Atlas de Riesgo
Municipio de Valle de Chalco, Solidaridad. 2011

15 de diciembre de 2011
Informe final

Municipio de Valle de Chalco Solidaridad,
Estado de México

Master Planning, S.A. de C.V.
Colima 410-202 Col. Roma México, D.F. 06700 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. ESTA PROHIBIDO EL USO DE ESTE PROGRAMA CON FINES POLÍTICOS, ELECTORALES, DE LUCRO Y OTROS DISTINTOS A LOS ESTABLECIDOS. QUIEN HAGA USO INDEBIDO DE LOS RECURSOS DE ESTE PROGRAMA DEBERÁ SER DENUNCIADO Y SANCIONADO DE ACUERDO CON LA LEY APLICABLE Y ANTE LA AUTORIDAD COMPETENTE.

ÍNDICE

CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción 6
1.1. Introducción 6
1.2. Antecedentes 6
1.3. Objetivo 7
1.4. Alcances 7
1.5. Metodología General 8
1.6. Contenido del Atlas de Riesgo 9

CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio 10
2.1. Determinación de la Zona de Estudio 10

CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural 20
3.1. Fisiografía 20
3.2. Geología 21
3.3. Geomorfología 22
3.4. Edafología 23
3.5. Hidrología 24
3.6. Climatología 26
3.7. Uso de suelo y vegetación 27
3.8. Áreas naturales protegidas 28
3.9. Problemática ambiental 29

CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos 31
4.1. Elementos demográficos 31
4.2. Características sociales 37
4.3. Principales actividades económicas en la zona 42
4.4. Características de la Población Económicamente Activa 42
4.5. Estructura urbana. 43

CAPÍTULO V. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural 45
5.1. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico 45
5.1.1 Fallas y Fracturas 45
5.1.2 Sismos 49
5.1.3 Vulcanismo 51
5.1.4 Deslizamientos 54
5.1.5 Derrumbes 58
5.1.6 Flujos 61

5.1.7 Hundimientos 63
5.1.8 Erosión 68
5.2. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico 70
5.2.1. Ciclones (Huracanes y ondas tropicales) 71
5.2.2. Tormentas eléctricas 72
5.2.3. Sequías 74
5.2.4. Temperaturas máximas extremas 76
5.2.5. Vientos Fuertes 78
5.2.6. Inundaciones 79
5.2.7. Masas de aire (granizadas, heladas, y nevadas) 93
5.2.8. Lluvias 98

CAPÍTULO VI. MEDIDAS PREVENTIVAS PARA MITIGACIÓN DE PELIGROS 102

6.1. Identificación de Medidas Preventivas y Acciones de Mitigación 102
6.1.1 Medidas preventivas generales 102
6.1.2 Medidas ante riesgos geológicos 103
6.1.3 Medidas ante riesgos hidrometeorológicos 105
6.2. Matriz de obras y acciones de mitigación propuestas 107

ILUSTRACIONES

Figura 1. Esquema conceptual del Atlas de Riesgos 8
Figura 2. Localización del Municipio de Valle de Chalco Solidaridad. 10
Figura 3. Mapa base a nivel municipal escala 1:20,000 11
Figura 4. Mapa base de la zona de los cerros de Xico y El Marqués escala 1:5,000 12
Figura 5. Mapa de Fisiografía 20
Figura 6. Mapa de geología. 21
Figura 7. Mapa de zonificación geomorfológica. 22
Figura 8. Mapa edafológico. 23
Figura 9. Cuencas hidrográficas del municipio de Valle de Chalco. 24
Figura 10. Mapa hidrológico 25
Figura 11. Mapa de climas 26
Figura 12. Mapa de usos de suelo y vegetación. 27
Figura 13. Áreas Naturales Protegidas 28
Figura 14. Problemática ambiental 30
Figura 15. Densidad de Población 36
Figura 16. Niveles de Marginación por AGEB 41
Figura 17. Fotografía del Cerro de Xico desde el Cerro del Marqués. 45
Figura 18. Agrietamiento en la zona baja de la zona lacustre del municipio de Valle de Chalco Solidaridad. 46

Figura 19. Amplio desarrollo de grietas, que han afectado considerablemente la estructura. 47
Figura 20. Fotografías de la "Casa Voladora" (Sitio VdC-1104, Anexo VII). 47
Figura 21. Mapa de Peligros por Fallas y Fracturas 48
Figura 22. Mapa de Actividad Sísmica (1998-2011) 49
Figura 23. Mapa de Peligros por Sismos 50
Figura 24. Mapa de peligros del Volcán Popocatépetl Fuente: Macías y Capra, 2005. 52
Figura 25. Mapa de Peligros por Caída de Cenizas 53
Figura 26. Mapa de peligro de deslizamiento del municipio de Valle de Chalco Solidaridad. 56
Figura 27. Deslizamiento translacional (corona de desprendimiento –línea discontinua) en las laderas del Cerro de Xico. 57
Figura 28. Mapa de riesgo de derrumbes por avalanchas del municipio de Valle de Chalco Solidaridad. 59
Figura 29. Fotografías de depósitos de caída y zonas propensas a presentar desprendimientos. 60
Figura 30. Fotografía de las laderas del Cerro del Marqués, 61
Figura 31. Mapa de Peligros por Flujos y Lahares 62
Figura 32. Planicie de depositación e inundación del Lago de Chalco, Fuente: Ortiz, Ortega y Guerrero (2007). 64
Figura 33. Fotografía en donde se muestra algunas casas cercanas al Canal General. Ejemplo de casas con subsidencia. 66
Figura 34. Mapa de Peligros por Hundimientos 67
Figura 35. Mapa de Riesgo de erosión laminar del suelo dentro del municipio de Valle de Chalco Solidaridad. 69
Figura 36. Esquema de peligros hidrometeorológicos 70
Figura 37. Presencia de ciclones tropicales en el mundo (las líneas indican el número de ciclones tropicales promedio que se presentan cada año. 72
Figura 38. Mapa de Peligro por Tormentas Eléctricas 73
Figura 39 . Peligro por Sequía Meteorológica 75
Figura 40 . Peligro por Temperaturas Máximas Extremas 77
Figura 41 . Zonificación de velocidades máximas de viento en la República Mexicana 78
Figura 42. Mapa de peligro por inundaciones en Valle de Chalco. 79
Figura 43. Hundimiento en la Ciudad de México (equiparable al de Valle de Chalco)*, factor que agrava el peligro de inundaciones. 80
Figura 44. Valle de Chalco 6m por debajo del NAME de canales circundantes 81
Figura 49. Canal de La Compañía. Col. Avándaro, 86
Figura 50. Zona inundable en las colonias: El Triunfo, Avándaro, María Isabel, Del Carmen y la Darío Martínez (Elaboración propia con datos del AR Valle de Chalco 2010). 86
Figura 51. Zona inundable en la colonia Américas (Xico 3ª y 4ª sección) desde la calle de Acapol hasta Tezozómoc (Elaboración propia con datos del AR Valle de Chalco 2010). 87

Figura 52. Vista del Canal general desde calle Acapol (Col Niños Héroes). 87

Figura 54. Zona inundable en la colonia San Miguel Xico (Xico I), desde Axayácatl hasta Chimalpain (Elaboración propia con datos del AR Valle de Chalco 2010). 89

Figura 55. Vista Satelital de la zona inundable en la colonia San Miguel Xico (Xico I), desde Axayácatl hasta Chimalpain (Elaboración propia con datos del AR Valle de Chalco 2010). 89

Figura 56. Modelado de peligro por zona inundable en la colonia San Miguel Xico. 90

Figura 57. Zona inundable en la colonia Xico la Laguna, desde carretera Chalco Tláhuac hasta Téllez Sáenz (Elaboración propia con datos del AR Valle de Chalco 2010). 91

Figura 58. Autopista inundada en Valle de Chalco 92

Figura 59. Nivel de Peligro por Granizadas 95

Figura 60. Nivel de Peligro por Heladas y Nevadas 97

Figura 61. Zonificación de la precipitación media anual nacional. 98

Figura 62. Precipitación Anual 99

GRÁFICAS

Gráfica 1. Crecimiento demográfico de Valle de Chalco 1995-2010 31

Gráfica 2. Población por grandes grupos de edad. 2000-2010 32

Gráfica 3. Piramide de Edades, por sexo. 2000 y 2010 33

CUADROS Y TABLAS

Tabla 1. Contenido general del Atlas de Riesgos en el Municipio de Valle de Chalco Solidaridad 9

Tabla 2. Crecimiento Histórico Poblacional Valle de Chalco 1995-2010 32

Tabla 3. Distribución de la Población por quinquenios y sexo 2000-2010 33

Tabla 4. Primeras Colonias de Valle de Chalco. 1988 34

Tabla 5. Población por Localidad. 1990 34

Tabla 6. Población por Localidad. 2010 35

Tabla 7. Defunciones Valle de Chalco. 2009 35

Tabla 8. Principales Grupos Étnicos en Valle de Chalco. 1995 37

Tabla 9. Nivel de Alfabetismo 1995. 37

Tabla 10. Niveles de escolaridad en Valle de Chalco. 2010 38

Tabla 11. Cobertura de los Servicios de Salud 2009 38

Tabla 12. Comparativo Características de la Vivienda Valle de Chalco- Estatal. 2010 39

Tabla 13. Grado e Índice de Marginación en el Municipio de Valle de Chalco. 1995-2005. 41

Tabla 14. Participación de la PEA en el total de la población, por sexo 2010. 43
Tabla 15. Estaciones meteorológicas que identificaron tormentas eléctricas. 72
Tabla 16. Temperatura Máxima por estaciones meteorológicas. 76
Tabla 17. Granizadas en el Municipio de Valle de Chalco por estación Meteorológica 93
Tabla 18. Granizadas en el Municipio de Valle de Chalco 94
Tabla 19. Datos históricos de temperaturas 96
Tabla 20. Precipitación Anual registrada en las estaciones meteorológicas del municipio 100
Tabla 21. Daños provocados por lluvias en Valle de Chalco 101

CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción

1.1. Introducción

El presente Atlas de Peligros Naturales del Municipio de Valle de Chalco se inscribe dentro del Programa Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).

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 riesgos 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 hidrometeorológicos.

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

Asimismo, se vinculan los peligros con las repercusiones que éstos tendrían en el Municipio de Valle de Chalco, 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.

1.2. Antecedentes

El municipio de Valle de Chalco Solidaridad, Estado de México ocupa una superficie de 46.36 km², se localiza al oriente de la Cd. de México y en la zona baja de la cuenca del Valle de México y al igual que los municipios (Chalco, Chimalhuacán, Nezahualcóyotl, Ixtapaluca y La Paz) y delegaciones cercanas (Iztapalapa y Tláhuac), es una de la zonas más pobladas de la Cd. de México. En cuanto al relieve, se localiza en la zona lacustre de la Cuenca de México con algunas elevaciones aisladas en los límites norte y sur del municipio. Contrario a lo que se pensaría (pocos fenómenos de inestabilidad de laderas) los peligros más evidentes son los agrietamientos y procesos de remoción en masa en las pocas elevaciones del municipio, mientras que los de mayor extensión, por ende de alto impacto en la población, son la subsidencia y las inundaciones. De esta manera, como ya se ha dicho, al igual que

las poblaciones cercanas, Valle de Chalco Solidaridad se encuentra en un territorio muy vulnerable para la ocurrencia de peligros geológico-geomorfológicos.

La elevada presión poblacional, que aqueja al municipio, hace que ocurran otros problemas de apariencia natural, como lo puede ser el desarrollo de cavidades al interior del subsuelo, que posteriormente genera el colapso de casa o calles cuando una vibración o movimiento súbito se presenta. El colapso repentino del terreno se debe principalmente a la mala calidad de los servicios hidráulicos y de drenaje en los desarrollos multifamiliares construidos recientemente. Las fugas de agua y debilidades estructurales de las construcciones favorece el desarrollo de cavidades y colapso de estructuras, respectivamente. Como se puede ver los fenómenos naturales que representan un peligro para la población de Valle de Chalco Solidaridad se debe a la interrelación de varios factores tanto físicos como antrópicos.

Las zonas que presentan un mayor peligro para la población son las franjas perimetrales a los canales de La Compañía y Acapol, debido a que en los meses de junio y agosto, el nivel del agua se elevan, principalmente por la captación de agua que reciben proveniente de los Municipios de Chalco e Ixtapaluca, provocando desbordamientos. Ya han sido afectadas diversas colonias por las inundaciones, principalmente la de El Triunfo. En el caso del canal Acapol hasta el momento ha sido controlado su nivel mediante el bombeo de las aguas, sin embargo se encuentra localizado junto a una zona inundable y cada vez recibe más aguas residuales provenientes de la zona urbana. Esta parte deberá contar con un estudio a fondo ya que el canal cruza al Municipio de norte a sur y se encuentra en una zona ligeramente más elevada que el resto del territorio.

Las áreas inundables localizadas en la parte sur del Municipio junto a la carretera Tláhuac – Chalco y la zona oriente del mismo, presentan ya asentamientos irregulares, estas zonas deberán ser protegidas mediante programas especiales para evitar los asentamientos humanos.

El presente Atlas tiene su fundamento legal en los artículos 1°, 2° y 10 de la Ley General de Protección Civil, 6.4.del Libro Sexto del Código Administrativo del Estado de México y 2o del Reglamento del Libro Sexto del Código Administrativo del Estado de México.

1.3. Objetivo

A través de un documento sencillo y científicamente válido, Valle de Chalco contará con un documento que diagnostique, pondere y detecte los peligros y la vulnerabilidad en el espacio geográfico, a través de criterios estandarizados, catálogos y bases de datos homologadas, compatibles y complementarias para generar zonificaciones y cartografía de riesgos.

1.4. Alcances

El Atlas de Riesgos del Valle de Chalco, previo análisis-síntesis de la situación de peligros y riesgos ocasionados por eventos naturales en conjunción con las variables de vulnerabilidad del sistema afectable, identificará por medio de mapas y cuantificará por medio de tablas y descripciones analíticas dentro del texto, la afectabilidad del municipio ante distintos fenómenos de la naturaleza.

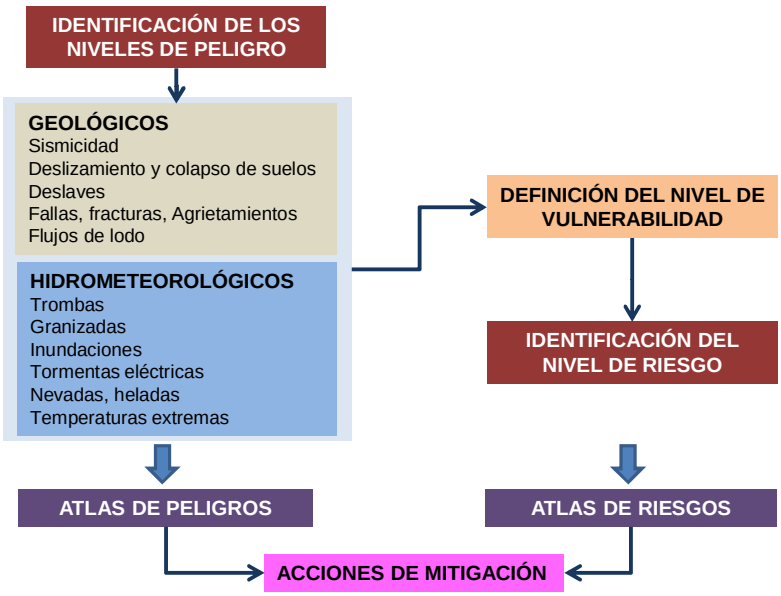
Los alcances del presente documento se apegan a las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos de la SEDESOL tanto en la elaboración de cartografía, sus diccionarios de datos y metadatos como en el tipo de documento técnico en donde se describa el atlas de riesgos con antecedentes e Introducción, determinación de la zona de estudio, caracterización de los elementos del medio natural y de los elementos sociales, económicos y demográficos y por último se realizará la parte central de este documento que consiste en la identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural. Adicionalmente se incluirán en un documento anexo los metadatos, memoria fotográfica, fichas de campo, glosarios, bibliografía y demás información de apoyo empleada para la conformación de este documento.

1.5. 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.

Figura 1. Esquema conceptual del Atlas de Riesgos



Fuente: Elaboración propia con base en, SEDESOL. Metodología de los Atlas de Riesgos.

1.6. Contenido del Atlas de Riesgo

El contenido del presente documento se enmarca en el capitulado que marcan las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos de la SEDESOL y se menciona en la siguiente tabla.

Tabla 1. Contenido general del Atlas de Riesgos en el Municipio de Valle de Chalco Solidaridad

CAPÍTULO I. Antecedentes e Introducción	**CAPÍTULO V. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural**	**CAPÍTULO VII. Anexo**
Introducción	Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico	Glosario de Términos
Antecedentes	Fallas y Fracturas	Bibliografía
Objetivo	Sismos	Cartografía empleada
Alcances	Vulcanismo	Metadatos
Metodología General	Deslizamientos	Fichas de campo
Contenido del Atlas de Riesgo	Derrumbes	Nombre de la consultoría y personas que elaboran el Atlas
	Flujos	
CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio	Hundimientos	
Determinación de la Zona de Estudio	Erosión	
CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural	Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico	
Fisiografía	Ciclones	
Geología	Tormentas eléctricas	
Geomorfología	Sequías	
Edafología	Temperaturas máximas extremas	
Hidrología	Vientos fuertes	
Climatología	Inundaciones	
Uso de suelo y vegetación	Masas de aire (heladas, granizo y nevadas)	
Áreas Naturales Protegidas	Lluvias	
Problemática ambiental	**CAPÍTULO VI. Medidas preventivas para mitigación de peligros**	
CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos	Identificación de Medidas Preventivas y Acciones de Mitigación.	
Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población.	Medidas preventivas generales	
Características sociales	Medidas ante riesgos geológicos	
Principales actividades económicas en la zona	Medidas ante riesgos hidrometeorológicos	
Características de la población económicamente activa	Matriz de obras y acciones de mitigación propuestas	
Estructura urbana		

CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio

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. Determinación de la Zona de Estudio

El presente Atlas abarca el territorio del municipio de Valle de Chalco, el cual se localiza en la parte Oriente del Estado de México y colinda al norte con los Municipios de Ixtapaluca, y La Paz, al sur y este con Chalco, y al oeste con la delegación Tláhuac, enmarcado en las siguientes coordenadas geográficas extremas:

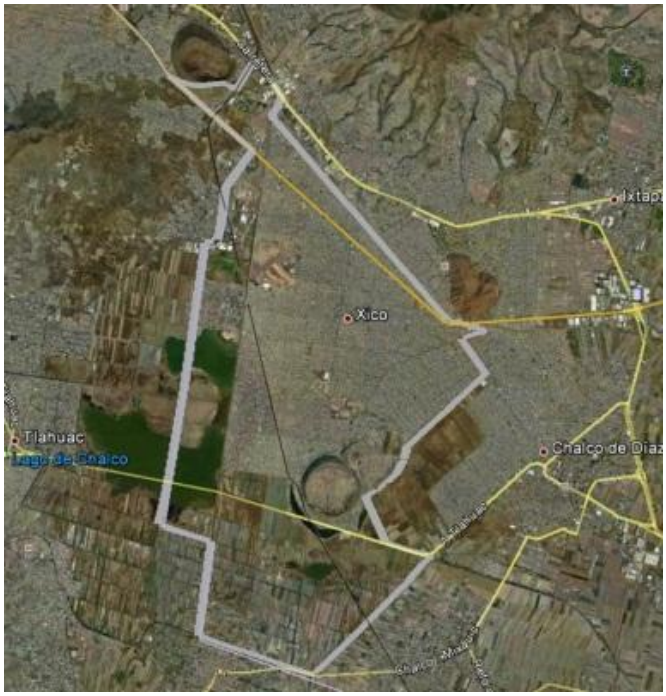
Figura 2. Localización del Municipio de Valle de Chalco Solidaridad.

Norte. 19° 20’ 21”, de latitud norte.

Sur. 19° 13’ 30”, de latitud norte.

Este. 98° 58’ 34”, de longitud oeste.

Oeste. 98° 54’ 30”, de longitud oeste.

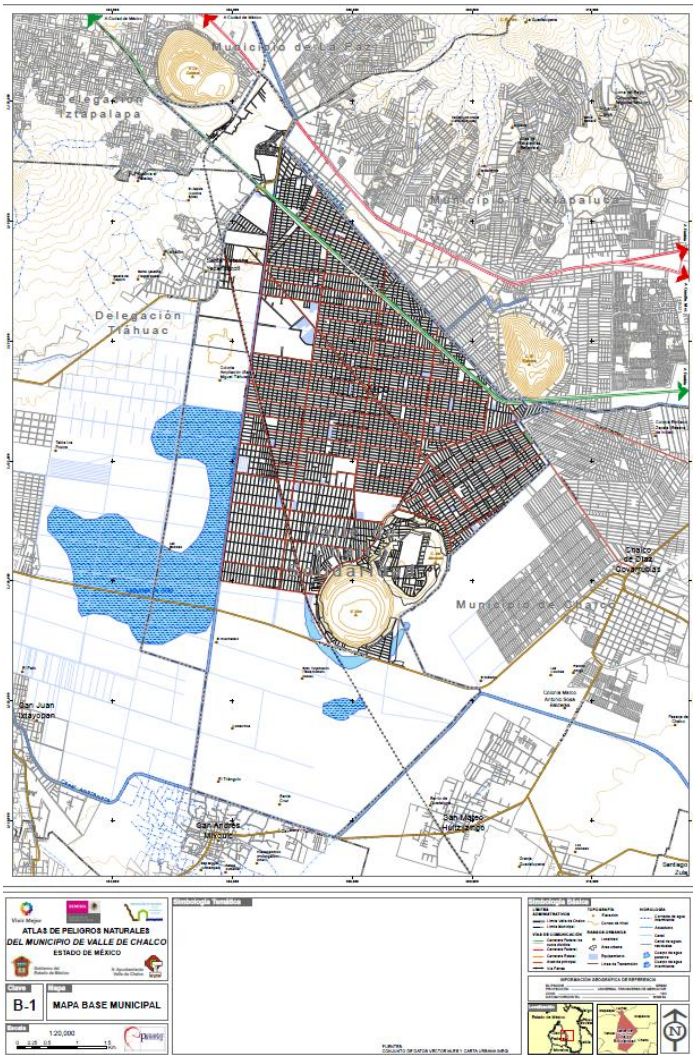


Fuente*:* Elaboración propia sobre foto de Google Earh.

La metodología utilizada para la determinación de las zonas de estudio 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. El presente Esquema Metodológico presenta; la descripción, el análisis y la presentación de información en 2 niveles de aproximación cartográfica: el municipal y el manzanero.

Valle de Chalco Solidaridad es un municipio con características geográficas de superficie y forma que hacen posible el estudiarlo integralmente en escalas no mayores a 1:20,000 para representaciones cartográficas impresas en 90cm por 60cm. Es decir que una primera aproximación a la situación relacionada con peligros del municipio, éste será representado en escalas 1:20,000, como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura 3. Mapa base a nivel municipal escala 1:20,000

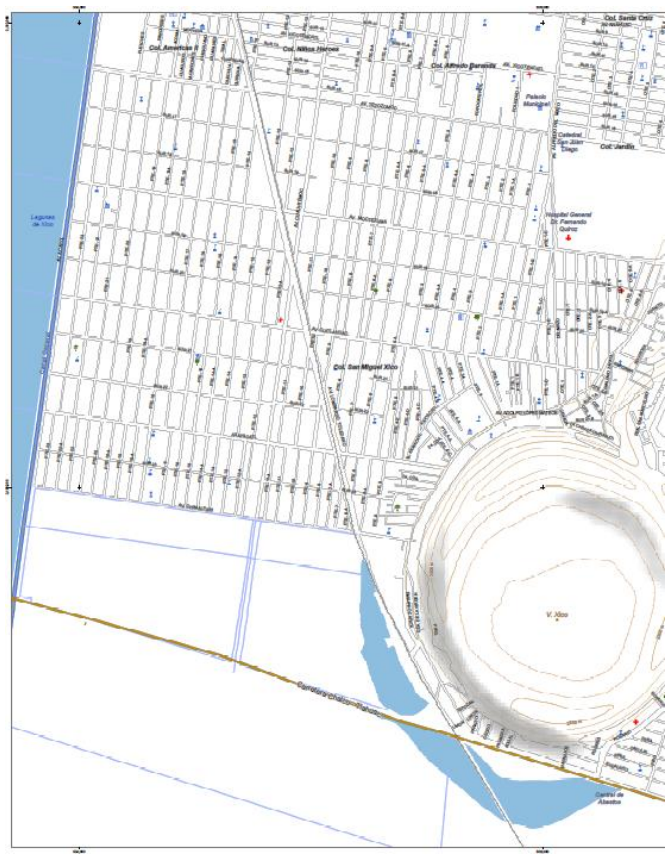


Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales del INEGI.

En áreas que son potencialmente susceptibles a ser afectadas por algún tipo de evento o fenómeno natural (como son las laderas de los cerros de Xico y El Marqués), lo cual las hace vulnerables, se orientará la zonificación hacia áreas susceptibles 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 a 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 1:10,000 o menores.

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.

Figura 4. Mapa base de la zona del cerro de Xico, Escala 1:5,000



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

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

Los siguientes datos muestran el nivel de análisis realizados en el presente Atlas de acuerdo con las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catalogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo de la SEDESOL.

Fallas y fracturas

NIVEL 1. MÉTODO	EVIDENCIAS
Determinación de la Presencia del fenómeno perturbador fallas y fracturas. Reconocimiento del sitio en cuestión, en busca de evidencia de la presencia de fracturas-fallas, mediante caminamientos en sus tres dimensiones (largo, ancho y profundidad).	Las evidencias suelen presentarse en calles, banquetas, guarniciones, bardas, casas habitación, líneas de conducción y otras obras civiles.; en paredes de cortes de terreno en barrancas, caminos, zanjas, etcétera, donde pueden apreciarse diferentes capas geológicas, con la traza de estas estructuras.

Sismos

NIVEL 3 MÉTODO	EVIDENCIAS
Ubicación de la zona en cuestión en el Mapa de Periodos de Retorno para Aceleraciones de 15% de g o Mayores. Aplicando este nivel de análisis se determinó el periodo promedio de repetición de una aceleración mínima que puede producir daños importantes a las construcciones. Si se toma en cuenta el volumen de población, del cual un porcentaje significativo estaría expuesto a los efectos del sismo, pueden definirse prioridades para estudios específicos de seguridad estructural, actualización de reglamento de construcción, etcétera.	La ubicación de la zona en cuestión en este mapa, dará evidencia del periodo de retorno esperado en años, de un sismo que genere aceleraciones mayores o iguales a 15% de g, que pueda generar serios daños en construcciones.

Vulcanismo

NIVEL 4. MÉTODO	EVIDENCIAS
Ubicación dentro del contexto geológico de México. Se elaboró el mapa de peligros, incluyendo los lahares, caídas de ceniza, flujos piroplásticos y derrumbes.	La primera evidencia de posibles peligros, es que la zona de estudio se ubique en una provincia geológica de origen volcánico. El mapa proporciona evidencia de zonas de peligro por erupciones y los materiales volcánicos presentes.

Deslizamientos

NIVEL 4. MÉTODO	EVIDENCIAS
Perfiles de pendiente: análisis geométrico de perfiles longitudinales de las laderas y macizos montañosos en los cuales se revisan los cambios en la forma y las rupturas de pendiente.	Cartografía regional de PRM a escala, 1:50,000 o mayores Diseño e implementación de sistemas de información geográfica.

Derrumbes

NIVEL 4. MÉTODO	EVIDENCIAS
Perfiles de pendiente: análisis geométrico de perfiles longitudinales de las laderas y macizos montañosos en los cuales se revisan los cambios en la forma y las rupturas de pendiente.	Cartografía regional de derrumbes a escala, 1:50,000 o mayores Diseño e implementación de sistemas de información geográfica.

Flujos

NIVEL 1. MÉTODO	EVIDENCIAS
Evaluación e ocurrencia de procesos Los procesos relacionados con diferentes tipos de flujos presentan una morfología especial en el territorio, la cual puede ser observada y cartografiada. Los mapas que ayudan en el estudio de los flujos son los siguientes: – Carta altimétrica – Carta de pendientes – Carta geomorfológica	Las principales evidencias se encuentran en la deformación del terreno que es susceptible a la ocurrencia de diferentes tipos de flujos. Los perfiles generales del terreno presentan características distintivas tales como: Pendientes pronunciadas Materiales inestables Suelos con alta capacidad de retención de agua Importantes fuentes de agua que permiten la saturación del suelo (Precipitación, manantiales, corrientes perennes de agua, fugas de agua, erupciones con altas concentraciones de vapor de agua). Cartografía a detalle de los procesos. Registros fotográficos.

Hundimientos

NIVEL 1. MÉTODO	EVIDENCIAS
Cartografía general de hundimientos: levantamiento general de infraestructura dañada y se registra en un mapa a escala municipal	Información de antecedentes de estudios realizados. Mapas con información de zonas de hundimientos, agrietamientos, deformación de la superficie. Fichas de registro de la información levantada en campo. Fotografías que muestren: Escarpes rocosos, sobreescarpado, procesos de socavamiento en la base del escarpe, eventos anteriores.

Erosión

NIVEL 1. MÉTODO	EVIDENCIAS
Modelo Cualitativo de Erosión-Deposición. Se utiliza para suelos cultivados, se basa en el principio que explica que la erosión es más activa que la edafización lo que provoca la desaparición de los horizontes superficiales del perfil en las partes altas de las laderas y en las zonas de acumulación en la base.	Cartografía base, mapas topográficos con diferentes escalas. Cartografía geomorfológica temática: Carta de pendientes Carta de sistemas de drenaje Carta de profundidad de la disección Carta de densidad de la disección Valoración de la pérdida de la cobertura vegetal. Verificación del aumento de flujos de agua en las corrientes fluviales Verificación de la disminución de filtración de agua (abatimiento de mantos freáticos).

Masas de aire. Heladas

NIVEL 2. MÉTODO	EVIDENCIAS
Temperaturas mínimas extremas: con una base de datos climatológicos con los valores medios de las temperaturas iguales o inferiores a 0°C, de cada una de las estaciones meteorológicas de la región en estudio.	Datos meteorológicos diarios, mensuales y anuales de las estaciones de un estado, una región o de un municipio. Climatológicas de la zona de estudio, considerando las estaciones más cercanas y con mejor calidad de la información. Mapa con valores medios mensuales o anuales, y las isotermas para mostrar su distribución espacial. Mapa de distribución de heladas.

Masas de aire. Nevadas

NIVEL 1. MÉTODO	EVIDENCIAS
Visualización ambiental: Durante la época fría del año se observan las regiones donde precipitan las nevadas para definir coberturas y alturas de ocurrencia.	Informe de campo. Consiste en salir a los espacios donde se llevaron a cabo las bajas temperaturas y registrar las distribuciones afectadas. Mapa de campo con registro de puntos georreferenciados donde se realizaron las observaciones.

Masas de aire. Tormentas eléctricas

NIVEL 1. MÉTODO	EVIDENCIAS
Registros históricos de tormentas eléctricas: cálculo los valores medios de las tormentas de un periodo determinado, que puede ser un mes, una estación del año o los valores medios anuales. Trazar isoyetas de un espacio dado o pueden usarse rangos representados de varios colores para mostrar la distribución espacial del hidrometeoro. Determinar periodos de retorno a 5, 10, 25 y 50 años.	Mapas de frecuencia de tormentas eléctricas. Mapa de isoyetas, que tiene que ver con precipitaciones turbulentas típicas de la ocurrencia y recurrencia de sistemas tropicales. Gráficas.

Sequías

NIVEL 2. MÉTODO	EVIDENCIAS
Determinar los porcentajes de sequía intraestival (disminución de las lluvias durante el verano) de acuerdo a método de Pedro Mosiño y Enriqueta García, el cual consiste en la utilización de cuatro ecuaciones que representan los grados de sequía. Se usan datos de precipitación media mensual, con preferencia de mayo a octubre. Elaborar gráficas para identificar el comportamiento de la sequía intraestival.	Gráficas de comportamiento de la sequía intraestival. Mapa de grados de intensidad de la sequía intraestival.

Temperaturas máximas extremas

NIVEL 2. MÉTODO	EVIDENCIAS
Gradientes térmicos verticales: se Identificó el gradiente térmicos considerando las diversas altitudes del terreno. Trazar isotermas tomando en cuenta también zonas de solana y de umbría, así como de sotavento y barlovento. Identificar las vertientes expuestas al sol, a la sombra, a la humedad y a la relativa aridez.	Mapa de gradientes térmicos. Mapa de zonas de probabilidad de temperaturas extremas.

Inundaciones

NIVEL 3 MÉTODO	EVIDENCIAS
Se realizó el análisis estadístico de las variables precipitación máxima y caudal máximo. Encuesta entre la población y un levantamiento general de infraestructura dañada y se registra en un mapa con escala a detalle. La cartografía tiene un detalle suficiente para poder llegar a estimar los daños ocasionados. La escala de información de por lo menos 1: 50,000. Se obtienen los valores de Precipitación y caudal máximo para los periodos de retorno de 2,10, 50, 100 y 200 años. Elaboración de cartografía de zonas inundables. Análisis y resumen de los otros datos encuestados. Cartografía general de inundaciones históricas.	Cartografía de la inundación por evento y superposición con manzanas. Estimación de daños ocasionados por cada evento. Determinación de parámetros fisiográficos de la cuenca y subcuencas por tributario de orden 5 en la clasificación de Horton- Strahler (Llamas, 1993). Delimitación real de cuencas urbanas en función de la red de colectores existente. Inventario de la infraestructura hidráulica existente (con influencia en el régimen pluvial). Colección de imágenes de satélite de la zona de estudio. Memoria del análisis estadístico de caudales máximos (Díaz-Delgado et al., 2005). Empleo de modelos hidrológicos e hidráulicos para la determinación del caudal e hidrograma de análisis, tales como el HEC-RAS, HMS, MIKE 11, SWMM u otros equivalentes (Chow et al., 1994). Delimitación de zonas inundables para los periodos de retorno analizados. Colección de cartografía digital de la zona de estudio.

