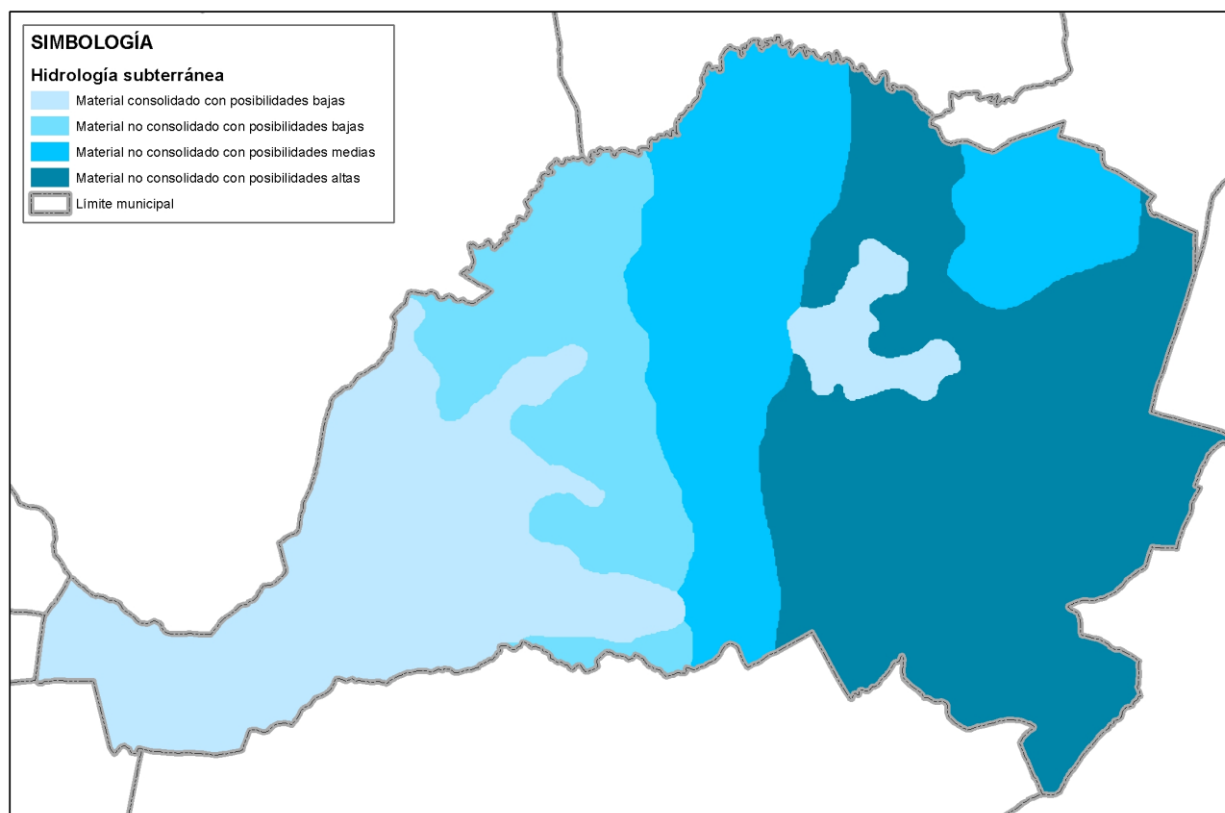
En la zona centro y poniente del municipio se observan zonas de material consolidado con posibilidades bajas de absorción, que abarcan una superficie aproximada de 4,173.17 ha, formadas por rocas metamórficas (esquisto y gneis), sedimentarias (caliza y conglomerado) y extrusivas ácidas (riolita y tobas) que por su origen, escaso fracturamiento y baja porosidad limitan en alto grado la circulación del agua.

En Naucalpan se identifica una zona de material no consolidado con posibilidades bajas de absorción integrada por depósitos de material con granulometría variada y alto porcentaje de arcilla y limo que los hacen casi impermeables. Su extensión aproximada es de 2,172.85 ha, ubicadas en la zona central del municipio.

Por su parte la zona oriente presenta características que determinan la zona como de material no consolidado con posibilidades altas de absorción. Pertenecen a esta unidad los depósitos constituidos por grava y arena, con buena selección y porosidad intercomunicada. Esta unidad es muy extensa en el oriente del municipio abarcando una superficie de 5,833ha.



Figura 9. Ilustración de hidrología subterránea



Fuente: Elaboración propia con base en datos geológicos del INEGI e hidrológicos de la CONAGUA.

En cuanto al agua subterránea, es de remarcar que el municipio de Naucalpan se localiza en la porción oriente del estado, en donde la situación hidrológica es crítica, debido a la alta explotación de los acuíferos, se identifican acuíferos considerados como zonas de veda rígida, donde se recomienda no incrementar su explotación para ningún fin o uso.

El área de recarga se encuentra en la parte poniente del Municipio de Naucalpan, y que alimenta a los acuíferos que le abastecen el recurso y a una importante cantidad de habitantes del Valle de México.

Es precisamente en esta zona donde se registran los mayores volúmenes de precipitación pluvial, sin embargo por la deforestación consciente que motiva el cambio en el uso del suelo para realizar actividades agrícolas y para el crecimiento de los poblados rurales, ha disminuido el nivel de recarga.

Por su parte, la demanda creciente de líquido ha ocasionado que el acuífero se encuentre sobreexplotado y decretado en veda para la perforación de nuevos pozos.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



En el Municipio se aprovechan seis manantiales que producen un gasto de 1.88 lts/seg. El volumen total de aprovechamiento anual asciende a los 59,288 m que abastecen un a 5% de la demanda total de agua.

Hidrología Superficial

La red hidrográfica del Municipio comprende una serie de corrientes que se originan en las partes altas de las Sierras de las Cruces y Monte Alto o Malinche, al poniente y sur poniente, y son corrientes de curso corto e intermitente -algunas son permanentes, aunque la mayor parte del año su caudal es bajo; estas siguen una dirección oriente-nororiente y dado que durante la temporada de lluvias aumenta significativamente su caudal, se han construido presas para controlar sus aguas y evitar inundaciones en la zona poblada de la parte baja del Municipio.

En el municipio el sistema hidrológico superficial está formado por ocho ríos: Río Hondo, Arroyo el Sordo, Río Verde, Río Chico de los Remedios, San Mateo, San Joaquín, Los Cuartos y Río Totolinga, además de diversos escurrimientos intermitentes.

Debido a la topografía y los niveles de precipitación de la zona (entre 700 mm y 1,300 mm como media anual), existen en el municipio nueve presas, entre las que se encuentran: Chamapa, Los Cuartos, El Colorado, El Sordo, La Colorada (o Las Coloradas), Las Julianas, San Joaquín, Totolinga, Tenantongo y el Vaso Regulador el Cristo.

Cabe señalar, que las condiciones de la red hidrológica superficial son inadecuadas, existen altos niveles de contaminación en los ríos y escurrimientos debido a las descargas de aguas negras, así como, a la presencia de basura en los cauces.

Esta situación se agrava en el cauce de los ríos Hondo y Verde, donde la acumulación de basura podría provocar en el periodo de altas precipitaciones una disminución en la velocidad del escurrimiento y la libre circulación hidrológica, que conllevaría a inundaciones en las colonias aledañas.

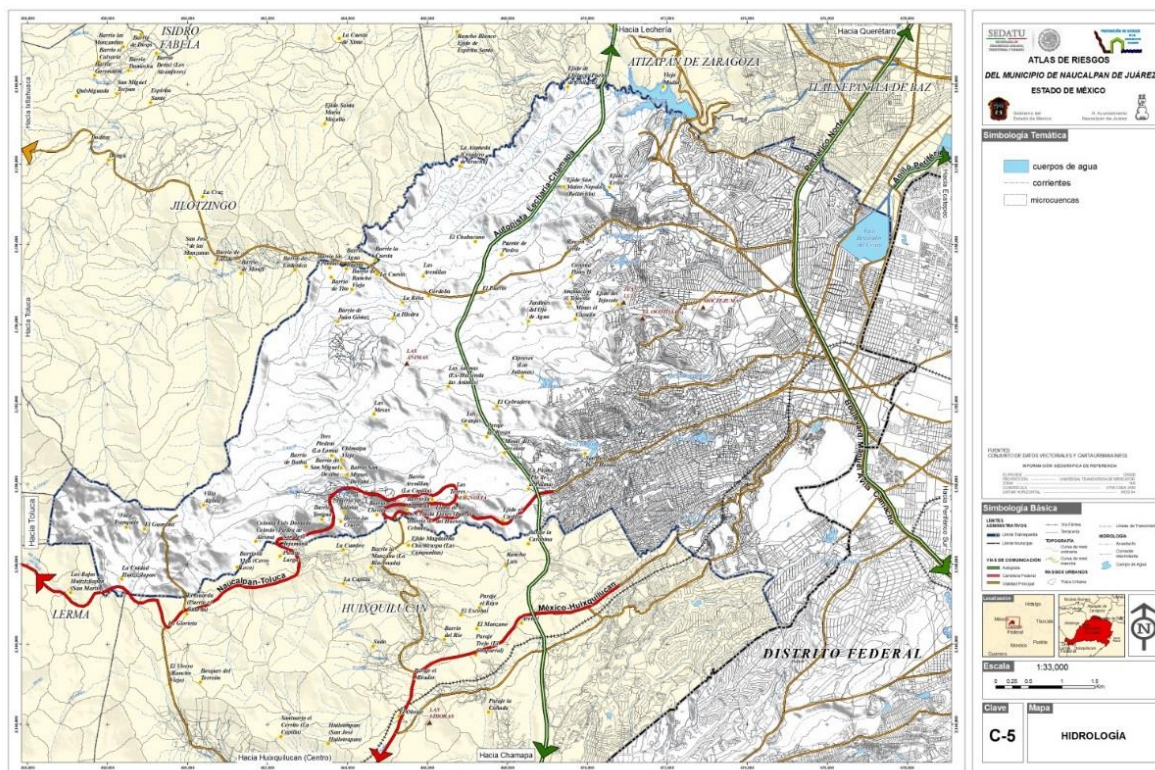


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 10. Mapa de hidrología



Fuente: Elaboración propia con base en datos geológicos de la CONAGUA.

3.6. Cuencas y Sub-cuencas

El Estado de México queda comprendido por 3 grandes regiones hidrológicas, denominadas: Balsas (No. 18); Lerma- Santiago (No. 12); y Pánuco (No. 26). Una región hidrológica es la agrupación de varias cuencas hidrológicas con niveles de escurrimiento superficial muy similares. Dentro del territorio municipal de Naucalpan se tiene presencia dos cuencas, Lerma-Santiago

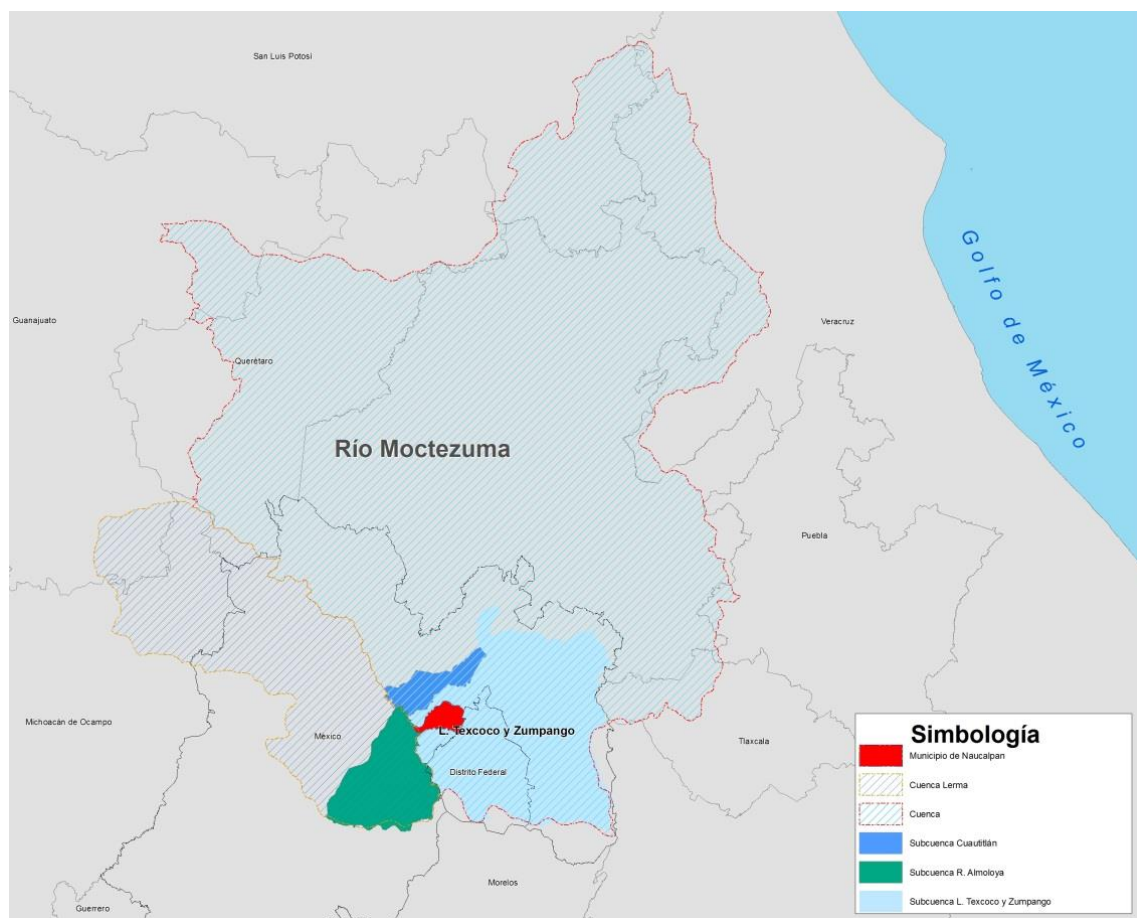


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 11. Ilustración de Regiones hidrológicas



Fuente: Elaboración propia con base en datos geológicos de la CONAGUA.

El municipio de Naucalpan se encuentra inmerso dentro de la región hidrológica “Pánuco RH26” esta región cubre cerca del 30 % del total del estado de México; abarca la parte norte, noreste y noroeste.

La corriente más importante de esta región es el principal afluente del río Pánuco, teniendo como origen al río San Juan y al río Tula, el cual después de un recorrido de 174 km. cambia de nombre a río Moctezuma. Esta región hidrológica se integra con las cuencas de los ríos Pánuco, Moctezuma, Tamuín y Tamesí.

Esta región abarca parte de los estados de: México, Puebla, Hidalgo, Veracruz, Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Nuevo León, así como el Distrito Federal, lugar donde el río, artificialmente tiene su origen. Se considera esta cuenca como la más importante del país por la superficie que ocupa, 84,956 km², que la coloca en el cuarto lugar en importancia entre las de la República, como por el elevado volumen de su escurrimiento, que ocupa el quinto lugar en el ámbito nacional.

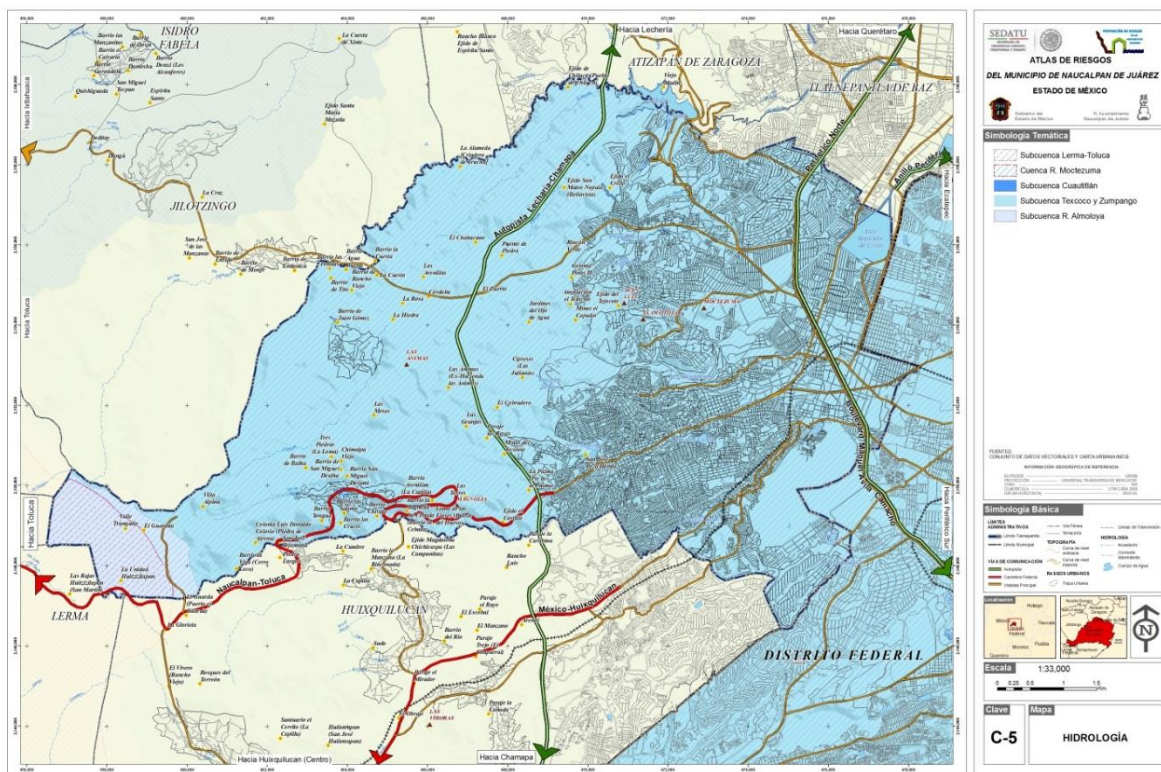


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 12. Mapa de hidrología (cuencas y subcuencas)



Fuente: Elaboración propia con base en datos geológicos de la CONAGUA.

Los siguientes cuadros indican la superficie que ocupa cada una de las cuencas, así como las subcuencas existentes dentro del territorio municipal.

Cuadro 8. Cuadro de hidrología (cuencas)

Descripción	área	Porcentaje
Río Lerma-Toluca	571.1	4%
Río Moctezuma	15132.98	96%
	15704.08	100%

Fuente: Elaboración propia con base en datos geológicos de la CONAGUA.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Cuadro 9. Cuadro de hidrología (subcuencas)

Descripción	área	Porcentaje
R. Almoloya - Otzolotepec	671.65	4%
L. Texcoco y Zumpango	15032.43	96%
	15704.08	100%

Fuente: Elaboración propia con base en datos geológicos de la CONAGUA.

3.7. Clima

En el municipio de Naucalpan se ubican dos tipos de climas, el primer ubicado en la zona oriente clasificado como templado subhúmedo, donde la temperatura media anual oscila entre 12°C y 18°C, en el mes más frío la temperatura desciende hasta -3°C y la temperatura del mes más cálido asciende hasta 22°C. Cabe señalar que en esta zona la precipitación en el mes más seco es menor de 40 mm; siendo el verano la principal época de lluvias y durante los periodos invernales el porcentaje de lluvia fluctúa entre el 5% al 10.2% del total anual.

La zona ubicada al poniente del municipio se identifica un cambio en el tipo de clima, que se clasifica como semifrío-subhúmedo con verano fresco largo, la temperatura media anual oscila entre 5°C y 12°C, el mes más frío entre disminuye la temperatura hasta -3°C.

De acuerdo a datos de las estaciones climáticas existentes en el territorio, San Luis Ayucan, Presa Totolica y Totolica San Bartolo, y a la clasificación climática de Kóeppen modificada por E. García, los climas predominantes son el C(w2) que significa templado subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad y que ocupa una amplia franja en la parte central del Municipio, precisamente donde empieza el relieve a ser abrupto; el subtipo C(w2), que significa templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad media, se presenta en la parte oriente, que corresponde a la parte más baja y plana del territorio y que es donde se asienta la mayor parte de la población; por último hacia el oeste, en la parte más alta del Municipio predomina el subtipo C(E)(w2) que significa clima semifrío subhúmedo con lluvias de verano de mayor humedad.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



TIPO DE CLIMA	SIGNIFICADO	% DE SUPERFICIE
C (w2)	Templado subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad	43.78%
C (w1)	Templado subhúmedo con lluvias en verano	39.92%
C (E) (w2)	Templado semifrío subhúmedo con lluvias en verano	16.30 %

Climas templados

El subtipo de climas templados subhúmedos se caracteriza por su temperatura estable (mesotérmico), asociada a comunidades vegetativas tales como bosques de pino, de encino, bosques mixtos y pastizales. Puede decirse que es un clima intermedio en cuanto a humedad, con lluvias en verano y un porcentaje de lluvias invernal menor de 5%. La precipitación media anual oscila entre los 700 mm y 1,200 mm. La máxima precipitación se presenta en el mes de julio, con lluvias que van de 170 mm a 180 mm, en marzo se registra la menor incidencia, con un valor menor de 10 mm. El régimen térmico medio anual registra un valor menor de 18°C, la temperatura más alta se presenta en el mes de junio, con un rango que oscila entre los 19°C y 20°C, la mínima se registra en enero, con una temperatura entre 11°C y 12°C.

Climas Semifríos

Este tipo de climas se caracteriza por tener temperatura media anual menor de 16 grados centígrados. Se encuentra asociado a comunidades vegetativas del tipo de bosques y praderas de alta montaña. Se localiza en zonas diseminadas en la parte central del estado y ocupa aproximadamente un 13% de su superficie.

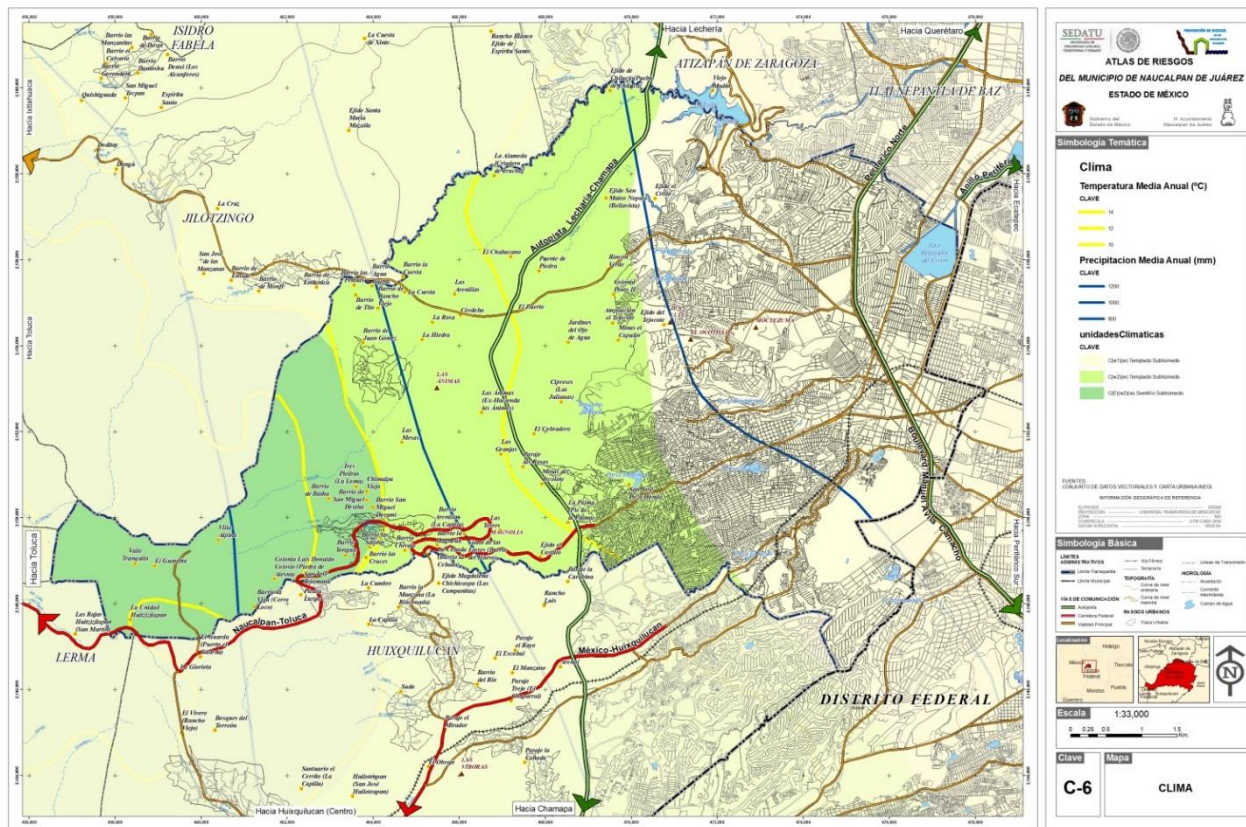


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 13. Mapa de climas



Fuente: Elaboración propia con base en datos de climas del INEGI.

A nivel más detallado, se identificó que existen 5 estaciones climáticas registradas por el Servicio Meteorológico Nacional en el municipio de Naucalpan¹:

- El Salitre (San Bartolo)
- Molino Blanco
- Totolica (s. Bartolo)
- Molinito (San Bartolo),
- Las Americas, Nauacalpan
- Presa Totolica,Naucalpan

¹ Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas 1971-2000, Estado de México.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez



La temperatura media anual registradas en las estaciones de referencia va desde los 13.5°C en San Luis Ayucan hasta los 15.7° C en Totolica San Bartolo, mientras que la estación Presa Totolica se registran 14.5° C, ($\pm 2.2^{\circ}$ C).

La oscilación térmica de las temperaturas medias mensuales a lo largo del año va de 4.8° C a 6.2° C.

La temporada de lluvia va de mayo a septiembre, aunque en la zona de San Luís Ayucan se prolonga hasta octubre con la mayor cantidad de lluvia anual con 1,113.9 mm. Mientras que en la presa Totolinga se registran 896.7 mm de lluvia anual. En la estación Totolinga San Bartolo es donde llueve menos registrando una precipitación anual promedio de 794.2 mm.

Durante el último año se registraron las temperaturas más altas en la estación denominada el Molinito registrando en el mes de abril y mayo una temperatura máxima mensual mayor a 33 °C. Y máximas diarias de hasta 35°C en los meses de abril y mayo. A su vez, la estación San Bartolo registró máximas mensuales de hasta 32.9°C en el mes de mayo y temperaturas máximas diarias de hasta 39 °C en el mes de abril. La zona cercana a la estación Molino Blanco alcanzó temperaturas máximas de hasta 32 °C.

Cuadro 10. Temperatura máxima registrada en las estaciones meteorológicas del municipio

Elementos	En e	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
ESTACIÓN: 00015058 MOLINITO (SAN BARTOLO) LONGITUD: 099°14'18" W LATITUD: 19°27'13" N													
Normal	23	24.8	27.5	28.5	28.3	26.3	24.7	24.8	24	24.3	23.7	22.7	25.3
Máxima mensual	25.3	26.8	30	32.1	33.3	30.5	27.5	26.9	26.5	26.9	26.1	25	
Año de máxima	1973	2000	1973	1988	1998	1998	2000	1999	2000	2000	2000	1999	
Máxima diaria	32	30.5	33.5	35	35	34	31	30	30	29.5	29	30	
Fecha máxima diaria	26/1978	19/1978	26/1973	003/1998	005/1978	004/1982	14/1998	22/1979	26/1999	09/1977	01/1972	09/1997	
Años con datos	22	24	25	25	24	24	24	24	24	24	24	23	



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



ESTACIÓN: 00015058 MOLINO BLANCO, NAUCALPAN										LONGITUD: 099°13'15" W			
LATITUD: 19°28'39" N													
Normal	22. 7	24.2	26.9	27.7	27.5	25.6	24	24.1	23.6	23.3	23.3	22. 5	24. 6
Máxima mensual	26. 7	27.9	31.4	31.1	32	29.5	26.6	25.8	26.7	25.7	25.7	24. 7	
Año de máxima	19 91	1991	1991	1984	1998	1998	1998	1997	1987	1984	1988	198 7	
Máxima diaria	30	32	36	34.5	35	33.5	32	28.5	31	30	30	29	
Fecha máxima diaria	20/ 19 91	19/199 1	07/19 91	03/19 75	009/19 98	15/199 8	15/19 98	18/19 82	16/19 87	28/19 97	05/19 89	25/ 198 7	
Años con datos	29	30	30	30	29	30	30	30	29	29	29	28	
ESTACIÓN: 00015027 EL SALITRE (SAN BARTOLO)										LONGITUD: 099°18'00" W			
LATITUD: 19°30'00" N													
Normal	20	21.2	23.7	24.5	24.4	22.7	21.2	21.5	20.9	21	20.3	19. 8	21. 8
Máxima mensual	21. 9	23.7	26.2	27.6	27.9	26.5	24	24.5	23.5	23.9	23.6	22. 7	
Año de máxima	19 87	1987	1973	1982	1983	1982	1988	1986	1986	1984	1986	198 6	
Máxima diaria	27	28.8	30	30.5	31	30.5	28	30	26	27	26	25	
Fecha máxima diaria	20/ 19 73	24/198 7	31/19 82	26/19 84	03/198 3	005/19 82	21/19 87	31/19 82	07/19 81	31/19 80	08/19 86	24/ 197 7	



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRIARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Años con datos	17	18	18	18	18	18	18	18	17	18	16	17	
ESTACIÓN: 00015077 PRESA TOTOLINGA, NAUCALPAN										LONGITUD: 099°17'01" W			
LATITUD: 19°27'10" N													
Normal	20.4	21.7	24.5	25.3	25.1	23.1	21.8	21.9	21.7	21.5	21	20.3	22.4
Máxima mensual	23	23.8	26.6	29.1	29.1	26.5	23.5	24.2	24.3	23.6	23.7	23.2	
Año de máxima	1987	1987	1973	1983	1983	1983	1997	1997	1987	1984	1988	1987	
Máxima diaria	28.5	30	31	34.5	34	30	27.5	32.5	27.5	28.5	28	28	
Fecha máxima diaria	009/1987	28/1997	28/1984	23/1983	02/1983	05/1983	21/1982	25/1997	28/1982	30/1997	19/1986	25/1987	
Años con datos	20	18	19	20	20	20	20	20	20	20	19	18	
ESTACIÓN: 00015127 TOTOLINGA SAN BARTOLO										LONGITUD: 099°14'14" W			
LATITUD: 19°27'56" N													
Normal	22.4	23.9	26.2	26.8	27.5	25.2	23.6	23.6	23.3	23.2	23	22.1	24.2
Máxima mensual	25.5	26.2	28.8	31.6	32.9	29.4	26.5	26.2	26.2	25.4	25.9	24.4	
Año de máxima	1987	1988	1991	1998	1998	1998	1998	1988	1987	1995	1988	1994	
Máxima diaria	29	30.5	31.5	39	37	35	30	29.5	29	28	28	27	



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Fecha máxima diaria	24/ 19 71	28/197 1	02/19 71	22/19 71	23/199 6	08/199 5	13/19 98	13/19 88	19/19 87	18/19 87	17/19 86	31/ 197 6	
Años con datos	30	30	29	29	28	28	29	29	28	27	27	25	

De acuerdo al registro del Servicio Meteorológico Nacional, en las siguientes estaciones se presentaron las temperaturas más bajas: en el Salitre (San Bartolo) se identificó una temperatura de -10°C; en la Presa TOTOLINGA Molinito alcanzó hasta -6°C y en la estación TOTOLINGA San Bartolo alcanzó -4.5°C entre los meses de febrero y noviembre.

Cuadro 11. Temperatura mínima registrada en las estaciones meteorológicas del municipio

Elementos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
ESTACIÓN: 00015058 MOLINITO (SAN BARTOLO)						LATITUD: 19°27'13" N				LONGITUD: 099°14'18"W			
Normal	3.4	4.7	7.4	9.2	10.4	11.2	10.7	10.7	10.8	9	6.4	4.3	8.2
Mínima mensual	1.9	2	5.2	6.1	9	8.2	7.9	8.7	8.8	6	2.3	1.6	
Año de mínima	1981	1976	1972	1971	1976	1999	1999	1999	1975	1979	1999	1975	
Mínima diaria	-3.5	-4	0	0	3.8	4	5	4.5	1.5	1.5	-4	-3	
Fecha mínima diaria	14/1986	25/1976	02/1974	12/1971	13/1981	14/1979	14/1974	13/1987	26/1979	31/1971	27/1974	28/1975	
Años con datos	22	24	25	25	24	24	24	24	24	24	24	23	
ESTACIÓN: 00015058 MOLINO BLANCO, NAUCALPAN						LATITUD: 19°28'39" N				LONGITUD: 099°13'15"W			
Normal	5.5	6.6	8.8	10.7	12	12.8	12	12.1	12	10.1	7.9	6.1	9.7



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Mínima mensual	3.3	4	7	8.1	10.5	11.7	10.2	10.9	10.2	8.2	5.9	3.5	
Año de mínima	1981	1976	1972	1971	1976	1971	1974	1972	1975	1974	1974	1980	
Mínima diaria	-1.5	-1	1	2.5	7.5	6.5	7	8	4	2.5	-1	-1	
Fecha mínima diaria	14/1986	20/1972	22/1986	12/1971	19/1976	14/1979	010/1974	009/1972	26/1979	24/1999	27/1974	24/1989	
Años con datos	29	30	30	30	29	30	30	30	29	29	29	28	

ESTACIÓN: 00015027 EL SALITRE (SAN BARTOLO) LATITUD: 19°30'00" N LONGITUD: 099°18'00" W													
Normal	2.4	3.3	6	7.5	8.6	9.7	9.2	9.2	9.5	7.9	4.9	3.1	6.8
Mínima mensual	-2.7	1.3	0.4	3.5	5.4	6.2	5.6	5.1	5.7	4.4	-0.1	-1	
Año de mínima	1986	1976	1986	1987	1985	1985	1986	1984	1984	1984	1984	1984	
Mínima diaria	-10	-5	-6	0	3	2	0.5	4	1	0.5	-4	-8	
Fecha mínima diaria	19/1986	10/1987	13/1986	11/1971	08/1985	06/1987	14/1974	001/1984	25/1975	07/1983	06/1982	19/1987	
Años con datos	17	18	18	18	18	18	18	18	17	18	16	17	
ESTACIÓN: 00015077 PRESA TOTOLINGA, NAUCALPAN LATITUD: 19°27'10" N LONGITUD: 099°17'01" W													



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRIARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Normal	2.8	3.9	6	7.8	9.2	10. 7	10.3	10.3	10. 4	8.2	5.2	3.8	7.4
Mínima mensual	0.4	1.9	3.4	6.3	8.1	9.6	9	9.2	8.9	5	6.4	2	
Año de mínima	198 6	197 6	1986	197 1	198 7	198 2	197 4	198 2	197 5	198 7	198 1	197 5	
Mínima diaria	-6	-4.5	-3	-0.5	4.5	3.5	4	5.5	1.5	0.5	-3.5	-6.5	
Fecha mínima diaria	14/ 198 6	24/1 976	22/1 986	012/ 197 1	31/ 198 4	14/ 197 9	31/1 982	21/1 986	30/ 197 9	31/ 198 7	27/ 197 4	27/ 197 2	
Años con datos	20	18	19	20	20	20	20	20	20	19	19	18	
ESTACIÓN: 00015127 TOTOLINGA SAN BARTOLO							LATITUD: 19°27'56" N			LONGITUD: 099°14'14"W			
Normal	3.5	4.6	6.7	8.5	10	11	10.9	10.9	10. 8	9	6.1	4.4	8
Mínima mensual	1.2	0.7	4.1	5	6.5	6.2	5.9	6.1	5.8	5.5	3.9	1.5	
Año de mínima	197 1	197 1	1989	197 1	199 3	199 3	199 3	199 3	199 3	199 3	198 8	199 0	
Mínima diaria	-4.5	-3	-1.5	-1	3	5	5	5	2	1	-3	-5	
Fecha mínima diaria	14/ 198 6	26/1 976	05/1 987	12/1 971	01/ 197 1	14/ 197 9	02/1 991	16/1 993	30/ 197 9	31/ 197 1	27/ 197 4	27/ 197 5	
Años con datos	30	30	29	29	28	28	29	28	28	27	27	25	

Fuente: Elaboración con base en los registros del último año del Servicio Meteorológico Nacional.



3.8. Uso de suelo y vegetación

De la superficie total del Municipio, el 40% corresponde al área urbana que abarca la mayor parte del oriente del territorio municipal y el resto corresponde al área ocupada por asentamientos humanos rurales, el Parque Otomí Mexica, zonas boscosas con presencia de vegetación de encino, pino y oyamel, y áreas agrícolas de temporal de autoconsumo que se limitan al cultivo de granos básicos y algunos frutales.

Estas zonas se encuentran al poniente del área urbana y son predominantemente ejidos. Los poblados rurales más importantes son San Francisco Chimalpa y Santiago Tepatlaxco que empiezan a experimentar procesos de urbanización y en consecuencia cambios en el uso del suelo en terrenos anteriormente forestales o aprovechados en actividades agrícolas de temporal.

Cabe mencionar que en la parte centro oriente que colinda con el Distrito Federal, el uso industrial es importante y comprende amplias áreas a lo largo del Boulevard Ávila Camacho, incluyendo fraccionamientos industriales como Tlatilco, Alce Blanco y el Parque Industrial Naucalpan, entre los más importantes.

La interacción suelo-vegetación-clima en el municipio de Naucalpan, determina el establecimiento de bosques de encino y coníferas; sin embargo, el municipio ha experimentado durante las últimas décadas cambios drásticos en el paisaje transformándose evidentemente la vegetación.

La superficie forestal de Naucalpan, la integran bosques de encino, pino y oyamel, así como formas secundarias y transicionales de estas comunidades originadas por causas diversas de disturbio se registran también.

El bosque de encino se ubica en zonas de menor altitud, mientras que el bosque de oyamel cubre las partes altas ubicadas al poniente del territorio, protegido en gran parte por el Parque Estatal Otomí Mexica, que no está exento de la tala furtiva, incendios y por cambios clandestinos en el uso del suelo. Asimismo, se encuentran como madroño, cedro blanco, tepozán, tejocote, capulín, ilite y oyamel.

El bosque de encino, se localiza entre los valores altitudinales de 1,800 y 2,650 msnm, en zonas donde predominan los climas del grupo de templados subhúmedos con lluvias en verano. No tiene una fase dominante de crecimiento, presenta densidades de bajas de especies por hectárea y la mayoría de estos no alcanzan los 35 cm de diámetro a la altura del pecho, se estima una superficie de 2262.8 Ha ocupadas por este tipo de vegetación.

Destaca también la vegetación que existe en las diversas barrancas que surcan el territorio municipal, principalmente en la parte poniente, que en muchas ocasiones se ve alterada tanto por la deforestación y los rellenos que con frecuencia se desechan en dichas barrancas, como por la contaminación del agua que hacia ellas drena de residuos sólidos y de aguas residuales.

En las comunidades rurales suelen encontrarse especies cultivadas de frutales de clima templado como durazno, pera, manzana y ciruela. En las zonas urbanas es común la introducción de especies ornamentales como el fresno, pirúl, jacaranda, casuarina y eucalipto, estas dos últimas especies han sido utilizadas para reforestar algunos lomeríos y pequeñas elevaciones de la parte central del Municipio, principalmente del Parque Nacional 'Los Remedios'.

La superficie de suelo existente dentro del territorio municipal se distribuye de la siguiente manera. Siendo cuatro de estas las que más territorio ocupan; zona urbana cerca del 40% con 6,228.37 Ha, le sigue el pastizal inducido con 3,943 Ha que representan el 25.1%. En tercer orden se encuentra el bosque de encino con 14.4% con 2,262.8 Ha, y por último agrícola temporal con 12.4%, con un territorio de 1,946 Ha.

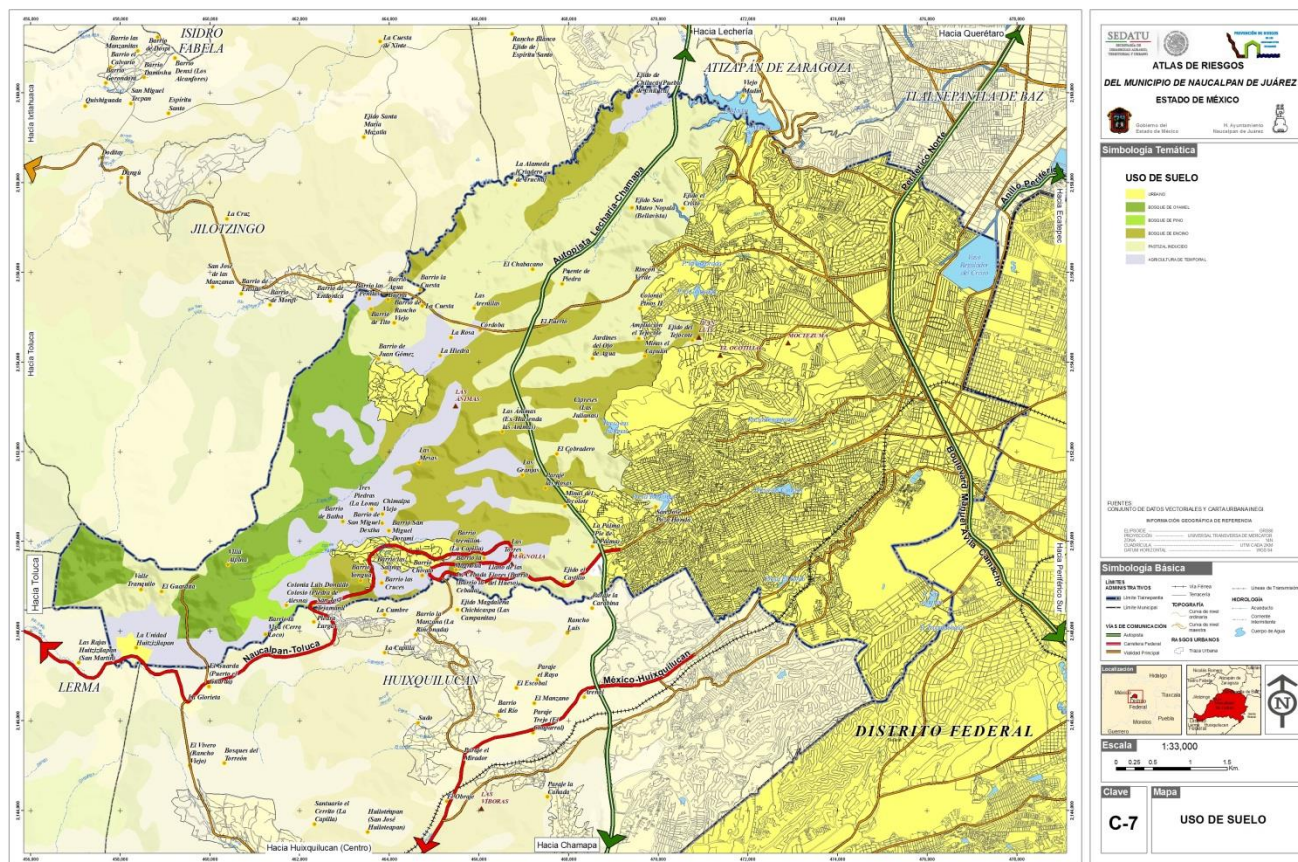


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 14. Mapa de uso del suelo y vegetación



Fuente: Elaboración propia con base en datos de vegetación, serie III del INEGI.

Cuadro 12. Cuadro de usos de suelo

Descripción	área	Porcentaje
AGRICOLA TEMPORAL	1946.06	12.4%
BOSQUE DE ENCINO	2262.85	14.4%
BOSQUE DE OYAMEL	1054.05	6.7%
BOSQUE DE PINO	141.53	0.9%
CUERPO AGUA	127.41	0.8%
PASTIZAL INDUCIDO	3943.8	25.1%
ZONA URBANA	6228.37	39.7%
Total	15704.07	100.0%

Fuente: Comisión Estatal de Parques Naturales y de la fauna, CEPANAF, Gobierno del Estado de México.



3.9. Áreas naturales protegidas

Para resguardar los ecosistemas naturales más representativos y relevantes de Naucalpan, así como para establecer zonas recreativas para los habitantes, se han decretado algunas zonas como Áreas Naturales Protegidas (ANP) tanto desde el ámbito federal como estatal y municipal.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Estado de México 2006 (POETEM), ha establecido para cada una de las ANP's que se encuentran dentro del municipio una política de Protección, y también dos criterios de regulación ecológica: el primero de ellos señala que "se promoverá que cada área natural protegida decretada en la entidad cuente con su Programa de Conservación y Manejo"; el segundo indica que: "se prohíbe la ubicación de confinamientos de residuos sólidos (municipales, industriales y peligrosos).

Las ANP's que se encuentran dentro del municipio son las siguientes:

Parque Nacional Los Remedios.

Decretado por el Presidente Lázaro Cárdenas en 1938, es actualmente administrado por el H. Ayuntamiento de Naucalpan. Tiene un área total de 400 ha, de las que 118 ha están protegidas debido a que la superficie original del parque ha disminuido notablemente como consecuencia del crecimiento urbano. Cuenta diversos servicios e instalaciones recreativas pero enfrenta varios problemas por falta de mantenimiento, el vertimiento clandestino de residuos sólidos, por la vigilancia deficiente y por cambios de uso del suelo y por el crecimiento de la mancha y vialidades urbanas.

Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala "La Bufa" (Parque Otomí Mexica".

Abarca zonas de varios municipios de la Entidad como es el caso de Naucalpan; se decretó en 1980 con un área total de 105,875 ha y una fracción de él (57.57 ha) corresponde a superficie protegida del Centro Ceremonial Mexica ubicado en el Municipio de Temoaya. Del total de la superficie, 2, 312. 27 ha corresponden al Municipio de Naucalpan. Está administrado por el Gobierno del Estado de México y aunque tiene atractivos naturales y culturales enfrenta varios problemas como la falta de vigilancia, presiones por crecimiento urbano, ubicación irregular de asentamientos humanos dentro del parque, y el desconocimiento de los límites del parque.

Parque Estado de México "Naucalli".

Parque Estado de México "Naucalli" es un parque estatal decretado como tal en 1982, tiene una superficie total y protegida de 53 has, la tenencia de la tierra es estatal y el uso de suelo es forestal parque urbano y recreativo, Presenta diversas problemáticas tales como contaminación por basura, falta de vigilancia y control sobre las instalaciones, así como tala clandestina además de presentar asentamientos humanos irregulares.

Parque Estatal Metropolitano de Naucalpan.

Con una extensión de 157.03 ha protegidas en su totalidad, se decretó para fines recreativos y forestales en 1979 y en la gaceta del 5 de Junio del 2003 se amplía su superficie para funcionar como parque urbano ya que se encuentra inmerso en la ciudad. No obstante tiene algunos problemas importantes entre ellos la ocupación urbana en algunas zonas, la falta de vigilancia, y la disposición inadecuada de residuos sólidos en su mayoría industriales.

Área Natural Protegida Sujeta a Conservación Ambiental de Las Barrancas del Huizachal, del Arroyo de Santa Cruz y del Arroyo Plan de la Zanja.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Decretada en 1994 comprende una superficie de 61 hectáreas. No está siendo administrada y no tiene usos recreativos ni ecológicos, lo que ha favorecido el crecimiento urbano en los márgenes de las barrancas, la contaminación por residuos sólidos y líquidos, el azolve de los cauces de agua y la eliminación de la vegetación natural.

Zona Sujeta a Conservación Ambiental denominada Barranca México 68.

Con una superficie total de 3.8 ha. Es administrada por el H. Ayuntamiento de Naucalpan. Se decretó en 1996 con fines recreativos y para conservación ecológica, por lo que cuenta con servicios y equipamiento recreativo que de hecho constituye un gran atractivo para los habitantes del Municipio. El río que drena por el parque presenta serios problemas de contaminación.

Zona Sujeta a Conservación Ecológica Barranca de Tecamachalco.

Decretada en Enero de 1996, tiene una superficie total y protegida de 17.5 hectáreas, la tenencia de la tierra es privada y federal y el uso de suelo es de conservación ecológica y forestal. Presenta contaminación de basura generada por vecinos de la colonia aledaña, tala clandestina y asentamientos humanos irregulares. Asimismo, el río que fluye por el parque está contaminado por las aguas negras provenientes de las casas circundantes. De la totalidad del área comprendida de esta ANP, 16 ha se encuentran dentro del municipio.

Área Natural Protegida Sujeta a Conservación Ecológica de las Barrancas del Río de La Pastora, del Río de La Loma y Del Río San Joaquín.

La mayor parte de esta Área Natural Protegida, se ubica en el Municipio de Huixquilucan, en Naucalpan solo se encuentra una superficie aproximada de 130 hectáreas. Esta área no tiene servicios para la recreación ni instalaciones para la conservación ecológica y no se administra por autoridad alguna. Tiene varios problemas entre los que se encuentran la invasión por asentamientos irregulares.

En color verde se tiene el total de superficie existente en el territorio municipal en cuanto a áreas naturales protegidas, éstas son 3,604 Ha en total, y representan el 23% del polígono municipal.

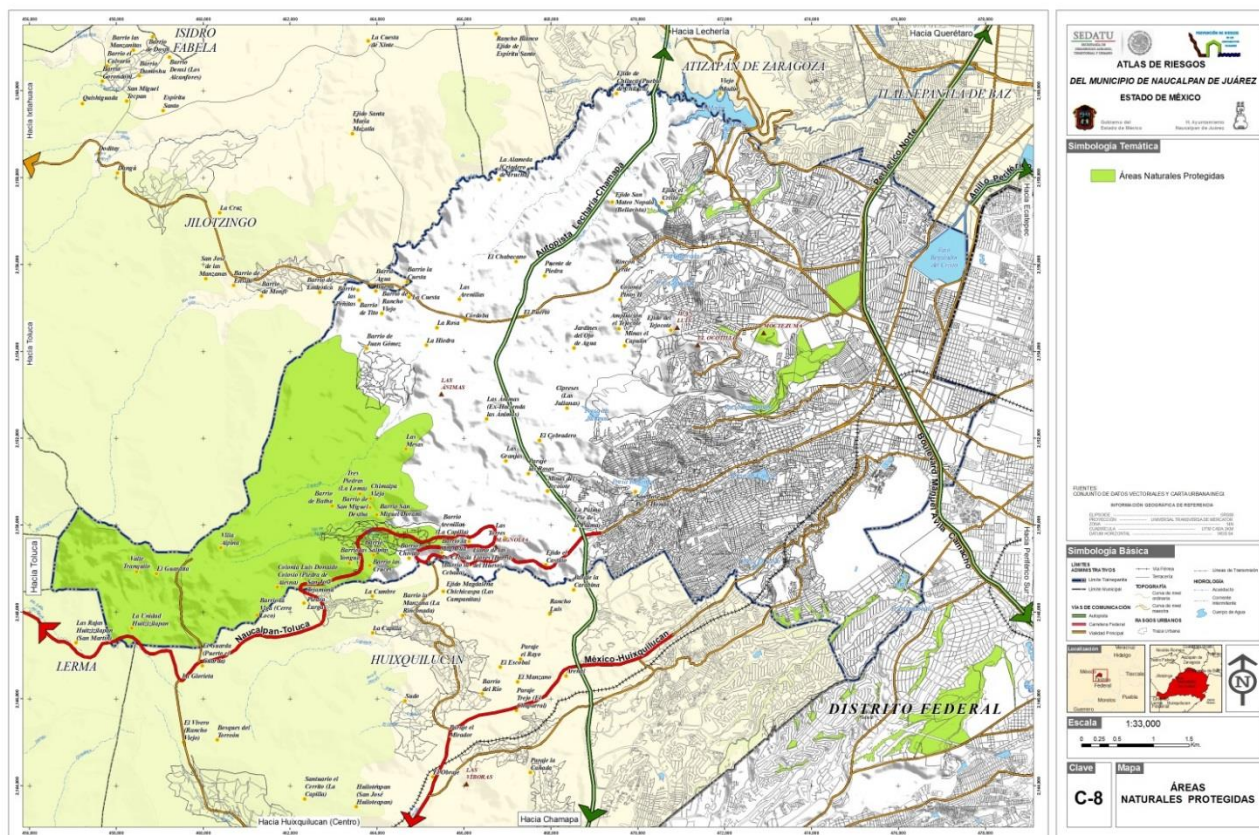


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRIARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 15. Áreas Naturales Protegidas



Fuente: Comisión Estatal de Parques Naturales y de la fauna, CEPANAF, Gobierno del Estado de México.

Cuadro 13. Cuadro de áreas naturales protegidas.

Descripción	área	Porcentaje
Área Natural Protegida	3604.33	23%
Área total del municipio	15704.07	100%

Fuente: Comisión Estatal de Parques Naturales y de la fauna, CEPANAF, Gobierno del Estado de México.



CAPÍTULO 4. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS

4.1. Elementos demográficos

4.1.1. Dinámica demográfica

Naucalpan es uno de los 34 municipios que integran la Zona Metropolitana del Valle de México, la más poblada y dinámica del país. De acuerdo con el INEGI, con sus 833,779 habitantes, en el año 2010 ocupaba el 3er lugar de los municipios mexiquenses de esta metrópoli y alojaba al 5.5% de los 15'175,862 de habitantes que conforman la población total del Estado de México, ubicándose como el tercer municipio más poblado de la entidad, después de Ecatepec y Netzahualcóyotl.

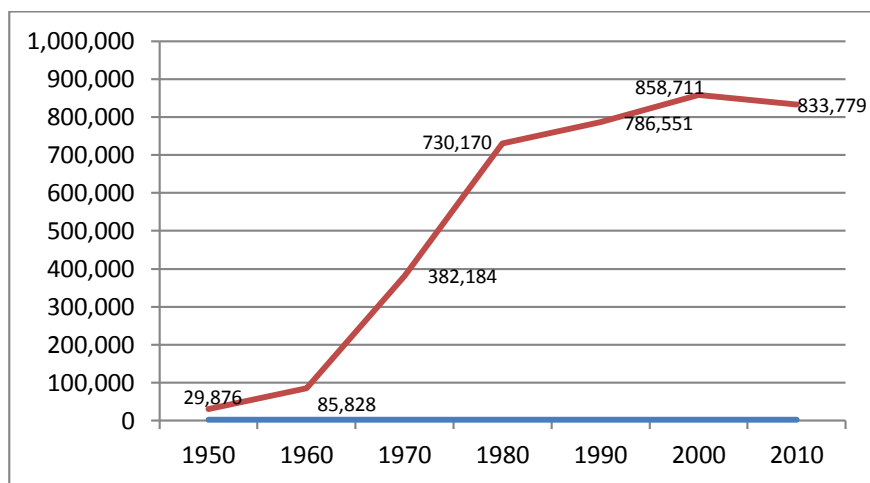
En los últimos diez años, el municipio ha disminuido su población en casi 25 mil habitantes, lo que representa un decremento del -3% de los 858,711 habitantes con que contaba el municipio en el año 2000, situación que contrasta con la dinámica presentada durante la segunda mitad del siglo pasado.

Hasta antes del año 2000 el municipio presentaba un vigoroso crecimiento demográfico, lo que hizo que su población se incrementara en 8.5 veces entre 1960 y 1980, período en el que el municipio atrajo el mayor número de pobladores, representando en número absolutos un incremento de 644 mil habitantes en esos 20 años.

Este crecimiento poblacional tuvo como causa principal la migración, provocada por una conjunción de factores entre los que destacan la limitación del Distrito Federal para autorizar nuevos fraccionamientos, la oferta de empleo generada en la zona industrial de Naucalpan y su ubicación inmediata al Distrito Federal.

Entre 1980 y el 2000 el crecimiento demográfico disminuyó sensiblemente su ritmo, contabilizándose un incremento de 128 mil habitantes entre esas dos décadas.

Gráfica 1.- Municipio de Naucalpan. Crecimiento demográfico 1950 – 2010.



Fuentes: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Naucalpan de Juárez, y Censos Generales de Población y Vivienda 1970, 1980, 1990, 2000 y 2010. INEGI.

En términos de las tasas de crecimiento, en la década de los sesentas la dinámica del municipio duplicó la del promedio estatal, en tanto que en los setentas ambas casi se equipararon, sin embargo debido a su nueva base poblacional, la tasa del 6.7% que presentó Naucalpan significó que su



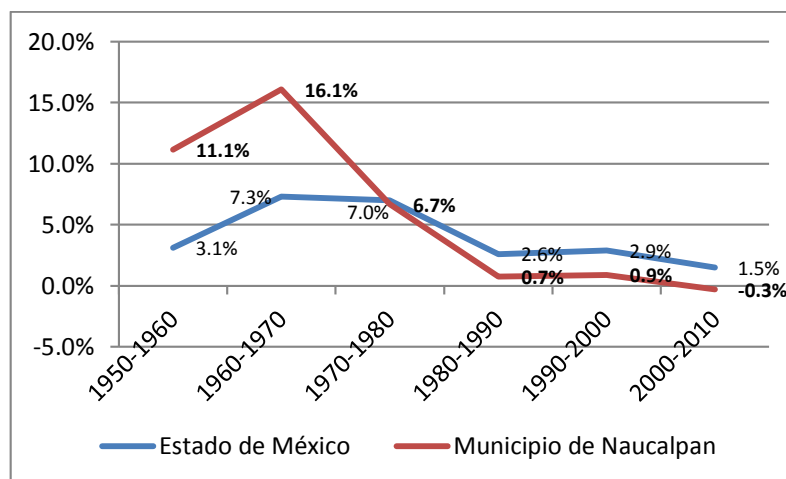
Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



población aún se duplicara entre 1970 y 1980. En los últimos 30 años el ritmo de crecimiento poblacional ha disminuido notablemente, situándose por debajo de los promedios estatales, hasta alcanzar en la última década una tasa de crecimiento media anual negativa, de -0.3%.

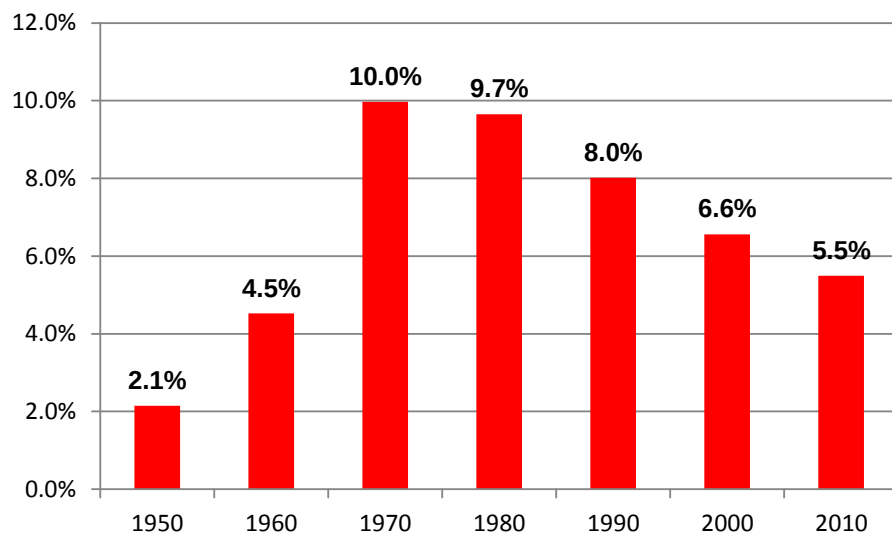
Gráfica 2.- Edo. de Mex. y Municipio de Naucalpan. Tasas de crecimiento demográfico 1950-2010.



Fuentes: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Naucalpan de Juárez, y Censos Generales de Población y Vivienda 1970, 1980, 1990, 2000 y 2010. INEGI.

Lo anterior se refleja también en la participación de la población de Naucalpan respecto a la total de la entidad, la cual ha pasado de representar el 10% en 1970, al 5,5% en el 2010.

Gráfica 3.- Municipio de Naucalpan. Participación de la población en el total estatal.



Fuentes: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Naucalpan de Juárez, y Censos Generales de Población y Vivienda 1970, 1980, 1990, 2000 y 2010. INEGI.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Si bien las tendencias de decremento demográfico se mantienen, han resultado menores a las esperadas, la demanda de suelo urbano continúa tanto para alojar a la población migrante, principalmente de bajos recursos que aún se presenta, como para alojar a las nuevas familias que se generan en el municipio. Un indicador de lo anterior es que las tasas de crecimiento de las viviendas se mantienen por arriba de las del crecimiento de la población.

4.1.2. Proyección de población al 2030

Aunque en la década 2000-2010 hubo un descenso de la población de Naucalpan, dado el comportamiento de la demanda de suelo y servicios en el municipio, cabe suponer que en el futuro se retomen las tendencias crecientes. A ello se debe que el CONAPO, en sus proyecciones de población, estime nuevamente crecimiento demográfico para el año 2030, cuando se prevé que existan más de un millón de habitantes.

Estas tendencias deben ser evaluadas desde la óptica de sus efectos en las demandas de suelo, vivienda y servicios; en particular en términos de la reserva territorial necesaria para albergar tales crecimientos, lo que debe hacerse en zonas aptas para el desarrollo urbano, y que no estén sujetas a factores de riesgos desde el punto de vista de la protección civil.

Cuadro 14. Municipio de Naucalpan. Población y crecimiento promedio anual 1950-2010 y sus proyecciones al año 2030.

Año	Población	Crecimiento promedio anual	Tasa de Crecimiento Promedio Anual (TCMA)
Crecimiento histórico			
1950	29,876		
1960	85,828	5,595	11.1%
1970	382,184	29,636	16.1%
1980	730,170	34,799	6.7%
1990	786,551	5,638	0.7%
2000	858,711	7,216	0.9%
2010	833,779	-2,493	-0.3%
Proyecciones del CONAPO			
2020	946,612	11,283	1.3%
2030	1,034,469	8,786	0.9%

Fuentes: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Naucalpan de Juárez, Censos Generales de Población y Vivienda de 1970 al 2010. INEGI; y Proyecciones de Población 2010-2050, CONAPO, Consultadas en <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones>, el 28 de septiembre de 2014.

4.1.3. Distribución de población

Naucalpan es un municipio eminentemente urbano e integrante de la Zona Metropolitana del Valle de México. El 95% de su población se asienta en el continuo urbano de Naucalpan, contando con dos localidades urbano – rurales, San Francisco Chimalpa y Santiago Tepatlaxco, localizadas sobre la carretera Naucalpan-Toluca, al poniente de la Autopista Chamapa-Lechería. El otro asentamiento importante, el Ejido San Francisco Chimalpa actualmente se encuentra prácticamente conurbado al área urbana de Naucalpan.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRIARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Es de destacarse que entre el 2000 y el 2010 la cabecera municipal, Naucalpan de Juárez, disminuyó su población, en tanto que el resto de las localidades rurales aún continuaban incrementando su número de habitantes.

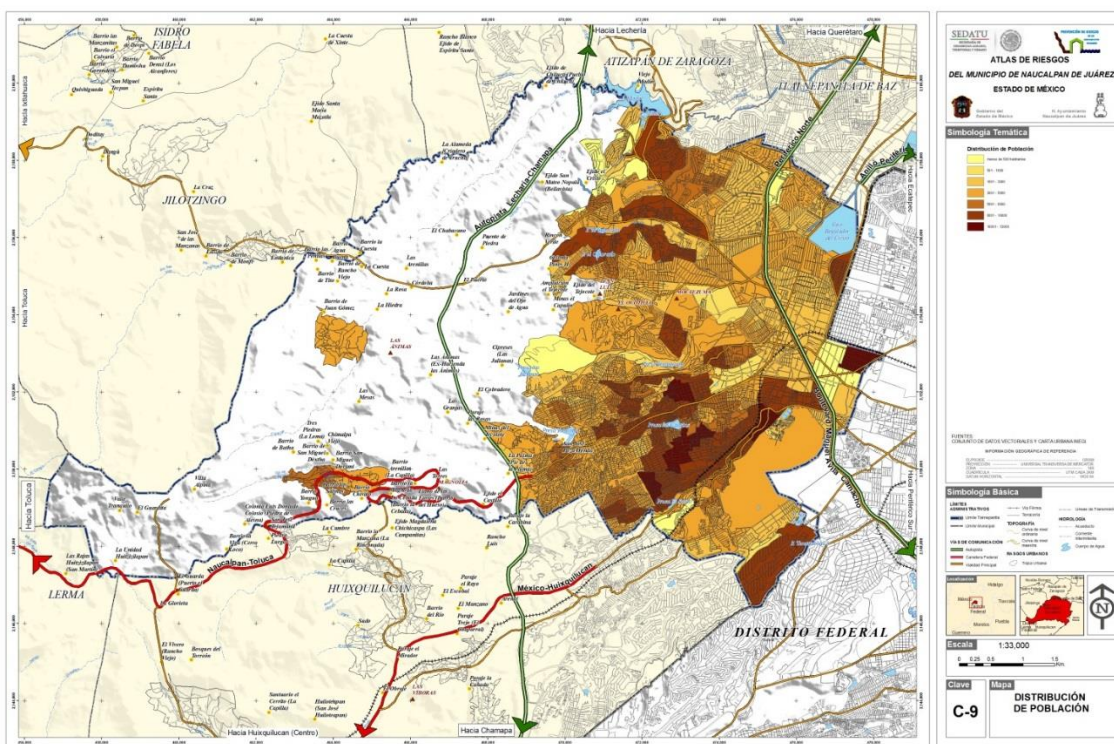
Cuadro 15. Población de las principales localidades 2000-2005

Localidad	Población		Diferencia 2000-2010
	2000	2010	
Naucalpan de Juárez	835,053	792,211	-42,842
San Francisco Chimalpa	6,453	8,953	2,500
Ejido San Francisco Chimalpa	1,802	4,349	2,547
Santiago Tepatlaxco	3,093	3,864	771
Resto de localidades	12,310	24,402	12,092
Total Municipal	858,711	833,779	-24,932

Fuente: Censos Generales de Población y Vivienda 2000 y 2010. INEGI

De acuerdo con el mapa siguiente, estas localidades se distribuyen predominantemente en las porciones norte y centro del municipio.

Figura 16. Mapa de distribución de la población



Fuente: Elaboración propia con datos de Censos Generales de Población y Vivienda 2000 y 2010.
INEGI



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

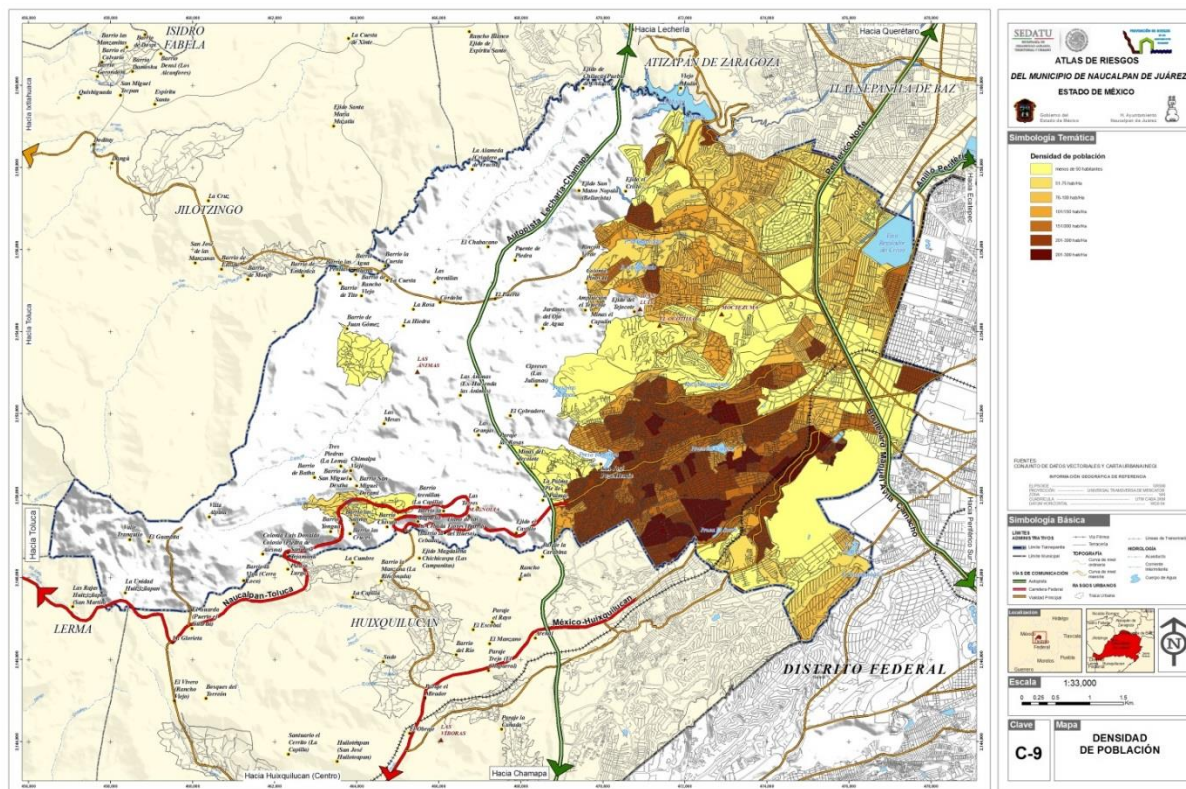
SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



4.1.4. Densidad de población.

En cuanto a densidad de población, en el municipio se tiene gran diversidad desde AGEBS con menos de cincuenta habitantes por hectárea hasta polígonos con 200 a 309 habitantes en una hectárea. De acuerdo con el mapa de densidad de población, los polígonos con menos habitantes se ubican en las porciones norte y centro del municipio, en zonas como Ciudad Satélite, Bosques y Lomas Verdes; en cambio las zonas de mayor densidad se localizan en la porción centro sur del municipio, predominantemente en la zona conocida como Chamapa. Llama la atención que, precisamente en esta zona abundan los suelos y laderas inestables, por lo que debe tomarse en cuenta para posibles obras de mitigación o remediación.

Figura 17. Mapa de densidad de población



Fuente: Elaboración propia con datos de Censos Generales de Población y Vivienda 2000 y 2010.
INEGI



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRIARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



4.1.5. Pirámide de edades

La población del Municipio de Naucalpan es fundamentalmente joven. Sin embargo, si se comparan las cifras de los grupos de edad del año 2005 con los del año 2000, se aprecia que existe una ligera tendencia al envejecimiento de la población en el municipio. Esta tendencia es también apreciable cuando se comparan los datos municipales con la estructura de edades de los habitantes del Estado de México.

Cuadro 16. Distribución de la población por grandes grupos de edad. 2000 – 2010

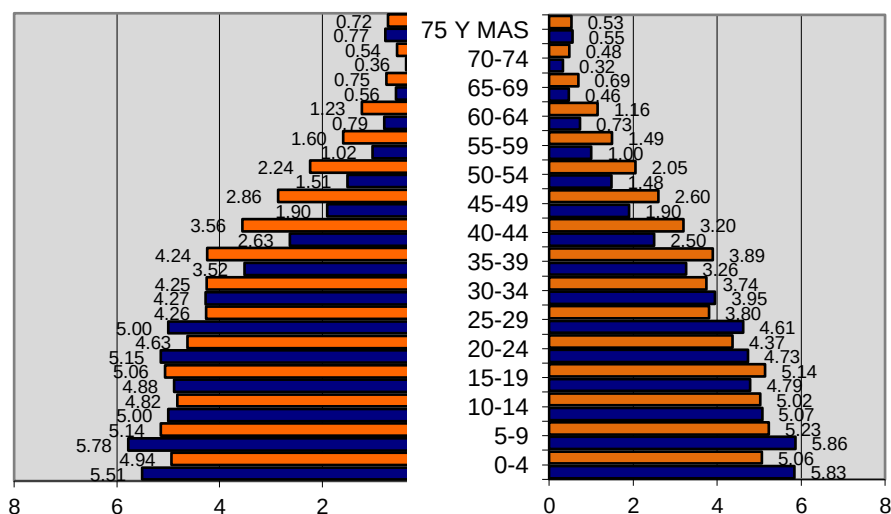
Rango de edad	Población 2000	Población 2010	% que representa del total	
			2000	2010
Total	858,711	833,779	100.00%	100.00%
0-14	243,213	211,530	28.32%	25.37%
15-64	551,677	547,864	64.24%	65.71%
65 y más	37,281	54,617	4.34%	6.55%
No especificado	26,540	19,768	3.09%	2.37%

Fuentes: Censo de Población y Vivienda 2000 y 2010, INEGI.

Esto resulta más evidente con la pirámide de edades entre los censos de 2000 y 2010, pues disminuyó el peso relativo de los grupos de edades de 0 a 9 años y, en cambio, se incrementó el grupo de edades en edad productiva (15 a 64 años), al igual que el grupo de la tercera edad (65 años y más).

Gráfica 4.- Municipio de Naucalpan. Distribución de la población por grupos quinquenales de edad, 2000-2010.

Población total: 2000= 858, 711 habitantes; 2010= 833,779 habitantes





Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



4.1.6. Natalidad

Por lo que se refiere a fecundidad, el promedio de hijos nacido vivos en el municipio de Naucalpan es de 2.03 por mujer, por debajo de 2.2 que es el promedio estatal. Por localidad, la cabecera municipal es la de menor tasa de fecundidad con 20.02 hijos, mientras que algunas localidades de bajo peso demográfico, alcanzan tasas mayores, sin que impacte al promedio municipal.

Cuadro 17. Fecundidad en el municipio de Naucalpan, 2010

Localidad	Promedio hijos nacidos vivos
Naucalpan de Juárez	2.02
San Francisco Chimalpa	2.18
Ejido de San Francisco Chimalpa	2.16
Santiago Tepatlaxco	2.22
San José Tejamanil	2.16
Barrio San Miguel Dorami	2.31
La Rosa	2.08
Ejido del Tejocote	2.06
Rincón Verde	2.35
Chimalpa Viejo	2.44
La Unidad Huitzilapan	2.22
Ejido el Castillo	2.27
Llano de las Flores (Barrio del Hueso)	2.32
Resto del municipio	2.34
Total del Municipio	2.03
Total del Estado de México	2.20

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

4.1.7. Mortalidad

Respecto a la mortalidad general, el municipio se encuentra ligeramente por debajo de los promedios estatales. Con 5.5% de la población estatal, en el 2012 el municipio registró 6.3% de las defunciones generales de la entidad y 4.9% de las defunciones de menores de un año.

En términos absolutos esto significa que en el 2012 fallecieron 4,511 personas del municipio, de las cuales 220 eran menores de un año.

Cuadro 18. Mortalidad en Naucalpan, 2010.

Concepto	Estado de México	Municipio de Naucalpan	
	Total	Total	% del estado
Defunciones generales 2010	70,938	4,511	6.3%
Defunciones de menores de un año de edad	4,457	220	4.9%

Fuente: Secretaría de Salud. Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS), 2013, CONAPO. Estimaciones de Población, 2000-2030. Anuario estadístico del Estado de México, 2010. INEGI.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



4.1.8. Migración

En materia de población migrante, es necesario reconocer que el municipio de Naucalpan, como la mayor parte de los que integran esta metrópoli, es producto de la migración. De hecho, el porcentaje de población nacida en otra entidad que radica en la cabecera municipal y en el municipio, es mayor en 10 y 9 puntos, respectivamente, que el promedio estatal. Esta circunstancia provoca que exista una gran diversidad cultural en el municipio, que debe ser entendida e incorporada en las campañas que promuevan la cultura de la protección civil.

Cuadro 19. Población migrante en el municipio de Naucalpan, 2010

Ámbito geográfico	Población total	Población nacida en otra entidad	Proporción
Naucalpan de Juárez	792,211	365,739	46.2%
Municipio de Naucalpan	833,779	376,589	45.2%
Estado de México	15,175,862	5,566,585	36.7%

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

4.1. Características sociales

4.2.1. Escolaridad

Por lo que se refiere a educación y de acuerdo con la Dirección de Información y Planeación de la Secretaría de Educación del Gobierno del Estado, en 2012 el grado promedio de escolaridad en el municipio de Naucalpan fue de 10.25 años, superior al del promedio estatal, que es de 9.3 años. Así en Naucalpan, la escolaridad promedio es de nivel de enseñanza media superior.

No obstante, el rezago educativo puede ser un factor de vulnerabilidad, en el año 2010 se registraron 17,970 habitantes de 15 años y más analfabetas en el municipio, distribuidos por igual en las zonas populares del municipio, aunque destacan por ser las que más concentran las siguientes:

Localidad	Población analfabeta de 15 años y más
Ampliación el Tejocote	40
Barrio San Miguel Dorami	40
Llano de las Flores (Barrio del Hueso)	44
Chimalpa Viejo	49
Ejido del Tejocote	49
La Rosa	60
San José Tejamanil	86
Ejido de San Francisco Chimalpa	132
San Francisco Chimalpa	282
Santiago Tepatlaxco	324

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO

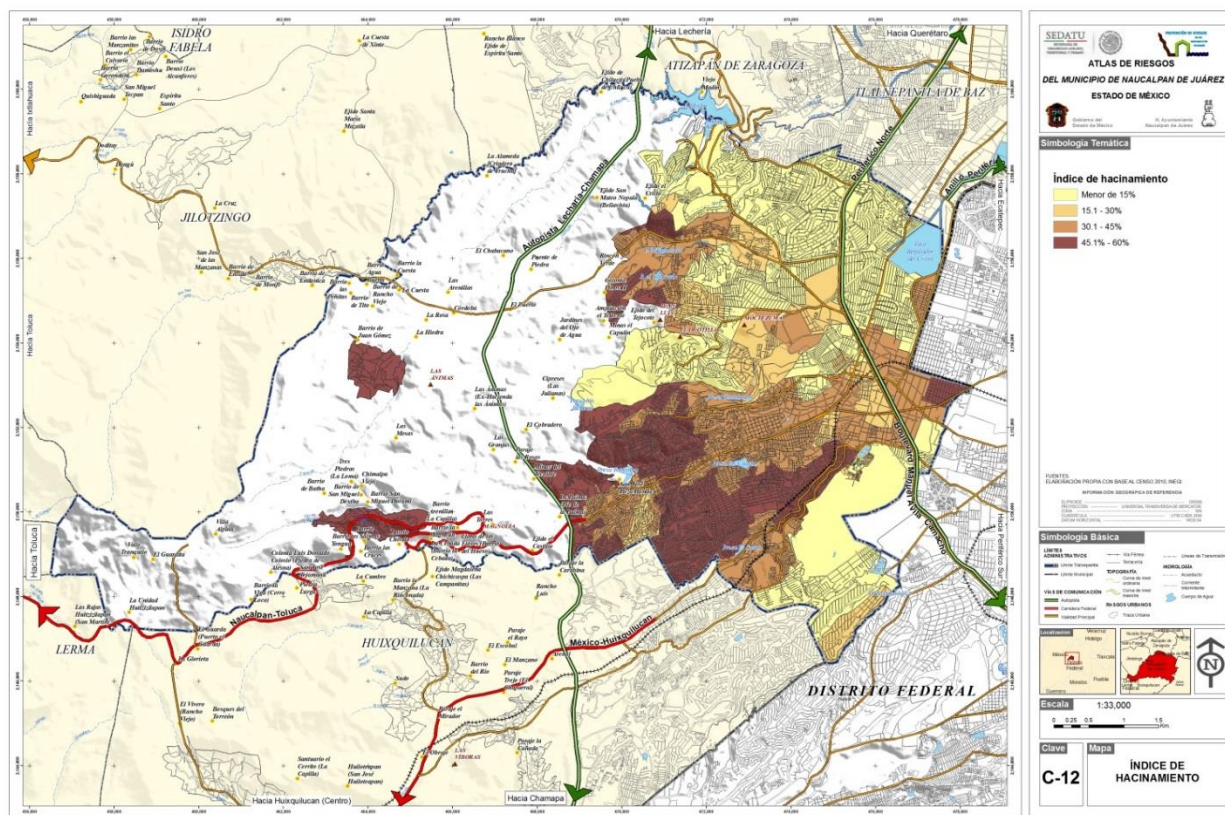


Esto es de suyo importante y se debe tomar en cuenta en la etapa de diseño de campañas de difusión y de operativos de emergencias, particularmente en las estrategias de medios de comunicación.

4.2.2. Hacinamiento

De acuerdo con el criterio de la CEPAL, se considera que existe hacinamiento cuando en una vivienda más de tres personas ocupan un dormitorio. Con ese criterio se puede afirmar que en Naucalpan no existe esta condición, toda vez que, de acuerdo con el Censo del año 2010, el promedio municipal es de 0.96 ocupantes por cuarto; siendo las localidades de El Guardita y La Palma las que obtienen el mayor registro, con 2.35 y 2.25 habitantes por cuarto, respectivamente, así como la zona de los Chamapas (ver mapa siguiente).

Figura 18. Mapa de hacinamiento



Fuente: Elaboración propia con datos de Censos Generales de Población y Vivienda 2000 y 2010.
INEGI

4.2.3. Población con discapacidad

Por lo que se refiere a la población con alguna limitación, el Censo del 2010 registró que 32,013 personas (3.8% de la población total) presentaba algún tipo de limitación, siendo los principales: para





Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



4.2.4. Marginación

Naucalpan es un municipio de contrastes. El Índice de Marginación municipal es de 8.86 y su grado es muy bajo, de acuerdo con la clasificación del CONAPO. No obstante, en el nivel de localidad las cosas son diferentes. En la zona de Ciudad Satélite, Lomas Verdes y Echegaray, predominan los grados de marginación muy bajos. En contraposición, en la zona de Chamapa más cercana al Circuito Exterior del Bicentenario, predominan los grados de marginación media y alta, así como en las localidades ubicada al poniente de dicho Circuito, ubicadas justamente en las zonas de mayor riesgo. Las localidades reconocidas por el INEGI con población mayor o igual a 500 habitantes y grados de marginación alto y muy alto, son las siguientes:

Localidad	Índice de marginación (0 a 100)	Grado de marginación	Población
Puente de Piedra	8.2847	Alto	720
Chimalpa Viejo	8.7836	Alto	1,140
La Hiedra	8.2583	Alto	522
Barrio las Cruces	8.4417	Alto	539
La Rosa	8.6942	Alto	1,543
Barrio Las Salinas	9.5076	Alto	703
Barrio La Magnolia	9.5132	Alto	609
San José Tejamanil	9.5811	Alto	2,578
Colonia Luis Donaldo Colosio (Piedra de Alesna)	9.8557	Alto	832
Rincón Verde	10.5261	Alto	1,204
Ampliación el Tejocote	11.5910	Alto	731
Barrio la Viga (Cerro Loco)	12.8508	Alto	807
Minas El Capulín	27.2627	Muy Alto	23

Fuente: Índices de marginación por municipio 2010. CONAPO.

De acuerdo con el mapa de marginación, son las localidades que se encuentran en las inmediaciones del Parque Otomí Mexica en su porción del Centro Otomí, las que se encuentran en una situación más vulnerable, precisamente por el tipo de suelos y pendientes que prevalecen en combinación con las características de las construcciones.

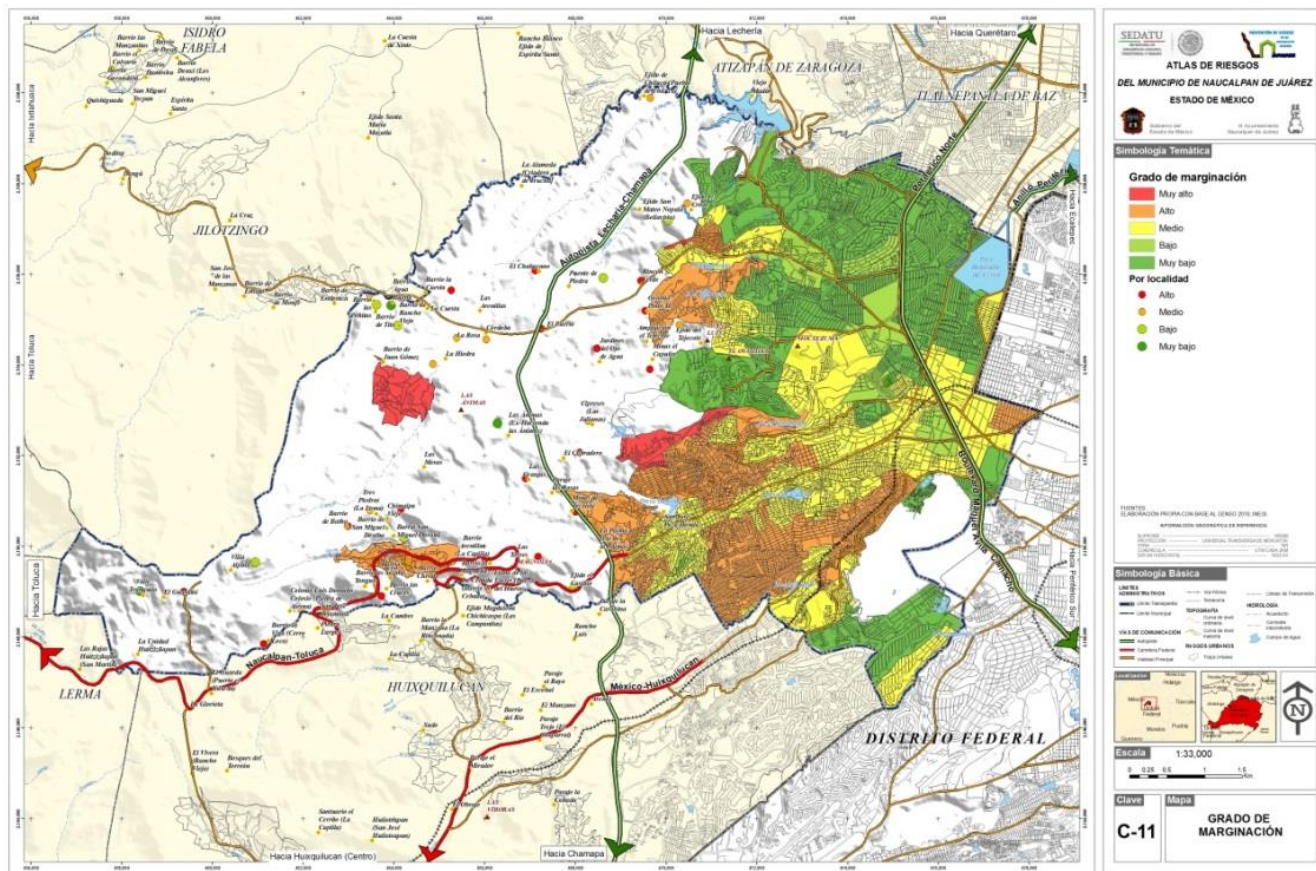


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 20. Mapa de marginación



Fuente: Elaboración propia con base en los Índices de Marginación 2010, CONAPO.

4.2.5. Pobreza

De acuerdo con la medición de pobreza de CONEVAL, que toma en cuenta las carencias de por acceso a los servicios básicos en las viviendas, en Naucalpan el 32% de la población presenta algún tipo de pobreza, y el 4.3% está en pobreza extrema. Normalmente para esta población, las condiciones de vulnerabilidad a riesgos en su vivienda suelen ser muy acentuadas, por lo que deberán definirse políticas de apoyo.

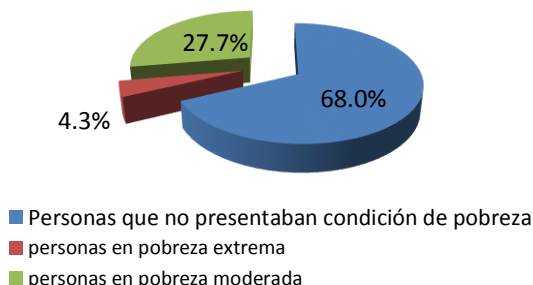


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Gráfica 5. Municipio de Naucalpan. Proporción de personas según condición de pobreza, 2010.



Fuente: Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010 y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010.

4.2.6. Equipamiento

En materia de equipamiento educativo, en el ciclo 2010-2011, Naucalpan contaba con 872 planteles escolares, de los cuales 782 correspondían a educación básica y 90 a educación media superior y superior, entre los que destacan algunos de reconocido prestigio, como la FES Acatlán de la UNAM. Se puede afirmar que en materia de equipamiento educativo, en este municipio se cuenta con una buena cobertura territorial y social y, en materia de educación superior, sus planteles tienen una cobertura regional. Normalmente en las unidades municipales de protección civil consideran a una parte de este tipo de instalaciones como posibles albergues en caso de una emergencia. El directorio de estos planteles se integra en los anexos de este Atlas.

Cuadro 20 Equipamiento educativo por nivel escolar 2010-2011

NIVEL EDUCATIVO	PLANTELES
EDUCACION PREESCOLAR	339
EDUCACION PRIMARIA	310
EDUCACION SECUNDARIA	133
MEDIA SUPERIOR	63
EDUCACION SUPERIOR	27
TOTAL	872

FUENTE: Gobierno del Estado de México, Secretaría de Educación, formato 9.11 Inicio y fin de Cursos 2010-2011.

En materia de equipamiento cultural, el municipio cuenta con un archivo histórico, una casa de cultura un museo y 30 bibliotecas. Se puede afirmar que en materia de bibliotecas este municipio tiene un adecuado nivel de cobertura, considerando sus dimensiones geográficas y demográficas. Pero no así en lo que se refiere a la promoción de la cultura entre sectores sociales desfavorecidos. Sin duda hace falta la promoción de la cultura en centros barriales de arte y cultura, que contribuyan también a la difusión de estructuras de valores y visiones del mundo más humanistas y contemporáneas, en las que la solidaridad cotidiana y, en particular, ante eventos especiales, coadyuvan a las comunidades a enfrentarlos en mejores condiciones.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Cuadro 21. Equipamiento cultural 2011

MUNICIPIO	ARCHIVOS HISTÓRICOS	CENTROS REGIONALES DE CULTURA	CASAS DE CULTURA	BIBLIOTECAS	MUSEOS
NAUCALPAN	1	0	3	30	0

FUENTE: Gobierno del Estado de México, IGECEM, Estadísticas de cultura, 2010.

En el territorio municipal existen poco más de 300 parques públicos, algunos de los cuales están dotados de infraestructura para la recreación infantil, otros cuentan con canchas de usos múltiples y áreas verdes. También hay grandes equipamientos recreativos, como el Parque Nacional de los Remedios y el Parque Estado de México “Naucalli” el Parque Revolución, el Parque “El Tepetatal” y el Parque de la Punta. Vale la pena considerar este tipo de equipamiento para la promoción de la cultura de la protección civil, impartiendo en ellos talleres y realizando simulacros.

Por cuanto se refiere al equipamiento para la salud, es de resaltar que de las 63 unidades médicas del sector salud que operaban en el municipio en 2010, 60 eran unidades de consulta externa, y sólo había un hospital de especialización. Esto debe tomarse en cuenta en el caso de algún siniestro o emergencia, para canalizar a pacientes a hospitales en los municipios y delegaciones aledañas.

Cuadro 22 Unidades médicas en servicio del sector salud por municipio y nivel de operación según institución

Tipo de Unidad Médica	Total	ISEM	DIFEM	IMSS PONIENTE	ISSSTE	ISSEMyM
Unidades de consulta externa ^{a/}	60	23	30	4	1	2
Unidades de hospitalización general	2	1	0	0	0	1
Unidades de hospitalización especializada	1	0	0	1	0	0
Total municipal	63	24	30	5	1	3

Fuente: INEGI, Anuario Estadístico y Geográfico de México, Estado de México, 2013.

4.2. Principales actividades económicas en la zona

En el municipio de Naucalpan existen unidades económicas dedicadas al sector primario, pero bajo la modalidad de economía de traspato, por lo que su importancia es menor. Por ello, es que de las 1,168 hectáreas cosechadas, solo se obtuvo un valor de producción real de 5.9 millones de pesos²

De acuerdo con el Censo Económico del 2009, el 9.2% del personal ocupado del Estado de México tiene su empleo en este municipio, el 5.3% de las unidades económicas se localizan en esta demarcación, aportando el 10.4% del Valor Agregado Censal Bruto (VACB) al estado. Evidentemente el peso relativo de Naucalpan es muy alto, debido a que es uno de los municipios más dinámicos económicamente.

² Fuente: Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable (OIEDRUS) del Estado de México (2010). Estadística Básica Agrícola, Anuario. Julio 2012. [En línea].

<<http://www.campomexiquense.gob.mx/>>.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



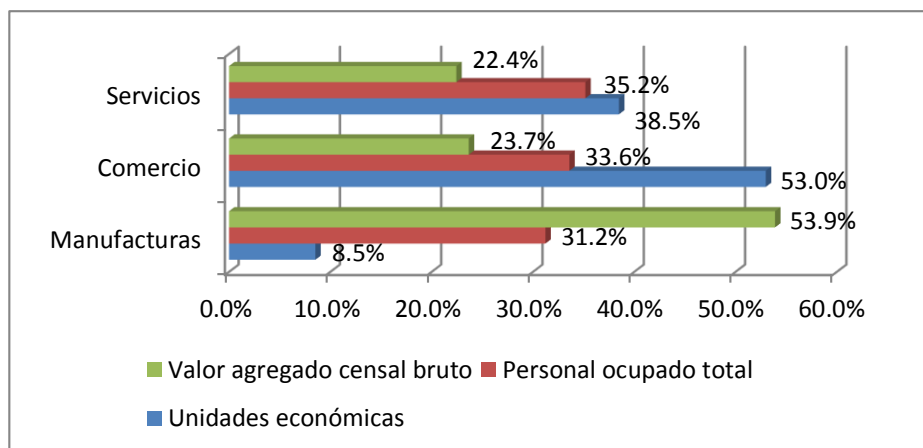
Cuadro 23. Indicadores económicos de la participación del Municipio de Naucalpan en la economía estatal

Estado / Municipio	Personal ocupado total	Unidades Económicas	Valor agregado censal bruto (Millones de pesos)
Estado de México	1,945,911	456,563	362,897.30
Municipio de Naucalpan	179,310	24232	37,897
Participación del municipio de Naucalpan en el estado de México	9.2%	5.3%	10.4%

Fuente: INEGI. Censo Económico 2009.

Por sectores, el manufacturero es el que aporta la mayor proporción de Valor Agregado (53.9%), aun cuando sólo concentra al 8.5% de las unidades económicas, lo que nos indica que en este sector predominan las grandes empresas; mientras que en el comercio y los servicios las MiPyMES. En cuanto al personal ocupado, los tres sectores económicos aportan con pocas diferencias, casi a terceras partes.

Gráfica 6. Municipio de Naucalpan. Sectores económicos y su aportación al VACB, personal ocupado y unidades económica (%), 2008



Fuente: INEGI. Censo Económico 2009.

4.3. Características de la población económicamente activa

En el año 2010 la Población Económicamente Activa (PEA) del municipio ascendió a 357,773 personas, que representaban el 42.9% de la población total.

Esta población ha venido incrementando su participación en los últimos 10 años, pues en el año 2000 la PEA del municipio ascendía a 337,452 habitantes representando en aquel año el 39.32% de la población total, proceso que coincide con lo que sucede en el país, pues es menor la tasa de dependencia y también mayor la participación de las mujeres en la vida económica.

En cuanto a los sectores en los que labora la población económicamente activa del municipio, destaca el sector terciario, que agrupa al 72.37% de la PEA ocupada, casi ocho puntos más que en 2000, lo que indica claramente el corrimiento de la economía municipal al sector servicios y comercial.

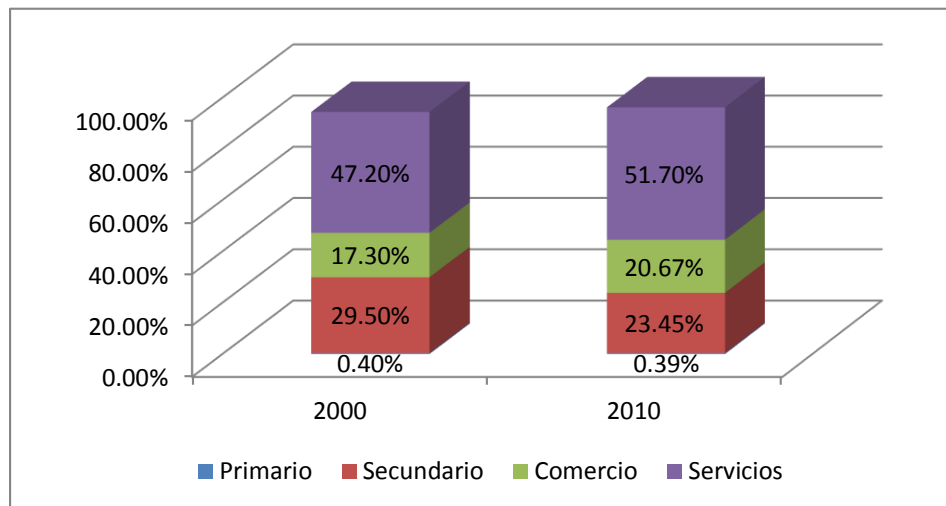


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



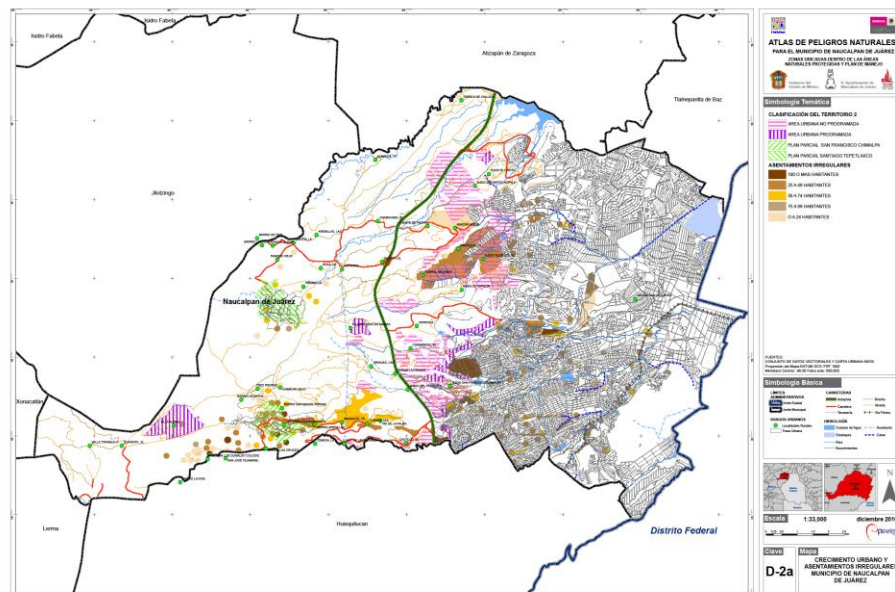
Gráfica 7. Participación de la PEA por sector económico, 2000-2010.



Fuente: INEGI. Censos Generales de Población y Vivienda 1990, 2000 y 2010.

4.4. Reserva Territorial

Las características del territorio del municipio de Naucalpan provocan que tenga muy limitadas posibilidades de crecimiento urbano. De hecho, el Plan Municipal de Desarrollo Urbano sólo prevé algunas de ellas y algunas zonas sujetas a Plan Parcial, en algunas partes de la zona serrana y boscosa del municipio (Mapa de clasificación territorial), lo cual permite identificar las zonas no aptas que pueden y deben monitorear conjuntamente las dependencias municipales de desarrollo urbano y protección civil.





CAPÍTULO 5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS, PELIGROS, VULNERABILIDAD Y RIESGOS ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL

Metodología General

El tema del riesgo dentro de la prevención de desastres ha sido tratado y desarrollado por diversas disciplinas que han conceptualizado sus componentes de manera diferente, aunque en la mayoría de los casos de manera similar. Un punto de partida es que los riesgos están ligados a actividades humanas. La existencia de un riesgo implica la presencia de un agente perturbador (fenómeno natural o generado por el hombre) que tenga la probabilidad de ocasionar daños a un sistema afectable (asentamientos humanos, infraestructura, planta productiva, etc.) en un grado tal, que constituye un desastre. Así, un movimiento del terreno provocado por un sismo no constituye un riesgo por sí mismo. Si se produjese en una zona deshabitada, no afectaría ningún asentamiento humano y por tanto, no produciría un desastre.

Conceptos básicos sobre peligros, riesgos, desastres, prevención y mitigación³.

El Peligro se define como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino de cierta intensidad, durante un cierto periodo de tiempo y en un sitio dado. Para el estudio de los peligros, es importante definir los fenómenos perturbadores mediante parámetros cuantitativos con un significado físico preciso que pueda medirse numéricamente y ser asociado mediante relaciones físicas con los efectos del fenómeno sobre los bienes expuestos. En la mayoría de los fenómenos pueden distinguirse dos medidas, una de magnitud y otra de intensidad.

La forma más común de representar el carácter probabilístico del fenómeno es en términos de un periodo de retorno (o de recurrencia), que es el lapso que en promedio transcurre entre la ocurrencia de fenómenos de cierta intensidad. El concepto de periodo 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.

Por su parte, se entiende por Riesgo la probabilidad de ocurrencia de daños, pérdidas o efectos indeseables sobre sistemas constituidos por personas, comunidades o sus bienes, como consecuencia del impacto de eventos o fenómenos perturbadores. La probabilidad de ocurrencia de tales eventos en un cierto sitio o región constituye una amenaza, entendida como una condición latente de posible generación de eventos perturbadores.

La Vulnerabilidad se define como la susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos a ser afectados o dañados por el efecto de un fenómeno perturbador, es decir el grado de pérdidas esperadas. En términos generales pueden distinguirse dos tipos: la vulnerabilidad física y la vulnerabilidad social.

La primera es más factible de cuantificarse en términos físicos, por ejemplo la resistencia que ofrece una construcción ante las fuerzas de los vientos producidos por un huracán, a diferencia de la segunda, que puede valorarse cualitativamente y es relativa, ya que está relacionada con aspectos económicos, educativos, culturales, así como el grado de preparación de las personas.

La Exposición o Grado de Exposición se refiere a la cantidad de personas, bienes y sistemas que se encuentran en el sitio y que son factibles de ser dañados. Por lo general se le asignan unidades monetarias puesto que es común que así se exprese el valor de los daños, aunque no siempre es traducible a dinero. En ocasiones pueden emplearse valores como porcentajes de determinados tipos de construcción o inclusive el número de personas que son susceptibles a verse afectadas.

³ Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Conceptos Básicos sobre Peligros, Riesgos y su Representación Geográfica. Noviembre, 2006.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRIARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



El grado de exposición es un parámetro que varía con el tiempo, el cual está íntimamente ligado al crecimiento y desarrollo de la población y su infraestructura. En cuanto mayor sea el valor de lo expuesto, mayor será el riesgo que se enfrenta. Si el valor de lo expuesto es nulo, el riesgo también será nulo, independientemente del valor del peligro. La exposición puede disminuir con el alertamiento anticipado de la ocurrencia de un fenómeno, ya sea a través de una evacuación o inclusive evitando el asentamiento en el sitio.

Una vez que se han identificado y cuantificado el peligro, la vulnerabilidad y el grado de exposición para los diferentes fenómenos perturbadores y sus diferentes manifestaciones, es necesario completar el análisis a través de escenarios de riesgo, o sea, representaciones geográficas de las intensidades o de los efectos de eventos extremos. Esto resulta de gran utilidad para el establecimiento y priorización de acciones de mitigación y prevención de desastres. Ejemplos de escenarios de peligro son la representación de los alcances de una inundación con los tirantes máximos de agua que puede tener una zona; distribución de caída de ceniza consecuencia de una erupción volcánica; la intensidad máxima del movimiento del terreno en distintos sitios debido a un sismo. Ejemplos de escenarios de riesgos serían el porcentaje de viviendas de adobe dañadas para un sismo de determinada magnitud y epicentro, el costo de reparación de la infraestructura hotelera por el paso de un huracán, el número de personas que podrían verse afectadas por el deslizamiento de una ladera inestable, etc.

Mitigación y Prevención. Basados en la identificación de riesgos, consiste en diseñar acciones y programas para mitigar y reducir el impacto de los desastres antes de que éstos ocurran. Incluye la implementación de medidas estructurales y no estructurales para reducción de la vulnerabilidad o la intensidad con la que impacta un fenómeno: planeación del uso de suelo, aplicación de códigos de construcción, obras de protección, educación y capacitación a la población, elaboración de planes operativos de protección civil y manuales de procedimientos, implementación de sistemas de monitoreo y de alerta temprana, investigación y desarrollo de nuevas tecnologías de mitigación, preparación para la atención de emergencias (disponibilidad de recursos, albergues, rutas de evacuación, simulacros, etc.).

Análisis e identificación de peligros naturales. A partir del análisis e identificación de los peligros naturales, es factible definir o delimitar áreas de mayor o menor incidencia mediante el uso de tecnologías como la percepción remota (uso y manejo de imágenes de satélite), el sistema de posicionamiento global (GPS), los sistemas de información geográfica (SIG) y los manejadores de base de datos. La consideración de todos estos elementos permite establecer una zonificación de los peligros con miras a proponer acciones y medidas preventivas y de mitigación concretas.

Con la identificación de los peligros y su interpretación, la información temática debe cruzarse con la traza urbana al nivel de calles, de manzanas, predios o al menos al nivel de colonias y barrios para definir una microzonificación. Esta última es un proceso de análisis al que se pretende llegar en análisis posteriores, mediante la definición de áreas más pequeñas o con mayor detalle en cuanto a la ubicación de zonas de riesgo potencial y el grado de afectación de las zonas urbanas, las vidas humanas, los bienes y los servicios.

De esta actividad deriva la propuesta de zonificación de riesgos a nivel municipal y en zonas urbanas que son el soporte para la toma de decisiones. En regiones donde los riesgos son mitigables, se propondrán obras de infraestructura, proyectos de crecimiento urbano o cambios de uso de suelo, entre otros.

Asociado a lo anterior, la localización y representación cartográfica de estos peligros, permite a las autoridades involucradas en la elaboración de los Atlas, disponer de información valiosa, útil para la toma de decisiones en la protección de la ciudadanía y en la Ordenación Territorial. Estos estudios, también se enfocan a motivar el cambio para que la protección civil no sea reactiva, sino preventiva.



Síntesis de la metodología

El presente Atlas se desarrolló utilizando de manera general la siguiente metodología:

Identificación de peligros

- Compilación y análisis del contenido de la documentación hemerográfica, técnica y científica disponible en relación a la incidencia previa de contingencias en el municipio.
- Detección de información útil para la identificación de peligros en el municipio que se encuentre incluida en estudios, diagnósticos y mapas de riesgo ya existentes.
- Identificación primaria de los peligros naturales (geológicos e hidrometeorológicos) existentes, así como sus orígenes y componentes.
- Reconocimiento en campo e identificación de los niveles de peligros a través de sistemas de geoposicionamiento global para la georreferenciación de los peligros.

Diagnóstico de Riesgos

- Una vez delimitadas las zonas de peligro se realizará una estimación del nivel de vulnerabilidad de la población ante cada una de las amenazas.
- La determinación de los niveles de vulnerabilidad de la población, será realizada considerando como elemento base de análisis los aspectos socioeconómicos de las familias y la calidad de los materiales de la vivienda.
- Obtenida la vulnerabilidad y el nivel de peligro se realizará la estimación del riesgo y se clasificarán las zonas por riesgos, peligros y vulnerabilidad.
- Se delimitarán Zonas de Riesgo Mitigable y Zonas de Riesgo no Mitigable, según tipo de peligro, partiendo de considerar el riesgo como mitigable cuando su reducción o minimización aparece como un proceso factible o alcanzable mediante la ejecución de medidas de prevención definidas según sea el caso; las áreas de riesgo no mitigable representan espacios donde el asentamiento humano no debe permitirse, dado que cualquier medida de mitigación es físicamente inadmisibles o financieramente inviable.

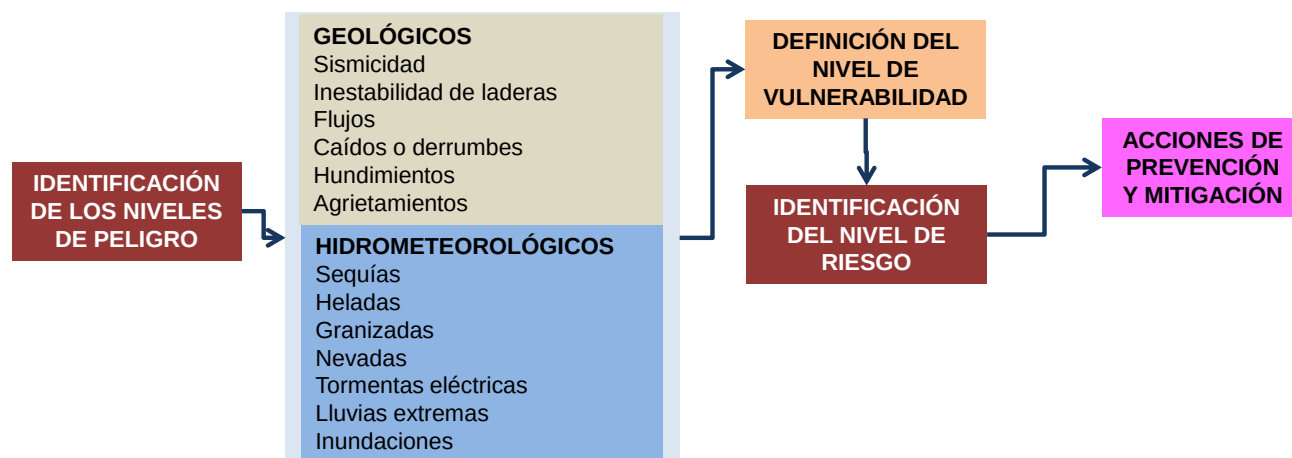
Sistema de Información Geográfica de Riesgos

- Con base en la información vectorial y raster se realizará una estandarización y homogenización de la información, para proporcionar una serie de mapas georreferenciados, ligados a una base de datos que pueda ser actualizada, y accesibles para su consulta en formato de imagen.

Asimismo, el presente atlas se apega a los criterios metodológicos establecidos en las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2014 de la SEDATU tanto en la elaboración de cartografía, sus diccionarios de datos y metadatos como en la estructura y contenido del documento técnico.



Figura 21. Esquema conceptual de la metodología.



Fuente: Elaboración propia a partir de la SEDESOL. Metodología de los Atlas de Riesgos.

Vulnerabilidad

A partir de los datos demográficos, económicos y sociales recopilados, se procedió a un análisis y definición de 20 variables que conforman el marco de vulnerabilidad socioeconómica. El cuadro siguiente muestra cuales son los temas socioeconómicos seleccionados que permiten generar una dimensión de la vulnerabilidad completa, ya que se abarcan aspectos de salud, educación, población, vivienda y otros, que refieren principalmente a las condiciones de capacidades diferentes y hacinamiento. Para un adecuado manejo se les asignó un identificador único (campo “Código”) y en la matriz se integra una descripción de las variables, el procedimiento seguido para su cálculo y una justificación del porqué se integra en el análisis de vulnerabilidad.

Con los datos obtenidos se realizaron diferentes tratamientos para convertirlos en valores que se fácilmente puedan traducirse a una escala de Likert (para este caso, muy alta, alta, media, baja y muy baja).



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Cuadro 24. Marco de vulnerabilidad socioeconómica

Tema	Código	Descripción	Procedimiento	Justificación
SALUD	Vul1	Médicos por cada 1000 habitantes	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.	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.
	Vul2	Porcentaje de la población no derechohabiente	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.	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.
EDUCACIÓN	Vul3	Porcentaje de analfabetismo	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.	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



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Tema	Código	Descripción	Procedimiento	Justificación
				de los factores claves con respecto a la vulnerabilidad social.
	Vul4	Grado promedio de escolaridad	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.	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.
VIVIENDA	Vul5	Porcentaje de viviendas sin servicio de agua entubada	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.	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.
	Vul6	Porcentaje de vivienda sin servicio de drenaje	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	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.



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Tema	Código	Descripción	Procedimiento	Justificación
			de Población y Vivienda 2000 realizado por INEGI.	
	Vul7	Porcentaje de viviendas sin servicio de electricidad	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.	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.
	Vul8	Porcentaje de viviendas con piso de tierra	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.	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.
	Vul9	Déficit de vivienda	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, sumados a las viviendas que necesitan mejoramiento.	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 sino también a las



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Tema	Código	Descripción	Procedimiento	Justificación
				condiciones de la misma.
	Vul10	Razón de dependencia	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).	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.
	Vul11	Tasa de desempleo abierto	Para obtener la Tasa de Desempleo Abierto es necesario dividir el número de personas desocupadas entre la PEA y multiplicar el resultado por cien.	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.
POBLACIÓN	Vul12	Densidad de población	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.	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.



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Tema	Código	Descripción	Procedimiento	Justificación
	Vul13	Porcentaje de la población de habla indígena	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.	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
	Vul14	Dispersión poblacional	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.	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.
OTROS	Vul15	Porcentaje de la población con limitación de actividad	Se obtiene de dividir la población con alguna limitante para desarrollar actividades cotidianas con respecto a la población total	Porcentaje de población más vulnerable a depender casi en su totalidad de terceras personas al no identificar en muchos de los casos las potencialidades del peligro.
	Vul16	Porcentaje de población con limitante motora	Se obtiene de dividir la población que presenta limitante en su movimiento motoro.	La población que presenta alguna limitación en su movimiento motor se encuentra sujeta a mayor vulnerabilidad por algunos fenómenos, así como de un grado de dependencia de terceros y de infraestructura para su



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Tema	Código	Descripción	Procedimiento	Justificación
				desplazamiento.
	Vul17	Promedio de ocupantes por cuarto	Este valor se encuentra integrado dentro de los resultados que proporciona el INEGI	Indica un cierto grado de vulnerabilidad al mostrar la cantidad de personas viven en vivienda con un solo cuarto, lo que dificultaría su traslado y movimiento ante una eventualidad
	Vul18	Hacinamiento en vivienda	Proporción de viviendas de un solo cuarto	Indica el porcentaje de las viviendas que cuenta con un solo cuarto (o cuarto redondo), lo que se relaciona directamente con las condiciones de habitabilidad y de pobreza
	Vul19	Costo de bienes	Para la obtención de este se consideran los bienes presentes en la vivienda: radio, televisión, refrigerador, lavadora, automóvil y computadora. A cada uno de estos se les asignó un costo promedio y la suma de todos se dividió entre la cantidad que significa que una vivienda tenga todos los bienes. El resultado se divide entre el número de viviendas y se multiplicó por 100	Entre mayor número de bienes tenga una vivienda se constituye como más vulnerable ante la pérdida de los mismos por los efectos de una amenaza, por ende es la población con mayor riesgo de perder sus pertenencias
	Vul20	Incapacidad de comunicación a través de telefonía	Se calcula considerando las viviendas que cuentan con algún medio de comunicación, siendo para este caso: Teléfono fijo, Celular e internet. Para la ponderación de la vulnerabilidad se asignó un peso a cada uno de los servicios. Tel = 0.25, Cel=0.70 e internet = 0.05. El mayor peso se asigna al celular al ser un servicio que no depende directamente de la infraestructura del municipio	La respuesta de la población ante los efectos de las amenazas se hace necesaria, específicamente en dar parte de ello a las autoridades correspondientes, así como los habitantes de las mismas localidades.



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



La tabla siguiente presenta la vulnerabilidad socioeconómica para las localidades del municipio, la vulnerabilidad correspondiente a nivel de AGEB se incluye en el Anexo estadístico. El empleo de una escala de Likert de 5 categorías nos permite analizar cómo se comporta la vulnerabilidad por localidad (renglones) o bien, en qué medida cada tipo de vulnerabilidad estudiada sobresale en el contexto de las 20 dimensiones analizadas (columnas).

Cuadro 25. Vulnerabilidad socioeconómica de las localidades del municipio para la determinación de riesgos

Clave Localidad	Nombre de la localidad	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20
0001	Tlalnepantla	3	2	1	1	1	1	1	1	3	2	2	3	1	5	2	2	1	2	3	2
0105	Puerto Escondido (Tepeolulco Puerto Escondido)	3	3	2	2	5	1	1	2	3	2	2	3	2	5	2	1	2	4	2	2
0106	Ejido de Tenayuca (Cola de Caballo)	3	4	1	2	3	1	2	1	3	2	5	3	3	2	3	4	3	4	2	2

Muy alto = 5

Alto = 4

Medio = 3

Bajo = 1

Muy bajo

Durante el análisis de la vulnerabilidad, se consideró importante hacer una diferenciación (ponderación en el concepto de análisis de evaluación multicriterio) del grado de vulnerabilidad socioeconómica en función del peligro. Por ejemplo, el hacinamiento en viviendas no representa una vulnerabilidad muy alta para las heladas pero sí para peligros como deslizamientos o derrumbes. Esta ponderación se hizo a partir de reuniones de expertos en el tema en la que se definieron los pesos de cada tipo de vulnerabilidad para los peligros analizados. Esto se aprecia en el cuadro siguiente.



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Cuadro 26. Matriz de ponderación de la vulnerabilidad en función al tipo de peligro

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10a	P10b	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20
Vul1	2	3	N.A.	3	3	3	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1
Vul2	1	3	N.A.	3	3	3	1	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1
Vul3	2	1	N.A.	1	2	2	2	2	3	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Vul4	2	1	N.A.	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2
Vul5	3	3	N.A.	3	3	3	3	3	3	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Vul6	3	3	N.A.	3	3	3	2	2	1	3	1	3	1	1	1	3	1	1	1	3	2
Vul7	3	3	N.A.	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	1	1	1	3	3
Vul8	1	1	N.A.	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	1	1	1	2	3
Vul9	3	3	N.A.	3	3	3	3	3	1	1	2	1	2	2	2	2	1	1	1	2	3
Vul10	3	3	N.A.	3	1	3	2	2	2	3	2	3	2	3	2	3	1	1	1	3	3
Vul11	3	3	N.A.	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	3	3
Vul12	3	3	N.A.	3	3	3	3	3	2	2	1	2	1	1	1	3	1	1	1	3	3
Vul13	3	3	N.A.	3	3	3	3	3	1	3	2	3	2	1	2	3	1	1	1	3	3
Vul14	3	3	N.A.	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	2	3	3	1	1	1	3	3
Vul15	3	3	N.A.	3	3	3	3	3	3	2	2	1	2	1	2	2	1	1	1	2	3
Vul16	3	3	N.A.	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	3
Vul17	3	3	N.A.	3	3	3	3	3	1	3	2	2	2	1	2	3	1	1	1	3	3
Vul18	3	3	N.A.	3	3	3	3	3	1	3	2	2	2	1	2	3	1	1	1	3	3
Vul19	3	3	N.A.	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	2	2	3
Vul20	3	3	N.A.	3	3	3	2	2	1	2	3	1	3	2	3	3	1	1	1	3	3

Ponderación de la vulnerabilidad:

Alto = 3

Medio = 2

Bajo = 1



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Las claves de los peligros analizados en el Atlas de Riesgos Naturales son las siguientes:

Fenómenos Geológicos	
1 Vulcanismo	7 Hundimientos
2 Sismos	8 Subsistencia
3 Tsunamis	9 Agrietamientos
4 Inestabilidad de laderas	
5 Flujos	
6 Caídos o Derrumbes	

Fenómenos hidrometeorológicos	
10a Ondas cálidas	15 Ciclones Tropicales
10b Ondas gélidas	16 Tornados
11 Sequías	17 Tormentas de polvo
12 Heladas	18 Tormentas eléctricas
13 Tormentas de granizo	19 Lluvias extremas
14 Tormentas de nieve	20 Inundaciones



Riesgo

Para la correlación de los datos referentes a la dimensión de peligro y vulnerabilidad, y el proceso de análisis del riesgo, se procedió al diseño y elaboración de una matriz como herramienta de trabajo. Una serie de matrices se generaron en las cuales se correlacionan los diferentes tipos de peligro y la vulnerabilidad, generadas para la realización del Atlas. Es importante destacar que la vulnerabilidad se ponderó acorde a la diferente respuesta que se tiene ante cada peligro (p. ej. Las características de construcción de la vivienda se valoran en forma distinta ante heladas que ante inundaciones o sismos).

Con base a lo anterior, se tiene que cada peligro en estudio tiene un panorama de vulnerabilidad específica. Por tanto, se generaron 19 matrices a nivel de localidad y de Área Geoestadística Básica. No se generó la matriz de Tsunamis pues no aplica para el municipio.

5.1. Erupciones Volcánicas

Existen diferentes tipos de erupciones (Figura 22) que derivan en definir los peligros volcánicos que pueden afectar al municipio, entre ellos se encuentran: caída de ceniza, lahares, avalanchas y flujos piroclásticos.

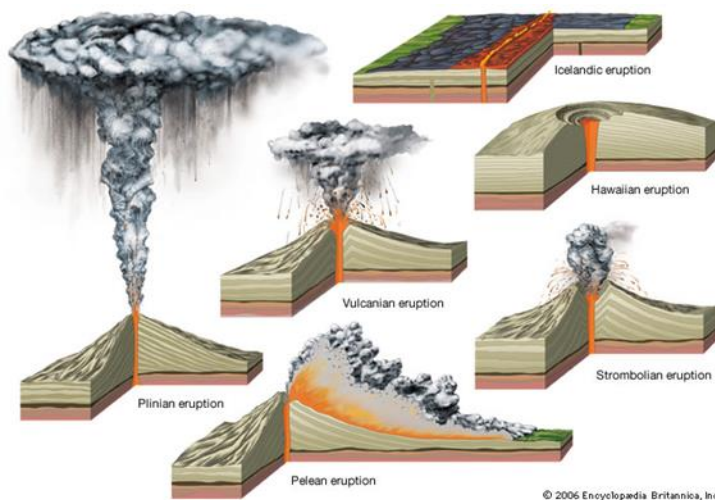


Figura 22 Tipo de erupciones volcánicas de acuerdo a su explosividad y comportamiento.

Avalancha de escombros

Una avalancha de escombros se forma durante el colapso gravitacional lateral a gran escala de un sector de un edificio volcánico. Generalmente este tipo de desprendimientos deja una morfología típica que incluye un anfiteatro y una serie de hummocks o montículos, aunque esto no ocurre en todos los casos (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.



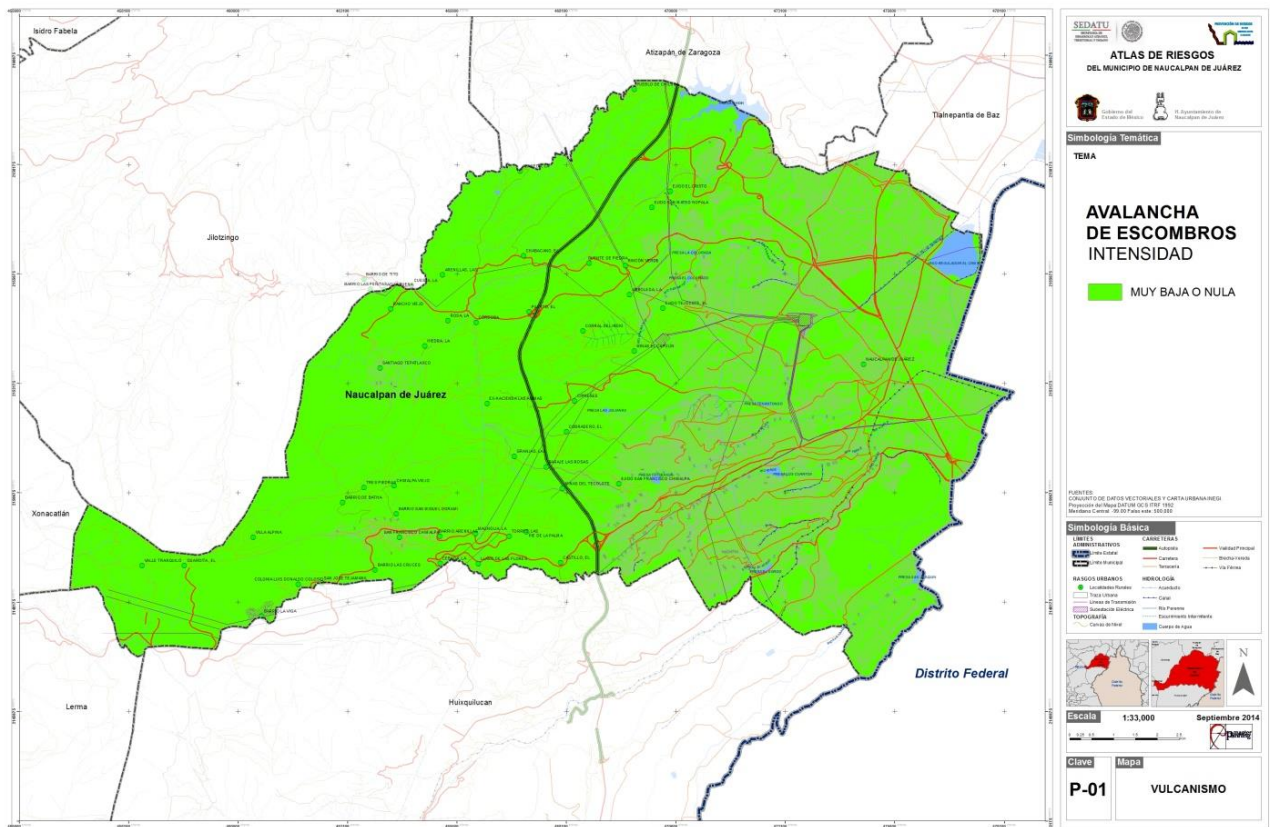
Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Para el municipio de Naucalpan, este peligro es considerado como MUY BAJO O NULO (Figura 23) debido a la lejanía, y al efecto protector de la orografía, del municipio a las grandes formaciones volcánicas, teniendo como más cercana al volcán activo Popocatepetl. Por su parte, las formaciones volcánicas interiores no presentan un peligro real de avalancha, aunque si se pueden generar otro tipo de procesos como la remoción en masa o caída de bloques.

Figura 23. Mapa de Peligro por Avalancha de escombros.



Elaboración propia con base en información de INEGI

Caída de ceniza

La caída de ceniza es producida a partir de material volcánico fragmentado generado por la actividad explosiva de algún volcán, 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 acontecida en un volcán (De la Cruz-Reyna, 2008).

Por otro lado el daño ocasionado puede ser significativo a cortas o grandes distancias, las cuales pueden ser daños a la salud al ser inhalada, afectación a las actividades humanas, telecomunicaciones, aviación, áreas de cultivo y suelos, condiciones medioambientales (Schminncke, 2006; Zehner, 2010).



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



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).

Este peligro, para el municipio de Naucalpan, es considerado como Medio. Esto en consideración de una posible erupción Pliniana o Subpliniana del volcán Popocatepetl. Así mismo, Capra, L. et al (2008), enmarca al Nevado de Toluca en una erupción pliniana que arroja más de 10 cm de ceniza en la ciudad de México y municipios vecinos incluido Naucalpan. Por lo tanto en el caso de que la columna eruptiva alcance la troposfera y la dirección del viento sea en dirección del municipio, la ceniza puede viajar grandes distancias y depositarse en el municipio de Naucalpan y ser afectado por la caída de centímetros, o metros, de ceniza y pómez. (Figura 25).

El volcán Popocatepetl es el volcán activo más cercano al municipio de Naucalpan. De acuerdo a Protección civil del estado de México, CENAPRED y el Instituto de geofísica de la UNAM, Macías et. al 1995. Establecen 3 áreas de influencia por caída de ceniza del volcán Popocatepetl, se basan en las cercanías al cráter de emisión, por lo tanto, el municipio de Naucalpan se encuentra en el área 3 donde se establece que:

Área 3: sería menos afectada por la caída de arena volcánica y pómez. No habría caída durante erupciones pequeñas aunque pueden acumularse decenas de centímetros durante erupciones muy grandes. Los vientos sobre el Popocatepetl generalmente soplan en dirección este-oeste. La dirección dominante de los vientos de octubre a abril es hacia el oriente, mientras que de mayo a septiembre es hacia el poniente. De esta manera es mayor la probabilidad que se acumula más arena volcánica y pómez en una región comprendida entre las dos líneas verdes del mapa (Figura 24).

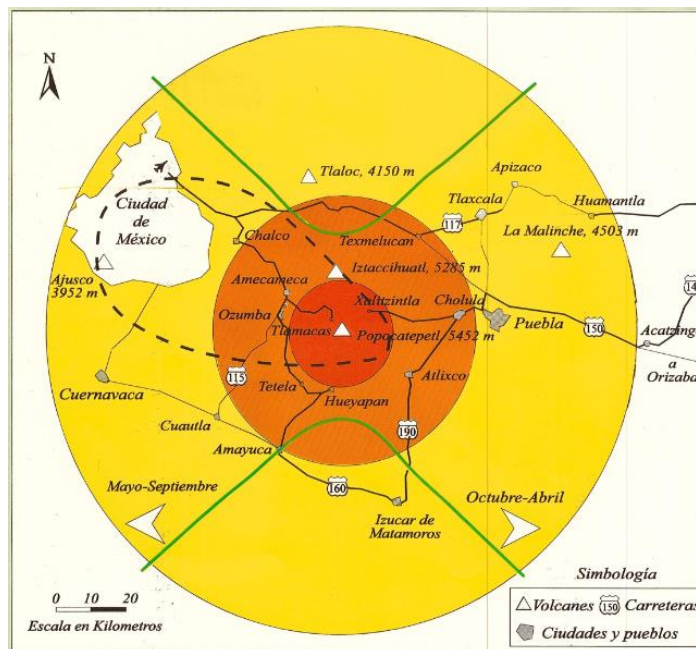


Figura 24. Tomado del Mapa de peligros del Volcán Popocatepetl, Macías et. al 1995.



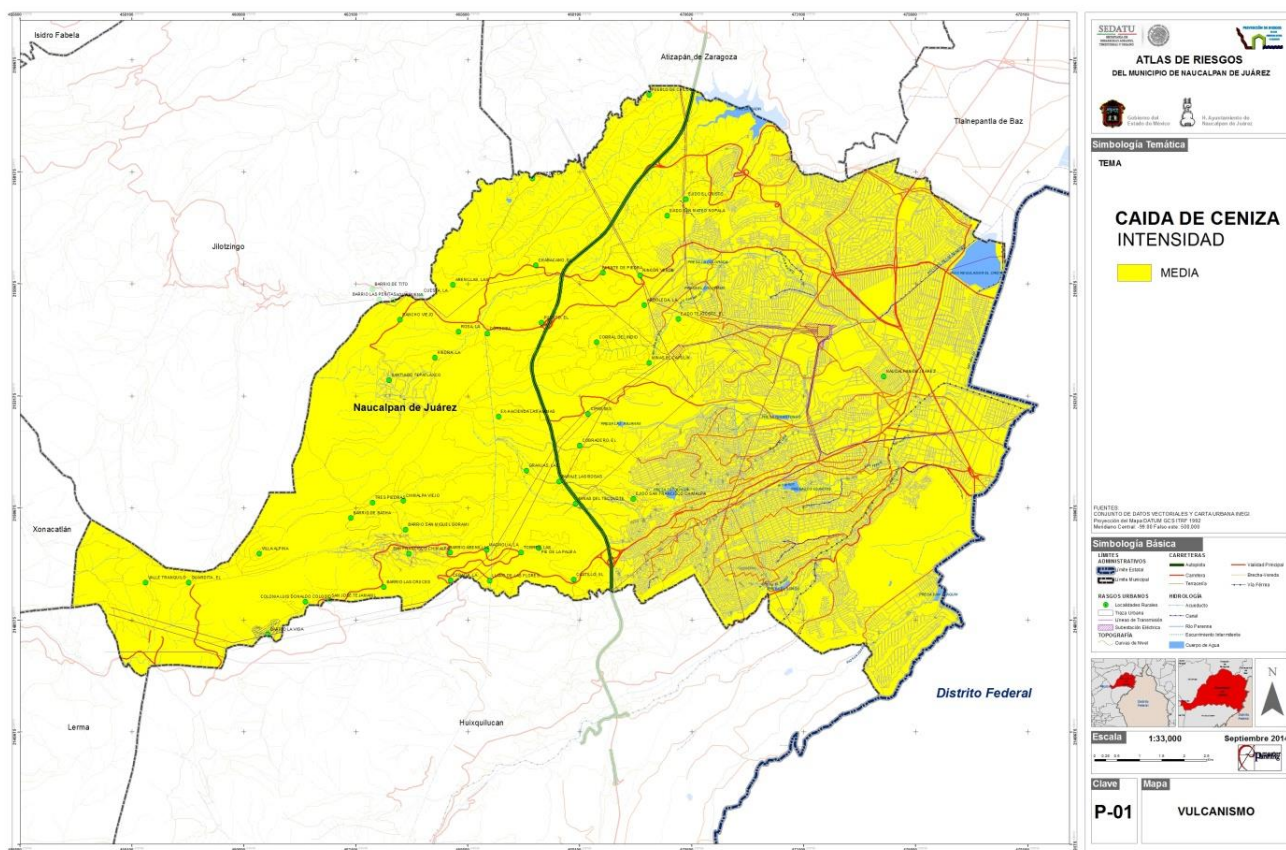
Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



En la Figura 26 se muestra la distancia de volcán Popocatepetl al municipio de Naucalpan (79 km). Cabe resaltar que los tipos de erupciones mencionadas son las erupciones de mayor violencia, asociadas a magmas calcoalcalinos ácidos o a otros magmas que han soportados importantes procesos de diferenciación. Estas se caracterizan por la emisión de potentes columnas eruptivas que alcanzan alturas superiores a los 25/30 kilómetros. De estas columnas se desprenden por gravedad piroclastos, ceniza y pómez de tamaño variable que en función de la altura de la columna alcanzan extensas áreas de dispersión.

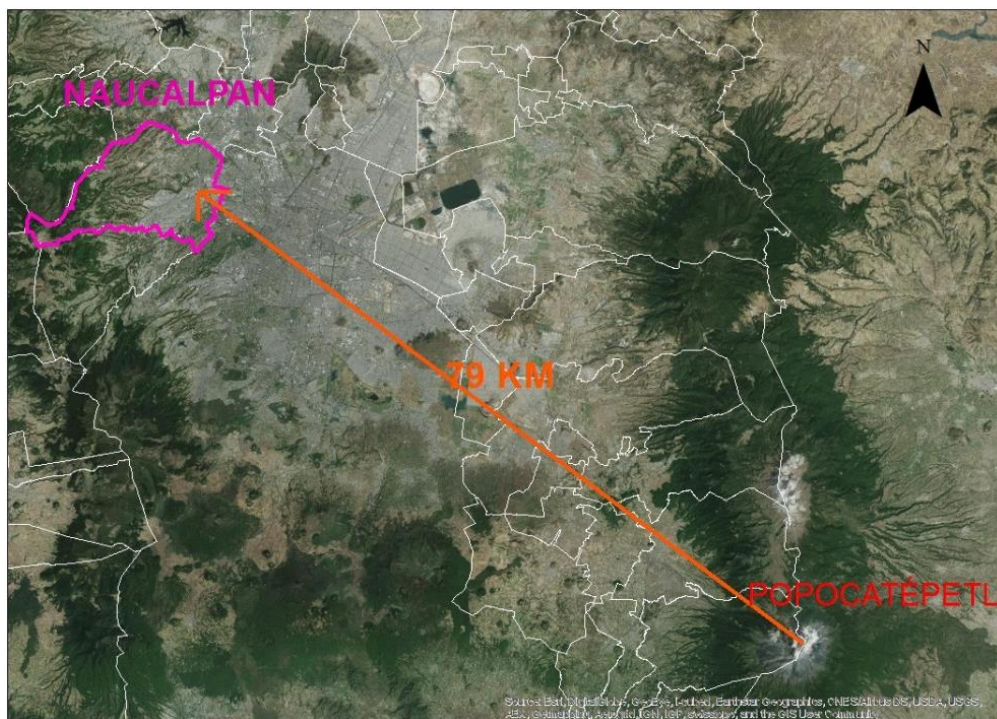
Figura 25. Mapa de Peligro por Caída de ceniza.



Elaboración propia con base en información de INEGI



Figura 26. Mapa de distancia al volcán Popocatepetl.



Flujos piroclásticos

Los flujos piroclásticos están asociados a tipo de actividad explosiva, los cuales se caracterizan por nubes formadas de fragmentos de lava, ceniza y gases a muy altas temperaturas, que se deslizan cuesta abajo por los flancos del volcán a velocidades de entre 10 m s⁻¹ y algunas veces alcanzan los 100 m s⁻¹ (Sigurdsson, et al., 1999). El origen de estos flujos es a partir de derrumbes o colapso de domos; desprendimiento de frentes de lava en pendientes fuertes sobre el volcán; explosiones laterales; colapso de columnas eruptivas, entre otros (Schmincke, 2006; Sigurdsson, et al., 2000). Estos fenómenos volcánicos están controlados por el tipo de erupción que los produce, por la topografía del terreno (esto es, por las pendientes y barrancas del volcán), por las características de los materiales arrojados durante la erupción (composición y contenido de volátiles), y por la altura a la que se originan (De la Cruz-Reyna, 2008).

Particularmente en el municipio de estudio, este peligro es considerado como MUY BAJO o NULO, debido a la relativa lejanía del municipio de las formaciones volcánicas mayores y no existe conexión de la red hidrográfica del volcán Popocatepetl con el municipio (Figura 27).

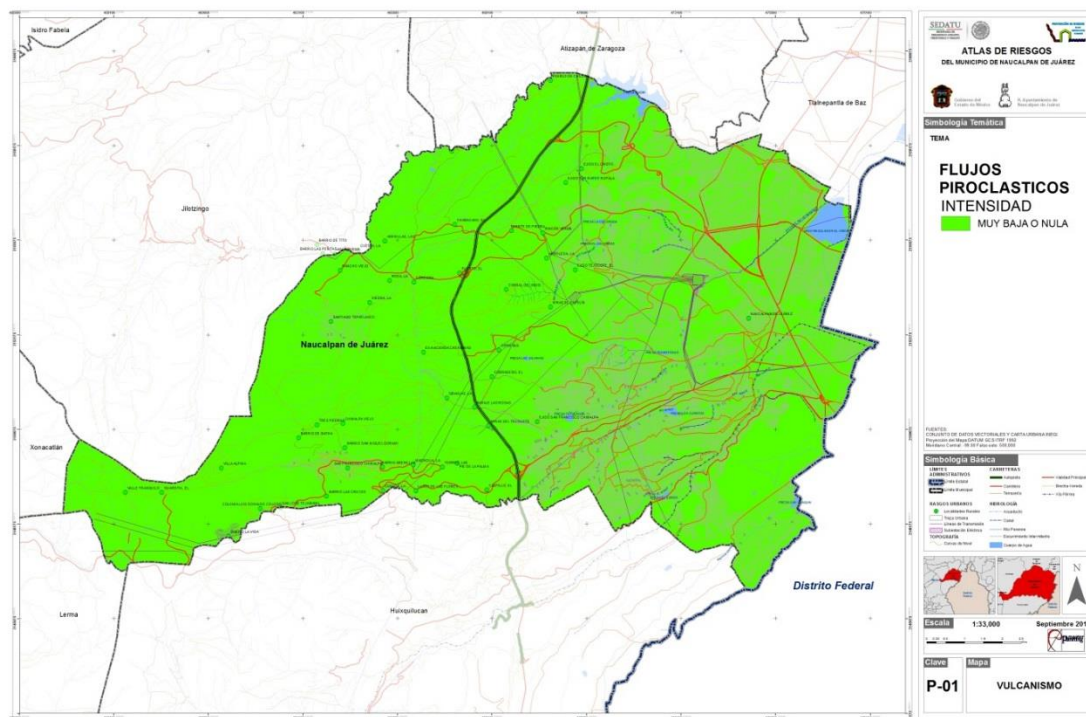


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 27. Mapa de Peligro por Flujos Piroclásticos.



Elaboración propia con base en información de INEGI

Lahares

Los lahares, se forman a partir de la mezcla de bloques, ceniza y cualquier otro material volcánico (dispuesto sobre las laderas del volcán) con agua. Los lahares pueden producir avenidas muy potentes de lodo y rocas, que tienen un poder destructivo similar o incluso mayor a los flujos piroclásticos (De la Cruz-Reyna, 2008). 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; Schmincke, 2006). Es decir los lahares pueden destruir o dañar gravemente zonas pobladas.

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 (Schmincke, 2006). Es importante destacar que los valles angostos y con determinada pendiente, pueden canalizar los lahares a través de grandes distancias y cuando un lahar llega a un valle amplio y de poca pendiente se dispersará lateralmente formando un abanico, que aunque puede tener menor longitud, abarcará sitios fuera de la desembocadura del valle angosto (De la Cruz-Reyna, 2008). Es por esto que el municipio de Naucalpan es considerado con un nivel de peligro MUY BAJO o NULO, ya que (de igual manera como en los flujos piroclásticos) no existe conexión con la red hidrográfica con la principal amenaza (Figura 28).