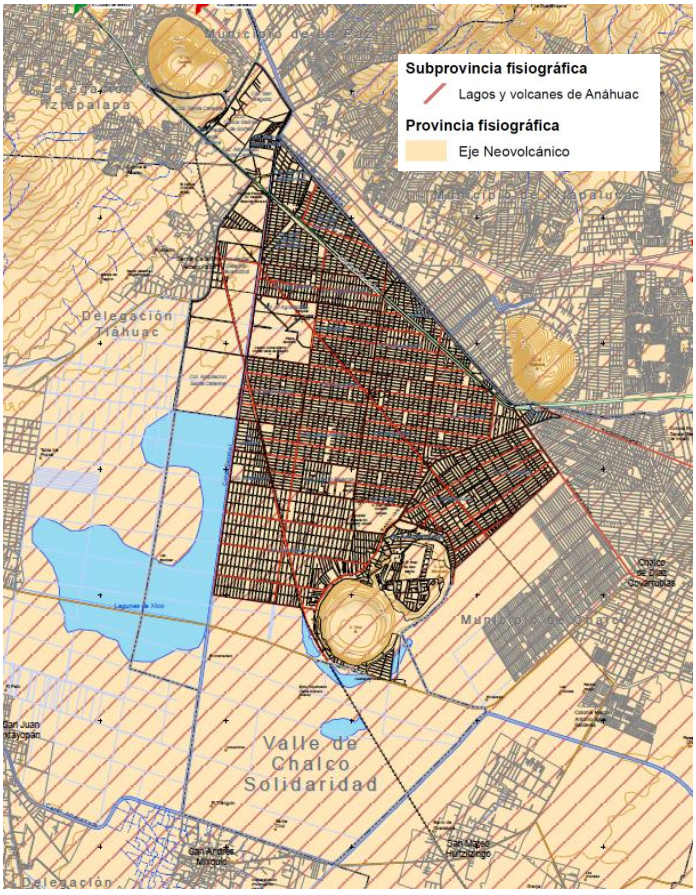
CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural

El objetivo de la caracterización del subsistema natural es conocer las condiciones medioambientales que prevalecen en el municipio de Valle de Chalco. Una vez identificadas dichas características se logrará una primera aproximación a las causas naturales que generan fenómenos potencialmente peligrosos.

3.1. Fisiografía

El municipio de Valle de Chalco forma parte de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, emplazado en la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac, se encuentra asentado en una gran depresión que durante el plioceno de la era terciaria estuvo ocupada por un ancho mar interior.

Figura 5. Mapa de Fisiografía



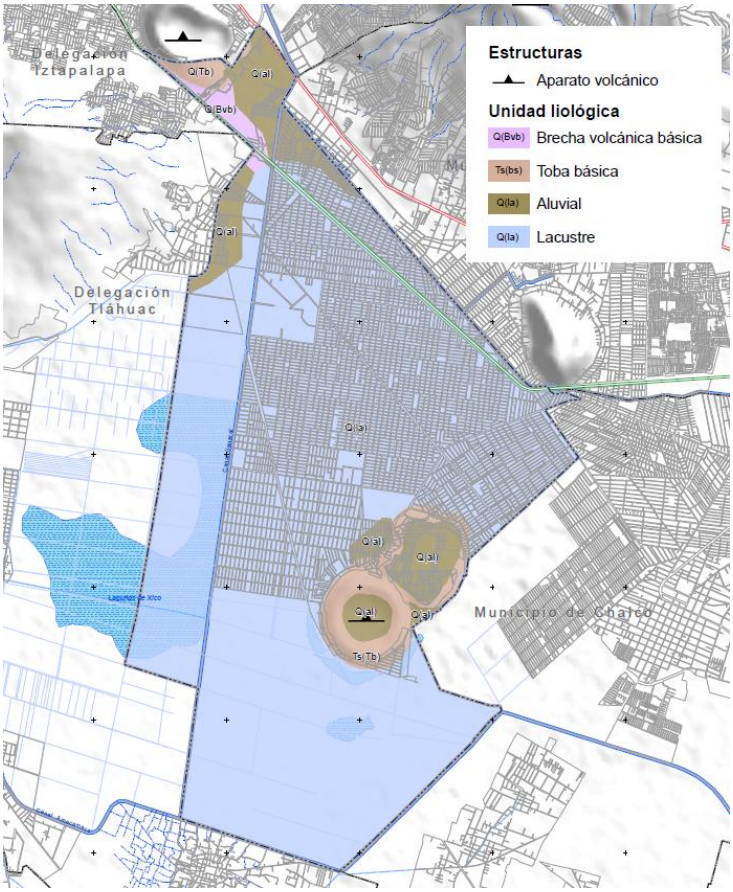
Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales del INEGI.

3.2. Geología

El territorio de Valle de Chalco se compone por rocas de origen sedimentario e ígneas extrusivas pertenecientes al periodo cenozoico; las unidades litológicas presentes son las siguientes: brecha volcánica básica Q(Bvb), toba básica Ts(Tb), aluvial Q(al) y lacustre Q(la).

El suelo predominante es el lacustre con 3,958 ha (85% del municipio) constituido por espesas capas de material arcilloso, con alto contenido de agua, muy compresibles, dentro de esta clase se localiza la zona urbana; le siguen en orden de importancia el suelo aluvial con 396 ha (9%) su localización es en el cráter del Volcán de Xico y en la cima del cerro del Márquez; el suelo toba básica se distribuye en 193 ha (5%) localizadas en las laderas de los cerros Xico, El Márquez y La Caldera, estos suelos por ser de textura arenosa al entrar en contacto con el agua pluvial, pueden provocar inestabilidad en laderas; el restante 1% (57 ha) lo compone el suelo brecha volcánica básica.

Figura 6. Mapa de geología.

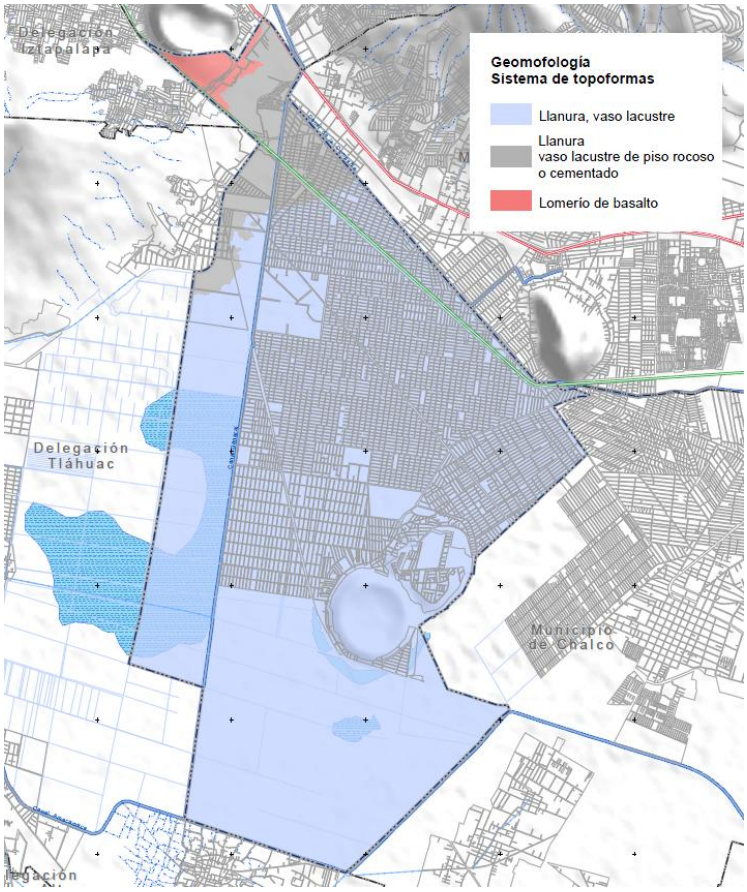


Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales del INEGI.

3.3. Geomorfología

El relieve en Valle de Chalco se distingue por ser un valle con dos lomeríos aislados, geomorfológicamente se localiza en tres regiones: Vaso lacustre, Vaso lacustre con piso rocoso o cementado y Lomerío de basalto. El vaso lacustre comprende 4,230 ha (91% del área municipal), es un terreno plano donde sobresalen los cerros de Xico y El Marqués, formados por derrames de lava basáltica y andesítica, es esta zona la pendiente varía del 10 al 30%; el vaso lacustre con piso cementado ocupa 340 ha (7%), su localización es al norte del municipio, la pendiente promedio en esta región es de 2%; finalmente la región conocida como lomeríos de basalto ocupan 67ha (2%) correspondientes a las laderas del cerro La Caldera, con una pendiente de más de 6%.

Figura 7. Mapa de zonificación geomorfológica.



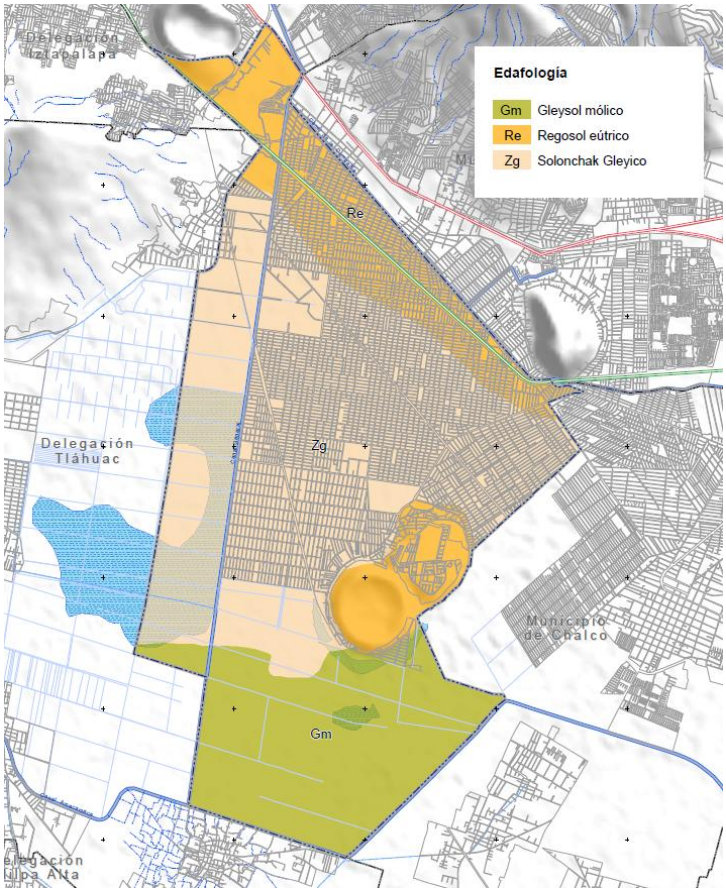
Fuente: Elaboración propia con base en datos vectoriales y geológicos del INEGI

3.4. Edafología

El suelo dominante es el Solonchak gleyico (Zg) con 2,540 ha (55% del municipio) formado a partir de carbonatos álcali blanco o bien tequezquite; otro tipo de suelo presente es el Gleysol mólico (Gm) con 1,070 ha (23%) su localización es al sur del municipio, esta clase se distingue por ser un suelo pantanoso con alto contenido de arcilla; la composición del suelo es complementada con la presencia de Regosol eútrico (Re) formado por sedimentos arenosos, se encuentra en 1,026 ha (22%) ubicadas en la porción NorEste del municipio.

En síntesis, el tipo de suelo existente en la mayor parte del territorio presenta una alta compresibilidad, mostrando una resistencia promedio de dos toneladas por metro cuadrado; en temporada de lluvias el material presente absorbe gran cantidad de agua, aumentando hasta el doble de su volumen original, el cual se reduce a la cuarta parte cuando se deshidratan por completo, provocando agrietamientos en el terreno, dañando así las construcciones existentes.

Figura 8. Mapa edafológico.

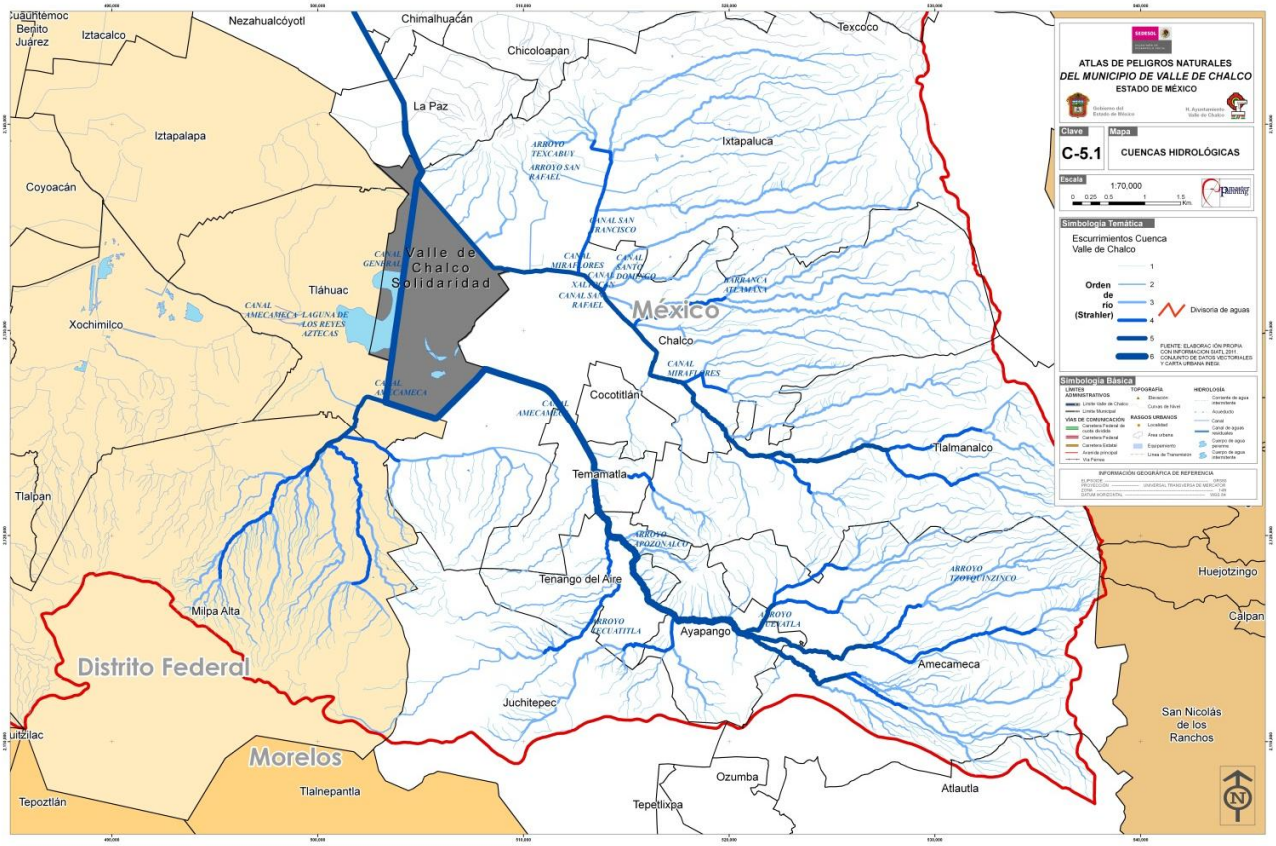


Fuente: Elaboración propia con base en datos de suelo del INEGI.

3.5. Hidrología

El municipio forma parte de la Región Hidrológica No. 26 Pánuco; cuenta con tres corrientes: el río de la Compañía, el río Amecameca y el río Acapol (canal General), los cuales han sido utilizados como canales de aguas negras. El río de la Compañía se encarga de conducir las aguas residuales provenientes de los municipios de Tlalmanalco e Ixtapaluca; el río Amecameca, drena la parte sur del Municipio, en esta región su caudal es utilizando para el riego de cultivos; y el río Acapol drena la parte poniente del Municipio.

Figura 9. Cuencas hidrográficas del municipio de Valle de Chalco.



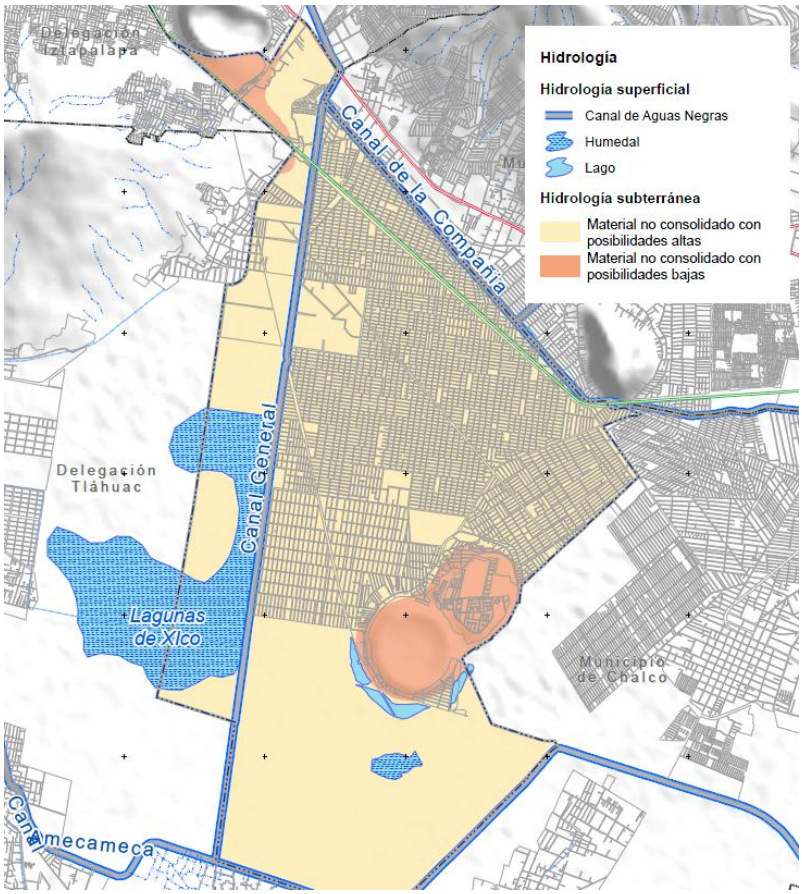
Valle de Chalco se encuentra localizado en una de las partes más bajas de la zona Oriente del Estado de México, motivo por el cual se generan lagunas en el límite con la Delegación Tláhuac, procedentes de los escurrimientos del cerro el Xico. En época de lluvias es necesario el bombeo de las aguas pluviales, para evitar inundaciones en la zona, utilizando los ríos antes mencionados, sin embargo, la cantidad de agua proveniente de las partes altas cada vez es mayor, saturando los canales de salida.

En cuanto a la hidrología subterránea, el 92% de la superficie de Valle de Chalco se encuentra catalogada como una zona con material no consolidado con posibilidades de permeabilidad altas. El material no consolidado se refiere al alto contenido de sedimentes de origen lacustre que han formado el suelo; sin embargo, el suelo urbano ocupa aproximadamente el 70% de esta clase, por lo que la permeabilidad alta solo está presente al sur del municipio.

El 8% de la superficie municipal está clasificado como material no consolidado con posibilidades bajas, formado por material medianamente cementado, presente en los cerros del Marqués y Xico, así como las laderas del cerro la Caldera.

El abastecimiento de agua potable a la población se realiza a través de siete pozos, localizados a lo largo del territorio, y provee también al Distrito Federal.

Figura 10. Mapa hidrológico

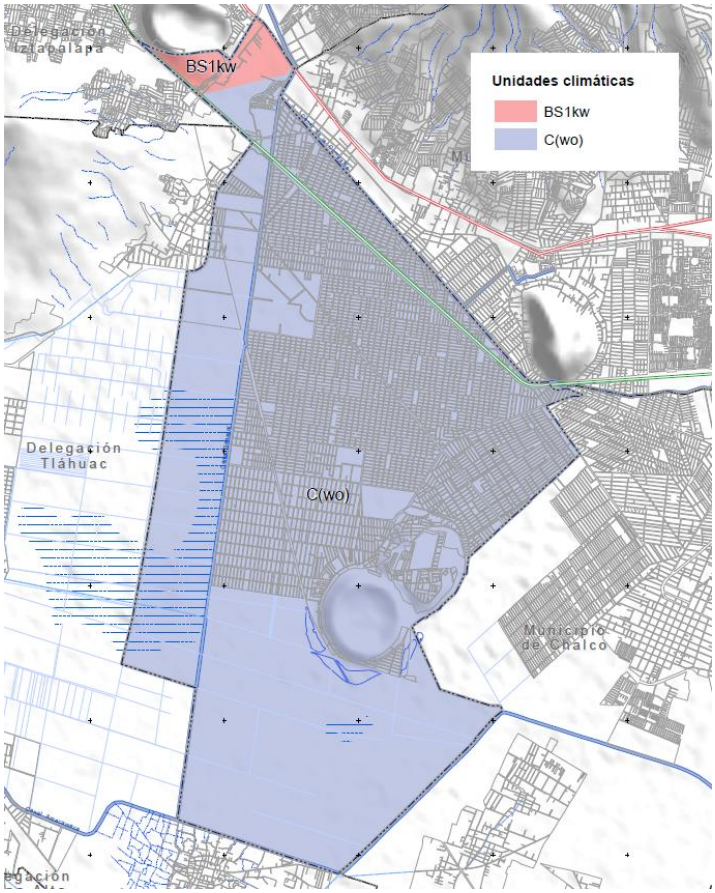


Fuente: Elaboración propia con base en datos hidrológicos del INEGI.

3.6. Climatología

Dentro del Municipio de Valle de Chalco Solidaridad predomina el clima C(wo) (98% del municipio) templado subhúmedo, con una temperatura media anual del rango de 12°C y 18°C, la temperatura del mes más frio es entre -3°C y 18°C y la temperatura del mes más cálido es menor de 22°C. La precipitación anual es de 200 a 1,800 mm y la precipitación del mes más seco es de 0 a 40 mm. Al norte del municipio se encuentra el clima BS1kw semiárido templado (2%), con una temperatura media anual entre 12°C y 18°C, la temperatura del mes más frío es entre -3°C y 18°C, la temperatura del mes más caliente es menor de 22 °C; las lluvias de verano son del rango de 5% al 10.2% anual.

Figura 11. Mapa de climas

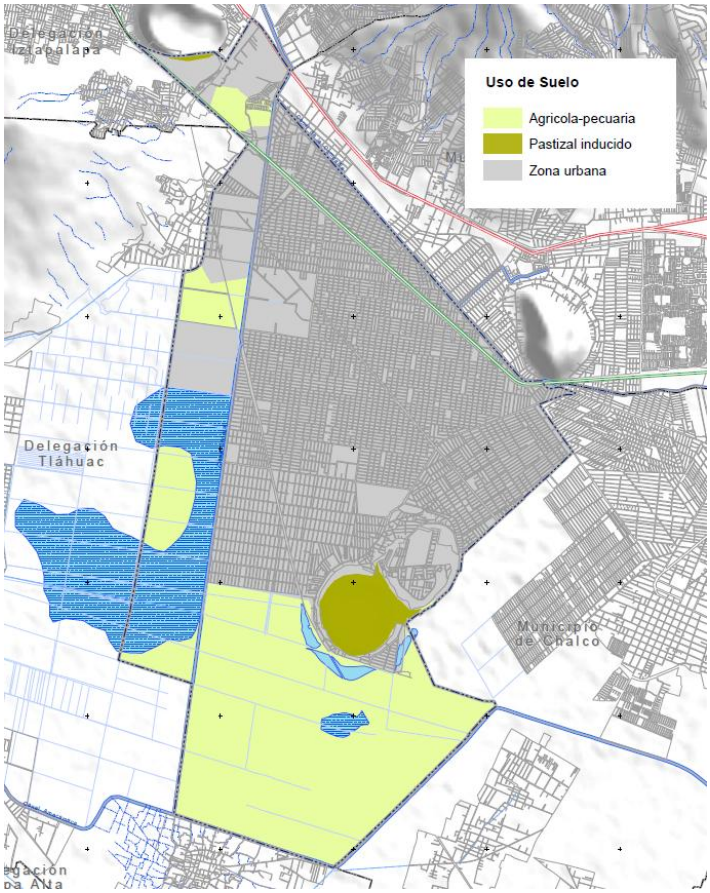


Fuente: Elaboración propia con base en datos de climas del INEGI.

3.7. Uso de suelo y vegetación

Valle de Chalco cuenta con extensión territorial de 4,636 hectáreas, de las cuales el 59% (2,746 ha) corresponden al suelo urbano, compuesto por uso habitacional, comercial, equipamiento, servicios y en menor medida el uso industrial. El 31% (1,439.9 ha) corresponde al uso agrícola y pecuario, concentrándose al sur del municipio, los cultivos principalmente son el maíz y frijol. El 7% (341 ha) lo conforman los cuerpos de agua conocidos como Lagunas de Xico. El restante 3% (122 ha) corresponde a pastizales inducidos distribuidos en la zona sur.

Figura 12. Mapa de usos de suelo y vegetación.



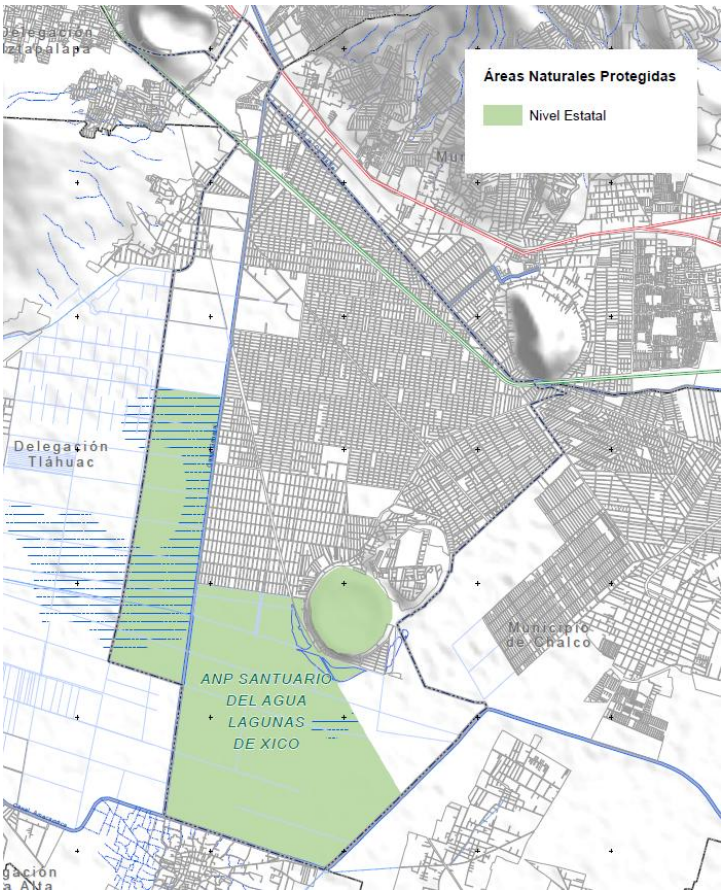
Fuente: Elaboración propia con base en datos de usos del suelo y vegetación del INEGI.

3.8. Áreas naturales protegidas

Con el fin de proteger las zonas de recarga de acuíferos, el Gobierno del Estado de México en 2004 diseñó un programa de creación de Áreas Naturales Protegidas (ANP) conocidas como Santuarios del Agua. En Valle de Chalco, las Lagunas de Xico cuentan con esta distinción, la superficie decretada comprende 1,556 hectáreas, abarcando tierras inundadas, ciénegas, pastizales y matorrales, en los ejidos de Tlahuac y San Miguel Xico.

Así mismo esta ANP está destinada a la preservación, protección, conservación, restauración y aprovechamiento del entorno.

Figura 13. Áreas Naturales Protegidas



Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por CONANP.

3.9. Problemática ambiental

Contaminación del agua.

Debido a la transformación total que ha sufrido el ecosistema lacustre en la zona, y al origen de su suelo, el Municipio de Valle de Chalco ha tenido que adaptar un complejo sistema para la evacuación de las aguas residuales y pluviales con el fin de evitar la inundación de la ciudad. En el pasado la formación de cuerpos de agua a lo largo del Municipio no era problema, pero con el progresivo aumento de la mancha urbana se ha tenido que ir ganando terreno a las zonas lacustre. A últimas fechas han ocurrido desbordes que provocan inundaciones en la zona urbana y contaminan los suelos agrícolas, para evitar esto se bombea el agua hacia los canales existentes, mezclando así las aguas pluviales y las residuales.

Un grave problema que enfrenta Valle de Chalco, al igual que la mayor parte de los municipios del Estado, es la contaminación por descargas residuales vertidas en los ríos. En la actualidad se utilizan dos corrientes como drenaje; el río Amecameca y el Canal Acapol. El rió Amecameca viene contaminado desde el Pueblo de San Andrés Mixquic y sus aguas son reutilizadas en la parte sur del municipio en la zona de cultivo, resultando un grave riesgo de infección para los consumidores de estos alimentos.

El Canal La Compañía, el cual evacua las aguas negras de los Municipios de Ixtapaluca, Chalco y Valle de Chalco, recibe por parte del Municipio 16.07 millones de metros cúbicos por año, dichas descargas se realizan a cielo abierto, provocando malos olores y enfermedades infecciosas entre la población, así como la contaminación de los suelos.

Contaminación del suelo.

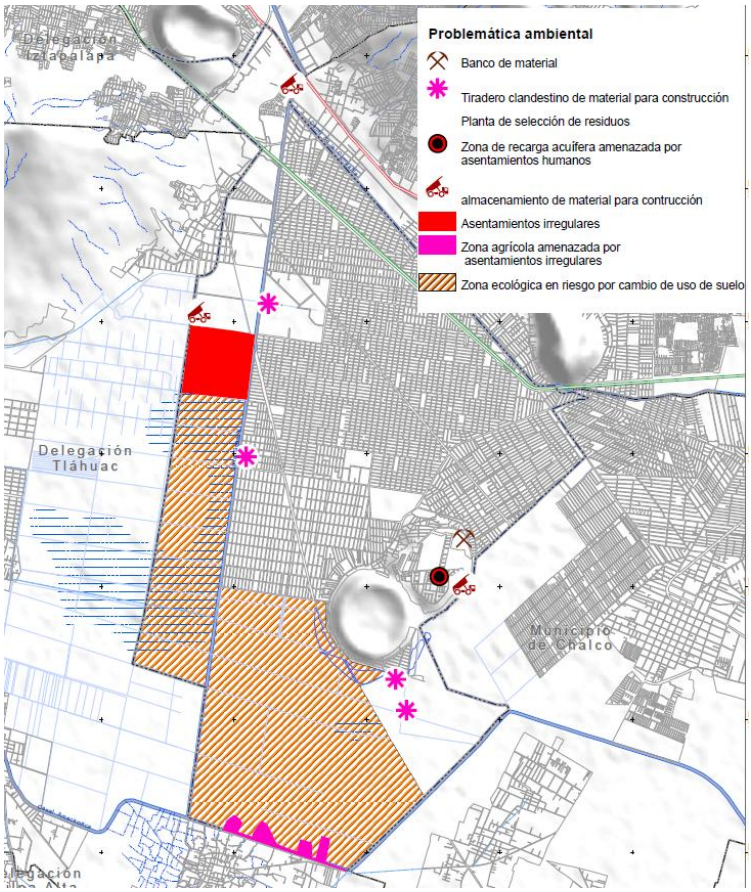
La erosión de los suelos, ha provocado dos fenómenos: la vertisolización de los suelos, en el cual el suelo se agrieta y se invierte y la alta concentración en sales, haciendo más difícil el trabajo agrícola y reduciendo la capacidad de carga del terreno. El uso de aguas residuales para riego ha ido bajando la productividad de los suelos. Las zonas inundables también han sido contaminadas por desechos sólidos provenientes de los asentamientos irregulares, los cuales han sido utilizados como tiraderos de basura. Otro grave problema en el tiradero de cascajo en el área del ANP Santuario del Agua Lagunas de Xico.

Contaminación del aire.

Entre los meses de Febrero a Mayo en que los vientos son fuertes en la zona, la contaminación proveniente de la delegación Tláhuac. Así también en la época de vacaciones escolares los congestionamientos viales en la Autopista México – Puebla aumenta los niveles de contaminación atmosférica.

Las tolvaneras que se producen en casi todo el año dentro del Municipio son las causantes de los padecimientos respiratorios e intestinales que sufre la población, esto debido a los contaminantes que recoge y transporta el viento, provenientes de los canales de aguas residuales y zonas en mal estado.

Figura 14. Problemática ambiental



Fuente: Elaboración propia con información del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Valle de Chalco Solidaridad.

CAPÍTULO IV. Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos

4.1. Elementos demográficos.

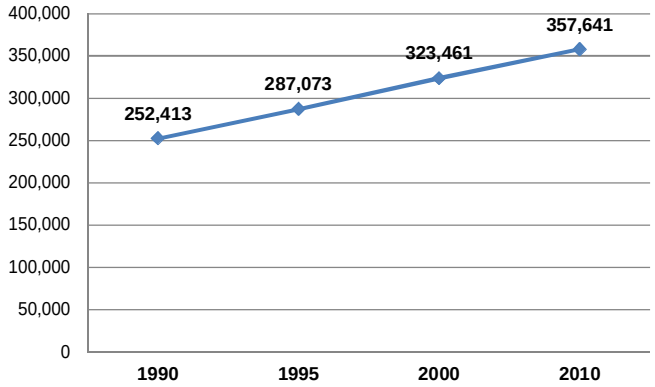
A manera de antecedente y para comprender la dinámica demográfica y su distribución poblacional en el territorio, es importante señalar que el Valle de Chalco tiene sus orígenes a principios del siglo XX, con la desecación del Lago de Chalco, mismo que era alimentado por los ríos Tlalmanalco y Amecameca.

Para el año de 1982, Valle de Chalco comienza a consolidarse y perfilarse como el asentamiento humano irregular más grande del país sobre una superficie de 4,457 has. En los ejidos de Tlalpizahuac, Ayotla, Tlapacoya, Santa Catarina y San Miguel Xico, con todas las implicaciones de constantes riesgos hidrosanitarios, rebasando la capacidad administrativa y financiera de las autoridades en sus tres niveles de gobierno para atender las necesidades básicas para una población de bajos ingresos. Mediante Gaceta de Gobierno del Estado de México, publicada el día 9 de noviembre de 1994, por la H. LII Legislatura del Estado de México, se crea el municipio 122 Valle de Chalco Solidaridad del Estado de México, para dar respuesta a las necesidades de este importante asentamiento humano.

Para 1990 ya como el Municipio 122, la población total se estimaba en 252,413 habitantes, arrastrando una tasa de crecimiento promedio anual de más del 15%, que junto con la tasa de crecimiento del Municipio de Chimalhuacán eran las más altas a nivel estatal y nacional. Con el Conteo de Población y Vivienda de 1995, se oficializa la población de Valle de Chalco en 287,073 habitantes con una tasa de crecimiento aún alta, elevando el promedio estatal al 3.17 promedio anual.

Para el año 2010 el municipio contaba con 357,641 habitantes. Según datos del Censo de Población y Vivienda del 2000 y 2010, la dinámica demográfica va reduciendo, producto de la consolidación del Valle de Chalco, de la reducción del número de inmigrantes de los Estado vecinos y del Estado de México y el incremento considerable del costo del suelo para usos habitacional, producto de la introducción de servicios, principalmente del Programa Solidaridad.

Gráfica 1. Crecimiento demográfico de Valle de Chalco 1995-2010



Fuente: Conteo de Población y Vivienda 1995. Censos Generales de Población y Vivienda 2000 y 2010, INEGI.