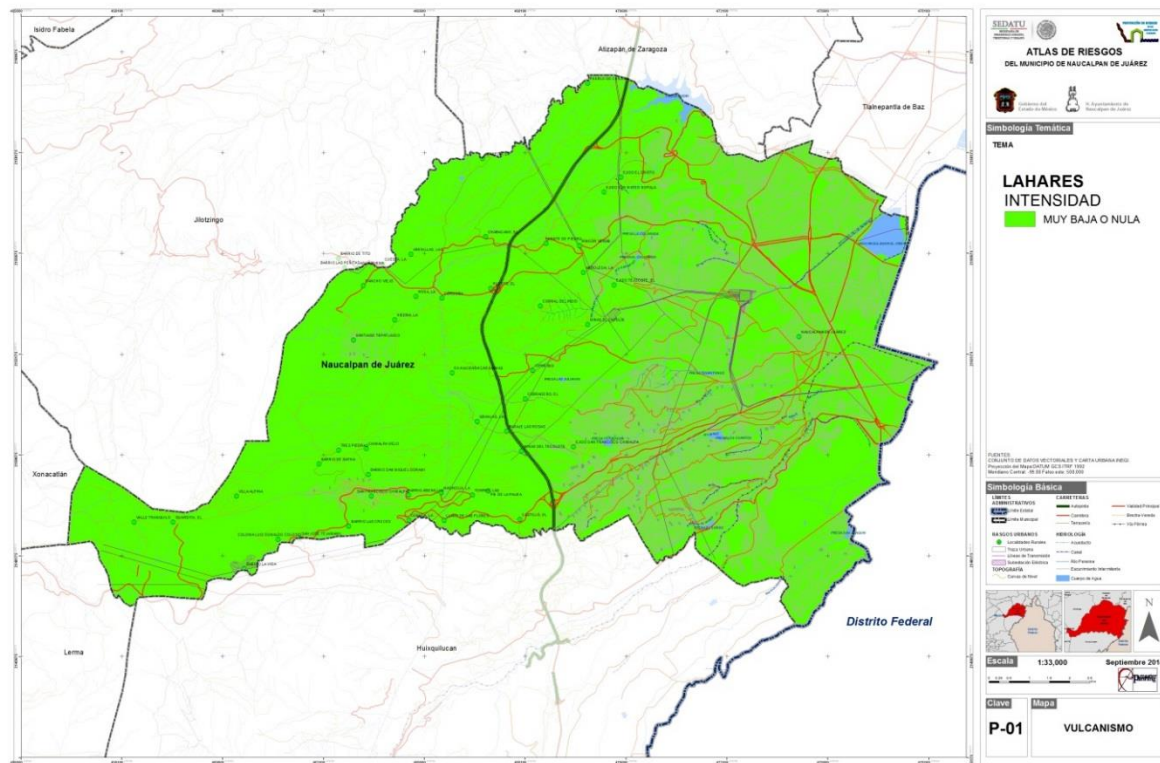


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 28. Mapa de Peligro por Lahares.



Elaboración propia con base en información de INEGI

5.1.1. Peligro

En el caso de que el volcán Popocatepetl genere columnas eruptivas que alcancen la troposfera, los piroclastos y cenizas pueden viajar de acuerdo a la dirección del viento distancias considerables que pudieran depositarse en el municipio de Naucalpan. De acuerdo con la historia eruptiva del volcán Popocatepetl, sería afectado por la caída de centímetros o metros de ceniza y pómez.

5.1.2. Vulnerabilidad

El municipio de Naucalpan, se considera vulnerable por productos volcánicos como la caída de ceniza, es todo debido a que la caída de ceniza puede ser peligrosa para viviendas de cualquier tipo, pero se incrementa la vulnerabilidad cuando la ceniza se combina con el agua pudiendo colapsar edificaciones precarias llegando a pesar tres veces más.

5.1.3. Riesgo

La cercanía al volcán Popocatepetl, hace vulnerable las áreas urbanas y colonias del municipio de Naucalpan que es considerado de peligro MEDIO. El vulcanismo mediante la caída de ceniza no es un fenómeno de consideración para el municipio de Naucalpan. Sin embargo, se deben tomar las precauciones necesarias, debido a que en caso de una gran erupción las columnas de humo al caer a nivel del suelo se puede inhalar por los seres humanos y provocar enfermedades respiratorias, así



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



como puede afectar viviendas precarias por depósitos de ceniza que pueden sobrecargar los techos y hacer que precipiten dichas viviendas; también existe la posibilidad de sobresaturar los sistemas de drenaje y con esto provocar inundaciones y charcos lodosos. En el mapa de la Figura 29 se puede apreciar el mapa en amarillo y verde con lo cual se denota riesgo Medio y Bajo a la población total de Naucalpan, ejemplificada en el cuadro siguiente.

Metodología

En Vulcanismo se tomó como base el mapa de riesgos de CENAPRED para caída de ceniza, que establece un radio de 40 a 80 km para peligro Medio, distancia a la que se encuentra el municipio de Naucalpan (79 km). En el software Arcgis 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.

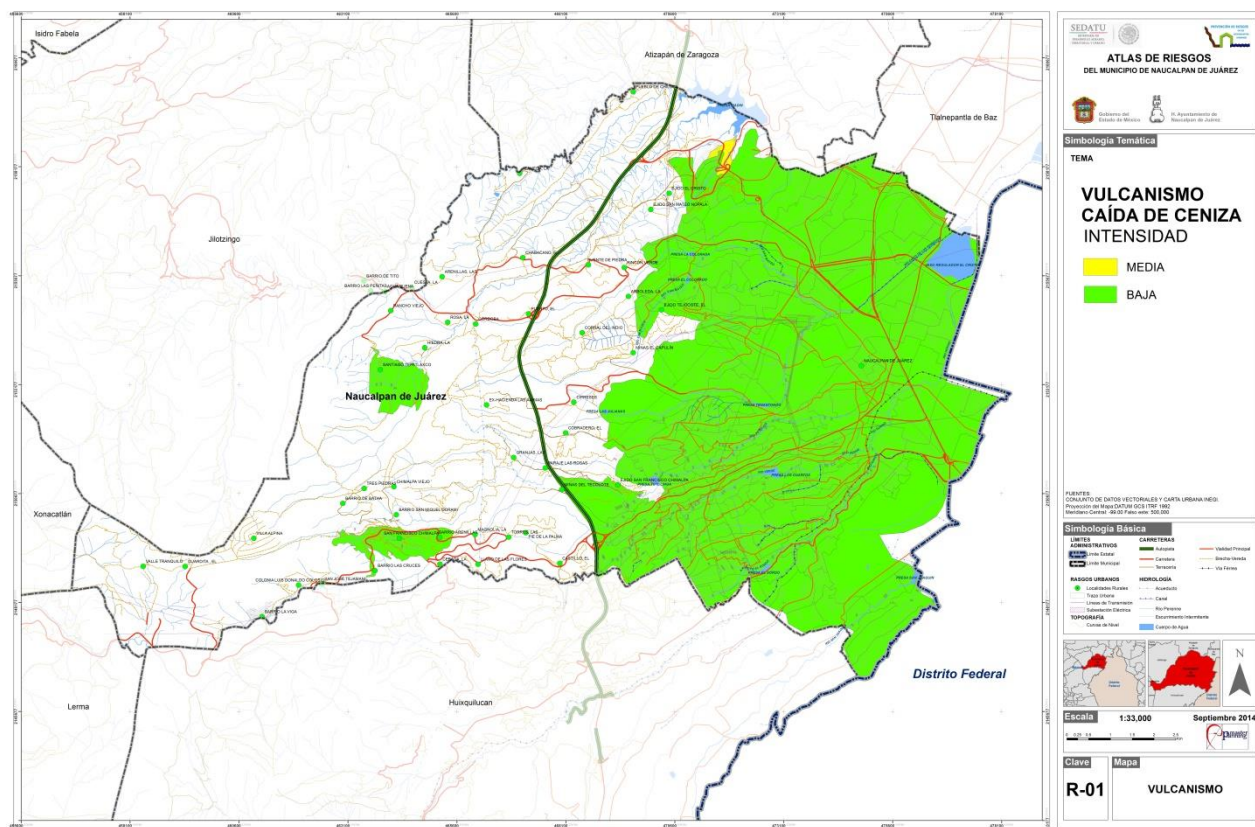
Cuadro 27. Agebs con Grado de riesgo Medio y Bajo.

Intensidad	Área (km2)	AGEB's	Población	Detalle
Media	0.23	1	0	Asociada a media vulnerabilidad en la infraestructura
Baja	78.56	201	805871	Asociada a baja vulnerabilidad en la infraestructura

Elaboración propia con base en información de INEGI



Figura 29. Mapa de Riesgo por Caída de Ceniza (vulcanismo).



Elaboración propia con base en información de INEGI

5.2. Sismos

La sismicidad es un fenómeno natural en donde ocurre movimiento en la corteza terrestre, debido a diferentes tipos de fuerzas, pero principalmente al movimiento de las placas tectónicas. México se encuentra dividido en varias placas tectónicas y son: la de Norteamérica (que comprende a cerca del 90 % del territorio continental), del Caribe y Pacífica (ésta última comprende toda la península de Baja California). Las placas que se encuentran por debajo del nivel del mar son: de Cocos (enfrente de las costas de Michoacán hasta Chiapas), y de Rivera (enfrente de las costas de Colima, Jalisco y Nayarit). La sismicidad comúnmente se produce en los límites de estas placas, y rara vez en el interior. Los movimientos de las placas ocurren por uno de los tres tipos de fenómenos, de acuerdo con la teoría de Tectónica de Placas, que son: subducción (una placa se “desliza” por debajo de otra), extensión (dos placas se alejan una con respecto a otra) y transcurrancia (dos placas se mueven en paralelo con velocidad o dirección diferente); cada uno de ellos ocurre en los límites de las placas.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO

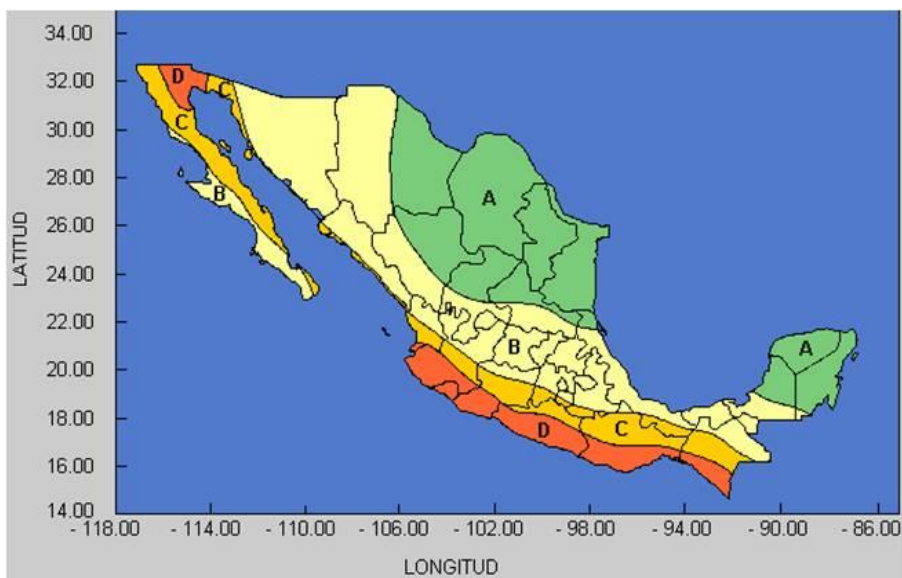


En el país se presentan los tres tipos de fenómenos. En el océano Pacífico las placas de Cocos y Rivera en su origen, propician los fenómenos de extensión, en donde, se forma nueva corteza oceánica, y se desplaza lentamente lejos de su punto de origen. Este movimiento empuja, al llegar a la base del continente, a la placa de Norteamérica. Esta placa al ser más grande y pero ligera, le cuesta trabajo moverse, por lo que prefiere cabalgar a la placa que la empuja, esto ocasiona el proceso de subducción de las placas. El límite de subducción es muy importante ya que es en este donde se generan fenómenos como el volcanismo y la sismicidad. La zona de subducción es responsable de la mayor cantidad de los sismos que ocurren al interior del país.

Cabe señalar que las vibraciones del terreno no solo son producidas por el movimiento de grandes placas tectónicas. Es posible que los esfuerzos internos de extensos sectores de corteza cortical, en este caso relacionado con esfuerzos extensionales o compresivos, puedan generar movimientos someros en las fallas que cruzan al municipio. Este tipo de movimiento somero puede ser desastroso, de acuerdo con la cercanía de la fuente sísmica con las poblaciones.

De acuerdo con la zona de subducción, el país ha sido dividido en 4 grandes zonas sísmicas (Figura 30. Regionalización sísmica del país). Para su división se utilizó la información sísmica del país desde el inicio del siglo pasado, a partir de registros históricos. Estas zonas son un reflejo de la ocurrencia de sismos en las diversas regiones (Servicio Sismológico Mexicano). En la zona A no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años. Las zonas B y C son zonas intermedias, aquí los registros de sismos no son tan frecuente. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, y su ocurrencia es muy frecuente.

Figura 30. Regionalización sísmica del país



Regionalización sísmica. CENAPRED.

La tragedia ocurrida el 19 de septiembre de 1985, mostro que existe materiales que maximizan o amplifican las ondas sísmicas, sin importar la distancia en donde se generen las ondas sísmicas. Los estudios detallados elaborados a partir de esa fecha, han se han enfocado en conocer el comportamiento de la superficie y el sustrato cuando son atravesados por ondas sísmicas.

El resultado ha sido la zonificación sísmica para toda la Cuenca de México. Se distinguen tres zonas sísmicas de acuerdo al tipo de sustrato (SSN, 2010), en donde la Zona I, la conforma el relieve con un



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



terreno firme o de lomas, localizado en las partes más altas de la cuenca del valle (Sierra de las Cruces), formado por suelos de alta resistencia y poco compresibles; la Zona III o de Lago se localiza en las regiones donde antiguamente se encontraban lagos (lago de Texcoco, Lago de Xochimilco), el tipo de suelo consiste en depósitos lacustres muy blandos y compresibles con altos contenidos de agua, lo que favorece la amplificación de las ondas sísmicas. Por último la Zona II o de transición: presenta características intermedias entre las zonas anteriores (SSN, 2010).

La actividad sísmica en el Estado de México (Cuadro 28), contiene muy pocos focos sísmicos (34) y de magnitudes que van desde 2.4 hasta 3.9 (Figura 31) en los últimos 7 años (de enero del 2006 a agosto del 2013). Sin embargo, los sismos más peligrosos para este municipio son los que se desarrollan en la zona D (costa del pacífico) con grandes sismos históricos y ocurrencia frecuente.

Cuadro 28. Sismos de mayor magnitud en el estado de México

Fecha	Latitud	Longitud	Prof.(km)	Mag.	Zona
02/02/2006	19.25	-98.94	14	3.5	3 km al NOROESTE de S MATEO
11/02/2006	19.32	-98.95	5	3.5	3 km al NOROESTE de XICO, MEX
06/02/2008	19.7	-100.16	16	3.7	29 km al SUROESTE de TEMASCALCINGO,
03/05/2009	19.28	-98.82	17	3.2	2 km al ESTE de S MARTIN CUAUTLALPAN,
04/07/2009	18.66	-99.99	20	3.5	32 km al SURESTE de TEJUPILCO, MEX
14/07/2009	19.83	-99.14	13	3.6	2 km al NORESTE de S JUAN ZITLALTEPEC,
01/11/2009	18.98	-98.77	10	3.7	7 km al SURESTE de OZUMBA, MEX
05/03/2010	19.18	-98.89	5	3	6 km al SURESTE de S MATEO
28/06/2010	19.44	-98.82	14	3.5	5 km al ESTE de S MIGUEL COATLINCHAN,
05/07/2010	19.2	-98.94	10	3.7	3 km al SUROESTE de S MATEO
05/07/2010	19.27	-98.88	9	3.2	2 km al NORESTE de CHALCO, MEX
11/07/2010	19.91	-99.94	16	3.6	6 km al ESTE de TEMASCALCINGO, MEX
06/04/2011	18.7	-100.4	16	3.6	34 km al SUROESTE de TEJUPILCO, MEX
05/09/2011	19.18	-98.75	16	3.1	4 km al SUR de SAN RAFAEL, MEX
19/09/2011	19.17	-98.62	2	3.7	15 km al SURESTE de SAN RAFAEL, MEX
10/12/2011	19.08	-98.79	9	3.2	5 km al NORTE de OZUMBA, MEX
31/12/2011	19.36	-98.77	4	3.1	9 km al ESTE de S FRANCISCO ACUAUTLA,
05/01/2012	19.09	-98.71	1	3.2	7 km al SURESTE de AMECAMECA, MEX
14/04/2012	19.07	-98.68	2	3.6	11 km al SURESTE de AMECAMECA, MEX
17/04/2012	19.39	-99.28	7	2.4	1 km al SUROESTE de NAUCALPAN DE
25/06/2012	19.4	-99.03	3	3.4	4 km al OESTE de CD NEZAHUALCOYOTL,
08/07/2012	19.25	-98.82	14	3.4	3 km al SURESTE de S MARTIN
08/07/2012	19.32	-98.96	2	3.5	3 km al NOROESTE de XICO, MEX
09/07/2012	19.23	-98.93	5	3.5	1 km al NOROESTE de S MATEO
14/07/2012	19.27	-98.86	6	3.5	2 km al OESTE de S MARTIN CUAUTLALPAN,
14/07/2012	19.28	-98.89	3	3.4	2 km al NORESTE de CHALCO, MEX
15/07/2012	19.23	-98.86	2	3.4	5 km al SURESTE de CHALCO, MEX
10/01/2013	19.11	-98.73	4	3.9	4 km al SURESTE de AMECAMECA, MEX
03/02/2013	19.04	-98.7	5	3.2	10 km al ESTE de OZUMBA, MEX
25/03/2013	19	-98.67	7	3.8	14 km al SURESTE de OZUMBA, MEX
06/05/2013	19.01	-98.61	3	3.4	19 km al ESTE de OZUMBA, MEX
23/06/2013	19.46	-98.89	5	3.4	3 km al NOROESTE de S MIGUEL
25/06/2013	19	-98.65	1	3.6	16 km al ESTE de OZUMBA, MEX
11/08/2013	19.78	-98.94	10	3.1	3 km al NORESTE de STA MARIA

Elaboración propia con base en Servicio Sismológico Nacional, 2013



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO

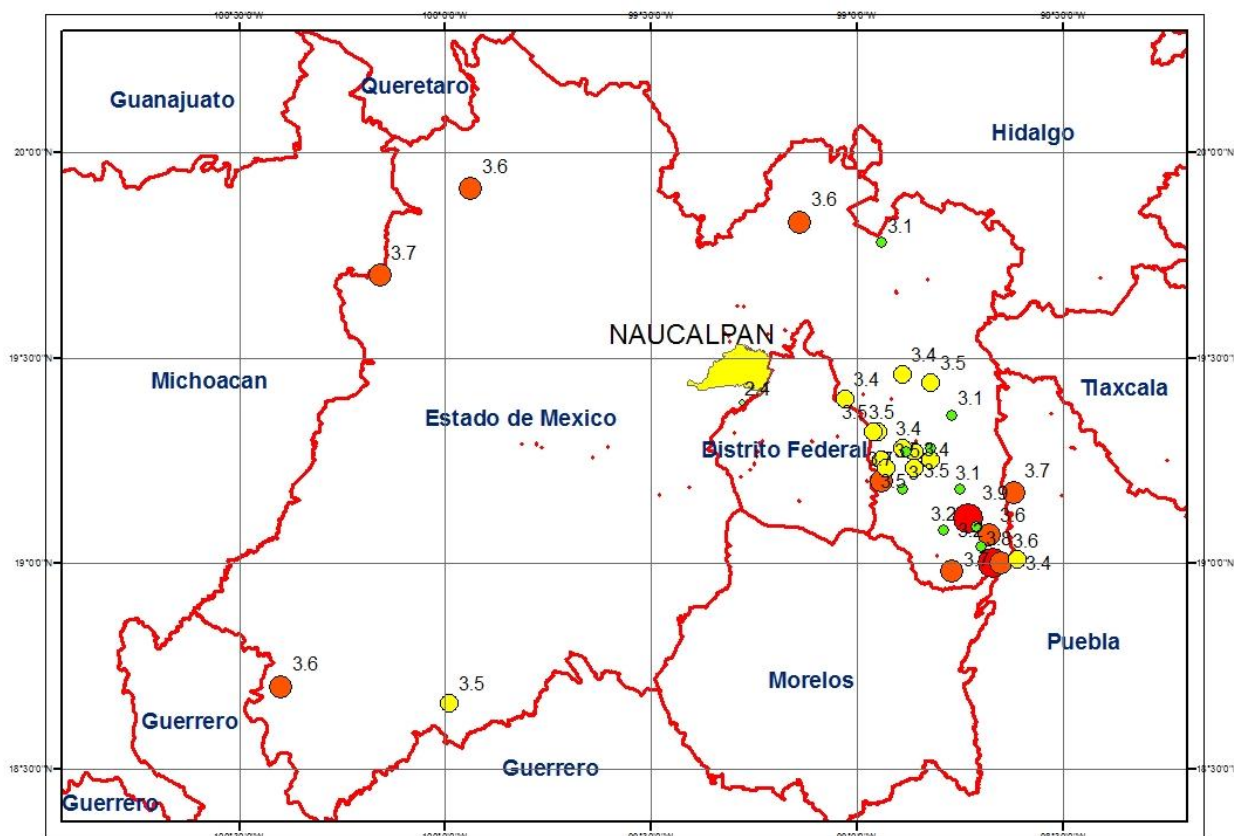


Figura 31. Mapa de los principales epicentros de terremotos en el estado de México, de acuerdo al cuadro 27.

Naucalpan se encuentra a una distancia aproximada de 362 km (Palacio Municipal) de la zona sísmo-generadora (Trinchera Mesoamericana), pero como se mencionó anteriormente, en la Cuenca de México existen materiales que amplifican las ondas sísmicas. Razón por lo cual es importante la buena cimentación de las construcciones y una cultura de la construcción que tome conciencia de la intensidad de los movimientos superficiales. Naucalpan ocupa la zona considera de transición, lo que la implica con un peligro sísmico ALTO debido al contenido de arcillas o sedimentos lacustres, que pudieran incrementar la aceleración del terreno. Por lo que se debe tomar en cuenta las normas civiles de construcción vigentes para un sismo similar al ocurrido en 1985. El resto del territorio podría considerarse, terreno firme, pero la irregularidad del terreno en la zona de montaña y pequeñas áreas de lomeríos, hace susceptible al terreno, en caso de un sismo de magnitud considerable (+6 Richter), a la generación de procesos de remoción en masa como vuelcos o caída de escombros. La peligrosidad sísmica ALTA, abarca algunas áreas lacustres y planas del municipio, las MEDIAS y BAJAS se presentan en áreas de montañas, lomeríos altos y piedemontes constituidas por material volcánico cuaternario el cual es más estable que los suelos arcillosos, sin embargo no están exentos y menos en un sismo de intensidad mayor a 8° Richter (Figura 32).

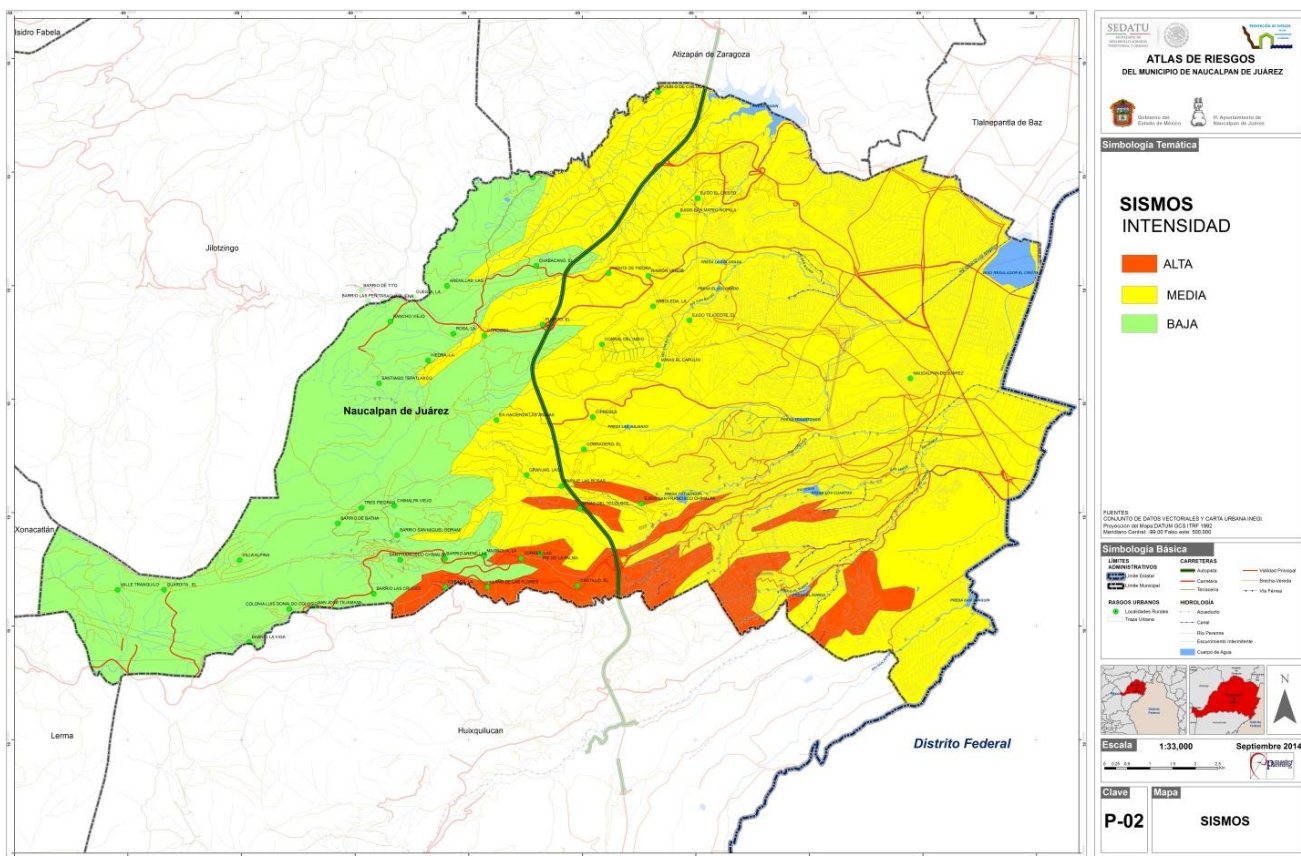


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 32. Mapa de peligro sísmico.



Elaboración propia con base en información de INEGI

5.2.1. Peligro

La mayor ocurrencia de sismos se encuentra en las costas de los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca en el Océano Pacífico, solo unos pocos se encuentran dentro del Estado de México y de intensidades muy bajas (menores a 4 grados Richter). Por lo tanto, los sismos que se manifiestan dentro del municipio son producto de las ondas sísmicas de grandes sismos provenientes de los estados antes mencionados y con magnitudes mayores de 6 grados Richter.

El Municipio de Naucalpan está ubicado en la región B de las zonas sísmicas del país y presenta un sistema de fallas altamente activas, debido a esto se considera como áreas de ALTO peligro las regiones planas, MEDIO y BAJO la litología está constituida por rocas de depósito que indican bloques y material deleznable, estas pueden adquirir movimiento y son susceptibles a provocar colapsos y daños por deslizamientos si hay un sismo de gran magnitud. Así mismo las planicies donde se ubican las áreas urbanas son de suelo muy somero y arcilloso y se consideran como ALTO.



5.2.2. Vulnerabilidad

Las áreas urbanas del municipio que pueden llegar a tener pendientes considerables, existe infraestructura precaria como casas de lámina y adobe que son altamente vulnerables. Las carreteras y avenidas se ubican o atraviesan por fracturas y fallas activas donde el peligro es clasificado como MEDIO, sin embargo, son vulnerables a sufrir daños materiales, por la actividad de las fallas y fracturas.

Por otra parte, Naucalpan comparte un fenómeno antrópico muy extendido en las laderas este de la Sierra de las Cruces, que es la explotación de ceniza y pómez para la industria de la construcción de tiempos anteriores (1900-1950). Este tipo de minería debilita el sustrato en donde se han emplazado diversos tipos de construcciones. Como no se tiene un control o cartografía detallada de la red de túneles que fueron dejados, se vuelve especulativo indicar las zonas de posible colapso. Lo que es cierto es que casi siempre se explotaron las capas superficiales de estos depósitos, así que la cartografía de la capa escarbada podría delinear las zonas con propensas a este fenómeno. De esta manera, la ocurrencia de un sismo, ya sea local o de subducción, puede debilitar el techo de los túneles señalados y propiciar su colapso.

5.2.3. Riesgo

Se puede deducir que Riesgo BAJO la planicie lacustre y algunos piedemontes. Es por esto que las zonas de mayor riesgo debido a la magnitud de los sismos y su ubicación son propensas a sufrir afectaciones principalmente a la infraestructura de vivienda y vías de comunicación debido a la vulnerabilidad de estas (Figura 33) en la zona lacustre la intensidad es mayor debido a que las ondas se propician a mayor velocidad por la composición del suelo mayormente arcilloso. Aunque no hay un patrón geográfico de delimitación sino más bien social pues las áreas de riesgo medio no se diferencian de características como su ubicación. En el Cuadro 29. Tabla con escalas de intensidad y áreas afectadas. Se aprecia los Ageb's y población en riesgo por el fenómeno de la sismicidad.

Tomando en cuenta lo anterior, solo una parte (oriente) del municipio de Naucalpan se encuentra en la zona de transición, y casi en su totalidad en la zona de suelo firme, de acuerdo con la zonificación sísmica de la Ciudad de México. Desafortunadamente la geología del municipio, en conjunto con la sismicidad (local o de subducción), puede desencadenar fenómenos secundarios que afectan a la población de diferentes maneras.

Esto permite reconocer que gran parte del territorio que comprende el municipio puede ser considerado con un peligro sísmico bajo e incluso nulo. Pero justamente en donde se concentra la mayor cantidad de población, es la zona de interface entre la planicie lacustre y terreno firme. Es importante señalar, que el peligro se incrementa conforme nos acercamos a la planicie lacustre, por lo que, aparentemente, la zona industrial puede sufrir afectaciones de acuerdo a las construcciones que se tengan.

Metodología

En el trabajo de campo se observaron los niveles propensos a sismicidad. En el SIG utilizamos una matriz de factores que pudieran acelerar la sismicidad. Por lo que, con las capas de Litología (arcillas), Geomorfología y Uso de suelo, se le agregaron valores para determinar las condiciones necesarias que un sismo necesite para acelerar o minimizar su movimiento, y fueron multiplicadas y estandarizadas. Posteriormente, en el software Arcgis se exportaron los shapefile de Peligro y vulnerabilidad a formato raster y se sumaron, los mapas resultantes se reclasifican a valores en una escala de 1 al 3 para riesgos Bajo, Medio y Alto.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO

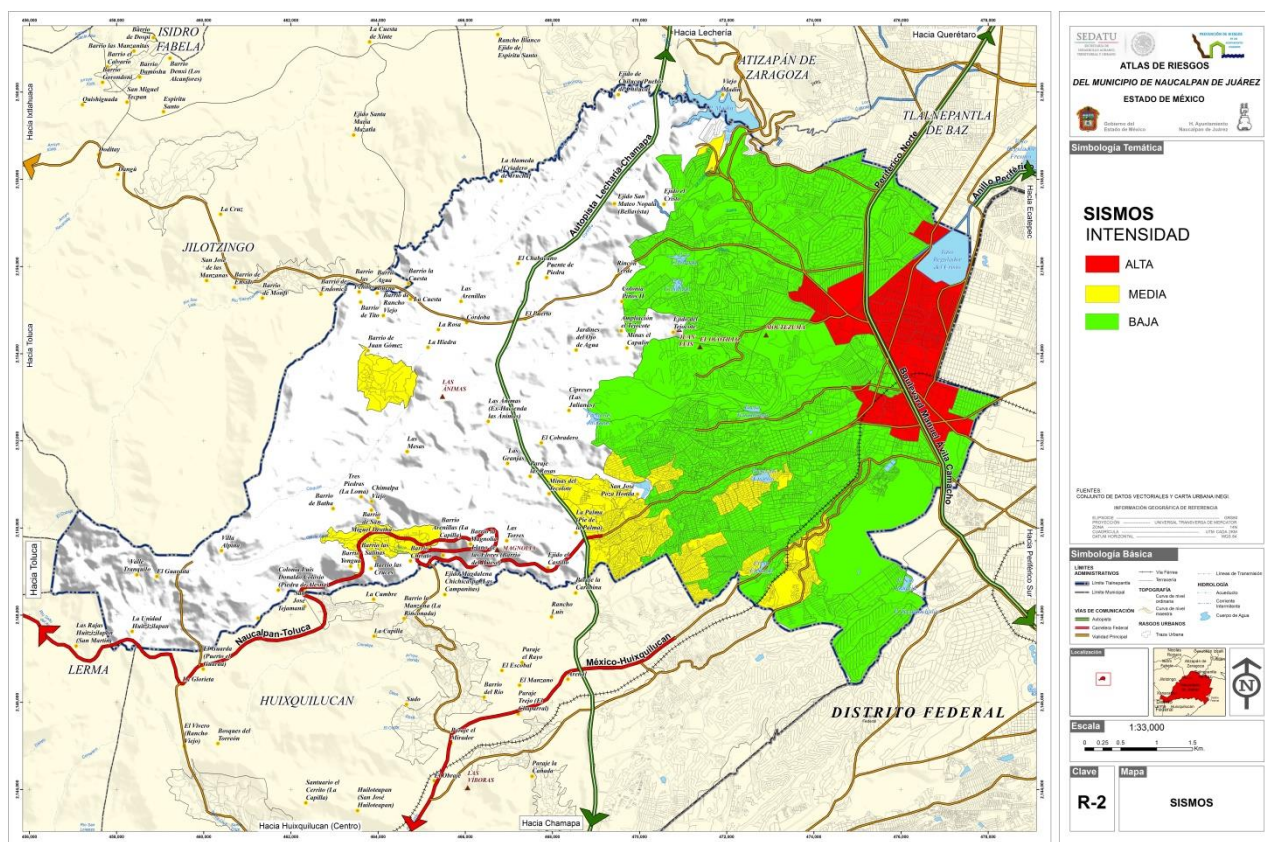


Cuadro 29. Tabla con escalas de intensidad y áreas afectadas.

Intensidad	Área (km2)	AGEB's	Población	Detalle
Alta	9.74	16	42912	Asociada a planicies con suelos salinos y arcillosos
Media	11.09	36	151950	Asociada a altas y medias pendientes con usos diversos
Baja	57.96	150	611009	Asociada a altas y medias pendientes con usos diversos

Elaboración propia con base en información de INEGI

Figura 33. Mapa de Riesgo por Sismos

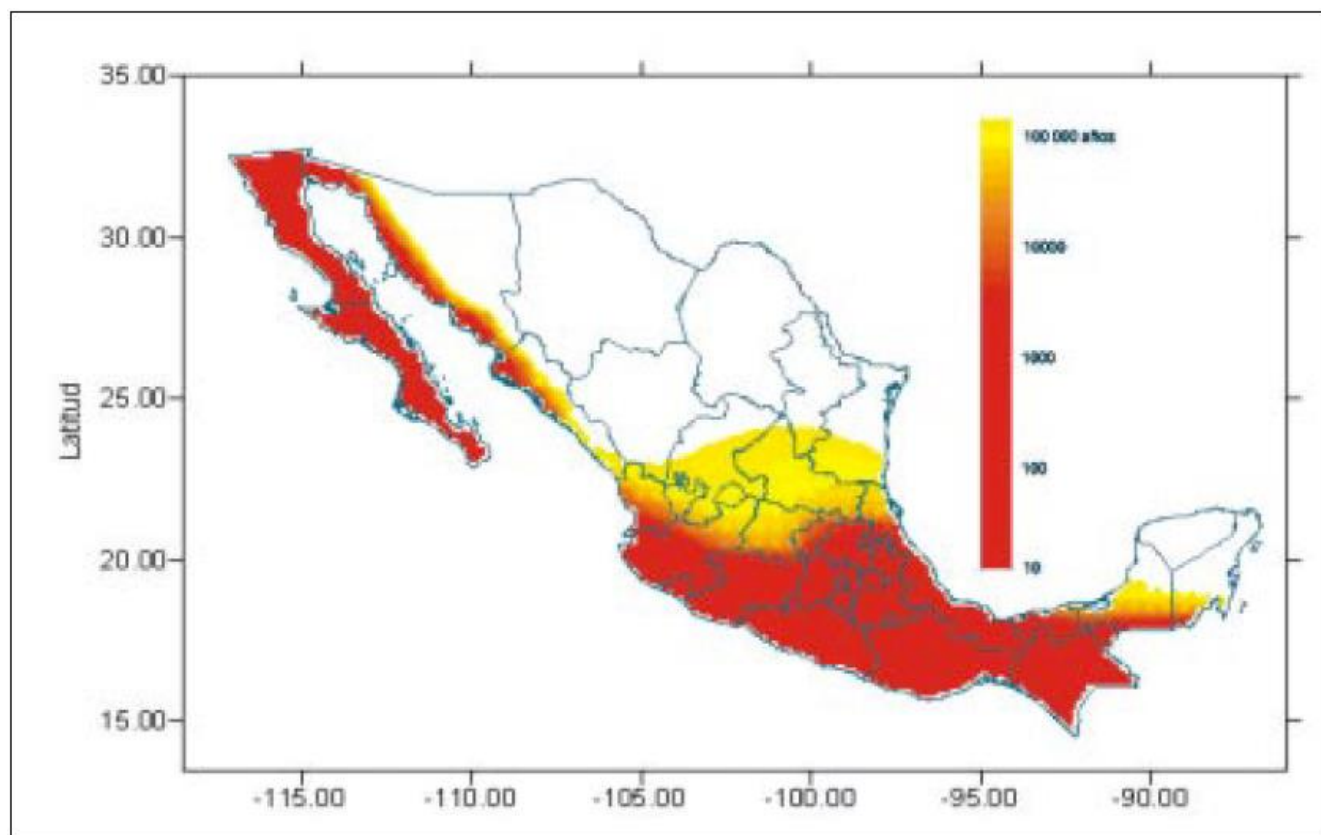


Elaboración propia con base en información de INEGI



Por último, es necesario mencionar que de manera cuantitativa el peligro por grandes sismos, se puede calcular por aceleraciones máximas del terreno. Para el caso de México CENAPRED (2001), realizó en base a observaciones que las aceleraciones que rebasan el 15% del valor de la aceleración de la gravedad (g), producen daños y efectos de consideración, sobre todo para los tipos constructivos que predominan en México. Por lo tanto, en la Figura 24 se muestra el mapa de los periodos promedio con que pueden repetirse, en todo el país, el municipio de Naucalpan se encuentra en el rango de hasta 1,000 años por periodo de retorno.

Figura 34. Mapa de periodos de retorno para aceleraciones de 0.15 g o mayores



Fuente CENAPRED 2001.

5.3. Tsunamis

El término japonés tsunami se usa internacionalmente se usa para designar a la secuencia de olas que se generan cuando cerca o en el fondo del océano ocurre un sismo, derrumbes submarinos, erupciones volcánicas submarinas y muy raramente por el impacto de un gran meteorito en el océano. Estas olas pueden arribar a las costas con gran altura y con efectos destructivos (CENAPRED, 2005).

La mayoría de los Tsunamis son generados por la actividad sísmica en el océano causado inicialmente por una dislocación vertical de la corteza terrestre en el fondo del océano (Figura 35), presentándose estos en gran mayoría en el Océano Pacífico, en las zonas de hundimiento de los bordes de las placas tectónicas que constituyen la corteza del fondo marino (CENAPRED, 2005).



En el transcurso del siglo veinte, éste ha sido el origen de aproximadamente el 94% de los 450 tsunamis ocurridos en el Océano Pacífico. Es por esto que existe el Sistema de Alarma de Tsunamis en el Pacífico (PTWS), conformado por 25 Estados Miembros participantes. Este sistema tiene por funciones monitorear las estaciones sismológicas y de nivel del mar a través de la cuenca del Pacífico para evaluar los sismos potencialmente generadores de tsunamis y diseminar la información sobre alertas y alarmas del mencionado fenómeno. El Centro de Alarma de Tsunami del Pacífico (PTWC) es el centro operativo del TWS. Ubicado en Honolulu, Hawaii, el PTWC proporciona información de alertas de tsunami a las autoridades nacionales en la cuenca del Pacífico. Existen algunos países que también operan Centros Regionales o Nacionales de Alarma de Tsunami (SHOAC, 2005).

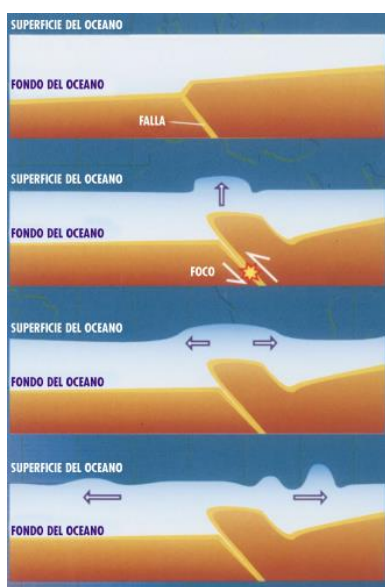


Figura 35. En la figura se ilustra cómo se genera un tsunami a partir de la actividad sísmica, sismos generados la interacción de placas o fallas tectónicas.

Los tsunamis de energía inicial extraordinaria pueden atravesar distancias enormes del Océano Pacífico hasta costas muy alejadas; por ejemplo, los originados en aguas de Chile en mayo de 1960 y de Alaska en marzo de 1964, que arribaron a litorales de México y causaron daños menores. Por lo tanto toda la costa del Pacífico Mexicano está expuesto al arribo de estos maremotos de origen lejano (CENAPRED, 2005).

Sin embargo, para México un riesgo aun mayor son los tsunamis generados por sismos en la Fosa Mesoamericana, que es la zona de hundimiento de la Placa de Cocos y de la Placa de Rivera bajo la Placa de Norteamérica, adyacente al litoral suroccidental. Por ejemplo, los ocurridos en: a) noviembre de 1925, que afectó Zihuatanejo, (Guerrero) con olas de 11 metros de altura; b) junio de 1932; invadió Cuyutlán (Colima), con olas de 10 metros de altura, que causaron cuantiosos daños y pérdidas de vidas; c) septiembre de 1985, Lázaro Cárdenas (Michoacán) e Ixtapa-Zihuatanejo (Guerrero), con olas de 3 metros de altura, y d) octubre de 1995, en varias poblaciones costeras de Colima y Jalisco, con olas de hasta 5 metros de altura que causaron algunos daños de consideración y una víctima. La costa occidental de México en los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas está expuesta al arribo de estos tsunamis de origen local.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Particularmente el municipio de Naucalpan no puede ser afectado por este fenómeno ya que, además de la gran distancia de las costas (Atlántico 250 km y Pacífico 290 km), se encuentran barreras montañosas de hasta 4500 msnm, por lo que se considera el peligro como MUY BAJO O NULO (Figura 38).

Figura 36. Mapa de distancia a las costas de México.



Fuente: Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS. ESRI. 2014





5.4 Inestabilidad de laderas

A nivel nacional, los peligros por procesos de inestabilidad de laderas o remoción en masa, constituyen una de las amenazas más comunes que impactan tanto a los asentamientos humanos, sin importar que sean en áreas rurales o urbanas, así como a su infraestructura socioeconómica como escuelas, empresas, mercados, vías de comunicación, parques, oficinas de gobierno, etc.

Dentro de las etapas de prevención y mitigación es indispensable el estudio del relieve, de la geología así como de la geomorfología del lugar, esto con la finalidad de determinar cuáles son las condiciones más propicias para que se presenten los procesos de remoción en masa, y así determinar la localización y distribución de las zonas más vulnerables. Pues son vitales para la generación de una caracterización del peligro de los procesos de remoción en masa que se pueden presentar en el municipio de Naucalpan, por lo que en el presente análisis se presenta una esencia potencial de que se presenten tales procesos.

La inestabilidad de laderas presenta cinco tipos de movimientos que pueden generar corrimientos de tierras en deslizamiento como: caída (fall), volcamiento (topple), deslizamiento (slide), deslizamiento extensivo (spread) y flujo (flow). Estos tipos de movimiento no necesariamente ocurren en forma independiente ya que en muchos eventos pueden encontrarse dos o más diferentes tipos ocurriendo sucesiva o simultáneamente (Figura 38).

Por lo tanto un deslizamiento existe cuando ocurre el movimiento de una masa de roca o suelo se desliza predominantemente a lo largo de una o varias superficies de ruptura o de una delgada zona de intensa deformación de material. Este movimiento no ocurre inicialmente en forma simultánea sobre lo que eventualmente será dicha superficie de ruptura sino más bien se inicia en forma local y luego se extiende en una o varias direcciones. Normalmente, los primeros signos para este tipo de movimiento son las fracturas o grietas en superficie en donde luego se podrá formar el escarpe del deslizamiento. Este tipo particular de movimiento está subdividido en dos categorías en función de las características de la superficie de ruptura: rotacionales y traslacionales.

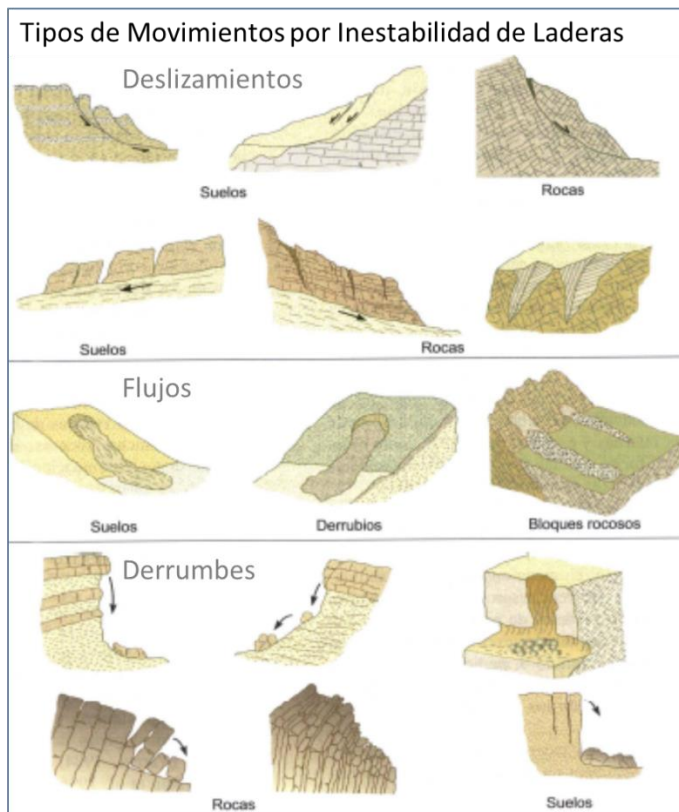


Figura 38. Ilustración de los tipos de inestabilidad de laderas.

En este caso, se presenta un mapa de susceptibilidad del terreno a procesos de remoción en masa, para el municipio de Naucalpan. La caracterización de dicho fenómeno, a partir de álgebra matricial (raster) con evaluación multicriterio, es una medida orientativa de los niveles de susceptibilidad potencial de los peligros de remoción en masa elaborada a partir de una tipología sustentada en el nivel de susceptibilidad litológica a dichos procesos, las condiciones dadas por las pendientes del terreno, la geología y la geomorfología, que contribuye de manera general a detectar las zonas con condiciones vulnerables más críticas.

Los objetivos que persigue esta caracterización son:

1. Identificar las zonas donde los procesos en remoción en masa pueden desarrollarse con diferentes grados de intensidad.
2. Presentar una base orientativa sobre los niveles de susceptibilidad a que se presenten los procesos de remoción en masa en el municipio de Naucalpan.
3. Detectar de qué manera, los usos de suelo actuales, podrían acelerar la presencia de las dinámicas de los procesos de remoción en masa.



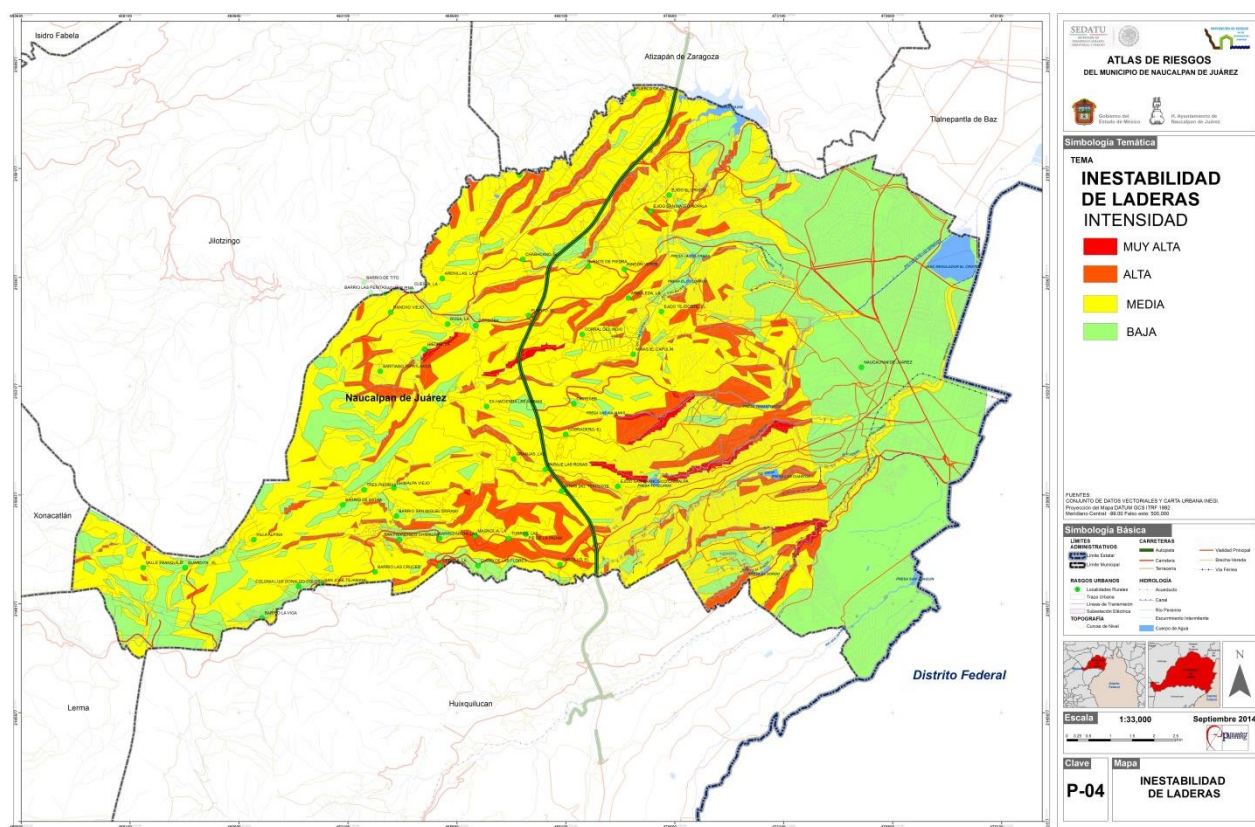
Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



El mapa que resulto de unir las características físicas (Figura 39), dio como resultado cuatro áreas bien definidas, MUY ALTO para las zonas de mayores pendientes en las partes más elevadas de las montañas, ALTO las partes de laderas con pendientes mayores a 20 grados. MEDIO el color amarillo nos indica las áreas de transición y que representan pendientes de 12 a 18 grados. BAJO presentan baja la susceptibilidad de que ocurran los procesos de remoción en masa sin embargo pueden llegar a tener algún remanente. Por último, NULA o MUY BAJA que no representa ningún tipo de peligro.

Figura 39. Mapa de peligros por inestabilidad de laderas.



Elaboración propia con base en información de INEGI

Metodología para inestabilidad de laderas incluye derrumbes

1. La inclinación de la pendiente. El valor designado como límite para el desarrollo de procesos de remoción fue 18° de inclinación en donde todo valor menor a éste, se considera como un valor bajo, en cambio sí es mayor a 18° se toma como un valor en el que los procesos en remoción en masa pueden presentarse de forma frecuente.
2. La geología, en este caso se le asignó un valor a cada una de las unidades litológicas, con respecto al tipo de consolidación de cada unidad litológica y su fábrica o estructura, es decir, qué tan propensas son las unidades litológicas para que ocurra un proceso de



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



remoción en masa. La litología Ígnea extrusiva se toma con un valor alto de que ocurran los procesos, en cuanto a lo aluvial se consideran estables, esto debido a que la unidad se asocia a áreas con baja pendiente.

3. El aspecto morfológico que se consideró, fue el relieve negativo, es decir, los valles fluviales (ríos), ya que la corrientes superficiales tienden a erosionar e incrementar la pendiente del terreno y, por ello, la probabilidad de inestabilidad y ocurrencia de procesos de ladera; se utilizó el criterio de cercanía, la distancia a ríos en un rango de 100 metros donde: las distancias mayor a 100 metros presentan un valor bajo y menor a 100 metros (Cuadro 30. Criterios de la metodología para los niveles de peligro para deslizamientos de ladera.) se consideró con un valor de medio a alto.

Cuadro 30. Criterios de la metodología para los niveles de peligro para deslizamientos de ladera.

Factor /Nivel de Peligro	Muy Alto	Alto	Medio
Pendiente	De 35° a < 90°	18° a 35°	>12 a 18°
Litología	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva	Aluvial
Distancia a ríos	0 a 50 metros	50 a 100 metros	< 100 metros

Áreas de susceptibilidad muy baja

Las características físicas que se conjugan en estas áreas nos indican que son muy estables, sobre todo porque la pendiente es menor a los 18° de inclinación, pero en general es muy baja ya que corresponde a litología aluvial.

Áreas de susceptibilidad media

En estas áreas, la posibilidad de que ocurra un proceso de remoción en masa es media, la forma en las que se dieron las posibles combinaciones de los aspectos físicos es muy variada, ya que sólo se pueden presentar dos de las tres variables que se tomaron en cuenta. Pero las combinaciones que se puede dar son, la inclinación de la pendiente con la cercanía a los ríos ó el tipo de litología con la cercanía a los ríos.

En algunos casos se presenta una pendiente mayor a los 18° de inclinación y la cercanía a los ríos es menor a 100 metros, pero la litología es de ignimbritas, lo cual nos da como resultado una susceptibilidad media. Otra combinación posible que se presentó es que la pendiente es menor a 18° de inclinación, la litología es de brecha sedimentaria o volcanoclástica y la cercanía a los ríos es menor a los 100 metros.

Áreas de susceptibilidad muy alta

Las áreas que presentan una susceptibilidad muy alta para que ocurran los procesos de remoción en masa, es suficiente con que presenten la pendiente mayor a 20° de inclinación junto con la litología de brecha sedimentaria o volcanoclástica. En algunos casos se llegan a presentar las tres variables, como en algunas barrancas.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



5.4.1. Peligro

De acuerdo al mapa de peligros, una de las zonas de mayor inestabilidad, y por lo tanto de mayor peligro, es la parte centro y oeste del municipio. Así mismo, y de acuerdo con la geología y las pendientes (consideradas de alto peligro), se puede concluir que algunas zonas de montaña son propensas a deslizamientos de terreno. Los suelos que se presentan en la región considerada peligrosa son de gran espesor por lo tanto el mayor peligro lo constituyen deslizamientos.

5.4.2. Vulnerabilidad

Debido a que las zonas de mayor peligro por remoción de masa se encuentran en las áreas de montaña, las localidades asentadas en los cerros con altas pendientes mantienen un alto potencial de vulnerabilidad, se detectan casas ubicadas en zonas de peligro con infraestructura precaria, construcciones de lámina de cartón y adobe.

5.4.3. Riesgo

De acuerdo a las zonas caracterizadas como peligro alto de remoción de masa y las localidades vulnerables ante este tipo de peligros, el mayor riesgo se encuentra en las áreas con altas pendientes. El riesgo se pudo constatar mediante trabajo de campo debido a que existen pendientes mayores a 18 grados, aunado a los tipos de construcciones algunas precarias donde predomina lámina y cartón. Por otro lado, el suelo urbanizado cercana a altas pendientes donde las construcciones de edificios que puede propiciar un incremento en la vibración y de cargas adicionales a un suelo en pleno proceso de pérdida de saturación, por lo que es posible que se acelere e intensifique la inestabilidad de la ladera.

También existe inestabilidad de laderas, por la deforestación y cortes de terreno como los cortes de carretera. En la figura 40 los los ageb's marcados en rojo corresponden a áreas de laderas altas y montañas mientras que los amarillos se encuentran en la área de transición o laderas medias y piedemontes y por último los colores verdes corresponden a la planicie que son lugares alejados y fuera de riesgo de deslizamientos. En el Cuadro 31 se mencionan el área propensa a este tipo de riesgo, así como el total de los Ageb's y población que podría sufrir algún daño por este fenómeno.

Cuadro 31. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio

Intensidad	Área (km2)	AGEB's	Población	Detalle
Alta	13.26	35	171747	Asociada a altas pendientes con suelo deforestado y desnudo
Media	27.05	101	460377	Asociada a pendientes medias con suelo deforestado y desnudo
Baja	38.48	66	173747	Asociada a valles amplios y planicies con uso de suelo diversificado

Elaboración propia con base en información de INEGI

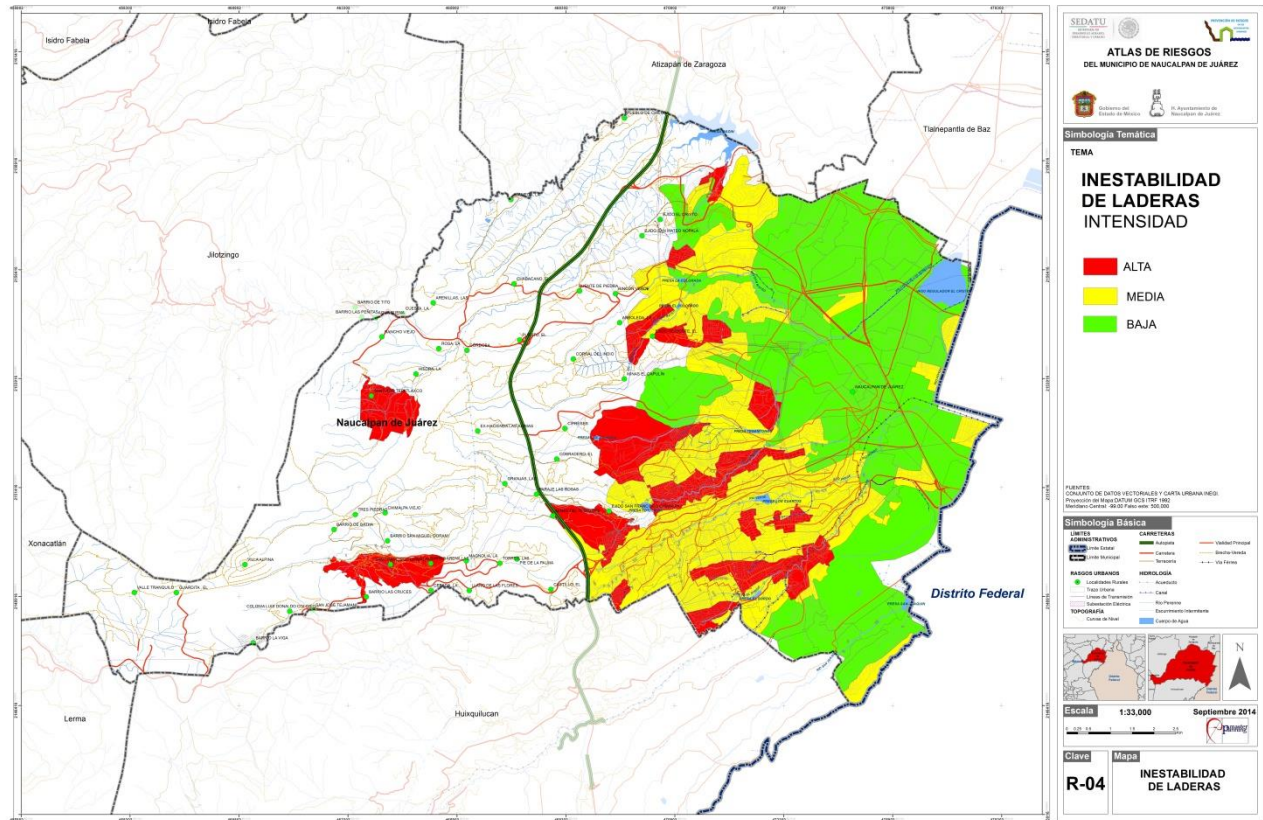


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 40. Mapa de Riesgo por Inestabilidad de Laderas



Elaboración propia con base en información de INEGI

Estudios de Caso Remoción en masa (Deslizamientos en Zonas de barrancas)

En el Municipio de Naucalpan existen diversas zonas en las que los asentamientos humanos se han ubicado sobre declives geográficos generados por corrientes de agua, con pendientes pronunciadas, sin tomar en cuenta los límites de restricción.

En general los taludes presentan vegetación diversa y se localizan en las partes frontal o posterior de los domicilios, los cuales pueden verse afectados por deslizamientos de material.

Para evitar posibles desastres, como parte de las acciones emergentes, la Dirección General de Protección Civil de Naucalpan ha realizado la delimitación de franjas de restricción, el retiro de vegetación arbórea de la barranca y ha efectuado notificaciones de riesgo a los propietarios de los predios aledaños.



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez



Por otra parte, se requiere la realización de acciones adicionales para minimizar los riesgos en dichas zonas, entre las que destacan la delimitación de franjas de restricción en la parte baja y superior de las barrancas, su delimitación con obras de protección y el encauzamiento de los afluentes.

A continuación se indican los sitios que se encuentran con una alta vulnerabilidad y un importante grado de peligrosidad por efecto de deslizamientos de material.

Localización:

COLONIA O FRACCIONAMIENTO: ALFREDO V. BONFIL

Riesgo: Deslizamiento

PUNTO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIESGO

- CALLE: PLAN DE SAN DIEGO
- CALLE: PLAN DE GUADALUPE
- CALLE: HACIENDA DE CHINAMECA
- CALLE: GABRIEL ZAPATA
- CALLE: FRANCISCO VILLA

VULNERABILIDAD:

SUPERFICIE AFECTADA: 348 m	NO. DE PREDIOS: 36	HABITACIONAL SI	OTROS: NO
TIPO DE ZONA: POPULAR	INDUSTRIA: NO	COMERCIO: NO	POBLACIÓN AFECTADA: 259

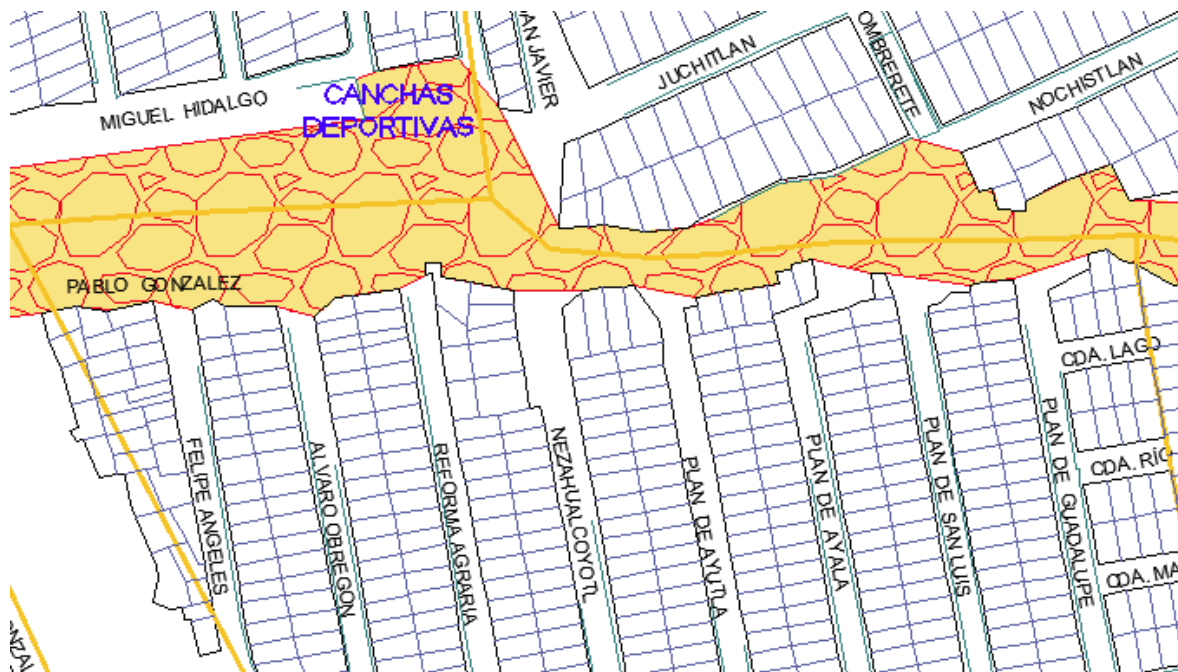
OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

EL TALUD NO HA PRESENTADO COLAPSOS SEVEROS DE MATERIAL, AUNQUE ES IMPORTANTE MENCIONAR QUE DERIVADO AL INTEMPERISMO ESTOS COLAPSOS PUDIESEN PRESENTARSE SOBRE TODO EN TEMPORADA DE LLUVIAS

VULNERABILIDAD						
SUPERFICIE AFECTADA: 16,641 m ²	NO. DE PREDIOS:	25	HABITACIONAL	SI	OTROS:	NO
TIPO DE ZONA: POPULAR	INDUSTRIA :	NO	COMERCIO :	NO	POBLACIÓN AFECTADA :	175



Mapa de localización / situación actual



Fuente: Dirección General de Protección Civil, H. Cuerpo de Bomberos y Atención Prehospitalaria del Municipio de Naucalpan de Juárez.

Localización:

FRACCIONAMIENTO: LA MANCHA I

Riesgo: Deslizamiento

PUNTO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIESGO

- CALLE: PUERTO LAPICE
- CALLE: ALONZO
- CALLE: TOLEDO
- CALLE: PAULINO DIAZ
- CALLE: OTILIO MONTAÑO

Vulnerabilidad:

SUPERFICIE AFECTADA: 348 m	NO. DE PREDIOS: 36	HABITACIONAL SI	OTROS: NO
TIPO DE ZONA: POPULAR	INDUSTRIA: NO	COMERCIO: NO	POBLACIÓN AFECTADA: 259

OBSERVACIONES Y COMENTARIOS



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

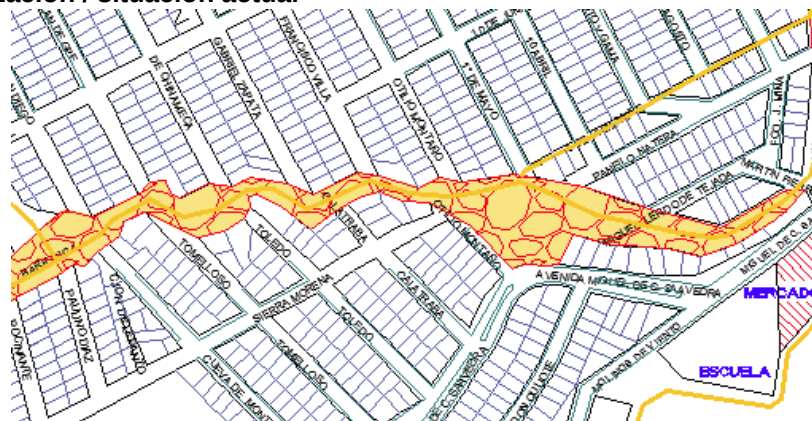
SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



EL TALUD NO HA PRESENTADO COLAPSOS SEVEROS DE MATERIAL, AUNQUE ES IMPORTANTE MENCIONAR QUE DERIVADO AL INTEMPERISMO ESTOS COLAPSOS PUDIESEN PRESENTARSE SOBRE TODO EN TEMPORADA DE LLUVIAS

SUPERFICIE AFECTADA: 14,848 m2	NO. DE PREDIOS:	33	HABITACIONAL	SI	OTROS:	NO
TIPO DE ZONA: POPULAR	INDUSTRIA:	NO	COMERCIO:	NO	POBLACIÓN AFECTADA:	231

Mapa de localización / situación actual



Localización:

COLONIA O FRACCIONAMIENTO: LA MANCHA III

Riesgo: Deslizamiento

PUNTO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIESGO

- CALLE: CTO. COLORINES
- CALLE: AND. MORELOS
- CALLE: MIRASOLES
- CALLE: CTO. MARGARITAS

Vulnerabilidad:

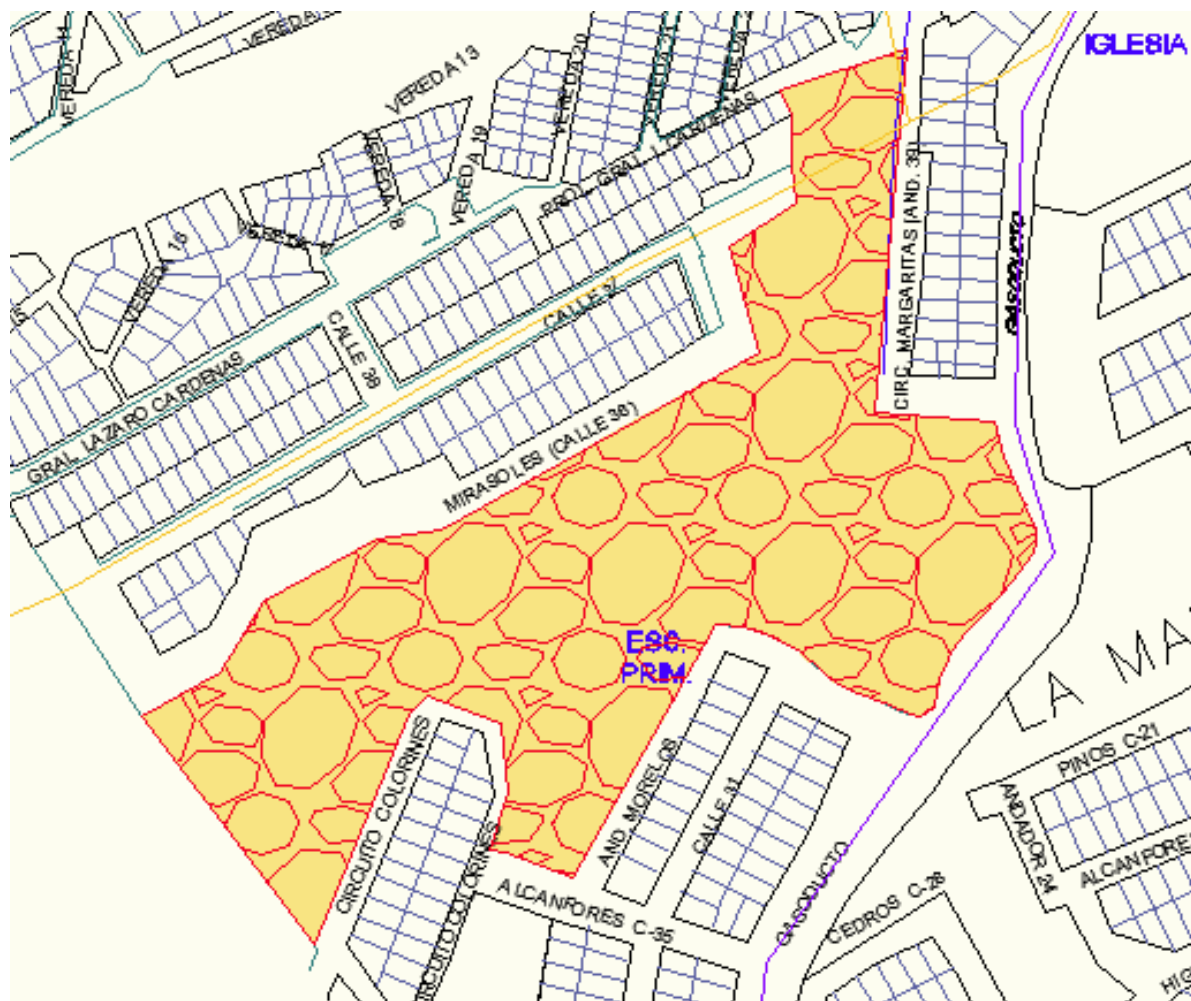
SUPERFICIE AFECTADA: 51,000 m2	NO. DE PREDIOS: 82	HABITACIONAL SI	OTROS: NO
TIPO DE ZONA: POPULAR	INDUSTRIA: NO	COMERCIO: NO	POBLACIÓN AFECTADA: 574



OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

HASTA EL MOMENTO SE HAN PRESENTADO PEQUEÑOS DESLIZAMIENTOS DE MATERIAL ASÍ COMO LIGERAS AFECTACIONES A LOS PREDIOS ASENTADOS PRÓXIMOS A LA BARRANCA, AUNQUE CON LA PRESENCIA DE LA TEMPORADA DE LLUVIAS INCREMENTA EL RIESGO DE QUE LAS ESTRUCTURAS SUFRAN MAS AFECTACIONES.

Mapa de localización / situación actual



Localización:

FRACCIONAMIENTO: VICENTE GUERRERO

Riesgo: Deslizamiento

PUNTO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIESGO

- CALLE: PLAN DE SAN DIEGO
- CALLE: PLAN DE GUADALUPE



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



- CALLE: HACIENDA DE CHINAMECA
- CALLE: GABRIEL ZAPATA
- CALLE: FRANCISCO VILLA

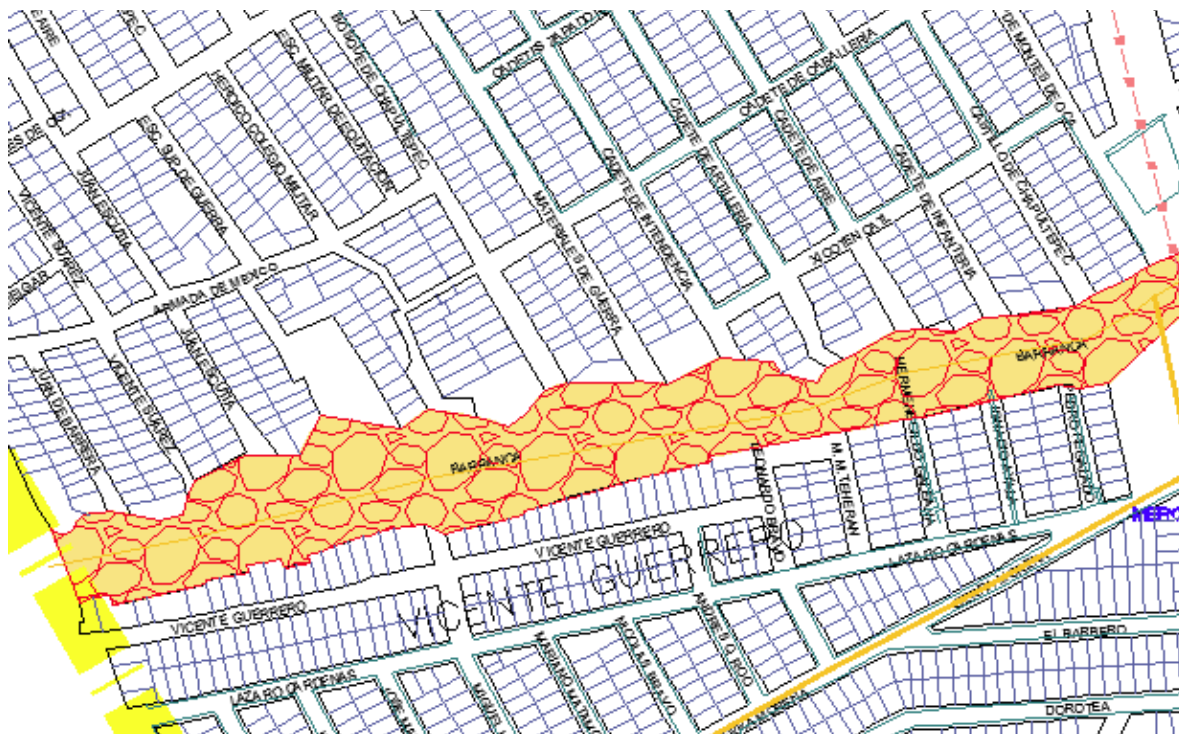
Vulnerabilidad:

SUPERFICIE AFECTADA: 32,262 m2	NO. DE PREDIOS: 45	HABITACIONAL SI	OTROS: NO
TIPO DE ZONA: POPULAR	INDUSTRIA: NO	COMERCIO: NO	POBLACIÓN AFECTADA: 315

OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

EL TALUD NO HA PRESENTADO COLAPSOS SEVEROS DE MATERIAL, AUNQUE ES IMPORTANTE MENCIONAR QUE DERIVADO AL INTEMPERISMO ESTOS COLAPSOS PUDIESEN PRESENTARSE SOBRE TODO EN TEMPORADA DE LLUVIAS.

Mapa de localización / situación actual





Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Localización:

COLONIA O FRACCIONAMIENTO: PLAN DE AYALA I

Riesgo: Deslizamiento

PUNTO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIESGO

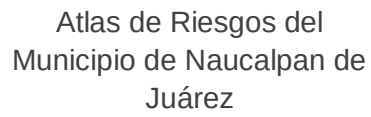
- CALLE: PLAN DE SAN DIEGO
- CALLE: PLAN DE GUADALUPE
- CALLE: HACIENDA DE CHINAMECA
- CALLE: GABRIEL ZAPATA
- CALLE: FRANCISCO VILLA

Vulnerabilidad:

SUPERFICIE AFECTADA: 33,046 m2	NO. DE PREDIOS: 58	HABITACIONAL SI	OTROS: NO
TIPO DE ZONA: POPULAR	INDUSTRIA: NO	COMERCIO: NO	POBLACIÓN AFECTADA: 406

OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

EL TALUD NO HA PRESENTADO COLAPSOS SEVEROS DE MATERIAL, AUNQUE ES IMPORTANTE MENCIONAR QUE DERIVADO AL INTEMPERISMO ESTOS COLAPSOS PUDIESEN PRESENTARSE SOBRE TODO EN TEMPORADA DE LLUVIAS





Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Localización:

COLONIA O FRACCIONAMIENTO: PLAN DE AYALA II

Riesgo: Deslizamiento

PUNTO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIESGO

- CALLE: PLAN DE SAN DIEGO
- CALLE: PLAN DE GUADALUPE
- CALLE: HACIENDA DE CHINAMECA
- CALLE: GABRIEL ZAPATA
- CALLE: FRANCISCO VILLA

Vulnerabilidad:

SUPERFICIE AFECTADA: 33,046 m2	NO. DE PREDIOS: 44	HABITACIONAL SI	OTROS: NO
TIPO DE ZONA: POPULAR	INDUSTRIA: NO	COMERCIO: NO	POBLACIÓN AFECTADA: 220

OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

EL TALUD NO HA PRESENTADO COLAPSOS SEVEROS DE MATERIAL, AUNQUE ES IMPORTANTE MENCIONAR QUE DERIVADO AL INTEMPERISMO ESTOS COLAPSOS PUDIESEN PRESENTARSE SOBRE TODO EN TEMPORADA DE LLUVIAS

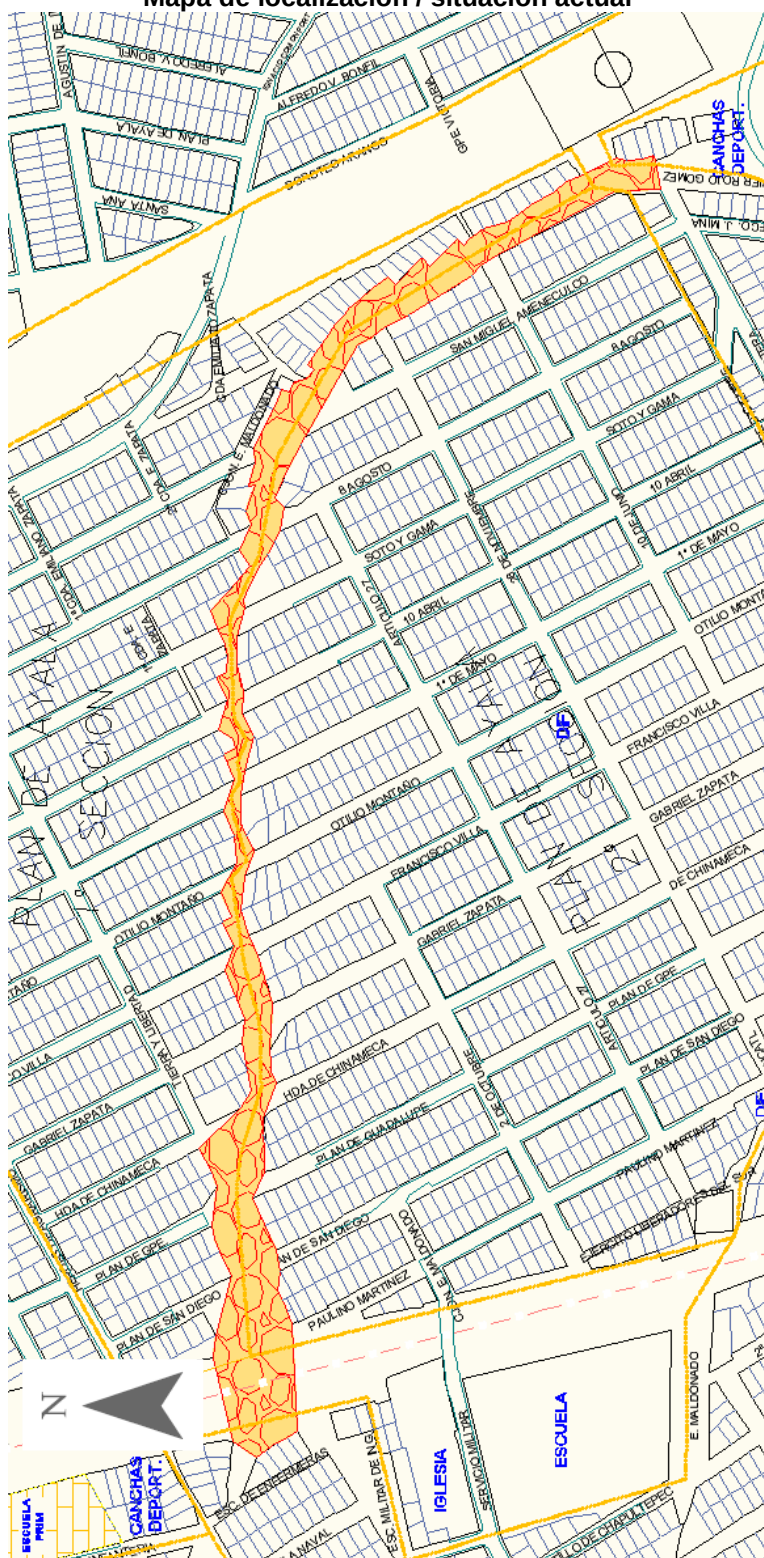


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Mapa de localización / situación actual





Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Localización:

COLONIA O FRACCIONAMIENTO: AMPL. MÁRTIRES DE RIO BLANCO

Riesgo: Deslizamiento

PUNTO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIESGO

- CALLE: PLAN DE SAN DIEGO
- CALLE: PLAN DE GUADALUPE
- CALLE: HACIENDA DE CHINAMECA
- CALLE: GABRIEL ZAPATA
- CALLE: FRANCISCO VILLA

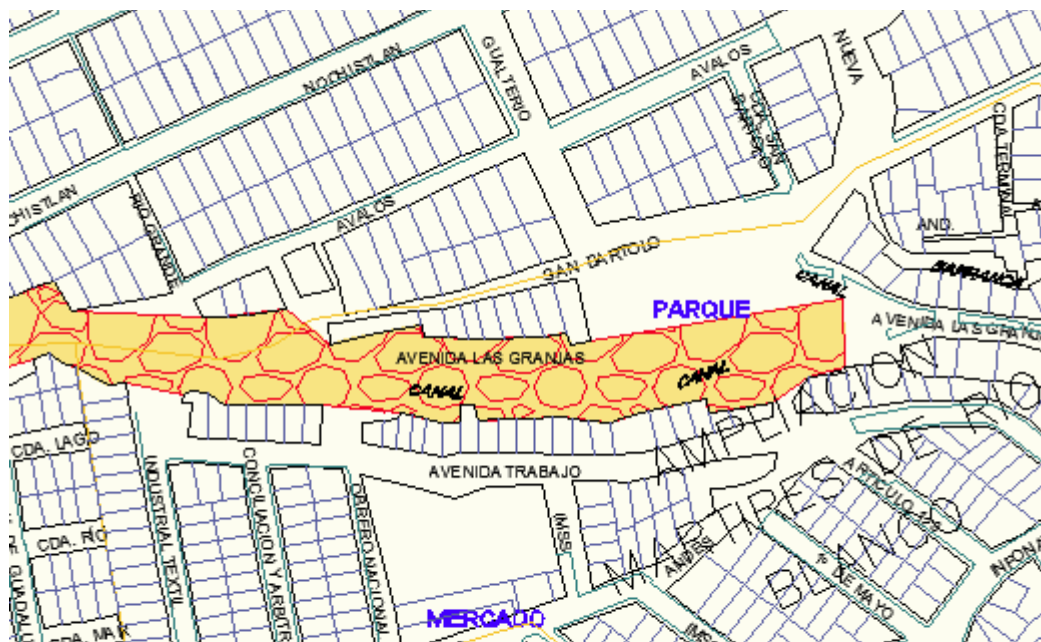
Vulnerabilidad:

SUPERFICIE AFECTADA: 8,964 m2	NO. DE PREDIOS: 33	HABITACIONAL SI	OTROS: NO
TIPO DE ZONA: POPULAR	INDUSTRIA: NO	COMERCIO: NO	POBLACIÓN AFECTADA: 231

OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

EL TALUD NO HA PRESENTADO COLAPSOS SEVEROS DE MATERIAL, AUNQUE ES IMPORTANTE MENCIONAR QUE DERIVADO AL INTEMPERISMO ESTOS COLAPSOS PUDIESEN PRESENTARSE SOBRE TODO EN TEMPORADA DE LLUVIAS

Mapa de localización / situación actual





Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Localización:

COLONIA O FRACCIONAMIENTO: SAN JOSE DE LOS LEONES II

Riesgo: Deslizamiento

PUNTO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIESGO

- CALLE: PLAN DE SAN DIEGO
- CALLE: PLAN DE GUADALUPE
- CALLE: HACIENDA DE CHINAMECA
- CALLE: GABRIEL ZAPATA
- CALLE: FRANCISCO VILLA

Vulnerabilidad:

SUPERFICIE AFECTADA: 588 m2	NO. DE PREDIOS: 30	HABITACIONAL SI	OTROS: NO
TIPO DE ZONA: POPULAR	INDUSTRIA: NO	COMERCIO: NO	POBLACIÓN AFECTADA: 210

OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

EL TALUD NO HA PRESENTADO COLAPSOS SEVEROS DE MATERIAL, AUNQUE ES IMPORTANTE MENCIONAR QUE DERIVADO AL INTEMPERISMO ESTOS COLAPSOS PUDIESEN PRESENTARSE SOBRE TODO EN TEMPORADA DE LLUVIAS

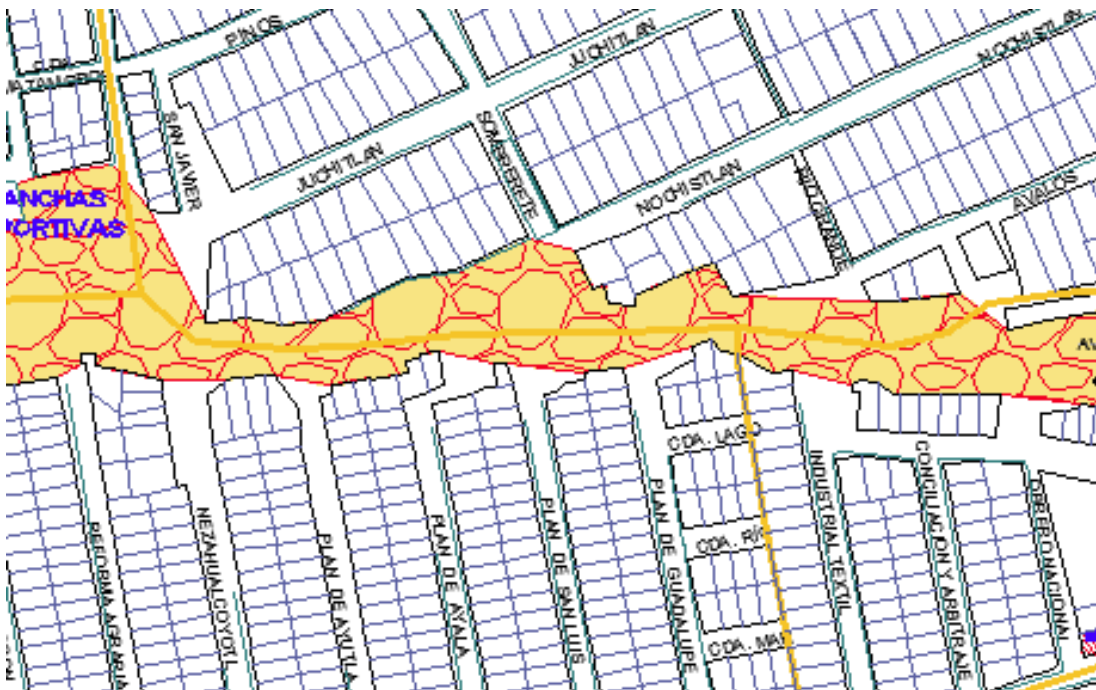


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Mapa de localización / situación actual



Localización:

COLONIA O FRACCIONAMIENTO: LOMAS DEL CADETE

Riesgo: Deslizamiento

PUNTO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIESGO

- CALLE: PLAN DE SAN DIEGO
- CALLE: PLAN DE GUADALUPE
- CALLE: HACIENDA DE CHINAMECA
- CALLE: GABRIEL ZAPATA
- CALLE: FRANCISCO VILLA

Vulnerabilidad:

SUPERFICIE AFECTADA: 32,262 m2	NO. DE PREDIOS: 19	HABITACIONAL SI	OTROS: NO
TIPO DE ZONA: POPULAR	INDUSTRIA: NO	COMERCIO: NO	POBLACIÓN AFECTADA: 133



Procesos de remoción en masa sobre rellenos

Las diversas barrancas en el municipio Naucalpan de Juárez se encuentran bajo una gran presión demográfica, lo cual ha provocado que en diversas colonias se rellenen con escombros y tiempo después se construyan casas sobre este material. Es un fenómeno que eleva la peligrosidad de que ocurran los procesos de remoción en masa ya que se modifica la dinámica geomorfológica fluvial. Algunas de las colonias en las que se presenta este problema son: Ejido San Mateo, Las Huertas Secciones 1, 2 y 3, México 68 e Independencia.

En la Figura 41 se puede observar cómo se rellenan las barrancas en el Municipio Naucalpan de Juárez, lo cual puede provocar grandes procesos de remoción en masa por ser material no consolidado. En la Figura 69 se observan algunas casas de la colonia Las Huertas Sección 2, construidas sobre rellenos, las cuales están en riesgo porque el peso de las casas, pueden provocar que el material no consolidado se desplace ladera abajo. En la Figura 70 se observan algunas casas irregulares que están en la parte baja de zonas de relleno, las cuales pueden ser afectadas por una gran cantidad de materiales que se pueden deslizar. Finalmente en Figura 71 se puede observar, una pequeña sección de ladera que ha sido rellenada y que todo el material no consolidado afecta en gran medida a las casas que están debajo, y ha provocado que se tomen medidas incorrectas para solucionarlo, lo cual a su vez puede detener un poco los procesos, pero que cuando ocurran, se pueden dar con una fuerza mayor.

Figura 41. Momento en el que se rellena la barranca al norte de las colonias México 68 y las Huertas Sección 3.





Figura 42. Áreas de relleno en la colonia Las Huertas Sección 2.



Figura 43. Áreas de relleno en la colonia Las Huertas Sección 1.



Figura 44. Áreas de relleno en la Colonia Independencia.



5.5 Flujos

Los flujos son los tipos más rápidos de corrimientos de tierra. Consiste en flujos con elevadas concentraciones de materiales detríticos que se mueven hacia los valles con velocidades que pueden alcanzar hasta 80 km/hora. El material acarreado tiene una granulometría variable que van desde grandes rocas hasta materiales en suspensión. Este fenómeno se incrementa debido a precipitaciones intensas que provocan mayor escorrentía por las pendientes esto determinado por la capacidad erosiva del terreno.

En el municipio de Naucalpan no se tienen indicios de este fenómeno y protección civil no reporta procesos de flujos. Y se considera el peligro como MUY BAJO O NULO al demás territorio municipal debido que está libre de este proceso (Figura 45).

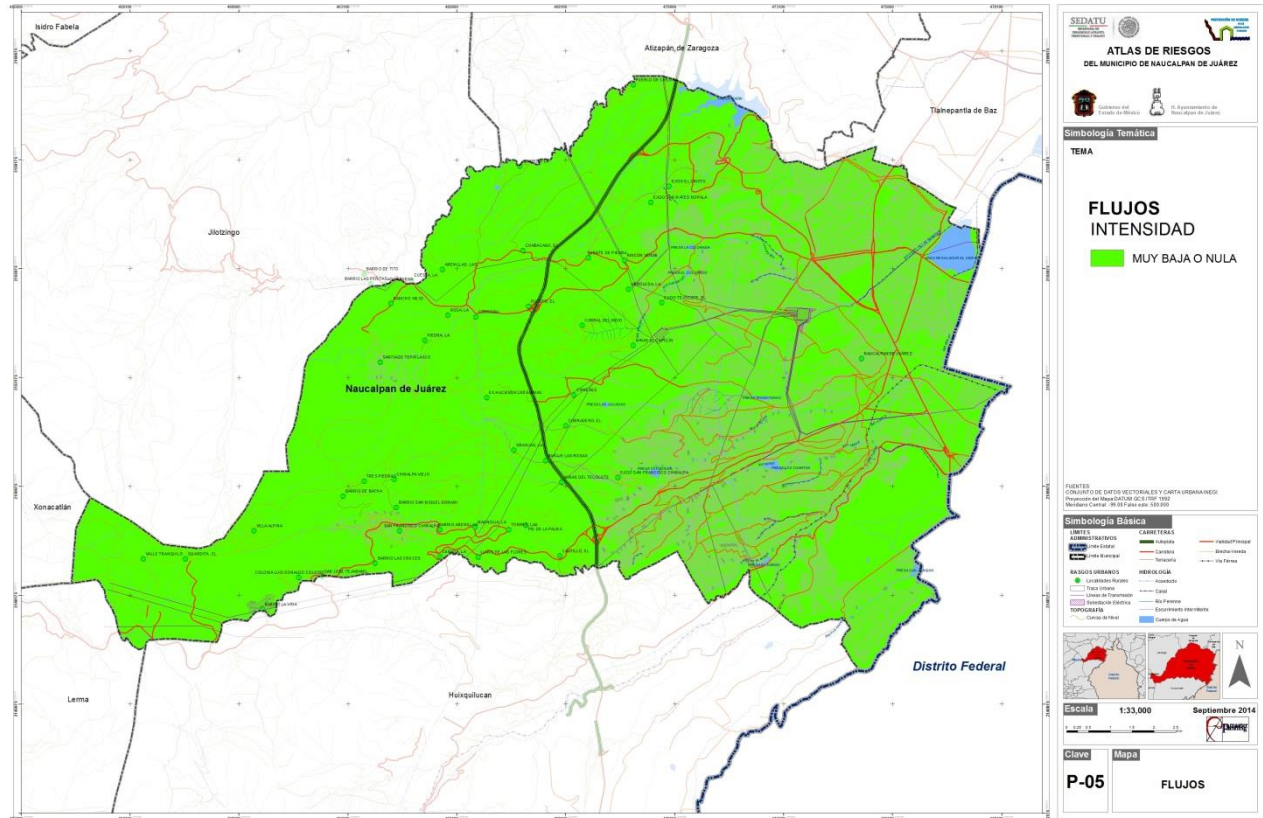


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 45. Mapa de peligro por Flujos



Elaboración propia con base en información de INEGI

5.5.1. Peligro

Al no existir registros sobre flujos, no se puede emitir ninguna recomendación.

5.5.2. Vulnerabilidad

Al no existir registros sobre flujos, no se puede emitir ninguna recomendación.

5.5.3. Riesgo

Al no existir registros sobre flujos, no se puede emitir ninguna recomendación.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRIARIO,
TERRITORIAL Y URBANO

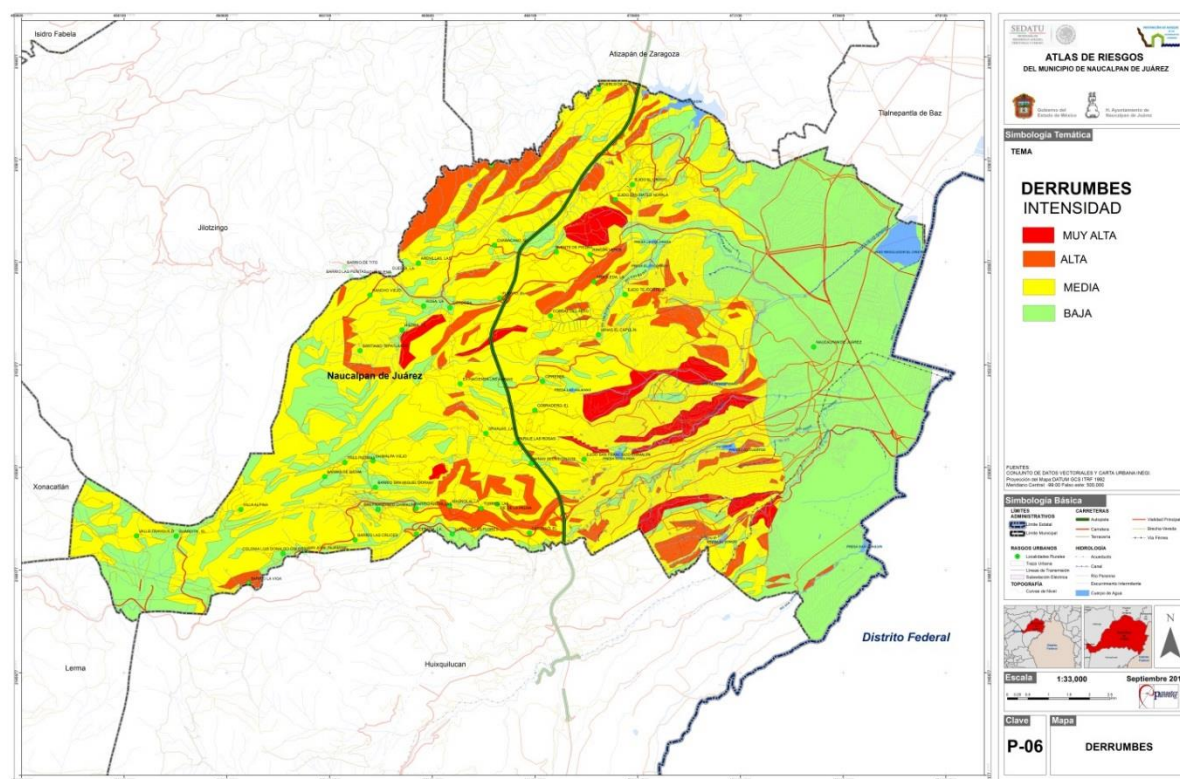


5.6 Caídos o Derrumbes

Los derrumbes pueden producirse en distintos ámbitos, 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 del terreno 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.

En caso de presentarse derrumbes serían al oeste y noroeste en las áreas montañosas o con fuertes pendientes será un efecto directo de movimientos abruptos como sismos, fallas e inclusive de suelos. Los peligros de tipo MUY ALTO Y ALTO involucran áreas de montaña, lomeríos altos y barrancas, al norte del municipio (Figura 46). Los peligros de tipo MEDIO se desarrollan en la transición de los piedemontes que regularmente ya se encuentran habitados, por grandes áreas urbanas en Naucalpan. El resto del municipio se encuentra dentro de las zonas con peligro BAJO y MUY BAJO que ocupan los valles y planicies y representan las áreas más estables del municipio.

Figura 46. Mapa de peligro por Derrumbes



Elaboración propia con base en información de INEGI



5.6.1. Peligro

De acuerdo al mapa de peligros, las áreas de mayor inestabilidad por caídos y derrumbes del municipio de Naucalpan son pendientes superiores a 30 grados. Esto de acuerdo con la geología y las altas pendientes, se puede concluir las áreas de montaña son propensas a generar desprendimientos de bloques de roca, ya que en estos lugares el fallamiento y las fracturas también contribuyen de manera significativa a derrumbes. (Figura 47)

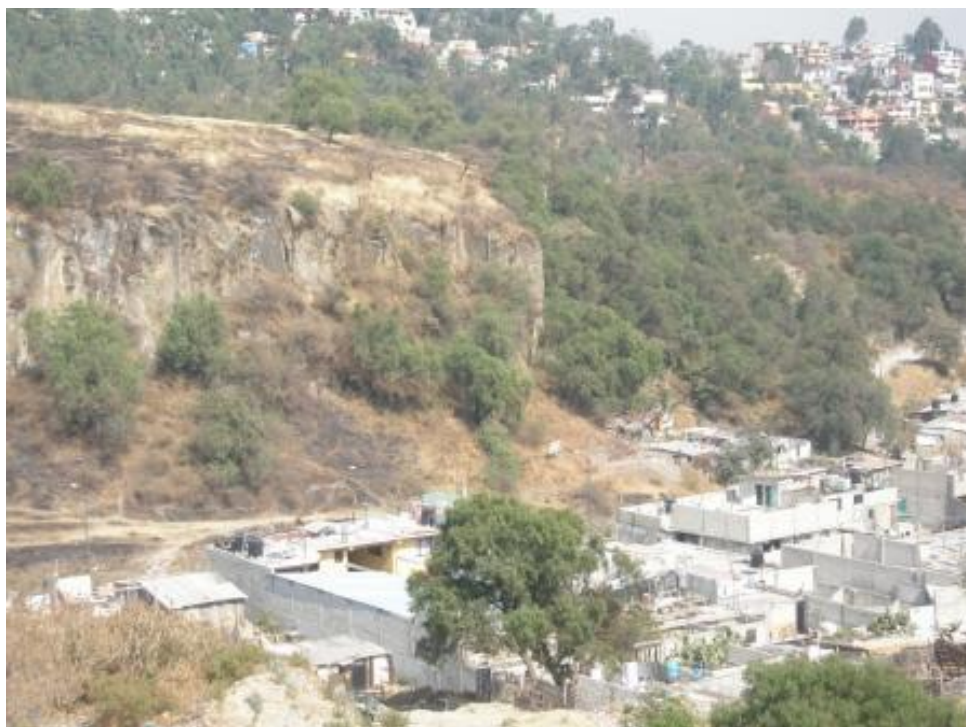


Figura 47. Casas de la colonia las Huertas Sección 1 y 2 que se encuentran en peligro por situarse debajo del escarpe de ignimbritas.

5.6.2. Vulnerabilidad

Debido a que las zonas de mayor peligro por derrumbes se encuentran en partes altas de montaña, barrancas o escarpes, las localidades asentadas cercanas mantienen un alto potencial de vulnerabilidad, se detectan casas ubicadas en zonas de peligro su infraestructura es precaria con construcciones de lámina de cartón y maderas viejas como se muestra en la Figura 48.



Figura 48. Fotos de Viviendas con alto grado de precariedad que representan alta vulnerabilidad construidos de lámina, cartón y algunos de tabique. El factor más importante es que las casas se encuentran debajo o menos de 5 metros de la pared de desprendimiento que presenta más de 90° de pendiente, ahí construyeron un muro de rocas para calzar un posible desprendimiento de la constante caída de rocas.

5.6.3. Riesgo

De acuerdo a las zonas caracterizadas como peligro alto de derrumbes y localidades vulnerables ante este tipo de peligros, el mayor riesgo se encuentra en las áreas de laderas de montaña y escarpes pronunciados. El riesgo se pudo constatar mediante trabajo de campo, debido a que existen pendientes mayores a 30 grados sobre las laderas, y se observaron varias rocas que pueden rodar o derrumbarse aguas abajo y que se encuentran muy cerca de las áreas habitadas y vulnerables (Figura 49).

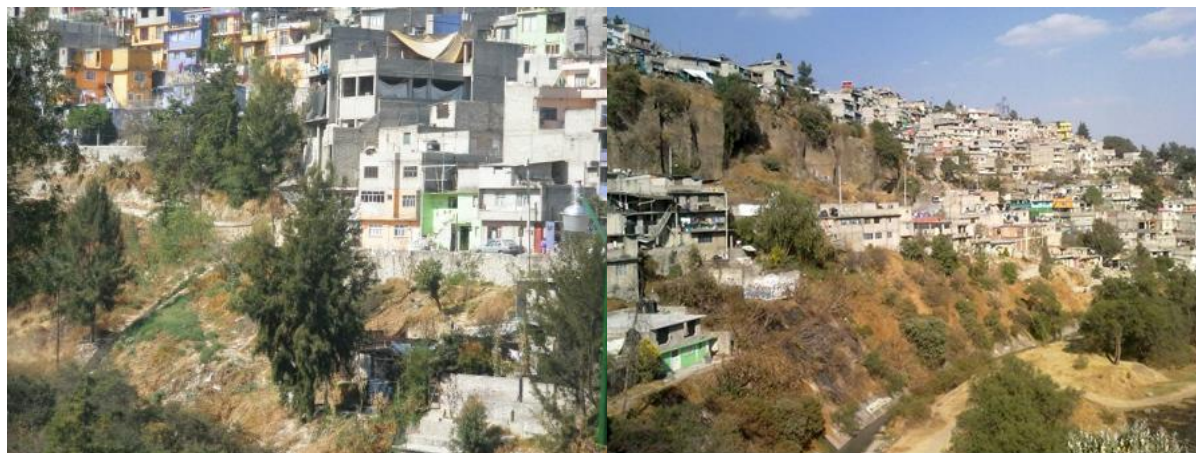


Figura 49. Casas en la colonia Izcalli Chamapa con riesgo a desprendimientos.



Estudios de Caso Inestabilidad de Laderas (zonas con taludes)

En el Municipio de Naucalpan existen diversas zonas en las que los asentamientos humanos se han ubicado sobre fallas geográficas con pendientes pronunciadas, sin tomar en cuenta los límites de restricción.

En general los taludes presentan vegetación diversa y se localizan en la parte posterior de los domicilios, los cuales pueden verse afectados por desprendimientos de bloques de material pequeños a medianos.

Para evitar posibles desastres, como parte de las acciones emergentes, la Dirección General de Protección Civil de Naucalpan ha realizado la delimitación de franjas de restricción, el retiro de vegetación arbórea de la corona del talud y ha efectuado notificaciones de riesgo a los propietarios de los predios aledaños.

Por otra parte, se requiere la realización de acciones adicionales para minimizar los riesgos en dichas zonas, entre las que destacan la delimitación de franjas de restricción en la parte baja y superior del talud, el retiro de bloques inestables de material y el perfilamiento del talud con ángulos de reposos para el material existente.

A continuación se indican los sitios que se encuentran con una alta vulnerabilidad y un importante grado de peligrosidad por efecto de vuelcos y caídas de rocas.

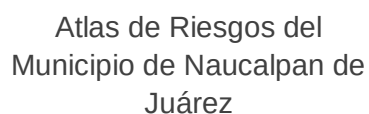
Localización:

COLONIA O FRACCIONAMIENTO: SAN LORENZO LA CAÑADA

Riesgo: Caídos o derrumbes

PUNTO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIESGO

- CALLE: Cda cerro de canteras
- CALLE: 1ª Cda de Canteras
- CALLE: 2ª Cda de Canteras
- CALLE: 3ª Cda de Canteras
- CALLE: 4ª Cda de Canteras
- CALLE: Avenida Canteras
- CALLE: Cda El Naranja
- CALLE: Cda. Canteras
- CALLE: Privada de Naranjos
- CALLE: Cda 10 de Canteras



SUPERFICIE AFECTADA: 500 m2	NO. DE PREDIOS: N/D	HABITACIONAL SI	OTROS: NO
TIPO DE ZONA: POPULAR	INDUSTRIA: NO	COMERCIO: NO	POBLACIÓN AFECTADA: N/D

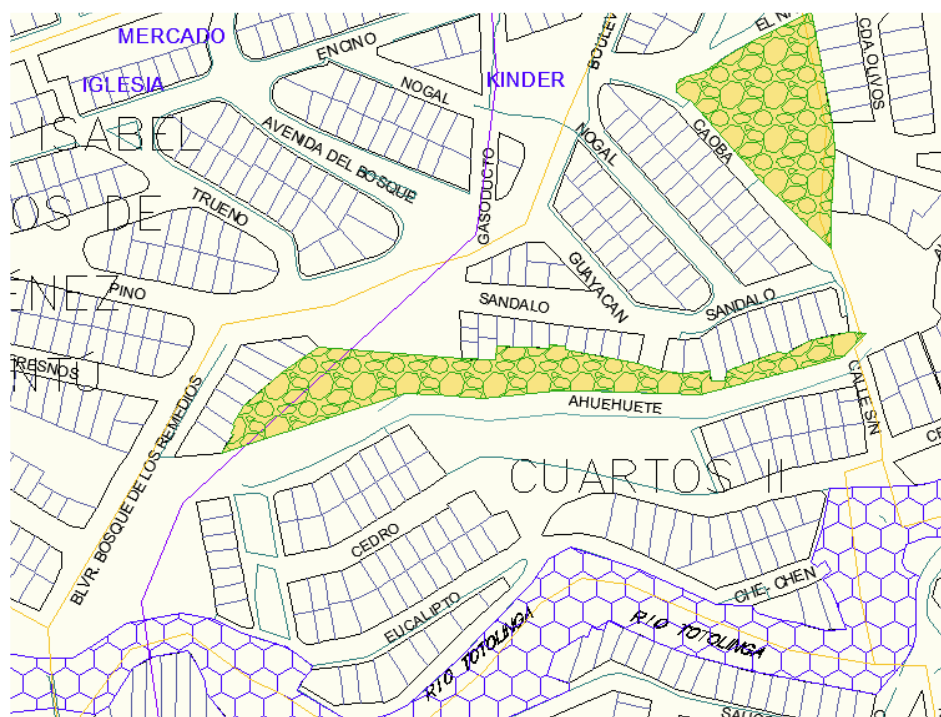
El talud no ha presentado colapsos severos de material, aunque es importante mencionar que derivado al intemperismo estos colapsos pudiesen presentarse, sobre todo en temporada de lluvias.

[illegible]



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Mapa de localización / situación actual

Localización:

COLONIA O FRACCIONAMIENTO: LOS CUARTOS II

Riesgo: Caídos o derrumbes

PUNTO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIESGO

- CALLE: SANDALO
- CALLE: AHUEHUETE

Vulnerabilidad:

SUPERFICIE AFECTADA: 348 m	NO. DE PREDIOS: 36	HABITACIONAL SI	OTROS: NO
TIPO DE ZONA: POPULAR	INDUSTRIA: NO	COMERCIO: NO	POBLACIÓN AFECTADA: 259

Observaciones y comentarios

El talud no ha presentado colapsos severos de material, aunque es importante mencionar que derivado al intemperismo estos colapsos pudiesen presentarse sobre todo en temporada de lluvias



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Localización:

COLONIA O FRACCIONAMIENTO: LOS CUARTOS II

Riesgo: Caídos o derrumbes

PUNTO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIESGO

- CALLE: NARANJO
- CALLE: CAOBA

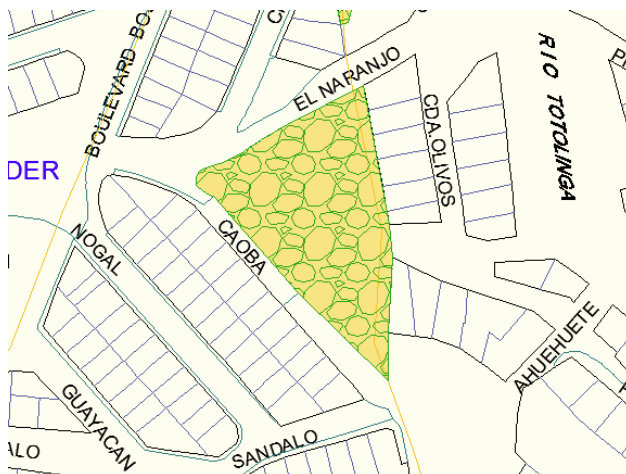
Vulnerabilidad:

SUPERFICIE AFECTADA: 486 m2	NO. DE PREDIOS: 7	HABITACIONAL SI	OTROS: NO
TIPO DE ZONA: POPULAR	INDUSTRIA: NO	COMERCIO: NO	POBLACIÓN AFECTADA: 35

Observaciones y Comentarios:

El talud no ha presentado colapsos severos de material, aunque es importante mencionar que derivado al intemperismo estos colapsos pudiesen presentarse, sobre todo en temporada de lluvias.

Mapa de localización / situación actual





Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Localización:

COLONIA O FRACCIONAMIENTO: LUISA ISABEL CAMPOS DE JIMÉNEZ CANTÚ

Riesgo: Caídos o derrumbes

PUNTO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIESGO

- Calle: México Querido
- Calle: Avenida Río Bravo
- Calle: Roble

Vulnerabilidad:

SUPERFICIE AFECTADA: 200 m2	NO. DE PREDIOS: 30	HABITACIONAL SI	OTROS: NO
TIPO DE ZONA: POPULAR	INDUSTRIA: NO	COMERCIO: NO	POBLACIÓN AFECTADA: 150

Observaciones y Comentarios:

El talud no ha presentado colapsos severos de material, aunque es importante mencionar que derivado al intemperismo estos colapsos pudiesen presentarse, sobre todo en temporada de lluvias.

Mapa de localización / situación actual





Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Localización:

COLONIA O FRACCIONAMIENTO: EL CORRALITO

Riesgo: Caídos o derrumbes

PUNTO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIESGO

- CALLE: MIGUEL HIDALGO
- CALLE: BENITO JUÁREZ
- CALLE: JUVENTINO ROSAS
- CALLE: CDA DE HIEDRA
- CALLE: HIEDRA

Vulnerabilidad:

SUPERFICIE AFECTADA: 227 m2	NO. DE PREDIOS: 26	HABITACIONAL SI	OTROS: NO
TIPO DE ZONA: POPULAR	INDUSTRIA: NO	COMERCIO: NO	POBLACIÓN AFECTADA: 182

Observaciones y Comentarios:

El talud no ha presentado colapsos severos de material, aunque es importante mencionar que derivado al intemperismo estos colapsos pudiesen presentarse, sobre todo en temporada de lluvias.

Mapa de localización / situación actual





Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Localización:

COLONIA O FRACCIONAMIENTO: REUBICACION EL TORITO

Riesgo: Caídos o derrumbes

PUNTO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIESGO

- CALLE: FRANCISCO SARABIA
- CALLE: PROLONGACIÓN MORELOS
- CALLE: EMILIANO ZAPATA

Vulnerabilidad:

SUPERFICIE AFECTADA: 472 m2	NO. DE PREDIOS: 82	HABITACIONAL SI	OTROS: NO
TIPO DE ZONA: POPULAR	INDUSTRIA: NO	COMERCIO: NO	POBLACIÓN AFECTADA: 410

Observaciones y Comentarios:

El talud no ha presentado colapsos severos de material, aunque es importante mencionar que derivado al intemperismo estos colapsos pudiesen presentarse, sobre todo en temporada de lluvias.

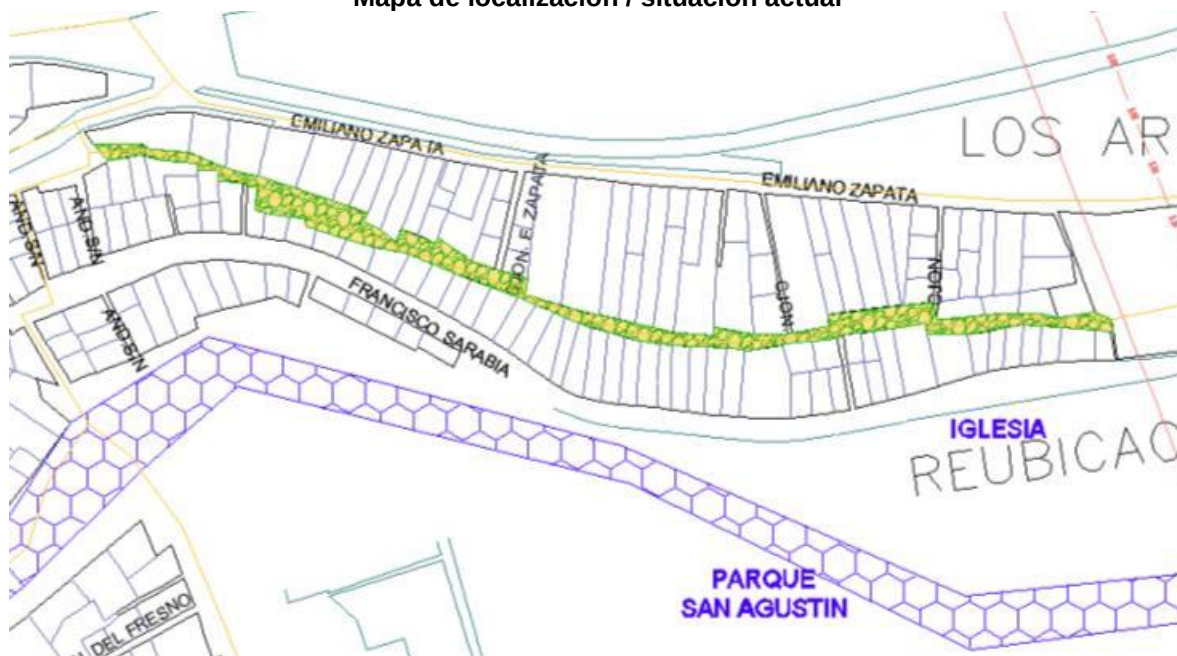


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Mapa de localización / situación actual



Localización:

COLONIA O FRACCIONAMIENTO: LA PRESA EL TOJOCOTE

Riesgo: Caídos o derrumbes

PUNTO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIESGO

- CALLE: RIO MIXTECO
- CALLE: RIO SECO
- CALLE: PRESA PEROTE
- CALLE: RIO NAZAS
- CALLE: RIO BALSAS

Vulnerabilidad:

SUPERFICIE AFECTADA: 470 m2	NO. DE PREDIOS: 37	HABITACIONAL SI	OTROS: NO
TIPO DE ZONA: POPULAR	INDUSTRIA: NO	COMERCIO: NO	POBLACIÓN AFECTADA: 259



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Observaciones y Comentarios:

El talud no ha presentado colapsos severos de material, aunque es importante mencionar que derivado al intemperismo estos colapsos pudiesen presentarse, sobre todo en temporada de lluvias.

Mapa de localización / situación actual



Localización:

COLONIA O FRACCIONAMIENTO: MARTIRES DE RIO BLANCO

Riesgo: Caídos o derrumbes

PUNTO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIESGO

- CALLE: Retorno Revolución
- CALLE: 12 De Diciembre
- CALLE: 20 De Noviembre
- CALLE: Abasolo
- CALLE: Niños Héroes
- CALLE: Francisco Villa
- CALLE: Doña Josefa Ortiz De Domínguez
- CALLE: Allende
- CALLE: Miguel Hidalgo
- CALLE: Emiliano Zapata
- CALLE: Benito Juárez
- CALLE: Narciso Mendoza



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



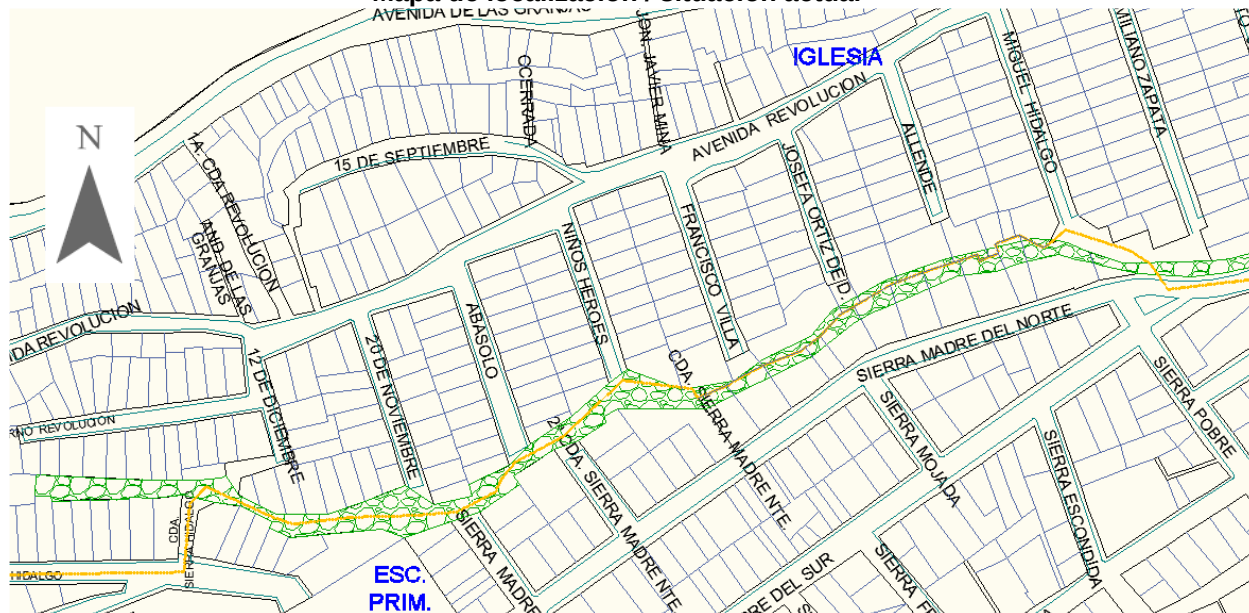
Vulnerabilidad:

SUPERFICIE AFECTADA: 575 m	NO. DE PREDIOS: 73	HABITACIONAL SI	OTROS: NO
TIPO DE ZONA: POPULAR	INDUSTRIA: NO	COMERCIO: NO	POBLACIÓN AFECTADA: 365

Observaciones y Comentarios:

El talud no ha presentado colapsos severos de material, aunque es importante mencionar que derivado al intemperismo estos colapsos pudiesen presentarse, sobre todo en temporada de lluvias.

Mapa de localización / situación actual



Localización:

COLONIA O FRACCIONAMIENTO: SAN ANTONIO ZOMEYUCAN

Riesgo: Caídos o derrumbes

PUNTO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIESGO

- CALLE: CERRADA DEL MANTO
- CALLE: CORAL
- CALLE: AV. CENTENARIO
- CALLE: AV. DE LOS MAESTROS

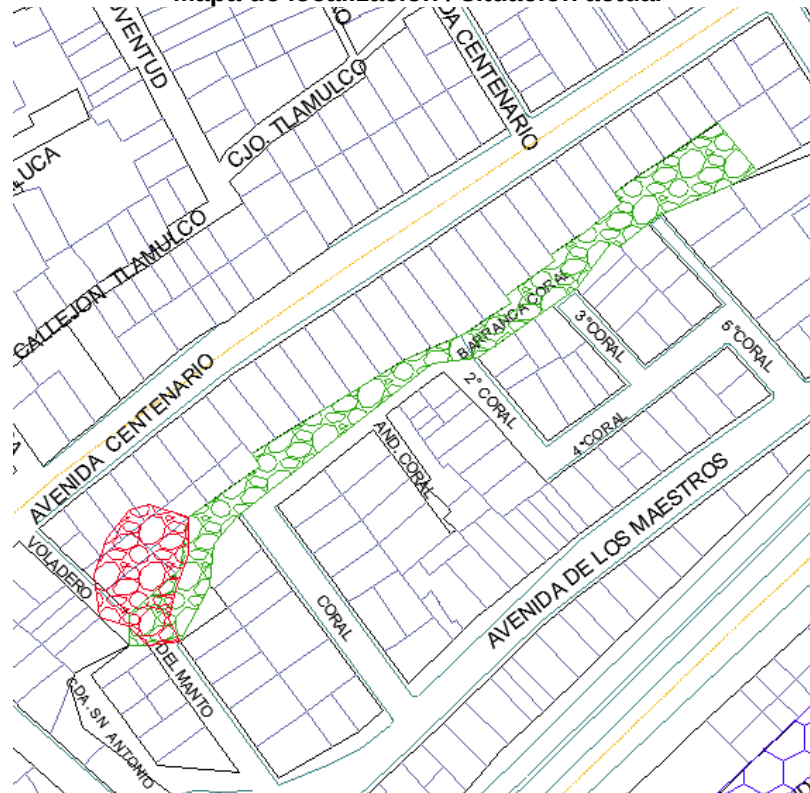
Vulnerabilidad:

SUPERFICIE AFECTADA: 1632 m2	NO. DE PREDIOS: 44	HABITACIONAL SI	OTROS: NO
TIPO DE ZONA: POPULAR	INDUSTRIA: NO	COMERCIO: NO	POBLACIÓN AFECTADA: 308

Observaciones y comentarios

El talud se encuentra estabilizado por medio de una malla que contiene los pequeños colapsos que pudiesen ocurrir, además de que cuenta con tensores que refuerzan la estabilidad del mismo. Hasta la fecha no se han presentado desprendimientos de material.

Mapa de localización / situación actual



Localización:

COLONIA O FRACCIONAMIENTO: SAN LORENZO TOTOLINGA

Riesgo: Caídos o derrumbes

PUNTO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIESGO

- CALLE: C/JON FRESNO
- CALLE: C/DA LÓPEZ
- CALLE: C/DA PINEDA
- CALLE: C/DA STA. ÚRSULA



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



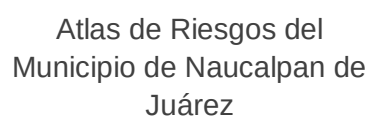
- CALLE: SAN JOSÉ
- CALLE: CDA DE LOS ÁNGELES
- CALLE: SANTO DOMINGO
- CALLE: PROLONGACIÓN PINOS
- CALLE: CDA SAN ÁNGEL
- CALLE: CDA SANTA MARÍA

Vulnerabilidad:

SUPERFICIE AFECTADA: 1,66 m2	NO. DE PREDIOS: 68	HABITACIONAL SI	OTROS: NO
TIPO DE ZONA: POPULAR	INDUSTRIA: NO	COMERCIO: NO	POBLACIÓN AFECTADA: 476

Observaciones y Comentarios:

El talud no ha presentado colapsos severos de material, aunque es importante mencionar que derivado al intemperismo estos colapsos pudiesen presentarse, sobre todo en temporada de lluvias.





Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Localización:

COLONIA O FRACCIONAMIENTO: SAN LORENZO TOTOLINGA

Riesgo: Caídos o derrumbes

PUNTO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIESGO

- CALLE: Refugio González
- CALLE: Mazatlán
- CALLE: Pirules
- CALLE: Pinitos
- CALLE: Violeta
- CALLE: Cda Capulines
- CALLE: San José
- CALLE: Peñasco
- CALLE: Marina
- CALLE: Sta. Elena

Vulnerabilidad:

SUPERFICIE AFECTADA: 1250 m2	NO. DE PREDIOS: 71	HABITACIONAL SI	OTROS: NO
TIPO DE ZONA: POPULAR	INDUSTRIA: NO	COMERCIO: NO	POBLACIÓN AFECTADA: 597

Observaciones y Comentarios:

El talud no ha presentado colapsos severos de material, aunque es importante mencionar que derivado al intemperismo estos colapsos pudiesen presentarse, sobre todo en temporada de lluvias.

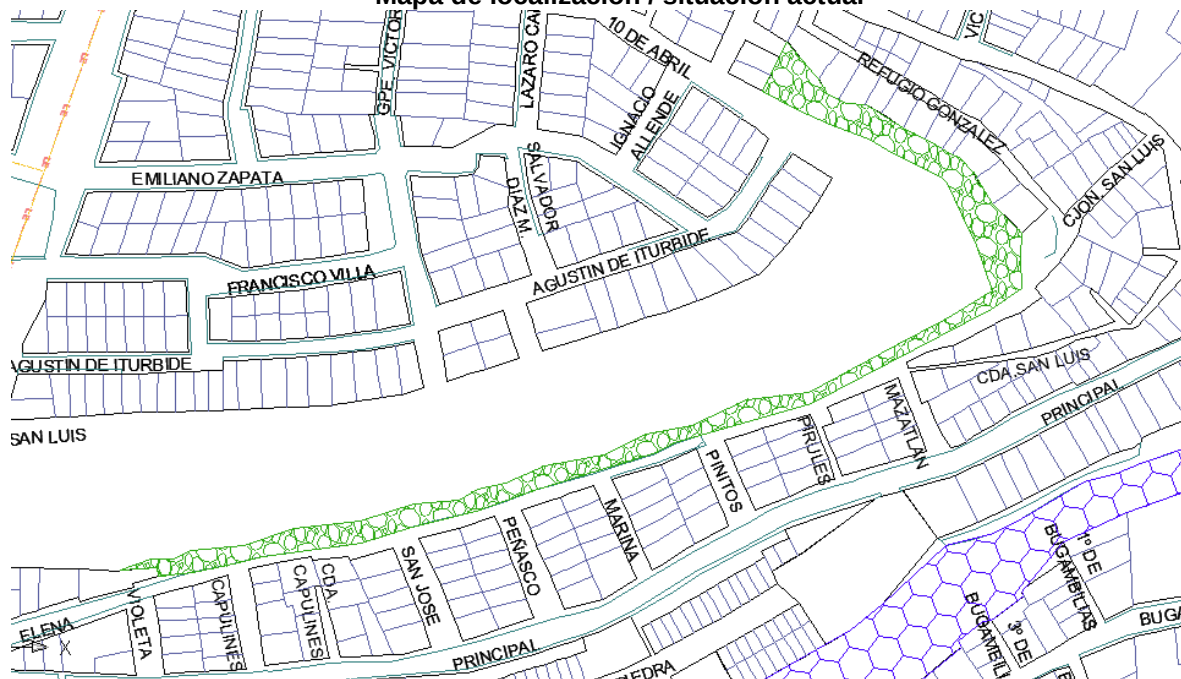


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Mapa de localización / situación actual



Localización:

COLONIA O FRACCIONAMIENTO: SAN LORENZO TOTOLINGA

Riesgo: Caídos o derrumbes

PUNTO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIESGO

- CALLE: 1ª CDA DE ESCALERAS
- CALLE: CDA FELIPE
- CALLE: 1º CJON DE ESCALERAS
- CALLE: 4ª CDA DE ESCALERAS
- CALLE: CDA RIVERA
- CALLE: CDA 20 DE FEBRERO
- CALLE: 5ª CDA DE ESCALERAS
- CALLE: 5 DE MAYO
- CALLE: AMPLIACIÓN ESCALERAS
- CALLE: 10 DE MAYO

Vulnerabilidad:

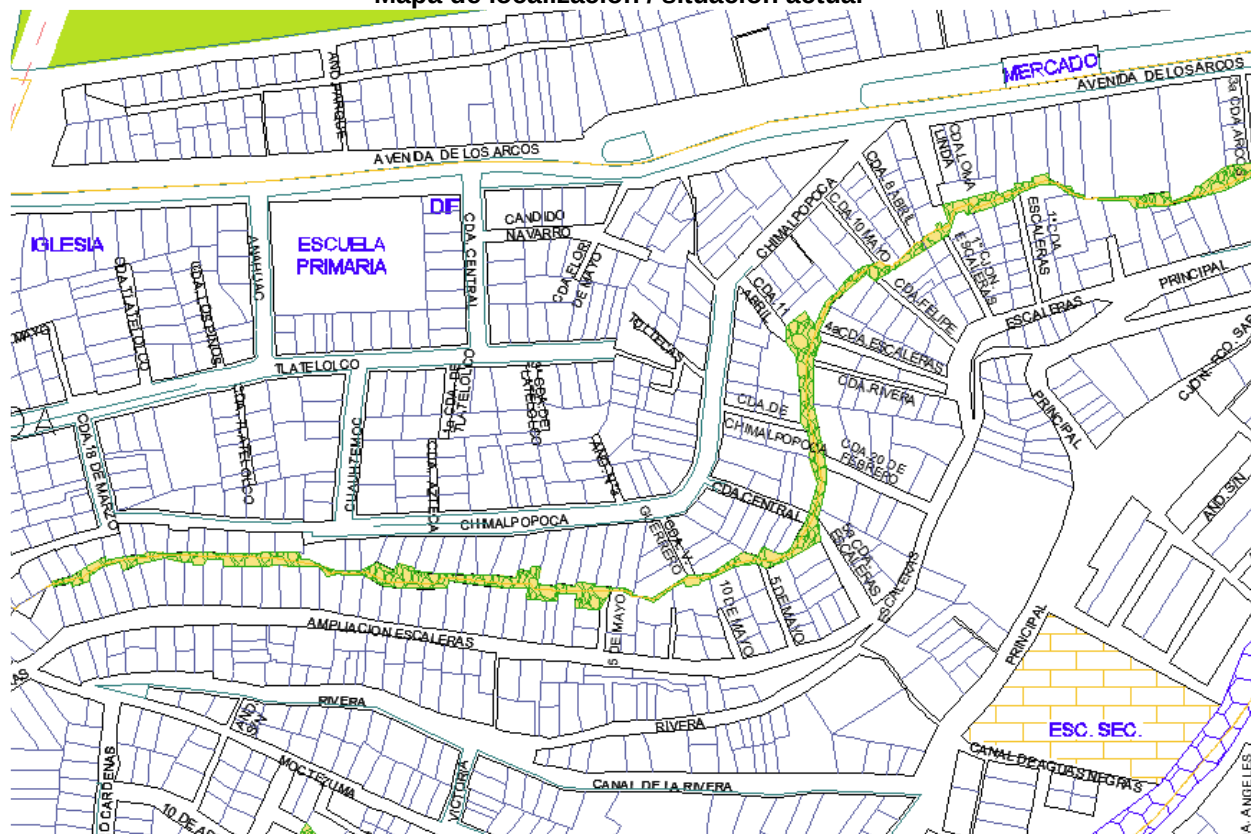
SUPERFICIE AFECTADA: 779 m2	NO. DE PREDIOS: 110	HABITACIONAL SI	OTROS: NO
TIPO DE ZONA: POPULAR	INDUSTRIA: NO	COMERCIO: NO	POBLACIÓN AFECTADA: 770



Observaciones y comentarios

El talud se encuentra estabilizado por medio de una malla que contiene los pequeños colapsos que pudiesen ocurrir, además de que cuenta con tensores que refuerzan la estabilidad del mismo. Hasta la fecha no se han presentado desprendimientos de material.

Mapa de localización / situación actual



Localización:

COLONIA O FRACCIONAMIENTO: AMPLIACIÓN MINAS COYOTE

Riesgo: Caídos o derrumbes

PUNTO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIESGO

- CALLE: HUIZACHE
- CALLE: BUGAMBILIA
- CALLE: GLORIA
- CALLE: LAUREL
- CALLE: OYAMEL



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



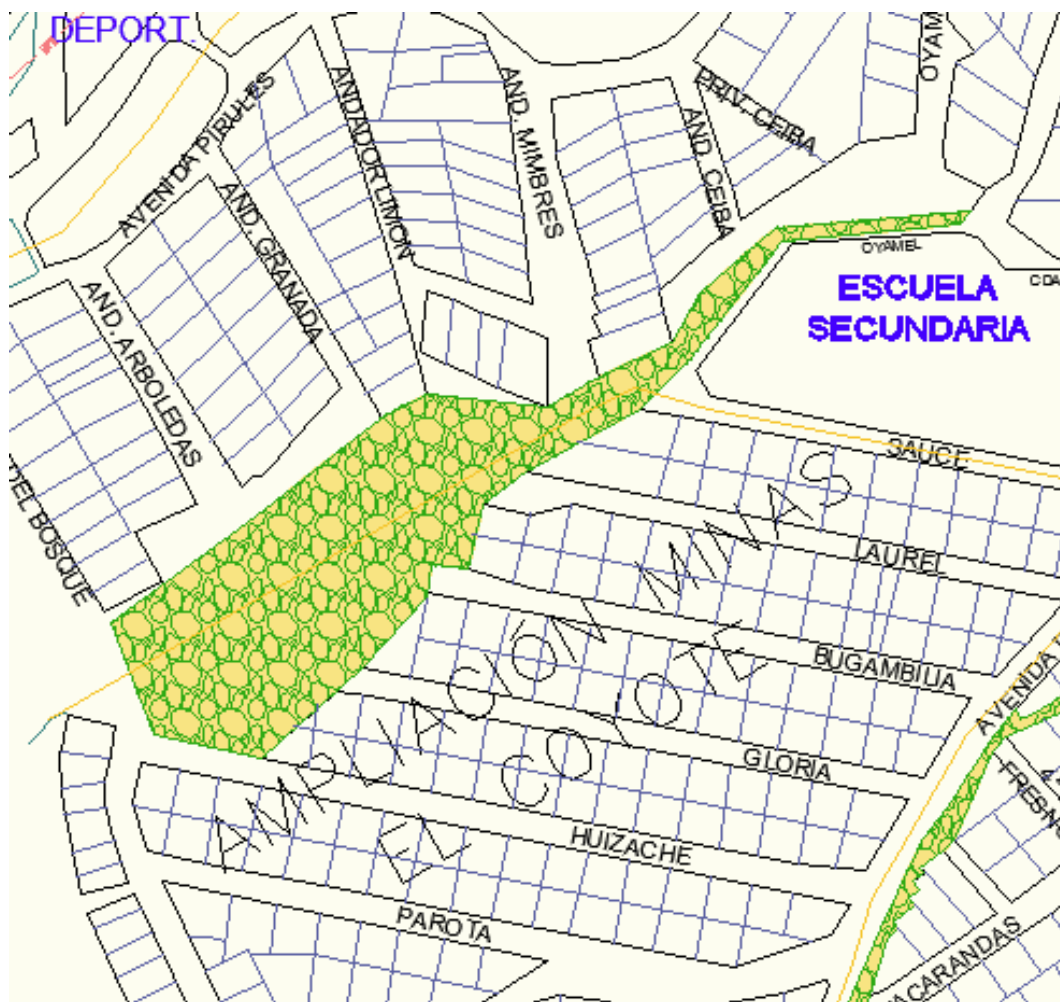
Vulnerabilidad:

SUPERFICIE AFECTADA: 280 m2	NO. DE PREDIOS: 29	HABITACIONAL SI	OTROS: NO
TIPO DE ZONA: POPULAR	INDUSTRIA: NO	COMERCIO: NO	POBLACIÓN AFECTADA: 203

Observaciones y Comentarios:

El talud no ha presentado colapsos severos de material, aunque es importante mencionar que derivado al intemperismo estos colapsos pudiesen presentarse, sobre todo en temporada de lluvias.

Mapa de localización / situación actual





Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Localización:

COLONIA O FRACCIONAMIENTO: MINAS COYOTE

Riesgo: Caídos o derrumbes

PUNTO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIESGO

- CALLE: JACARANDAS
- CALLE: AV. DE LOS PINOS
- CALLE: CALLEJON LOS FRESNOS

Vulnerabilidad:

SUPERFICIE AFECTADA: 432 m2	NO. DE PREDIOS: 24	HABITACIONAL SI	OTROS: NO
TIPO DE ZONA: POPULAR	INDUSTRIA: NO	COMERCIO: NO	POBLACIÓN AFECTADA: 120

Observaciones y Comentarios:

El talud no ha presentado colapsos severos de material, aunque es importante mencionar que derivado al intemperismo estos colapsos pudiesen presentarse, sobre todo en temporada de lluvias.