Tabla 2. Crecimiento Histórico Poblacional Valle de Chalco 1995-2010

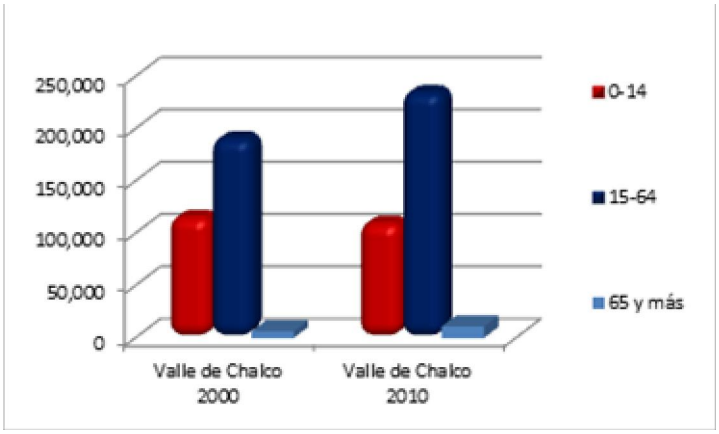
AÑO	Población Estatal	TCMA Estatal	Población. Valle de Chalco	TCMA Valle de Chalco.
1950	1,392,623	1.92	SD	SD
1960	1,897,851	3.14	SD	SD
1970	3,833,185	7.56	SD	SD
1980	7,564,335	6.78	SD	SD
1990 *	9,815,795	2.7	252,413	SD
1995	11,707,964	3.17	287,073	8.03
2000	13,096,686	2.65	323,461	5.18
2010	15,175,862	2.89	357,641	3.9

Población por grupos de edad y Sexo.

La comparación entre la pirámide de edades con base a los Censos del año 2000 y 2010, reflejan un mayor porcentaje de mujeres, pero en el periodo de los 15 y hasta los 44 años de edad, que cruzado con otras variables socioeconómicas como es el incremento de mujeres jefas de familia, señalan la necesidad de atender demandas de género en este rango de edad, como es atención con fuentes de empleo, estancias infantiles, programas de difusión y prevención con más centros de salud.

Resalta la considerable disminución de la población de los 0 años a los 14 años de edad, y en especial de 10 a 14 años de edad, reflejo de la disminución de inmigrantes con familias jóvenes y con niños, así como la disminución de jóvenes varones o la llegada en mayor medida de mujeres jóvenes.

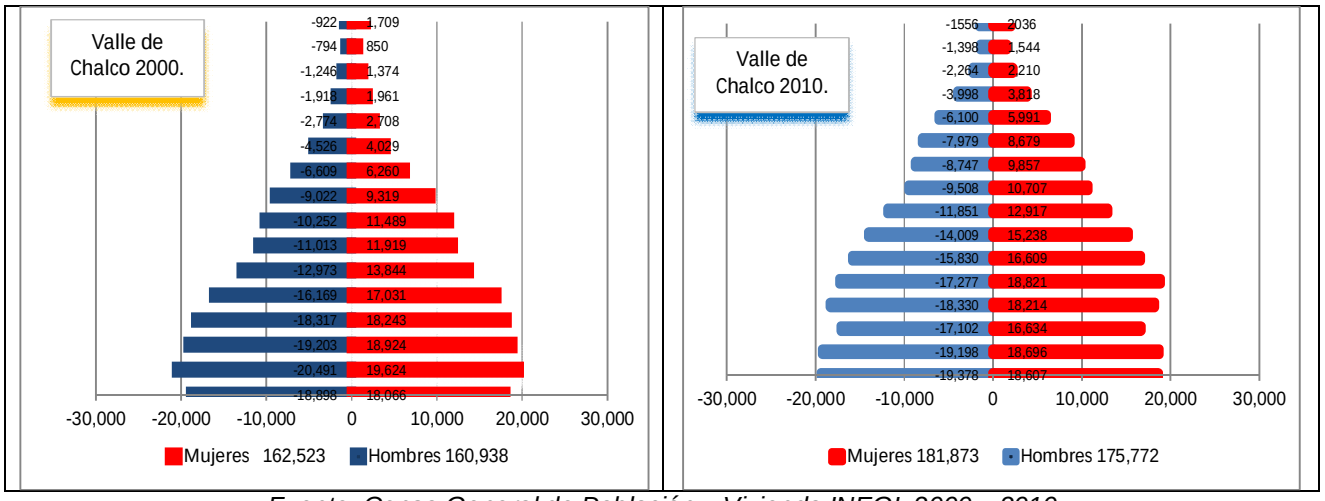
Gráfica 2. Población por grandes grupos de edad. 2000-2010



Fuente: Censo General de Población y Vivienda INEGI 2000 y 2010.

Comparando los grupos quinquenales del Censo 2000 y del 2010, la población entre los 60 años de edad y los 75 años, casi se duplica, lo que reclama ya de este sector vulnerable mayor atención médica y de orientación con el sistema de pensiones, así como atención con programas integrales al desarrollo familiar y comunitario con los respectivos espacios dignos, resaltando que este sector es el que impulso la organización y trabajo comunitario para la urbanización de Valle de Chalco hace 30 años.

Gráfica 3. Pirámide de Edades, por sexo. 2000 y 2010



Fuente: Censo General de Población y Vivienda INEGI 2000 y 2010.

Tabla 3. Distribución de la Población por quinquenios y sexo 2000-2010

VALLE DE CHALCO	POBLACIÓN TOTAL 2000	DISTRIBUCIÓN SEGÚN SEXO. AÑO 2000.		POBLACIÓN TOTAL 2010	DISTRIBUCIÓN SEGÚN SEXO. AÑO 2010	
Rangos por Quinquenios	323,461	Hombres 160,938	Mujeres 162,523	357,645	Hombres 175,772	Mujeres 181,873
0 - 4	36,964	-18,898	18,066	37,985	-19,378	18,607
5 - 9	40,115	-20,491	19,624	37,894	-19,198	18,696
10 - 14	38,127	-19,203	18,924	33,736	-17,102	16,634
15 - 19	36,560	-18,317	18,243	36,544	-18,330	18,214
20 - 24	33,200	-16,169	17,031	36,098	-17,277	18,821
25 - 29	26,817	-12,973	13,844	32,439	-15,830	16,609
30 - 34	22,932	-11,013	11,919	29,292	-14,009	15,238
35 - 39	21,741	-10,252	11,489	24,768	-11,851	12,917
40 - 44	18,341	-9,022	9,319	20,215	-9,508	10,707
45 - 49	12,869	-6,609	6,260	18,604	-8,747	9,857
50 - 54	8,555	-4,526	4,029	16,658	-7,979	8,679
55 - 59	5,482	-2,774	2,708	12,091	-6,100	5,991
60 - 64	3,879	-1,918	1,961	7,816	-3,998	3,818
65 - 69	2,620	-1,246	1,374	4,474	-2,264	2,210
70 - 74	1,644	-794	850	2,942	-1,398	1,544
75 Y MÁS	30	-922	1,709	3,592	-1556	2036
NO ESPECIFICO	11,555	5,811	5,744	2,497	-1,247	1,295

Fuente: Censo General de Población y Vivienda INEGI 2000 y 2010.

Distribución de la población por localidades.

La tasa de crecimiento promedio poblacional hasta 1988 fue la más alta del Estado de México, por arriba del 15% anual. Para estas fechas, la población de Valle representaba el 89% de la población total de su municipio, Chalco de Díaz Covarrubias. Las primeras colonias donde la población se asentó de entre las 19 colonias que dieron origen a Valle de Chalco se indican en la tabla siguiente:

Tabla 4. Primeras Colonias de Valle de Chalco. 1988

Localidad	%
Santa Cruz	15.3
San Miguel Xico	11.9
San Isidro	08.5
San Miguel Xico	14.8
Concepción e Independencia	11.1

En 1990, se estimaba una población de 252,414 habitantes, distribuida en las siguientes 19 colonias, resaltando San Miguel Xico y Santa Cruz por su cantidad de habitantes, con el 13% y el 11%, respectivamente, como se señala en el cuadro siguiente:

Tabla 5. Población por Localidad. 1990

Población por Localidad 1990	Población Total	%
San Miguel Xico	34,561	13.7
Ampl Sta Catarina	3,025	1.2
Guadalupana	22,529	8.9
Jardín	6,577	2.6
Niños Héroes	13,817	5.5
Santa Cruz	28,017	11.1
Providencia	14,673	5.8
San isidro	19,365	7.7
Independencia	16,391	6.5
Concepción	13,155	5.2
María Isabel	17,175	6.8
Santiago	11,437	4.5
Del Carmen	6,817	2.7
Unión Guadalupana	10,520	4.2
Alfredo del Mazo	6,122	2.4
1a. Darío Martínez	9,813	3.9
Tlapizahuac	4,020	1.6
2a. Darío Martínez	8,401	3.3
Avándaro	5,999	2.4
Total Población	252,414	100

Fuente: Censo General de Población y Vivienda. INEGI 1990

Con datos del Censo de Población y Vivienda del 2010, San Miguel Xico tiene el 50 % de población, aunque con una nueva configuración, ya que comprende lo que es la Cabecera Municipal con varias Colonias. A nivel regional, el crecimiento poblacional se presenta principalmente hacia la parte oriente del Distrito Federal, esto debido al bajo costo de la tierra, dando como resultado un desarrollo desorganizado. Esto ha afectado de manera directa al municipio, aumentando su población de manera exagerada, rebasando la capacidad para proporcionar la infraestructura necesaria.

Las localidades no están aisladas debido al patrón de ocupación del suelo, es decir, en su centro de población se encuentra localizada el 98% de la población total, los demás habitantes se encuentran dispersos por el resto del territorio sobre las zonas agrícolas.

Tabla 6. Población por Localidad. 2010

Población por Localidad 2010.	Población Total
Total Valle de Chalco	357,645
Xico	356,352
Comalchica	109
Santa Cruz	228
El Triángulo	203
El Invernadero	3
Colonia Ampliación (San Miguel Tláhuac)	742
Ejido Tulyehualco (Tabla Número Nueve)	8

Fuente: Censo General de Población y Vivienda. INEGI 2010

Índices de Mortalidad

La tasa de mortalidad por mil habitantes fue de 2.83 en 1996 y para el 2009 se redujo ligeramente a 2.51, considerando que las obras de infraestructura urbana han mejorado considerablemente, principalmente en obras de drenaje, alcantarillado y agua potable, además de la mayor cobertura de los centros de salud a nivel de subcentros.

Sin embargo, aún falta ampliar los programas de atención y prevención principalmente del cáncer cervicouterino que es de los padecimientos con mayor presencia en los índices de mortalidad en las mujeres. Este sector junto con el de las personas de la tercera edad son los más vulnerables a enfermedades con consecuencias mortales.

Tabla 7. Defunciones Valle de Chalco. 2009

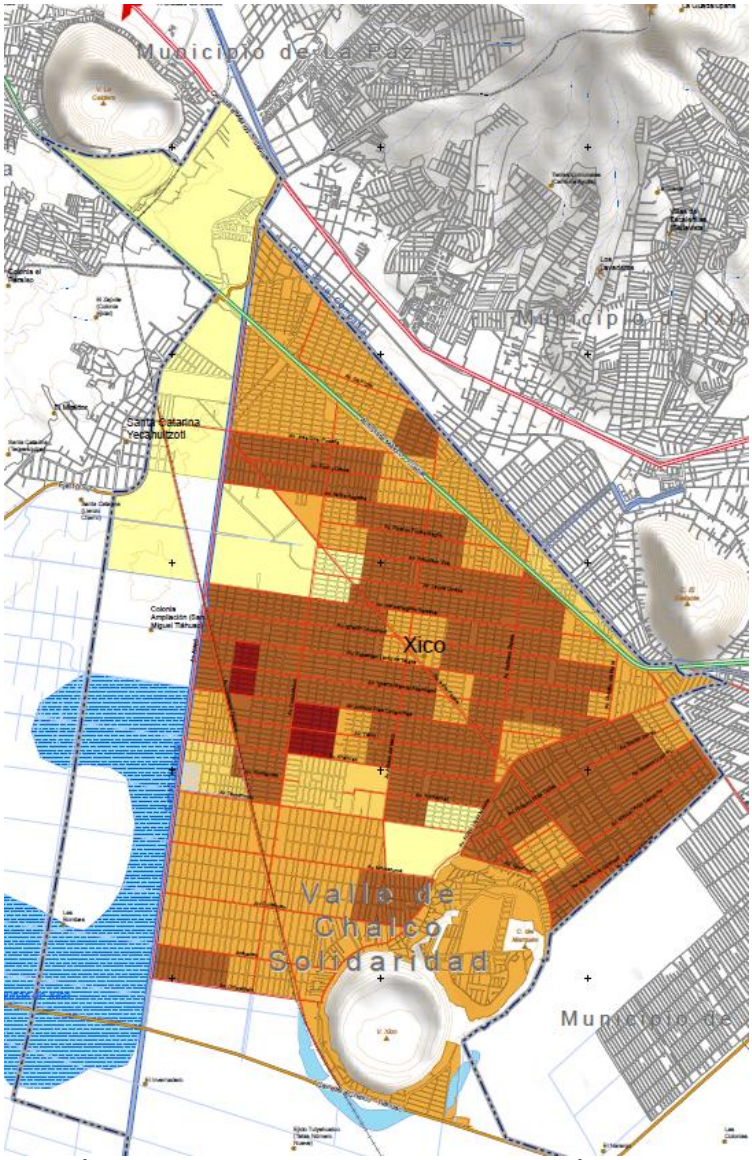
Mortalidad 2009	Valle de Chalco	%	Estado de México	%
Defunciones generales	1,289		65,822	
Defunciones hombres	740	57	36,346	55
Defunciones mujeres	549	43	29,449	45

INEGI. Estadísticas de natalidad, mortalidad y nupcialidad. 2009

Densidad de población.

Por su densidad de población de 6,437 habitantes por kilómetro cuadrado, el municipio ocupa el séptimo lugar entre los municipios del país con mayor densidad. Las zonas habitacionales se localizan en la parte centro y norte del Municipio, para el año 2005, según la Modificación al Plan Municipal de Desarrollo Urbano, ocupan el 31.04% de la superficie total y en la mayoría de los casos son viviendas de densidad media con comercio. La habitacional de baja densidad ocupa 18.88 ha., la habitacional de densidad media con comercio 1,136.20 ha. Habitacional con densidad alta ocupa 31.96 ha. Y la habitacional con densidad alta con Comercio y servicios 38.63 ha.

Figura 15. Densidad de Población



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

4.2. Características sociales

Población Indígena.

De acuerdo a los resultados que presentó el II Conteo de Población y Vivienda en el 2005, en el municipio habitan un total de 9,059 personas que hablan alguna lengua indígena. Se estima que habitaban en el municipio 44 grupos étnicos originarios de las principales zonas indígenas del país, los cuales representaban el 3.79% de la población total mayor de 5 años, hablantes de alguna lengua indígena. Los diez grupos más importantes por su mayor población son:

Tabla 8. Principales Grupos Étnicos en Valle de Chalco. 1995

Grupo Étnico. 1995	%
Mixteco	31.2
Náhuatl	19.7
Otomí	9.0
Zapoteco	8.5
Totonaca	4.7
Mazahua	3.4
Mixe	1.5
Chinanteco	1.5
Tlapaneco-Huasteco	0.84

En conjunto representan al 80% de la población indígena de Valle de Chalco y es un importante grupo vulnerable, dada la pérdida de identidad comunitaria y su dificultad de integración al ámbito urbano del Municipio, además de las carencias materiales y de servicios en sus viviendas.

Niveles de escolaridad y alfabetismo.

De acuerdo al Conteo de Población y Vivienda 1995, el 9.8% de la población de 6 a 14 años de edad no sabía leer ni escribir, si tomamos en cuenta que en Valle de Chalco, la mayoría de las escuelas primarias eran de nueva creación, en condiciones muy deplorables y un mínimo de escuelas primarias oficiales daban servicio. El nivel de analfabetismo en la población mayor de 15 años de edad era del 8.5%, resaltando más en las mujeres.

Tabla 9. Nivel de Alfabetismo 1995.

Nivel alfabetismo 1995	Total	%	Hombres	%	Mujeres	%
Población de 6-14 años	69,015		35,124	51	33,891	49
No saben leer y escribir	6,971	9.8	3,663	53	3,308	47
No especificado	93		38	41	55	59
Población de 15 años y más	171,025		85,388	50	85,637	50
Alfabetas	156,070	91.54	80,237	51	75,833	49
Analfabetas	14,485	8.46	4,759	33	9,726	67
No especificado	470		392	83	78	17

Fuente: INEGI. Conteo de Población y Vivienda. 1995

Actualmente, según datos del Censo de Población y Vivienda 2010, el grado promedio de escolaridad es de 8.1 años, por debajo del promedio Estatal de 9.1 años. Las características socioeconómicas precarias de la población y el bajo nivel de ingresos económicos, están propiciando el incremento en la deserción escolar, para incorporarse al mercado informal del trabajo, con el consecuente descuido

y abandono de los padres de familia a los infantes y adolescentes, convirtiéndose en un sector vulnerable y en situación de riesgo.

Tabla 10. Niveles de escolaridad en Valle de Chalco. 2010

Educación 2010	V. de Chalco	Estatal.
Población de 6 y más años	309,413	13,267,167
Población de 5 y más años con primaria	117,289	4,457,432
Población de 18 años y más con nivel profesional	16,728	1,635,377
Población de 18 años y más con posgrado	553	99,285
Grado promedio de escolaridad de la población de 15 y más años	8.1	9.1

INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2010

Servicios de salud.

Una parte importante de las condiciones generales de vida en el Municipio de Valle de Chalco, se expresa en el ámbito de los servicios de salud, en el que actualmente, se presenta un 58.1% de cobertura Estatal en la población derechohabiente a los servicios de salud, respecto al 41.4% Municipal. Sin embargo, se identifica un mayor porcentaje de los servicios y derechohabientes del IMSS y del ISSSTE, con respecto al porcentaje Estatal. Con el Seguro Popular, el porcentaje de atención familiar es muy similar.

Estos servicios de atención médica están muy concentrados, es decir, ubicados en subcentros urbanos, careciendo de unidades de primer contacto y Centros de Salud a nivel de Barrio, por lo que en las situaciones de emergencia, la atención es ineficiente en su operación, teniendo que recurrir a los municipios vecinos. Es muy importante contar con los servicios de salud del sector salubridad para quienes no cuenten con IMSS o ISSSTE.

Según la Modificación al Plan Municipal de Desarrollo Urbano en el año 2005, En el municipio existen trece unidades médicas de las cuales doce son de primer nivel y una de segundo nivel. Cuentan con 66 consultorios y 60 camas hospital. Seis de las unidades médicas de primer nivel y la de segundo nivel, pertenecen al SSA, y atienden al público en general. Las otras seis unidades de primer impacto son del IMSS y del DIFEM, atendiendo el IMSS a los derechohabientes y el DIFEM a la población en general.

Existen seis coordinaciones municipales para la población en general sobre las colonias: San Miguel Xico, María Isabel, Darío Martínez, Santiago, San Isidro y Tlalpizáhuac, estas coordinaciones cuentan solamente con un centro de salud urbano. El hospital general se encuentra localizado en la colonia Xico III, y pertenece a la Secretaría de Salubridad y Asistencia. El Hospital psiquiátrico regional Campestre Dr. Samuel Ramírez Moreno, localizado sobre la Autopista México-Puebla, ofrece consulta interna y externa, cuenta con 300 camas y 14 consultorios.

Para el año 2009, según la Secretaría de Salud, Delegación en el Estado, la población derechohabiente de los principales servicios de salud, presenta una menor cobertura en general, respecto a la cobertura del Estado de México:

Tabla 11. Cobertura de los Servicios de Salud 2009

Servicios de Salud 2009	Valle de Chalco	%	Estado de México	%
Población Total	357,641		15,175,862	
Población derechohabiente a servicios de salud	147,888	41.4	8,811,664	58.1
Población derechohabiente a servicios de salud del IMSS	76,403	51.7	4,473,887	50.8
Población derechohabiente a servicios de salud del ISSSTE	17,813	12.0	1,023,277	11.6
Población sin derechohabiencia a servicios de salud.	206,755	57.8	6,128,990	40.4
Familias beneficiadas por el seguro popular, 2009	5,450	1.5	252,943	1.7

Fuente: Secretaría de Salud, Delegación en el Estado. 2009

Vivienda y servicios.

Para el año 2010, se registraron 89,552 viviendas particulares, con un promedio de ocupación de 4 personas al igual que el promedio Estatal. La cobertura de servicios integrados a la vivienda en Valle de Chalco está por encima del porcentaje Estatal, en lo que respecta a la red de agua potable, drenaje, sanitario y energía eléctrica, casi del 100%.

Las viviendas existentes en el municipio se han ido edificando por medio de la autoconstrucción en la mayoría de los casos; tan sólo existe un fraccionamiento hecho por un desarrollador conocido como La Asunción, ha esto se debe la falta de servicios en muchas de las colonias y la mala distribución del equipamiento La escasez de tierra para uso habitacional es lo que está provocando la llegada de asentamientos irregulares a las áreas agrícolas. Ya que no existen zonas con un uso de suelo donde se pueda adquirir tierra para levantar vivienda. Lo mismo está pasando con las zonas para servicios y comercio, en el caso del equipamiento existen numerosos predios que están siendo subutilizados y que ya presentan grandes presiones por parte de la mancha urbana.

Tabla 12. Comparativo Características de la Vivienda Valle de Chalco- Estatal. 2010

Características de la Vivienda 2010.	V. Chalco	%	Estatal	%
Total de viviendas particulares habitadas	89,552		3,749,106	
Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas	4		4	
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua de la red pública en el ámbito de la vivienda	86,825	97	3,383,410	90
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	88,057	98	3,472,355	93
Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario	88,230	99	3,540,779	94
Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica	88,272	99	3,646,743	97

Para efectos del presente trabajo es de destacarse el material de construcción de las viviendas, el cual es determinante para proteger a la población ante la presencia de eventuales fenómenos climáticos. Respecto a las viviendas con techos vulnerables (considerando las de lámina de asbesto y metálica, palma, tejamanil y madera, lámina de cartón o material de desecho), se estiman en el 10.2% del total. Por su parte, las viviendas con paredes vulnerables (considerando las de madera,

lámina de asbesto y metálica, embarro y bajareque, carrizo, bambú y palma), representaban el 3.3% del total.

Existen asentamientos irregulares en los ejidos de Tláhuac y Tulyehualco, que es necesario reubicar ya que se encuentran en una zona de riesgo por las inundaciones que hay se presentan, ésta es una de las zonas más conflictivas para la dotación de infraestructura.

Infraestructura y Servicios.

La infraestructura dentro del municipio ha sido una problemática difícil de solucionar, esto debido a la irregularidad de los asentamientos y a la falta de recursos para proporcionar los servicios necesarios. El acelerado crecimiento poblacional ha sobrepasado la capacidad de respuesta del Ayuntamiento.

De acuerdo al Plan Municipal de Desarrollo Urbano vigente del 2005, el inconveniente que presenta el drenaje en el municipio se debe a que la mancha urbana se encuentra en la parte baja de los vertederos, es por esto que se ha tenido que recurrir a la construcción de 14 plantas de bombeo a lo largo de los canales Acapol y La Compañía. Las inundaciones que sufre el municipio se deben a la saturación que han tenido los canales.

La red de alcantarillado llega al 84% de la población, las colonias con deficiencia en el servicio son Darío Martínez, las Américas II, Cerro del Marqués y la parte oriente de Xico I, cuyos habitantes descargan directamente al río Acápol o a las lagunas reguladoras. En época de lluvias el problema se agrava, por la cantidad de agua que tiene que desalojar el sistema de drenaje, siendo este insuficiente causando daños a las propiedades por inundaciones.

Grado de marginación.

Dada la condición de Valle de Chalco, junto con el de Chimalhuacán de los asentamientos irregulares más grandes del País, el grado de marginación para el año 1990 fue Muy Alto, carente de todos los servicios básicos en las comunidades y en las viviendas precarias, con altos índices de desnutrición y carentes de los servicios de salud a nivel de primer contacto.

Con datos oficiales de COESPO, el grado de marginación para 1995, se manifiestaba Alto, aunque con una considerable mejora en las condiciones materiales de vida de los habitantes, como efecto del Programa Nacional de Solidaridad (PRONASOL), cuya principal obra fue la introducción del servicio de energía eléctrica, alumbrado y los servicios básicos de salud, abasto y educación, además de la asesoría y apoyo con material en la autoconstrucción de la vivienda.

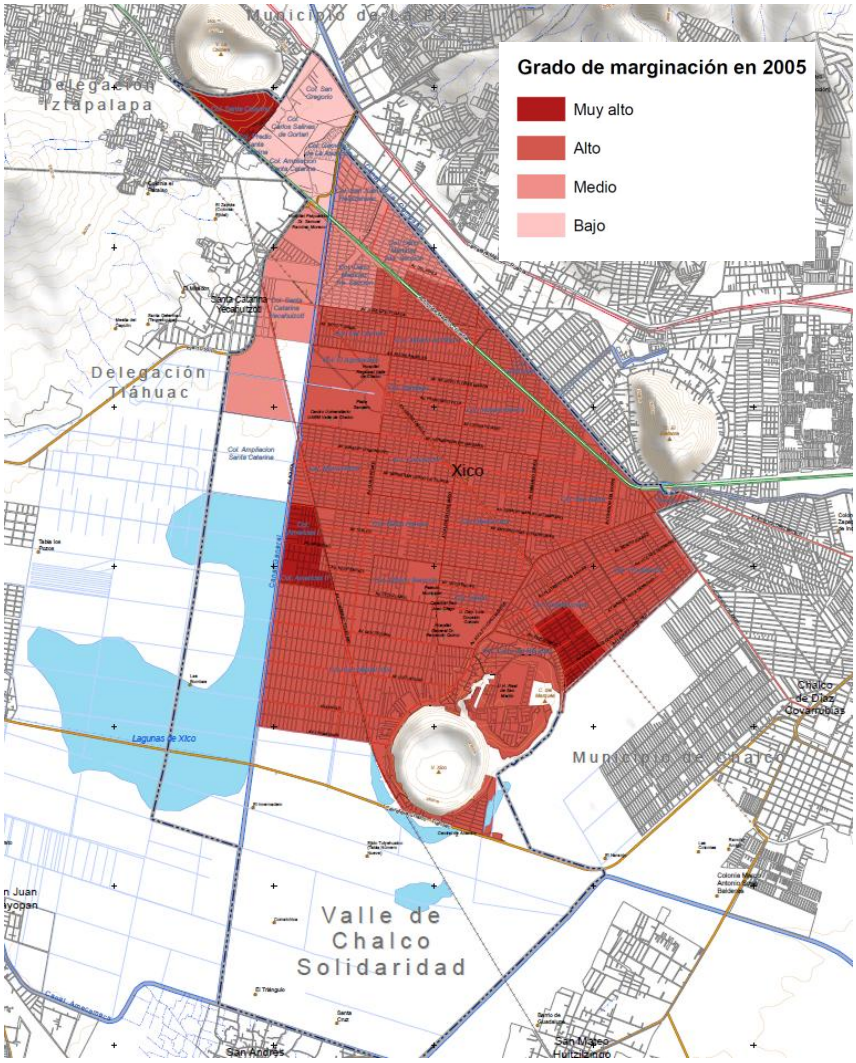
Para el año 2005, los indicadores de marginación del municipio señalan un grado “Bajo”, aun cuando la mayoría de las colonias presentan indicadores por debajo del promedio Estatal, como nivel de ingresos, nivel de estudios, calidad del material de la vivienda y los servicios, sin olvidar que varias colonias están sujetas a constantes inundaciones y agrietamiento de las construcciones por su misma condición de riesgo en una zona lacustre, no apta para el uso urbano habitacional.

Tabla 13. Grado e Índice de Marginación en el Municipio de Valle de Chalco. 1995-2005.

AÑO 1995		AÑO 2000		AÑO 2005	
Grado de Marginación	Índice de Marginación	Grado de Marginación	Índice de Marginación	Grado de Marginación	Índice de Marginación
Alto	0.22	Alto	0.49	Bajo	-0.61

Estimaciones del CONAPO.

Figura 16. Niveles de Marginación por AGEB



Fuente: Elaboración propia con base en el Conteo de Población 2005. INEGI.

Por lo que se refiere a la población con alguna limitación, en el Censo del 2010 se registró que 16,892 personas (5.5% de la población total) presentan alguna dificultad para el desempeño y/o realización de tareas en la vida cotidiana; los principales padecimientos son la limitación para caminar o moverse, subir o bajar (40.2%), para ver, aun usando lentes (31.1%) y para escuchar (7.0%)

Con limitación en la actividad	16,892	
Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	7,908	40.2%
Población con limitación para ver, aun usando lentes	6,123	31.1%
Población con limitación para escuchar	1,382	7.0%
Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	1,397	7.1%
Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	639	3.2%
Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	746	3.8%
Población con limitación mental	1498	7.6%

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010: INEGI.

4.3. Principales actividades económicas en la zona

Valle de Chalco está considerado como una ciudad dormitorio, ya el mayor porcentaje de su población económicamente activa, labora en el Distrito Federal y su zona metropolitana, con la respectiva merma en su bolsillo por los gastos que representan la transportación, además del desgaste físico emocional por las horas de traslado.

Valle de Chalco es un punto de atracción para el desarrollo, pero debido a la falta de empleos en la zona, sigue dependiendo económicamente de los municipios aledaños. La población económicamente activa en 1995, estaba concentrada en la economía informal, con el desarrollo de oficios, comercio, servicios y la construcción.

La actividad económica predominante está en la Cabecera Municipal, donde se desarrolla el pequeño y mediano comercio y los servicios, tanto a nivel formal como informal, representado por los tianguis y ambulantaje. No hay fraccionamientos industriales, sólo algunas grandes bodegas, aprovechando la colindancia con la autopista a Puebla.

Gran parte del territorio del municipio actualmente tiene un uso agrícola, sin embargo debido a las presiones de crecimiento de la ciudad y la falta de uso, poco a poco ha ido albergando asentamientos irregulares. La actividad secundaria, es casi nula en el municipio, la mayor parte de la población que se dedica a esta actividad, como es la manufactura y la construcción, tiene que viajar a otras zonas para poder laborar.

La construcción dentro del municipio se ha dado principalmente como auto-construcción y no existen conjuntos regionales que puedan dar empleo a la población, ni empresas manufactureras que aprovechen la mano de obra de la zona. El municipio presenta una gran cantidad de corredores comerciales y tianguis. El sector predominante en el municipio es el terciario, dedicándose principalmente al comercio. Este sector representa el 62.44% de la PEA. Se ha empezado a ver el deterioro de esta actividad debido a que en su mayoría los comerciantes venden los mismos productos y no existe un producto que sea representativo del municipio.

4.4. Características de la Población Económicamente Activa

Para el año 2010 la Población Económicamente Activa (PEA) del municipio ascendió a 146,466 personas, representando el 41% de la población total, por arriba de la Estatal.

Por su parte, la población económicamente activa (12 años y más) que refirió estar laborando, es proporcionalmente menor a la referida en la entidad, siendo importante destacar que el Municipio presenta el 1.98% de su población económicamente activa desempleada, contra el 2.02 % que mantiene el Estado, esto se traduce en 2,263 habitantes sin empleo.

En lo que respecta a la distribución de la PEA por sector de actividad, se observa que el sector primario se encuentra desaprovechado en el Municipio, existen actualmente 440 habitantes dedicados a esta actividad, lo que significa el 0.39% de la PEA, sin embargo el 43.17% del territorio es agrícola. Al sector secundario pertenecen 37,952 habitantes, desarrollándose principalmente en actividades de manufactura y construcción; teniendo que irse a laborar a otras partes por falta de oportunidades.

La PEA se concentra en mayor medida en el sector terciario y de manera predominante en el comercio informal, es decir, como subempleados. La PEA en el sector secundario, se desarrolla en el D.F. y zona metropolitana, principalmente en la rama de la construcción y en menor medida en la rama de la transformación.

La distribución de los niveles de ingresos de la PEA que se encuentra ocupada en el municipio están por debajo del promedio Estatal, el 25% de la PEA percibe menos del salario mínimo en tanto que el 60% percibe ingresos menores a los dos salarios mínimos, los que perciben de dos a cinco salarios mínimos representan el 34.80%, esto nos da un total de 76,022 habitantes con un ingreso menor a cinco salarios mínimos. El ingreso en el municipio es muy bajo, es por ello que se requiere crear empleos mejor pagados, pero las deficiencias en el nivel educativo hacen difícil el poder desarrollar oportunidades mejor remuneradas. Tan sólo el 0.92% de la población percibe más de 10 salarios mínimos.

La población económicamente inactiva representa el 32.39% de la población total; más de la mitad de ésta, corresponde a amas de casa dedicadas al hogar (50.06%). El 31.20% está constituido por estudiantes a nivel secundaria, bachillerato y universidad dando un total de 32,663 alumnos, lo que significa el 30.07% de la población en edad de estudiar. Lo que representa que una gran cantidad de la población entre los 12 y 25 años dejan de estudiar por trabajar; esto a futuro repercutirá en el tipo de empleos que se necesitarán en el municipio, ya que deberán ser empleos que requieran de un grado de educación bajo.

Tabla 14. Participación de la PEA en el total de la población, por sexo 2010.

	Población Total.	PEA	%	PEA Masculina	%	PEA Femenina	%	PE Inactiva	%
Estatal	15,175,862	6,124,813	40	4,068,466	66	2,056,347	34	5,287,459	35
V. Chalco	357,641	146,466	41.0	99,003	68	47,463	32	118,280	33

Fuente: INEGI. Censo General de Población y Vivienda 2010.

4.5. Estructura urbana.

El área urbana ocupa el 51% del territorio total del municipio, su estructura se encuentra dividida por la autopista México-Puebla en dos porciones, presenta un equipamiento urbano adecuado, sin necesidad de que la población tenga que recorrer grandes distancias para cubrir sus necesidades. Sin embargo, por norma falta áreas verdes y recreativas; sólo se cuenta con 59 ha, destinadas como zonas verdes, es decir, el 1.52% del territorio. El uso industrial es limitado, aunque ya se empieza a consolidar una fracción con pequeñas industrias ligeras.

Si bien en los años 80s, el origen y desarrollo del asentamiento humano se dio en el ejido de San Miguel Xico, principalmente; la estructura urbana actualmente, se desarrolla en torno a la Cabecera Municipal en torno a la cual coinciden las principales vialidades o corredores urbanos: Av. Adolfo López Mateos, Av. Isidro Fabela, Av. Alfredo del Mazo y Av. Cuauhtémoc. La Av. Solidaridad, es otro corredor urbano, que comunica hacia la Cabecera del Municipio de Chalco. Estas avenidas presentan conflictos viales por no estar pavimentadas en toda su sección y ser utilizadas como estacionamientos para las zonas comerciales. Cuenta con un subcentro urbano apenas en proceso, donde se está asentando equipamiento destinado a la educación y un centro urbano donde se localiza la cabecera municipal con reserva para crecer.

Al sur, la estructura urbana está limitada por la topografía del Cerro de Xico y el agostadero. Los grandes espacios de equipamiento están dados solo por el Palacio Municipal, la Ciudad Deportiva "Juan Pablo II" y el Hospital General. Por lo que el equipamiento solo existe a nivel de barrio y subcentro urbano. Existe un importante déficit en espacios deportivos y recreativos con áreas verdes.

Por el municipio cruza la Autopista México – Puebla la cual por falta de vialidades primarias que conecten al municipio con el resto del Estado, se encuentra saturada, siendo la única forma de interconectar Valle de Chalco con el resto del área metropolitana. Por otra parte la gran cantidad de autobuses y microbuses que circulan por ella, agravan la situación, realizando paradas continuas a lo largo de la Autopista.

El Municipio es dividido en dos partes por la vía del ferrocarril que viene de Veracruz, esta vía llega hasta el Municipio de Tlalnepantla, y actualmente se encuentra en funcionamiento. En la franja lateral a la Autopista que pasa por el municipio de Valle de Chalco existen vialidades que sirven para el transporte local; sin embargo el transporte público sigue transitando por la Autopista dejando inservible uno de los carriles por las paradas continuas que van realizando.

La estructura urbana se puede dividir para su mejor comprensión en dos distritos urbanos, los cuales coinciden en sus características demográficas y sociales, estos se encuentran divididos por la autopista México-Puebla.

El distrito norte está conformado por las colonias la Asunción, San Juan Tlalpizáhuac, Darío Martínez II, Ampl. Emiliano Zapata y Avándaro, esta porción representa el 15.87% del área urbanizada actual en el municipio. Es una zona habitacional, y contiene colonias consolidadas; debido a que el crecimiento se inició por esta franja, proveniente del municipio de Ixtapaluca; se hallan en ella algunos locales comerciales los cuales dan servicio a las colonias existentes de este lado de la autopista, evitando así la necesidad de los habitantes de cruzar la carretera. Se ha desarrollado un equipamiento adecuado haciendo subsistemas que hasta el momento han podido satisfacer las necesidades de los usuarios. En este sector se encuentra la zona industrial.

El segundo distrito localizado en la parte central del municipio, está conformada por las colonias: Xico I, II, III y IV, Cerro del Márquez, Guadalupana I y II, Providencia, América I y II, Niños Héroes I, El triunfo, San Isidro, Jardín, Alfredo Baranda, Santa Cruz, María Isabel, La Concepción, Independencia, Santiago, Carmen, Alfredo del Mazo, Darío Martínez I y Niños Héroes. Constituye el 84.13% de la ciudad. En ella se encuentra ubicada la cabecera municipal y diversos servicios, es principalmente habitacional y comercial. La zona cuenta con corredores comerciales a lo largo de sus avenidas principales, siendo esta la actividad predominante en el distrito.

CAPÍTULO V. Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural

5.1. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Geológico

5.1.1 Fallas y Fracturas

El reconocimiento de una discontinuidad en el relieve con movimiento relativo, es una tarea difícil, cuando el territorio estudiado se encuentra completamente urbanizado o con una carpeta de concreto que cubre la superficie. Por tal motivo, es necesario buscar otros indicadores que definan la ocurrencia de una falla.

En este caso la lineación de volcanes, cambios en el drenaje natural, así como desniveles topográficos sutiles en la zona lacustre. En el municipio se localizan varias fallas con una orientación principal de suroeste-noreste, que cruzan los volcanes de Xico y Marqués al sur, como La Caldera al norte. En el recorrido de campo, se observó una evidente discontinuidad en el Cerro de Xico, que ha sido usada actualmente para el descenso de escorrentía, por lo que ha desarrollado un profundo barranco, y que presumiblemente continúa en el Cerro del Marqués (Figura siguiente). El movimiento de la falla y la actividad reciente de la misma se desconoce. Pero la fresca expresión morfológica del relieve define a una forma de relieve reciente (Holoceno).

El monitoreo constante del movimiento de este tipo de discontinuidades es de suma importancia, ya que los daños en el caso de que se presente su desplazamiento no solo amenaza a la población asentada directamente encima de la misma, sino a la circundante debido a la sismicidad relacionada. Por esta razón las áreas cercanas a la falla deben ser consideradas como zonas de alta vulnerabilidad.

Figura 17. Fotografía del Cerro de Xico desde el Cerro del Marqués.



En la parte central de la fotografía se observa un barranco lineal (flechas) que corta la ladera de Xico, que define el trazo de una falla tectónica.

Por otra parte, no todas las discontinuidades se deben a movimientos tectónicos, algunas ocurren por la desestabilización del sustrato, ya sea por extracción de agua (relacionado con hundimientos), o por la inestabilidad de una ladera en donde se presenten lentos procesos de remoción en masa.

Figura 18. Agrietamiento en la zona baja de la zona lacustre del municipio de Valle de Chalco Solidaridad.

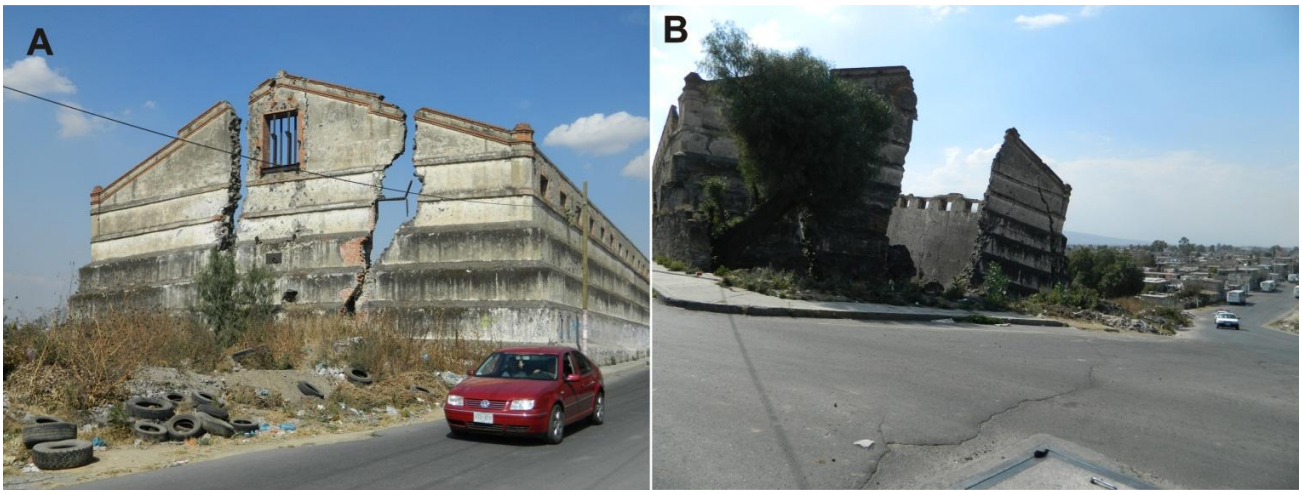


A) La población cubre con escombros el ligero (desde 2, 5 hasta 20 cm) desnivel del terreno. B) Se muestra el movimiento relativo relacionado con las grietas por extracción de agua.

En el municipio de Valle de Chalco Solidaridad, se presentan las típicas grietas producto de la extracción de agua del manto freático. Este tipo de agrietamiento es común observarlo en la zona lacustre o baja, que comprende cerca del 85 % del territorio del municipio. Las grietas son discontinuas y casi siempre paralelas entre sí, afectan tanto casas como equipamiento urbano (banquetas y pavimento) (Figura anterior). El movimiento de las mismas es de tipo normal con una pequeña componente lateral, tanto derecha como izquierda. El debilitamiento de las estructuras urbanas es evidente, por lo que la sobreexplotación del manto acuífero debe disminuirse de manera sustancial.

También se observa el desarrollo de grietas en estructuras emplazadas en la zona de transición, entre la zona elevada (Cerros de Xico y del Marqués).y la zona lacustre. Las grietas se orientan de forma paralela a las incipientes elevaciones (semicirculares). De acuerdo con la antigüedad de las construcciones es el desplazamiento de la grieta, siendo las más amplias en las construcciones de los siglos antepasado y pasado. Más cerca de las partes elevadas de la zona de transición las grietas definen un movimiento diferencial.

Figura 19. Amplio desarrollo de grietas, que han afectado considerablemente la estructura.



A) Parte posterior de la construcción. B) Frente de la construcción, nótese el desnivel altitudinal, que evidencia su localización por encima de la zona lacustre.

Figura 20. Fotografías de la "Casa Voladora" (Sitio VdC-1104, Anexo VII).

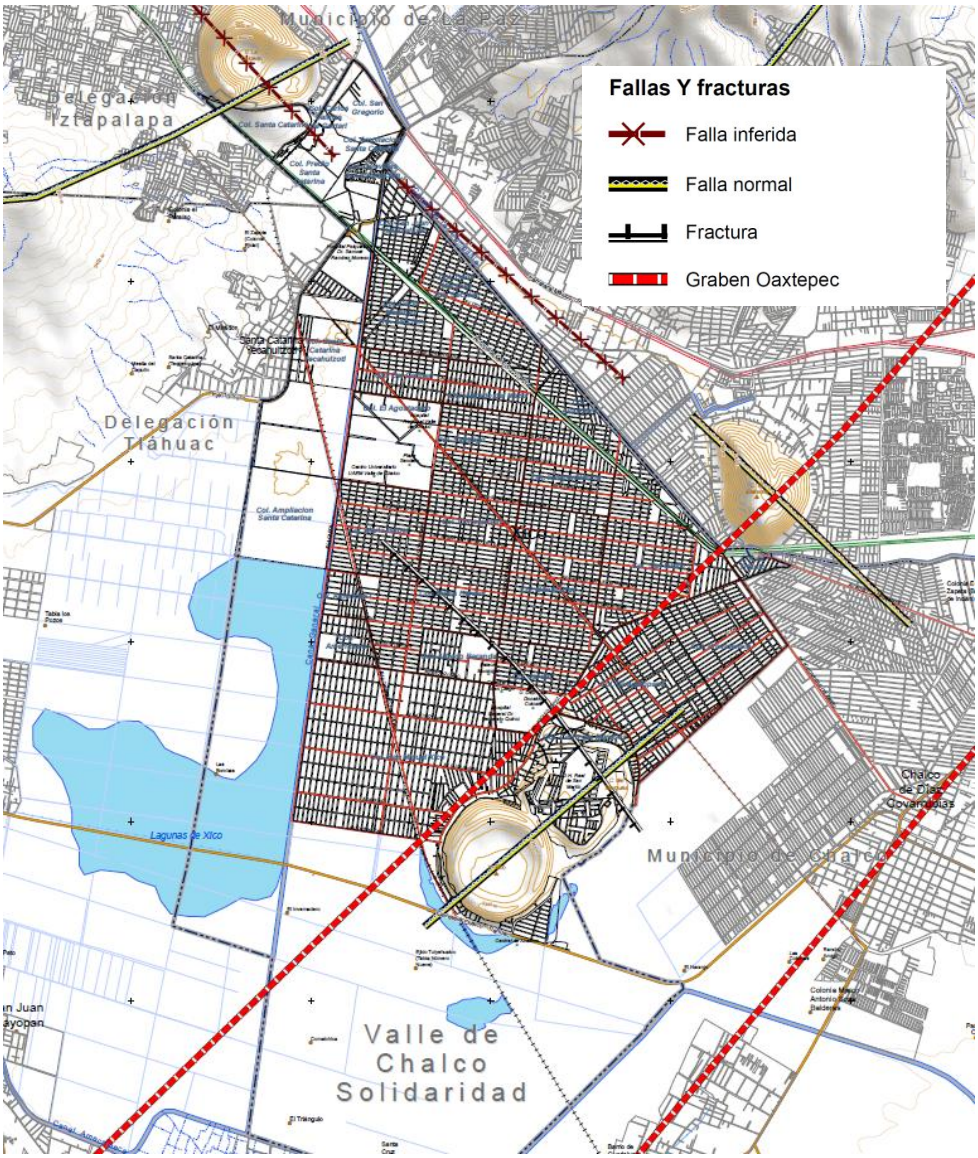


A) La construcción de la derecha se ha desprendido ligeramente del terreno, mientras que la construcción de la izquierda se ha basculado hacia la parte elevada. B) Del otro lado de la calle se observa el mismo proceso en sentido invertido (de acuerdo con la perspectiva de la foto).

¿Por qué ocurre este tipo de grietas en la zona de transición? No se ha reportado la génesis de este agrietamiento. Pero si consideramos la geodinámica del relieve a manera local, el fenómeno puede deberse a una deformación del sustrato cercano a las estructuras volcánicas. Es decir, el Cerro del Marqués y el Cerro de Xico funcionan como estructuras que ejercen un peso en la planicie lacustre. Este peso deforma el sustrato, siendo la evidencia del mismo el movimiento diferencial evidente en las grietas. Una analogía de este fenómeno, es cuando se ejerce una presión en una barra de

plastilina, se deforma alrededor del punto de presión, esta deformación forma pequeñas ondulaciones distribuidas de forma radial. Con el paso del tiempo la deformación continúa, su movimiento es lento (en escala humana, pero acelerado en tiempo geológico), si no se construye en la superficie la deformación no es clara, pero cuando se coloca una losa de cemento el movimiento diferencial se vuelve evidente. Son necesarios estudios específicos (mapeo de las grietas y construcción de perfiles topográficos detallados) para comprobar esta hipótesis.

Figura 21. Mapa de Peligros por Fallas y Fracturas



5.1.2 Sismos

Todo el relieve bajo en la zona lacustre se ve afectado por el llamado “efecto de sitio” en caso de que un sismo de magnitud mayor de 5 impacte con los depósitos lacustres. Esto quiere decir que cerca del 90% del territorio urbanizado dentro del municipio se encuentra en alto peligro sísmico. Para mitigar este peligro, es necesario el control del crecimiento de la mancha urbana y evaluar las construcciones dentro de la zona de mayor peligro, para definir su vulnerabilidad, así como desarrollar un plan de contingencia en caso de sismos, en donde se definan puntos de mayor estabilidad para la concentración de la población a lo largo y ancho del municipio.

Figura 22. Mapa de Actividad Sísmica (1998-2011)

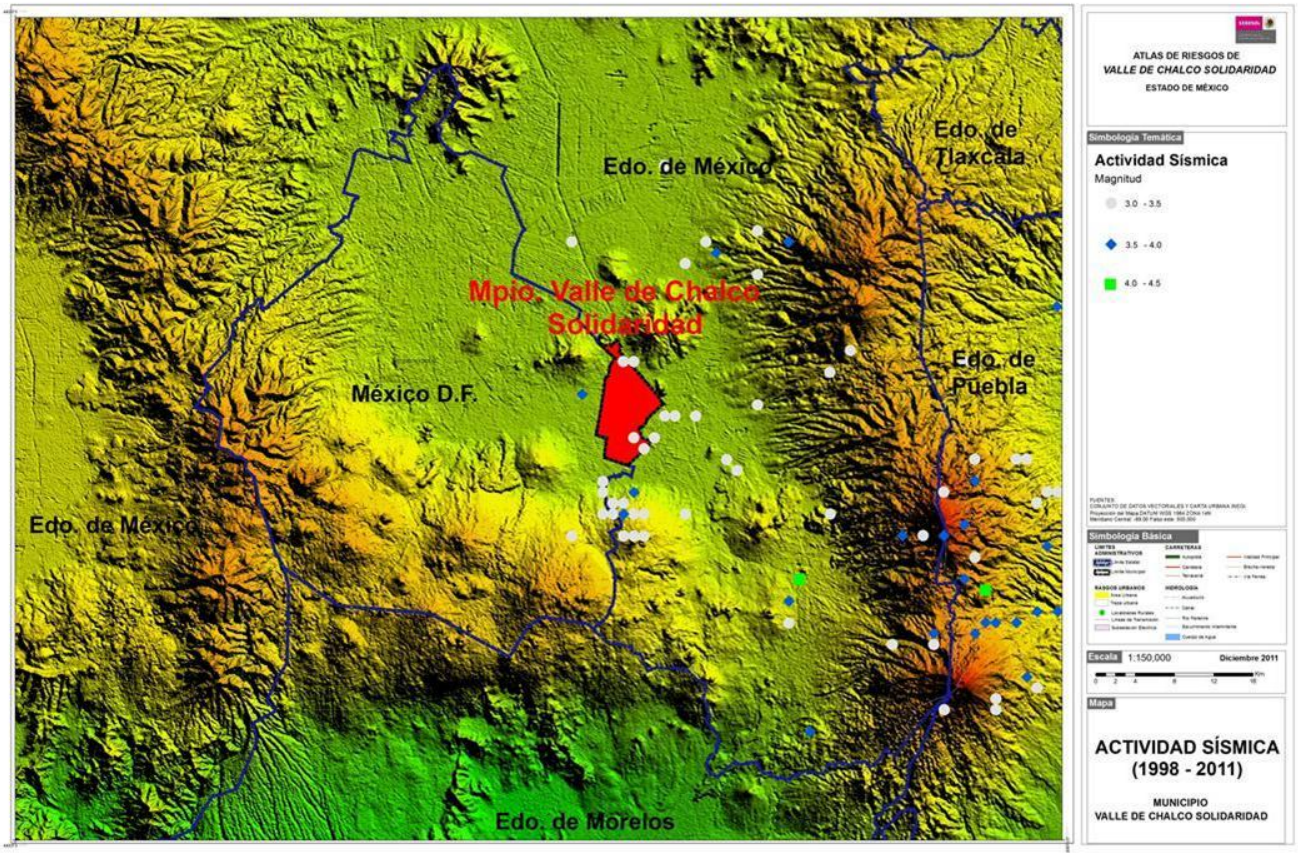
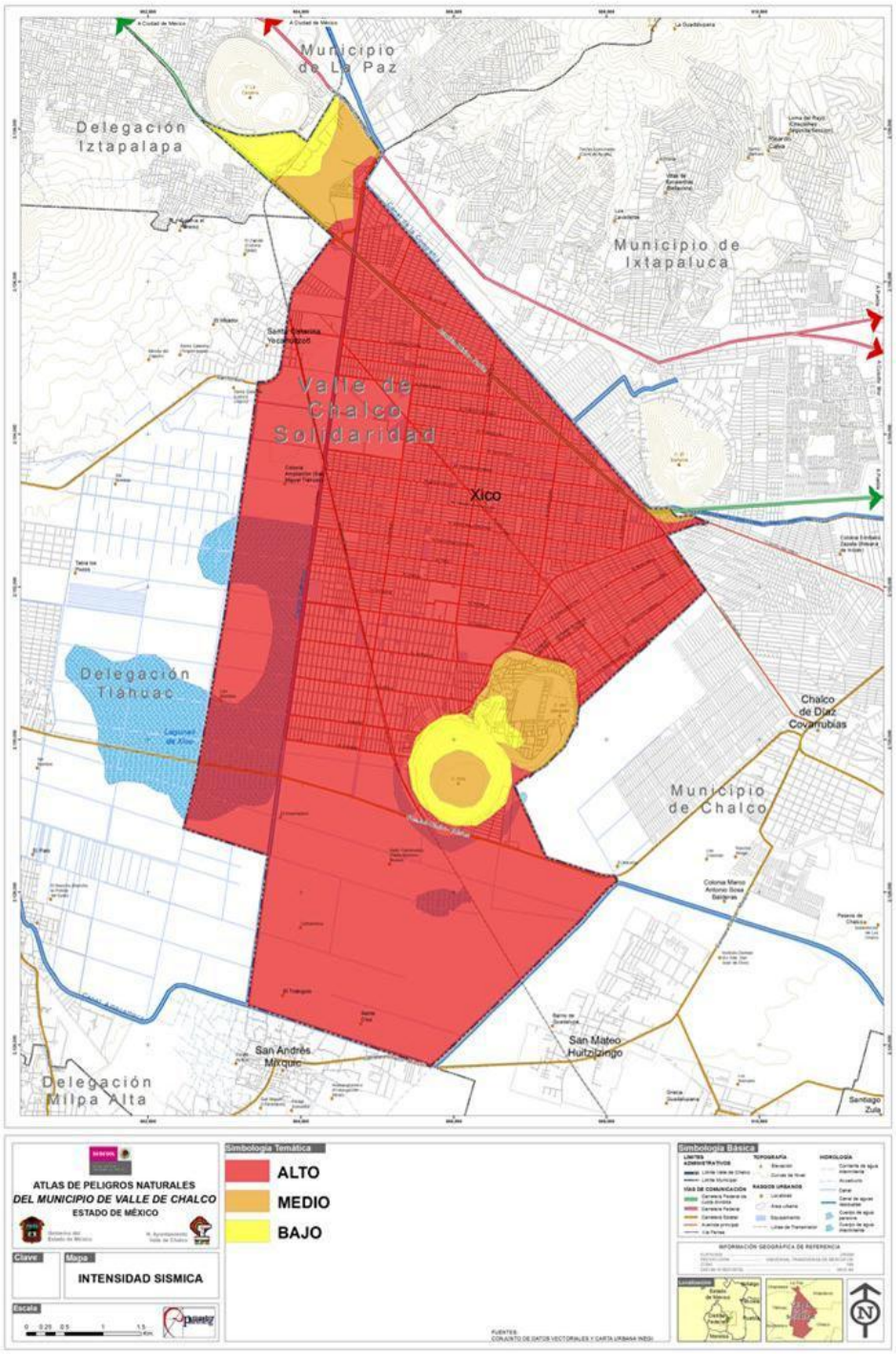


Figura 23. Mapa de Peligros por Sismos



5.1.3 Vulcanismo

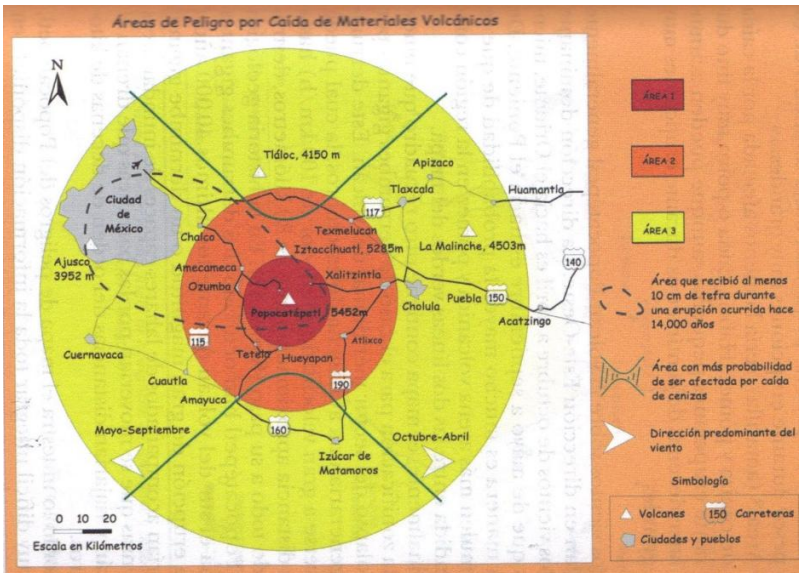
En lo que respecta a riesgos volcánicos debido a que el Municipio está ubicado en una región volcánica activa no debe dejar de lado las manifestaciones volcánicas. Considerando que la zona de estudio se localiza en la ladera sur-oeste de uno de los volcanes más activos de México es importante describir las características de las erupciones volcánicas.

Las erupciones volcánicas resultan del ascenso del magma que se encuentra en la parte interna de un volcán activo. Cuando el magma se acerca o alcanza la superficie, pierde todos o parte de los gases que lleva en solución, formando gran cantidad de burbujas en su interior. Las erupciones son entonces emisiones de mezclas de magma (roca fundida rica en materiales volátiles), gases volcánicos que se separan de este (vapor de agua, bióxido de carbono, bióxido de azufre y otros) y fragmentos de rocas de la corteza arrastrados por los anteriores. Estos materiales pueden ser arrojados con distintos grados de violencia, dependiendo de la presión de los gases provenientes del magma o de agua subterránea sobrecalentada por el mismo.

Los edificios volcánicos están formados por los depósitos de materiales emitidos en erupciones pasadas, y por lo general no son estructuras muy firmes. Una erupción o un terremoto pueden provocar la fractura y el derrumbamiento del material acumulado en las partes altas del volcán y producir una gran avalancha de escombros. Este tipo de avalancha por lo general llega a ser muy destructiva, dependiendo de la cantidad de material involucrado, de la altura a la que se origina y de la topografía del terreno.

Columnas eruptivas y lluvias de fragmentos y de ceniza: Las erupciones explosivas lanzan grandes cantidades de gases calientes y fragmentos de magma (mezclas de cristales y fragmentos de vidrio) de todos tamaños al aire. Los gases calientes pueden arrastrar las partículas hasta grandes alturas (en la erupción de El Chichón de 1982, la columna eruptiva alcanzó alturas máximas de 24 km sobre el nivel del mar, y en la erupción del volcán Pinatubo en Filipinas el 15 de junio de 1991, la columna alcanzó cerca de 35 Km de altura). Cuando la columna eruptiva de una erupción penetra en la estratosfera, es decir, alcanza alturas mayores a unos 11 a 13 km, se dice que la erupción es Pliniana.

Figura 24. Mapa de peligros del Volcán Popocatépetl Fuente: Macías y Capra, 2005.



Con base en el mapa de peligros volcánicos del Popocatépetl (Figura anterior) muestra cuatro diferentes áreas, que definen regiones de acuerdo con su peligrosidad. Cada una de las áreas marcadas incluye los distintos tipos de peligro volcánico asociado respectivamente a erupciones volcánicas grandes, medianas y pequeñas. El área 1, que es la más cercana a la cima del volcán, representa un mayor peligro porque es la más frecuentemente afectada por erupciones, independientemente de su magnitud. Esta área encierra peligros tales como flujos piroclásticos de material volcánico a altas temperaturas que descienden del volcán a velocidades extremadamente altas (100-400 km/h) y flujos de lodo y rocas que se mueven siguiendo los cauces existentes a velocidades menores (<100 km/h). En esta área han ocurrido dos eventos o erupciones importantes cada 1,000 años en promedio. El área 2, representa un peligro menor que el área 1 debido a que es afectada por erupciones con menor frecuencia. Sin embargo, las erupciones que han alcanzado a esta área producen un grado de peligro similar al del área 1. La frecuencia con que ocurren eventos volcánicos que afectan a esta área es de 10 veces cada 15,000 años en promedio. El área 3, abarca una zona que ha sido afectada en el pasado por erupciones extraordinariamente grandes. Erupciones de tal magnitud son relativamente raras por lo que el peligro dentro de estas áreas es menor en relación con el de las áreas 1 y 2, más cercanas al volcán. Los tipos de peligro en el área 3 son esencialmente los mismos que los de las otras áreas. En los últimos 40,000 años, han ocurrido 10 erupciones de este tipo.

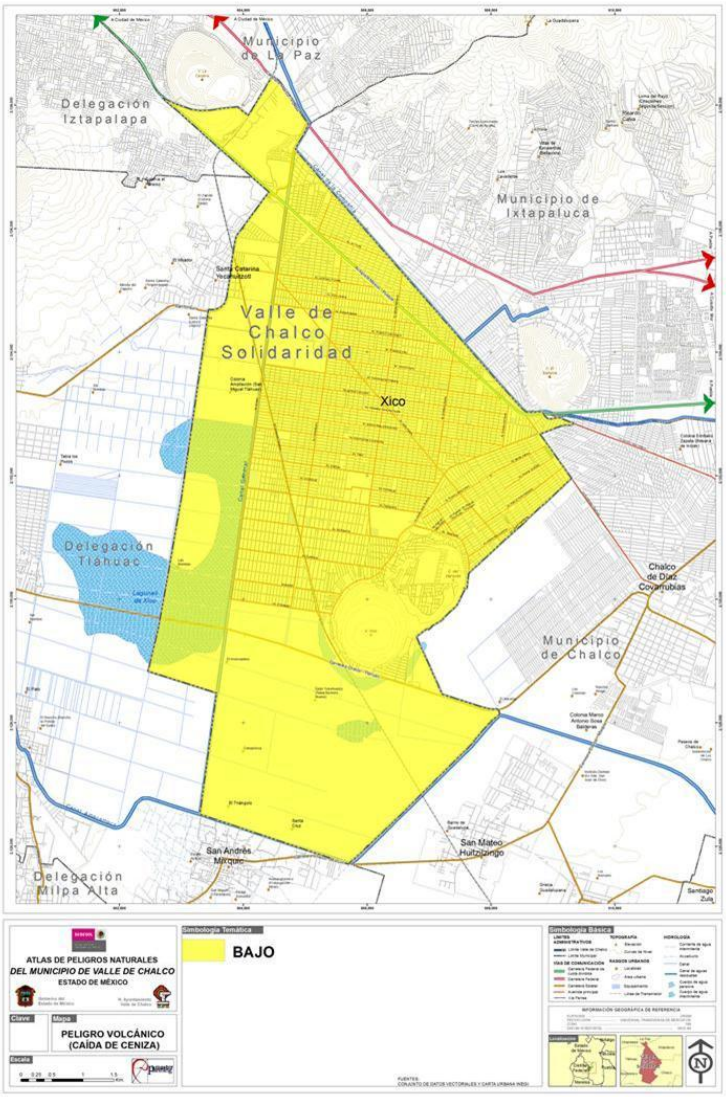
Las regiones marcadas en al área 4 están expuestas al peligro por flujos de lodo e inundaciones derivadas de un posible arrastre de depósitos volcánicos por agua proveniente de lluvias torrenciales o de una fusión catastrófica del glaciar y la nieve del Popocatépetl. La totalidad de esta versión reducida del mapa cubre aproximadamente la zona que también podría ser afectada por lluvias de ceniza volcánica y pómez, para erupciones de máxima intensidad. Esta distribución estará en función

de la influencia de los vientos dominantes, debido a que este proceso controlaría la distribución de las cenizas.

Dentro del mapa descrito el Municipio de Valle de Chalco se encuentra entre el área dos y tres por lo tanto se presenta probabilidad de afectación por flujos de lodo, caída de ceniza y a grandes afectaciones en caso de presentarse una erupción considerablemente grande.

Existen relictos de depósitos de caída en la superficie cumbral del Cerro del Marqués. Evidencia clara de la afectación en el pasado, de caída de ceniza y pómez, posiblemente expulsados por el volcán Popocatépetl. No se observaron depósitos volcanoclásticos como lahares, flujos piroclásticos en el relieve del municipio. No significa que no hayan ocurrido, ya que los depósitos pueden estar interdigitados (y diluidos) en las capas lacustres.

Figura 25. Mapa de Peligros por Caída de Cenizas



5.1.4 Deslizamientos

La teoría de la deriva continental y de tectónica de placas establece que la superficie exterior de la Tierra o litosfera se encuentra dividida por segmentos o áreas llamadas placas, las cuales poseen un movimiento con una dirección principal y el contacto entre las mismas ha definido en la historia de la Tierra la formación de estructuras tales como fosas, dorsales, montañas, fallas y zonas de vulcanismo. La superficie de la Tierra se está renovando continuamente, de sus profundidades surge material que forma nueva litosfera mientras que en otras porciones se hunde para perderse en la astenósfera. Entre los indicios visibles más importantes se encuentran la actividad volcánica, los terremotos, los movimientos en masa y en menor grado, algunos aspectos del modelado del relieve. Algunos procesos se han intensificado debido a la acción del hombre; la transformación de las condiciones naturales originales producto de la proliferación de actividades humanas, representadas básicamente por la alteración de la cobertura vegetal, han incrementado el desarrollo de ciertos procesos como los deslizamientos de masa y la erosión del suelo.

Un deslizamiento ocurre cuando se rompe o pierde el equilibrio de una porción de los materiales que componen una ladera y se deslizan ladera abajo por acción de la gravedad. Aunque los deslizamientos usualmente suceden en taludes escarpados, tampoco es raro que se presenten en laderas de poca pendiente. Son primariamente ocasionados por fuerzas gravitacionales, y resultan de una falla por corte a lo largo de la frontera de la masa en movimiento, respecto a la masa estable; se alcanza un estado de falla cuando el esfuerzo cortante medio aplicado en la superficie potencial de deslizamiento, llega a ser igual a la resistencia al esfuerzo cortante del suelo o roca. Los deslizamientos pueden ser desencadenados tanto por cambios en el ambiente natural, como por actividades humanas. Los movimientos a corto y mediano plazo de la roca y el suelo a lo largo de laderas, así como el colapso vertical de los mismos, se conocen comúnmente, como deslizamientos de tierra o deslizamientos del terreno, en esta categoría están incluidos los deslizamientos de roca, deslizamientos de escombros, flujos de lodo, flujos de tierra, desprendimientos de rocas y suelo y hundimientos. Los movimientos lentos actúan en períodos más largos de tiempo y posiblemente pueda atribuírseles un transporte mayor de material que los transportes rápidos de roca y suelo. Con frecuencia preceden a deslizamientos de tierra violentos.

A nivel regional dentro de la República Mexicana existen centros de población que con frecuencia están expuestos a la ocurrencia de movimientos repentinos pendiente abajo de masas de suelos y rocas en laderas, por lo que necesitan. Fenómenos geotécnicos como los deslizamientos con frecuencia tienen antecedentes o exhiben manifestaciones que permiten señalar la posibilidad de su ocurrencia futura. El desafío es entonces distinguir la amenaza y el peligro a que esté sometida la población de una comunidad y sus bienes, por esos eventos; establecida la vulnerabilidad de esa población y la de sus propiedades, es posible entonces evaluar el riesgo por la ocurrencia de estos fenómenos.

La identificación de los factores internos que hacen propicio el deslizamiento de una ladera y de los factores externos que los disparan, son aspectos que se tomaron en cuenta para estimar el peligro de esas inestabilidades, a través de factores topográficos, geotécnicos, hidrológicos y ambientales, que son los que determinan el estado de una ladera, los cuales maneja la metodología de CENAPRED a través de la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos

(2006), en la cual hace un análisis de algebra de mapas mediante una clasificación de las variables mencionadas, asignándole un valor a cada rango y al final se suman las variables y se reclasifican los valores para asignarles la intensidad del peligro.

Cabe destacar que dentro del municipio existen zonas de riesgos en distintas modalidades, producto de fenómenos naturales, mecánicos y químicos que ponen en riesgo la integridad de sus habitantes, los deslizamientos, flujos de lodo y avalanchas pueden ocurrir inmediatamente después del sismo en áreas de topografía abrupta o de poca estabilidad, tales eventos se producen dentro de una zona que raramente sobrepasa 30º como lo es el caso de las laderas que se localizan al norte, noroeste y oeste del Cero de Xico afectando principalmente a la población que se ubica en esta parte del municipio cercana a la Parroquia de San Miguel Xico y en menor proporción se localiza un área afectada en la parte sureste de la elevación cercana al monumento de un Cristo, donde el peligro se ha determinado en una escala media como se muestra en la siguiente figura, rodeado este mismo cerro por polígonos considerados dentro de una escala de peligro bajo. Las rocas expuestas en la superficie terrestre están sujetas al intemperismo el cual actúa para establecer un equilibrio entre el material rocoso y su medio.