Mapa de localización / situación actual



Localización:

COLONIA O FRACCIONAMIENTO: OLIMPICA RADIO 2ª SECCIÓN

Riesgo: Caídos o derrumbes

PUNTO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE RIESGO

• CALLE: ANDADOR LA LUNA

- CALLE: CALLE 1
- CALLE: CALLE 2
- CALLE: CALLE 3
- CALLE: CALLE 4





Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



colapsos. La subsidencia al tener velocidades bajas de ocurrencia, no ocasiona víctimas mortales, pero los daños económicos pueden ser elevados, sobre todo en áreas urbanas, donde constituye un riesgo alto para cualquier tipo de estructura asentada sobre el terreno que se deforma. Los mecanismos que desencadenan este tipo de procesos son variados, por ejemplo: movimientos sísmicos, tectónicos, rellenos internos no compactados, minas antiguas, explotación de recursos en el subsuelo, o disolución de capas de rocas o salinas (natural o por construcción de embalses). Este proceso puede ocasionar la destrucción o daño en las vías de comunicación, invasión de aguas en zonas cercanas al mar, lagos o salinas, cambios en la pendiente que afecten a flujos de aguas en tuberías y alcantarillado, contaminación de aguas subterráneas, desestabilización o hundimiento de edificios y casas.

Por tal motivo, es necesario considerar varios aspectos que determinan las zonas de subsidencias o colapsos potenciales. A partir de la regionalización geomorfológica, la topografía, fallas y fracturas, la geología y zonas de extracción de agua, fue posible generar un mapa general de zonas potenciales de hundimiento para el municipio de Naucalpan. La litología en donde se concentra este tipo de fenómenos es la del relleno aluvial del Cuaternario, perteneciente a las zonas de valles amplios, en este caso, cuencas sedimentarias con procesos de rellenos aluviales, y proluvial.

Así en el municipio pueden ocurrir hundimientos en la zona cercana a la planicie lacustre de la Cuenca de México, y los rellenos aluviales, tanto naturales (amplios fondos de valles) como antrópicos. Cabe señalar que los colapsos al verse relacionados con la generación de un espacio vacío al interior del subsuelo, no ocurren de manera natural en el municipio, debido a que se asocian a rocas sedimentarias que no afloran en él. Por lo que este tipo de fenómeno se asocia a la extracción de material de manera antrópica, a manera de túneles, De los cuales se desconocen su extensión. Y como el colapso se desencadena por el movimiento y/o el incremento de peso superficial, se decidió mencionar y regionalizar este tipo de proceso en el apartado sísmico.

Peligro

De acuerdo al mapa de peligros, las áreas de mayor inestabilidad para hundirse del municipio de Naucalpan son las planicies y las áreas minadas. Esto de acuerdo el suelo lacustre y la extracción de agua del subsuelo afecta seriamente el terreno, asimismo las áreas que han sido de extracción de materiales de construcción o minas. Colonias como Echegaray, La Florida, Pastores, 10 de Abril, Ahuizotla, Industrial Alce Blanco, han sido afectadas por este fenómeno, la mayoría corresponden a las áreas de la planicie lacustre al este del municipio (Figura 50).

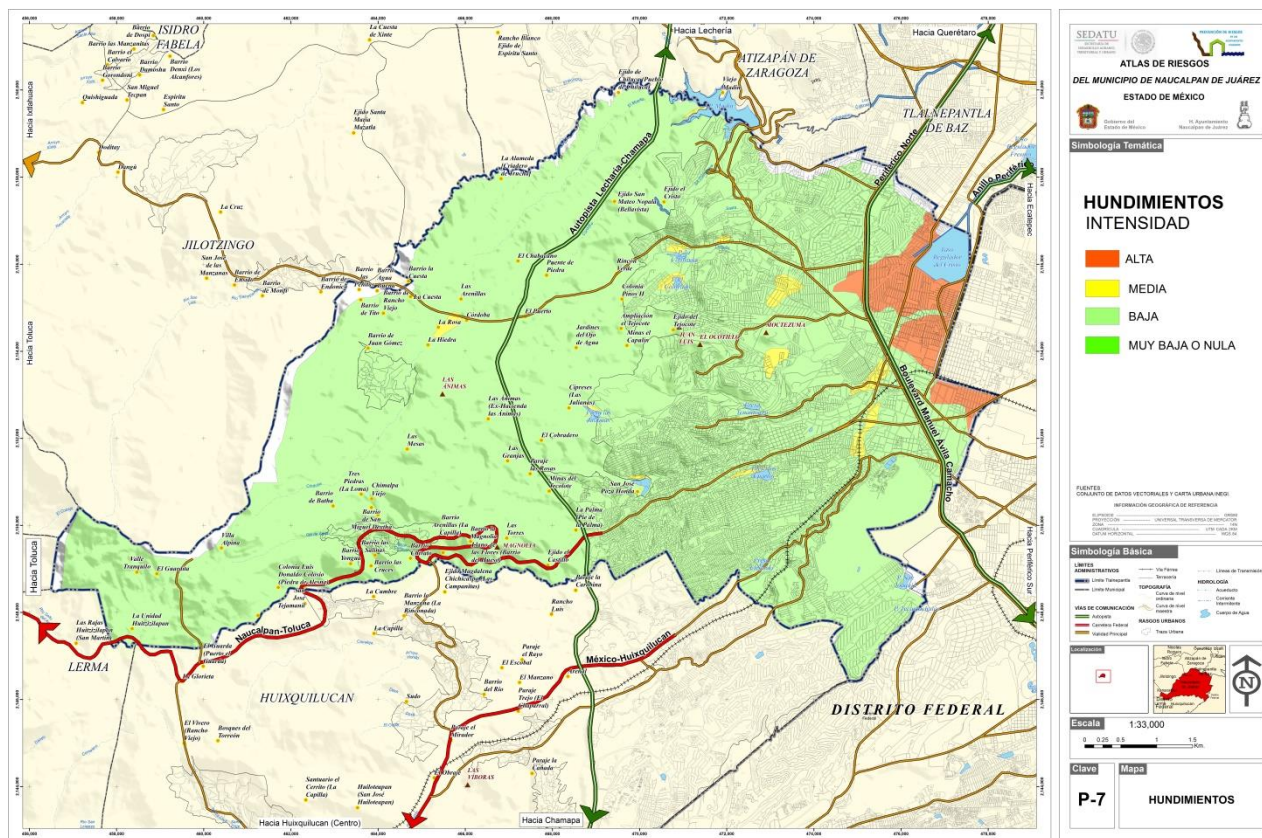


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 50. Mapa de peligro por Hundimientos



Elaboración propia con base en información de INEGI

5.7.1. Vulnerabilidad

Debido a que las zonas de mayor peligro por hundimientos se encuentran en partes planas, las localidades asentadas en esta planicies mantienen un alto potencial de vulnerabilidad, debido aunque las casas habitación sean de material de concreto deben estar bien cimentadas para resistir a movimientos bruscos y colapsos. Por este motivo se convierten en vulnerables las casas/habitación ubicadas en zonas de peligro.

5.7.2. Riesgo

De acuerdo a las zonas caracterizadas como peligro alto de hundimientos y localidades vulnerables ante este tipo de peligros, el mayor riesgo se encuentra en la planicie lacustre y las áreas de minas de extracción de materiales. (Figura 54). Se puede deducir que Riesgo ALTO principalmente la planicie (Figura 52), en las que existen colonias como Echegaray, La Florida, Pastores, 10 de Abril, Ahuizotla, Industrial Alce Blanco. En el Cuadro 32 se mencionan el área propensa a este tipo de riesgo, así como los Ageb's y población que podría sufrir algún daño por este fenómeno.



Figura 51. Túneles en zonas urbanas.

A) Muestra la apertura dejada por un colapso del techo de un túnel (Mercado Col. Benito Juárez. B) Se muestra la entrada de uno de los túneles producto de la explotación de material de pómez y ceniza (Col. Las Huertas).

Metodología

En campo se realizó un levantamiento con puntos GPS y nivel de peligrosidad, posteriormente se descargaron esos puntos en formato shapefile y en el software arcgis se interpolaron mediante los métodos IDW y kriging. Con estos se obtuvieron áreas potenciales con igual número de inestabilidad o peligro que se marcó en 5 rangos de muy baja a muy alta. En Arcgis se exportan los shapefile de peligro y vulnerabilidad a formato raster, estos se suman y los mapas resultantes se reclasifican a valores en una escala de 1 al 3 para riesgos Bajo, Medio y Alto.

Cuadro 32. Agebs con Grado de riesgo Alto, Medio y bajo

Intensidad	Área (km2)	AGEB's	Población	Detalle
Alta	6.95	13	44404	Asociada a áreas planas con extracción intensificada de agua y materiales
Media	27.77	100	494977	Asociada a Litología aluvial con uso habitacional
Baja	44.07	89	266490	Asociada geología cuaternaria y suelo estable

Elaboración propia con base en información de INEGI

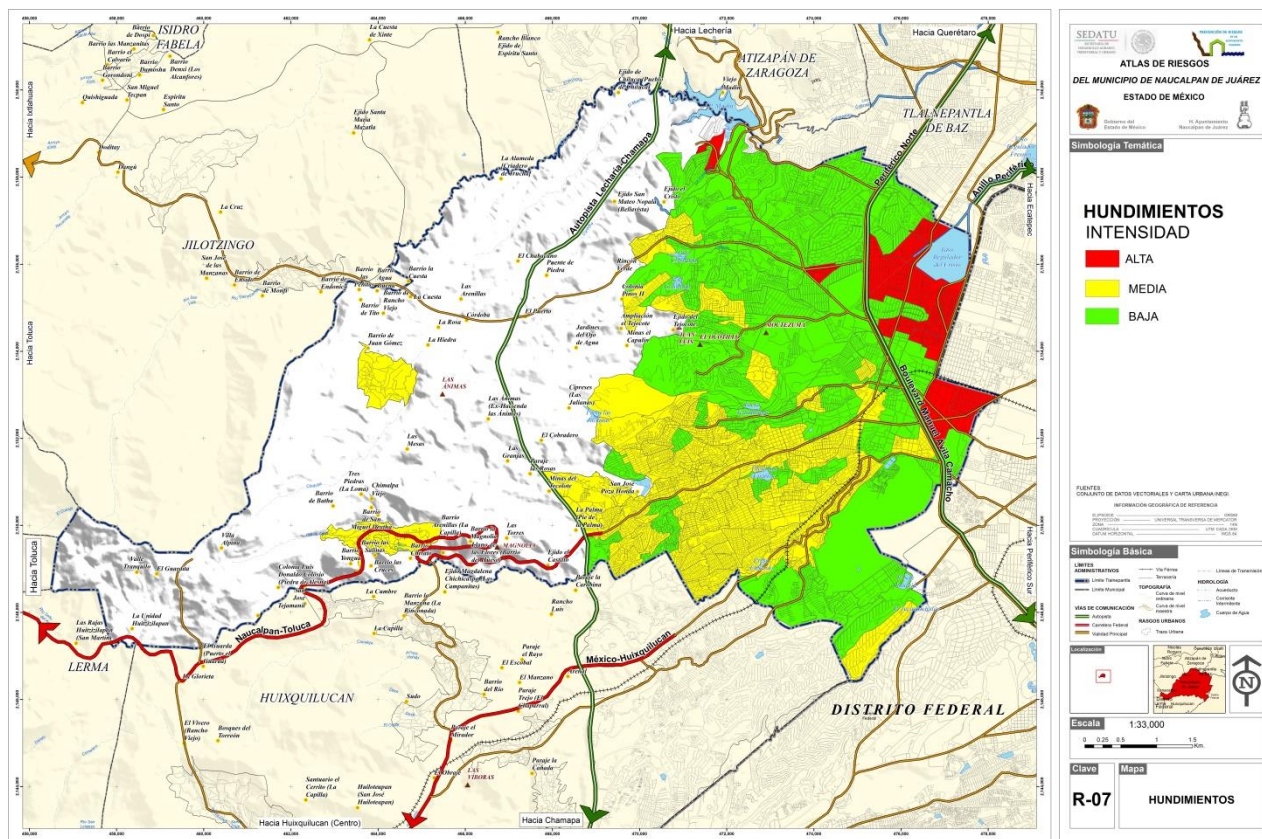


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 52. Mapa de Riesgo por Hundimientos



Elaboración propia con base en información de INEGI

Zonificación Geotécnica del oriente del Distrito Federal y Estado de México

La geotécnica es la rama de la Geología que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas, hidráulicas e ingenieriles de los materiales provenientes de la Tierra, aplicadas a las obras de Ingeniería Civil. Se investiga el suelo y las rocas por debajo de la superficie para determinar sus propiedades y diseñar las cimentaciones para estructuras tales como edificios, puentes, centrales hidroeléctricas, estabilizar taludes, construir túneles y carreteras, etc. (Wikipedia 2015).

El gobierno del Distrito Federal (GDF 2004a), da una descripción de las tres zonas identificadas, y un mapa de zonificación geotécnica en donde se muestran las zonas I, II y III (Figura 56).

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. En esta zona es frecuente la presencia de oquedades en rocas, cavernas y túneles excavados en suelos para explotar minas de arena y de rellenos no controlados; El municipio de Naucalpan abarca la mayoría de esta zona por sus lomeríos.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

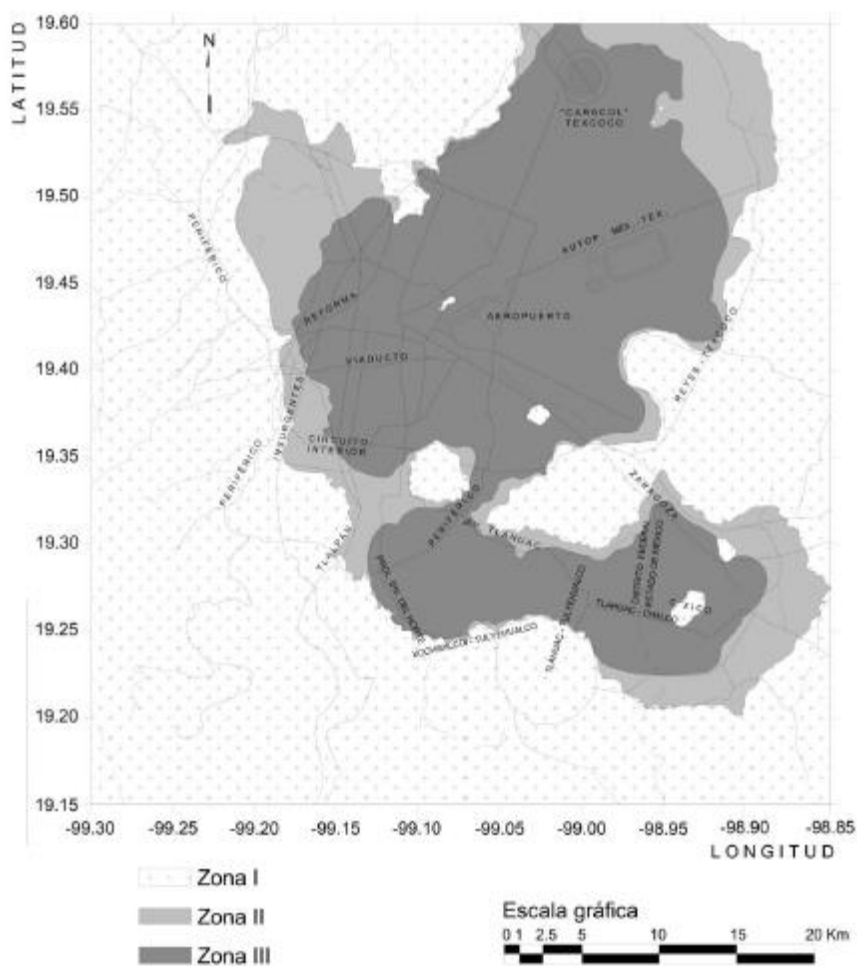
SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



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

Zona III. Lacustre, integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresibles, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo y arcilla. Estas capas arenosas son generalmente medianamente compactas a muy compactas y de espesor variable de centímetros a varios metros. Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales, materiales desecados y rellenos artificiales; el espesor de este conjunto puede ser superior a 50 m. la planicie del municipio de Naucalpan se encuentra en esta zona por lo que es sujeta a hundimientos.

Figura 53. Mapa de zonificación geotécnica del DF.



Fuente: GDF 2004a



5.8 Subsistencia

La subsidencia del terreno es un fenómeno natural que implica el asentamiento de la superficie en un área extensa debido a varios factores, el cual afecta a amplias zonas del territorio causando importantes daños económicos. Los factores causantes pueden ser la disolución de materiales profundos, construcción de obras subterráneas o de galerías mineras, la erosión del terreno en profundidad, el flujo lateral del suelo, la compactación de los materiales que constituyen el terreno o la actividad tectónica. Todas estas causas se manifiestan en la superficie del terreno mediante deformaciones verticales que pueden variar desde pocos milímetros hasta varios metros durante periodos que varían desde minutos hasta años (Tomas, et al. 2009).

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 (Figura 54), 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 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).

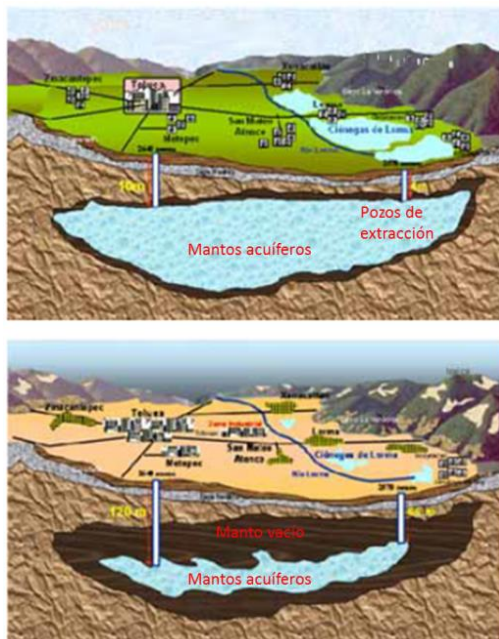


Figura 54. Ejemplo de la extracción de pozos de agua del subsuelo y su afectación con los mantos freáticos que producen fenómenos como subducción o hundimientos.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Actualmente, gran parte de la ciudad de México se asienta sobre los restos lacustres. Estos restos están formados por niveles arcillosos con un alto contenido de agua, cuyo espesor varía entre 30 y 70 m con una alta deformabilidad. A lo largo de la historia de México, el hundimiento de los pesados edificios se debe a la consolidación natural de las arcillas. Aunado a este fenómeno está la extracción de agua por bombeo el cual tiene dos características principales: 1) está constituido por materiales permeables como arenas limos arenosos o gravas, y 2) está confinado por arcillas de baja permeabilidad. Así que al disminuir la presión del agua que se encuentra en los poros de los materiales arcillosos, donde dependiendo de su espesor y permeabilidad provoca un cambio súbito en la presión de agua del manto freático (Figura 54). A esta alteración se establece un flujo descendente de agua desde la arcilla hasta el acuífero. Cuando las arcillas están saturadas como ocurre en la ciudad de México el volumen de agua que expulsan es proporcional a la subsidencia que se observa en la superficie. De ahí ocurre la compresión y por ello el bombeo equivale a sobrecargar el suelo como respuesta a la disminución de la presión del poro. Así mismo, Este fenómeno constituye un serio problema para las construcciones; debido que hace necesario realizar frecuentes reconstrucciones y modificaciones (Tomas, et al., 2009).

La extracción de agua subterránea se inició en 1847, con pozos de tipo artesanos y con gastos de 1.5 m³/s y fue una solución efectiva para el abastecimiento de agua. Esta actividad se intensificó en la décadas de 1940 y ya causaba hundimientos hasta de 50 cm al año, lo que provoco daños a edificios coloniales e infraestructura urbana.

5.8.1. Peligro

Para el municipio de Naucalpan, se encontraron indicativos sobre el terreno de subsidencia, que fueron considerados desde MUY ALTOS Y ALTOS colonias como San Lorenzo Tlaltenango, Industrial Alce Blanco, Ahuizotla, cerca de las áreas de fallas y pozos de extracción de agua, y de MEDIO colonias, San Esteban, Lázaro Cárdenas y El Conde. MUY BAJO y BAJO las áreas de laderas de montañas y algunas laderas como se muestra en la Figura 55. Se ejemplifica áreas que se hunden lentamente a causa de fallas activas (Figura 56), donde se ha representado un nivel de subsidencia ALTO.



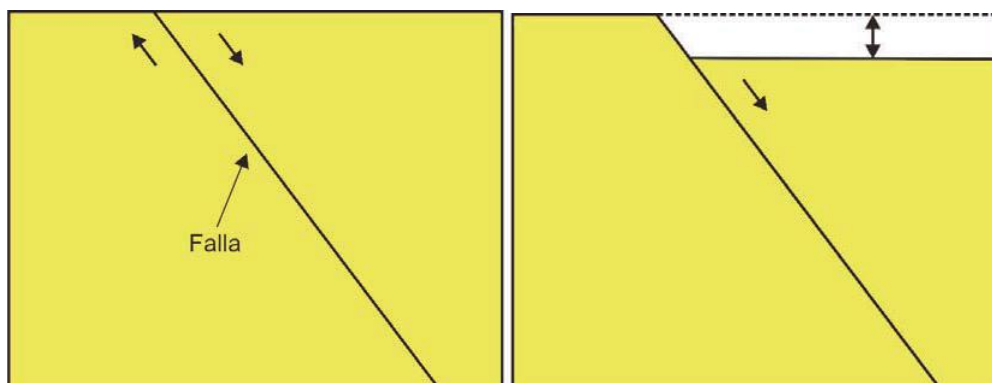


Figura 56. Ejemplificación de subsidencia en zonas falladas, esto representa un alto grado de peligro debido que la subsidencia provoca inestabilidad en el terreno y la estructuras (casas, calles, puentes, etc.) en los límites se agrietan.

5.8.2. Vulnerabilidad

La Vulnerabilidad debido al alto índice de marginación en el municipio es que la subsidencia se presenta sobre todo en el área de fallas y de extracción de los pozos de agua; por lo tanto, las construcciones nuevas si son corregidas a tiempo pueden disminuir la vulnerabilidad de sus viviendas e infraestructura.

Según Tomas et. al (2009) la subsidencia se acentuó nuevamente desde mediados del siglo XX, cuando las necesidades de agua potable de la ciudad de México llevaron a la explotación cada vez más intensa de los acuíferos de la cuenca, con el consiguiente drenaje del agua desde los estratos de suelo blando y su consolidación que es el origen del hundimiento del terreno (Figura 57).

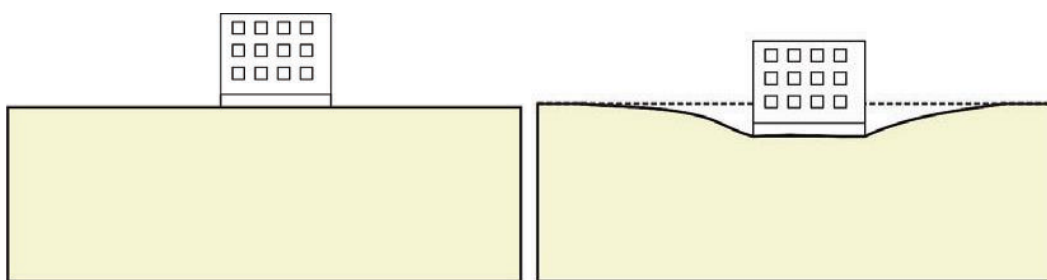


Figura 57. Ejemplificación de edificios en proceso de colapso en áreas de subsidencia, debido al peso del edificio y la compactación de las arcillas del suelo se genera el asentamiento e inestabilidad de las construcciones.



5.8.3. Riesgo

Para dar una visión clara de la magnitud que puede alcanzar la subsidencia el ejemplo más claro es el nivel del terreno en la plaza central de la ciudad (el Zócalo) que desciende cerca de 7.5 m desde inicios del siglo XX hasta la actualidad; la subsidencia actual varía en la cuenca de México, pero se establece que alrededor de 8 cm/año es el promedio, sin que haya señales de que vaya a reducirse en el futuro. Los efectos de esta subsidencia han sido particularmente graves para el sistema de drenaje y los edificios pesados. La única forma de resolver el problema es logrando un equilibrio entre la cantidad de agua que se extrae de los acuíferos y la que se recarga en los mismos por la filtración de agua de lluvia o por la inyección de agua tratada.

Se puede deducir que Riesgo ALTO para la planicie donde se encuentran pozos de extracción de agua y tienen mayor extracción (Figura 58).

De las colonias registradas, Ahuizotla, Industrial Alce Blanco, San Lorenzo Tlaltenango y Nuevo Madin son las que presentan mayor índice de subsidencia y hundimientos, asimismo, en el Cuadro 33 se enumeran las áreas que tienen en km² los ageb's y la población en riesgo.

Metodología

En campo se realizó un levantamiento con puntos GPS y nivel de peligrosidad, posteriormente se descargaron esos puntos en formato shapefile y en el software arcgis se interpolaron mediante los métodos IDW y kriging. Con estos se obtuvieron áreas potenciales con igual número de inestabilidad o peligro que se marcó en 5 rangos de muy baja a muy alta. En Arcgis se exportan los shapefile de Peligro y vulnerabilidad a formato raster, estos se suman y los mapas resultantes se reclasifican a valores en una escala de 1 al 3 para riesgos Bajo, Medio y Alto.

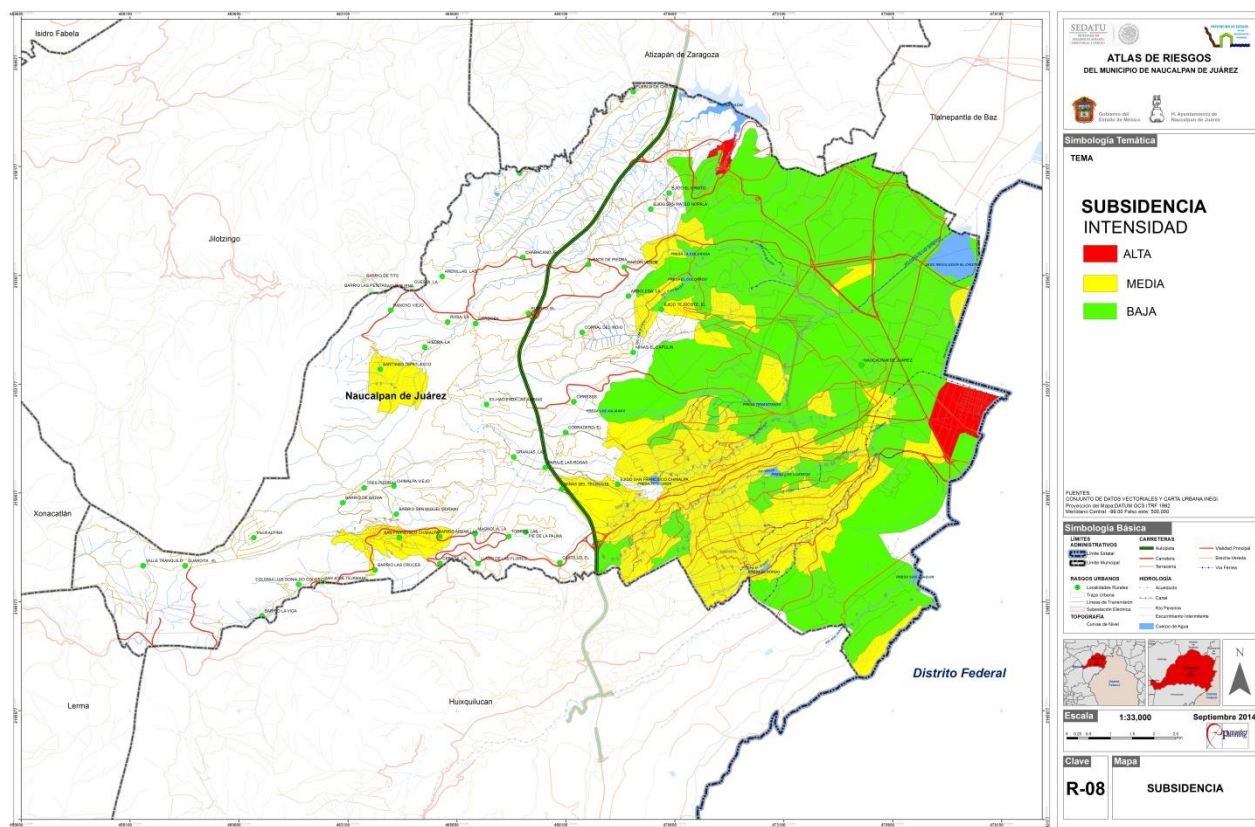
Cuadro 33. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio

Intensidad	Área (km2)	AGEB's	Población	Detalle
Alta	1.92	3	12987	Asociada a bajas pendientes con extracción intensificada de agua
Media	27.01	100	497039	Asociada a Litología aluvial con uso habitacional
Baja	49.86	99	295845	Asociada geología cuaternaria y suelo estable

Elaboración propia con base en información de INEGI



Figura 58. Mapa de Riesgo por Subsistencia



Elaboración propia con base en información de INEGI

5.9 Agrietamientos

Las grietas se definen como aberturas largas y estrechas, ocasionadas por la separación de material de la misma o diferente composición. De igual manera las grietas, pueden estar relacionadas con las fallas y fracturas, así como a los procesos de remoción en masa y condiciones climático-atmosféricas. Por lo tanto la formación de grietas, y cualquier incremento en su ritmo o tasa de ampliación, es un indicador común de inminentes roturas del talud (Pedraza, 1998; Strahler, 1992).

Trabajos realizados por Alberro et. al. 2006, en el Valle de la ciudad de México presentan un planteamiento elástico general, que implican 3 factores de generación de casos de grietas: Generación de grietas por evaporación y encharcamientos. Agrietamientos por bombeo dentro de una franja infinita de ancho constante y fracturamiento por exceso de presión hidráulica en una cavidad esférica. En los tres casos se generan tensiones en la masa del suelo capaces de generar grietas. Este aspecto se intensifica en la zona de transición debido a que existe mayor interacción entre materiales de diferente rigidez y deformabilidad.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Las grietas en suelo arcillosos del Valle de México es un fenómeno que se aceleró en las últimas décadas y está ligado al hundimiento y subducción a consecuencia del bombeo de agua y los sistemas de fallas y fracturas que aumentan la importancia de los agrietamientos. Se presentan en las zonas de transición abrupta, con secuelas de daños a las construcciones e instalaciones urbanas, constituye un grave factor de riesgo.

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. Etc.).

5.9.1. Peligro

De acuerdo al mapa de peligros, las áreas de mayor inestabilidad de agrietamientos del municipio de Naucalpan coinciden con las áreas de hundimientos y subsidencia en las planicies las que representan mayor peligro. Esto de acuerdo el suelo lacustre y la extracción de agua del subsuelo afecta seriamente el terreno, lo que provoca que la infraestructura sufra cuarteaduras y grietas que desestabilizan el entorno geográfico de lugar.

Por lo tanto, en la Figura 59. Mapa de peligro por Agrietamientos se presenta el mapa en donde se pueden localizar las zonas con mayor probabilidad de presentar grietas, considerando para su elaboración: fallas y fracturas geológicas, uso de suelo así como las áreas susceptibles a deslizamientos. El mapa de áreas susceptibles a presentar agrietamientos se presenta en tres niveles: ALTO en las áreas planas o lacustres colonias como Ahuizotla, Industrial Alce Blanco, San Lorenzo Tlaltenango, MEDIO colonias Echegaray, La Florida, Pastores, 10 de Abril, y BAJO en las zonas de piedemontes y laderas de montaña. En el mismo sentido se recomienda el análisis de grietas, ya que estas son antecedentes de otro tipo de fenómenos como los procesos de remoción en masa y hundimientos.

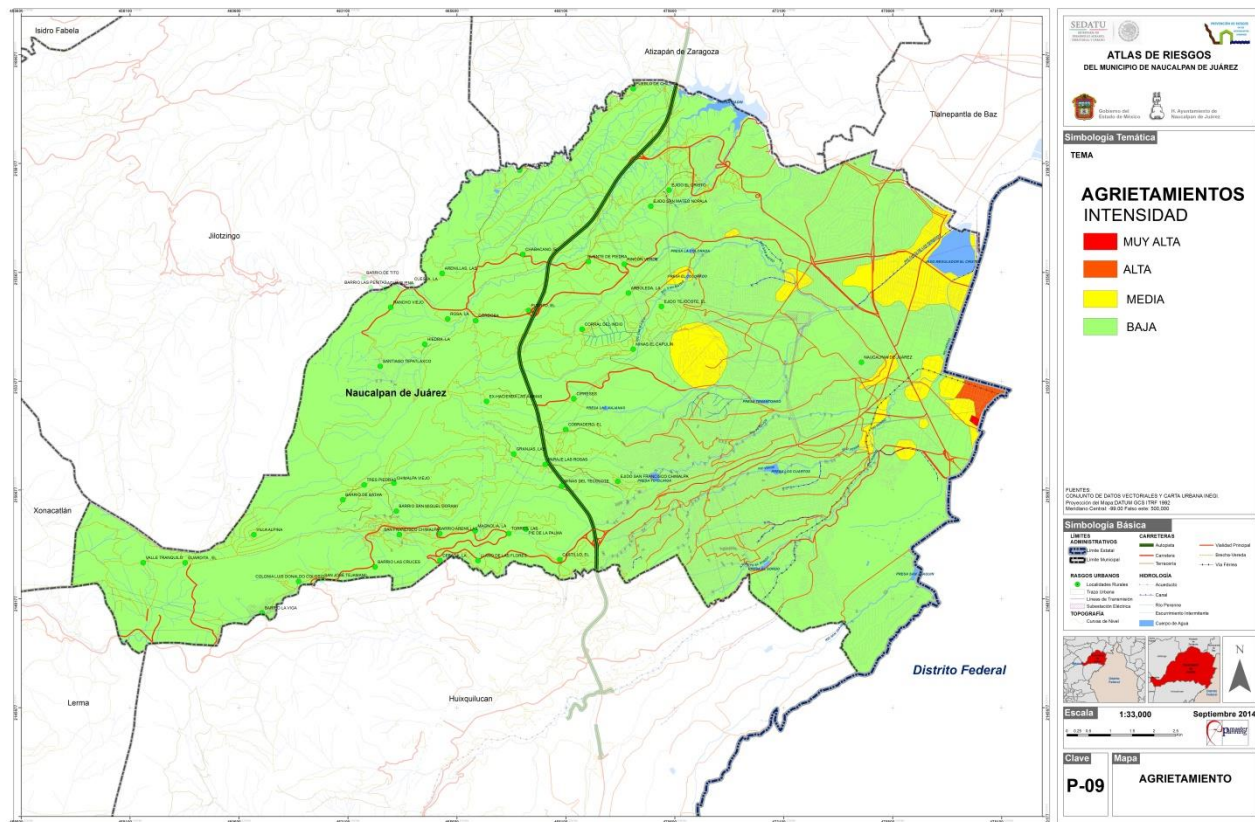


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 59. Mapa de peligro por Agrietamientos



Elaboración propia con base en información de INEGI

5.9.2. Vulnerabilidad

Debido a que las zonas de mayor peligro por agrietamientos se encuentran en partes planas, las localidades asentadas en esta planicies mantienen un alto potencial de vulnerabilidad, debido aunque las casas habitación sean de material de concreto sino tienen cimientos que resistan movimientos bruscos se convierten en vulnerables.

5.9.3. Riesgo

De acuerdo a las zonas caracterizadas como riesgo ALTO de agrietamientos y localidades vulnerables ante este tipo de peligros, el mayor riesgo se encuentra en las áreas de la planicie lacustre, sobre las áreas donde se ubican los pozos de extracción de agua, Colonia Ahuzotla y Nuevo Madin. Se puede deducir que riesgo MEDIO para la planicie donde se encuentran los pozos de extracción de agua y tienen mayor extracción, así como la relación en áreas de hundimientos y subsidencia y riesgo BAJO para el área de montaña y piedemontes (on base en información de INEGI)

Figura 61). Asimismo, en el Cuadro 34. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio”, se enumeran las áreas que tienen en km² los ageb's y la población en riesgo.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



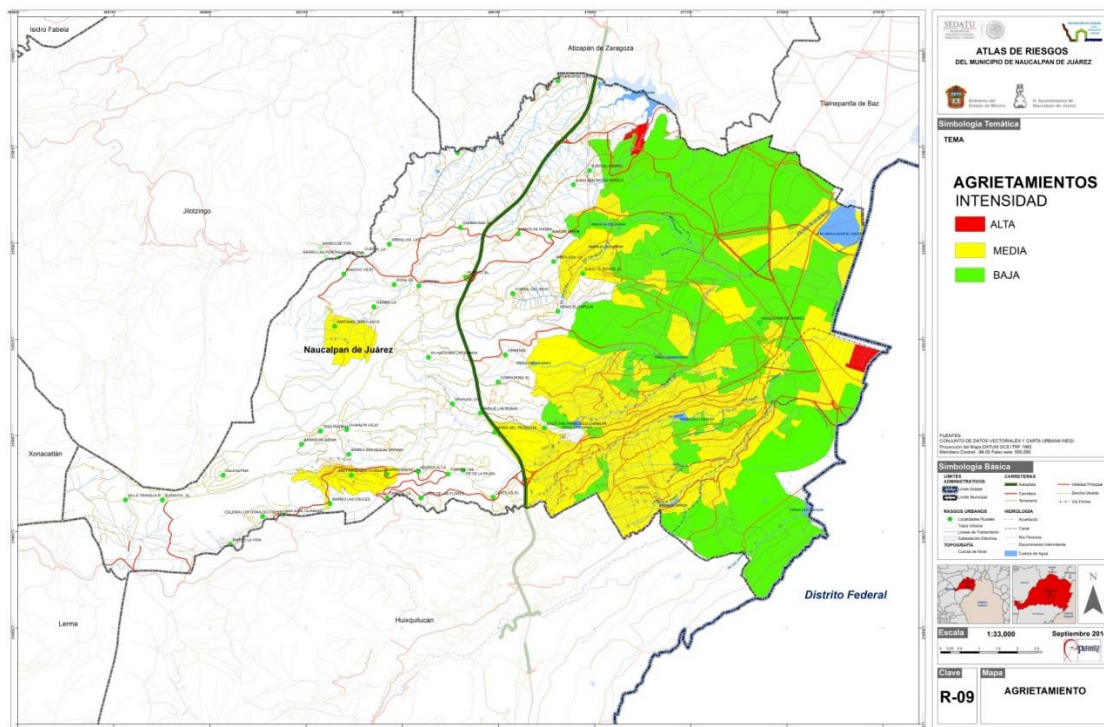
Figura 60. Ejemplificación de grietas en proceso de colapso en áreas de subsidencia, col. El Corralito.

Cuadro 34. Agebs con Grado de riesgo Alto y Medio

Intensidad	Área (km2)	AGEB's	Población	Detalle
Alta	0.72	2	12738	Asociada a bajas pendientes y áreas de subsidencia y hundimientos
Media	35.24	114	520664	Asociada a bajas pendientes y áreas de subsidencia y hundimientos
Baja	42.82	86	272469	Asociada geología cuaternaria y suelo estable

Elaboración propia con base en información de INEGI

Figura 61. Mapa de Riesgo por Agrietamientos





Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Elaboración propia con base en información de INEGI

Metodología

En campo se realizó un levantamiento con puntos GPS y nivel de peligrosidad, posteriormente se descargaron esos puntos en formato shapefile y en el software arcgis se interpolaron mediante los métodos IDW y kriging. Con estos se obtuvieron áreas potenciales con igual número de inestabilidad o peligro que se marcó en 5 rangos de muy baja a muy alta. En Arcgis se exportan los shapefile de Peligro y vulnerabilidad a formato raster, estos se suman y los mapas resultantes se reclasifican a valores en una escala de 1 al 3 para riesgos Bajo, Medio y Alto.

Generalidades de los Mapas de Riesgos de Fenómenos Geológicos

El análisis de riesgo que se presenta el municipio de Naucalpan se basa en el producto de la interacción entre la probabilidad de ocurrencia de un peligro, mientras que el nivel de vulnerabilidad socio-económica está representada por los agentes expuestos. Entendiendo lo anterior, a continuación se presenta la fórmula para determinar el nivel de riesgo, de manera espacial a través de un mapa, en el municipio de Naucalpan.

$$MR = MP \times MV$$

Donde:

MR es el Mapa de riesgos que se obtiene del producto del Mapa de Peligros (*MP*), por el Mapa de Vulnerabilidad (*MV*).

Los peligros naturales son fenómenos con un origen físico y/o mecánico que modifica los sistemas que interactúan en la superficie terrestre, donde el ser humano realiza sus actividades. De forma específica los fenómenos naturales productos de la dinámica e interacción de los componentes al interior de la tierra, así como superficiales y atmosféricos modifican la corteza del planeta de manera súbita o prolongada, se consideran fenómenos naturales geológicos y/o geomorfológicos. Los primeros se deben a la dinámica interna del planeta; los segundos cuando modifican la forma del relieve en un paisaje determinado, ya sea producto de la interacción interna del planeta o la combinación de estos con la atmósfera.

Es por esto que resulta obvio que el acontecimiento de cualquier fenómeno natural que ocurra en el sistema atmosférico, biótico, litosférico, hidrológico, genera una probabilidad de afectación en las actividades humanas.

Según los estudios de estas áreas, tanto en el plano práctico como en el teórico, existe una relación no definida entre degradación ambiental urbana y la vulnerabilidad de las ciudades o poblaciones a fenómenos naturales. En 1992, el Banco Mundial organizó una conferencia sobre Manejo Ambiental y Vulnerabilidad Urbana. Las conclusiones de la conferencia indican que se necesita un marco integral que facilite el análisis de la vulnerabilidad urbana, para así poder tomar medidas preventivas.

Básicamente podemos decir que la vulnerabilidad es la variable de los componentes para evaluar el riesgo por fenómenos naturales, sin embargo, de acuerdo con Lugo e Inbar (2002), la vulnerabilidad “es un concepto que hace referencia a los aspectos de la infraestructura humana, conocer si el espacio está preparado para combatir el peligro”. La vulnerabilidad depende de la preparación y de la capacidad de defensa que tenga la población para hacer frente a una condición adversa natural y/o social.

Puesto que la actividad humana es precisamente la principal causante de la degradación ambiental, se puede prevenir y tomando medidas necesarias. La posibilidad de sustentar las estructuras sociales y económicas depende de la disponibilidad de recursos naturales. Sin embargo, es precisamente en



nombre de sostener a la sociedad y promover el desarrollo que la actividad humana se convierte en una fuente principal de degradación ambiental (Augusta, 1996).

Los fenómenos naturales pasan a ser amenazas cuando su potencial para desequilibrar un sistema social aumenta. Cuando un sistema natural produce un evento necesario para mantener su equilibrio, pero que afecta el funcionamiento normal de un sistema social, se considera dicho evento como peligroso y sus consecuencias como un desastre. La contaminación del aire y el agua, la deforestación, la alteración de los cauces naturales de ríos y mares, o del terreno, los suelos, volcanes y lluvia generan desastres en la forma de inundaciones, tormentas, deslizamientos de terreno, erupciones, terremotos y afectan los sistemas sociales. Eventualmente, estas prácticas impactan en la sociedad y pueden provocar un evento calificado como desastre natural súbito, o empeorar los efectos de uno. Por ejemplo, la deforestación puede traducirse en deslizamientos de terreno en épocas lluviosas. Resulta relativo poder calificar lo que constituye un desastre cuando la presión diaria ejercida por un ambiente hostil se convierte en una crisis (Augusta, 1996; Lavell, 2002).

Tomando como referente los postulados descritos en párrafos anteriores la metodología que se implementa para el cálculo de riesgo por peligros geológicos en el Municipio de Naucalpan se construye en tres fases descritas a continuación:

Fase I Cálculo del índice de vulnerabilidad social (VS)

A partir de la aplicación del índice se plantea una medida, que valora de forma sintética las dimensiones estructurales de la vulnerabilidad social física (exposición al fenómeno), que parte de un análisis cualitativo de evaluación en campo de la exposición de la vivienda ante el peligro. También permitió realizar un análisis integrado y comparativo del impacto que tienen los problemas a los que se encuentra expuesta la población en diferentes escalas y que limitan su capacidad de respuesta.

Para medir el grado de vulnerabilidad física se elaboró un Índice que integra 3 variables censales por Área Geoestadística Básica (Ageb) alto, medio y bajo. Los valores resultantes se encuentran entre 1 y 3. Para el caso de aplicación, aquellas localidades que se encuentran con el valor más alto (3), son las que poseen una vulnerabilidad muy alta, esto implica que se encuentran expuestas a una serie de limitaciones para el disfrute de sus capacidades y desarrollo. Se definen tres rangos para clasificar cada una de las AGEb, teniendo el primero de ellos en el intervalo de 1.00 a 1.99, el cual corresponde a las condiciones bajas de vulnerabilidad; segundo de 2.00 a 2.99, haciendo referencia a condiciones medias y 3 a 3.99 con condiciones de vulnerabilidad social muy alta.

El conjunto de indicadores para describir la vulnerabilidad toma en cuenta las condiciones de la infraestructura de la sociedad, es decir en términos económicos se describe las situaciones de vivienda que suponen precariedad y exclusión social a ciertos bienes y servicios necesarios para una vida digna. Otro indicador es el tipo de terreno que tiene que ver con las características y condiciones del suelo aunado al grado de la pendiente y su exposición.

Fase II Mapa de peligros geológicos

Para la elaboración del mapa de peligros, se realizó un reconocimiento y clasificación de los principales peligros geológicos-geomorfológicos que han afectado y pueden afectar el Municipio de Naucalpan (sismos, tsunamis, hundimientos, procesos de remoción en masa como flujos, derrumbes y deslizamientos), volcanismo, clasificados a partir de rasgos geológicos, geomorfológicos, estructurales, topográficos, cuantitativos y técnicos la ocurrencia de alguno de estos en espacios específicos (cartografía de los peligros).

Cada uno de los peligros fue caracterizado de forma cualitativa a partir de su probabilidad de ocurrencia en rangos de muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Posteriormente se reclasificaron los peligros, a manera de índice de peligrosidad, en donde los valores más altos “5” fueron asignados a peligros con una alta probabilidad de alterar el orden social y los valores cercanos a “1” peligros con una probabilidad muy baja.

De esta manera se obtuvo un mapa de valores que posteriormente fue reclasificado, y que por razones cartográficas (para su fácil lectura) solo se determinaron tres tipos de peligros: alto, medio y bajo. Los valores altos son aquellos en donde existen peligros con una alta o muy alta probabilidad de ocurrencia en un espacio determinado, en este caso se observa que en las zonas altas los peligros con valores mayores que se sobrepusieron fueron las zonas propensas a sufrir daños en caso de deslizamientos, derrumbes y flujos. Con el mapa a nivel municipal de peligros geológicos, se localizaron y tipificaron las áreas a nivel urbano y población detectada en los recorridos en campo, mismas que fueron marcadas como superficies específicas de ocurrencia de fenómenos determinados.

Fase III Mapa de riesgos geológicos

Las ciudades como escenario de riesgo son el espacio por excelencia, esto se debe porque un número importante de las ciudades grandes en el mundo se ubican en zonas propensas a varios tipos de peligros naturales, cuyos impactos se vuelven notorios en diferentes niveles de la población y su infraestructura, es decir diferentes tipos de vulnerabilidad social (Lavell, 1996).

Para el análisis y obtención de escenarios de riesgo son necesarias las variables de peligros y vulnerabilidad, por lo tanto con el índice de vulnerabilidad social y el mapa de peligros por deslizamientos y derrumbes a nivel urbano del municipio se pudieron detectar las áreas en donde convergen una mayor cantidad de fenómenos potencialmente peligrosos.

Una vez obtenido estos datos (peligros y vulnerabilidad), se realizó un cruce de tablas de la información y se reclasificaron a partir de los parámetros elementales, es decir, coincidencia de valores altos y medios se asignó un riesgo mayor, coincidencia de valores medios y bajos, riesgo medio; y valores menores, riesgo bajo (un espacio social determinado).

Cuadro 35). El resultado del cruce de esta información es la caracterización del espacio a partir de la probabilidad de presentar un fenómeno potencialmente peligroso y la capacidad social para enfrentarlo, es decir, el riesgo de un espacio social determinado.

Cuadro 35. Clasificación de riesgo de acuerdo a los valores de vulnerabilidad y peligros encontrados en Naucalpan.

Riesgo	Vulnerabilidad	Peligro
ALTO	MUY ALTA	ALTO
	ALTA	ALTO
	MEDIA	ALTO
	MUY ALTA	MEDIO
	ALTA	MEDIO
MEDIO	BAJA	ALTO
	MEDIA	MEDIO
	BAJA	MEDIO
	MUY ALTA	BAJO
	ALTA	BAJO
BAJO	MEDIA	BAJO



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



	BAJA	BAJO
--	------	------

5.10 Ondas cálidas y gélidas

La temperatura atmosférica es uno de los elementos que constituyen el clima de una región o lugar. Indica la cantidad de energía calorífica que hay acumulada en el aire en un momento y lugar determinado.

La temperatura atmosférica es el grado de calor contenido en la atmósfera, que proviene de la energía solar en forma de radiación solar emitida en onda corta. La tierra una vez recibida esta energía, con su propia atmosfera, refleja alrededor del 55% de la radiación incidente y absorbe el 45% restante, convirtiéndose ese porcentaje en calor.

La tierra irradia energía, en onda larga, conocida como radiación terrestre. Por lo tanto, el calor ganado de la radiación incidente debe ser igual al calor perdido mediante la radiación terrestre; de otra forma la tierra se iría tornando, progresivamente, más caliente o más fría. Sin embargo, este balance se establece en promedio; pero regional o localmente se producen situaciones de desbalance cuyas consecuencias son las variaciones de temperatura.

Al respecto, los rayos solares inciden con mayor fuerza en la zona ecuatorial, por eso allí se registran las mayores temperaturas, no obstante, a medida que nos acercamos a los polos la temperatura disminuye. La altura es un factor que modifica la temperatura de un lugar, a mayor altura, menor temperatura, que aproximadamente disminuye 1 ° C cada 180 m. de altura.

La cantidad de energía solar recibida, en cualquier región del planeta, varía con la hora del día, con la estación del año y con la latitud. La variación diurna se define como el cambio de temperatura, entre el día y la noche producida por la rotación de la tierra; en tanto que la variación estacional que se refiere a la variación de rayos solares presentados en las cuatro estaciones del año (verano, otoño, invierno y primavera).

La cantidad de calor en la superficie terrestre se mide a través del termómetro y en particular este instrumento mide las siguientes temperaturas: Temperatura del ambiente, que es la temperatura del aire registrada en un lugar. Punto de rocío entendido como la temperatura a la cual el aire alcanza la saturación, es decir se condensa. Temperatura máxima es la mayor temperatura registrada en un día, y que se presenta entre las 14:00 y 16:00 horas. Temperatura mínima referida a la menor temperatura registrada en un día, y se puede observar entre las 06:00 y las 08:00 horas.

5.10.1. Peligro

En las últimas décadas se han observado a nivel mundial tendencias singulares hacia el aumento de la temperatura en la atmosfera dando lugar al fenómeno “calentamiento global”, el cual está influenciado por el cambio climático global, siendo la causa principal el efecto invernadero.

En este sentido, en el apartado de ondas cálidas y gélidas se desarrolla un análisis de las variaciones en las temperaturas registradas en el municipio de Naucalpan, enfocándose en las temperaturas máximas; este análisis esta generalmente orientado en el impacto que este podría causar en la población.

5.10.2. Vulnerabilidad

De acuerdo con la ubicación geográfica del municipio de Naucalpan, así como por la variedad de climas que presenta: templado subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad C (w2), templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad media C (w1), y Templado semifrío subhúmedo con lluvias en verano C (E) (w2); la temperatura máxima normal registrada en los últimos treinta años



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



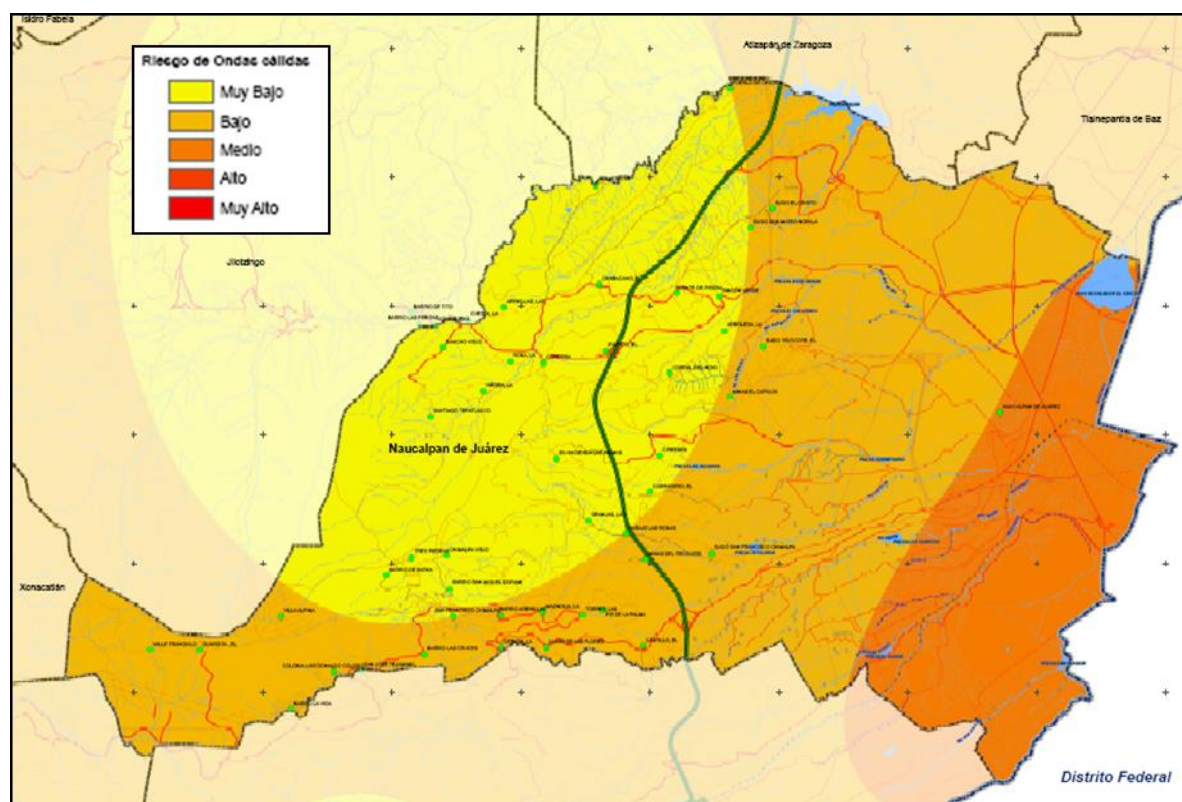
osciló entre los 17.50°C hasta los 25.90°C anualmente. No obstante, de acuerdo con los registros de las estaciones meteorológicas Molino Blanco, Totolica San Bartolo y Molinito la temperatura máxima en la superficie territorial del municipio alcanzó los 32.9°C.

En este sentido, los meses de mayores temperaturas se registran entre marzo a mayo, sin embargo hay una extensión de mayor calor en la superficie del municipio en el mes de junio.

En relación a los datos históricos de temperaturas máximas, el nivel de riesgo de ondas cálidas en el municipio se divide en tres niveles. En la parte oriente del municipio el nivel de riesgo es considerado medio, esta parte corresponde a la parte baja y plana del municipio y es donde se ubican la mayor parte de los asentamientos humanos.

La parte central, norte, y en cierta forma la parte sur del territorio, el nivel de riesgo es considerado bajo, las temperaturas máximas en esta zona según la estación meteorológica Presa Totolica alcanzan entre 23°C y 27°C. Finalmente en la parte oeste que corresponde a la parte más alta del municipio, el nivel de riesgo es considerado muy bajo, debido a que la temperatura alcanzada mensualmente oscila entre 21°C y 26°C.

Figura 62. Mapa riesgos por temperaturas máximas en el Municipio de Naucalpan.



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INEGI y CONAGUA.

En contra parte, la temperatura mínima normal registrada en el municipio durante los últimos treinta años ha sido en promedio entre 2.8°C hasta 10.10°C anualmente. Los registros de las estaciones meteorológicas el Salitre, Miapan, Presa Totolica, Totolica San Bartolo y Calacoaya reportan que en el



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

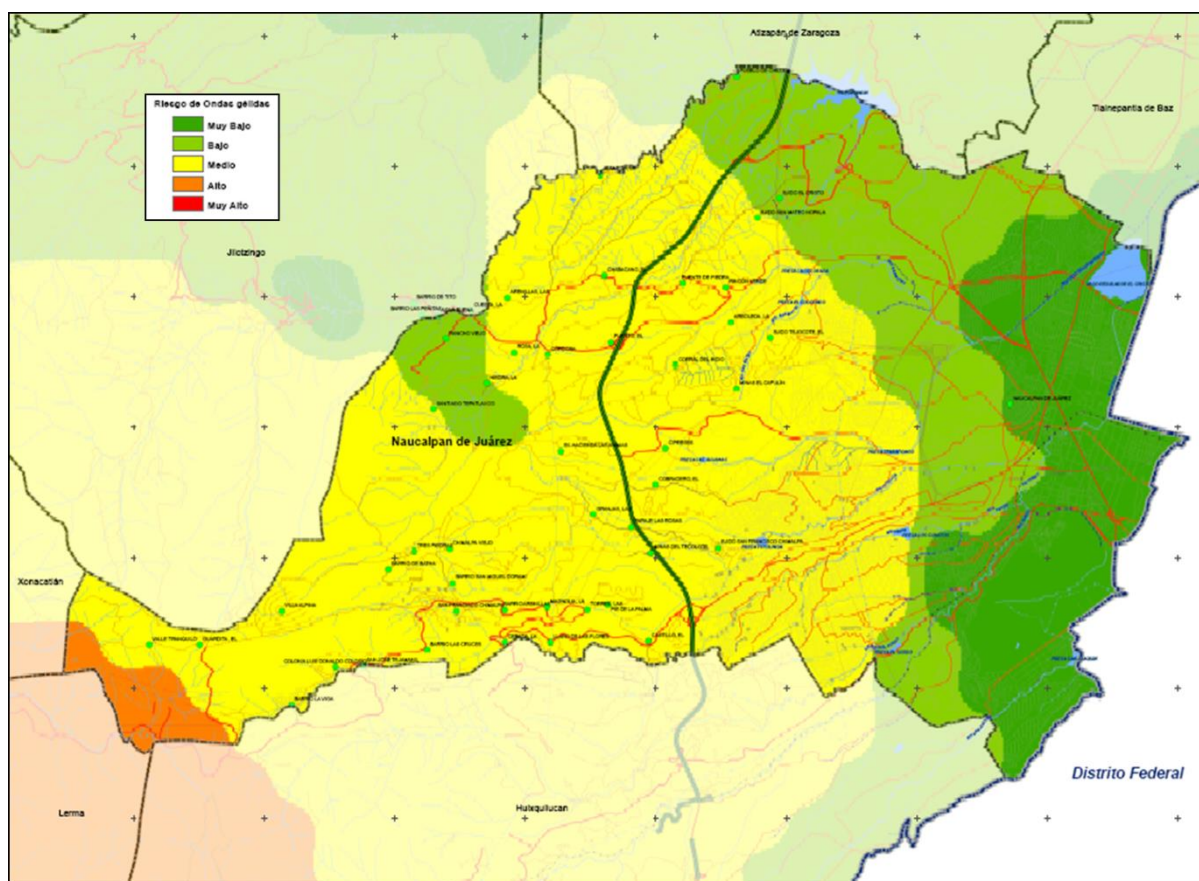
SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



municipio se presentan temperaturas mínimas que descienden entre 2.80°C a -1.00°C. Los meses de menores temperaturas se registran entre noviembre a febrero.

Al respecto, el nivel de riesgo por ondas gélidas en el territorio municipal de Naucalpan es diverso. Por una parte se observa que en la zona oriente el nivel de riesgo es muy bajo y bajo, este último nivel de riesgo se extiende en cierta forma en la parte norte del municipio. En la zona oeste que comprende las partes altas de la superficie terrestre del municipio, así como la zona centro del mismo se identifica un nivel de riesgo medio, no obstante en la superficie que comprende las localidades Santiago Teplatanco y Rancho Viejo se identifica un nivel de riesgo bajo. Finalmente, en la parte suroeste, entre los límites con los municipios de Lerma y Xonacatlán, hay una zona que se identifica con un nivel de riesgo alto.

Figura 63. Mapa riesgos por Temperaturas mínimas en el Municipio de Naucalpan.



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INEGI y CONAGUA.

5.10.3. Riesgo

Se puede considerar que los niveles climáticos no afectan a la población municipal, Sin embargo, es importante fortalecer el monitoreo de las temperaturas máximas extremas registradas en la parte oriente, debido a que esta zona comprende la mancha urbana del municipio y es la que ha recogido la presión demográfica y el crecimiento poblacional de los últimos años, por lo que el desarrollo de las



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



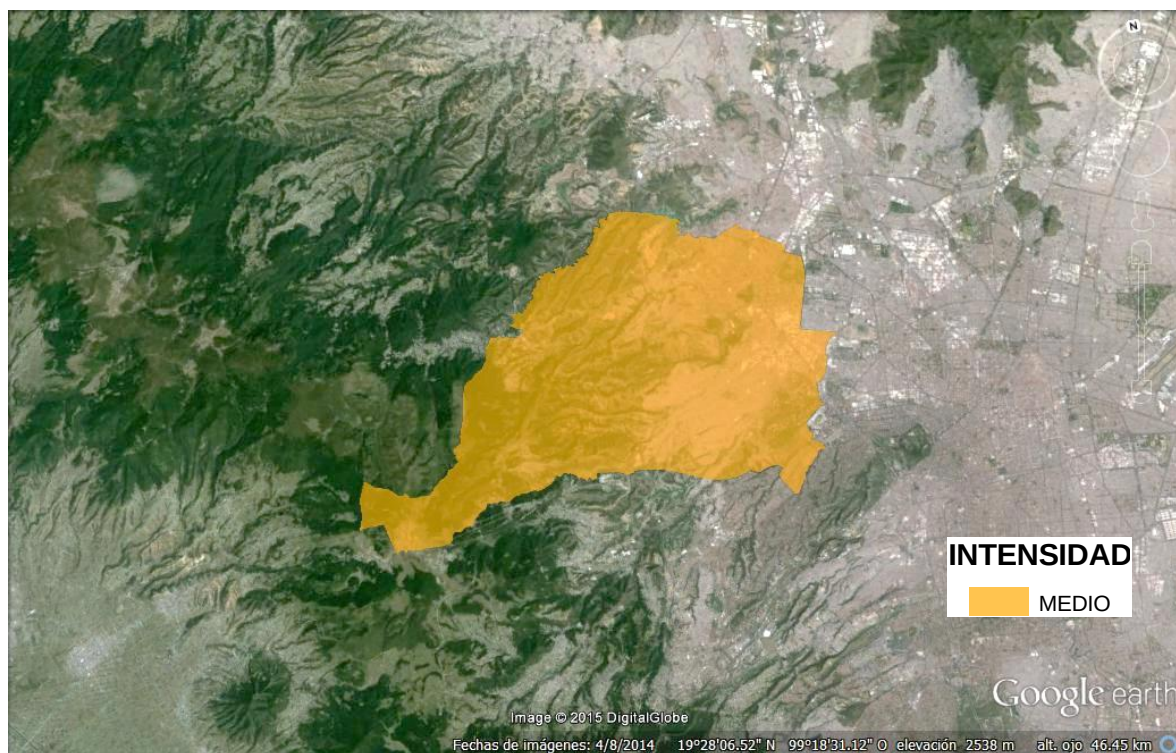
actividades relacionadas con el contexto urbano pueden generar un aumento de calor y provocar incomodidad, deshidratación en la población y en casos extremos efectos por golpe de calor.

Al respecto, la población asentada en la cabecera municipal “Naucalpan de Juárez” es la que está más expuesta a las variaciones de las temperaturas máximas, la cifra según los datos estadísticos del ITER del INEGI reportan un total de 792,211 habitantes.

Las localidades expuestas a temperaturas mínimas son: el Chabacano la cual comprende una población de 281 habitantes, el Puerto con 78 habitantes, Puente de Piedra con 720 habitantes, las Granjas con un total de 117 habitantes, Barrio San Miguel Dorami con una población de 1,649 personas, Barrio de Batha con 269 habitantes, Villa Alpina con 55 habitantes, Colonia Luis Donaldo Colosio con 832 habitantes, Barrio las Cruces con 539 habitantes según los resultados de ITER, por mencionar algunas. Es importante señalar que el acceso a estas localidades es limitado debido a que algunas cuentan con caminos de terracería, tal es el caso de las localidades ubicadas en la parte alta del territorio municipal.