Otros factores actúan para mover los productos del intemperismo, e incluso a las rocas inalteradas hacia niveles más bajos. A los movimientos de las rocas y del material sin consolidar, en respuesta a la atracción gravitacional se les llama movimientos de masa. Estos movimientos del material de la superficie causados por la gravedad algunas veces tienen lugar repentinamente en forma de deslizamientos de tierra y de desprendimiento de rocas de los acantilados, pero frecuentemente se desarrollan casi imperceptiblemente, como el deslizamiento paulatino del suelo en terrenos de pendiente suave. Hacia el norte del municipio en los límites con los municipios de La Paz e Ixtapaluca el peligro es bajo, debido a que las pendientes de las laderas del Cerro la Caldera se encuentran entre los 30º y 10º afectando en menor proporción a la población que habita en esta zona.

Entre los peligros más comunes que pueden producir los deslizamientos de tierra se encuentran los siguientes:

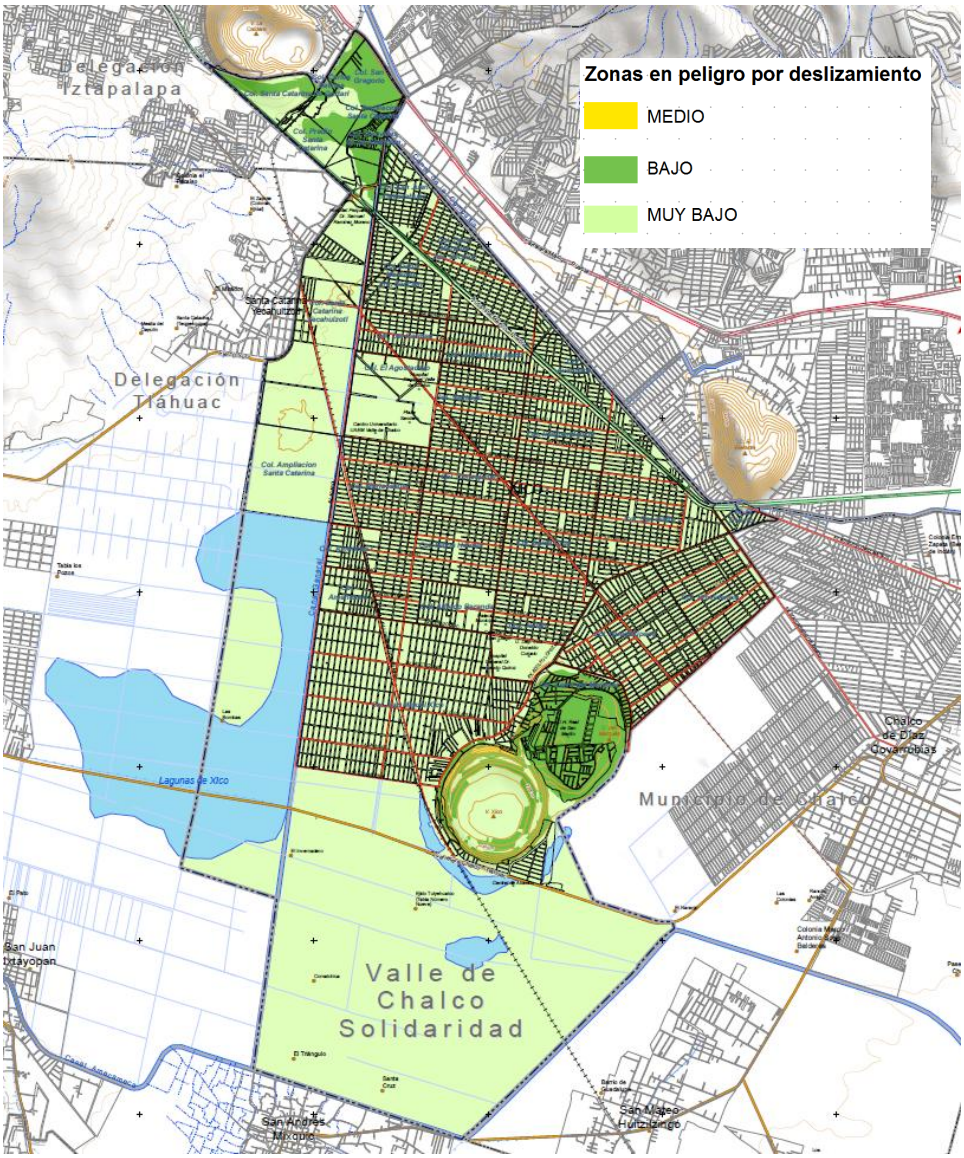
I. Agrietamientos y rupturas. En laderas inestables ocupadas por el hombre, los asentamientos diferenciales del terreno generan cuarteaduras en muros y pisos, causando serios daños y el deterioro general de las construcciones. Las obras de agua potable y drenaje suelen sufrir averías incluso en las etapas iniciales del movimiento. Incomunicación. Las vías de comunicación construidas en zonas de relieve abrupto con laderas escarpadas, son afectadas con frecuencia por desprendimientos y caída tanto de materiales sin consolidar como de rocas.

II. Destrucción de poblados. Los deslizamientos de grandes volúmenes de tierra y rocas son capaces de afectar e inclusive sepultar a poblaciones enteras. El poder destructivo y la velocidad del desplazamiento puede incrementarse en ciertas zonas montañosas por la presencia de nieve o glaciares. Algunos pueden viajar grandes distancias a varios cientos de kilómetros por hora. Son también frecuentes en áreas de pendientes pronunciadas con sobrecarga de peso en los márgenes de núcleos de población.

III. Represamientos. Cuando los materiales deslizados obstruyen el flujo de una corriente fluvial, el agua se represa hasta alcanzar un volumen suficientemente grande para originar un flujo de lodo en forma de avalancha

El resto del municipio como se observa en la siguiente figura está situado dentro de una zona de peligro muy bajo de deslizamientos por localizarse en una zona de planicie aluvial, así mismo, no existen elevaciones con pendientes prolongadas dentro del municipio, sin embargo el peligro puede estar latente de afuera hacia adentro por la actividad de la Sierra de Santa Catarina con las elevaciones de los cerros de Guadalupe, La Caldera, y El Elefante.

Figura 26. Mapa de peligro de deslizamiento del municipio de Valle de Chalco Solidaridad.



Por último, se observó un gran deslizamiento de tipo translacional ocurrido en las laderas del cerro de Xico (Figura siguiente). El deslizamiento es relativamente antiguo, ya que se ve una estable cobertura vegetal y varias construcciones en la base del depósito, en el caso de que se presentara un fenómeno similar, afectaría a una gran cantidad de la población emplazada en la base de los Cerros de Xico y Marqués.

Figura 27. Deslizamiento translacional (corona de desprendimiento –línea discontinua) en las laderas del Cerro de Xico.

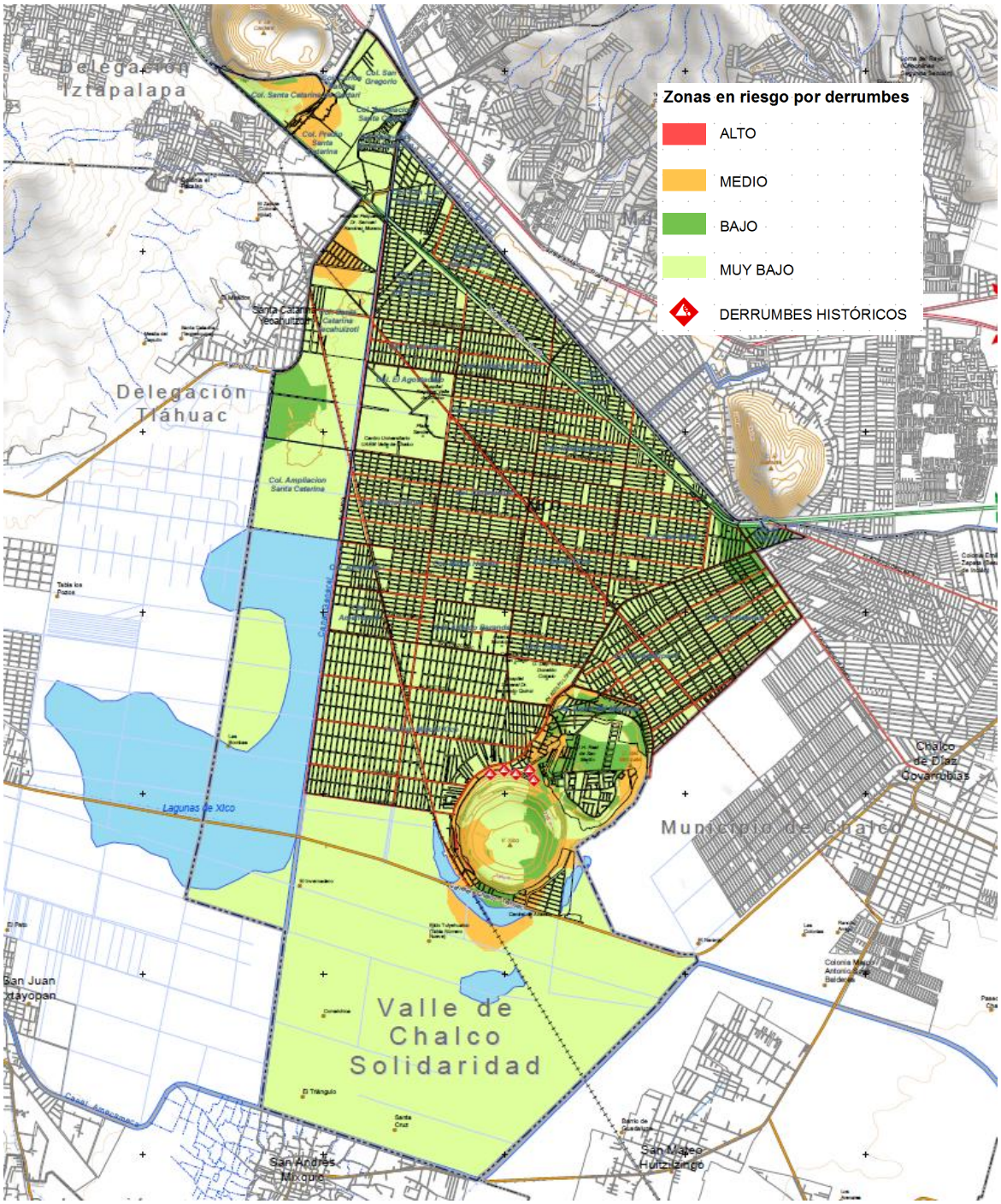


5.1.5 Derrumbes

Los derrumbes son desprendimientos violentos de suelo y de fragmentos aislados de rocas que se originan en pendientes empinadas y acantilados, por lo que el movimiento es prácticamente de caída libre, rodando y rebotando. Estos movimientos de tierra son una amenaza directa para cualquier construcción ubicada cerca del sitio en donde ocurre un terremoto. El derrumbe de edificios es la principal causa de fatalidades en áreas densamente pobladas. La gravedad de la Tierra proporciona la energía necesaria para el desplazamiento pendiente abajo de los materiales superficiales, cuando es capaz de vencer la resistencia interna del material que le impide moverse. La acentuación de la pendiente por la acción erosiva de corrientes fluviales, océanos, glaciares; y por la construcción de caminos, canales y excavación de minas la vibración del terreno producido por erupciones, explosiones o temblores hace que aumente el peso que soporta el terreno debido a la acumulación de nieve, agua o productos volcánicos, así como por efecto de edificaciones provocando los derrumbes. La saturación de agua es particularmente importante, sobre todo en suelos arenosos o con material no compactado. En muchos depósitos sin consolidar los espacios porosos entre las partículas individuales se llenan parcialmente de aire y humedad. Cuando el suelo se satura de agua al producirse una fuerte lluvia y obliga al aire a salir de los espacios porosos, se reduce la cohesión del suelo, y la masa se vuelve más susceptible al movimiento pendiente abajo.

La metodología que se empleó para determinar el riesgo por derrumbes del municipio de Valle de Chalco Solidaridad fue a partir de las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y los planteados en el Programa Hábitat de la Secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL), la cual consiste en analizar la cartografía temática como lo es la topografía del municipio, la geología (textura y estructura de los materiales geológicos) y el uso de suelo principalmente considerando que el municipio se localiza en pequeñas porciones de pastizal inducido sobretodo en el cerro Xico, hacia la parte noreste del cerro se aprecian parcelas destinadas a la agricultura, así mismo al noroeste del cerro y en pequeñas porciones zonas de bosque altamente influenciadas por la agricultura y actividades pecuarias; la mayor superficie del municipio está ocupada por los asentamientos humanos. La clasificación de las unidades geológicas y geomorfológicas también es necesaria para el análisis. Sin embargo, el trabajo de campo es de vital importancia para identificar y localización de los afloramientos rocosos y sobreescarpados, así como medir las pendientes, y llenar fichas de registro de la información levantada. Aplicar cuestionarios a la población para el registro de evidencias históricas y percepción del peligro. Por lo que en base a la cartografía temática se le asignó un peso de ponderancia y mediante análisis multicríterio se obtuvo el modelo de derrumbes que se muestra en la figura siguiente.

Figura 28. Mapa de riesgo de derrumbes por avalanchas del municipio de Valle de Chalco Solidaridad.

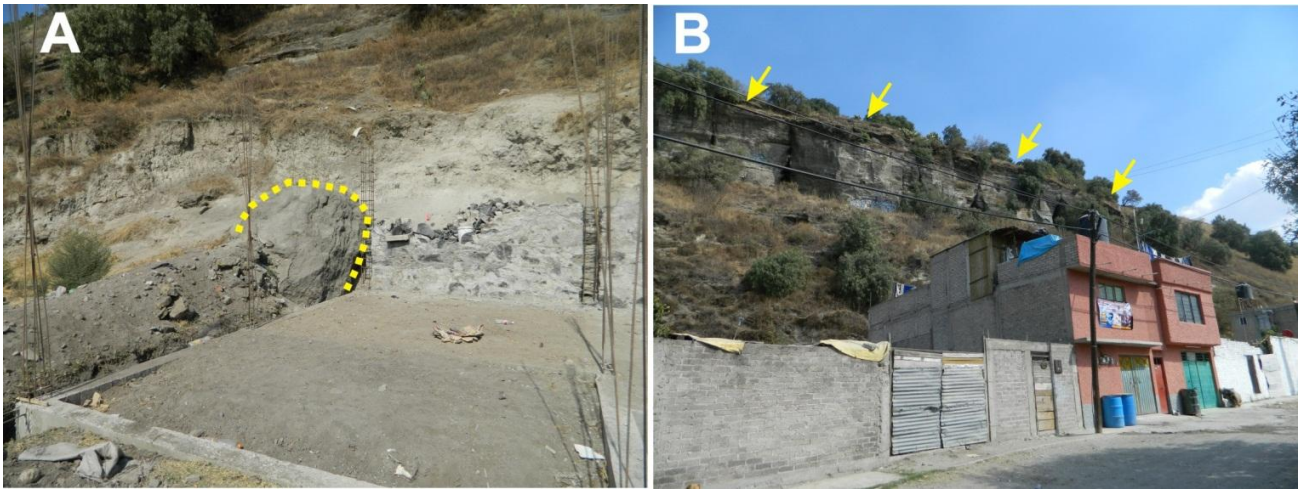


El mapa de riesgo de derrumbes del municipio de Valle de Chalco Solidaridad anterior indica que el riesgo alto ante la presencia de algún derrumbe se localiza en la zona suroeste del cerro de Xico afectando a la población que habita en esta zona, ya que debido a que se encuentra un cuerpo de agua atractivo al lugar, entre este cuerpo de agua y el cerro Xico es donde está latente el riesgo, así mismo en esta zona existen asentamientos humanos los cuales se verían afectados directamente, asimismo en esta parte del cerro y hacia el sur y suroeste es donde se localizan zonas con riesgo medio las cuales afectan a la infraestructura y a las actividades de la población.

En el piedemonte, que corresponde al municipio se ha determinado un riesgo medio, afectando a la población de Xico. En el municipio el riesgo que ocupa la mayor superficie es el muy bajo y bajo, debido a que el municipio se localiza dentro de una zona plana sin pendiente notorias, ni zonas de escarpes prolongados.

Las laderas del Cerro de Xico están constituidas por oleadas piroclásticas secas (friables) (Figura siguiente A). Se observan desarrollo de estructuras columnares en las zonas escarpadas (Figura siguiente B).

Figura 29. Fotografías de depósitos de caída y zonas propensas a presentar desprendimientos.



A) Terreno en construcción al lado de un bloque de aprox. 3 m de ancho. Evidencia de la ocurrencia de caídas de bloques. B) Zona escarpada en las laderas exteriores del Cerro de Xico. Nótese las casas directamente en la parte inferior del escarpe.

En cambio en el Cerro del Marqués, los constituyentes son principalmente bloques de lava, escoria y ceniza. En la periferia de esta estructura también se observan desprendimientos de bloques junto con el desarrollo de amplios corredores de escombros que afectan a la población asentada en la parte inferior (Figura siguiente).

Figura 30. Fotografía de las laderas del Cerro del Marqués,



Nótese la corona de desprendimiento en la parte superior (línea discontinua) y los bordes del corredor de escombros (líneas continuas).

5.1.6 Flujos

Las principales manifestaciones volcánicas de acuerdo con CENAPRED son:

Flujos de lava: la roca fundida emitida por una erupción efusiva desde un cráter superior, algún cráter secundario o desde una fisura en el suelo, puede avanzar como lenguas o coladas de lava con velocidades que dependen de la topografía del terreno.

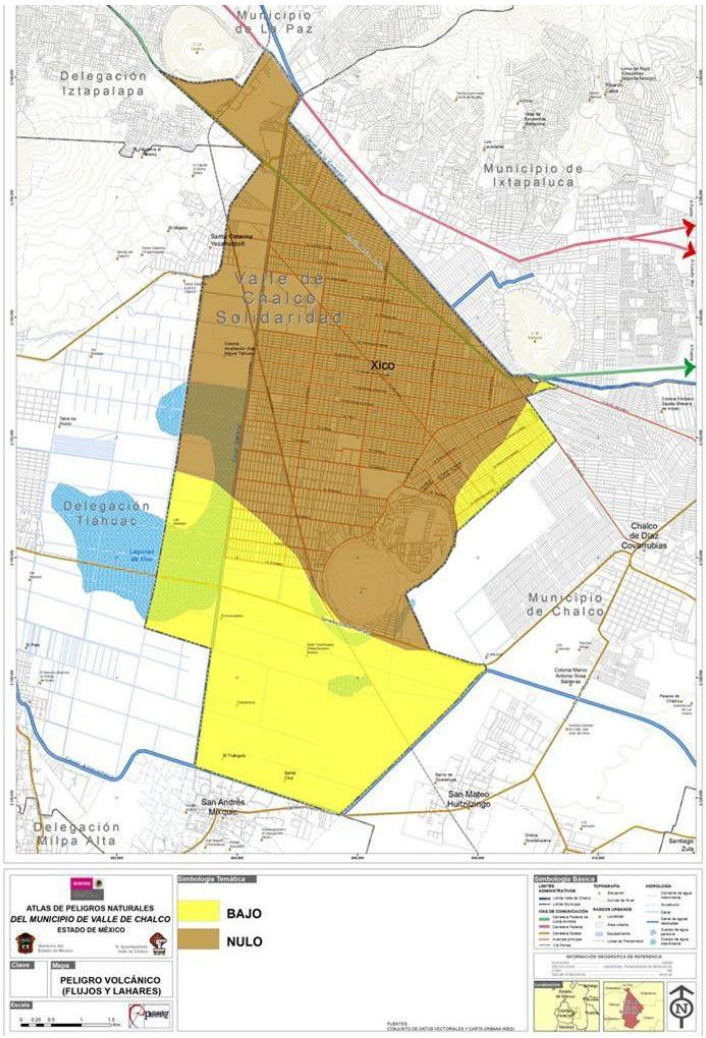
Flujos piroclásticos: Durante las erupciones explosivas, pueden generarse avalanchas formadas por mezclas de fragmentos de lava, ceniza volcánica (magma finamente fragmentado), y gases muy calientes, que se deslizan cuesta abajo por los flancos del volcán a grandes velocidades y pueden llegar a ser muy destructivas y peligrosas. Estas avalanchas de material magmático, gases calientes y fragmentos de roca reciben varios nombres: flujos piroclásticos, nubes ardientes o flujos de ceniza caliente. Estos flujos representan una de las manifestaciones más impresionantes y destructivas de las erupciones volcánicas y ha sido la causa de numerosos desastres volcánicos en distintas partes del mundo. Entre los más conocidos está la destrucción de Pompeya por la erupción del Vesubio en el año 79 D.C.

Flujos de lodo (o lahares): La mezcla de bloques, ceniza y cualquier otro escombro volcánico con agua puede producir unas avenidas muy potentes de lodo y rocas, que tienen un poder destructivo similar o incluso mayor a los flujos piroclásticos, y por lo general mayor alcance, pues pueden recorrer

decenas de kilómetros. El agua que forma la mezcla puede tener varios orígenes, tales como lluvia torrencial sobre depósitos volcánicos, drenaje abrupto de lagunas, o por la entrada de flujos piroclásticos en ríos o en zonas de nieve o glaciares provocando su fusión súbita

Estas avenidas pueden acarrear escombros volcánicos fríos o calientes y se mueven con rapidez, erosionando e incorporando materiales de las pendientes del volcán, siguiendo las barrancas que forman su drenaje natural. Los lahares pueden desarrollarse durante o después de las erupciones, por ejemplo en la estación lluviosa que sigue a una erupción. Los valles angostos y con cierta pendiente, pueden canalizar los lahares a través de grandes distancias. Sin 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.

Figura 31. Mapa de Peligros por Flujos y Lahares



5.1.7 Hundimientos

El Municipio de Valle de Chalco está ubicado en Este del estado de México donde convergen sistemas montañosos con zonas de lagos y valles importantes en el centro del país. Las principales unidades morfometricas representativas del municipio corresponden a planicies aluviales con origen exógeno acumulativo del Cuaternario (Pleistoceno y Holoceno) Ellas están distribuidas ampliamente y se componen de material acumulativo aluvial y por otros depósitos de ladera, originados por procesos gravitacionales y fluviales. Asimismo algunas de ellas se caracterizan por estar formadas por depósitos de lahar retrabajados y por secuencias piroclasticas de caída y de flujos, así como de tobas eólicas y brechas de pómez.

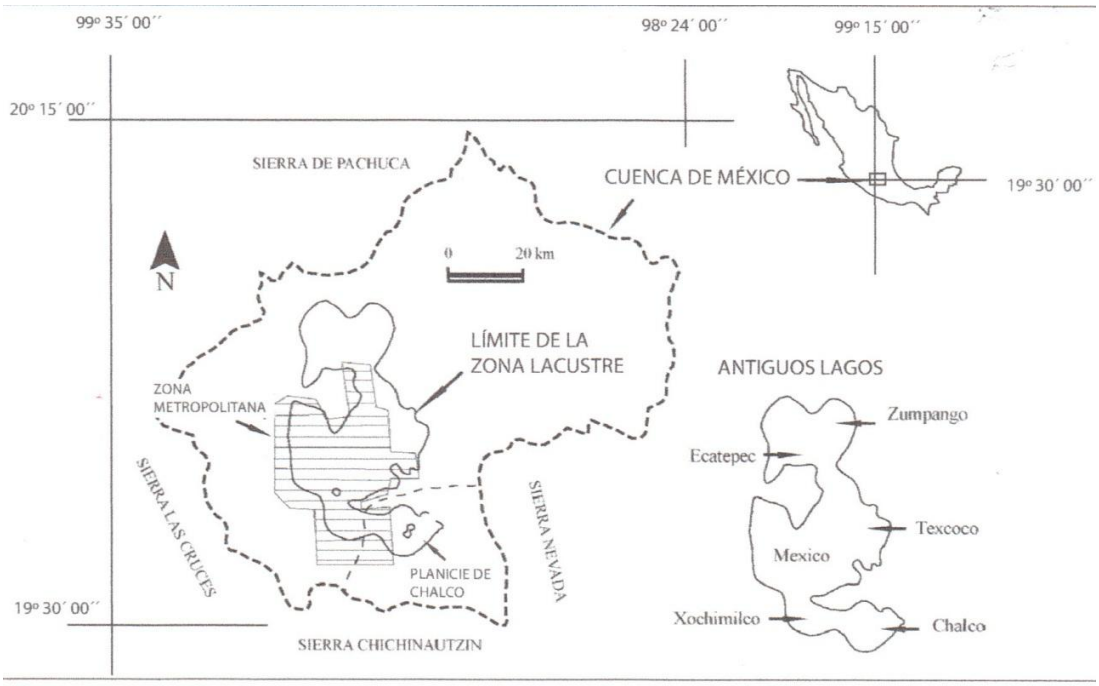
Algunas de estas planicies presentan una superficie de costras de caliche, lo cual es evidencia de un nivel freático somero y de su relación con la antigua influencia lacustre. Además de estar compuestas principalmente de materiales aluviales, las planicies presentan en parte otros tipos de depósitos, como los de ladera, originados por procesos gravitacionales y fluviales (Lugo-Hubp, 1984). También presentan planicies con cobertura e intercalaciones de materiales coluviales, detritos rocosos acumulados al pie de las laderas empinadas. Estas planicies se localizan principalmente al pie de la Sierra Nevada. Algunas de las planicies aluviales presentan pendientes de 0º a 4º.

Otra de las unidades morfológicas del municipio son los piedemonte. Estos se localizan al norte del municipio y se distinguen principalmente por presentar un origen exógeno acumulativo del Cuaternario (Pleistoceno y Holoceno), y están compuestos de lavas, toba, cenizas y depósitos epiclasticos y piroclasticos de flujo; algunos de ellos presentan forma de abanico con una composición de basalto y basalto-andesitica

También se caracteriza por presentar tectonismo activo que se manifiesta por la presencia de fallas con orientación oeste-este, con trayectoria curvilínea. Las laderas de montaña más representativas se localizan al norte, noreste y este. Presentan un origen endógeno volcánico del Terciario superior – Cuaternario. Se encuentran formadas principalmente de domos, conos volcánicos y derrames de lava.

En la figura siguiente se muestra la distribución de las unidades geomorfológoicas y la relación que tienen entre sí para definir los peligros de subsidencia

Figura 32. Planicie de depositación e inundación del Lago de Chalco, Fuente: Ortiz, Ortega y Guerrero (2007).



En la zona central de la planicie, donde existe el mayor espesor de sedimentos lacustres (300 m) se han generado hundimientos de hasta 40 cm/año como resultado de la consolidación del acuitardo por efecto del bombeo en el acuífero principal. En esta depresión topográfica se está desarrollando un nuevo lago, por la acumulación de agua superficial, cuya evolución y forma actual está controlada por la extensión y la geometría de una colada de basaltos, proveniente de la sierra de Santa Catarina.

De acuerdo con los registros se presenta un proceso de subsidencia regional. La extracción de agua subterránea en este acuífero en los siglos XIX y XX ocasionó hundimientos totales cercanos a 10 m en el centro de la Ciudad de México. En la planicie de Chalco, la extracción extensiva de agua subterránea se inició a mitad de la década de los ochenta, igualando en menos de 20 años los hundimientos totales de la Ciudad de México. Los hundimientos son de hasta 40 cm/año en el centro de la planicie de Chalco, donde el espesor de los sedimentos lacustres es de 300 m, y se estima que para el 2015 serán de un total de 15 m; esto con base en modelos numéricos de predicción de la deformación vertical del terreno, en mediciones de parámetros hidráulicos y de mecánica de suelos, tanto del acuífero como de los sedimentos lacustres (Ortega el al., 1993; Ortega el al., 1999).

Existen dos tipos de peligros asociados en la zona: Peligro por subsidencia y Peligro por inundación. Ambos están íntimamente vinculados, ya que como resultado de la subsidencia, debida a la extracción del agita del subsuelo, se generan depresiones topográficas o hundimientos en los que se acumula el agua superficial, en parte por inhabilitación de obras de drenaje preexistentes.

Con base en los resultados presentados anteriormente existe, por un lado, la situación de peligro por inundaciones permanentes; y por otro lado, en algún momento, inundaciones que pueden dar lugar a

un desastre potencial, donde la vida y la propiedad de los habitantes de sectores específicos de Valle de Chalco se vean amenazados.

La posición del nuevo lago de Chalco, cuyo límite oriental está definido y controlado por el Canal General; este canal cumple con dos funciones principales: a) impedir que el agua del nuevo lago inunde la zona urbana de Valle de Chalco, que se encuentra a un nivel menor que la superficie del nuevo lago, y b) drenar el agua del nuevo lago hacia la planicie de Texcoco, por medio de bombas ubicadas en diferentes puntos, para evitar acumulaciones mayores.

La velocidad de hundimiento de la zona ocupada por el nuevo lago de Chalco es del orden de 40 cm/año, por lo que para el 2015 estará casi 4 m abajo del nivel medido en 2006; es decir, con hundimientos totales de 14 a 16 m. El área de mayor vulnerabilidad crecerá y estará definida por el segundo círculo que se extiende hasta 2.5 km de radio. Se estima que el incremento del área en peligro se extendería a 150 ha de la zona poblada.

En la parte central de la planicie lacustre del antiguo lago de Chalco se están formando zonas de acumulación superficial de agua, evidentes desde 1988. El área de influencia de estos lagos someros se ha incrementado progresivamente desde 1988 a la fecha. De unas cuantas hectáreas inundadas en 1988, se incrementó a casi 100 ha en 1991; y en la actualidad se tienen alrededor de 1,000 ha cubiertas por lagos someros.

Las depresiones topográficas, en las que se almacena el agua superficial, están asociadas a hundimientos regionales del terreno, debido a la operación de catorce pozos del denominado Sistema Mixquic-Santa Catarina, que inició la extracción de agua subterránea, en 1984. Estos pozos han generado abatimientos anuales del nivel potenciométrico del orden de 1.5 m/año; lo que da lugar a una deformación vertical del terreno de hasta 40 cm/año en el centro de la planicie, por consolidación del acuitardo lacustre.

Estos hundimientos han modificado sustancialmente el sistema de drenaje natural y de canales en la planicie lacustre que operaba desde principios del siglo XX, causando la acumulación del agua superficial y la necesidad del bombeo escalonado a lo largo del Canal General para drenar el agua hacia la planicie de Texcoco. Los ríos de La Compañía y de Amecameca, entre otros, han tenido que ser elevados al mismo ritmo de los hundimientos y constantemente son reforzados para evitar su ruptura y provocar inundaciones locales como la que ocurrió en el canal de La Compañía en junio del 2000.

De acuerdo con los controles y magnitud de la subsidencia regional observada, es necesario evitar un crecimiento urbano mayor entre Tláhuac y Valle de Chalco. Para reducir el peligro y riesgo de inundaciones será necesario analizar la conveniencia de incrementar la cantidad y la eficiencia de la infraestructura hidráulica a futuro contra la opción de reubicar varias colonias de Valle de Chalco y Tláhuac, en un radio aproximado de 2.5 a 3 km con centro en el pozo P9 del Sistema Mixquic-Santa Catarina.

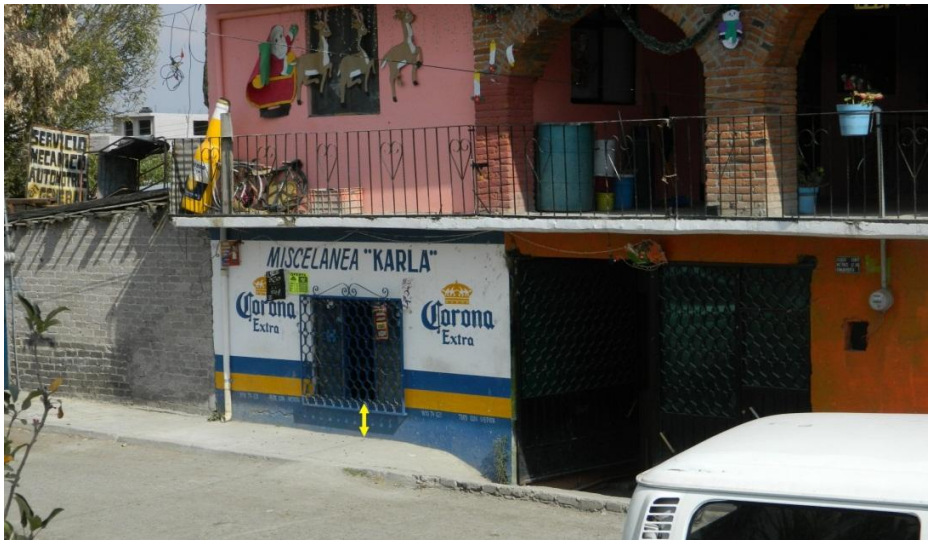
La explotación de agua subterránea en el Valle de México ha provocado hundimientos en el piso del valle. La sobreexplotación es muy superior a la recarga. Los hundimientos han afectado edificios,

instalaciones industriales y en general a la infraestructura vial e hidráulica; han producido deformaciones y grietas en el terreno aluvial y lacustre.

Los hundimientos totales medidos, como se dijo anteriormente, fueron de unos 8 metros hasta el año de 1995, y de casi 10 metros para el año 2000, pronosticándose por medio de modelos matemáticos, hasta 15 metros para el año 2010 en el centro del ex lago de Chalco. Esto indica que los hundimientos son progresivos y que no se pueden detener, a menos que se deje de extraer agua del subsuelo. Acción difícil de llevar a cabo, ya que es necesario seguir abasteciendo de agua potable a la zona metropolitana. Por un lado, es necesaria la reubicación de muchas colonias para disminuir el riesgo permanente de inundación, y por otro, se puede tomar ventaja de la formación del nuevo lago para desarrollar un ecosistema que sirva de reserva ambiental a la zona metropolitana.

La presión poblacional ejerce un peso en el sustrato lacustre. La subsidencia (hundimiento lento) en la zona lacustre es un fenómeno común. Se observa que las mayores zonas de subsidencia se encuentran cerca de los cuerpos de agua así como canales.

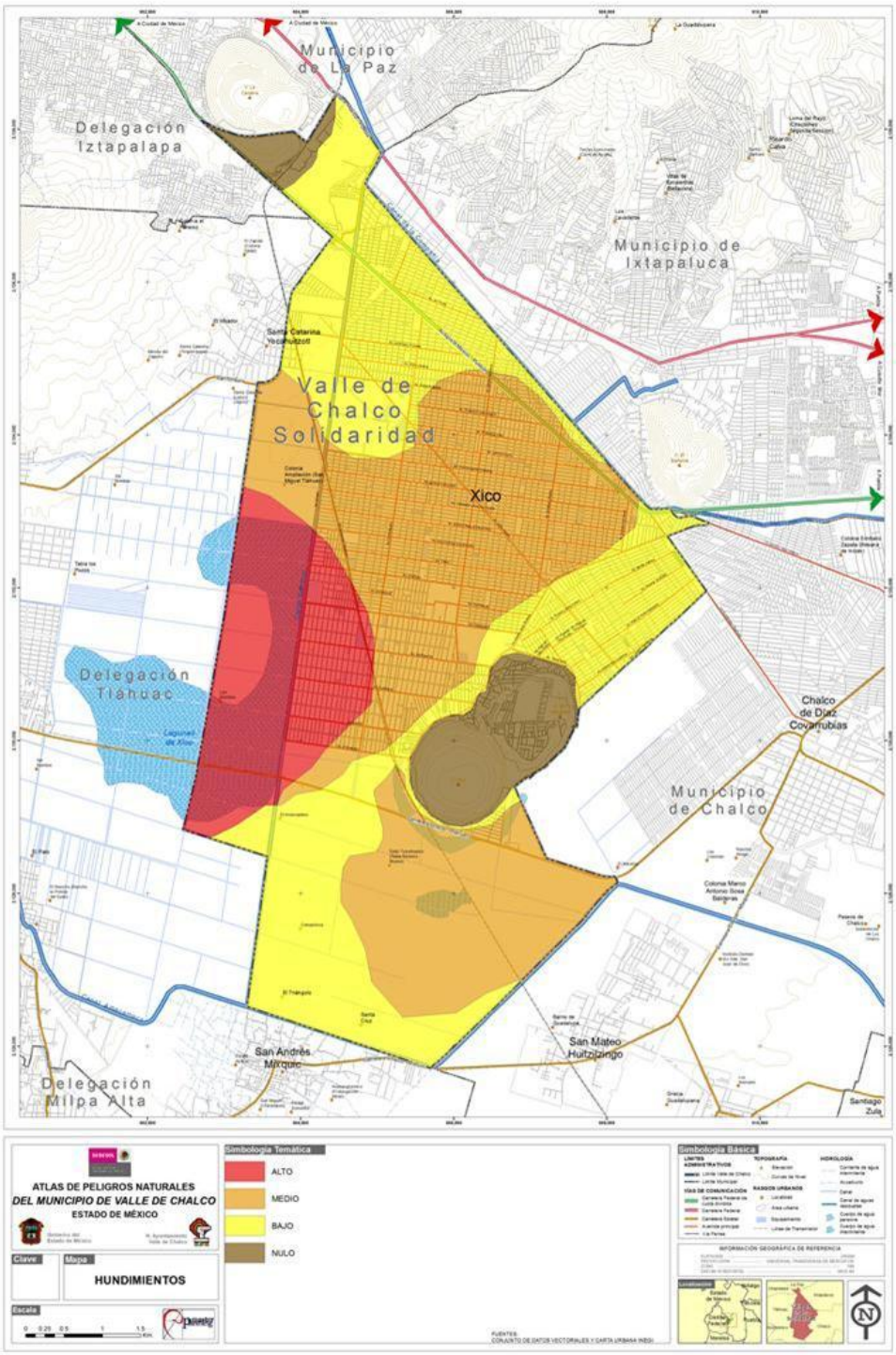
Figura 33. Fotografía en donde se muestra algunas casas cercanas al Canal General. Ejemplo de casas con subsidencia.



Se observa que la ventana se encuentra a 30 cm del pavimento. Al interior de la casa el desnivel excede los 50 cm.

Existen lugares incluso en donde el hundimiento excede los 2 m. Aquí la subsidencia se debe tanto a la extracción de agua subterránea, la presión de las construcciones en la superficie y la lixiviación de las partículas finas cercanas a las zonas en donde todavía se logra infiltrar el agua pluvial o acumulada.

Figura 34. Mapa de Peligros por Hundimientos



5.1.8 Erosión

La erosión es considerada como remoción del suelo por agentes del medio físico, en el ámbito mundial constituye uno de los problemas ambientales más severos, el 80% de la superficie del planeta presenta este fenómeno.

La erosión es la remoción del suelo por la acción de agentes físico, como el agua o el viento, por la cuales las capas superiores y más fértiles dan paso a las pedregosas y áridas. Para el cálculo de ella se utilizó la fórmula universal de pérdida de suelos, con parámetros obtenidos del Manual de Ordenamiento de la SEDUE.

La metodología requiere de la preparación de 6 mapas intermedios que se mencionan a continuación:

1. PECRE: Período de crecimiento: se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo (media anual), se obtiene con el siguiente cálculo:
PECRE = 0.2408 (PREC) - 0.0000372 (PREC)^2 - 33.1019
IALLU = 1.1244 (PECRE) - 14.7875

2. IALLU: Índice de agresividad de la lluvia,

3. CAERO: Coeficiente de erodabilidad: Para la evaluación de la erosión laminar hídrica se elaboró la capa de coeficiente de erodabilidad (CAERO) con base en los valores que se detallan en la tabla siguiente, reclasificando la capa de edafología.

4. CATEX: Calificación de textura y fase: La capa se elabora a partir de la textura y fase de los suelos presentes.

5. CATOP: Calificación de la topografía: Esta capa se elabora en base a una reclasificación del mapa de pendientes.

6. CAUSO: Calificación por uso del suelo: Esta capa se elabora a partir del uso de suelo y vegetación

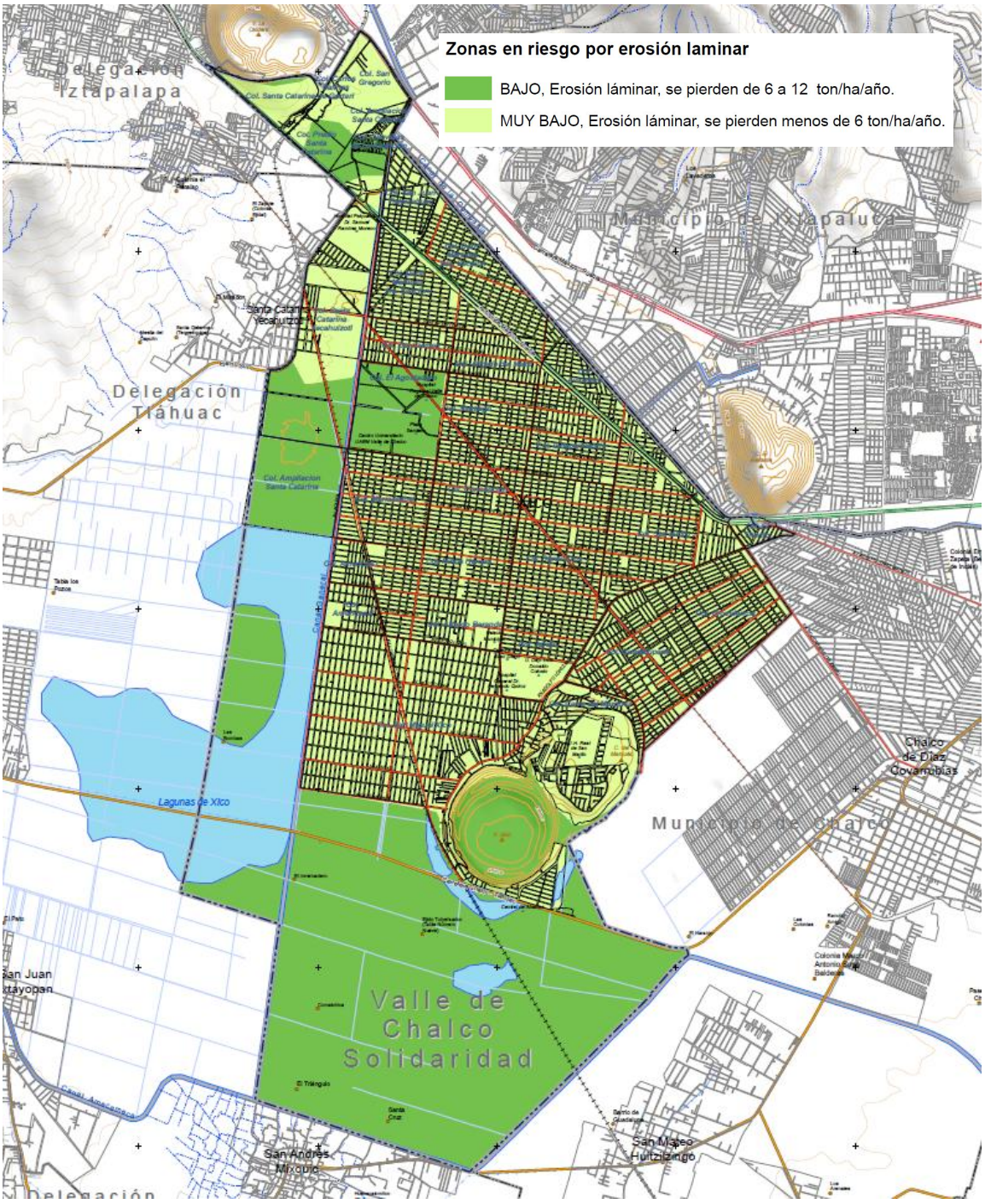
Esta capa da como resultado la erosión hídrica expresada en términos de toneladas por hectárea por año con el siguiente cálculo:

$$Eh = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO$$

Una vez aplicada la fórmula se obtuvo el modelo de erosión laminar del suelo, el cual se observa en la figura siguiente en donde se muestra que en el municipio no se están llevando a cabo procesos de erosión debido a que las condiciones naturales que prevalecen en el municipio principalmente topografía, clima y la vegetación han favorecido a la protección del suelo; a nivel municipal el riesgo de erosión laminar que predomina es muy bajo distribuido de forma uniforme en toda la zona de estudio, como se mencionó debido a que existe vegetación que está protegiendo al suelo y favoreciendo a que no se desarrollen tales procesos, así mismo la precipitación favorece a que la cobertura vegetal incremente. Así mismo, se debe a que el municipio está en un proceso de urbanización constante lo que impide la formación de canales o cárcavas que acarreen material

edáfico y se desarrolle la erosión, las actividades agropecuarias se realizan sobre todo en las zonas planas, por lo que a nivel general se considera que el municipio no presenta riesgo de erosión.

Figura 35. Mapa de Riesgo de erosión laminar del suelo dentro del municipio de Valle de Chalco Solidaridad.



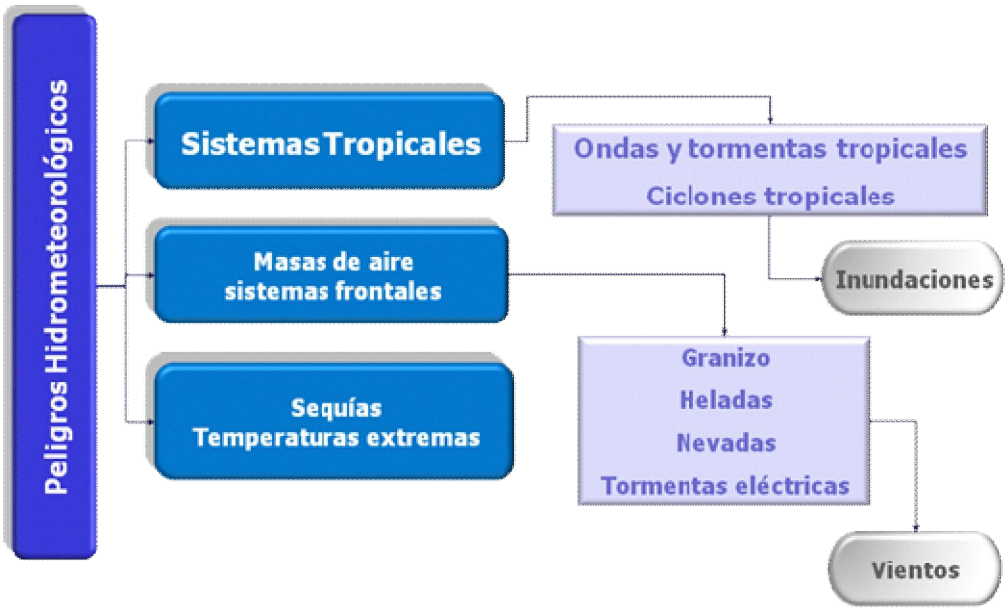
5.2. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico

Los fenómenos hidrometeorológicos, son procesos o fenómenos naturales de tipo atmosférico, hidrológico u oceanográfico que pueden causar lesiones o la pérdida de vidas, daños a la propiedad, la interrupción social y económica o la degradación ambiental, tales como inundaciones, avalanchas de lodo y escombros, ciclones tropicales, marejadas, tormentas y granizo, fuertes lluvias y vientos, fuertes nevadas y otras tormentas severas, sequías, desertificación, incendios forestales, temperaturas extremas, tormentas de arena o polvo, heladas y avalanchas

Estos fenómenos por su frecuencia, magnitud e intensidad física, así como su impacto en la población y la infraestructura, están relacionados con el mayor número de desastres naturales en México. Lo cual ha evidenciado una alta vulnerabilidad de los asentamientos humanos.

Diferentes científicos e investigadores consideran que el incremento en la magnitud e intensidad de las amenazas como huracanes, inundaciones y sequías están asociadas al cambio climático. Los peligos hidrometeorológicos se clasifican como lo muestra el siguiente esquema:

Figura 36. Esquema de peligros hidrometeorológicos



Causas de los peligros hidrometeorológicos

El ciclo del agua, la periodicidad de los vientos, las zonas térmicas y las variaciones de presión son fenómenos que se presentan como parte de la dinámica atmosférica del planeta. El elemento central de estos fenómenos es la precipitación pluvial, la cual se refiere a la forma de agua, sólida o liquida, que cae de la atmósfera y alcanza la superficie de la tierra, a través de lluvia granizo o nieve.

La atmósfera es un sistema de gran complejidad que interactúa con los océanos, el suelo, y todo tipo de vida distribuyendo la energía que recibe del sol a través de numerosos procesos. Cerca de la cuarta parte de la energía del sol que llega a la tierra se encarga de evaporar agua que luego asciende hacia la atmósfera. Al mismo tiempo, la constante atracción de la gravedad provoca un descenso de la humedad atmosférica en forma de nieve o lluvia. La circulación a gran escala de los vientos también juega un papel determinante al mover el calor y trasportar la humedad sobre la superficie de la tierra (Abbott, 1999). Así, la dinámica atmosférica del planeta permite que se lleven a cabo fenómenos como el ciclo del agua, la periodicidad de los vientos, las variaciones de presión barométrica, que combinados a fenómenos como la rotación y traslación de la tierra, o a características como la altitud o el tipo de suelo, determinan los fenómenos hidrometeorológicos de un sitio en particular.

Los peligros hidrometeorológicos se asocian a los fenómenos que se generan en las capas bajas de la atmósfera terrestre, producto de las condiciones de temperatura y humedad que en ella predominan y que tiene una incidencia directa sobre la superficie. Estos fenómenos pasan a ser un peligro para los seres humanos y su patrimonio al momento de romper el balance del ciclo hidrológico en las características topográficas e hidrográficas de las cuencas.

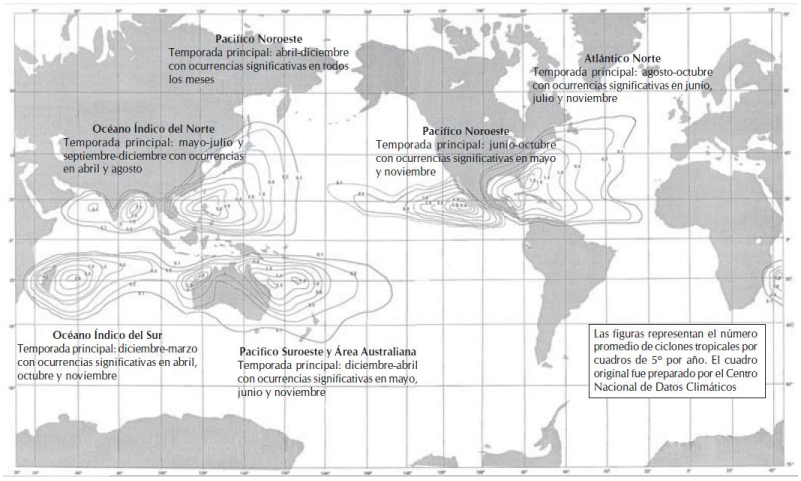
Por ello, a pesar de que la cantidad de agua en el planeta es constante y de que sus procesos (ciclo del agua) permiten transportarla de un lugar a otro, su distribución varía en las diferentes regiones. Por ejemplo, las regiones selváticas presentan lluvias casi todo el año, cuentan con abundante vegetación y suelos con poca infiltración (impermeables) lo que permite la presencia de pantanos, grandes lagunas y ríos de gran caudal; sin embargo, existen regiones desérticas donde la presencia de lluvias es esporádica, hay poca vegetación y los suelos son altamente permeables y por tanto, existe poca presencia de cuerpos de agua.

5.2.1. Ciclones (Huracanes y ondas tropicales)

Un ciclón tropical es un sistema atmosférico cuyo viento circula en dirección ciclónica, esto es, 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. Como su nombre lo indica, el ciclón tropical se origina en las regiones tropicales de nuestro planeta.[1].

[1] CENAPRED; Ciclones Tropicales, 2003.

Figura 37. Presencia de ciclones tropicales en el mundo (las líneas indican el número de ciclones tropicales promedio que se presentan cada año.



Fuente: CENAPRED 2003.

Los efectos de los Huracanes -como se les llama en México-, son los que provocan mayor destrucción en nuestro país, son capaces de causar graves daños a poblaciones costeras y ocasionar pérdidas humanas y económicas difíciles de superar.

Por su ubicación geográfica el municipio de Valle de Chalco no se ve afectado por el impacto de los ciclones tropicales.

5.2.2. 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.

La identificación de este tipo de fenómenos está basada en la información obtenida por las estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional. En el municipio de Valle de Chalco no existe ninguna estación meteorológica, debido a que se ubica en el municipio de Chalco a una distancia menor de 200m.

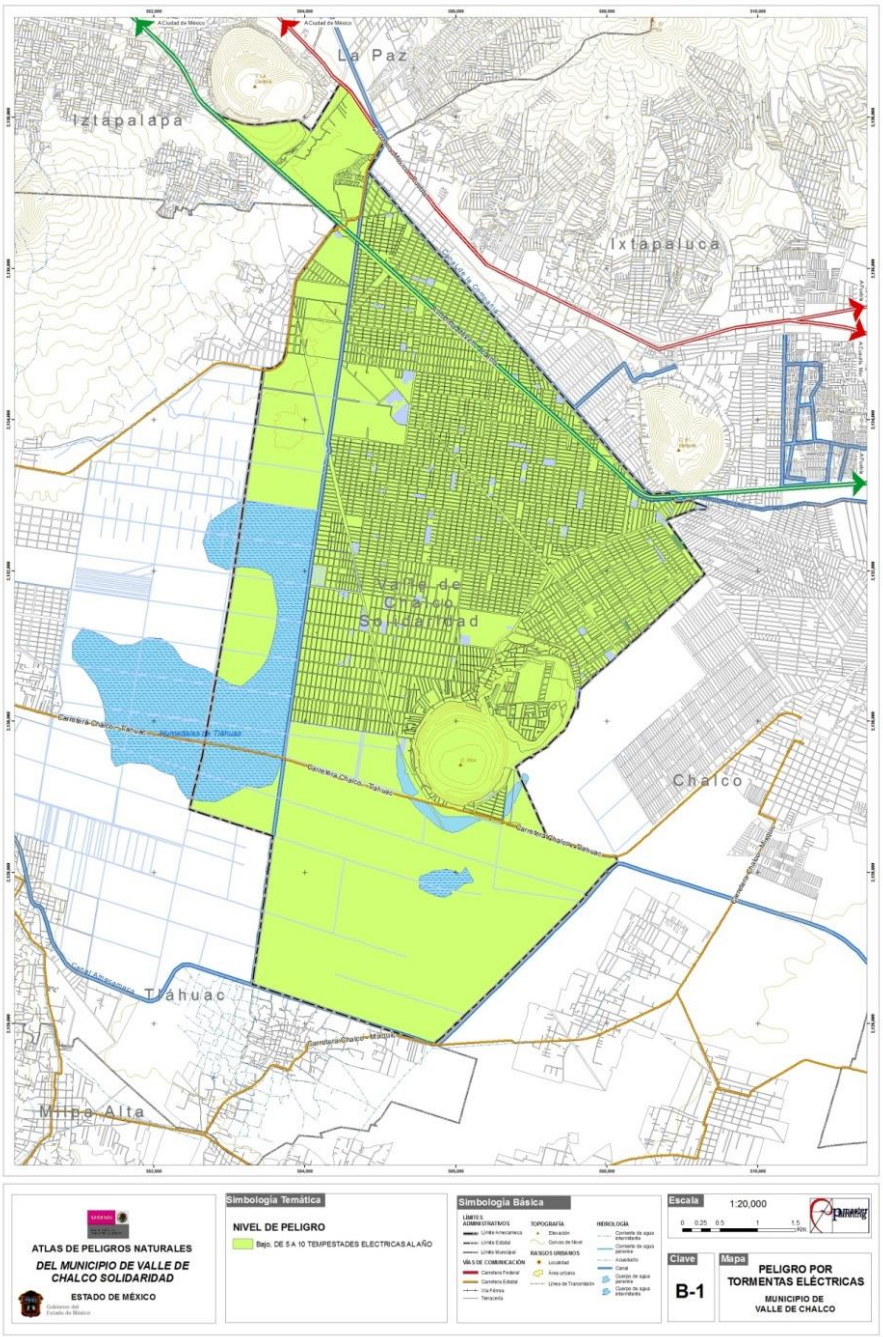
Tabla 15. Estaciones meteorológicas que identificaron tormentas eléctricas.

ESTACION: 00015020 CHALCO -SAN LUCAS- LATITUD: 19°15'30" N. LONGITUD: 098°53'45" W. ALTURA: 2,240.0 MSNM.													
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TORMENTA ELÉCTRICA	0	0.1	0.1	0.2	1.8	1.6	1.8	1.8	0.1	0.6	0.2	0	8.3
AÑOS CON DATOS	39	41	40	37	38	40	40	39	39	39	41	35	

Fuente: Elaboración propia con base en los registros del Servicio Meteorológico Nacional

A su vez, las estimaciones realizadas por el Instituto de Geografía de la UNAM, el municipio alcanza un nivel de bajo peligro por tormentas eléctricas, debido a que según sus registros en la zona no se presentan menos de 10 tormentas eléctricas al año.

Figura 38. Mapa de Peligro por Tormentas Eléctricas



Fuente: Elaboración propia con base en datos del Instituto de Geografía de la UNAM.

5.2.3. Sequías

Una sequía es la carencia de agua en el suelo a consecuencia de la insuficiencia de lluvias y es un periodo prolongado de tiempo seco. Es un proceso que puede tomar uno o más años y afecta las zonas agrícolas (Lundgren, 1973). Existen tres tipos de sequía: meteorológica, agrícola e hidrológica.

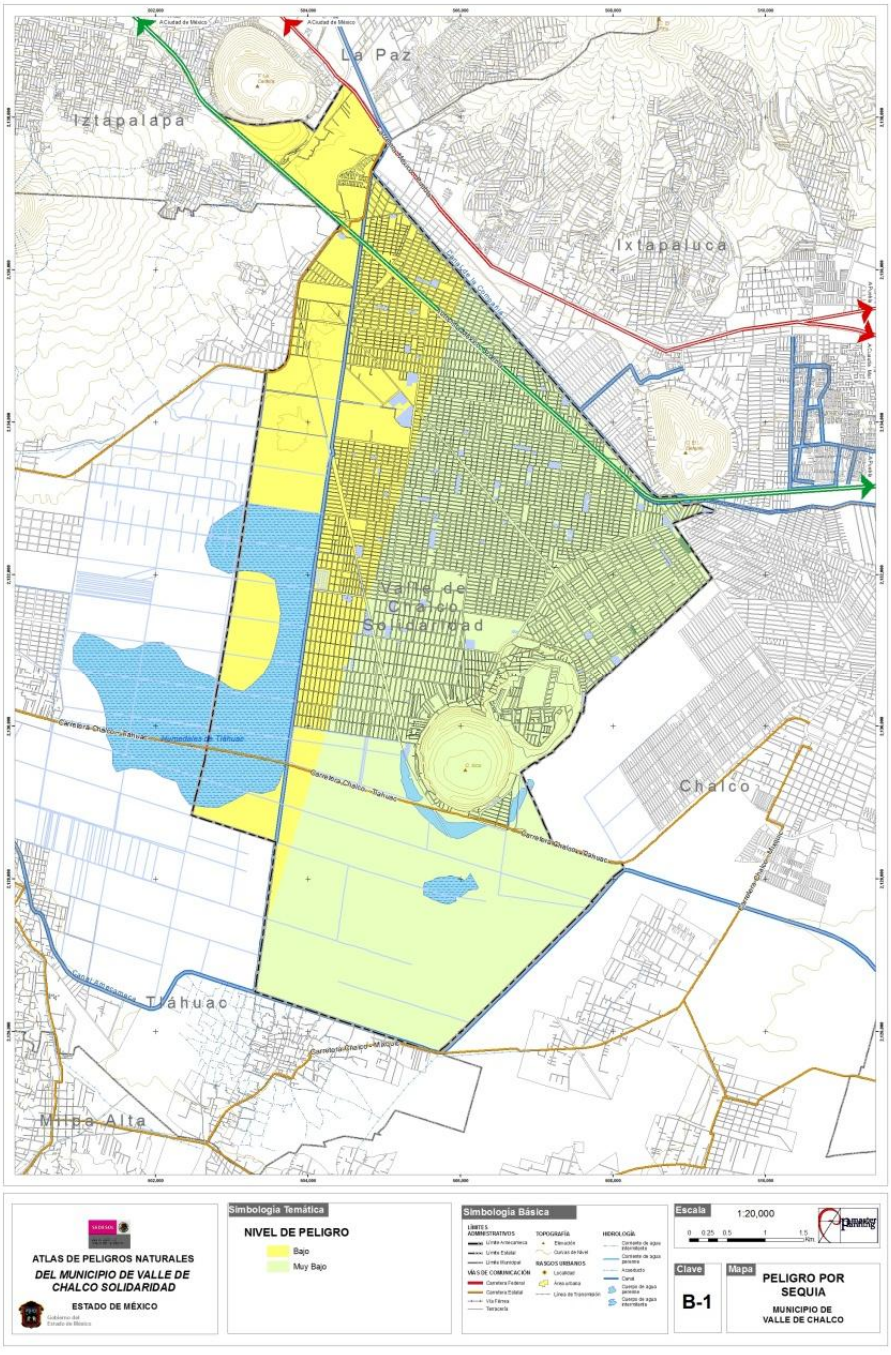
Sequía Meteorológica: Es una expresión de la desviación de la precipitación respecto de la normal en un periodo de tiempo. Estas definiciones dependen de la región considerada, y se basan presumiblemente del conocimiento de la climatología regional.

Sequía Agrícola: Ocurre cuando no existe humedad suficiente en el terreno para un cultivo determinado en un momento particular de tiempo. La sequía agrícola sucede después de la sequía meteorológica.

Sequía Hidrológica: Se refiere a deficiencias en las fuentes de abastecimiento de aguas superficiales y subterráneas. Se mide de acuerdo con los niveles de agua en los ríos, lagos, presas y aguas subterráneas. Se requiere un periodo de tiempo entre el déficit de precipitación y la disminución de agua en los ríos, lagunas, presas, etc. Por lo que este no es el primer indicador de la sequía.

En este atlas se considera el análisis de la sequía meteorológica, identificada en función del déficit de precipitación, expresado en porcentaje respecto a la pluviosidad media anual o estacional de largo periodo y su duración. En la región centro del país a la cual pertenece el Estado de México, existen zonas con fuertes niveles de sequía, el municipio de Valle de Chalco por sus características presenta un nivel bajo de sequía en la zona poniente y muy bajo en la zona oriente del municipio.

Figura 39 . Peligro por Sequía Meteorológica



Fuente: Elaboración propia con base en Mapa de Peligro Sequía Meteorológicas

5.2.4. Temperaturas máximas extremas

El análisis de las temperaturas máximas extremas esta generalmente centrado en el impacto que este fenómeno provoca en las actividades económicas, así como, los efectos que podrían causar en el ser humano. Los últimos años se han observado a nivel mundial tendencias anómalas hacia el aumento de la temperatura, que se relacionan con el cambio climático global.

En el Municipio de Valle de Chalco se presentan temperaturas máxima mensual de 29.3°C, de acuerdo a los registros de más de treinta años, los meses de mayores temperaturas son entre abril y junio, fue el año de 1983 en el que las temperaturas se elevaron hasta alcanzar los 29.3°C. En el caso de la temperatura máxima diaria se alcanzó los 34°C en los meses de mayo y junio, de acuerdo a los registros fue en los años de 1973 y 1969.

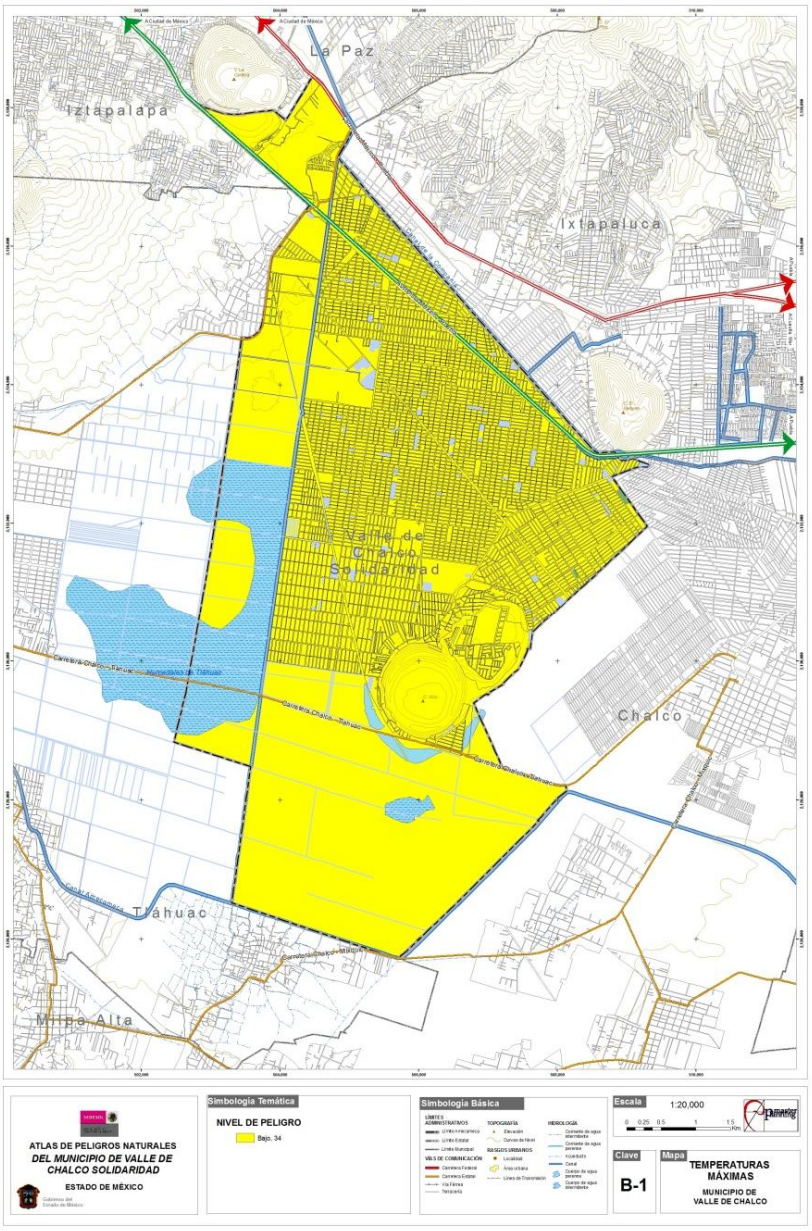
Tabla 16. Temperatura Máxima por estaciones meteorológicas.

ESTACION: 00015020 CHALCO -SAN LUCAS- LATITUD: 19°15'30" N. LONGITUD: 098°53'45" W. ALTURA: 2,240.0 MSNM.													
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	20.6	21.8	24.3	25.9	26	24	23	22.7	22.3	21.9	21.3	21.1	22.9
MAXIMA MENSUAL	23.9	25.1	27.2	29.2	29.3	28.1	24.8	24.9	25.2	24.8	24.4	23.1	
AÑO DE MAXIMA	1974	1973	1973	1982	1983	1983	1997	1974	1972	1972	1972	1972	
MAXIMA DIARIA	29	28	37	32.5	34	34	33	29	28	28	28	27	
FECHA MAXIMA DIARIA	ene-71	may-73	28/1985	27/1978	24/1973	sep-69	21/1996	19/1972	mar-72	abr-73	ene-72	29/1974	
AÑOS CON DATOS	34	37	36	34	35	37	37	37	37	37	35	29	

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

Debido al tipo de clima de la zona que corresponde a los grupos templados subhúmedo con régimen de lluvias de mayo a octubre, las temperaturas máximas extremas no provocan a la población ni a sus bienes daños. De acuerdo con los registros del Instituto de Geografía de la UNAM el municipio de Valle de Chalco se ubica en un nivel de peligro bajo por temperaturas máximas extremas.

Figura 40 . Peligro por Temperaturas Máximas Extremas



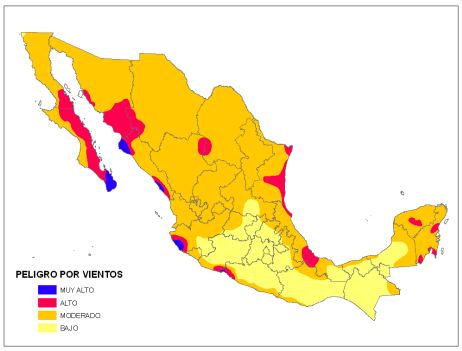
Fuente: Elaboración propia con base en el Instituto de Geografía de la UNAM, Mapa de Peligro por Temperaturas Extremas

5.2.5. Vientos Fuertes

El viento es el aire en movimiento horizontal, originado por el desigual calentamiento de las masas de aire en las diversas regiones de la atmósfera. Los vientos de mayor intensidad en México son los que se producen durante los huracanes; de hecho, la velocidad de viento es precisamente el parámetro con lo que se miden estos fenómenos. Por tanto, las zonas costeras, y en particular las que tienen una más frecuente incidencia de huracanes, son las que están expuestas a un mayor peligro por efecto del viento. Sin embargo, otros fenómenos atmosféricos son capaces de producir fuertes vientos, por lo que aun en el interior del territorio existen zonas con peligro de vientos intensos (CENAPRED, 2001a).

En el siguiente mapa se muestra el nivel de peligro por viento, elaborado por CENAPRED (2001a) con base en datos de la Comisión Federal de Electricidad. De acuerdo a esta zonificación, la República Mexicana está dividida en cuatro zonas de peligro por viento: Muy alto (intervalos de 190 a 220 km/hr), Alto peligro (intervalos de 160 a 190 km/hr), Moderado, (intervalos de 130 a 160 km/hr), Bajo (intervalos de 100 a 130 km/hr), de este modo el Estado de México presenta un nivel de peligro por vientos bajo, de acuerdo a esta información el municipio de Valle de Chalco ocupa el mismo nivel de peligro.