PERIODO DE RETORNO POR ONDAS CALIDAS

PERIODO DE RETORNO DE 5 AÑOS POR ONDAS CALIDAS



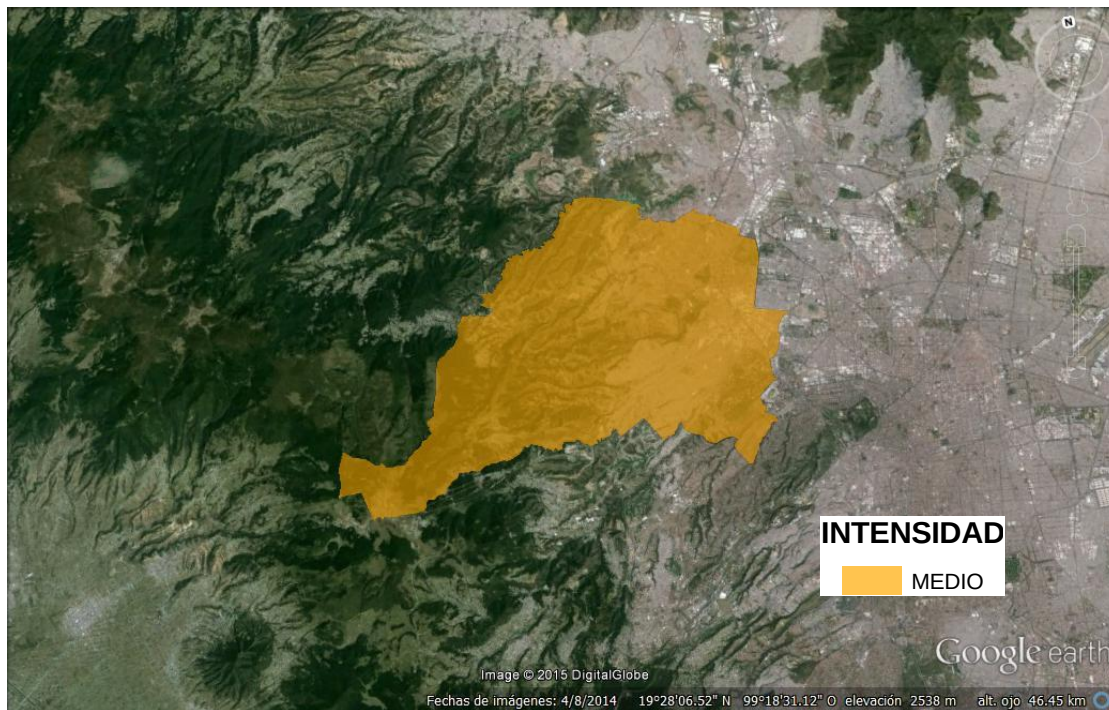


Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS POR ONDAS CALIDAS

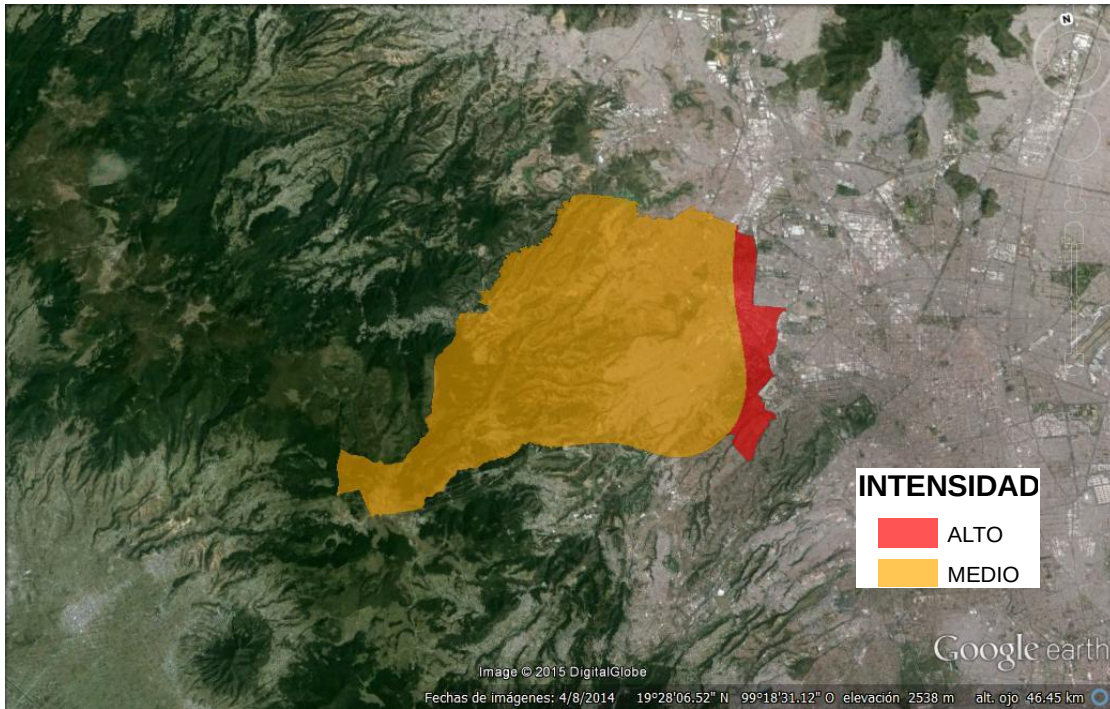


PERIODO DE RETORNO DE 25 AÑOS POR ONDAS CALIDAS

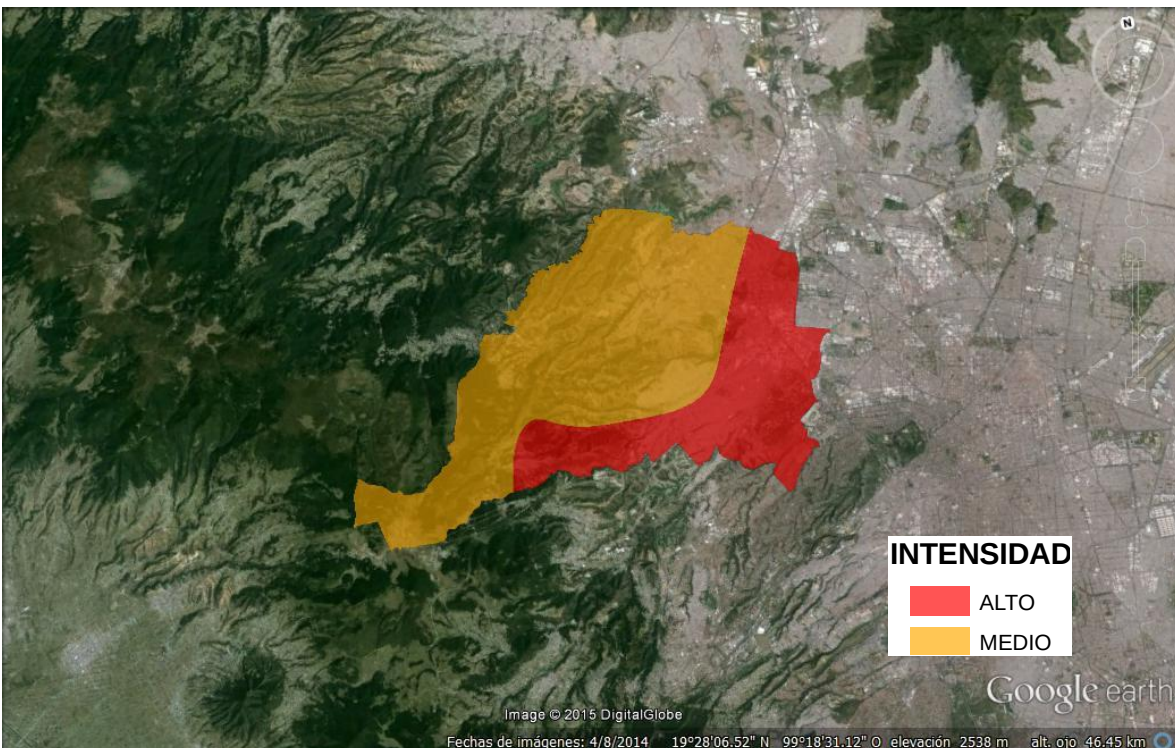


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS POR ONDAS CALIDAS





Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO





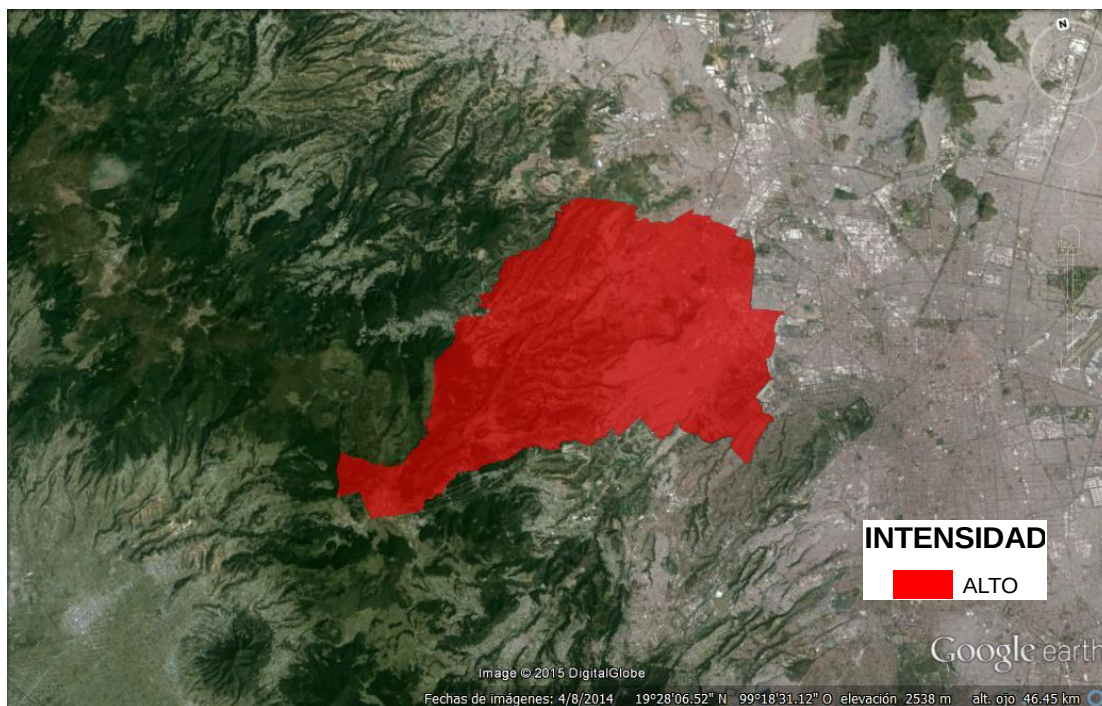
Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO

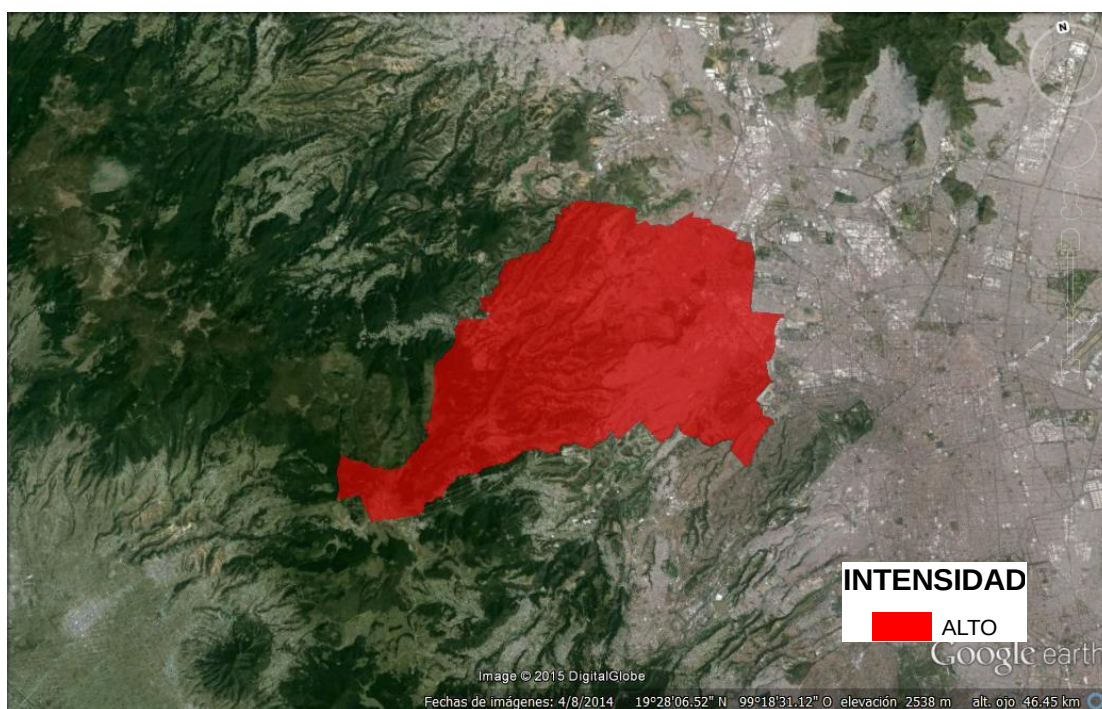


PERIODO DE RETORNO POR ONDAS GÉLIDAS

PERIODO DE RETORNO DE 5 AÑOS POR ONDAS GELIDAS



PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS POR ONDAS GELIDAS



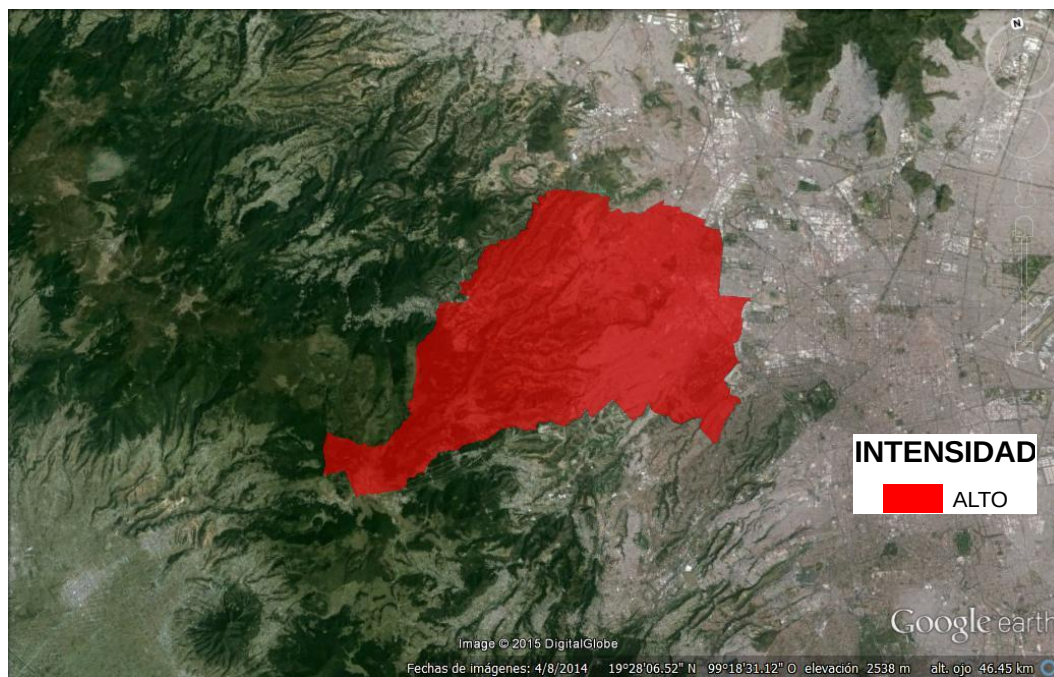


Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

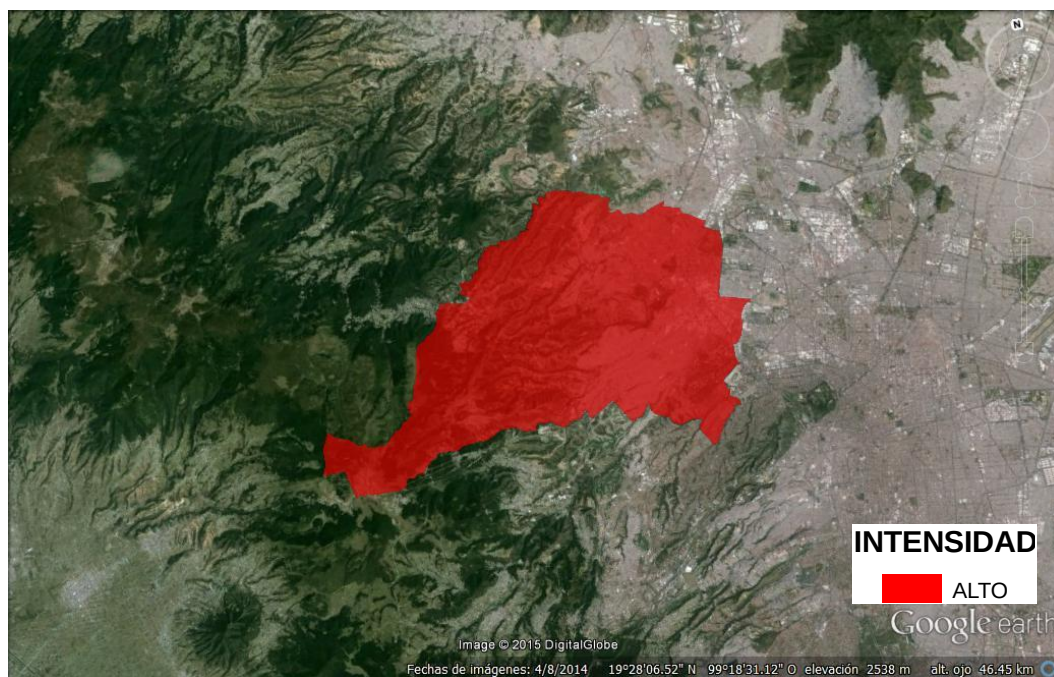
SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



PERIODO DE RETORNO DE 25 AÑOS POR ONDAS GELIDAS



PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS POR ONDAS GELIDAS





Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



MUNICIPIO DE NAUCALPAN

RELACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS CON DATOS PROMEDIO ANUALES DE TEMPERATURAS MÁXIMAS							
No. ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	TEMPERATURAS MÁXIMAS PROMEDIO DE MAXIMA DIARIA	5 AÑOS	10 AÑOS	25 AÑOS	50 AÑOS
15077	PRESA TOTOLICA,NAUCALPAN	EDO.MEX	31.33	32.24	33.09	33.97	35.03
15058	MOLINITO (SAN BARTOLO),	EDO.MEX	32.41	32.6	33.37	34.26	35.28
15127	TOTOLICA (S. BARTOLO),N.	EDO.MEX	32.12	32.43	33.16	34.02	35.19
15095	SAN LUIS AYUCAN,	EDO.MEX	29.45	30.57	31.36	32.3	33.16
9010	COL. AMERICA,COL.AMERICA	EDO.MEX	32.16	32.5	33.46	34.4	35.5
15013	CALACOAYA	EDO.MEX	32.79	33.79	34.68	35.94	36.87
15047	LAS ARBOLEDAS (R.TUIPAN)	EDO.MEX	32.70	33.33	34.32	35.53	36.61
15149	SAN LORENZO HUITZILAPA	EDO.MEX	27.96	28.93	29.74	31	31.62
15312	COL.ALVARO OBREGON,LERMA	EDO.MEX	25.98	26.84	27.87	28.7	29.02
15137	AMEALCO,TLALNEPANTLA	EDO.MEX	29.63	35	35.89	36.66	37.42
15027	EL SALITRE (SAN BARTOLO)	EDO.MEX	28.25	29.01	29.9	30.67	31.23
9046	COL.SANTA FE,STA.FE(SMN)	D.F.	31.42	32.4	33.19	34.06	35

RELACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS CON DATOS PROMEDIO ANUALES DE TEMPERATURAS MINIMAS							
No. ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	TEMPERATURAS MINIMAS VALORES DE LUZ	5 AÑOS	10 AÑOS	25 AÑOS	50 AÑOS
15077	PRESA TOTOLICA,NAUCALPAN	EDO.MEX	7.70	7	6.23	5.67	4.91
15058	MOLINITO (SAN BARTOLO),	EDO.MEX	8.50	7.7	6.16	5.41	4.72
15127	TOTOLICA (S. BARTOLO),N.	EDO.MEX	8.30	7.23	6	5.24	4.5
15095	SAN LUIS AYUCAN,	EDO.MEX	7.20	6.67	5.98	5.2	4.96



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



9010	COL. AMERICA,COL.AMERICA	EDO.ME X	9.20	8.36	7.5	6.86	5.91
15013	CALACOAYA	EDO.ME X	8.60	7.94	7.06	6.15	5.38
15047	LAS ARBOLEDAS (R.TUIPAN)	EDO. MEX	8.30	7.26	6.2	5.44	4.7
15149	SAN LORENZO HUITZIZILAPA	EDO. MEX	5.20	4.46	3.61	2.97	2
15312	COL.ALVARO OBREGON,LERMA	EDO. MEX	1.1	0.26	-0.37	-1.16	-1.9
15137	AMEALCO,TLALNEPANTLA	EDO. MEX	9	8.2	7.5	6.7	5.99
15027	EL SALITRE (SAN BARTOLO)	EDO. MEX	7.00	6.32	5.5	4.67	3.91
9046	COL.SANTA FE,STA.FE(SMN)	D.F.	9.10	8.34	7.6	6.87	6.01

RELACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS CON DATOS DE TEMPERATURAS MINIMAS POR MES							
No. ESTACIÓ N	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	TEMPERATUR AS MINIMAS VALORES DE LUZ	5 AÑO S	10 AÑO S	25 AÑO S	50 AÑO S
15077	PRESA TOTOLICA,NAUCALPAN	EDO.ME X	-1.41	-2.12	-2.9	-3.47	-4.05
15058	MOLINITO (SAN BARTOLO),	EDO.ME X	0.16	-0.9	-1.7	-2.5	-3.69
15127	TOTOLICA (S. BARTOLO),N.	EDO.ME X	-0.25	-1	-1.79	-2.5	-3.3
15095	SAN LUIS AYUCAN,	EDO.ME X	-1.45	-2.65	-3.23	-4	-4.74
9010	COL. AMERICA,COL.AMERICA	EDO.ME X	1.47	0.87	-0.06	-0.99	-1.7
15013	CALACOAYA	EDO.ME X	0.29	-0.4	-1.17	-1.96	-2.77
15047	LAS ARBOLEDAS (R.TUIPAN)	EDO. MEX	-0.52	-1.3	-2.01	-2.9	-3.6
15149	SAN LORENZO HUITZIZILAPA	EDO. MEX	0.79	-0.11	-1	-1.82	-2.5
15312	COL.ALVARO OBREGON,LERMA	EDO. MEX	-7.14	-8.4	-9.01	-9.9	-10.5
15137	AMEALCO,TLALNEPANTLA	EDO. MEX	3.66	2.89	2	1.36	0.67
15027	EL SALITRE (SAN BARTOLO)	EDO. MEX	-2.12	-2.9	-3.7	-4.54	-5.38
9046	COL.SANTA FE,STA.FE(SMN)	D.F.	-0.26	-1	-1.91	-2.64	-3.29



5.11 Sequías

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), las sequías son un fenómeno meteorológico de gran impacto social y económico para la humanidad. A diferencia de otros fenómenos meteorológicos como son lluvias extremas, granizadas o heladas que suelen suceder de forma impetuosa y afectar a regiones relativamente pequeñas durante algunas horas y días; las sequías son un fenómeno natural que se presenta de forma lenta cuyo efecto se manifiesta en amplias regiones y suele tener un impacto en término de tiempo en meses e inclusive años.

El concepto o definición de “sequía” es amplio dado que existen diversos enfoques que pueden definirla, atendiendo a su origen y sus efectos, Wilhite y Glantz, (1985), en su trabajo “Understanding and Defining Drought” define cuatro enfoques. Para el enfoque meteorológico, hablar de sequía en una región o zona implica que la precipitación acumulada, durante un cierto lapso, es representativamente más pequeña que el promedio de las precipitaciones registradas en dicho lapso o que un valor específico de la precipitación. Por su parte, desde el punto de vista hidrológico, la sequía en un área territorial sucede cuando existe un déficit de agua en los escurrimientos a nivel de superficie y subsuelo con respecto a la media mensual o anual de los valores que se han presentado en dicha área o zona; su impacto se ve reflejado en la recarga de acuíferos, lagos, presas, afectando así la producción agrícola de varios años o la extracción de agua del subsuelo.

Desde el panorama o enfoque agrícola, la sequía es evaluada a partir de la evapotranspiración real, el déficit de agua en el suelo que a su vez depende de características físicas del mismo, los niveles de reserva de agua, y la especificidad del cultivo en cuanto a sus requerimientos de humedad; es decir que, la sequía desde este enfoque implica definirla como el periodo durante el cual la humedad del suelo es insuficiente para que el cultivo dado pueda producir una cosecha.

Finalmente, si este fenómeno meteorológico se enfoca en las actividades económicas y sociales, una sequía comprende el tiempo durante el cual la disponibilidad del agua es menor a la demanda para el desarrollo de las actividades como son: domesticas, industriales, ganaderas, entre otras.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM, 1992), en su vocabulario meteorológico internacional, define a la sequía como: “Un periodo de tiempo con condiciones meteorológicas anormalmente secas, suficientemente prolongado como para que la falta de precipitación cause un grave desequilibrio hidrológico”.

El CENAPRED acepta como definición de sequía “al fenómeno meteorológico que ocurre cuando la precipitación, en un lapso, es menor que el promedio, y cuando esta deficiencia es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas”.

Como se puede observar en los distintos enfoques, la sequía es un aspecto que se asocia al ciclo hidrológico, la cual como fenómeno hidrológico extremo presenta diferentes facetas, y se le inscribe la falta de lluvia para su ocurrencia.

El CENAPRED puntualiza dos tipos de sequía: sequía intraestival, también conocida como canícula, y sequía acumulada.

La sequía intraestival o canícula se caracteriza por ser un periodo donde la precipitación disminuye, dado que en un cierto número de días deja de llover y el cielo permanece más despejado, permitiendo que los rayos del sol lleguen en forma directa a la superficie provocando un rápido calentamiento del aire.

Para el caso de México, en la mayor parte de sus zonas el régimen de precipitación presenta dos comportamientos durante el año, una época de lluvias y una época de estiaje, entiéndase este término como el tiempo en el que puede haber poca o ninguna lluvia.



Durante la época de estiaje puede ocurrir una sequía por la escasez de agua; no obstante al iniciar la temporada de lluvias, las sequías pueden terminar, dado a que, se tienen las condiciones de humedad en el suelo necesarias para el desarrollo de la vegetación y aumenta la cantidad de agua en lagos y vasos de las presas, se recargan los mantos acuíferos, generándose así el ciclo hidrológico.

México presenta dos regiones con diferentes épocas de lluvias, mientras que en la mayor parte de los estados del país la temporada de lluvias está comprendida entre los meses de mayo y octubre, en la parte noroeste del mismo, las lluvias se presentan en la temporada de invierno.

La sequía intraestival es la que menos daños causa a la humanidad y a sus actividades, debido a que dura algunos meses y la población suele prepararse para afrontarla.

En lo que concierne a la sequía acumulada, este tipo de sequía se presenta cuando la cantidad de precipitación durante la temporada de lluvias no fue lo suficiente para cubrir las necesidades de la población de una región, por lo que se origina un déficit de agua dando lugar a la sequía, la cual se puede prolongar por varios años, con posibilidad de terminar hasta que las lluvias satisfagan el déficit de agua presentado. Este tipo de sequía afecta severamente a la humanidad y a sus actividades.

Desarrollar un análisis o estudio sobre sequía en una región es complicado debido a que a diferencia de otros fenómenos meteorológicos se le considera un “no evento” porque su ocurrencia, sobre todo en su inicio, no es fácil de detectar como tal, sino que es posible identificarla o reconocerla por los efectos que causa después de un determinado tiempo. Sin embargo, hay ciertos parámetros que ayudan en comprobar su catalogación como son: su duración, su intensidad o valor promedio del déficit de humedad, la distribución temporal y espacial de la precipitación en sus forma de lluvia, así como su variabilidad en el espacio ya que puede comprender grandes extensiones de territorio.

5.11.1. Peligro

Los periodos de sequía pueden tener un importante efecto negativo para el ambiente natural, la economía, la salud, la agricultura y para la sociedad. La sequía por considerarse un fenómeno “no evento” tiene un desarrollo no tan rápido y dramático que otros desastres naturales como los huracanes, heladas o inundaciones, sus efectos suelen ser de mayor amplitud y más devastadores. De esta manera se pueden identificar efectos directos e indirectos los cuales están fuertemente relacionados con la producción de alimentos, la reserva de agua en el suelo, la erosión suelo, la manutención de ganado, la vida silvestre y en general con la posibilidad de cualquier forma de vida en un lugar determinado. Como daños secundarios por las sequías se consideran a los incendios forestales y la aceleración de la erosión de los suelos. La falta de humedad en las plantas aumenta la materia orgánica potencialmente combustible y con la sola presencia de una pequeña llama de fuego (natural o intencional) hace que se forme un incendio forestal. Una vez consumida por el fuego la capa vegetal, el suelo queda desprotegido ante los agentes climáticos como son el viento o la lluvia, acelerando el proceso de erosión.

La situación de escasez de lluvia, al grado de considerarse como sequía, puede ocasionar los siguientes efectos o peligros:

- a) En lo ambiental, se presentan daños, frecuentemente irreversible en la flora y fauna silvestre, se incrementa la vulnerabilidad de los ecosistemas, se intensifican los procesos de erosión hídrica y eólica, se reduce la calidad del agua, se promueve la contaminación del aire, se afecta el ciclo hidrológico en general, entre otros.
- b)



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



- c) En la agricultura, se presenta la pérdida de cultivos, semillas, créditos de refacción y avíos; empobrecimiento de los campesinos y la migración trasnacional o hacia las grandes urbes; escasez de alimentos y disturbios sociales.
- d)
- e) En la ganadería, pérdida de animales, pies de cría y refacciones, subempleo y empobrecimiento de ganaderos, sobre todo de pequeños productores.
- f)
- g) En lo económico, la sequía se relaciona con pérdidas en la producción de alimentos, repercute en el incremento de costos de energía, pérdidas en actividades industriales y la consecuente alza de precios en el mercado, especulación, subempleo, incremento de los costos de suministro de agua, alteraciones sociales, entre otros.
- h)
- i) En la salud pública, problemas de higiene, aparición de endemias y epidemias; así como hambruna, disminución del nivel de vida, conflictos sociales por el uso del agua, incremento de la pobreza, migración, hacinamiento en las ciudades, abandono de tierras agrícolas, y mortandades, en especial en la población infantil y en la adulta mayor.

5.11.2. Vulnerabilidad

Para el desarrollo de este tema, de acuerdo con la revisión y puntualización de los tipos de sequía, se considera el análisis de la sequía meteorológica, identificada a partir del parámetro de distribución temporal y espacial de la precipitación pluvial.

En el municipio de Naucalpan la época de estiaje se presenta durante la primavera, en donde el promedio de días lluviosos, según las estaciones meteorológicas, oscila entre 2 a 11 días, de esta manera las precipitaciones durante los meses marzo y abril radican entre los 6.60 mm a 65.40 mm, llegando a una máxima mensual entre 50.90 mm hasta 154.10mm.

En este sentido, los resultados de la información de las estaciones meteorológicas indican que la zona oriente del territorio municipal de Naucalpan presenta niveles de peligro muy alto por sequía meteorológica. Mientras que la parte centro del mismo registra una mayor proporción de superficie expuesta a sequía meteorológica de nivel alto y una cierta proporción territorial con riesgo nivel medio.

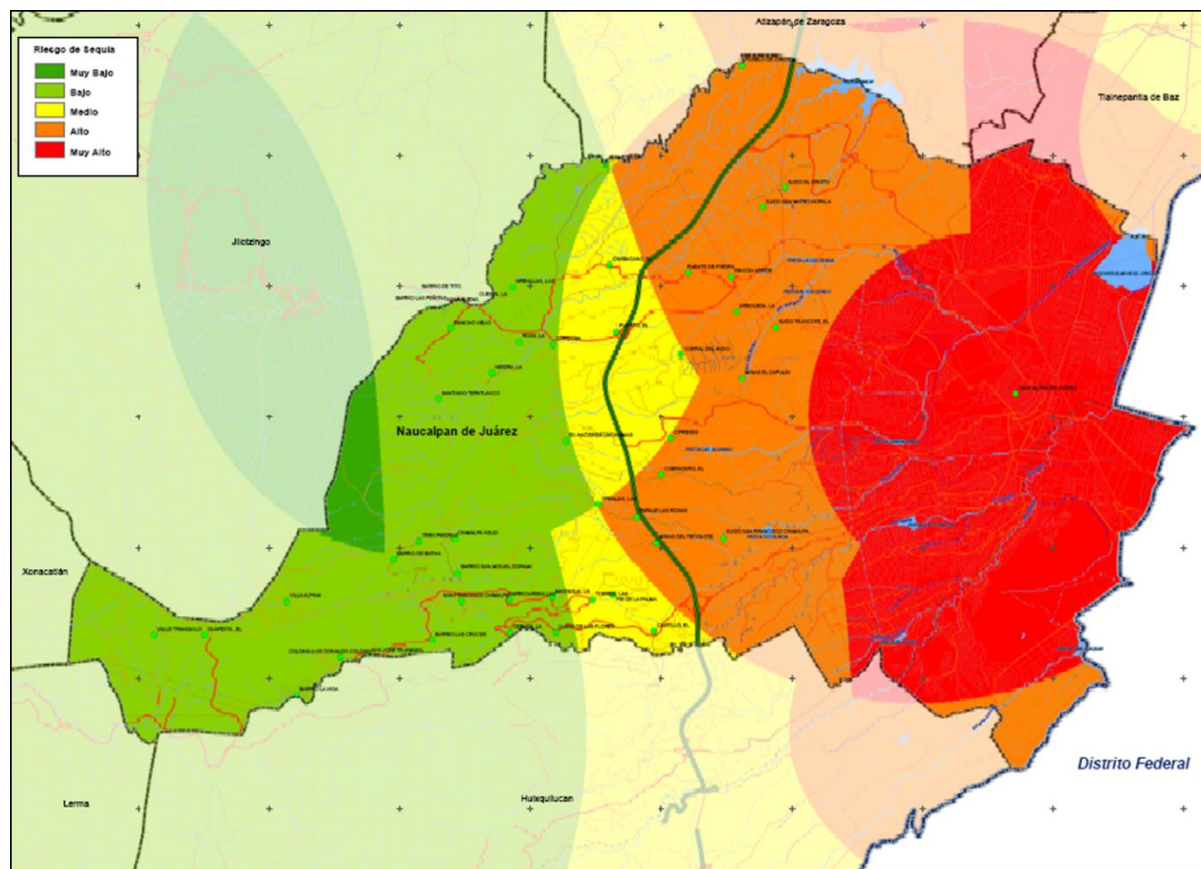
La zona que corresponde a la parte oeste del municipio presenta un nivel de riesgo bajo, así como una pequeña proporción con nivel muy bajo, la cual limita al sureste del municipio de Jilotzingo.

Figura 64. Mapa riesgos por Sequías en el Municipio de Naucalpan.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INEGI y CONAGUA.

5.11.3. Riesgo

Como se puede observar en la figura anterior la población en riesgo por el fenómeno de sequía corresponde a la asentada en la mancha urbana del municipio, la cual corresponde a la cabecera municipal cuya población radica en un total de 792,211 habitantes. Es importante señalar que al riesgo al que está expuesta la población es principalmente al suministro del recurso agua, de acuerdo con el plan de desarrollo municipal y con el atlas de riesgo del año 2011 el 99.1% del suministro de agua depende de las fuentes de derivación como son presas, ríos y plantas potabilizadoras, en tanto que 0.9% depende de las fuentes de pozos profundos y manantiales.

Por su parte los resultados indican que hay 12 localidades que pueden ser afectadas por sequías meteorológicas, su población es referida de acuerdo a los resultados del ITER 2010 del INEGI, estas son:

1. Ejido el Cristo cuya población es de 437 habitantes
2. Ejido San Mateo Nopala con una población de 127 personas
3. Puente de piedra, donde habitan 720 personas
4. Rincón Verde, localidad que aloja a 1,204 habitantes
5. La Arboleda
6. El Ejido del Tejocote con 1,485 habitantes
7. Minas el Capulín con sólo 23 habitantes



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



8. Cipreses donde habitan 72 personas
9. El Cobradero que es habitada por 256 habitantes
10. Paraje las Rosas cuya población es de 124 habitantes
11. Minas del Tecolote con 83 habitantes
12. Ejido de San Francisco Chimalpa con una población de 4,349 habitantes

En el aspecto ambiental, la flora y fauna susceptible a sufrir algún efecto por el fenómeno de sequías meteorológicas son las correspondientes a las áreas naturales protegidas ubicadas dentro del municipio, las cuales son: El parque nacional los Remedios, el cual comprende un área total de 400 has, sin embargo sólo 11 hectáreas esta protegidas debido a que la superficie original se ha disminuido debido al crecimiento de la mancha urbana. El parque Estado de México “Naucallin” con una superficie de 53 has y con un uso de suelo forestal, el cual presenta problemas ambientales como: contaminación por residuos sólidos, de deforestación por tala clandestina y presencia de asentamientos irregulares; estos problemas influyen en la erosión hídrica y eólica, así como en la reducción de la precipitación y calidad de los suelos húmedos produciendo daños irreversibles en la flora y fauna del lugar.

Otra área natural protegida a sufrir daños es el Parque Estatal Metropolitano de Naucalpan, el cual se encuentra inmerso en la ciudad, asimismo el área natural de Las Barrancas del Huizachal, del Arroyo de Santa Cruz y del Arroyo Plan de la Zanja, la zona de conservación ambiental “Barranca México 68”, la zona ecológica “Barranca de Tecamachalco” los problemas ambientales que aquejan a estas zonas están relacionadas con asentamientos irregulares, la eliminación de la vegetación natural y la contaminación por residuos sólidos y líquidos.



5.12 Heladas

La helada es un fenómeno climático que consiste en un descenso de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua y hace que el agua o el vapor que está en el aire se congele depositándose en forma de hielo en las superficies.

Las heladas son producidas por masas de aire polar, con muy poco contenido de humedad, cuando el aire alcanza temperaturas inferiores a los cero grados centígrados, en un lapso de 12 horas. Entre más baja sea la temperatura, más intensa resulta la helada.

En una conceptualización más precisa el CENAPRED retoma la definición del vocabulario meteorológico internacional de la Organización Meteorológica Mundial, en donde se enuncia que una helada es la disminución del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0° C; este fenómeno se presenta particularmente en las noches de la estación de invierno por una fuerte pérdida radiactiva, acompañada de una inversión térmica junto al suelo, donde se presentan los valores mínimos, que pueden descender a los 2°C o aún más.

Los principales elementos del tiempo que influyen en la formación de las heladas son el viento, la nubosidad, la humedad atmosférica y la radiación solar.

El viento es fundamental para que se desarrolle una helada, cuando hay corrientes de aire se mezcla el aire frío, que se encuentra cercano al suelo, con el más caliente que está en niveles superiores, lo que hace más difícil el desarrollo de una helada. De esta manera, la condición que favorece la ocurrencia de heladas es la ausencia de viento.

La temperatura del aire disminuye conforme aumenta su distancia a la superficie del suelo, no obstante, existe una inversión térmica cuando la temperatura es mayor conforme aumenta la elevación. Diversas condiciones meteorológicas producen las inversiones térmicas; cuando se presenta ésta, las capas de aire son arrastradas por otras corrientes descendentes más frías. Este fenómeno se manifiesta en los valles, en invierno y está asociado con los cielos despejados y temperaturas bajas cercana a la superficie de la tierra.

El elemento de nubosidad influye en las heladas, debido a que las nubes son extensos conjuntos de pequeñas gotas de agua y cristales de hielo suspendidos en el aire. Se forman cuando el vapor de agua presente en el aire llega a los niveles altos de la atmósfera y se condensa porque la temperatura es más baja. Cuando el cielo está cubierto por nubes, éstas disminuyen la pérdida de calor del suelo por radiación hacia la atmósfera y devuelven parte de ese calor a la tierra. Para que ello ocurra, la temperatura del aire en movimiento debe ser mayor a la del punto de rocío (la temperatura a la cual el aire no admite más humedad). Cuando sigue descendiendo la temperatura puede llegar a los 0°C y el vapor de agua que contiene produce una capa delgada de hielo en la superficie de la tierra, la cual se conoce como escarcha blanca. Si en la noche, el cielo está despejado, la pérdida de calor desde la superficie de la tierra continua, así disminuye el calor de la tierra y con ello se favorece la ocurrencia de las heladas.

La humedad atmosférica influye en las heladas, debido a que cuando disminuye la temperatura a los 0°C o aún más, y el viento es escaso, el vapor del agua contenido en el aire, se condensa; por lo que si la humedad es abundante, ésta produce una nevada, pero cuando tiene poco contenido de humedad, se forma la helada. Por ello, la posibilidad de reducir que ocurra una helada depende de una gran humedad atmosférica.

Finalmente, la radiación solar influye en las heladas porque recordemos que la fuente principal de la energía que recibe la atmósfera terrestre es el sol, que continuamente radia parte de su masa al espacio en forma de energía electromagnética y de partículas a gran velocidad. Una cantidad de radiación solar es absorbida por la superficie de la tierra y otra es devuelta desde su superficie a la



atmosfera, generando una radiación reflejada. Durante el día, el suelo retiene el calor y durante la noche lo pierde; este proceso depende de la nubosidad y del viento que existan sobre ciertas regiones del planeta. Cuando los días son más cortos y las noches más largas, aumenta la ocurrencia de helada, por ello existe menor acumulación de calor en el suelo y ésta habrá de regresar a la atmosfera en mayor tiempo.

De acuerdo con estudios del CENAPRED, las heladas se pueden agrupar a partir del punto de vista de origen climatológico en donde se identifica tres tipos que son: Heladas por advección, heladas por radiación y heladas por evaporación. Por su época de ocurrencia las heladas se clasifican de la siguiente forma: Heladas primavera o extemporánea, helada otoñal o temporada, y helada invernal. Por su aspecto visual y atendiendo a la apariencia de los cultivos expuesto a las temperaturas bajas del aire, es posible identificar helada blanca y helada negra, el contenido de humedad en las masas de aire determina este tipo de heladas. Estas clasificaciones suelen tener una relación entre sí.

Heladas por origen climatológico

- Las heladas por advección, se forman cuando llegan grandes masas de aire frío de origen continental a una región hasta de 100 km², ubicada en las partes bajas de las montañas, en las cañadas o en valles; por lo que la forma del relieve influye en la formación de las heladas. Se presentan tanto en el día como en la noche. Se acompañan de vientos moderados a fuertes donde la velocidad de los mismos son mayores a 15km/h y durante ellas no existe inversión térmica. No obstante, la helada se puede formar también cuando no hay viento, el cielo está despejado, existe una baja concentración de vapor de agua en el aire y está asociada con fuertes inversiones térmicas cercanas a la superficie.
-
- Se le denomina helada por radiación, cuando se presentan por la pérdida de calor del suelo durante la noche. Durante el día se registra un calentamiento del suelo, pero al anochecer pierde calor por radiación, con mayor cantidad en las noches largas de invierno; es por eso que, las heladas más severas ocurren en esta estación del año. Los relieves más propensos a la formación de este tipo de helada son tanto los valles como las cuencas y hondonadas próximas a las montañas. Esto se debe a la acumulación del aire frío que desciende durante la noche.
-
- Las heladas por evaporización, se originan cuando el aire cercano a la superficie del suelo tiene una humedad relativamente baja y disminuye aún más por la llegada de un viento con aire seco; esta última causa la evaporación del agua que se encuentra sobre las plantas lo que provoca su enfriamiento. Aunque este tipo de helada es poco frecuente, cuando ocurre en una región o lugar afecta a las plantas con flores, particularmente las hortalizas.

Heladas por la época que ocurren

- Las **heladas primaverales** son consideradas así por presentarse en la estación de primavera y cuando en el ambiente se genera un descenso de temperatura. Este tipo de helada afecta a los cultivos de ciclo anual, como por ejemplo al cultivo del maíz, cuando se encuentran en la etapa de brotación de ramas o con pocos días de nacimiento.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



- Las **heladas otoñales**, también llamadas heladas tempranas, se forman por las llegadas de las primeras masas de aire frío sobre el país provenientes del Polo Norte durante los meses de septiembre y octubre. Se les considera perjudiciales para la actividad agrícola debido a que pueden interrumpir bruscamente el proceso de formación de los botones de las flores y la maduración de frutos, atribuyéndose en ciertos casos la reducción de la producción agrícola de una región.
- Las **heladas invernales** como su nombre lo indica se forman durante la estación del invierno si la temperatura ambiente disminuye notablemente. Estas heladas afectan principalmente a los árboles perennes con frutos y especies forestales, significativamente cuando se hace más intenso el frío. Este tipo de heladas ocurren cuando las plantas se encuentran en periodo de reposo, lapso en el que las plantas disponen de mayores posibilidades para soportar las bajas temperaturas.

Heladas por su efecto visual

- Las **heladas con apariencia blanca** se presentan cuando el aire cercano al follaje y las flores tiene una temperatura igual o menor a 0°C, de esta manera, el aire alcanza la temperatura del punto de rocío, debido a que con ello existe condensación y de inmediato el vapor de agua del aire pasa al estado sólido para formar hielo. Esta última forma capas de color blanco sobre la superficie de las plantas y en objetos expuestos; se observan principalmente en las mañanas despejadas y sin viento.
- Se desarrolla una **helada negra** cuando el aire tiene poco vapor de agua, es decir hay una humedad baja, y la temperatura del punto de rocío es inferior a 0°C; de modo que existe escasa condensación y nula formación de hielo sobre la planta. Sin embargo los cultivos son dañados y al día siguiente las plantas presentan una coloración negruzca, por la congelación de la savia de las plantas o del agua de sus tejidos. Durante este tipo de helada sucede que al congelarse el agua, se origina un incremento de su volumen, que deriva en el rompimiento y quemaduras en el follaje. Si la temperatura del punto de rocío está por debajo del punto de congelación, es decir menor que 0°C, el vapor de agua que contiene el aire cambia directamente del hielo sin pasar por el estado líquido, presentándose el proceso denominado “sublimación”.



Cuadro 36. Relación estaciones meteorológicas para el caso de heladas en el Municipio de Naucalpan de Juárez.

RELACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS CON DATOS PROMEDIO ANUALES DE TEMPERATURAS MINIMAS							
No. ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	TEMPERATURAS MINIMAS VALORES DE LUZ	5 AÑOS	10 AÑOS	25 AÑOS	50 AÑOS
15077	PRESA TOTOLICA,NAUCALPAN	EDO.MEX	7.70	7	6.23	5.67	4.91
15058	MOLINITO (SAN BARTOLO),	EDO.MEX	8.50	7.7	6.16	5.41	4.72
15127	TOTOLICA (S. BARTOLO),N.	EDO.MEX	8.30	7.23	6	5.24	4.5
15095	SAN LUIS AYUCAN,	EDO.MEX	7.20	6.67	5.98	5.2	4.96
9010	COL. AMERICA,COL.AMERICA	EDO.MEX	9.20	8.36	7.5	6.86	5.91
15013	CALACOAYA	EDO.MEX	8.60	7.94	7.06	6.15	5.38
15047	LAS ARBOLEDAS (R.TUIPAN)	EDO.MEX	8.30	7.26	6.2	5.44	4.7
15149	SAN LORENZO HUITZILAPA	EDO.MEX	5.20	4.46	3.61	2.97	2
15312	COL.ALVARO OBREGON,LERMA	EDO.MEX	1.1	0.26	-0.37	-1.16	-1.9
15137	AMEALCO,TLALNEPANTLA	EDO.MEX	9	8.2	7.5	6.7	5.99
15027	EL SALITRE (SAN BARTOLO)	EDO.MEX	7.00	6.32	5.5	4.67	3.91
9046	COL.SANTA FE,STA.FE(SMN)	D.F.	9.10	8.34	7.6	6.87	6.01

RELACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS CON DATOS DE TEMPERATURAS MINIMAS POR MES							
No. ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	TEMPERATURAS MINIMAS VALORES DE LUZ	5 AÑOS	10 AÑOS	25 AÑOS	50 AÑOS
15077	PRESA TOTOLICA,NAUCALPAN	EDO.MEX	-1.41	-2.12	-2.9	-3.47	-4.05
15058	MOLINITO (SAN BARTOLO),	EDO.MEX	0.16	-0.9	-1.7	-2.5	-3.69
15127	TOTOLICA (S. BARTOLO),N.	EDO.MEX	-0.25	-1	-1.79	-2.5	-3.3
15095	SAN LUIS AYUCAN,	EDO.MEX	-1.45	-2.65	-3.23	-4	-4.74



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



RELACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS CON DATOS PROMEDIO ANUALES DE TEMPERATURAS MINIMAS							
No. ESTACIÓN	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ESTADO	TEMPERATURAS MINIMAS VALORES DE LUZ	5 AÑOS	10 AÑOS	25 AÑOS	50 AÑOS
9010	COL. AMERICA, COL. AMERICA	EDO. MEX	1.47	0.87	-0.06	-0.99	-1.7
15013	CALACOAYA	EDO. MEX	0.29	-0.4	-1.17	-1.96	-2.77
15047	LAS ARBOLEDAS (R. TUIPAN)	EDO. MEX	-0.52	-1.3	-2.01	-2.9	-3.6
15149	SAN LORENZO HUITZILAPA	EDO. MEX	0.79	-0.11	-1	-1.82	-2.5
15312	COL. ALVARO OBREGON, LERMA	EDO. MEX	-7.14	-8.4	-9.01	-9.9	-10.5
15137	AMEALCO, TLALNEPANTLA	EDO. MEX	3.66	2.89	2	1.36	0.67
15027	EL SALITRE (SAN BARTOLO)	EDO. MEX	-2.12	-2.9	-3.7	-4.54	-5.38
9046	COL. SANTA FE, STA. FE (SMN)	D.F.	-0.26	-1	-1.91	-2.64	-3.29



5.12.1. Peligro

Cuando en una zona o región se presentan heladas, estas dejan sentir su secuela de efectos negativos, que se traducen en daños en cultivos, en infraestructura, económicos, así como daños en la salud de la población.

En el aspecto de la agricultura una helada suele quemar las plantas provocando una pérdida parcial o total de las cosechas; algunos productos agrícolas son más susceptibles que otros a las heladas.

En las zonas urbanas el efecto de las heladas se traduce en dañar la infraestructura hidráulica, debido a que al congelarse esta provoca la rotura de tuberías. Otro efecto son los accidentes automovilísticos que ocurren cuando existe nieve o hielo sobre las carreteras.

Un clima frío implica para el cuerpo humano varios efectos adversos. Los daños por la helada, producen un aumento en las infecciones respiratorias agudas, así como el congelamiento de la piel y la hipotermia.

El congelamiento ocurre cuando una persona tiene una exposición excesiva al frío y presenta entumecimiento, somnolencia, pérdida de la visión, tambaleo, aturdimiento o semiinconsciencia y hormigueos. Además, es posible que exista dolor y, en ocasiones, aparecen ampollas. Todo ello se debe a que los tejidos del cuerpo se congelan. Los casos de congelamiento van de moderados a severos. Los primeros pueden generarse durante periodos largos y cuando la gente es sensible al frío, mientras que los severos se presentan cuando los tejidos se congelan al punto tal, que ocasionan la muerte. Las extremidades del cuerpo humano más susceptibles al congelamiento son la nariz, las orejas, los dedos de las manos y los pies.

Es posible que una persona con ropa húmeda, pueda sufrir congelación y en ocasiones le genere la muerte, si la temperatura desciende a 10°C.

La hipotermia es la disminución de la temperatura corporal, por debajo de los 35°C y consiste en la exposición prolongada al frío. La enfermedad se identifica por la piel del individuo que es pálida, fría y seca, además el ser humano manifiesta escalofríos, disminución de la respiración superficial y del estado de conciencia; en ocasiones, puede provocar la muerte de las personas.

Cuando la temperatura se combina con el viento, el frío es más peligroso. Por ello, la velocidad del viento es un factor relevante. Por ejemplo, si la temperatura en el ambiente es de -18 °C y el viento sopla a 32 km/h, el ambiente es de -30 °C. Esto representa un riesgo para la persona, dado un mayor grado de congelamiento.

5.12.2. Vulnerabilidad

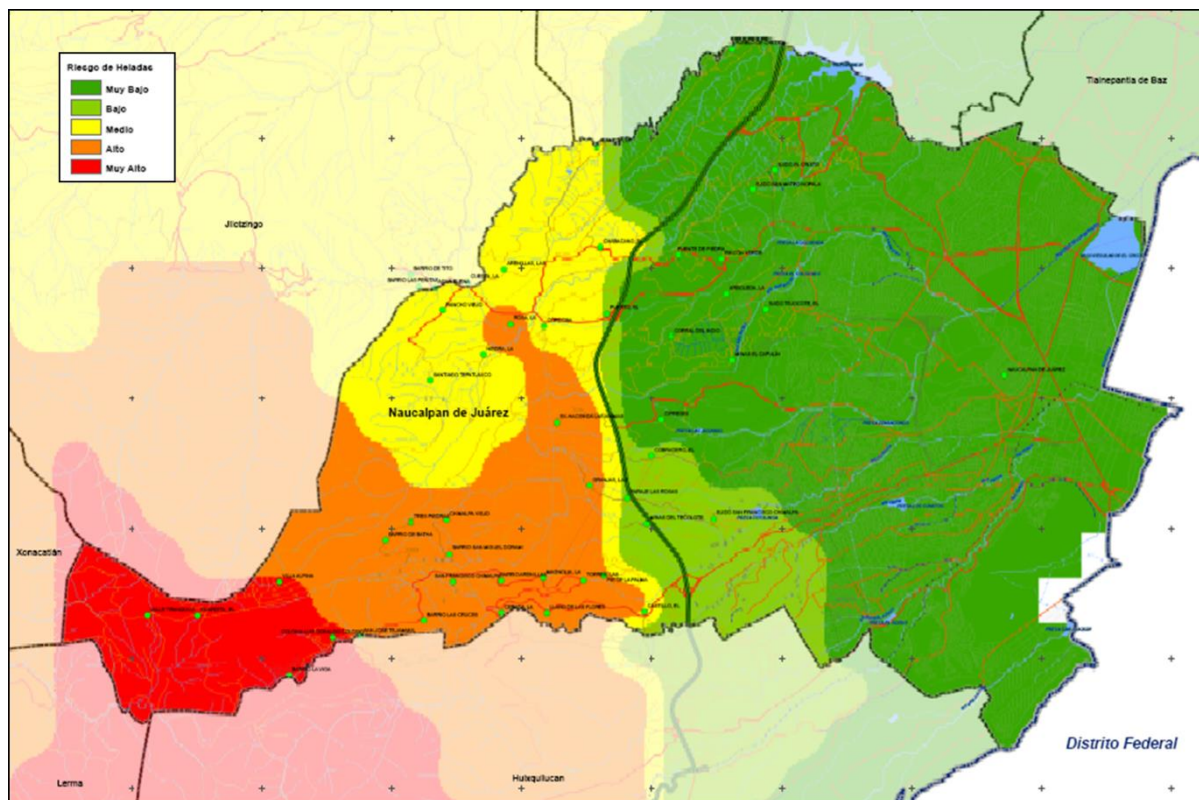
La amenaza del fenómeno meteorológico “heladas” en el municipio de Naucalpan está asociado a la disminución de las temperaturas por lo que el análisis aquí referido se desarrollará en base al tipo de helada invernal, dado que es en esta época en la que el territorio municipal registra una disminución considerable de la temperatura.

La información de las estaciones meteorológicas indica que durante los meses de noviembre a febrero se presenta este fenómeno, en este periodo las temperaturas más bajas alcanzan desde los 2.80°C hasta -2.60°C.

Al respecto, la superficie del municipio expuesta al impacto o a los efectos de las heladas se ubica en la parte oeste del mismo, zona en la que se observan tres niveles de riesgo que son: muy alta, alta y medio. Mientras que en la parte este se identifica un nivel de riesgo bajo y muy bajo, este último nivel se presentan en la parte baja y plana de la superficie territorial, en la cual se ubica la continua mancha urbana del municipio.



Figura 65. Mapa riesgos por Heladas en el Municipio de Naucalpan.



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INEGI y CONAGUA.

5.12.3. Riesgo

En relación a la figura anterior se observa que la población con mayor riesgo de sufrir enfermedades respiratorias, así como el congelamiento de la piel o afectación por hipotermia corresponden a los poblados de: Valle Tranquilo cuya población registrada en el ITER 2010 INEGI es de 4 habitantes; la localidad el Guardita con 33 habitantes; el poblado Barrio la Viga que es habitado por 807 personas; Villa Alpina con 55 habitantes; y la colonia Luis Donald Colosio la cual es habitada por 832 personas.

Los asentamientos que presentan un nivel de amenaza o riesgo alto por heladas corresponden a 15 poblados y son:

1. La Rosa con 1,543 habitantes
2. Las Ánimas poblado por 38 habitantes
3. Las Granjas con 117 habitantes
4. Chimalpa Viejo con 1,140 habitantes
5. Tres piedras con 84 habitantes
6. Barrio de Batha con 269 habitantes
7. Barrio San Miguel Dorami cuya población es de 1,649 habitantes
8. San Francis Chimalpa con un total de 8,953 habitantes
9. Barrio Arenillas que registra 93 habitantes
10. Barrio las Cruces con 539 habitantes



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



11. La Cebada con 59 habitantes
12. Llano de las Flores el cual es habitado por 1,039 personas
13. La Magnolia con 609 habitantes
14. Las Torres que es un poblado con 87 habitantes
15. Pie de la Palma con 45 habitantes

En el nivel de riesgo medio se identifican seis poblados que son: El Chabacano con una población de 281 habitantes; las Arenillas con un total de 173 habitantes; Córdoba que registra una población de 337 personas; Rancho Viejo; la Hiedra con 522 habitantes; y Santiago Tepatlaxco con 3,864 habitantes.

Las localidades anteriormente señaladas corresponden a los asentamientos humanos ubicados en las partes más altas del territorio municipal, de esta manera la altitud de las mismas comprende entre los 2442 m.s.n.m hasta 3280 m.s.n.m.

Por otra parte, de total de la población expuesta a los riesgos por heladas, la que tiene una mayor posibilidad de sufrir los efectos de las mismas son la población infantil, así como la adulta mayor. Para el primer caso, de acuerdo a los resultados del ITER, la población infantil expuesta corresponde a un total de 5,272 niños que se encuentran en una edad de 0 a 11 años; en tanto que la población adulta mayor representa un total 1,181 personas de 60 y más años.

5.13 Tormentas de granizo

De manera sintetizada las tormentas de granizo se definen como aquel fenómeno meteorológico que consiste en la precipitación violenta de cristales de hielo sobre la superficie de la tierra. Los granizos se originan en los nubarrones oscuros de tormenta, conocidos como cumulonimbus, en los niveles más altos de la troposfera.

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forman en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbus son arrastrados por corrientes ascendentes de aire. Dentro de la nube se forman a alturas superiores al nivel de congelación y crecen por las colisiones sucesivas de las partículas de hielo con gotas de agua sobreenfriada, esto es, el agua que está a una temperatura menor que la de su punto de solidificación, pero que permanece en estado líquido y 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.

El tamaño de las piedras de granizo puede alcanzar el de un guisante de 6 milímetros de diámetro hasta 112 milímetros, por lo que puede ser semejante al tamaño de una pelota de golf. El alcance de los tamaños mayores pueden ser muy destructivos, como para romper ventanas y abollar la lámina de los automóviles; no obstante el mayor daño que puede causar este tipo de tormenta se produce en los cultivos debido a que varias piedras pueden solidificarse formando grandes masas de hielo y nieve sin forma.

El depósito del granizo sobre la superficie terrestre exhibe un patrón angosto y largo a manera de corredor. La mayoría de las tormentas de granizo ocurren durante el verano entre los paralelos 20 y 50, tanto en el hemisferio norte como en el hemisferio sur.



5.13.1. Peligro

Los daños más importantes por tormenta de granizo en México, y en particular en la entidad del Estado de México se han presentado principalmente en las zonas rurales, ya que se destruyen las siembras y plantíos, causando, en ocasiones la pérdida de animales de cría. Sin embargo en las zonas urbanas también se han presentado daños que afectan a las viviendas, construcciones, áreas verdes, vías de transporte y alcantarillas debido a que cuando el granizo se acumula en cantidad suficiente obstruye el paso del agua en coladeras o desagües, generándose inundaciones o encharcamientos importantes durante algunas horas.

La magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo está sujeta a la cantidad y tamaño de la misma.

A manera de antecedente y como muestra de los daños que puede ocasionar la tormenta de granizo, el 7 de Mayo de 1996 en Calpulalpan, Estado de México la tormenta registrada en ese tiempo causó el derrumbe del techo de dos naves industriales y la inundación de varias casas, debido a que la granizada duró 60 minutos. En el municipio mexiquense de Amecameca, el 13 de agosto del 2003, una intensa granizada que duró de 20 a 30 minutos causo daños a 97 casas habitación, debido al peso del granizo se desplomaron algunos techos, se rompieron tejados y algunas bardas resultaron seriamente afectadas. La capa de granizo tuvo un espesor entre 30 y 40 centímetros. Recientemente en el municipio de Chicoloapan, el 23 de Noviembre del 2013 se registró una granizada afectando 200 viviendas, la granizada tapo infraestructura de alcantarillado y provocó el desbordamiento del río Manzano, promoviendo una inundación que alcanzó entre los 50 y 30 centímetros.

Para el caso que comprende este estudio, en la noche de Agosto 17 del 2014 en la zona centro y zona del periférico del municipio de Naucalpan se registró una fuerte granizada, la cual tuvo diferentes variaciones durante los 20 a 25 minutos de aquel día, lo que originó que alcanzara la acumulación de hielo de un metro de altura. Los trabajos de protección civil y bomberos reportaron que se acumuló cerca de 600 toneladas, lo que implicó varias horas de trabajo para restablecer la zona.

Figura 66. Daños ocasionados por tormentas de granizo





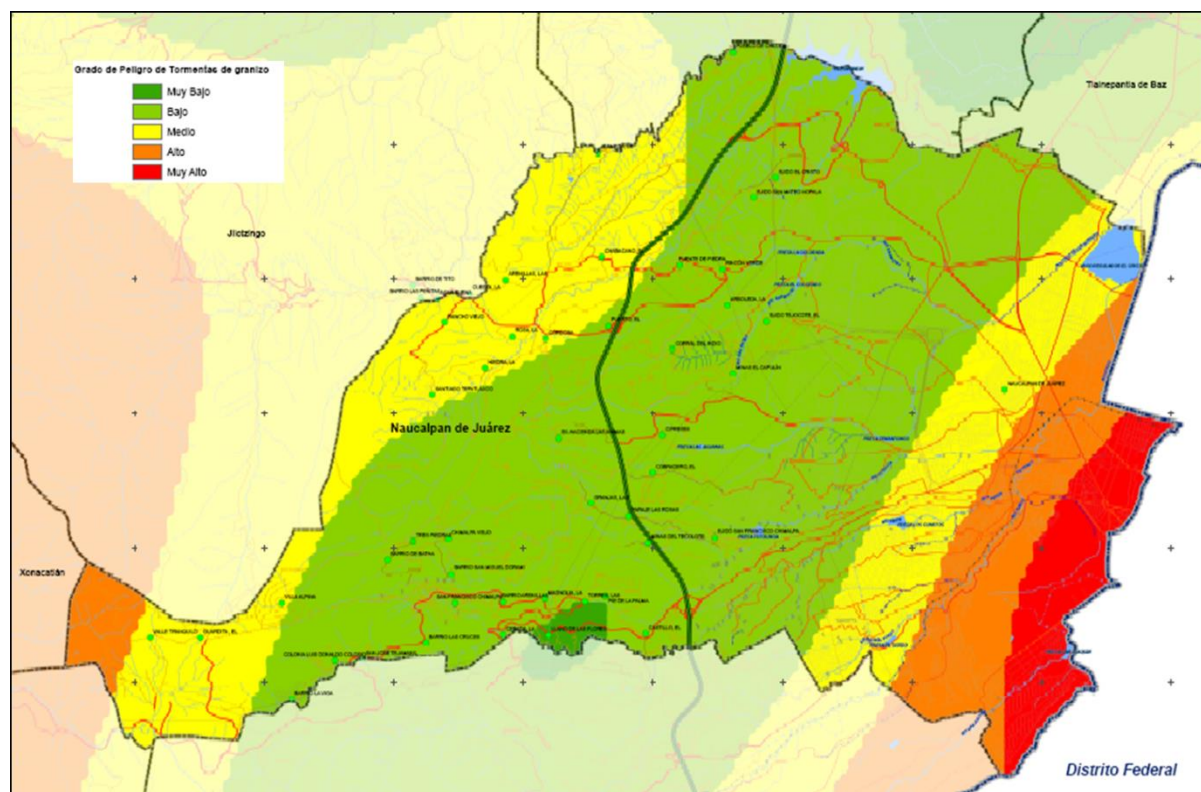
5.13.2. Vulnerabilidad

Los datos de la estaciones meteorológicas ubicadas en distintos puntos del territorio municipal indican los tiempos de duración de fracción de días con granizo acumulados por mes y anualmente; al respecto anualmente en el municipio se registran entre 1 a 4 días con acumulación de granizo. Este fenómeno meteorológico se manifiesta durante los meses de abril hasta agosto.

De acuerdo a los registros de los últimos treinta años, las partes más vulnerables a las tormentas de granizo en el municipio de Naucalpan es la zona este, en la cual el nivel de riesgo pasa de un nivel medio a un nivel alto hasta concluir con una parte a nivel muy alto, la cual corresponde a la zona que limita con el territorio del Distrito Federal; así se observa que nuevamente la principal mancha urbana, correspondiente a la cabecera municipal, se encuentra afectada por riesgos naturales relacionados con corrientes de aire frío, bajas temperaturas y precipitación de cristales de hielo.

En lo que corresponde a la zona centro, esta se caracteriza por presentar una nivel de riesgo bajo. La parte oeste registra un nivel de riesgo que pasa de bajo a medio; sin embargo hay una proporción de esta zona donde el nivel de riesgo por tormenta de granizo es alto, esta zona corresponde a la ubicada con el límite del municipio de Xonacatlán, en donde se ubica la estación meteorológica Mimiapan de la cual se retomaron registros por su cercanía con el municipio de Naucalpan; por lo que cabe señalar que esta estación registra anualmente 4.5 días con acumulación de granizo.

Figura 67. Mapa riesgos por Tormentas de granizo en el Municipio de Naucalpan.



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INEGI y CONAGUA



5.13.3. Riesgo

El riesgo que puede ocasionar las tormentas de granizo está en función a la magnitud de la precipitación en forma de granizo, así como a la cantidad y al tamaño de los cristales de hielo. El reporte generado por el área de protección civil del municipio deja claro que el nivel de riesgo en la cabecera municipal Naucalpan de Juárez es motivo para desarrollar acciones en caminadas a la prevención. En este sentido no sólo los 792, 211 habitantes de la principal mancha urbana se encuentra expuesta a sufrir daños en la salud como son enfermedades respiratorias; sino que también la infraestructura que permite la funcionalidad del contexto urbano del municipio como es el sistema de infraestructura de alcantarillado se ve amenazado por este tipo de fenómeno al ocasionar la posibilidad del tapone de alcantarillas y con ello genera impactos indirectos como es la inundación o encharcamientos de ciertas áreas o colonias; asimismo los daños en infraestructura carretera y vial no está exenta de sufrir los daños por la caída de hielo, el cual al permanecer en la superficie de las mismas impide la circulación de automóviles restringiendo la conectividad de la población con ciertos lugares, así como la generación de accidentes automovilísticos.

En materia ambiental, la flora de las zonas consideradas como áreas naturales protegidas se ven amenazadas ante la caída del granizo de hielo (principalmente las que se encuentran inmersas en la ciudad), debido a que genera daños físicos en las membranas celulares por desgarrar provocado por los cristales de hielo; así como el descalce y rotura de raíces de plantas jóvenes como consecuencia de la dilatación del volumen de suelo al enfriarse o helarse.

Los poblados con amenaza de riesgo miedo son los siguientes:

1. El Chabacano, su población es de 281 habitantes
2. Las Arenillas que tiene una población del alrededor de 173 habitantes
3. Rancho Viejo
4. La Rosa que es habitada por 1,543 personas
5. Córdoba en donde habitan 337 personas
6. El poblado de la Hiedra con 522 habitantes
7. Santiago Tepatlaxco con un total de 3,864 habitantes

Es importante señalar que las primeras seis localidades enlistadas, según el cálculo del índice de marginación por localidad publicado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), presentan un grado de marginación alto; mientras que la localidad de Santiago Tepatlaxco registra un grado de marginación medio. Entre los aspectos que fueron considerados para clasificarlas de esta forma se encuentran además del nivel de educación y la disponibilidad de agua entubada, las condiciones precarias de la vivienda; este último factor influye en el nivel de riesgo por tormentas de granizada de la población

5.14 Tormentas de nieve

Como un principal acercamiento en la definición de tormenta de nieve, se puede hacer referencia a la misma como aquella tormenta severa registrada en una región con fuertes precipitaciones de nieve. Este tipo de tormenta suele producirse en invierno. Las tormentas de nieve fuertes con vientos fuertes, ventisca alta y temperaturas bajas o en descenso se denominan tempestades de nieve.

Las tormentas de nieve son una forma de precipitación sólida en forma de copos, los cuales son 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, de esta manera su formación y tamaño depende de la temperatura y humedad de la atmosfera. La condensación de la nieve tiene la forma de



ramificaciones intrincadas de cristales hexagonales planos en una variedad infinita de patrones, debido a la manera en cómo se agrupan las moléculas de oxígeno e hidrógeno al congelarse el agua.

Los fenómenos meteorológicos que provocan las nevadas son los que ocurren generalmente durante el invierno, como 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 lluvias, aguanieve o nieve.

Debido a la ubicación geográfica de México son pocas las regiones que padecen de nevadas, siendo estas más acentuadas en las regiones altas como montañas o sierras, durante el invierno. Como antecedente representativo se tiene el fenómeno ocurrido en 1967, donde la mitad de la superficie nacional resultó afectada por la nevada, e incluso le Valle de México.

En el País la ocurrencia de este fenómeno se manifiesta principalmente en la zona norte, rara es la vez que la zona sur se ve envuelta en este tipo de fenómeno meteorológico. De esta manera los registros meteorológicos señalan que durante la estación invernal en las sierras de Chihuahua suceden en promedio más de siete nevadas al año. Por su parte, en las regiones al norte de Durango y Sonora la ocurrencia suele ser de 3 veces al año. Se han registrado nevadas que han afectado a ciudades del centro del País, como Toluca, México, Puebla, Tlaxcala y San Luis Potosí. Eventualmente pueden formarse nevadas en el altiplano de México por la influencia de las corrientes frías provenientes del norte del país.

Históricamente las zonas donde su ocurrencia es más frecuente son los volcanes como el Pico de Orizaba, Popocatepetl, Iztaccíhuatl y Nevado de Toluca; también en las sierras de Chihuahua, Durango, Sonora, Coahuila, Baja California y Nuevo León y, en menor frecuencia, en la zona del Bajío (Zacatecas, Aguascalientes, San Luis Potosí, Guanajuato y Jalisco), así como en las partes altas del Valle de México, como es el Ajusco.

5.14.1. Peligro

Los efectos negativos de las tormentas de nieve son variados. En la población son las bajas temperaturas que se asocian a ellas, debido a que provocan enfermedades en las vías respiratorias o en el peor de los casos, muerte por hipotermia lo cual ocurre, sobre todo, a indigentes o personas de bajos recursos económicos, por habitar en viviendas precarias.

Las tormentas de nieve (nevadas) producen un ambiente frío que puede congelar la superficie del cuerpo humano, aumentar la presión arterial, exigiendo un mayor esfuerzo al corazón. Este enfriamiento también reduce la resistencia a las infecciones, desde un simple resfriado a enfermedades como la gripe; además de que las enfermedades infecciosas se transmiten más fácilmente en el invierno, debido a que la gente se reúne en lugares cerrados.

En las zonas urbanas, las nevadas pueden ocasionar varios daños como son: el desquiciamiento del flujo vehicular, apagones y taponamiento de drenajes, acumulación de nieve en los techos de las casas y por lo tanto su colapso, bloqueo de caminos, congelamiento de la red de agua potable, suspensión de las actividades aéreas, suspensión de labores y clases en las escuelas.

Se debe tomar en cuenta que cuando se presenta una nevada en las ciudades, el hielo y la nieve provocan un estado resbaladizo de los caminos que puede producir accidentes mortales, por lo que se debe conducir a baja velocidad con las luces e intermitentes encendidas y de ser posible, no transitarlos.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



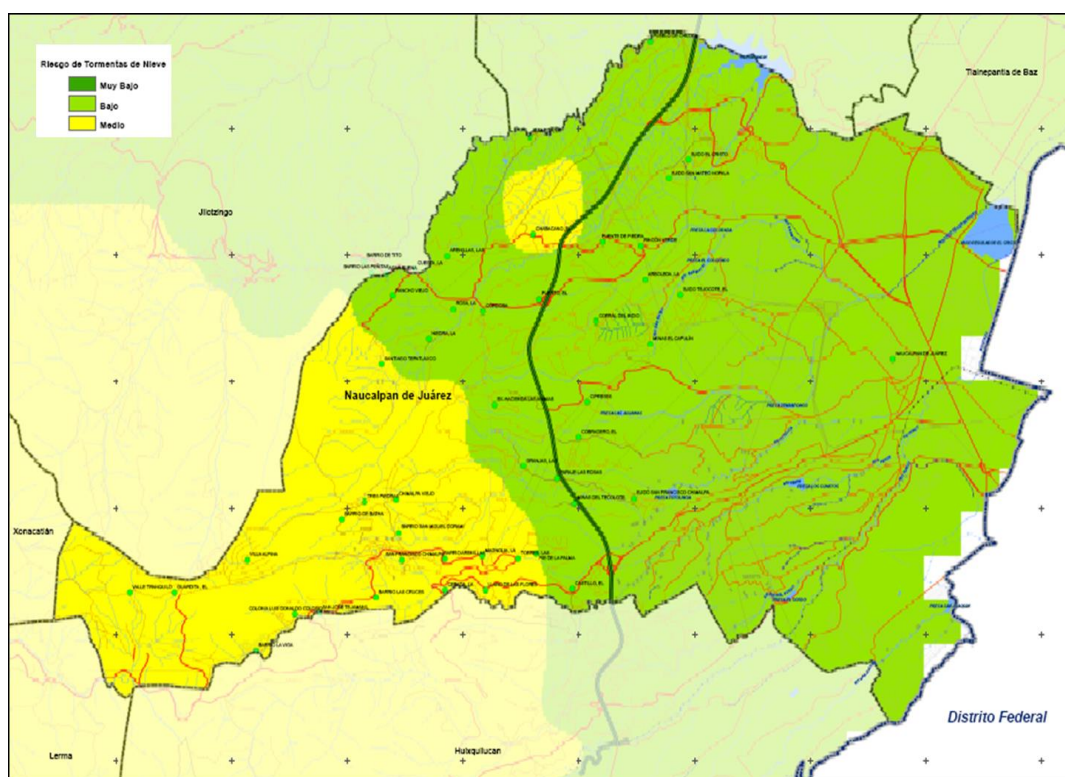
Por su parte en las zonas rurales, el fenómeno de acuerdo a su intensidad puede provocar daños importantes a la agricultura, la afectación puede ser extensa, dependiendo del cultivo y de la etapa del crecimiento en la que se encuentre, el ganado que está a la intemperie puede morir congelado.

5.14.2. Vulnerabilidad

En el municipio de Naucalpan el nivel de riesgo por tormentas de nieve es bajo, el cual se presenta en la mayor parte del territorio del municipio, que comprenden la parte central y la parte este del mismo, esta última zona corresponde a la mancha urbana del municipio.

En tanto que en la parte oeste del territorio municipal se presenta un nivel de riesgo medio, que se ubica específicamente entre los límites con el municipio de Xonacatlán, con el territorio de Lerma, con el municipio de Huixquilucan y con los límites entre Jilotzingo. Como se puede observar esta zona comprende la parte montañosa o altas de la superficie territorial del municipio.

Figura 68. Mapa riesgos por Nevadas en el Municipio de Naucalpan.



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INEGI y CONAGUA

5.14.3. Riesgo

Las localidades con riesgo a sufrir los efectos de tormentas de nieve en el municipio son:

- 1) El Chabacano
- 2) Santiago Teplatxco
- 3) Chimalpa Viejo



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



- 4) Tres Piedras
- 5) Barrio de Batha
- 6) Barrio San Miguel Dorami
- 7) San Francisco Chimalpa
- 8) Barrio Arenillas
- 9) La Magnolia
- 10) Las Torres
- 11) Pie de la Palma
- 12) Llano de las Flores
- 13) La Cebada
- 14) Barrio Las Cruces
- 15) San José Tejamanil
- 16) Colonia Luis Donald Colosio
- 17) Barrio La Viga
- 18) Villa Alpina
- 19) El Guardadita
- 20) Valle Tranquilo

No obstante, las condiciones propicias para generar una tormenta de nieve que afecte directamente a la población o sus actividades, no se han presentado como tal en el municipio y sus alrededores. Las temperaturas mínimas de las temporadas invernales indican que se han incrementado, así como las precipitaciones no han sido tan copiosas durante esta época y las coberturas boscosas han visto mermado su extensión y han sufrido cambios en su uso de suelo.

5.15 Ciclones Tropicales

Un ciclo tropical es un sistema atmosférico cuyo viento circula en dirección de ciclónica, es decir, en el sentido contrario a las manecillas del reloj en el hemisferio norte, y en el sentido de las manecillas del reloj en el hemisferio sur.

Se origina en las regiones tropicales del planeta tierra. Como la circulación ciclónica y bajas presiones atmosféricas relativas normalmente coexisten, es común usar los términos ciclón y baja de forma intercambiable. En las latitudes templadas los ciclones son referidos como depresiones o ciclones extratropicales, y el término ciclón se usa sólo para referirse a los ciclones tropicales. Estos últimos, en su etapa más intensa, son conocidos por varios nombres, según las regiones en donde se manifiestan:

- Son conocidos como huracanes, en la región del océano Atlántico, del golfo de México y del mar Caribe.
- Se le atribuye el nombre Ciclones, en la región del mar de Arabia, así como en la bahía de Bengala.
- Se les nombra como tifones, en el mar China y en la costa de Japón.
- Son llamados ciclones, en el océano Índico, en el este de Mauricio y Madagascar.
- Para la zona del Pacífico del noreste son conocidos como huracanes.



- Son conocidos en el Pacífico Sur, al este de Australia y Samoa como huracanes; mientras que en Filipinas como baguios.

Los ciclones tropicales exigen, al menos, dos requisitos básicos: calor y humedad. Como consecuencia, sólo se desarrollan en los trópicos, entre las latitudes 5° y 30° norte y sur, en las regiones y temporadas en que la temperatura del mar es superior a los 26°C. Así tenemos que, la energía de los ciclones tropicales proviene esencialmente del calor y la humedad que transfiere el océano al aire en los niveles bajos de la atmósfera. Mientras el centro del ciclón permanece sobre aguas cálidas, es decir a temperaturas mayores a 26°C, el suministro de energía es enorme. Mientras más y más aire húmedo se dirige hacia el centro de la tormenta para reemplazar al aire caliente que asciende rápidamente en forma de nubes, mayor calor es liberado a la atmósfera por condensación del vapor de agua y la circulación del viento continúa incrementándose.

Los ciclones tropicales se caracterizan por una circulación cerrada de sus vientos y se dividen en fases según la velocidad de su viento máximo sostenido en superficie (VMS):

- a) Depresión tropical: VMS menor a 63 km/h.
- b) Tormenta tropical: VMS entre 63 y 118 km/h.
- c) Huracán: VMS mayor a 118 km/h.

5.15.1. Peligro

Los efectos de los ciclones tropicales difieren entre tierra firme y superficie marina. En las zonas costeras, los mayores impactos que golpean a la tierra se deben a las mareas de tormenta, el oleaje, vientos fuertes y lluvias intensas. Sin embargo, el viento y la marea están concentrados dentro de pocos kilómetros del centro del ciclón, mientras que las lluvias intensas frecuentemente afectan áreas a cientos de kilómetros del centro del ciclón, esto es por el efecto de las bandas nubosas de la tormenta.

Algunos ciclones que se mueven sobre regiones afectadas por periodos prolongados de sequía pueden ser benéficos, debido a que pueden llegar a producir cantidades de lluvias de hasta unos 10 cm, que pueden ser importantes para mitigar las condiciones de aridez en esas regiones afectadas.

La lluvia como efecto del ciclón

Los aspectos del ciclón tropical que influyen en las lluvias torrenciales son los siguientes:

1. Permanencia del centro del ciclón después de la llegada a tierra.- Mientras más tiempo se mantenga el sistema ciclónico en tierra, se espera una mayor cantidad de lluvia. Generalmente el ciclón que presenta una larga duración en tierra, está acompañado por una fuerte divergencia de los vientos en la parte superior y una convergencia de los vientos que favorece la humedad en los niveles bajos de la troposfera.
2. El desplazamiento.- Si el ciclón tropical se estaciona o se mueve con lentitud, en la proximidad del continente o después de impactar a éste, la ocurrencia de núcleos de lluvia fuerte sobre un mismo lugar puede causar inundaciones.
3. Suministro continuo del vapor de agua.- En determinadas condiciones la cantidad de vapor de agua que ingresa a los niveles bajos del ciclón tropical es más grande, por lo que al entrar a tierra ocurren lluvias fuertes.



4. Interacción de un ciclón tropical con un fenómeno de latitudes medias.- Dado que la atmósfera es una capa de gases que rodea al planeta tierra, la intensidad, el tamaño, la duración y distribución asimétrica de las bandas de lluvia o la llegada a tierra de un ciclón tropical, puede estar afectada por fenómenos térmicos y dinámicos de latitudes medias. El flujo de aire frío sobre el ciclón tropical favorece la generación de lluvias torrenciales y éste puede aumentar la intensidad del ciclón tropical.
5. Configuración del terreno:- La configuración de la línea de costa, las montañas y las islas son elementos fundamentales sobre la estructura de un ciclón tropical. Estos se debe a la fricción que ejerce y reduce la velocidad de desplazamiento del ciclón. Por otra parte, los movimientos ascendentes y la diferencia de los flujos superficiales de calor y humedad, duran su paso a través de las montañas incrementan la cantidad de lluvia.

La proximidad y el tamaño del ciclón son dos variables fundamentales que deben ser consideradas para determinar la lluvia asociada a un ciclón tropical. Los ciclones tropicales que se desplazan paralelos a la costa tienen el potencial para producir precipitaciones a todo lo largo de su trayectoria. Esto se debe a que la velocidad del viento converge a lo largo de la inmediación de la costa, y a la topografía asociada con el terreno montañoso de México.

La disipación de un ciclo tropical puede presentar remanentes nubosos, los cuales recorren grandes distancias y cubren extensas regiones, pudiendo descargar toda su humedad en forma de lluvia. El seguimiento de la lluvia durante la ocurrencia de un ciclón puede servir para estimar el riesgo de posibles inundaciones en las zonas susceptibles.

El viento como efecto del ciclón

Los vientos de los ciclones tropicales alcanzan una velocidad de alrededor de 63 km/h, por su fuerza se les conoce como “Fuerza de tormenta tropical”. Los vientos más intensos generalmente ocurren cerca del centro tropical, y pueden ser especialmente peligrosos en uno de sus cuadrantes cuando la velocidad de traslación del ciclón es alta. La velocidad de los vientos en un ciclón tropical tiende a decaer en unas pocas horas cuando éste se aparta de su fuente principal de alimentación, que son las aguas cálidas del océano.

Los vientos con “fuerza de huracán” muestran una velocidad mayor a los 118 km/h, su velocidad puede destruir construcciones débiles y voltear camiones. Cualquier objeto suelto que es arrastrado por vientos de esta intensidad puede convertirse en un proyectil capaz de causar daños importantes; es común encontrarse con daños por viento tales como: árboles, torres y líneas eléctricas derribadas. Los edificios altos que se encuentren expuestos a la fuerza directa del viento suelen ser dañados sobre todo en cuanto a la ruptura de vidrios y ventanas, cuyos restos salen volando y caen al suelo con gran fuerza.

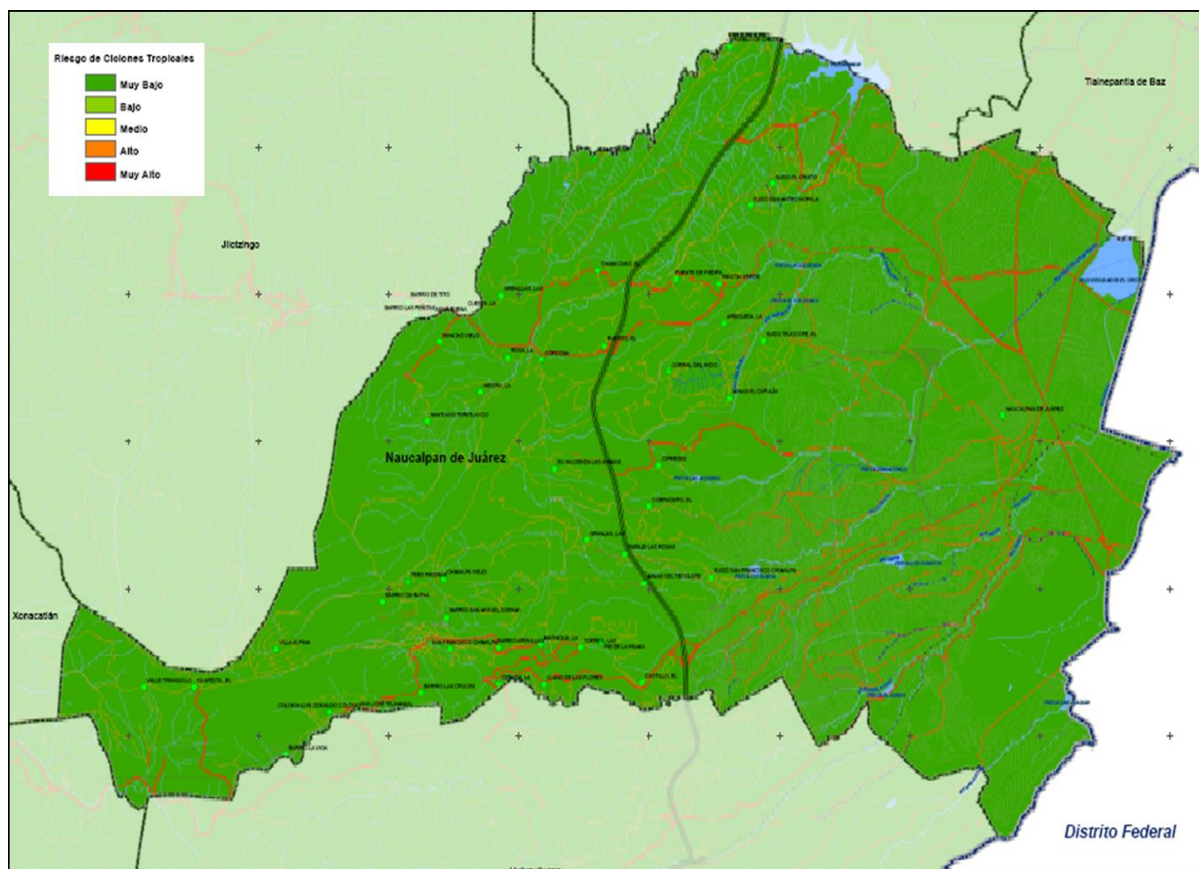
5.15.2. Vulnerabilidad

Los efectos de un ciclón tropical en una región o lugar determinado pueden generar aspectos positivos como negativos. Por una parte se considera que la presencia de un ciclón tropical es positiva porque en cierta forma ayuda a la recarga de los acuíferos cuando su efecto es de lluvias extremas; no obstante su presencia es de carácter negativo cuando sus efectos en forma de tormenta y vientos fuertes causan daños graves a la población ocasionando pérdidas humanas y económicas.

Al respecto, la presencia de ciclón tropical en el territorio del municipio de Naucalpan, según los resultados de la información de las estaciones meteorológicas, producen un nivel de riesgo muy bajo en toda la superficie y en todas las localidades que estructuran al territorio municipal.



Figura 69. Mapa riesgos por Ciclones Tropicales en el Municipio de Naucalpan



Fuente: elaboración propia, con base en datos de normales climatológicas del Observatorio Meteorológico Nacional.

5.16 Tornados

Los tornados son columnas de aire en rotación (torbellinos) que emergen de la base de cumulonimbos y tienen contacto con la superficie terrestre. Normalmente se forman durante fuertes tormentas convectivas, en las denominadas súper-células, y muchas veces son visibles como nubes en forma de chimenea. Los tornados suelen ser breves. Su duración media no supera los 10 minutos. No obstante, pueden dar lugar a vientos de velocidades superiores a 400 km/h y están considerados como el fenómeno meteorológico más destructivo.

Un tornado es la perturbación atmosférica más violenta en forma de vórtice, el cual aparece en la base de una nube de tipo cumuliforme, resultado de una gran inestabilidad, provocada por un fuerte descenso de la presión en el centro del fenómeno y fuertes vientos que circulan en forma ciclónica alrededor de éste. De acuerdo con el Servicio Meteorológico de los EUA (NWS, 1992), los tornados se forman cuando chocan masas de aire con diferentes características físicas de densidad, temperatura, humedad y velocidad.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Un tornado se distingue por una nube de color blanco o gris claro, mientras que el vórtice se encuentra suspendido de ésta; cuando el vórtice hace contacto con la tierra se presenta una nube de un color gris oscuro o negro debido al polvo y escombros que han sido succionados del suelo por la violencia del remolino.

Los vórtices llamados también chimeneas o mangas, en el hemisferio norte generalmente rotan en sentido, caso contrario en el hemisferio sur. En algunas ocasiones se presentan como un cilindro, con dimensiones que pueden ser desde decenas de metros hasta un kilómetro; el diámetro puede variar ligeramente entre la base de la nube y la superficie del suelo. Algunos tornados están constituidos por un solo vórtice, mientras que otros forman un sistema de varios de ellos que se mueven en órbita alrededor del centro de la circulación más grande del tornado.

Los tornados según su origen se pueden clasificar de la siguiente manera:

Tornados superceldas.- Se originan en una tormenta severa de duración larga cuyo viento se encuentra en rotación, a la cual se le conoce como mesociclón o supercelda. Se forma cuando una columna de nube cumulonimbus genera corrientes ascendentes dentro de ella misma, puede llegar a extenderse hasta algunos kilómetros de diámetro, lo que origina un tipo de tormenta convectiva con ciertas condiciones que pueden generar fuertes vientos, grandes granizadas y tornados violentos que puede devastar sobre una larga trayectoria.

Tornados no superceldas.- Suelen ser de menor magnitud a diferencia de los tornados superceldas. Este tipo de tornados se forma cuando una nube cumulus congestus, en rápida formación, atrae el aire que circula lentamente y de manera giratoria en los niveles inferiores de la superficie de la tierra. Los tornados no-supercelda que ocurren en el mar o en otro cuerpo de agua reciben el nombre de tromba o waterspout. Es importante aclarar que una tromba es un tornado que se forma o transita sobre un cuerpo de agua, como un río, un lago o el mar. Está íntimamente relacionada con una nube cumulonimbus, como subproducto de una tormenta eléctrica severa de carácter local.

En nuestro País se presentan las condiciones meteorológicas necesarias para la formación de los tornados superceldas y no-superceldas. En algunos lugares se presentan estacionalmente y en otros esporádicamente. No obstante, la mayoría de los tornados que se presentan en México se les conoce como tornado débil o tornado no-supercelda.

Aunque no existe un registro historial realmente validado sobre su frecuencia, intensidad, localización geográfica, la recopilación de información existente indica que la presencia del fenómeno se percibe entre los meses de febrero a octubre, siendo abril, junio y agosto los meses con mayor actividad.

5.16.1. Peligro

Los peligros que ocasionan los tornados son diversos, entre los que destacan: pérdidas económicas a la agricultura, a las viviendas, a la infraestructura urbana, lesiones, cortaduras e incluso, pérdidas humanas.

Los tornados pueden ser locales, pero la rapidez con que se desarrollan los hace muy peligrosos para la gente, debido a que se asocian una combinación de factores como son: La fuerza del viento, provoca que ventanas se abran, se rompan cristales, haya árboles arrancados de raíz y que automóviles, camiones y trenes sean lanzados por los aires. Los impactos violentos de los desechos que porta y que son lanzados contra vehículos, edificios y otras construcciones. La baja presión del interior del tornado, provoca la falla de algunos elementos estructurales y no estructurales sobre los que se posa, como ventanas.

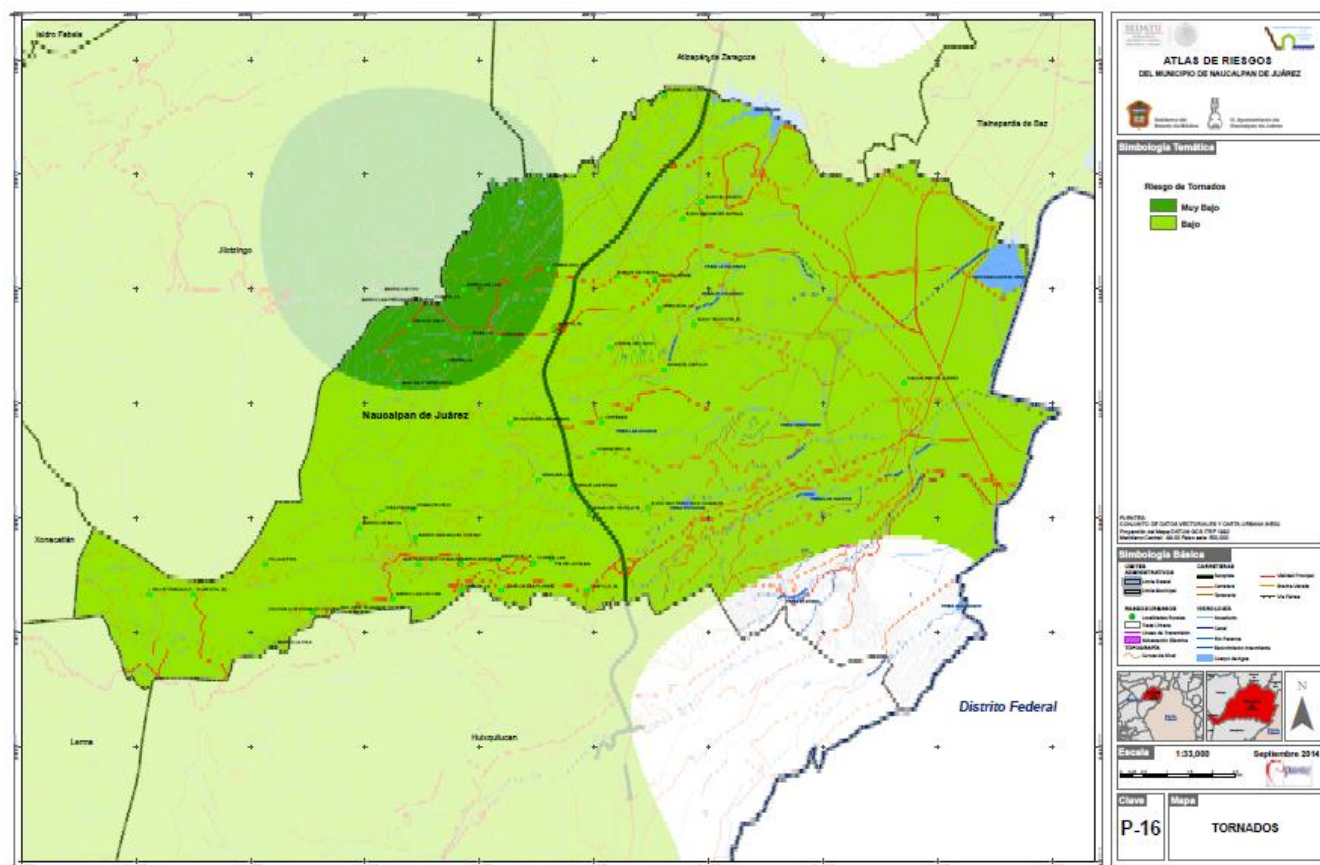


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 70. Mapa riesgos por Tornados en el Municipio de Naucalpan.



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INEGI y CONAGUA.

5.16.2. Vulnerabilidad

En el territorio del municipio y entidades circunvecinas, tanto las condiciones meteorológicas como las de relieve, altitud y cubierta de vegetación, entre otras, son las menos propicias para la gestación de Tornados. Por ello podría argumentarse que este tipo de fenómenos meteorológicos difícilmente se presentaran en el municipio, por lo cual el gradiente de vulnerabilidad ante tal peligro es prácticamente nula.

No así, para el acontecer de rachas veloces de los vientos, los cuales sí podrían propiciar derribo de árboles y con mayor frecuencia, provocar caída de anuncios espectaculares.

5.16.3. Riesgo

5.17 Tormentas de polvo

Una tormenta de polvo, es un fenómeno que se produce cuando vientos de suficiente intensidad soplan sobre polvo o arena suelta en una superficie seca. Las partículas son transportadas en la dirección del viento, ya sea por suspensión o flotando. Las tormentas de arena o de polvo ocurren



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



típicamente en regiones áridas o semiáridas, cuando vientos de alta velocidad transportan por saltación y/o suspensión pequeñas partículas, como arena o sedimentos clásticos finos.

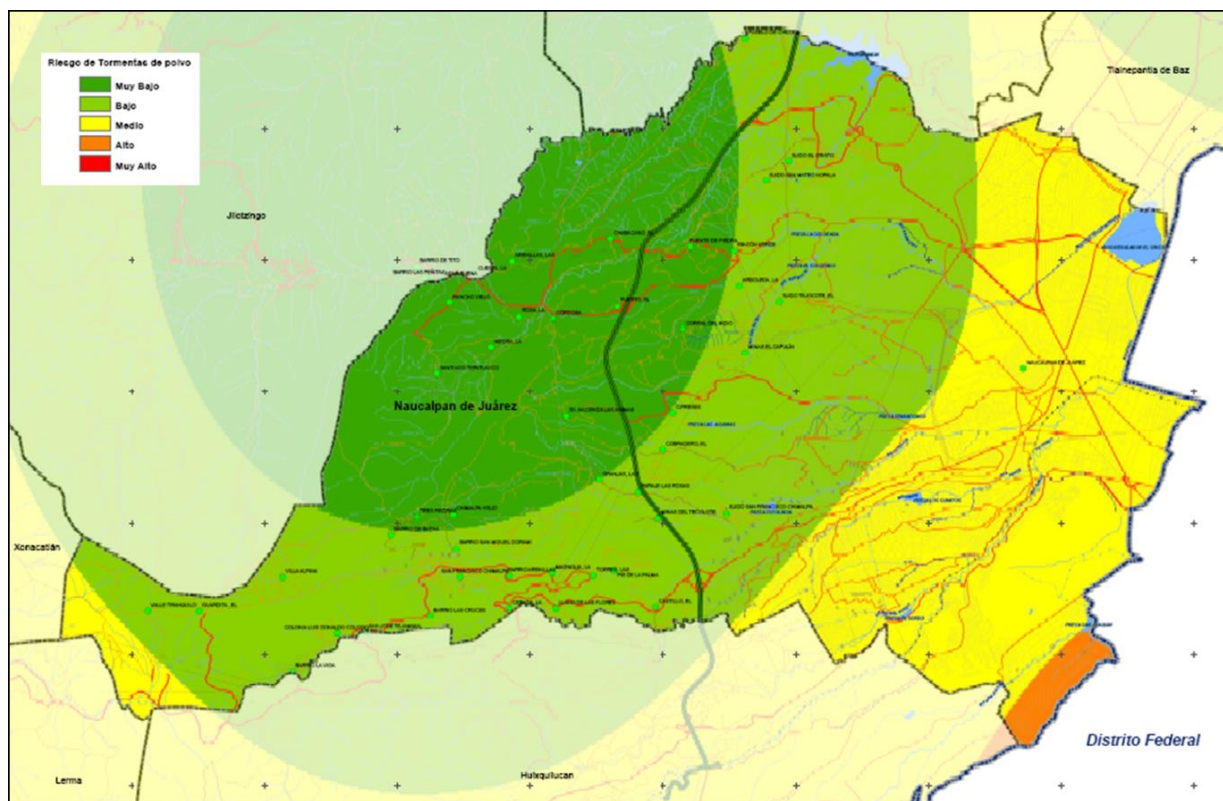
5.17.1. Peligro

Las tormentas de polvo y arena están entre los fenómenos naturales más violentos e impredecibles. Los vientos altos levantan las partículas de polvo o arena haciéndolas volar por el aire, provocando una nube turbulenta y sofocante que puede reducir la visibilidad a casi cero en cuestión de segundos y causar daños en las propiedades, lesiones y muertes.

5.17.2. Vulnerabilidad

En relación a los factores que intervienen en la determinación del fenómeno meteorológico tormenta de polvo, se observa que el nivel de riesgo a lo ancho de la superficie territorial del municipio ocurre de un nivel de muy bajo desde la zona oeste a un nivel de riesgo bajo por la parte centro del mismo; mientras que en la parte este el nivel de riesgo registrado es medio, esta fracción corresponde a la zona baja y plana de la superficie territorial del municipio. Es importante señalar que los resultados indican una mínima proporción de superficie que presenta un riesgo alto, la referencia se ubica en la parte sureste del municipio y entre los límites con el municipio de Huixquilucan y el Distrito Federal.

Figura 71. Mapa riesgos por Tormentas de polvo en el Municipio de Naucalpan.



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INEGI y CONAGUA



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



5.17.3. Riesgo

La población expuesta a riesgos por tormentas de polvo corresponde a la asentada en la cabecera municipal “Naucalpan de Juárez”, esto se debe a la presión demográfica y al alto crecimiento desmesurado de la mancha urbana que genera el cambio de uso de suelo de vegetación por uso de suelo urbano. De igual forma, la proliferación de los asentamientos irregulares ocasiona el desprendimiento de vegetación de algunas áreas naturales protegidas.

A manera de ejemplo sobre los efectos que se generan en la transformación del paisaje natural del municipio derivado de la construcción de edificaciones en la ciudad o cambios de uso de suelo, se encontró una nota con fecha del 01 de octubre del 2012 por parte del periódico “el Universal del Estado de México” en el apartado de “El universal Metrópoli”; en donde se publica que la población del fraccionamiento “Loma de Sotelo” se vio afectada por tormentas de polvo derivadas por las excavaciones en la llamada “esquina de oro” y puerta de entrada al Distrito Federal, en lo que fue el Toreo de Cuatro Caminos.

En el predio de más de 25 mil metros cuadrados, que ocupó el Toreo de Cuatro Caminos, la empresa Danhos se encontraba realizando los trabajos de construcción de la “ciudad Toreo”, proyectada como complejo de oficinas, hotel, plaza comercial y cines, cuya cimentación está en curso durante la publicación de la nota. Los vecinos se quejaban de la excavación realizada que generaban verdaderas tormentas de polvo que afectaban especialmente a Lomas de Sotelo, pequeño fraccionamiento que “quedaba ahogado entre la construcción del Viaducto Elevado Bicentenario, el paradero del metro Cuatro Caminos y la nueva ciudad Toreo”.

Figura 72. Posibles causas para la formación de Tormentas de polvo en el Municipio de Naucalpan.



Fuente: <http://www.eluniversaledomex.mx/naucalpan/nota32610.htm>



5.18 Tormentas eléctricas

Una tormenta eléctrica es una descarga de rayos producida por el incremento del potencial eléctrico entre las nubes y la superficie terrestre. Es un fenómeno meteorológico en el que se presentan rayos que caen a la superficie, generalmente en zonas boscosas y en zonas urbanas.

Las tormentas eléctricas son descargas bruscas de electricidad atmosférica que se manifiestan por un resplandor breve (rayo) y por un ruido seco o estruendo (trueno). Las tormentas se asocian a nubes convectivas (cumulonimbus) y pueden estar acompañadas de precipitación en forma de chubascos; pero en ocasiones puede ser nieve, nieve granulada, hielo granulado o granizo. Son de carácter local y se reducen casi siempre a sólo unas decenas de kilómetros cuadrados.

Una tormenta eléctrica se forma por una combinación de humedad, entre el aire caliente que sube con rapidez y una fuerza capaz de levantar a éste, como un frente frío, una brisa marina o una montaña. Todas las tormentas eléctricas contienen rayos, los cuales pueden ocurrir individualmente en grupos o en líneas.

El ciclo de duración de una tormenta es de sólo una o dos horas y empieza cuando una porción de aire está más caliente que el de su entorno, o bien, cuando el aire más frío penetra por debajo de ella. El estado de madurez de una tormenta está asociado con grandes cantidades de precipitación y rayos.

El rayo es una descarga electrostática que resulta de la acumulación de cargas positivas y negativas dentro de una nube de tormenta. Cuando las cargas adquieren la fuerza suficiente, aparecen los rayos, cuya manifestación visible es el relámpago, es decir, un destello de luz que se produce dentro de las nubes o entre éstas y el suelo. La mayor cantidad de relámpagos ocurren dentro de la nube, mientras que el 20% se presenta entre la nube y el suelo.

Un rayo alcanza una temperatura en el aire que se aproxima a los 30,000 grados centígrados en una fracción de segundo. El aire caliente provoca que éste se expanda rápidamente, produciendo una onda de choque que llega en forma de sonido llamado trueno, éste viaja hacia fuera y en todas direcciones desde el rayo.

Los rayos pueden ser de los siguientes tipos:

- a) Nube-aire. La electricidad se desplaza desde la nube hacia una masa de aire de carga opuesta.
- b) Nube-nube. El rayo puede producirse dentro de una nube con zonas cargadas de signo contrario.
- c) Nube-suelo. Las cargas negativas de las nubes son atraídas por las cargas positivas del suelo.

Las tormentas eléctricas en México ocurren entre mayo y octubre. Se presentan con mayor frecuencia durante horas de la tarde o de la noche. Además, su ámbito es local o regional y son intermitentes como resultado de la topografía del País.

5.18.1. Peligro

Los efectos de las tormentas eléctricas van desde herir o causar el deceso de una persona de forma directa o indirecta hasta dañar la infraestructura de la población, que provocaría la suspensión de la energía eléctrica, además de afectar algunos aparatos (radio, televisión, computadoras,



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



refrigeradores, etc.). En ocasiones, las descargas eléctricas pueden provocar la muerte del ganado y son la causa más común del retraso de las aeronaves y de los accidentes aéreos, siendo el mayor peligro para la aviación.

De acuerdo con estudios desarrollados por a CENAPRED, en México se registran, desde 1985 el número de decesos generados por el alcance de rayos (Secretaría de Salud, 2007). En los últimos 22 años se reportaron 4,848 defunciones en 31 estados del País; en promedio, al año se llegan a presentar 220 pérdidas humanas por tormentas eléctricas. El único estado que no ha registrado muertes es Baja California Sur, mientras que en el Estado de México se localiza el mayor número de casos, con 1,140. En la mayoría de los casos los decesos por tormentas eléctricas se presentaron porque las personas realizaban actividades al aire libre, justo cuando la tormenta estaba en su máximo desarrollo.

5.18.2. Vulnerabilidad

La identificación de este tipo de fenómenos está basada en la información obtenida por las estaciones meteorológicas ubicadas al interior del municipio de Naucalpan y en otras estaciones cercanas al mismo como por ejemplo la estación Mimiapan ubicada en el municipio de Xonacatlán, la estación San Luis Ayucan en el municipio de Jilotzingo, la estación Calacaoya en el territorio de Atizapán de Zaragoza, la estación colonia América ubicada en la parte poniente del Distrito Federal, entre otras.

Los datos correspondientes al atlas de riesgo de Naucalpan 2011, indican que la estación con mayor número de tormentas eléctricas registradas fueron las estaciones “El Salitre” con 12.8 tormentas anuales y la estación “Molino Blanco” con 12.4 tormentas anualmente; no obstante la estación “San Bartolo” en ese año en el que se hace el estudio se hace referencia a 6.8 tormentas al año, mientras que en las estaciones “Presa Totolica” el número referido de 0.2 y en la estación “San Bartolo” el número fue de 2.2 anual.

Cuadro XX. Estaciones meteorológicas que identificaron tormentas eléctricas, el estudio 2011

ELEMENTO S	EN E	FE B	MA R	AB R	MA Y	JU N	JU L	AG O	SE P	OC T	NO V	DI C	ANUA L
ESTACIÓN: 00015058 MOLINITO (SAN BARTOLO)				LATITUD: 19°27'13" N				LONGITUD: 099°14'18" W					
TORMENTA E.	0	0	0.2	0.2	0.8	0.8	1.8	1.8	1.5	0.2	0	0	6.8
AÑOS CON DATOS	22	24	25	25	25	24	24	24	24	24	24	23	
ESTACIÓN: 00015058 MOLINO BLANCO, NAUCALPAN				LATITUD: 19°28'39" N				LONGITUD: 099°13'15" W					
TORMENTA E.	0	0	0.1	0.5	1.6	1.9	2.7	2.5	2.1	0.6	0.2	0.2	12.4
AÑOS CON DATOS	29	30	30	30	30	30	30	30	29	29	29	28	



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



ESTACIÓN: 00015027 EL SALITRE (SAN BARTOLO)				LATITUD: 19°30'00" N				LONGITUD: 099°18'00" W					
TORRENTA E.	0	0	0.1	0.8	1.2	2.9	2.5	2.8	1.6	0.8	0.1	0	12.8
AÑOS CON DATOS	17	18	18	18	18	18	18	18	17	18	16	17	
ESTACIÓN: 00015077 PRESA TOTOLINGA, NAUCALPAN				LATITUD: 19°27'10" N				LONGITUD: 099°17'01" W					
TORRENTA E.	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0.1	0	0	0.2
AÑOS CON DATOS	20	18	19	20	20	20	20	20	20	19	19	18	
ESTACIÓN: 00015127 TOTOLINGA SAN BARTOLO				LATITUD: 19°27'56" N				LONGITUD: 099°14'14" W					
TORRENTA E.	0	0	0.1	0.1	0.1	0.6	0.2	0.6	0.4	0.1	0	0	2.2
AÑOS CON DATOS	30	30	29	29	28	28	29	28	28	27	27	25	

Fuente: Elaboración con base en los registros del último año del Servicio Meteorológico Nacional.

De igual forma, el documento realizado en ese año indica que en la zona de las estaciones de Salitre, Molino Blanco y Molinito las actividades de tormentas eléctricas registradas corresponden a los meses de julio y octubre. En este sentido, este apartado del documento concluye que el nivel de riesgo por tormentas eléctricas en el territorio del municipio de Naucalpan era relativamente bajo.

Con la actualización de la información de las estaciones meteorológicas al interior del municipio y ahora haciendo referencia a las que se encuentran cercanas al municipio se obtienen datos importantes. Así tenemos que en el territorio de Naucalpan se llegan a presentar hasta 23.3 tormentas eléctricas al año, estos registros corresponden a la estación "Molino Blanco" ubicada en la parte este del territorio municipal. La estación meteorológica "El Salitre" registra también una actividad alta de 16 días con tormentas, siguiéndole la estación "Totolica San Bartolo" con una actividad de 14.6 días con tormentas al año, así como la estación "Presa Totolica" con 12.9 tormentas eléctricas al año.

En contra parte las estaciones con menor número de tormentas eléctricas registradas anualmente son: la estación "Monolito (5.4 días con tormentas al año), la estación Mimiapan (9.4 tormentas al año), la estación Calacoaya (2.1 días anual), la estación "Colonia América" con un registro de 1.5 días con tormentas eléctricas al año.

En este sentido, el periodo en el que se registra este fenómeno meteorológico comprende entre el mes de junio hasta el mes de septiembre.



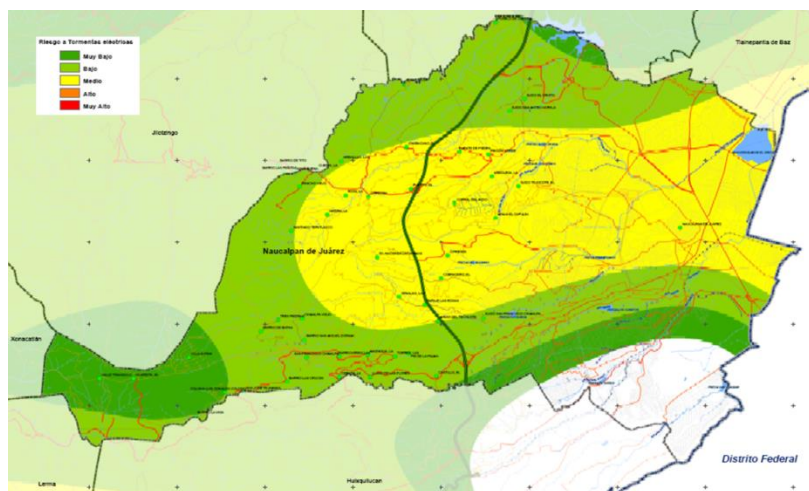
Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Los resultados de los datos de la estaciones indican que el riesgo por tormentas eléctricas en el territorio municipal de Naucalpan corresponde a un nivel medio, bajo y muy bajo.

Figura 73. Mapa de riesgos por tormentas eléctricas en el Municipio de Naucalpan.



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INEGI y CONAGUA

5.18.3. Riesgo

Las zonas que presentan un nivel de riesgo medio por tormentas eléctricas corresponden a la parte baja y plana del territorio municipal, así mismo en las zonas boscosas correspondientes a vegetación de encino e inducida que se encuentra en las partes altas de la superficie territorial de Naucalpan.

En lo que concierne a las localidades amenazadas por las descargas electroestáticas corresponde a un total de 14 asentamientos humanos, y son: la cabecera municipal “Naucalpan de Juárez”, “El Chabacano”, “La Hiedra”, “La Rosa”, “El Puerto”, “Puente de Piedra”, “Rincón Verde”, “La Arboleda”, “El Ejido Tejocote”, “Corral del Indio”, “Cipreses”, “Paraje las Rosas”, y “Minas el Capulín”.

5.19. Precipitaciones extremas

La lluvia es el factor más importante del ciclo hidrológico, tanto desde el punto de vista ambiental como humano. Es la fuente que nutre la vegetación natural y los cultivos, y el origen de la mayor parte del agua de consumo humano, ya sea doméstico, industrial, de servicios u otro. Pero la lluvia también es la causante de riesgos naturales, bien por su ausencia o, al contrario, por su exceso cuando se producen fenómenos torrenciales.

Según la definición oficial de la Organización Meteorológica Mundial, la lluvia es la precipitación de partículas líquidas de agua de diámetro mayor de 0.5 mm o de gotas menores, pero muy dispersas. Es un fenómeno atmosférico que se inicia con la condensación del vapor de agua por contenido en las nubes cuando éstas atraviesan capas de aire frío.

La formación de gotas de lluvia, a partir de las diminutas gotitas que forman la nube, necesita la existencia de cristales de hielo sobre los que se depositan las gotas de agua. De este modo van creciendo los cristales hasta que son lo suficientemente grandes para caer por su propio peso, dando lugar a la lluvia en el momento en que se funden antes de llegar al suelo.

La lluvia depende de tres factores: la presión, la temperatura y la radiación solar.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



La lluvia es un fenómeno meteorológico que consiste en caer el agua en forma de precipitación líquida desde las nubes, formadas por condensación del vapor de agua, que al cobrar tamaño y peso no pueden mantenerse suspendidas en el aire.

El agua del mar se evapora, a causa del calentamiento solar. Esta humedad, añadida a la que recoge el aire de las plantas, forma las nubes. Cuando el aire asciende, se enfría, porque la temperatura es fría en lo alto; y por eso se condensa pasando del estado de vapor, al líquido.

Las nubes altas se llaman cúmulos, y anuncian tiempo cálido y seco, pero las nubes bajas llamadas estratos son las que generan lluvias.

La precipitación lleva el nombre del factor que causó el ascenso del aire húmedo, mismo que se enfría conforme se alcanza mayores alturas. De esta manera es posible identificar cuatro tipos de clasificación de la precipitación pluvial.

La lluvia ciclónica es resultado del levantamiento de aire por una baja de presión atmosférica.

Por su parte, la lluvia de frente cálido se forma por la subida de una masa de aire caliente por encima de una de aire frío. La lluvia orográfica, se da cuando las montañas desvían hacia arriba el viento, sobre todo aquel proveniente del mar.

La lluvia convectiva se forma con aire cálido que ascendió por ser más liviano que el aire frío que existe en sus alrededores. Esta última se presenta en áreas relativamente pequeñas, generalmente en zonas urbanas.

Si en una zona llueve más de 2000 mm por año, se considera que se trata de lluvias excesivas. Serán abundantes si las lluvias alcanzan entre los 1000 y los 2000 mm anuales; son lluvias escasas si la cantidad de agua en un año es de entre 200 y 500 mm llamándose insuficientes a las lluvias por debajo de 200 mm anuales.

Muchas veces se habla de lluvia como sinónimo de precipitación. Sin embargo la lluvia es una especie de precipitación que ocurre en forma líquida. Si se solidifica caerá en forma de nieve o granizo.

5.19.1. Peligro

Las precipitaciones intensas son eventos hidrometeorológicos extremos de gran intensidad, baja frecuencia temporal y aparente distribución espacial irregular, que provocan peligros naturales de tipo geomorfológico, como procesos de erosión superficial, movimientos de masa, inundaciones fluviales, arroyamiento torrencial, y cambios en los cauces y en las llanuras aluviales, que desencadenan desastres, afectando a poblaciones, viviendas e infraestructuras

La intensidad de lluvia depende de su duración. Cuando la intensidad de lluvia excede a la capacidad de filtración del suelo se produce el escurrimiento superficial que puede dar lugar a inundaciones en las partes más bajas.

Tanto el escurrimiento superficial como el subterráneo van a alimentar los cursos de agua que desaguan en los mentar ríos, lagos, fuentes, pantanos, embalses y el mar. El agua por gravedad y por equilibrio necesita una salida y cuando la tierra no absorbe el agua caída de la lluvia se originan corrientes que se precipitan hacia tierras más bajas.

Tanto las gotas de lluvia como las corrientes causadas por ellas erosionan lentamente la superficie de la tierra al hacer saltar partículas de arena y rocas culas que arrastran después las corrientes llevándolas a otros lugares.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



La deforestación es una de las causas de la erosión del suelo. Cuando no hay árboles, la lluvia golpea directamente la tierra en lugar de gotear gradualmente desde las ramas y caer suavemente sobre el suelo forestal. Cuando la lluvia es torrencial el agua gol- golpea fuertemente el suelo, arrastrando la capa de poca material orgánico, Una fuerte erosión puede provocar deslizamientos de terrenos y evita el crecimiento de nuevas plantas.

Los árboles que se hallan en regiones montañosas elevadas, corren mucho riesgo porque están expuestos a las nubes y la niebla ácidas. Cuando cae la lluvia, empapa el suelo y disuelve los nutrientes, como el magnesio y el calcio, que los árboles necesitan para, mantenerse sanos. También deposita los restos de aluminio en el suelo lo que hace difícil que los árboles puedan absorber agua. La niebla ácida disuelve los nutrientes que los árboles tienen en sus hojas o agujas, esta pérdida de nutrientes disminuye la resistencia de los árboles a los daños causados por infecciones e insectos, y también por el frío del invierno y con el tiempo mueren.

5.19.2. Vulnerabilidad

En el municipio de Naucalpan, de acuerdo con los registros de las estaciones meteorológicas, los meses con mayor número de días lluviosos son de junio a septiembre. Los días lluviosos en estos meses oscilan de 16 a 24 días, siendo los meses de junio y agosto con mayor número de días lluviosos. En este sentido, durante este periodo las estaciones meteorológicas reportan anualmente un total de 70 a 86 días lluviosos, entre las que destacan las estaciones “Mimiapan”, “San Luis Ayucan” y “Molino Blanco”.

La precipitación anual en el municipio de Naucalpan alcanza los 822.60 mm hasta los 1222.70 mm. En el periodo de días lluviosos, las estaciones meteorológicas reportan una precipitación pluvial mensual que oscila de 141.50 mm a 240.60 mm, en donde se llegan a registrar precipitaciones máximas mensuales de 242.60 mm hasta 458.70 mm; de esta manera, la precipitación acumulada durante este periodo fluctúa de 625.80 mm hasta 801.80 mm, esta cantidad de lluvia llega a representar desde un 73% hasta un 78% del total de la lluvia anualmente recibida en la superficie territorial del municipio.

Al respecto, las estaciones meteorológicas que registran una mayor precipitación, son: “San Luis Ayucan”. “Mimiapan”, “Molino Blanco” y “Molinito”.

En función al análisis de los datos arrojados por las estaciones meteorológicas, se obtiene como resultado el nivel de riesgo por el fenómeno “lluvias extremas”. El resultado está orientado hacia la revisión de dos aspectos, por un lado, se observarán las zonas vulnerables a los días con intensas lluvias, y por el otro, se identificarán aquellas partes del territorio municipal vulnerables a las extremas precipitaciones.

En el primer resultado, se observa que el nivel de riesgo por lluvias extremas se extendiendo de oeste a este del territorio municipal; es decir que, en la parte poniente del municipio se logra identificar un nivel de riesgo muy alto y alto, el cual se va comportando de medio a bajo, en la zona centro del mismo, hasta registrarse un nivel de riesgo muy bajo en la parte oriente del territorio.

La zona con nivel de riesgo muy alto y alto, de acuerdo con el relieve del municipio, corresponde a las laderas de montaña en la parte alta de la sierra que es donde se presentan las mayores altitudes y áreas accidentadas; mientras que, la zona expuesta a un nivel de riesgo medio y bajo incluye los terrenos de lomeríos, semiplanos y ligeramente ondulados. Finalmente, la zona identificada como expuesta a un nivel de riesgo muy bajo corresponde a la zona de transición entre la planicie lacustre de la Cuenca de México y su piedemonte, que es en esta zona donde se han asentado la enorme mancha urbana del municipio que cubre aproximadamente el 50% del total de la superficie territorial de Naucalpan.

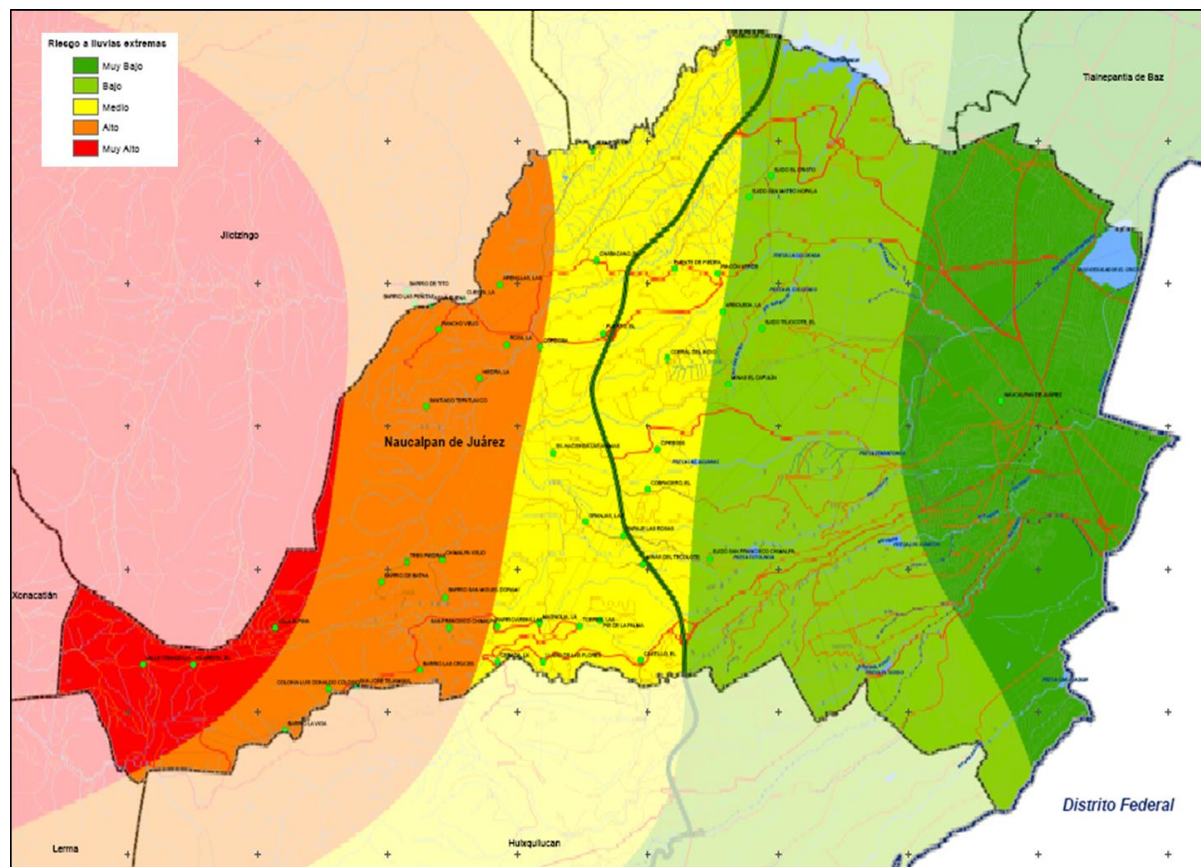


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 74. Mapa de riesgos por precipitaciones extremas en el Municipio de Naucalpan.



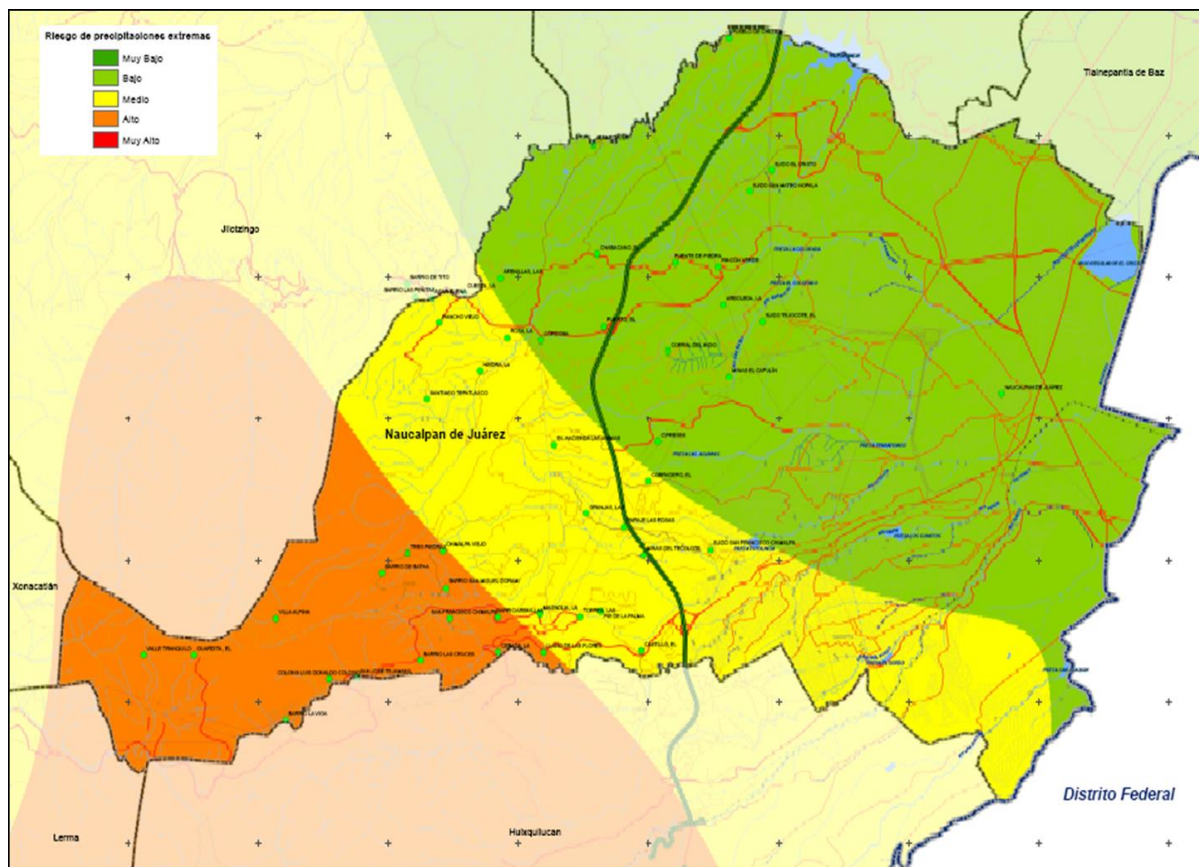
Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INEGI y CONAGUA

Ahora bien, en lo que concierne al nivel de riesgo por precipitaciones extremas se observa un nivel de riesgo alto y medio en la zona poniente del territorio, en tanto que en la parte central y la zona oriente del mismo se identifica un nivel de riesgo medio y bajo. Es importante remarcar, que con la mayor altitud, la condensación de humedad es mayor, por ende, las mayores precipitaciones siempre estarán asociadas a terrenos de mayor elevación, lo que conlleva -aunado con problemáticas como la deforestación y el acelerado cambio de cobertura vegetal- a posibles peligros por deslaves, derrumbes o incluso grandes remociones en masa.

En el mapa anterior se muestran las precipitaciones extremas para los valores máximo mensuales de las estaciones meteorológicas, sin embargo el tema deja mucho de qué hablar, si se trata de la representación de los valores de precipitación, pero ahora de acuerdo a los datos normalizados por los últimos treinta años, tal cual lo muestra el mapa siguiente.



Figura 75. Mapa de riesgos por precipitaciones extremas en el Municipio de Naucalpan.



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INEGI y CONAGUA

5.19.3. Riesgo

De acuerdo con las figuras anteriormente señaladas se podría decir que los poblados con mayor riesgo por el efecto de lluvias y precipitaciones extremas son los que se ubican en la parte poniente del territorio municipal, mientras que los poblados asentados en la parte oriente son los que muestran un nivel de riesgo bajo y muy bajo; esto en cierta forma es verídico dado a que la zona boscosa está sufriendo cambios de vegetación, contaminación por residuos sólidos y líquidos, una desmesurada deforestación aspectos que en cierta forman propician que en época de lluvias extremas se genere una cierta erosión pluvial que a detalle además de degradar el suelo propicia el deslice de rocas y tierra debido a desprendimientos. Sin embargo, hay dos factores naturales que ayuda a percibir que la zona baja o plana es la que estaría más propensa a sufrir una amenaza por este tipo de fenómenos, sobre todo el relacionado con las precipitaciones extremas, estos factores son el relieve y la orientación de las corrientes de agua superficiales.

En el apartado de hidrología de este documento, se destaca que el municipio está ubicada en la región hidrológica Pánuco, la cual se caracteriza por ser la más importante del país por su extensión territorial, por tener un elevado volumen de escurrimientos. De igual forma, se puntualiza que la red hidrográfica del municipio comprende una serie de corrientes que se originan en las partes altas de las Sierras de las Cruces y Monte Alto o Malinche localizadas al poniente del territorio; estas corrientes



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



tienen una dirección de poniente a nororiente y durante la temporada de lluvias aumenta significativamente su caudal.

El sistema hidrológico superficial del municipio está formado por ocho ríos: Río Hondo, Arroyo el Sordo, Río Verde, Río Chico de los Remedios, San Mateo, San Joaquín, Los Cuartos y Río Totolinga, además de diversos escurrimientos intermitentes.

Las condiciones de la red hidrológica superficial son inadecuadas, existen altos niveles de contaminación en los ríos y escurrimientos debido a las descargas de aguas negras; de igual forma se ha identificado la presencia de basura en los cauces, este último factor contaminante ha generado problemas en el cauce de los ríos Hondo y Verde, debido a que la acumulación de basura ha provocado en el periodo de altas precipitaciones una disminución en la velocidad del escurrimiento y la libre circulación hidrológica, al grado de generar el desbordamiento y con ello la inundación de colonias aledañas.

En este sentido, como muestra de lo anteriormente señalado se hace referencia a la nota periodística del día 01 de septiembre del 2014, en la cual se hace referencia a inundaciones debido al desbordamiento del Río Hondo durante el periodo de intensas lluvias en Naucalpan. De igual forma, otro suceso relacionado con el periodo de intensas lluvias fue el ocurrido el día 25 de agosto del 2014 en donde un puente peatonal y vehicular que cruza el Río Verde por avenida Cuauhtémoc estuvo a punto de colapsarse debido las fuerte precipitación por la fuerte lluvia del día Jueves 21. A consecuencia de la precipitación, uno de los muros de contención, de aproximadamente 6 metros de largo por 4 de alto, se cayó provocando una zanja que fue creciendo en el puente que une a varias colonias de San Rafael Chamapa.

Figura 76. Impacto del registro de lluvias extremas en Naucalpan



Fuente: <http://es.sott.net/article/31486-Lluvia-deja-inundaciones-en-Naucalpan>.
<http://es.sott.net/article/31486-Lluvia-deja-inundaciones-en-Naucalpan>

5.20 Inundaciones

La inundación es el efecto generado por el flujo de una corriente, cuando sobrepasa las condiciones que le son normales y alcanza niveles extraordinarios que no pueden ser controlados en los vasos naturales o artificiales que la contienen, lo cual deriva, ordinariamente, en daños que el agua desbordada ocasiona en zonas urbanas, tierras productivas y, en general en valles y sitios bajos.



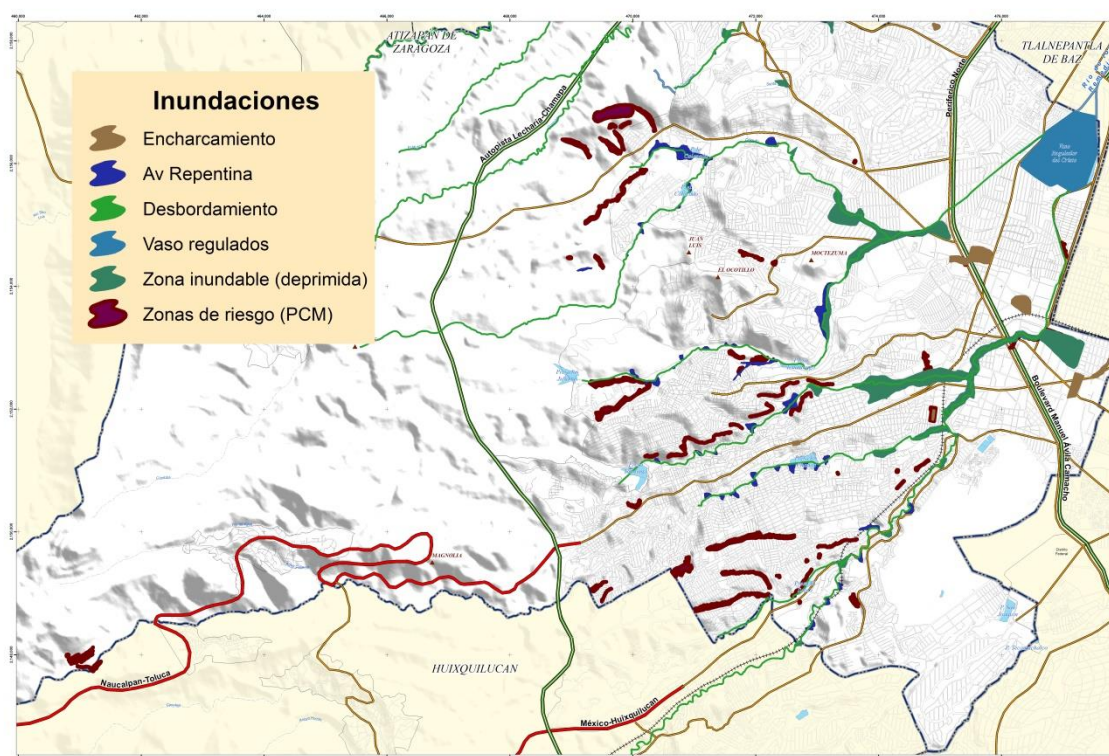
Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Las inundaciones ocurren cuando el suelo y la vegetación no pueden absorber toda el agua que llega al lugar y escurre sobre el terreno; pueden ocurrir por lluvias en la región, por desbordamiento de ríos, ascenso del nivel medio del mar, por la rotura de bordos, diques y presas, o bien, por las descargas de agua de los embalses. Las inundaciones dañan las propiedades, provocan la muerte de personas, causan la erosión del suelo y depósito de sedimentos. También afectan a los cultivos y a la fauna. Como suele presentarse en extensas zonas de terreno, son el fenómeno natural que provoca mayores pérdidas de vidas humanas y económicas.

Figura 77. Zonas inundables determinadas en campo con información de PCM de Naucalpan y visitas a campo.



Las inundaciones no previstas y de gran intensidad constituyen un riesgo natural frecuente que, en general, resultan ser muy costosas en términos de pérdidas económicas y, en algunos casos, de pérdidas de vidas humanas. La habilidad para estimar y predecir el impacto asociado con estos eventos es de vital importancia para establecer políticas que minimicen los efectos negativos, así como para evaluar alternativas futuras de control.

Los modelos ArcView 3.2 e IBER 1.9 facilitaron la determinación de las áreas de inundación para avenidas de periodos de retorno de 10, 20, 50 Y 200 años, encontrándose que las áreas clasificadas por uso de suelo más afectadas son las urbanas debido a la concentración predominante de la población en estas zonas.

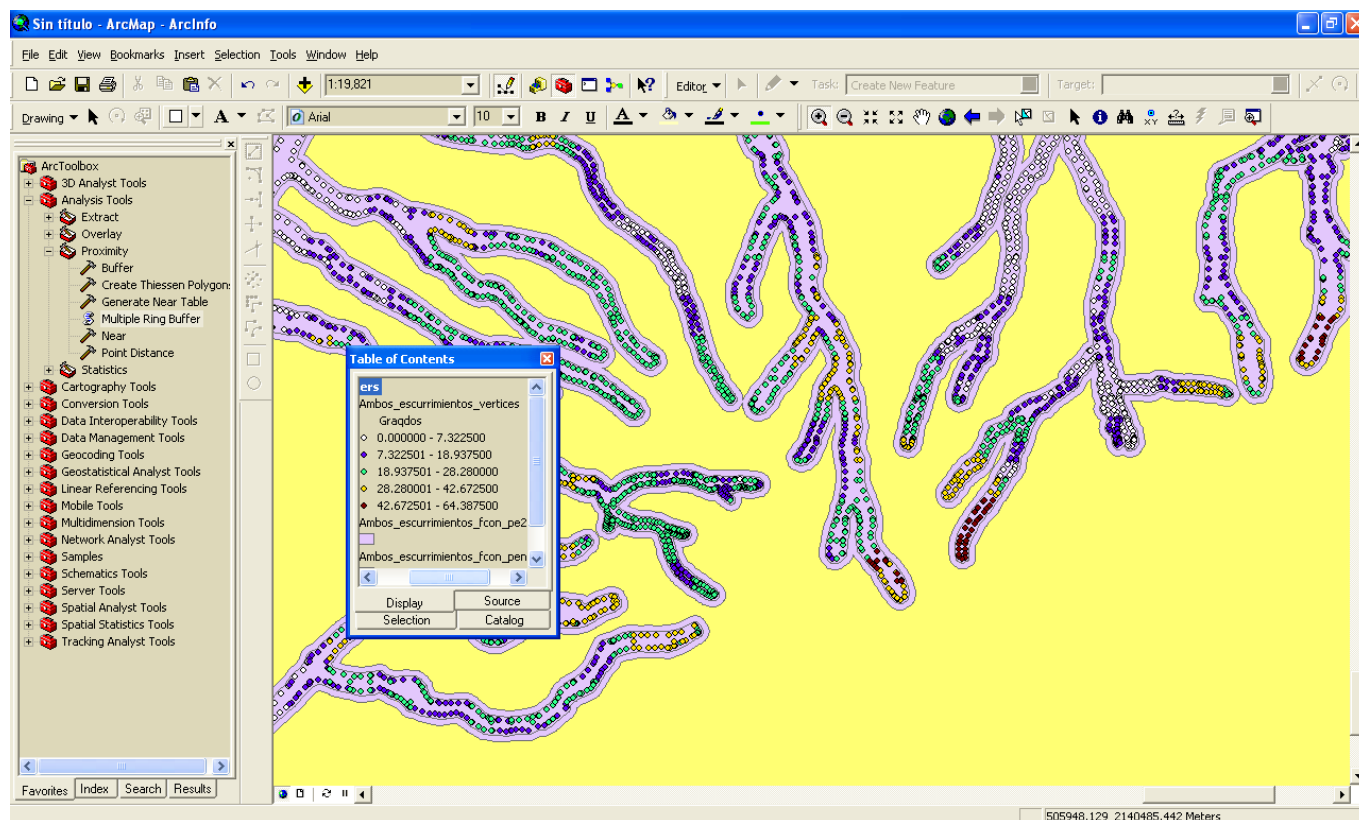


Método y memoria de cálculo

Para el establecimiento del modelo para zonas de inundación se desarrolló la siguiente metodología:

1. Se efectuó la delimitación de la zona de estudio, mediante la localización de las cuencas.
2. Posteriormente se realizó un diseño para determinar los parámetros más representativos del escurrimiento (Montgomery, 1991, Manning, CONAGUA).
3. Dependiendo de la cuenca, se cuantificó y representó el escurrimiento de la cuenca mediante ArcView y en las cuencas mayores en IBER 2.1.
4. Con el empleo de un simulador de lluvias se establecieron las precipitaciones que ocurren en la cuenca, el gasto de los escurrimientos, los tipos de suelo y su deforestación.
5. Con los resultados obtenidos de la simulación se obtuvo la primera aproximación del modelo matemático que se representa los escurrimientos superficiales y a los cuerpos de agua. Este punto fue refinado con análisis de percepción remota y trabajo en campo.

Figura 78. Asignación de valores a puntos para inundaciones repentinas.





Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 79. Normalización de variables.

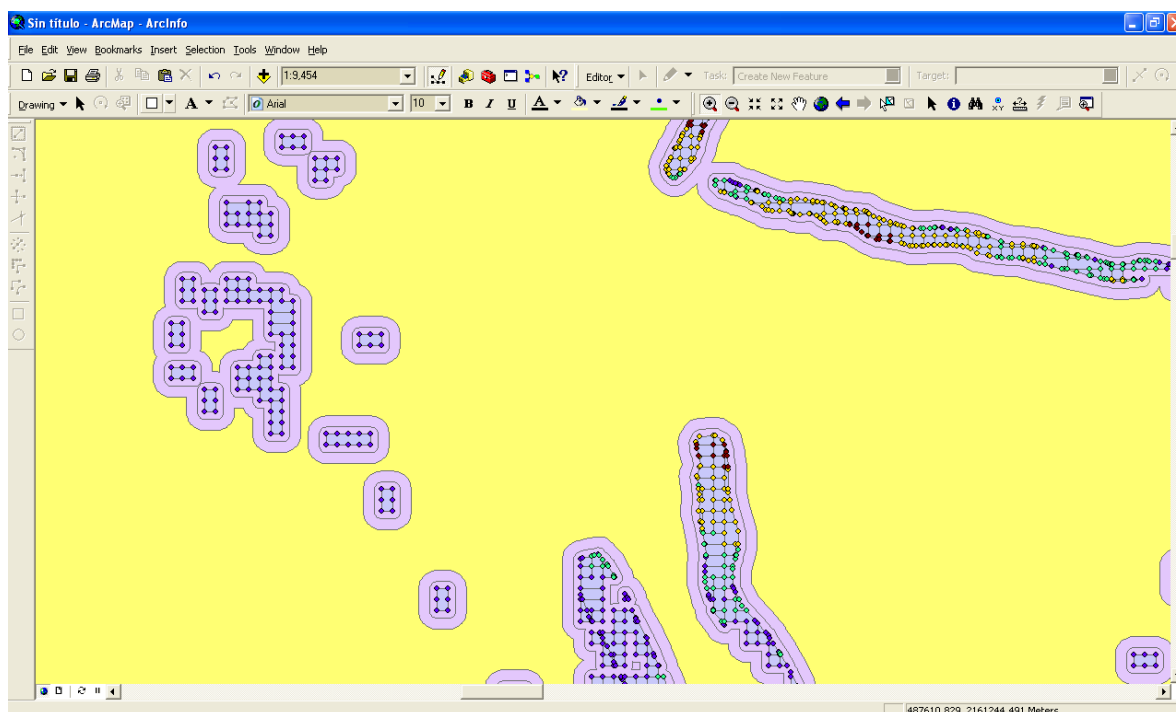
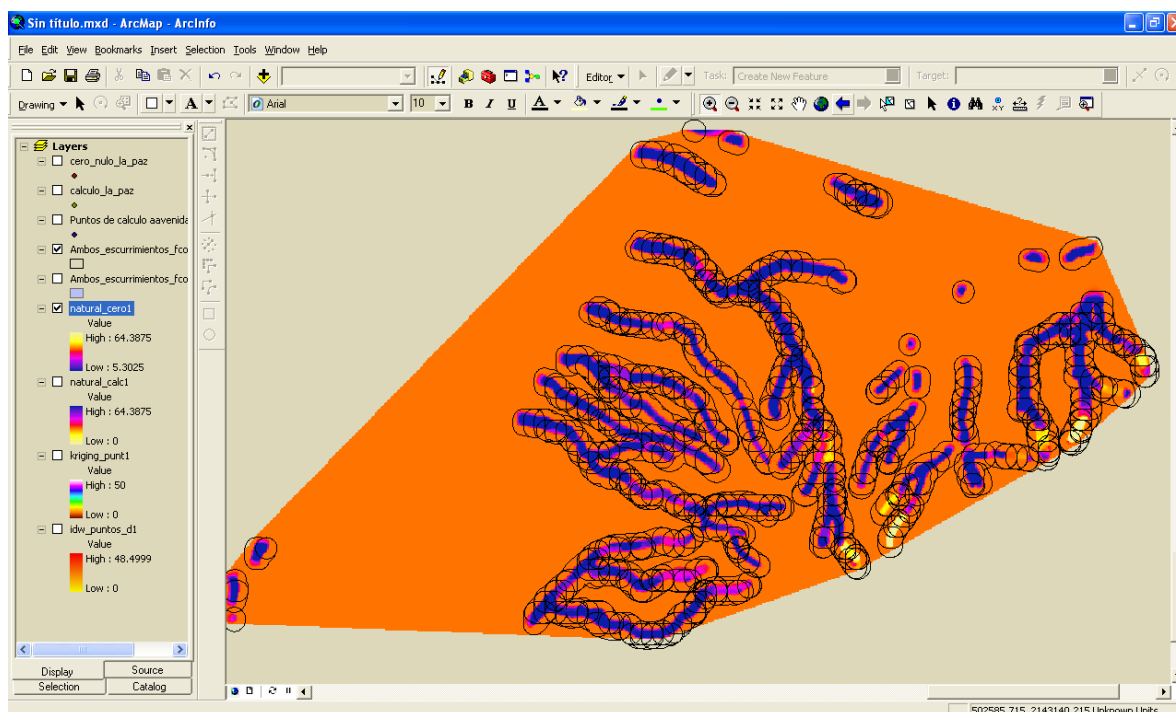


Figura 80. Raster resultado de la interpolación de valores (asociados a inundaciones repentinas)





Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Método general (ponderación por distancia)

La interpolación del punto problema se realiza asignando pesos a los datos del entorno en función inversa de la distancia que los separa -inverse distance weighting-.