Figura 41 . Zonificación de velocidades máximas de viento en la República Mexicana



Fuente: Elaboración con base en CENAPRED, 2001.

Los vientos regionales dominantes se presentan por el norte, y tiene una actividad importante entre los meses de mayo a junio y de septiembre a octubre, según los registros históricos de 1940 a 1980 del Instituto de Geografía de la UNAM, durante este periodo las velocidades de los vientos alcanzan hasta 6m/s.

Los vientos del poniente son menos frecuentes en la zona, el periodo en que se presentan va de febrero a abril, sus velocidades alcanzan hasta 4 m/s, por último los vientos con dirección sur, alcanzan velocidades bajas menores a 2 m/s. El porcentaje de calmas es menor al 5%. El viento es un fenómeno que no pone en riesgo a la población de Valle de Chalco, esporádicamente ha provocado daños y afectación de techos y paredes de viviendas construidas con materiales poco estables.

5.2.6. 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.

Las inundaciones ocurren cuando el suelo y la vegetación no pueden absorber toda el agua que llega al lugar y escurre sobre el terreno muy lentamente; 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.

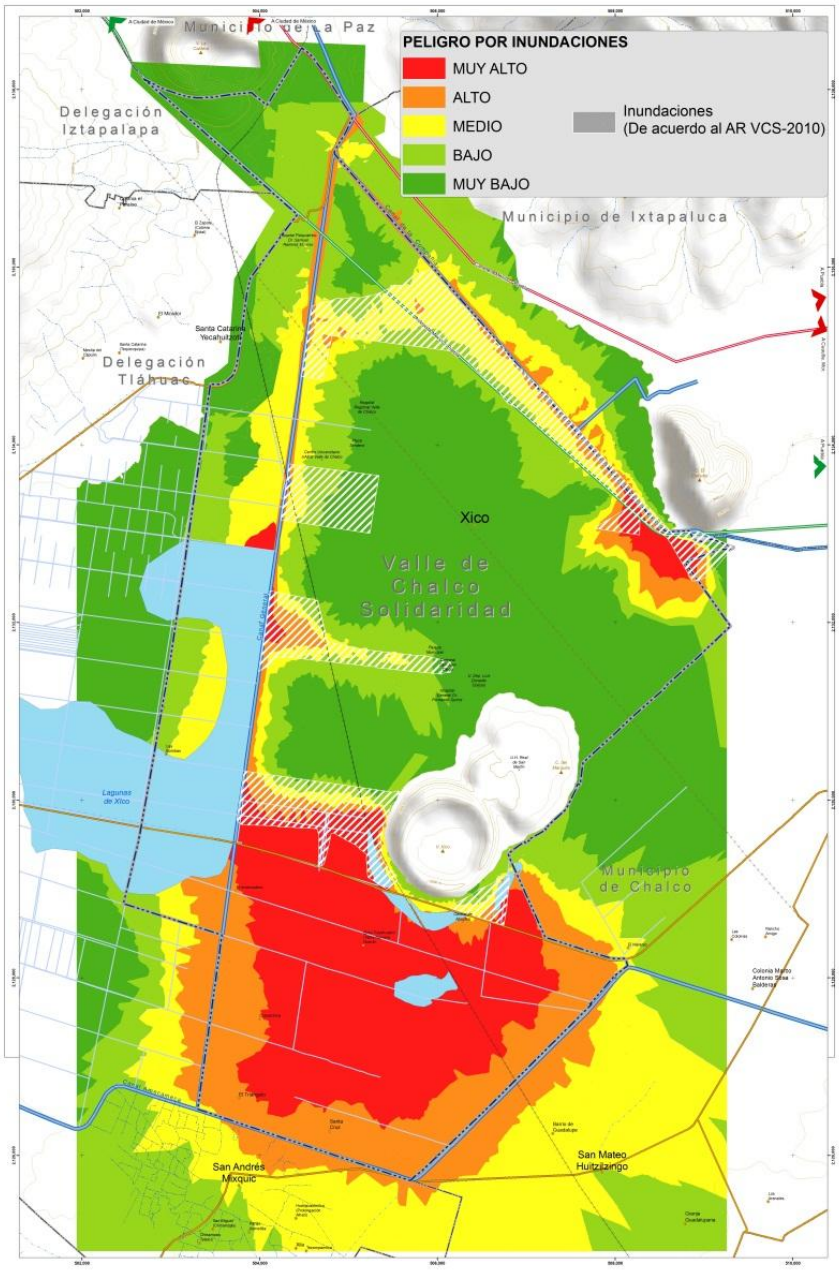
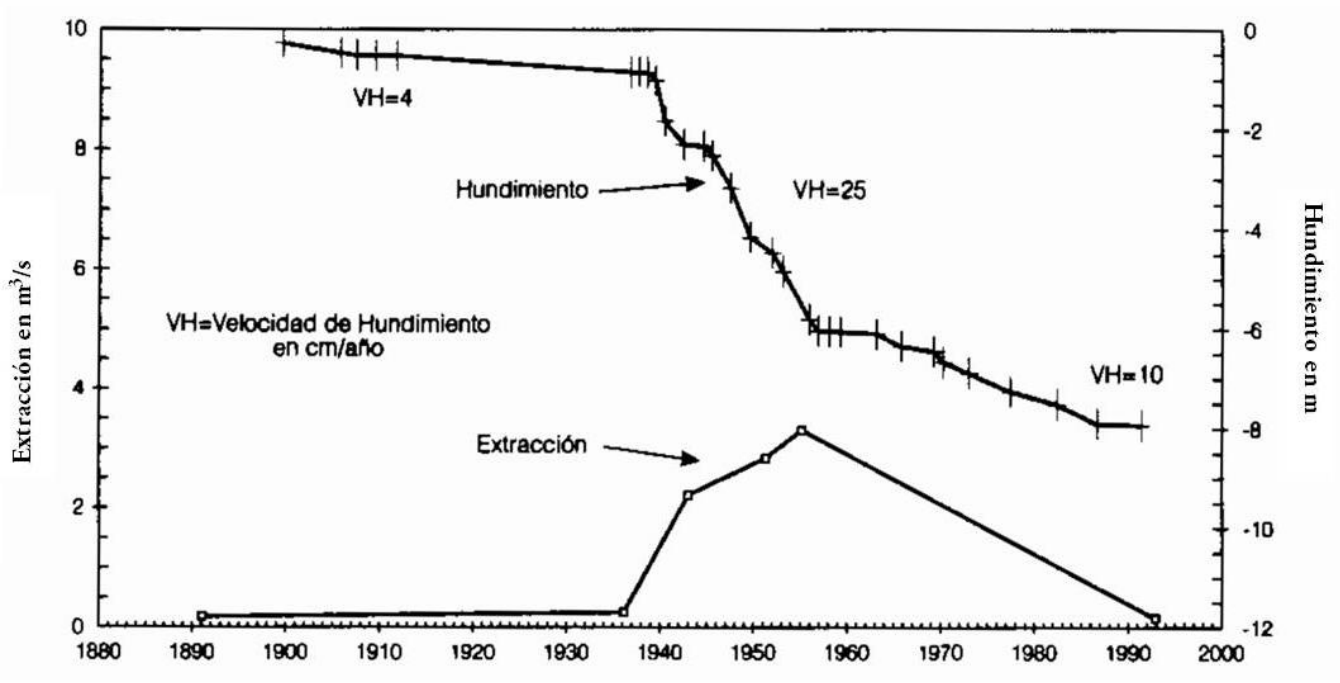


Figura 42. Mapa de peligro por inundaciones en Valle de Chalco.

Figura 43. Hundimiento en la Ciudad de México (equiparable al de Valle de Chalco)*, factor que agrava el peligro de inundaciones.



Fuente: Lesser Llades JM, Cortés Pérez MA, El hundimiento del terreno en la ciudad de México y sus implicaciones en el sistema de drenaje. Ing hidráulica Vol XIII sept-dic 1998. * Equiparado al la ciudad de México, según mapa de isolíneas de Lesser Llades JM.

Para el estudio de las inundaciones en Valle de Chalco 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 canales y ríos, las formas y longitudes de los cauces, el tipo de suelo, la pendiente del terreno y las elevaciones de los bordos de los ríos. Y de manera especial el fenómeno de hundimiento diferencial del valle de Chalco, ya que debido a este fenómeno el 'espejo' de agua (Nivel de Aguas Máximo Ordinario NAMO) del Canal de la Compañía queda en promedio, 6 metros por arriba[2] del nivel del municipio.

La totalidad del municipio de Valle de Chalco Solidaridad está expuesto a una inundación generalizada a causa del hundimiento que se produce por la sobre explotación del manto acuífero del Valle de México y, en especial de la zona oriente del mismo. El hundimiento ha generado que el municipio se encuentre ahora varios metros por debajo del nivel de aguas máximo ordinario (NAMO) tanto del canal de la Compañía como del Canal General.

[2] Fuente: Verificación en campo de diferenciales altimétricos del canal en relación con el resto del municipio.

Figura 44. Valle de Chalco 6m por debajo del NAME de canales circundantes



Las inundaciones que se presentan en el municipio de Valle de Chalco, son de origen pluvio-fluvial, ya que al desbordarse ríos que están en las cercanías de municipio y los que lo atraviesan (Canales: General, Ameca y De La Compañía) generan un flujo de agua constante que satura casi inmediatamente el sistema de drenaje del área urbana y genera grandes anegaciones, encharcamientos y finalmente inundaciones que llegan a cubrir los primeros pisos de las casas cercanas a dichos canales y cercanas a los lagos que circundan el área urbana del municipio. Para un entendimiento más detallado y obtener un producto certero y adecuado a las necesidades de planeación del municipio, las inundaciones en el municipio, de acuerdo a su impacto en el sistema afectable (peligrosidad), se dividieron en dos:

- De desplazamiento vertical
- Repentinas

Inundaciones Repentinas (Avenidas o corrientes)

Se presenta en las zonas de pendientes pronunciadas y en los cauces de los canales 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 (puede estar lloviendo en la sierra o cuenca arriba al norte del municipio. Ver página 24).

Figura 45. Imágenes del rompimiento en Canal La Compañía 2010



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. Ésta podría originar la inundación repentina cuando el nivel de agua del río se excede en las elevaciones de las márgenes de su cauce. En el caso de Valle de Chalco el efecto se circunscribe al interior del cauce de los canales y al eventual punto de ruptura de estos (ver Figura 45). 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. Como se mencionó anteriormente, este tipo de inundaciones con alto poder de arrastre se presentan dentro de los canales del municipio o –en caso de haber rupturas en las márgenes de los canales- en las zonas cercanas a las rupturas de los canales.

Inundaciones de Desplazamiento Vertical

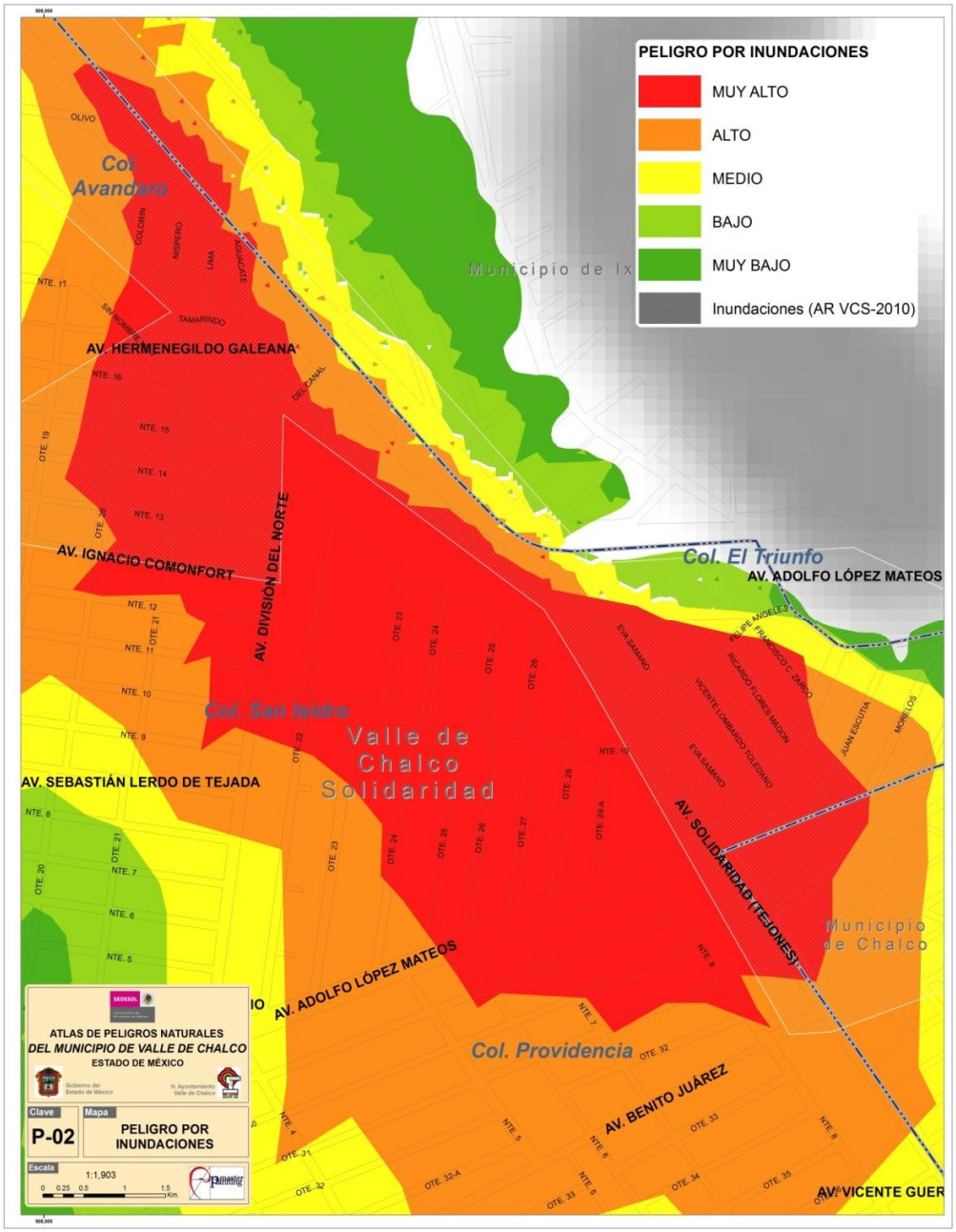
Se presentan en las zonas más planas y de menos pendiente del municipio, es decir éstas son las que generan la gran parte de los daños que se suceden en Valle de Chalco como se aprecia en la Figura 42; el agua se estanca (por los cauces azolvados o por la ruptura de canales) y aumenta su nivel, generalmente se desarrollan lentamente, en horas o incluso a lo largo de varios días. Aunque no se puede descartar un aumento rápido del nivel del agua (sin que ello represente flujos o fuertes corrientes). Es decir, cuando una película de agua cubre gradualmente una zona del terreno durante un cierto tiempo se forma una inundación vertical.

Figura 46. Zona inundable en las Colonias El Triunfo y San Isidro (Autopista México-Puebla y Canal de La Compañía)



Efectos de ésta son 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. Más adelante se ilustran las zonas que tienen mayor peligro ante estos eventos y se describe la vulnerabilidad y riesgo que pueden llegar a tener dichas zonas

Figura 47. Zona con mayor peligro de inundaciones al noreste del municipio



En la Figura 47 se aprecia la zona inundable que en el Atlas de Riesgos (PC-HCB Valle de Chalco 2010) actual del municipio son mencionadas como parte de las afectaciones del canal de la Compañía y el canal General (en hatchure blanco diagonal). Mientras que las zonas de peligro se obtuvieron por la interpolación de los valores máximos de inundación registrados en información hemerográfica y verificado con levantamiento en campo.

Las colonias que tienen estas afectaciones son : El Triunfo de Av. Benito Juárez hasta carretera Puebla, San Isidro desde Ignacio Comonfort hasta Av.Tamarindo , Avándaro desde nte.33 hasta calle Uva, María Isabel desde Av. Hermenegildo Galeana hasta norte 6, Del Carmen desde norte 20 hasta Av. Acapol y la Darío Martínez desde Av. José Guadalupe Posadas hasta Francisco.

Por la frecuencia con la que han sucedido eventos y ante la marginación media y alta vulnerabilidad por carencia de obras de infraestructura que impidan con éxito el desborde o colapso del canal de La Compañía, esta zona se estima como de alto riesgo, coincidiendo con el mapa de peligros P-02 (Figura 47).

Figura 48. Peligro de inundaciones al norte del municipio (a lo largo del Canal de la Compañía)

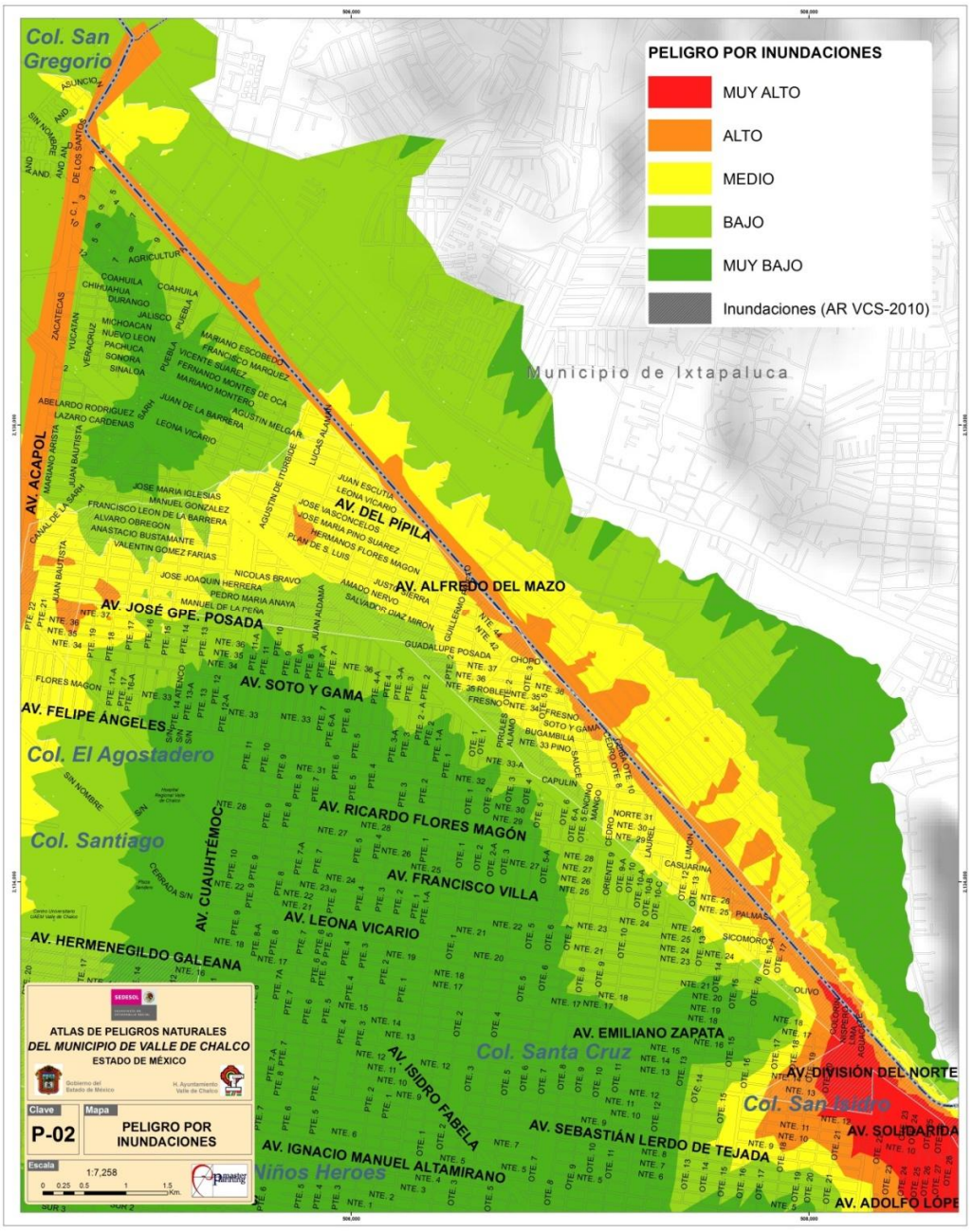


Figura 49. Canal de La Compañía. Col. Avándaro,



Al norte del municipio y en paralelo al canal de La Compañía en la colonias El Triunfo, Avándaro, María Isabel, Del Carmen y la Darío Martínez se presenta un peligro de muy alto a alto en las cercanías del mencionado canal (Figura 46), con zonas de peligro extensivo a través de los pequeños escurrimientos y micro depresiones que se sitúan en las cercanías del margen del canal. La zona que se define como de peligro alto y muy alto, por su cercanía con el canal, también tiene la misma calificación de riesgo, mientras que en la zona de peligro medio y bajo, el riesgo se considera como medio.

Figura 50. Zona inundable en las colonias: El Triunfo, Avándaro, María Isabel, Del Carmen y la Darío Martínez (Elaboración propia con datos del AR Valle de Chalco 2010).



Figura 51. Zona inundable en la colonia Américas (Xico 3ª y 4ª sección) desde la calle de Acapol hasta Tezozómoc (Elaboración propia con datos del AR Valle de Chalco 2010).

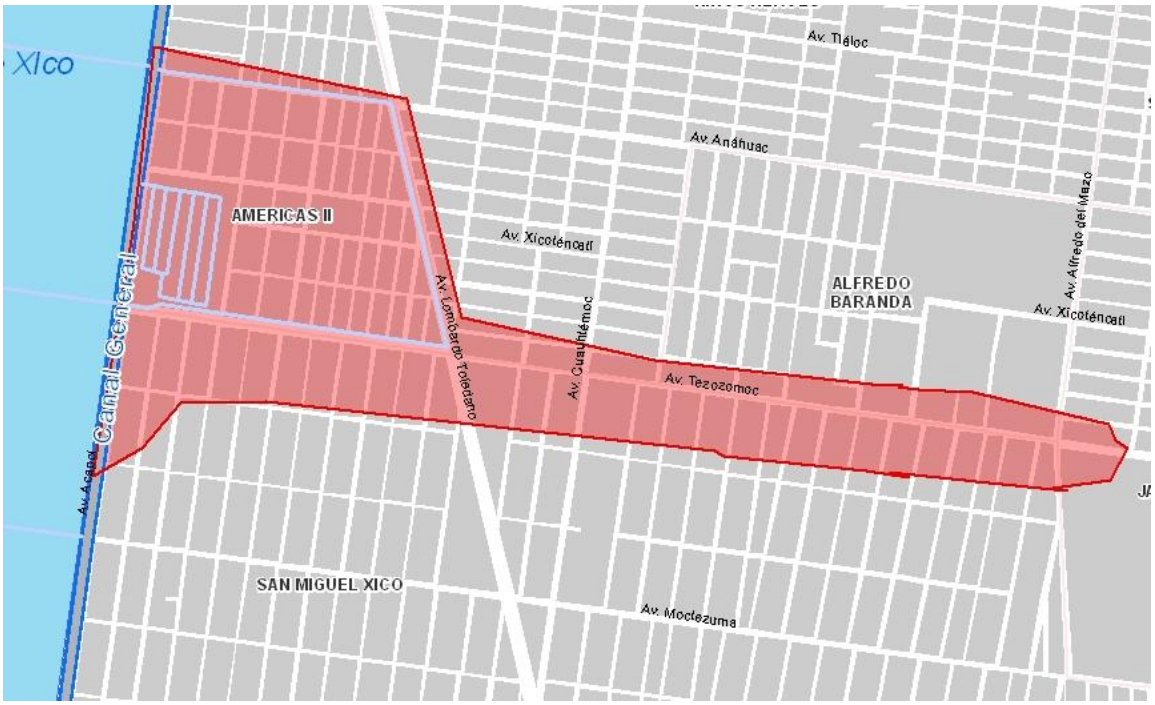


Figura 52. Vista del Canal general desde calle Acapol (Col Niños Héroes).



Al poniente del municipio el canal general es bombeado para elevar sus aguas hasta alcanzar el nivel del Canal de la Compañía. A lo largo de su trayecto y bordeando el oeste de Valle de Chalco, este canal ha desbordado en algunas ocasiones, generando inundaciones en las colonias María Isabel, Niños Héroes, norte de la San Miguel Xico y Américas, como se puede observar en el mapa de la Figura 53.

Figura 53. Zona inundable en las colonias:, María Isabel, Américas I y II

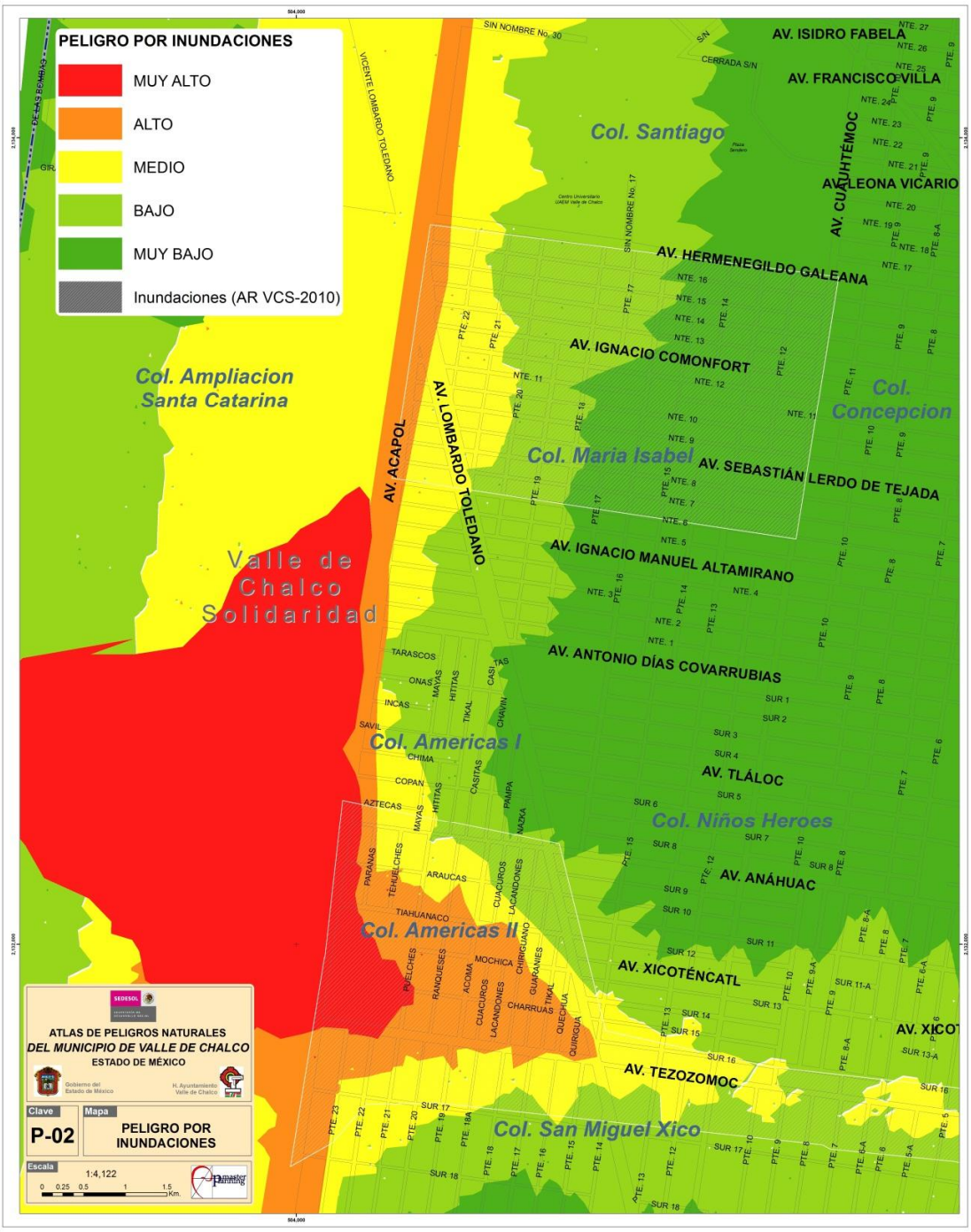


Figura 54. Zona inundable en la colonia San Miguel Xico (Xico I), desde Axayácatl hasta Chimalpain (Elaboración propia con datos del AR Valle de Chalco 2010).

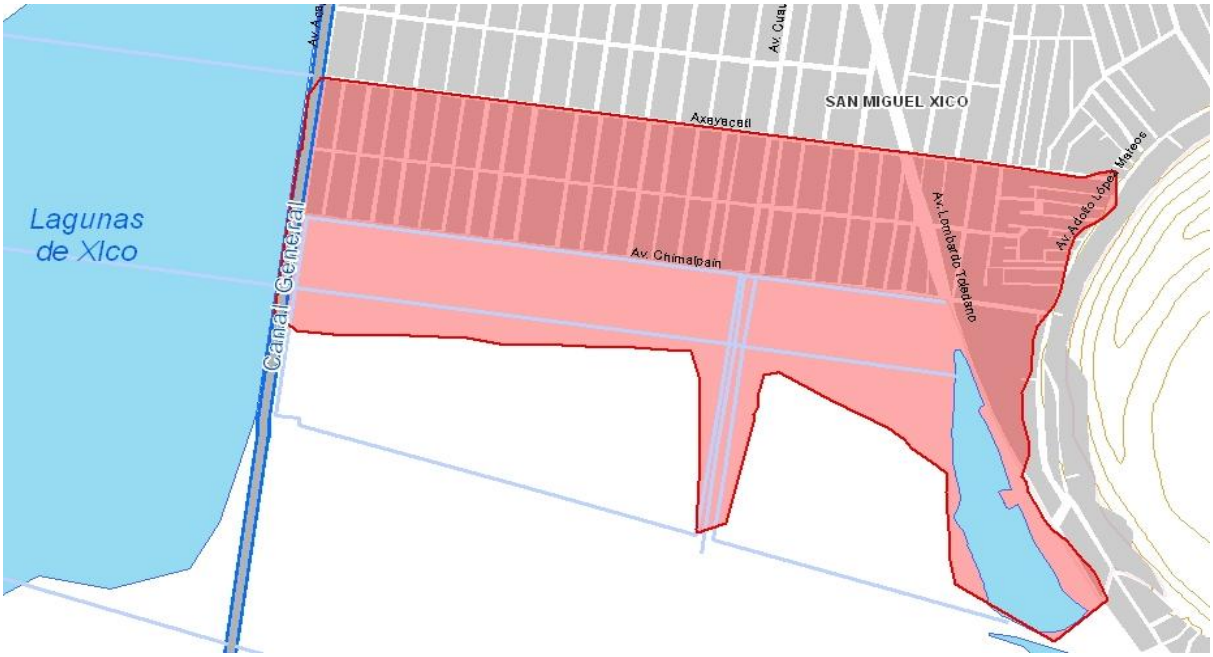


Figura 55. Vista Satelital de la zona inundable en la colonia San Miguel Xico (Xico I), desde Axayácatl hasta Chimalpain (Elaboración propia con datos del AR Valle de Chalco 2010).

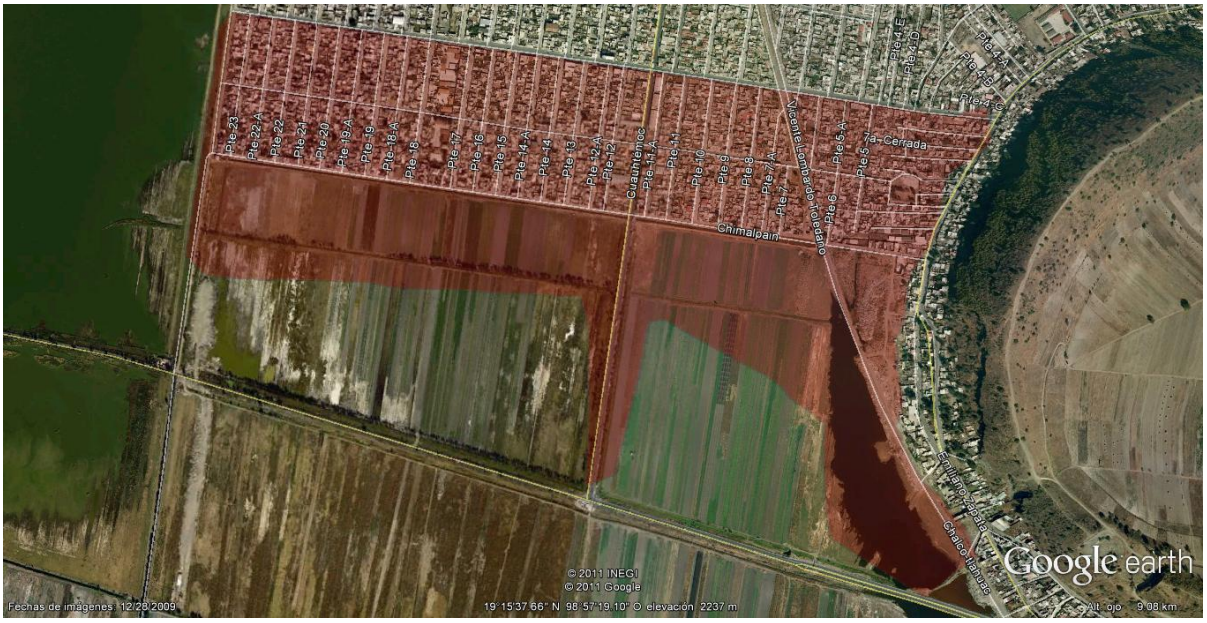


Figura 56. Modelado de peligro por zona inundable en la colonia San Miguel Xico.