La fórmula general es:

$$\hat{z}_j = \sum_{i=1}^n k_{ij} \cdot z_i$$

donde $\hat{z}_j$ es el valor estimado para el punto j; n es el número de puntos usados en la interpolación; z_i el valor en el punto i-ésimo y k_{ij} el peso asociado al dato i en el cálculo del nodo j. Los pesos k varían entre 0 y 1 para cada dato y la suma total de ellos es la unidad. Para establecer una función de proporcionalidad entre el peso y la distancia, la fórmula general queda como sigue:

$$\hat{z}_j = \frac{\sum_i \frac{z_i}{d_{ij}^b}}{\sum_i \frac{1}{d_{ij}^b}}$$

donde $k_{ij} = 1/d_{ij}^b$ y b es un exponente de ponderación que controla la forma en la que el peso disminuye con la distancia.

Esta familia de métodos permitió la generación de modelados de inundaciones repentinas de una forma lo más precisa de acuerdo a la información altimétrica en el municipio. Sin embargo, se trata esencialmente de una media ponderada y, por tanto, el resultado se encuentra siempre incluido dentro del rango de variación de los datos. Por este motivo, el correcto tratamiento de las formas cóncavas y convexas depende estrechamente de la distribución de los puntos originales y la presencia de datos auxiliares se hace muy conveniente. Por lo que la rectificación de puntos de control seleccionados en campo se hizo necesaria en cada una de las cuencas y en especial en las zonas de mayor pendiente.



Figura 81. Viviendas en las riberas del río Hondo, en alto peligro por avenidas repentinas y fluviales.



En algunos casos, para la determinación de zonas más amplias de avenidas repentinas se empleó el método de kriging que es una expresión general similar a la anterior (inverse distance weighting). La diferencia básica es que asume que la altitud puede definirse como una variable regionalizada. Esta hipótesis supone que la variación espacial de la variable a representar puede ser explicada al menos parcialmente mediante funciones de correlación espacial: la variación espacial de los valores de z puede deducirse de los valores circundantes de acuerdo con unas funciones homogéneas en toda el área. Las funciones pueden deducirse analizando la correlación espacial entre los datos en función de la distancia entre ellos midiendo la semivarianza entre datos separados por distancias diferentes (Oliver y Webster, 1990:315, Royle et al., 1981).



Figura 82. Semivariograma donde la varianza real se ajusta a una distribución teórica; ésta se aplicó en algunas zonas para la estimación de pesos para avenidas repentinas en Naucalpan.

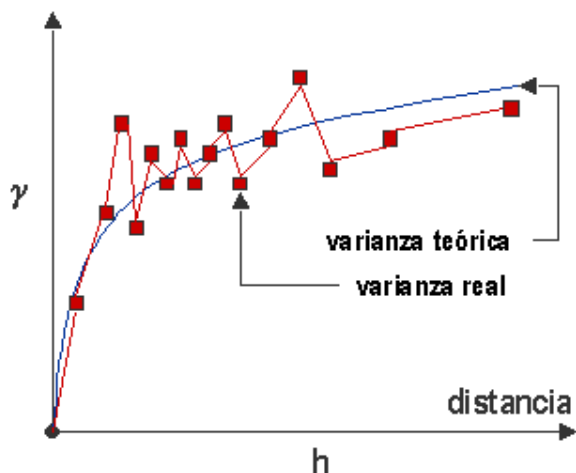
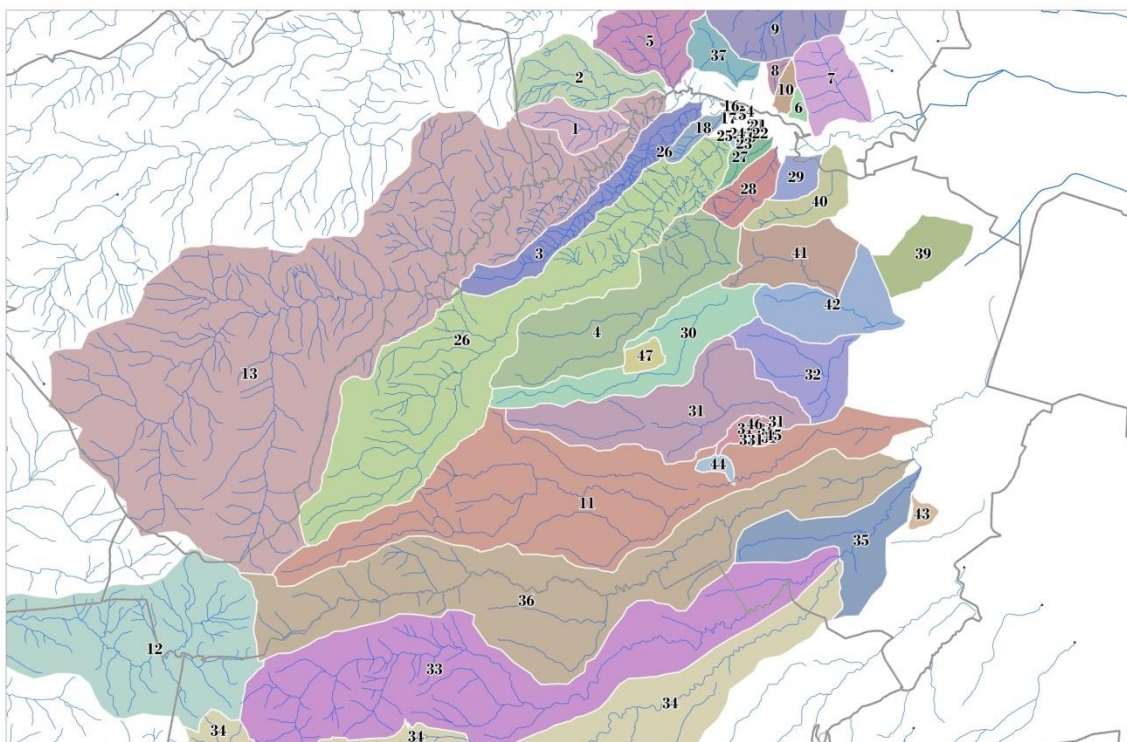


Figura 83. Cuencas definidas en Naucalpan para generar zonas de inundación por área captadora.





Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



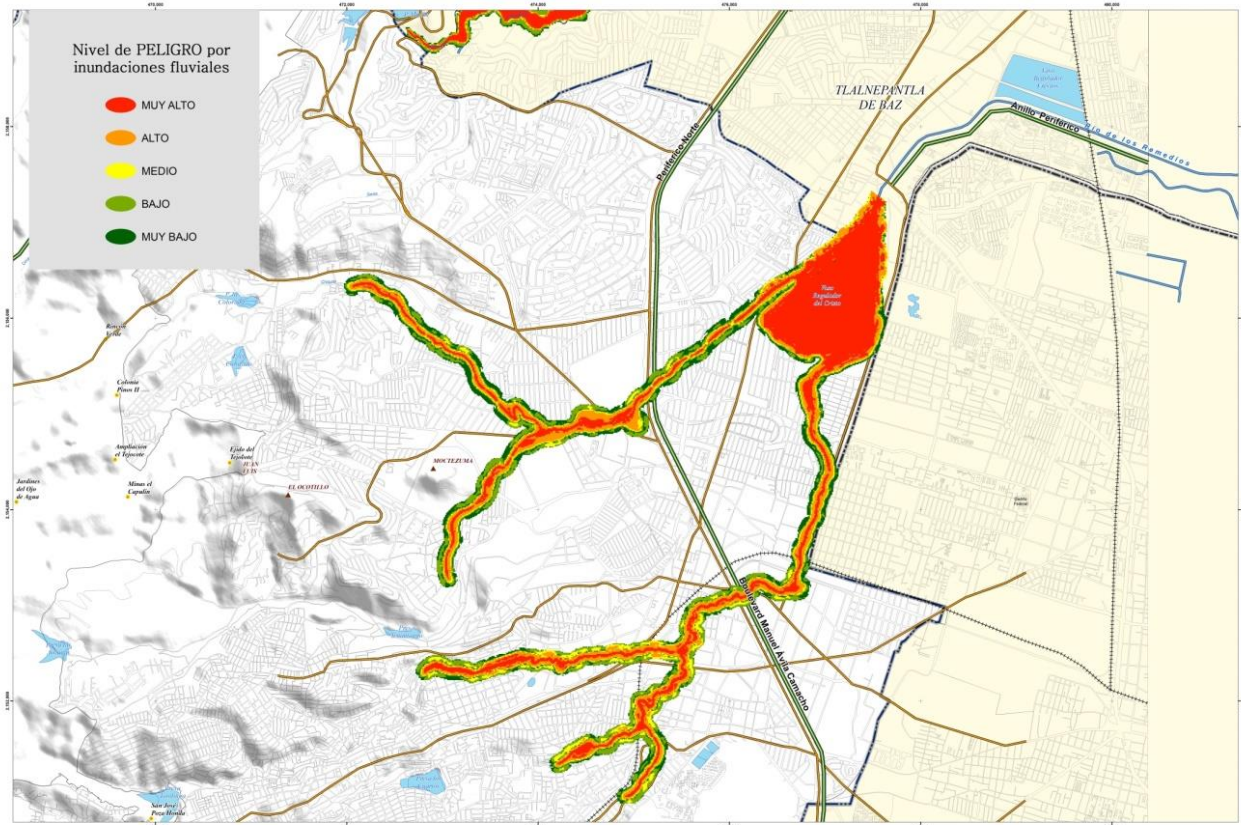
Para el estudio de las inundaciones en Naucalpan, se consideraron los aspectos principales que influyen en toda la región de forma conjunta. Dichos aspectos fueron la distribución espacial de la lluvia, la topografía, las características físicas de los arroyos y ríos, las formas y longitudes de los cauces, el tipo de suelo, la pendiente del terreno, ubicación de presas y las elevaciones de los bordos de los ríos. El punto de partida lo fueron las 47 cuencas y microcuencas que conforman el área de captación pluvial del municipio que se numeran en seguida (para ubicación ver mapa respectivo.)

**Área de captación de aguas pluviales en las zonas de pendiente de Naucalpan.
Mientras más grande el área de captación, mayor el volumen de agua que se
acumula en el escurrimiento receptor.**

Cuenca	Área de captación en ha	Cuenca	Área de captación en ha
1	178.40	24	5.18
2	381.69	25	5.87
3	376.44	26	2144.70
4	880.33	27	60.31
5	352.00	28	158.87
6	22.05	29	90.00
7	273.07	30	529.48
8	25.57	31	832.04
9	394.08	32	366.70
10	41.80	33	2462.95
11	2238.88	34	11137.00
12	1700.47	35	515.85
13	5683.69	36	2455.24
14	2.43	37	133.78
15	2.38	39	247.00
16	2.60	40	197.35
17	3.56	41	372.30
18	62.82	42	396.18
19	5.29	43	33.03
20	1.61	44	30.80
21	0.69	45	20.37
22	3.01	46	51.11
23	4.37	47	53.98



Figura 84. Mapa de peligro por inundación fluvial.



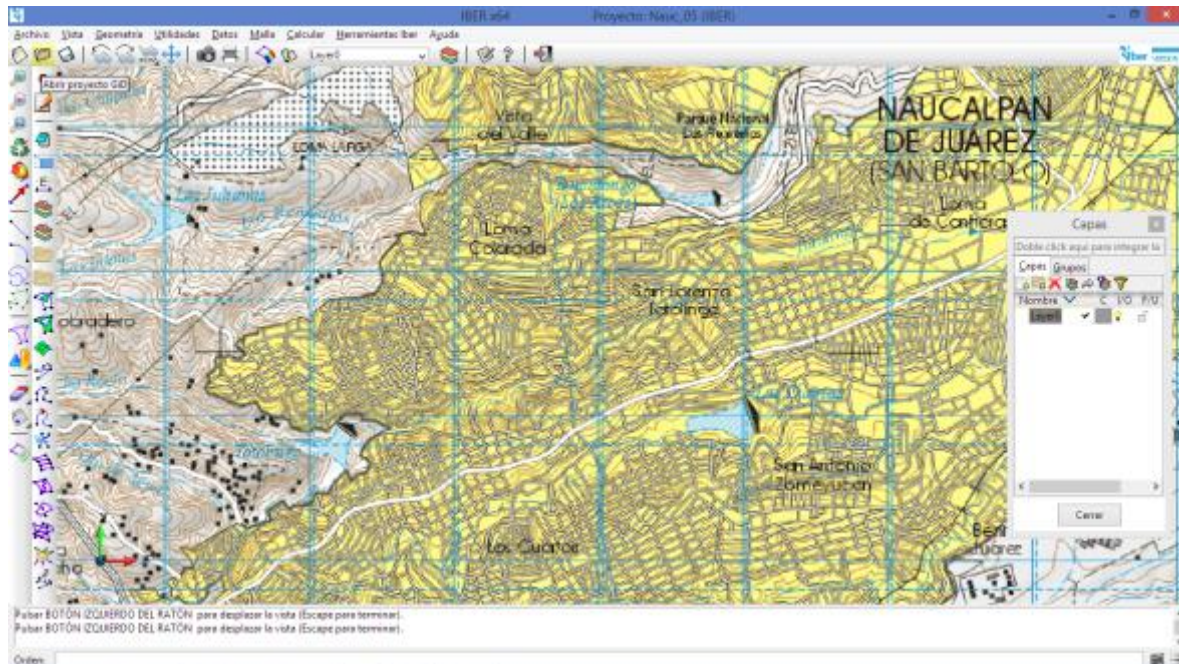
Modelación bidimensional

La generación de la malla de cálculo de IBER se realizó a través de la herramienta RTIN, capaz de crear e importar una geometría formada por una red de triángulos rectángulos a partir de un Modelo Digital del Terreno del INEGI a 10m y posteriormente en formato ASCII, asimismo, se limitó el valor del lado máximo de los triángulos generados.



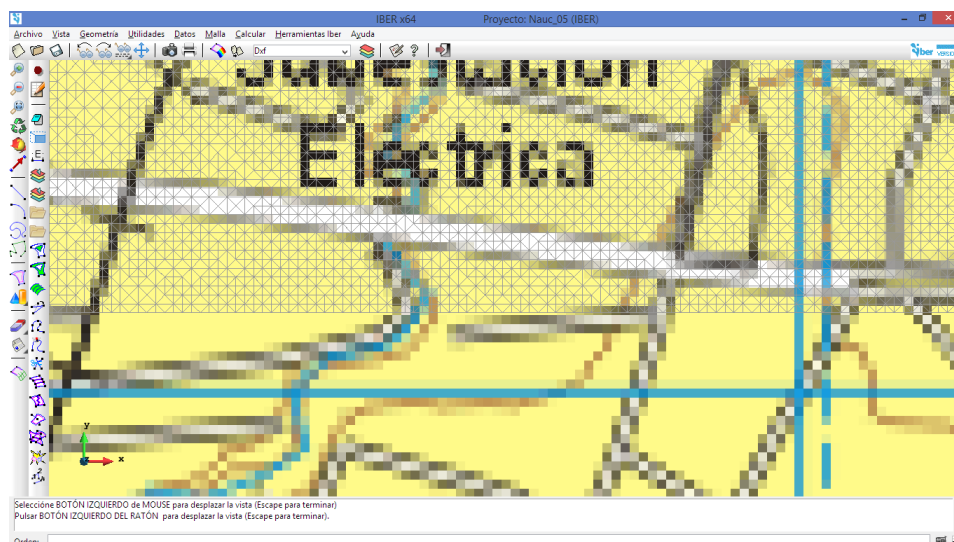
Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Condiciones de frontera, mallado y rugosidad

Las condiciones de contorno o de frontera se estimaron con los valores del caudal total mientras la rugosidad, dadas las características del terreno, los coeficientes de Manning se asignaron en función de las distintos usos del suelo del municipio automáticamente a través de un preproceso en SIG se asignó un índice de Manning de 0.15 para las zonas residenciales del municipio. Como condición inicial será en condiciones secas (0m) en toda la cuenca para iniciar la modelación. El mallado, como se mencionó anteriormente, se generó a partir de un Modelo Digital del Terreno del INEGI a 10m y posteriormente en formato ASCII. Se malló hasta el final evitando que se mallen las capas congelada con lo que se consolidó como un modelado con mallado estructurado.





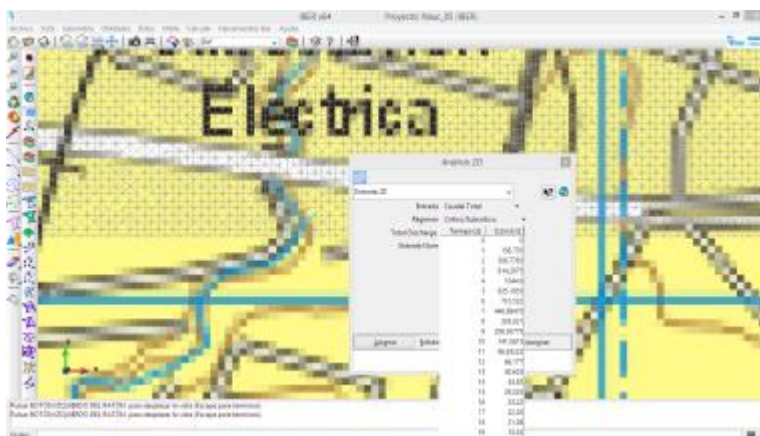
Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Valores empleados para el Río Hondo

-----Río Hondo-----	
Propiedad	Valor
Elevación máxima	3227 m
Elevación media	2739 m
Elevación mínima	2252 m
Longitud	32849 m
Pendiente Media	2.97%
Tiempo de Concentración	222.19 (minutos)
Área Drenada	227.43 km ²
Periodo de Retorno	200 años
Coefficiente de escurrimiento	35%
Lluvia	160 mm
Intensidad de Lluvia	47.25 mm/h
Caudal pico	1044.75 m ³ /s



Se generó el hidrograma de cálculo con crecimiento lineal hasta el caudal punta obtenido del estudio hidrológico previo por periodo de retorno y que coincide con los valores extremales de las isoyetas del Instituto de Geología (160mm/24hr) entregadas por el Cenapred para el municipio de Naucalpan.

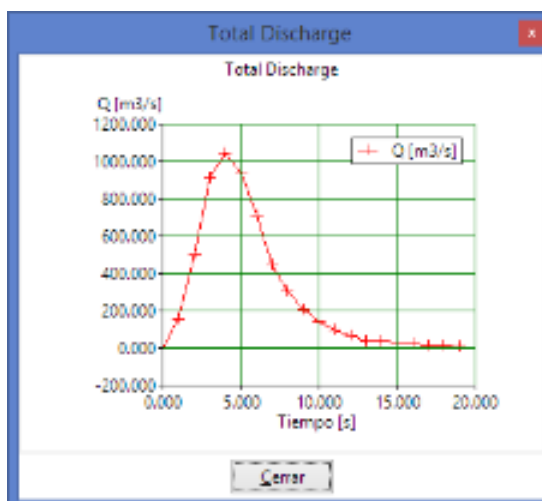


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

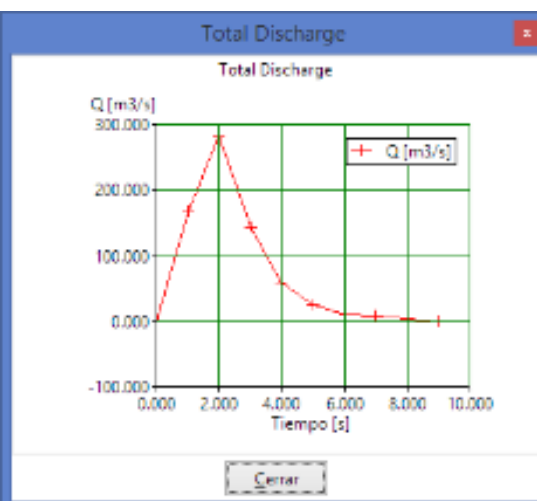
SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Hidrograma río Hondo (Iber)



Hidrograma Totolinga



Para el cálculo del caudales pico se ingresaron los parámetros de coeficiente de escurrimiento de acuerdo a Cadena Cepeda (México 1998) del 30% y el periodo de retorno de la lluvia probabilística que se calculó con los valores del ERIC y es coincidente con las isoyetas proporcionadas por el Cenapred. El cálculo del caudal y tiempo de concentración fueron obtenidos por fuentes oficiales del INEGI (antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro) con el modelo de fórmula racional americana. Se consideró la presencia de infraestructura que regula los 'picos' de flujo.

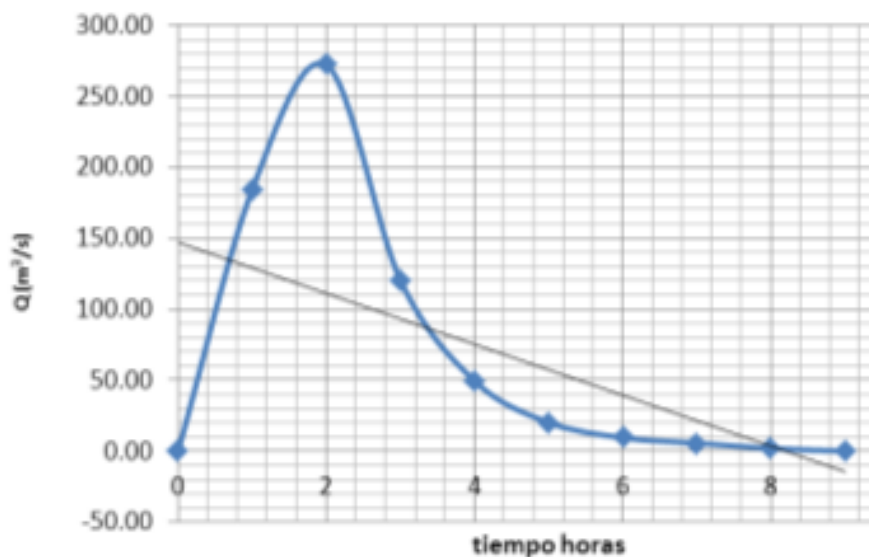
Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
-----Río Totolinga-----				
Elevación máxima	2690 m			
Elevación media	2474 m			
Elevación mínima	2259 m			
Longitud	13678 m			
Pendiente Media	3.15%			
Tiempo de Concentración	108.51 (minutos)			
Área Drenada	39.16 km2			
Periodo de Retorno	500 años			
Coeficiente de escurrimiento	30%			
Lluvia	160 mm			
Intensidad de Lluvia	88.47 mm/h			
Caudal pico	288.70 m3/s			

Debido al MDT que se empleó (equidistancias altimétricas mayores a 10m) en algunos casos las modelaciones sobreexcedieron las secciones de los cauces sin tomar en cuenta la altura de los bordos, gaviones y muros de contención construidos expreso para prevenir inundaciones. Por lo que



el resultado de las modelaciones fue modificado en sus márgenes de acuerdo a recorridos en campo e información de muros de contención; con los puntos de control se definieron zonas máximas a ser inundadas por los escurrimientos. Se recomienda la toma de puntos LIDAR para afinar futuros modelados.

Caudal río Totolinga



Referencias bibliográficas: CIMNE 2010: IBER. Modelización bidimensional del flujo en lámina libre en aguas poco profundas. Manual básico de usuario. Chow, V.T. 1994. Hidrología Aplicada a la Ingeniería. Domínguez, M.R., et. al. (1982). Manual Hidráulica Urbana. Tomo I. Teoría General. Dirección general de construcción y Operación Hidráulica, Departamento de distrito Federal, México. Domínguez, M.R., Esquivel G.G., Baldemar, M.A., Mendoza, R.A., Argenis, J.L. (2008). Manual del Modelo para Pronóstico de Esguerrimiento. Serie Manuales, Instituto de Ingeniería, UNAM.

RESULTADOS

Las inundaciones que se presentan en el Municipio son principalmente fluviales, es decir aquellas relacionadas con los ríos, los escurrimientos y sus cauces son la "vía" por la que el agua precipitada recorre todo el Municipio en especial en las zonas altas de los cerros y cadenas montañosas que flanquean el municipio en su parte oeste (Sierra de las Cruces). Es de importancia primigenia considerar que muchas de las pendientes de dichas zonas montañosas tienen inclinaciones superiores a los 40 grados y en las partes más altas los antiguos cauces se encuentran totalmente pavimentados, embovedados o canalizados sin tomar en cuenta consideraciones hidráulicas que al aliviar la problemática de algunas zonas, la agravan aguas abajo. Las siguientes figuras ilustran dicha situación en el municipio.



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 85. Mapa de riesgo por inundación fluvial.

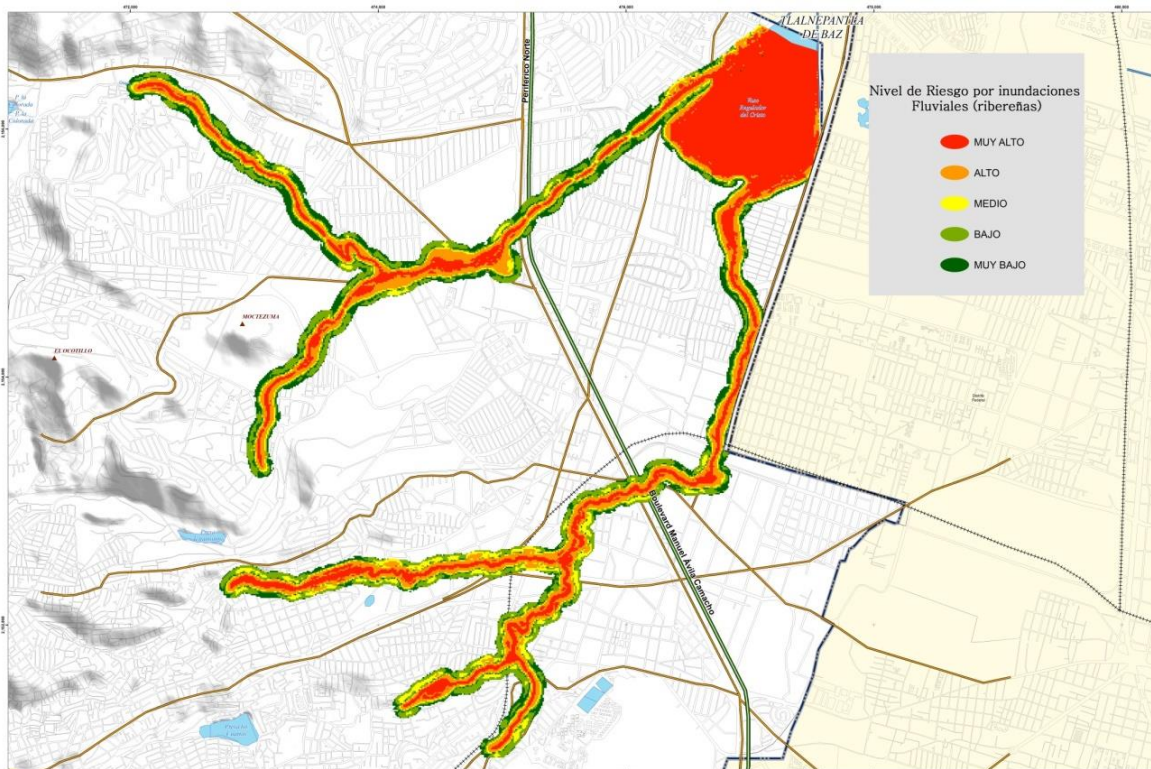


Figura 86. Zona con amenaza de inundación fluvial.





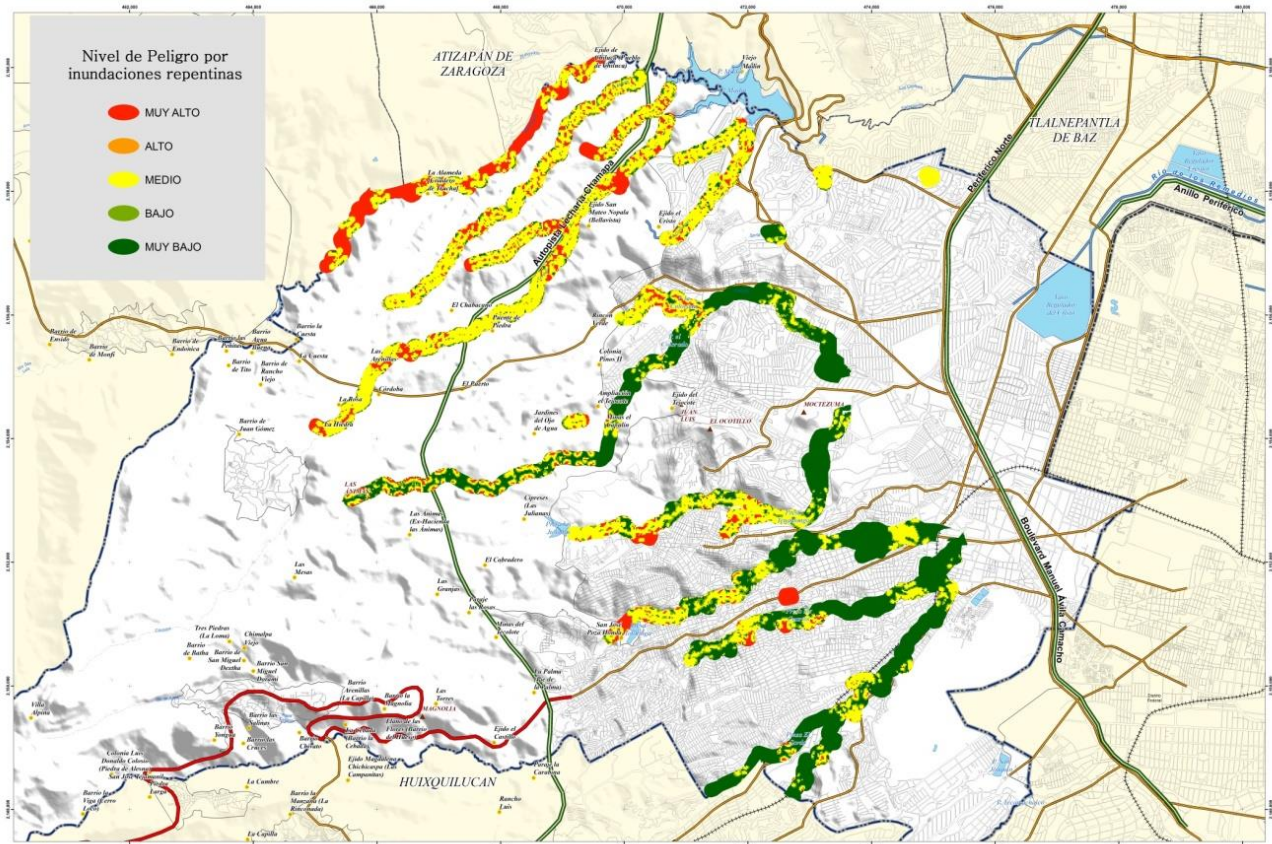
Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Para un entendimiento más detallado y obtener un producto certero y adecuado a las necesidades de planeación del Municipio, para Naucalpan se analizaron las inundaciones de acuerdo a su impacto en el sistema afectable (peligrosidad), y se dividieron en dos tipos básicos ambas de origen pluvial-fluvial: desbordamiento (ribereñas) y repentinas.

Figura 87. Mapa de peligros por avenidas repentinas (inundaciones)



Desbordamiento (ribereñas) son aquellas relacionadas con el torrente de un escurrimiento que rebasa los hombros de un río o canal, hace ceder las paredes o discurre fuera de cauce cotidiano en el Municipio. Las inundaciones ribereñas se pueden presentar en dos categorías: las ribereñas con escorrentía y las de planicie.



208

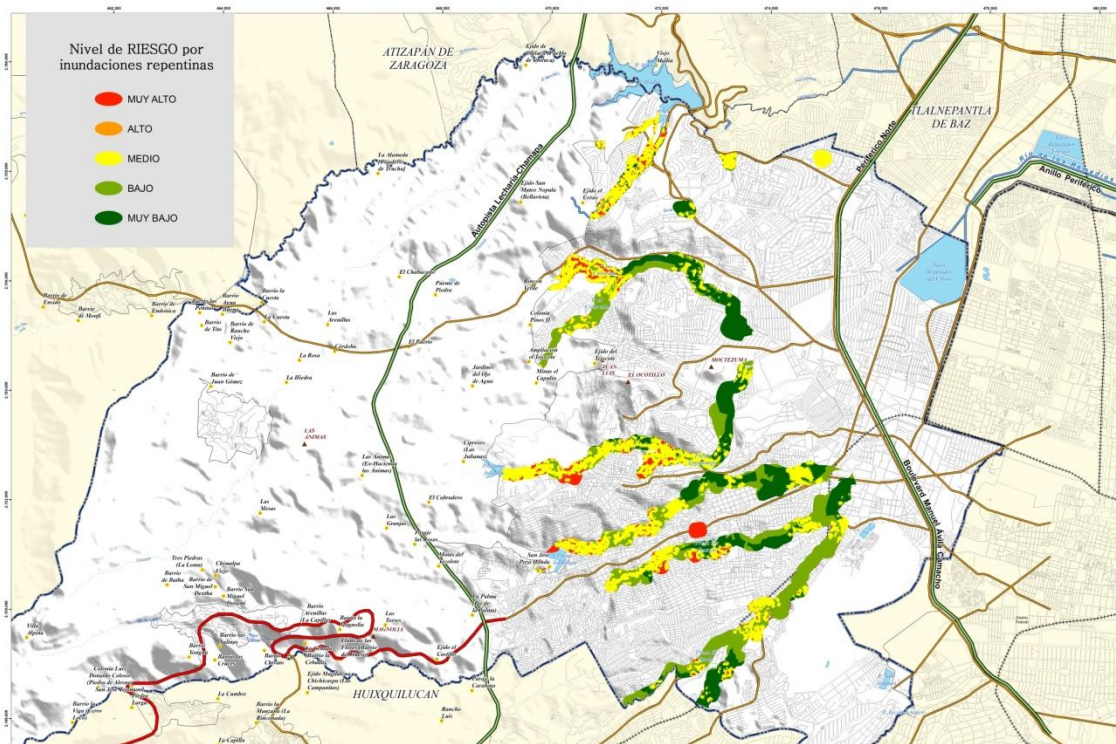


Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Figura 89. Mapa de riesgos por avenidas repentinas (inundaciones)



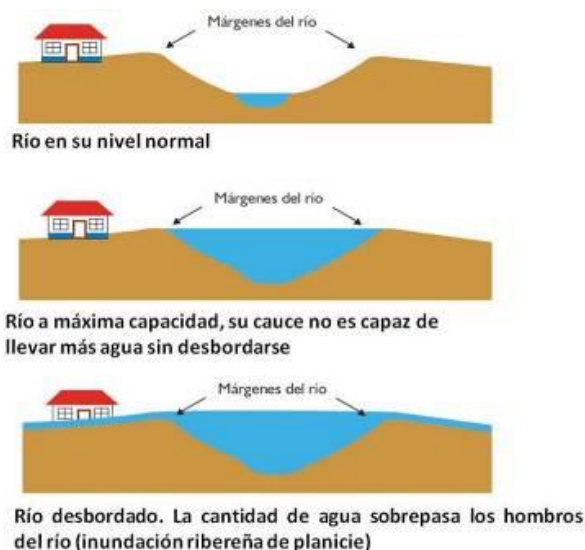
El caso de las ribereñas de planicie el aumento del tiro de agua en las mismas puede ser súbito o lento, pero siempre contenido en los cauces del escurrimiento y en el momento que sobrepasan la capacidad de gasto del cauce desbordan el líquido generando inundaciones lentas de desplazamiento vertical estilo planicie que poco a poco anegan las áreas bajas y la presencia del líquido tiene duraciones que van de horas hasta días.

Habitantes y viviendas por nivel de riesgo por inundación Naucalpan		
Riesgo	Pob.	Viviendas
MUY ALTO	10,374	2,358
ALTO	7,322	1,664
MEDIO	2,045	465
BAJO	10,594	2,408
MUY BAJO	3,944	896
TOTAL	34,278	7,791



Estas inundaciones de desplazamiento vertical tienden a ser de una duración mucho más prolongada y el tiro de agua puede alcanzar alturas muchos mayores a un metro. Es decir, cuando una película de agua cubre gradualmente una zona del terreno durante un cierto tiempo se forma una inundación vertical. Efectos de ésta son en un principio los charcos, agua invadiendo calles, entrando en construcciones, cultivos anegados, etc. Cuanto más tiempo permanece el agua y más grande es el espesor del volumen de agua, causa mayores daños. Aunque no se puede descartar un aumento rápido del nivel del agua (sin que ello represente flujos o fuertes corrientes) en el canal del río de los Remedios y el río Hondo su peligrosidad históricamente ha sido muy baja, sin embargo los modelos indican zonas deprimidas que podrían ser anegadas.

Figura 90. Inundaciones ribereñas



Las inundaciones repentinas o avenidas repentinas, suceden en zonas relativamente pequeñas y alargadas, localizadas en la parte baja de una microcuenca ya sea en el cauce natural de un río en el que escurre toda el agua de una precipitación, filtraciones e incluso descargas de aguas residuales (en el caso de Naucalpan esta zona es la parte oeste del municipio en las zonas de captación). Son zonas susceptibles a avenidas repentinas de agua y –dada la preeminente ubicación de estas zonas en la mancha urbana- cuyos efectos desastrosos están directamente relacionados con la ocurrencia de precipitaciones extraordinarias asociadas a problemas en el sistema de drenes y canalizaciones de agua pluvial del Municipio.



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Población en Riesgo por inundaciones en el municipio de Naucalpan (Cruce de Vulnerabilidad y Peligro, resultando en riesgo por AGEB)																
Cruce	1/ ALTO	1/ BAJO	1/ MEDIO	1/ MUY ALTO	1/ MUY BAJO	2/ ALTO	2/ BAJO	2/ MEDIO	2/ MUY ALTO	2/ MUY BAJO	3/ ALTO	3/ BAJO	3/ MEDIO	3/ MUY ALTO	3/ MUY BAJO	Suma
Riesgo	ALTO	BAJO	MEDIO	MUY ALTO	MUY BAJO	ALTO	BAJO	MEDIO	MUY ALTO	BAJO	MUY ALTO	BAJO	ALTO	MUY ALTO	MUY BAJO	
AGEB																
0122						155	217	93	104	193						761
0141						766	298	216	471	490						2,242
0160	278	218	108	217	253											1,073
0175						27	81	20	1	207						336
018A						302	162	71	202	101						838
0391											226	421	154	243	95	1,138
0404											1,093	1,582	717	678	1,039	5,109
0419															13	13
0601						145	155	55	81	155						591
0616											19	20	13	2	39	93
0635						501	494	195	310	571						2,071
0688											27	47	14	17	26	130
0692						115	105	34	62	97						411
1243						131	42	35	1,954	30						2,191
1258						106	68	62	55	94						385
1277					13											13
1309						109	317	65	65	349						906
1313						237	111	82	320	175						925
1328						28	43	9	3	43						127
1347						263	109	61	177	212						823
1351	222	49	41	124	146											582
1417											218	349	85	89	251	992
1455						52	131	28	19	28						258
146A											235	146	101	127	50	660
1474						139	103	51	81	59						433
1489	3	3	1	2	3											11
1493											248	79	54	281	125	786



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

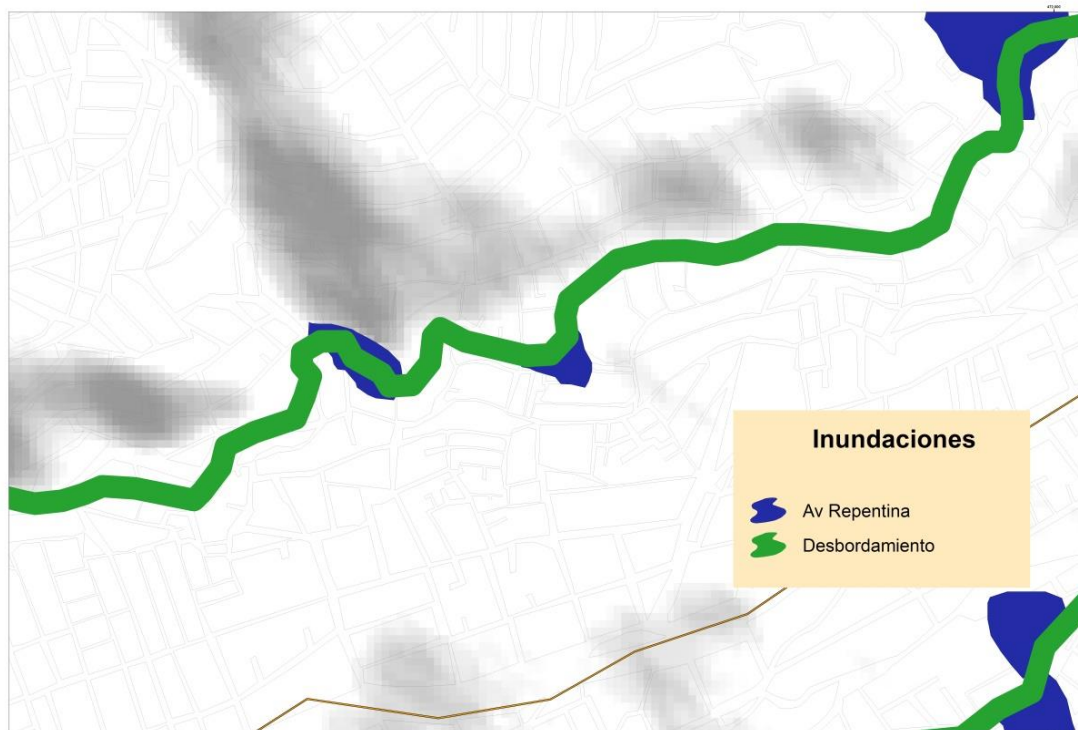
SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Población en Riesgo por inundaciones en el municipio de Naucalpan (Cruce de Vulnerabilidad y Peligro, resultando en riesgo por AGEB)																
Cruce	1 / ALTO	1 / BAJO	1 / MEDIO	1 / MUY ALTO	1 / MUY BAJO	2 / ALTO	2 / BAJO	2 / MEDIO	2 / MUY ALTO	2 / MUY BAJO	3 / ALTO	3 / BAJO	3 / MEDIO	3 / MUY ALTO	3 / MUY BAJO	Suma
Riesgo	ALTO	BAJO	MEDIO	MUY ALTO	MUY BAJO	ALTO	BAJO	MEDIO	MUY ALTO	BAJO	MUY ALTO	BAJO	ALTO	MUY ALTO	MUY BAJO	
1525											84	320	197		75	676
153A						92	83	62	53	21						311
1544						107	75	64	89	24						360
1559						608	489	253	517	201						2,068
1563											201	497	198	48	115	1,058
1703						34	101	21	16	54						226
1915						695	615	325	903	252						2,791
192A											97	280	126	69	207	778
1991											99	354	306	42	84	884
2190						244	313	93	405	174						1,230
Pob. en riesgo	502	270	150	343	415	4,857	4,112	1,895	5,889	3,530	2,546	4,093	1,962	1,596	2,119	34,278



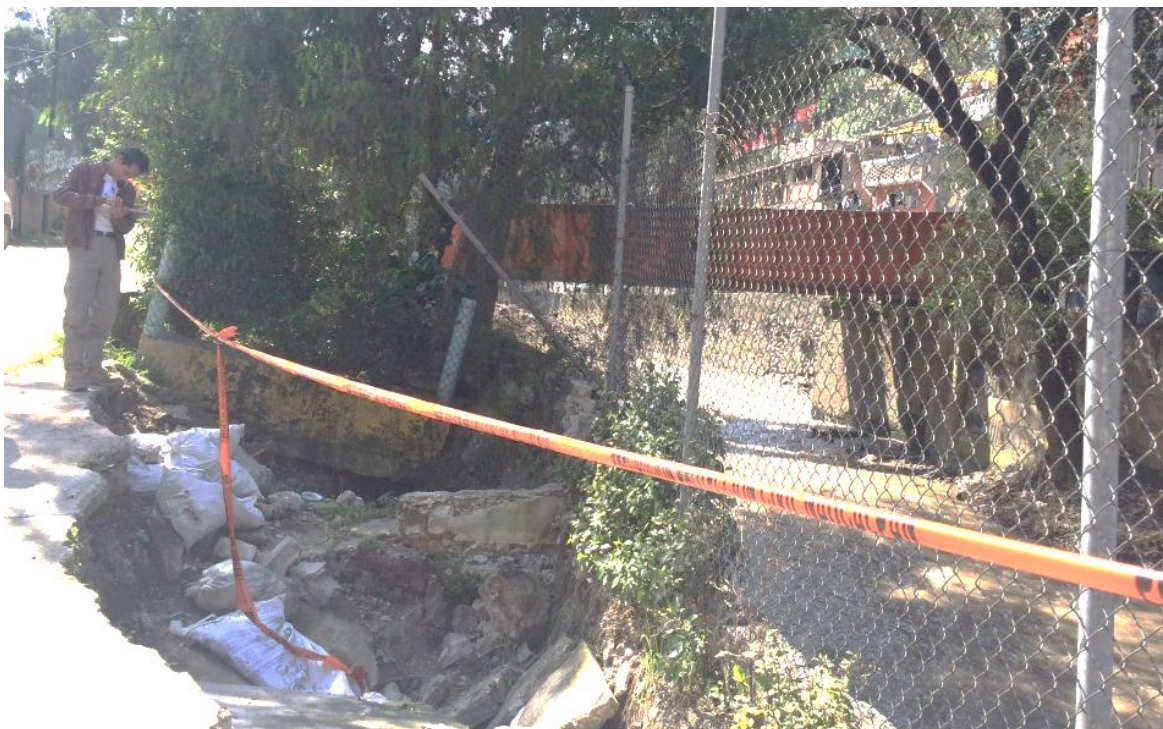
Figura 91. Inundaciones en barrancas del municipio.



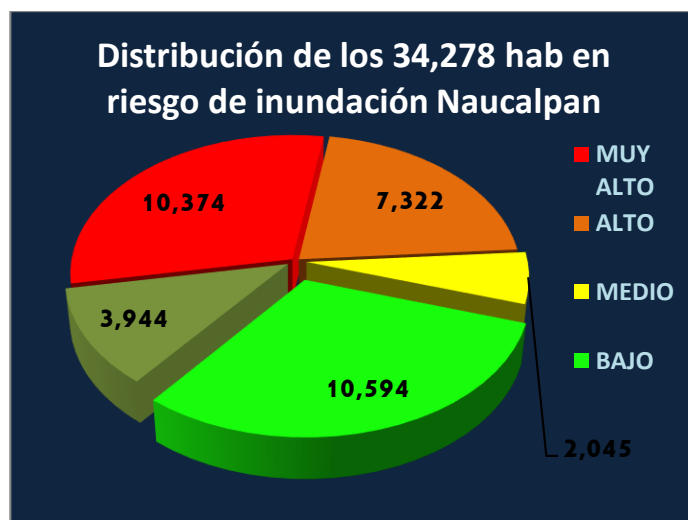
Se presentan en las zonas de pendientes pronunciadas y en los cauces de ríos del Municipio; los volúmenes de agua son extraordinarios y fluyen rápidamente arrastrando todo lo que esté en el cauce, son corrientes de agua, lodo, piedra y materiales orgánicos que escurren con un alto poder destructivo, se pueden desarrollar incluso en minutos y sin indicaciones visibles de lluvia. Es decir, cuando en un cauce se incrementa en poco tiempo la cantidad de agua que fluye en él, ya sea por el ingreso de agua de lluvia o por las descargas de una presa, se dice que se ha producido una avenida.



Figura 92. La socavación de los ríos de la parte más plana del municipio (p.ej. El Hondo) genera fuerzas inerciales que socavan los taludes de los ríos y generan pequeños derrumbes y hundimientos.



Dependiendo de la rapidez con que se presenta el cambio en la cantidad de agua se puede hablar de avenidas súbitas, las cuales tienen un fuerte efecto destructivo. Usualmente, resultan de situaciones climáticas que cambian rápidamente, tal como el desarrollo repentino de una intensa tormenta local sobre la cuenca de drenaje de un río o un pequeño riachuelo.





CAPÍTULO 6. OBRAS DE MITIGACIÓN

General

- Crear un Laboratorio Geomático con computadoras de alto desempeño y licencias de Sistemas de Información Geográfica (SIG), para administrar y procesar la información geográfica del municipio de Naucalpan y del estado de México, establecer y modificar áreas y puntos específicos de riesgos nuevos y poder modificar los ya existentes.
- Comprar equipos GPS para georeferenciar las áreas y fenómenos perturbadores
- Capacitar al personal en Sistemas de Información Geográfica y GPS.
- Tener un sistema de alerta y control de los fenómenos perturbadores y áreas de conflicto en el municipio de Naucalpan y del estado de México.

Vulcanismo

Mejorar el conocimiento sobre vulcanismo y el impacto de los mismos

- Realizar vínculos con instituciones encargadas del monitoreo de los volcanes en México, como CENAPRED o Servicio Sismológico Nacional. Se recomienda el monitoreo de sus sitios web en los cuales se encuentra información en tiempo real.
- Evaluar bajo multi-peligro para detectar posibles efectos detonados por erupciones volcánicas.

Disminuir la vulnerabilidad

- Mejorar la capacidad de resistencia de los sistemas expuestos, construir albergues para la población y puentes carreteros para no perder la comunicación con poblaciones aisladas.
- Informar a la comunidad sobre qué hacer al momento de la emergencia (identificación de albergues temporales y autoridades de protección civil) y capacitarla acerca de las medidas de autoprotección y primeros auxilios. Así también se sugiere la elaboración de folletos informativos acerca de los peligros volcánicos.

Mejorar la capacidad de respuesta

- Incrementar la capacidad técnica de la unidad de protección civil, a través de la capacitación en manejo de tecnologías de información y comunicación, en programas para monitoreo y simulación de eventos volcánicos.
- Realizar simulacros frecuentes a nivel multiescala (hogar, edificio público y ciudad), ubicando albergues para este tipo de fenómenos volcánicos.

Sismos

Mejorar el conocimiento sobre sismos y su impacto

- Georeferenciar agrietamientos y deformaciones del terreno en todo el municipio.
- Elaborar estudios más específicos sobre el impacto de la actividad Sísmica.
- Realizar estudios y evaluaciones multi-peligro para detectar posibles efectos detonados por sismos.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Disminuir la exposición de la población al peligro

- Determinar procesos de seguridad con respecto a los sismos.
- Reubicar a la población asentada en las zonas de alta peligrosidad.

Disminuir la vulnerabilidad

- Supervisar el cumplimiento del reglamento de construcción. De ser necesario, evaluar la congruencia del reglamento con la seguridad local y los avances en los sistemas constructivos.
- Evaluar y mejorar la capacidad de resistencia de las construcciones, las redes urbanas y la población en general, sobre todo en zonas próximas a fallas y grietas.
- Evaluar la seguridad de las construcciones públicas concentradoras de población (edificios públicos, escuelas, teatros, estadios) y de ser necesario realizar obras de reforzamiento estructural.
- Por medio del inventario y caracterización de las estructuras de obras civiles definir las necesidades de reforzamiento, renovación o demolición de las mismas.
- Evaluar las condiciones de inseguridad de las viviendas en las colonias más antiguas de la ciudad y en los asentamientos precarios, para sugerir programas de reemplazo o mejoramiento de vivienda.
- Informar a la comunidad sobre qué hacer al momento de la emergencia (identificación de albergues temporales y autoridades de protección civil) y capacitarla acerca de las medidas de autoprotección y primeros auxilios.

Mejorar la capacidad de respuesta

- Incrementar la capacidad técnica de la unidad de protección civil, a través de la capacitación en manejo de tecnologías de información y comunicación, en programas para monitoreo y simulación de eventos sísmicos.
- Establecer un sistema de alerta sísmica mediante la cual se envíe una señal de alarma previa a la manifestación de un sismo mayor a 6 grados.
- Realizar simulacros frecuentes a nivel multiescala (hogar, edificio público y ciudad).

Naucalpan se encuentra a una distancia aproximada de 362 km (Palacio Municipal) de la zona sismo-generadora (Trinchera Mesoamericana), pero como se mencionó anteriormente, en la Cuenca de México existen materiales que amplifican las ondas sísmicas. Razón por lo cual es importante la buena cimentación de las construcciones y una cultura de la construcción que tome conciencia de la intensidad de los movimientos superficiales.

Inestabilidad de laderas

Mejorar el conocimiento sobre los procesos locales de inestabilidad de laderas.

- Realizar estudios específicos sobre la mecánica del suelo para determinar con precisión el riesgo de la zona y con base en ellos definir si es necesaria la reubicación de edificaciones.



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



- Monitoreo por percepción remota, la extensión superficial de los deslizamientos en grandes áreas es determinada más efectivamente usando fotos o imágenes de satélite. Las primeras representan una buena opción para la identificación de procesos debido a su relativo bajo costo y media-alta resolución. Las imágenes de satélite gratuitas, como las de la serie LANDSAT, pueden ser útiles en la identificación de grandes y medianos deslizamientos y para notar los cambios en la cubierta de suelo y vegetal, lo cual puede estar asociado con la actividad de los deslizamientos y de fallas.

Disminuir la exposición de la población al peligro

- Respetar una franja mínima de seguridad en la parte alta y baja de las laderas y si es necesario reubicar las viviendas con pendientes mayores a 18 grados y más próximas a la ladera.
- Evitar asentamientos humanos en zonas próximas a ríos y laderas pronunciadas.

Mejorar las estructuras de protección existentes y disminuir la vulnerabilidad.

- Evitar la erosión y mejorar la resistencia del suelo con la presencia de vegetación.
- Construir muros de contención o presas de gavión para evitar el derrumbe de material téreo y de ser necesario reforzar o reemplazar los existentes.
- Realizar un inventario sobre el estado de seguridad de las edificaciones expuestas al deslizamiento.
- Comunicar el riesgo a la población expuesta al peligro de deslizamiento.

Hundimientos y subsidencia

Mejorar el conocimiento sobre los procesos locales de subsidencia.

- Establecer el impacto de los impactos en el subsuelo, para caracterizar la subsidencia.
- Supervisar el cumplimiento del reglamento de construcción. De ser necesario, evaluar la congruencia del reglamento con la seguridad local y los avances en los sistemas constructivos (Figura 93).
- Evaluar y mejorar la capacidad de resistencia de las construcciones, las redes urbanas y la población en general, sobre todo en zonas próximas a fallas y grietas

Disminuir la exposición de la población al peligro

- No permitir asentamientos en lugares de relleno con cascajo y basura, respetar una franja mínima de seguridad.
- Evitar los asentamientos humanos en zonas próximas a grietas activas, ríos y laderas pronunciadas.

Mejorar las estructuras de protección existentes y disminuir la vulnerabilidad.

- Evitar la erosión y mejorar la resistencia del suelo con la presencia de vegetación.
- Realizar un inventario sobre el estado de seguridad de las edificaciones expuestas a grietas.
- Comunicar el riesgo a la población expuesta al peligro de grietas y subsidencia.

Actualmente al no existir un equilibrio entre la extracción y recarga de los mantos freáticos, las acciones realizadas en torno a hundimientos y subducción son inexistentes. Pues no se ve una



solución posible, debido a que no se puede dejar de usar agua de los pozos pero al seguir extrayendo agua seguirá el colapso de suelo.

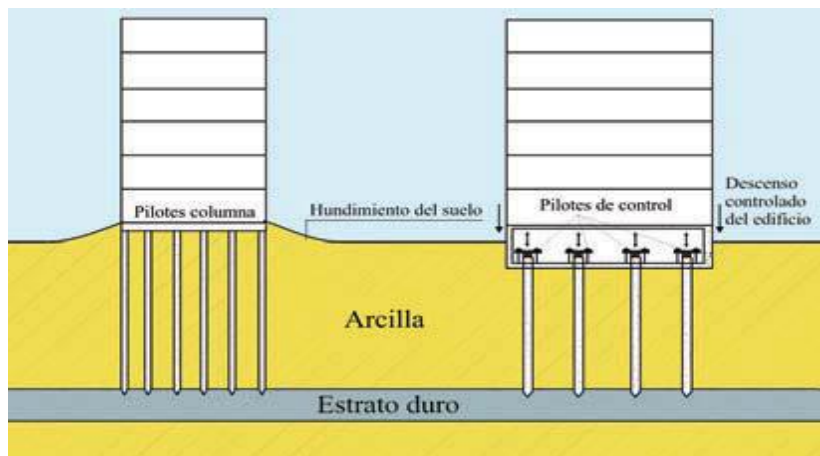


Figura 93 Ejemplo de cimentaciones realizadas con pilotes columna y pilotes de control.

Agrietamientos

Mejorar el conocimiento sobre los procesos locales de Grietas

- Realizar estudios específicos sobre la mecánica del suelo para determinar con precisión el riesgo de la zona y con base en ellos definir si es necesaria la reubicación de edificaciones.
- Analizar el impacto de la presión en el agua del subsuelo, para caracterizar posibles agrietamientos de la zona.

Mejorar el conocimiento sobre los procesos locales de Grietas

- Realizar monitoreo para evaluar el desarrollo de grietas y levantamientos, incluyen evaluación repetida o reconocimientos convencionales en campo, instalación de diversos instrumentos para medición directa de los movimientos, e inclinómetros para registrar los cambios en la inclinación del talud cerca de las grietas y zonas de mayor movimiento vertical. Los métodos subsuperficiales incluyen la instalación de inclinómetros e instrumentos acústicos que captan el ruido de las rocas, para registrar los movimientos cerca de las grietas áreas de deformación del terreno; igualmente se usan pozos excavados con barrenas de cangilón tan anchos como para acomodar allí una persona, quien localiza, registra y monitorea las grietas y deformaciones en profundidad; así mismo, técnicas geofísicas para localizar las superficies de ruptura dentro de la zona en deslizamiento.
- Monitoreo por percepción remota con imágenes de satélite de alta resolución, para revisar actividad por fallas. Imágenes con la cuales se pueden identificar grietas de tamaño pequeño, pero también cabe destacar que muchas de estas se encuentran por debajo de la cobertura vegetal y ni siempre son bien vistas.



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



FEÓMENOS / RIESGOS	UBICACIÓN	CAUSA	OBRA O ACCIÓN PROPUESTA
Desprendimien tos o caídas	Mártires de Río Blanco, talud ubicado entre Benito Juárez y 12 de diciembre	En el 20010 se reportaron 10 incidentes.	Retirar vegetación y bloques inestables de las paredes y en la parte superior del talud. Estabilizar taludes ejecutando trabajos geotécnicos, utilizando maquinaria específica de cimentaciones especiales y de técnicas específicas relacionadas con el terreno.
Desprendimien tos o caídas	San Lorenzo Totolinga, talud ubicado entre callejón del Fresno y Santa Úrsula		Retirar vegetación y bloques inestables de las paredes del talud.
Desprendimien tos o caídas	San Lorenzo La Cañada, Talud ubicado entre Cerrada de Naranjos a Cerrada Cerro de Canteras		Retirar vegetación y bloques inestables de las paredes del talud, en particular al fondo de la calle Cerrada Naranjos.
Desprendimien tos o caídas	San Lorenzo Totolinga, talud ubicado entre Sixto Agueda y 1ª Cda De Escaleras		Retirar vegetación y bloques inestables de las paredes del talud.
Desprendimien tos o caídas	Los Cuartos II, talud ubicado entre las calles Sándalo y Ahuehuete		Retirar vegetación y bloques inestables de las paredes del talud.
Desprendimien tos o caídas	Luisa Isabel Campos de Jiménez Cantú, talud ubicado entre Calles Roble - México Querido y Avenida Río Bravo		Retirar vegetación y bloques inestables de las paredes del talud.
Desprendimien tos o caídas	Ampliación Minas Coyote, talud ubicado entre calles Huizache y Sauce.		Retirar vegetación y bloques inestables de las paredes del talud, en particular al fondo de la calle Sauce. Reubicar viviendas ubicadas al borde del talud, entre Andador Arboledas y andador Granada.
Desprendimien tos o caídas	Minas Coyote, talud ubicado junto a Avenida de Los Pinos, entre Jacarandas e Higuera.		Retirar vegetación y bloques inestables de las paredes del talud. Estabilizar taludes por medio de tensores, mallas y concreto lanzado
Desprendimien tos o caídas	Olímpica Radio 2ª Sección, talud ubicado entre Andador La Luna y Cerrada 1.		Retirar vegetación y bloques inestables de las paredes del talud. Estabilizar taludes por medio de tensores, mallas y concreto lanzado
Desprendimien tos o caídas	Los Cuartos II, talud ubicado entre las calles Caoba y Cerrada Olivos		Retirar vegetación y bloques inestables de las paredes del talud.
Desprendimien tos o caídas	Reubicación El Torito, talud ubicado entre Francisco Sarabia Y Emiliano Zapata		Retirar vegetación y bloques inestables de las paredes del talud.
Desprendimien	La Presa El Tojocote,		Establecer área de restricción a las



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



FEÓMENOS / RIESGOS	UBICACIÓN	CAUSA	OBRA O ACCIÓN PROPUESTA
tos o caídas	talud ubicado al norte de calle Infiernillo		construcciones, de 50 metros a partir del límite del talud.
Desprendimientos o caídas	San Lorenzo Totolinga, talud ubicado junto a calle Sta. Elena - Refugio González		Retirar vegetación y bloques inestables de las paredes del talud.
Hundimientos	Col. Altamira. Calle Altamira esq. Con Alcanfores, CRIS Naucalpan.	Aparentemente es la causa por la que el edificio más importante del CRIS Naucalpan se encuentra fuera de operación.	Realizar evaluación del suelo de desplante y cimentación existentes a través de sondeos que ubiquen con certeza la zona de rellenos de minas y el material que compone estos rellenos en contraste con el suelo natural de desplante, esto requerirá de la realización de estudios de mecánica de suelos que incluya la localización de pozos de visita y sondeos con muestras inalteradas del terreno, el estudio deberá establecer el grado de consolidación del terreno y ante la diversidad de estratos de desplante de la estructura la posibilidad de asentamientos diferenciales en el mismo, así como el funcionamiento del muro de contención de la plataforma de desplante.
Hundimientos	Colonia Benito Juárez, en el mercado Benito Juárez.		Inspeccionar esta cavidad al menos 1 vez cada 2 meses (a excepción de la temporada de lluvias) para realizar los monitoreo de material caído o bien la posible migración de la misma.
Inundaciones	Barranca México 68		Construcción de bordo de contención en la parte norte de la calle España así como la construcción de un canal que redirija el agua de las partes altas hacia la barranca.
Inundaciones	Barranca México 68		Ampliar las alcantarillas que cruzan la Av. Circunvalación con el fin de evitar que en época de lluvias el agua cruce sobre dicha vialidad.
Deslizamientos	El Atorón - Las Caballerizas.		Limitar el crecimiento urbano y evitar el relleno de la ladera ubicada al norte del arroyo
Deslizamientos	Barranca México 68		Estabilizar los taludes, principalmente en el lado sur de la barranca, y conectar las redes de drenaje pluvial al colector principal ubicado en el lecho de la misma, además de cancelar los drenajes de las viviendas que vierten directamente sobre las laderas.
Deslizamientos	Barranca México 68		Para el caso específico de la vivienda ubicada en el número 28 de la Calle España, se requiere reforzar la estructura que se encuentra "volada".



Atlas de Riesgos del Municipio de Naucalpan de Juárez



FEÓMENOS / RIESGOS	UBICACIÓN	CAUSA	OBRA O ACCIÓN PROPUESTA
Deslizamientos	Col. Guadalupana, Vivienda ubicada al final de la calle Enrique Jacob Rocha		Construir estructura para reforzar la barda colindante con la calle Adolfo López Mateos y retirar árbol
Deslizamientos	Col. Guadalupana		Saneamiento del talud localizado entre las calles Enrique Jacob Rocha y Mario Ruiz de Chávez
Deslizamientos	Col. Guadalupana		Saneamiento de la porción de la barranca ubicada al suroeste de la calle Mario Ruiz de Chávez
Desprendimientos o caídas	Barrio La Viga (Ver croquis de localización de las acciones en el cuerpo del documento).		Retirar rocas con métodos manuales
Deslizamientos	Barrio La Viga		Limitar el crecimiento urbano.
Deslizamientos	Barrio La Viga		Prohibir tala de árboles
Incendios forestales	Barrio La Viga		Quitar cableados clandestinos
Deslizamientos	Barrio La Viga		Prohibir rellenos
Deslizamientos	Barrio La Viga		No permitir la construcción de más de un nivel
Inundaciones repentinas	Ciudad de Naucalpan de Juárez. 39 zonas (ver mapa de peligro de inundaciones)	Los puntos bajos y los más cercanos a los cauces de ríos.	Limpieza de vegetación y desazolve de las alcantarillas. Construcción de bocas de tormenta. Canalización del río. Construir canales que direccionen el agua hasta el río.
Inundaciones pluviales y fluviales	Ciudad de Naucalpan de Juárez. 16 zonas (ver mapa de peligro de inundaciones)	Los puntos bajos y los más cercanos a los cauces de ríos.	Limpieza de vegetación y desazolve de las alcantarillas. Construcción de bocas de tormenta. Canalización del río. Construir canales que direccionen el agua hasta el río. Elevación de los hombros de las márgenes de los ríos.
Inundaciones	Presa El Sordo, entre Sierra Mixe y la cortina de la presa.		Establecer un monitoreo constante de las avenidas de agua y establecer un Plan de Contingencias para atender eventualmente a la población de las viviendas ubicadas en la margen norte del vaso de la presa.
Inundaciones pluviales y fluviales	La Cañada San Lorenzo. Andador 1 y Río Totolinga	El río Totolinga forma un meandro que erosiona	Construcción de muro de protección.



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



FEÓMENOS / RIESGOS	UBICACIÓN	CAUSA	OBRA O ACCIÓN PROPUESTA
		continuamente la ribera norte. Los vecinos han rellenado el terreno erosionado hasta el límite de sus viviendas y nuevamente de repite el proceso.	
Inundaciones pluviales y fluviales	Ejido San Lorenzo Chimalpa. Calle de los Pinos y Río Totolinga	El río Totolinga forma un meandro que erosiona continuamente la ribera norte. Los vecinos están rellenando con desechos de concreto.	Construcción de muro de protección.
Inundaciones pluviales y fluviales	El Conde. Calle Texcoco y Río Hondo	El puente peatonal cuenta con un claro reducido que favorece la acumulación de agua río arriba.	Ampliación de puente peatonal.
Inundaciones	Barranca México 68		Ampliar las alcantarillas que cruzan la Av. Circunvalación con el fin de evitar que en época de lluvias el agua cruce sobre dicha vialidad.
Inundaciones pluviales y fluviales	El Atorón - Las Caballerizas,	Las viviendas se ubican en el cauce del río.	Reubicación de viviendas.
Inundaciones pluviales y fluviales	El Tejocote, junto al puente del Río San Mateo, entre calles Río balsas y Río Seco	Las viviendas se ubican en el cauce del río.	Reubicación de viviendas.
Inundaciones pluviales y fluviales	Ampliación El Tejocote	Los propietarios de lotes junto al arrollo han ampliado sus terrenos rellenando el cauce.	Recuperar el cauce del arroyo quitando el material de relleno colocado por los vecinos.
Inundaciones	Barrio La Viga		Construir muro de contención en el margen del arroyo, junto al jardín de niños.
Heladas y nevadas	Localidades rurales del poniente del municipio.	La población de las localidades rurales de la zona de sierra es la más vulnerable. Barrios Agua Buena, Arenillas (La Capilla), De Batha, De	Realizar campañas en la temporada de verano para recolectar ropa abrigadora y distribuirla entre la población más vulnerable al inicio de la temporada invernal.



Atlas de Riesgos del
Municipio de Naucalpan de
Juárez

SEDATU
SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGRARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



FEÓMENOS / RIESGOS	UBICACIÓN	CAUSA	OBRA O ACCIÓN PROPUESTA
		Rancho Viejo, De Tito, La Magnolia, La Viga, Las Cruces, Las Peñitas, La Cebada y San Miguel Dorami; Localidades de Chimalpa Viejo, Colonia Luis Donaldo Colosio, Ejido El Castillo, El Guardita, La Cuesta, La Palma, Las Torres, Llano De Las Flores, San Francisco Chimalpa, San José Tejamanil, Santiago Tepatlxco, Tres Piedras y Valle Tranquilo.	