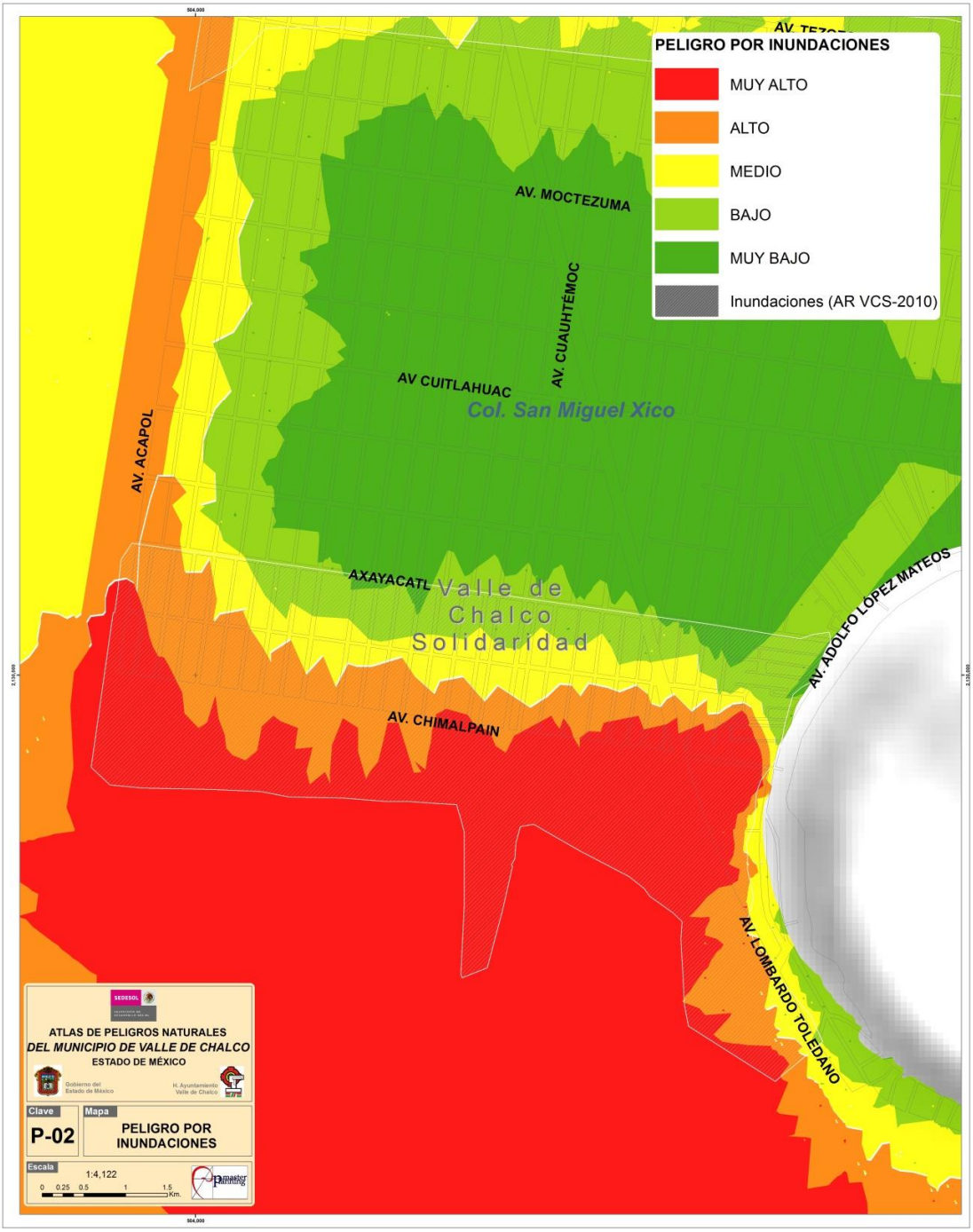
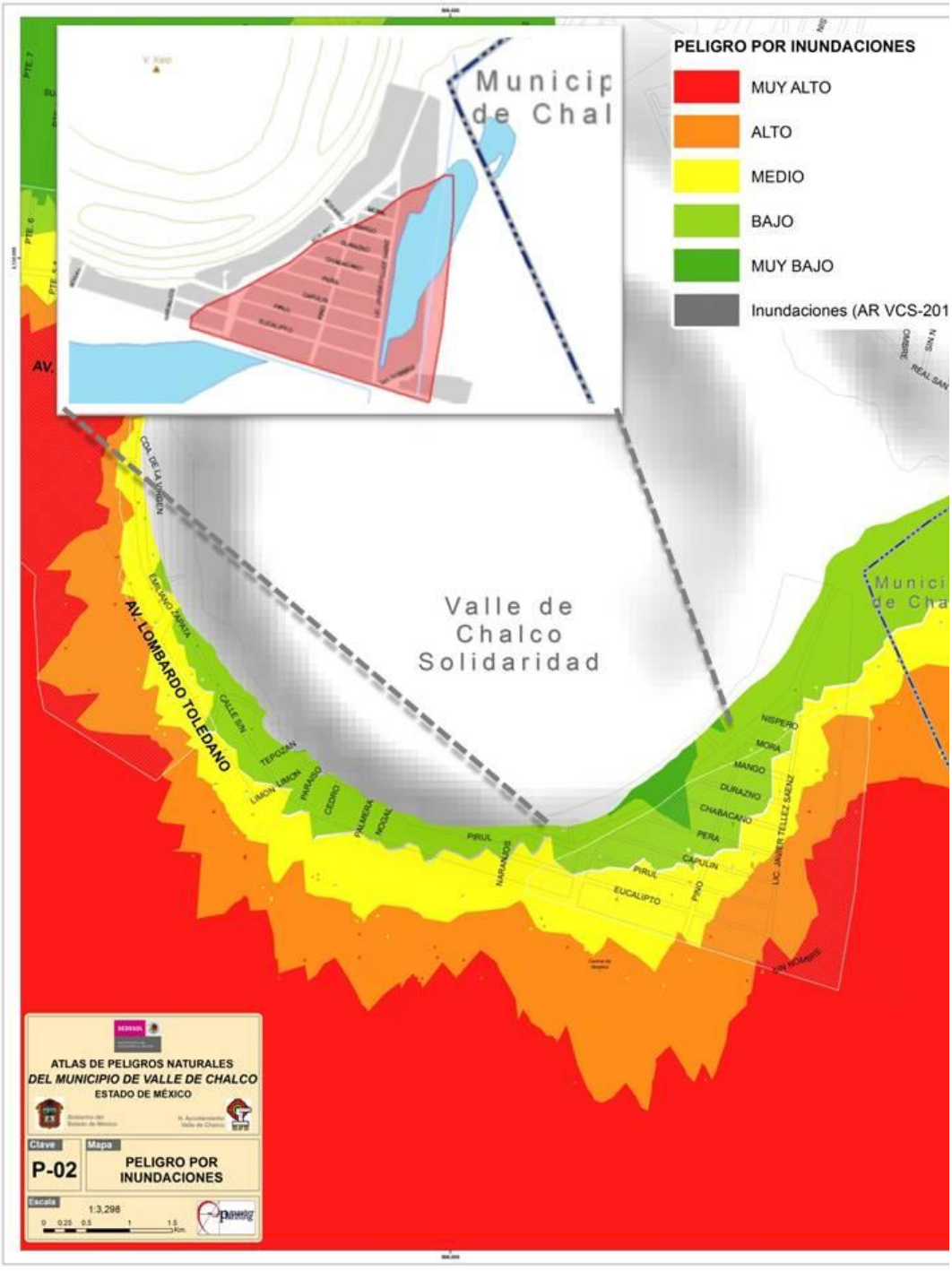


Figura 57. Zona inundable en la colonia Xico la Laguna, desde carretera Chalco Tláhuac hasta Téllez Sáenz (Elaboración propia con datos del AR Valle de Chalco 2010).



Para una prevención de cualquier tipo de desastre por inundaciones y reducir el riesgo ante este fenómeno, se deben de tomar en cuenta todos los agravantes que se han mencionado a lo largo de este capítulo, que van desde las precipitaciones extraordinarias en las partes altas de la cuenca de los escurrimientos que derivan en Valle de Chalco (), los procesos de hundimiento que hacen que la superficie del territorio municipal esté cada vez más expuesta un 'retomo' de posiciones por parte de los sistemas lacustres del Valle de Chalco y en especial la dependencia del municipio a una infraestructura hidráulica que sea capaz de paliar los problemas relacionados con hundimientos y lluvias extraordinarias

Figura 58. Autopista inundada en Valle de Chalco



Por tanto, se concluye que todo el municipio tiene un alto riesgo ante la eventualidad de una inundación el municipio; éste depende en su totalidad de los sistemas hidráulicos que eviten un colapso y reingreso del acuífero a su antiguo lecho; ante este panorama el municipio podría verse inundado en mas del 90% de su territorio con tirantes hasta de 6 metros de altura. La zona del municipio que estaría exenta de sufrir dicha inundación extraordinaria es la que se identificó como de peligro muy bajo y que se halla por arriba de la cota de altitud 2,240 msnm.

5.2.7. Masas de aire (granizadas, heladas, y nevadas)

Cuando el aire posee propiedades físicas similares en una gran extensión, se llama masa de aire, se producen en los continentes o sobre los océanos, en regiones donde el aire adquiere las características físicas de la zona latitudinal de ubicación. Las regiones de contraste de temperatura, humedad, presión, viento y energía potencial que se ubican entre dos masas de aire se llaman frentes o sistemas frontales.

Este fenómeno provoca precipitaciones de importancia sobre todo en la región norte de la República Mexicana, por el desplazamiento de masas y frentes de aire fríos que provienen de las zonas polares, que forman las llamadas tormentas de invierno.

Dicho fenómeno no se presenta con alta intensidad en Valle de Chalco. Para los fines del presente estudio, las masas de aire y sistemas frontales se clasifican de la siguiente manera: granizadas, heladas y nevadas.

5.2.6.1 Granizadas

El granizo es la precipitación de agua en estado sólido, en forma de granos de hielo de diversos tamaños que afectan a la población, regiones agrícolas y zonas ganaderas. En las áreas de asentamientos humanos afectan principalmente a las viviendas, construcciones y áreas verdes. En ocasiones, el granizo se acumula en cantidad suficiente dentro del drenaje para obstruir el paso del agua y generan inundaciones durante algunas horas.

Con base en la información de la estaciones meteorológica de San Lucas ubicada en Chalco, se obtienen los datos que reportan tiempos de duración de fracción de días con granizo acumulados por mes y año, plasmado en número de días con granizo, esta información es útil para realizar la distribución espacial y temporal de zonas de frecuencias de estos eventos. En Valle de Chalco durante el último año registrado por el Meteorológico Nacional se ha presentado seis fragmentos de días de lluvia con granizo.

Tabla 17. Granizadas en el Municipio de Valle de Chalco por estación Meteorológica

ESTACION: 00015020 CHALCO -SAN LUCAS- LATITUD: 19°15'30" N. LONGITUD: 098°53'45" W. ALTURA: 2,240.0 MSNM.													
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
GRANIZO	0	0	0	0	0.2	0.3	0.3	0.4	0.1	0.1	0	0	1.4
AÑOS CON DATOS	39	41	40	37	38	40	40	39	39	39	41	35	

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

De acuerdo con el Instituto de Geografía de la UNAM, el nivel de peligro por granizo en la zona es alto, pues coincide con el Servicio Meteorológico Nacional y estima una presencia de más de ocho días con granizo en la zona.

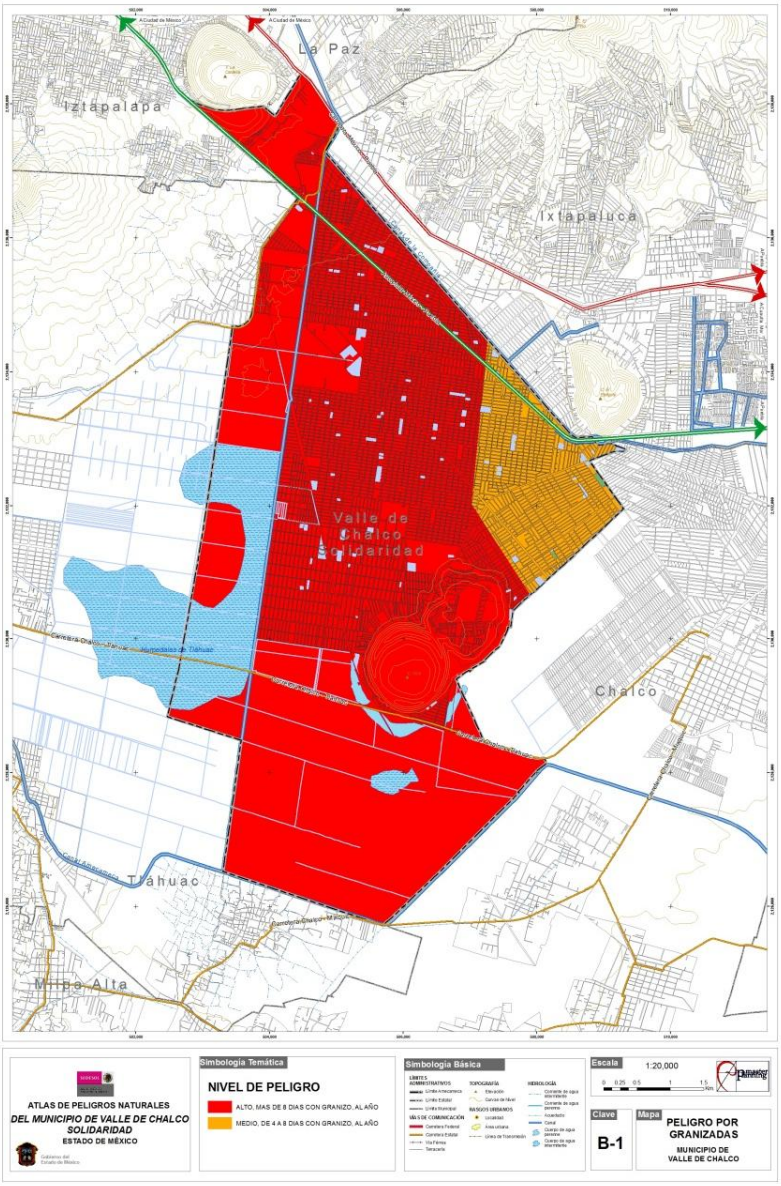
De acuerdo a la información encontrada en el municipio de Valle de Chalco se han experimentado recientemente daños provocados por granizadas, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 18. Granizadas en el Municipio de Valle de Chalco

FECHA	DAÑOS	UBICACIÓN	FUENTE
17/Abril/2011	En el cruce de Solidaridad y López Mateos, municipio de Valle de Chalco, el granizo superó 40 centímetros. La granizada ocurrió en Texcoco, Valle de Chalco, Chalco, Ixtapaluca y Nezahualcóyotl.	Valle de Chalco	Imagen radio
16/Abril/2011	En Valle de Chalco se reportaron encharcamientos a la altura del kilómetro 28 de la autopista México-Puebla y en las avenidas Solidaridad y López Mateos, así como unas 40 viviendas inundadas, con tirantes de 30 centímetros, en las colonias San Isidro y Avándaro, además de que en los carriles laterales de la autopista México-Puebla se formaron "lagunas" de hasta 200 metros de longitud, con 15 centímetros de altura del agua.	Valle de Chalco	El Universal

Fuente: Elaboración propia con base en investigación hemerográfica.

Figura 59. Nivel de Peligro por Granizadas



Fuente: Elaboración propia con base Mapa de Peligro por Granizadas IG UNAM.

5.2.6.2. Heladas y Nevadas

Una helada es un evento de origen meteorológico que ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0^{O} centígrados o menos, durante un tiempo mayor a cuatro horas.

Las nevadas se forman con cristales de hielo cuando la temperatura del aire es menor al punto de congelación y el vapor de agua que contiene pasa directamente al estado sólido. Para que ocurra una tormenta de nieve es necesario que se unan varios de los cristales de hielo hasta un tamaño tal que su peso sea superior al empuje de las corrientes de aire. Eventualmente pueden formarse nevadas en el altiplano de México por la influencia de las corrientes frías provenientes del norte del país. La nieve que cubre el suelo al derretirse forma corrientes de agua que fluyen o se infiltran para recargar mantos acuíferos.

En las zonas urbanas los efectos negativos de las nevadas se manifiestan de distintas maneras: apagones y taponamiento de drenajes; por los daños a estructuras endebles y derrumbes de techos. Pueden causar decesos en la población que no tiene la protección adecuada contra el frío, especialmente indigentes o personas de bajos recursos económicos.

El peligro de la helada depende de la disminución de la temperatura del aire y de la resistencia de los seres vivos a ella (Matías, et al., 2001). El periodo de heladas para el municipio de Valle de Chalco es del mes de noviembre a marzo. Este tipo de fenómenos se presentan con una frecuencia baja en el municipio.

De acuerdo con el registro histórico del Instituto de Geografía de la UNAM en el periodo de 1941 a 1980 el municipio de Valle de Chalco presenta una zona con bajo de peligro de heladas y nevadas pues se identifica una presencia de este fenómeno menor de 25 heladas o nevadas por año.

Tabla 19. Datos históricos de temperaturas

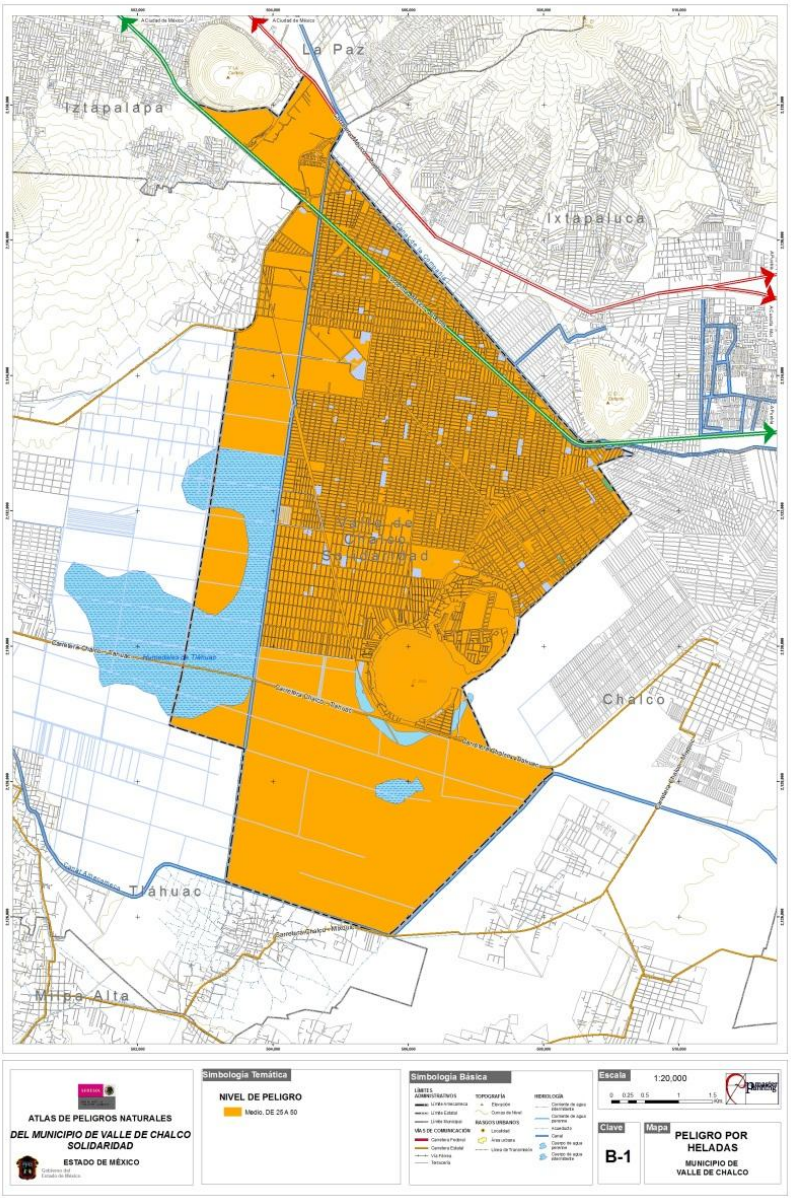
ESTACION: 00015020 CHALCO -SAN LUCAS- LATITUD: 19°15'30" N. LONGITUD: 098°53'45" W. ALTURA: 2,240.0 MSNM.													
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	1.5	3.2	5.9	7.7	8.9	9.9	9.4	9.1	9	6.7	3.6	1.7	6.4
MINIMA MENSUAL	-2.6	-3.7	0.5	5	6.4	7.2	7	6.7	6.8	2.4	-0.3	-2	
AÑO DE MINIMA	1974	1973	1983	1986	1985	1982	2006	1976	2009	1987	1981	1973	
MINIMA DIARIA	-10	-10	-4	-4	0	2.5	4	2	-1.5	-4	-7	-8	
FECHA MINIMA DIARIA	oct-73	19/1973	17/1974	jul-74	ago-86	14/1979	nov-06	16/1976	30/1979	25/1999	23/2002	feb-73	
AÑ0S CON DATOS	34	37	36	34	35	37	37	37	37	37	35	29	

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

Temperatura Mínima en °C.

En Valle de Chalco, en 1973 fue considerado como uno de los más fríos durante las últimas tres décadas, se observaron temperaturas mínimas de -2°C, este descenso en la temperatura provocaron heladas leves en la zona.

Figura 60. Nivel de Peligro por Heladas y Nevadas

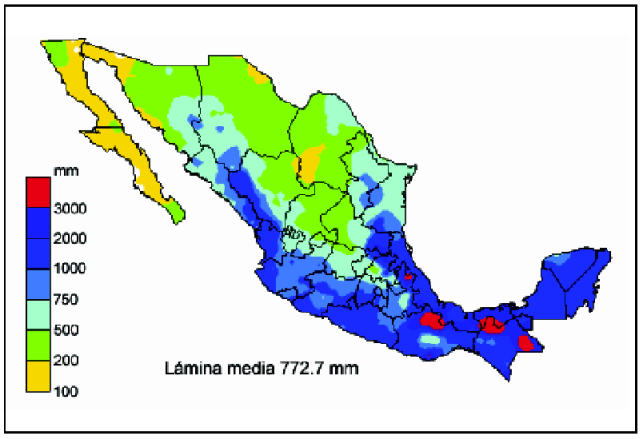


Fuente: Elaboración propia con base en el Instituto de Geografía de la UNAM, Mapa de Peligro por Heladas y Nevadas.

5.2.8. Lluvias

Cuando el sol calienta el agua superficial de los océanos, lagos y lagunas, evapora parte del agua contenida en ellos, y este vapor se eleva hacia la atmósfera. El vapor de agua al condensarse en las capas altas y frías de la atmósfera, se transforma en nubes que se presentan en diversas formas: cúmulos, cirros, estratos y nimbos. En las nubes las pequeñas gotas formadas se juntan y crecen hasta que se vuelven demasiado pesadas y regresan a la tierra como precipitación (CENAPRED, 2004b).

Figura 61. Zonificación de la precipitación media anual nacional.



Fuente: CENAPRED, 2001:106

La precipitación puede manifestarse como lluvia, llovizna, nieve, granizo o cellisca. La lluvia consiste de gotas de agua líquida con diámetro mayor a 0.5 mm. La llovizna está formada con gotas más pequeñas, de 0.25 mm o menos, que caen lentamente, por lo que rara vez la precipitación de este tipo supera 1 mm/h. La nieve está compuesta de cristales de hielo que comúnmente se unen para formar copos. El granizo está constituido por cuerpos esféricos, cónicos o irregulares de hielo con un tamaño que varía de 5 a más de 125 mm; la cellisca está formada por granos sólidos de agua cuando se congela al atravesar una capa el aire con temperatura cercana a los 0° C (CENAPRED, 2001a).

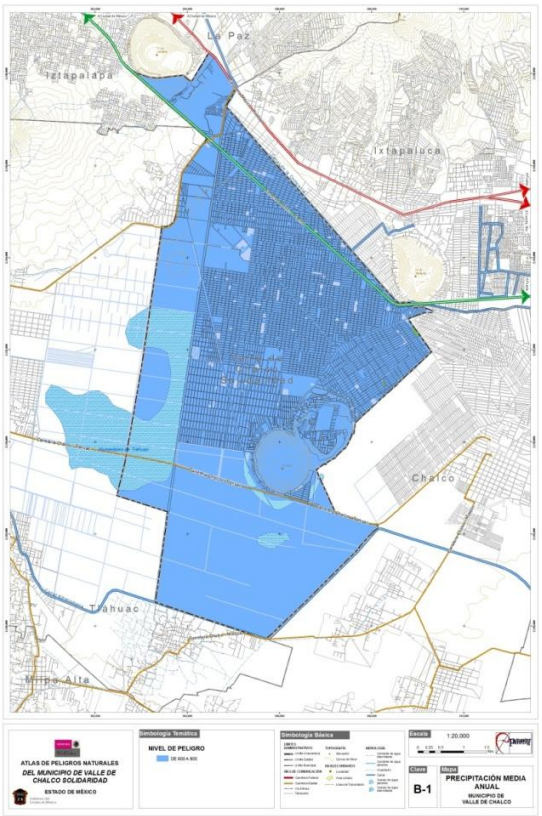
Los principales mecanismos a través de los cuales se genera la precipitación son los siguientes:

- Lluvias ciclónicas, son las provocadas por los ciclones tropicales que pueden ocasionar tormentas de larga duración, del orden de varios días y abarcar grandes extensiones.
- Lluvias orográficas, se originan con las corrientes de aire húmedo que chocan con las barreras montañosas, provocando su ascenso y consecuente enfriamiento lo que da lugar a su condensación y, como resultado, la ocurrencia de precipitación en el lado por donde sopla el viento (barlovento) hacia las montañas.
- Lluvias invernales (frentes fríos), consisten en el desplazamiento de frentes de aire frío procedentes de la zona del polo norte y que forman las llamadas tormentas de invierno o equipatas. En el país la zona norte es la más afectada por este tipo de fenómenos.
- Lluvias convectivas, tienen su origen en el calentamiento de la superficie terrestre; el aire en contacto con zonas cálidas llega a calentarse más que en los alrededores, lo que da lugar a

corrientes verticales en las que asciende el aire caliente húmedo. Estas corrientes al llegar a la capa de la troposfera, se enfrían rápidamente, produciéndose la condensación de vapor de agua y formándose nubes densas, por lo general del tipo de cúmulos. Se presentan en áreas reducidas ya que el ascenso y descenso de las corrientes sólo muestran un espacio local (Ahrens, 2000 en CENAPRED, 2004b).

En México, la mayor cantidad de precipitación se concentra en los estados del sur y sureste, con cantidades superiores a los 1,000 mm como media anual, lo cual muestra las áreas de mayor susceptibilidad para la ocurrencia de inundaciones y otros peligros asociados a este tipo de fenómenos hidrometeorológicos. Los parámetros de precipitación de Valle de Chalco son considerables y las lluvias extraordinarias se pueden presentar causando daños en la zona de estudio.

Figura 62. Precipitación Anual



Fuente: Elaboración propia con base en el CONAGUA

Según el Servicio Meteorológico Nacional de la CONAGUA, cuando las lluvias son tan abundantes que superan la media histórica más una desviación estándar, éstas son conocidas como lluvias extraordinarias, también conocidas como lluvias atípicas e impredecibles, y la ocurrencia de éstas puede darse dentro o fuera del periodo correspondiente a la estación climática de lluvias. Su ocurrencia e impacto en los últimos años se ha asociado al Cambio Climático Global.

Debido a su ubicación el municipio de Valle de Chalco recibe una precipitación entre los 600 mm a 1,500 mm como media anual, la zona con mayores registros de lluvias se ubica al oriente del municipio. De acuerdo a los registros de precipitación las áreas bajas ubicadas en el poniente del municipio presentan los menores niveles de lluvia que oscilan entre los 600 mm y 800 mm, sin embargo, cabe señalar que de acuerdo a la escorrentía y las trayectorias de los escurrimientos son las zonas bajas hacia donde se dirige la lluvia y donde existe el peligro de inundaciones por desplazamiento vertical y Valle de Chalco se encuentra en una planicie inundable.

Tabla 20. Precipitación Anual registrada en las estaciones meteorológicas del municipio

ESTACION: 00015020 CHALCO -SAN LUCAS- LATITUD: 19°15'30" N. LONGITUD: 098°53'45" W. ALTURA: 2,240.0 MSNM.													
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	9.2	5.5	11.8	24	47.5	104.7	130.5	121.1	96.5	44.3	7.1	4.8	607
MAXIMA MENSUAL	91	33.4	60.7	73.2	164	203.2	206.4	230.6	180.9	118.6	38.5	32.7	
AÑO DE MAXIMA	1967	2007	1978	1962	1972	1968	1978	1987	1976	1976	2006	1979	
MAXIMA DIARIA	58.5	20.5	45.8	28.5	80.2	43.5	48.5	73.2	59.9	47.3	18.3	18.2	
FECHA MAXIMA DIARIA	oct-67	21/1965	abr-88	mar-71	29/1972	16/1966	jul-00	31/1987	dic-97	nov-05	14/2006	oct-62	
AÑOS CON DATOS	42	44	43	40	41	43	43	43	43	43	43	36	

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

La precipitación máxima mensual identificada en la estación meteorológicas de San Lucas ubicadas en Chalco, alcanzó lluvias mayores a 230.6 mm en el mes de agosto, para el mes de junio y julio la precipitación se mantuvo en niveles mayores a 200 mm, mientras que los meses con menores precipitaciones fueron febrero, noviembre y diciembre donde la precipitación fue menor a 40mm. Durante el periodo de observación se identifica que el año con mayores precipitaciones fue 1976.

En la estación de San Lucas se registraron niveles de precipitación máxima diaria de 80.2mm en el mes de mayo, durante los 40 años de registros se identificó que los meses de junio, julio y agosto son los meses de mayor precipitación mientras que durante febrero y marzo se observa menor cantidad de lluvia.

De acuerdo a las declaratorias de emergencias y desastres del SINAPROC y a los registros hemerográficos del municipio, se identificaron procesos de inundación derivados de lluvias atípicas, sin embargo, el principal problema está relacionado con el desbordamiento del Río de la Compañía, tal como se menciona en el siguiente cuadro:

Tabla 21. Daños provocados por lluvias en Valle de Chalco

FECHA	DAÑOS	UBICACIÓN	FUENTE
1º de junio de 2000	Ocurrió una fractura del río La Compañía, que inundó más de 3 mil 500 viviendas en cinco colonias de Valle de Chalco. Aquella ocasión una torrencial lluvia que duró más de 24 horas rompió el dique izquierdo del canal a la altura del kilómetro 28.5 de la autopista México-Puebla. Las aguas negras alcanzaron 2.5 metros y permanecieron al menos 15 días en el interior de las viviendas. Cinco mil familias de las colonias San Isidro, Avándaro, Emiliano Zapata, Providencia y El Triunfo resultaron afectadas.	Valle de Chalco	El Universal
5 de febrero de 2010	Se reventó el cauce izquierdo del canal a cielo abierto río La Compañía, luego de 48 horas de intensa lluvia en el Valle de México. Este caudal es el más importante de la zona oriente del estado de México pues desaloja las aguas negras que generan más de tres millones de habitantes de 10 municipios de la zona conurbada En esa ocasión, las aguas residuales quedaron anegadas por más de 10 días en mil 600 viviendas, donde el tirante rebasó dos metros de altura. El boquete fue sellado tras una semana de trabajos en el bordo. Cuando ocurrió esta tragedia estaba en construcción la planta de bombeo La Caldera, la cual desalojaría las aguas negras a través del túnel profundo Río La Compañía. Los gobiernos federal y estatal, expropiaron y derribaron más de 40 viviendas de La Cuchilla en la colonia Avándaro, que era la zona habitacional más cercana al canal (originalmente un río que se llamaba La Compañía), cuyos bordos superan los nueve metros de altura.	Valle de Chalco	Periódico dígital

Fuente: Elaboración propia con base en investigación hemerográfica

Las lluvias extremas son causantes de los principales desastres en el municipio provocando inundaciones fuertes, principalmente provocadas por fallas en el encauzamiento del río de la Compañía, sin embargo, el 8 de febrero del 2011 se inauguraron la planta de bombeo La Caldera, que forma parte del túnel río de La Compañía, que evitaría más daños a la población, sin embargo, debe de realizarse un monitoreo constante de las condiciones del Río de la Compañía.

CAPÍTULO VI. MEDIDAS PREVENTIVAS PARA MITIGACIÓN DE PELIGROS

6.1. Identificación de Medidas Preventivas y Acciones de Mitigación.

Con base en la identificación de riesgos, la Prevención y Mitigación son todo lo que hacemos para asegurarnos de que no suceda un desastre o, si sucede, que no nos perjudique tanto como podría, 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 y preparación para la atención de emergencias. (CENAPRED, 2006)

La prevención es una de las actividades más importantes, esta se traduce en un conjunto de disposiciones y medidas anticipadas con el propósito de reducir significativamente las consecuencias esperadas por un evento, para evitar que un evento se convierta en un desastre. Por ejemplo, sembrar árboles previene la erosión y los deslizamientos; y también puede prevenir las sequías.

Por su parte, las acciones de mitigación se orientan a reducir la vulnerabilidad frente a ciertas amenazas, a disminuir la intensidad de los efectos que produce el impacto de las calamidades en las personas, la infraestructura y el medio ambiente, es decir, todo aquello que aminora la magnitud de un desastre. Por ejemplo, hay formas de construcción que aseguran que las viviendas y el equipamiento no se caigan con un terremoto.

Esta etapa es la más eficiente y económica en términos de inversión de recursos y del costo social.

La sociedad en general debe ser el actor principal de estas tareas, por lo que es de vital importancia que se transforme de pasiva en activa, mediante el conocimiento de los peligros existentes en los lugares donde habitan y la preparación de lo que cada cual debe hacer en cada etapa.

La problemática de riesgos detectada en el municipio de Valle de Chalco es muy variada pero se detectaron medidas generales de prevención y mitigación, mismas que continuación se enlistan, puntualizándose más adelante para la mitigación de riesgos particulares.

6.1.1 Medidas preventivas generales

- Difundir los principales resultados del presente Atlas, mediante reuniones de trabajo con los habitantes del municipio, medios impresos y por medio del internet, incorporándolos a la página oficial del Municipio de Valle de Chalco Solidaridad.
- Realizar campañas de difusión sobre protección civil en el hogar, en el trabajo, en la escuela y en la vía pública, así como sobre los distintos tipos de riesgos detectados, en especial en las zonas que tienen alto peligro.
- Implementar un sistema de comunicación a la población que permita alertar con oportunidad la presencia o el impacto de los fenómenos hidrometeorológicos que amenazan a la ciudad, en especial aquellas cerca de zonas de peligro por inundación.

- La Dirección de Protección Civil Municipal deberá elaborar su programa municipal de protección civil, y contar con planes de emergencia para cada uno de los fenómenos detectados, asimismo deberá elaborar un programa operativo anual y un programa de capacitación del personal y de la población con el apoyo de distintos programas, como el Programa Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos, para la reducción de riesgos a nivel municipal, para someterlo a cabildo.
- Contar al menos con un albergue equipado en el municipio, dedicado exclusivamente para este fin y que cuando no sea utilizado como tal, pueda servir como área de capacitación, para la realización de simulacros para fines de protección civil lo cual permitirá mantenerlo en condiciones idóneas y no deteriorado.
- Revisar el Plan Municipal de Desarrollo Urbano, con criterio de riesgos. Para ello se sugiere incorporar inicialmente los resultados del presente Atlas, publicarlo y vigilar su cumplimiento, principalmente en lo que respecta al crecimiento urbano y construcciones en zonas de peligro.
- Fortalecer las tareas de gestión de la Dirección de Desarrollo Urbano, dotándola de instrumentos y personal para supervisión y control de construcciones en zonas de peligro.

6.1.2 Medidas ante riesgos geológicos

6.1.2.1. Medidas ante riesgos por sismos

Generales

- Promoción de criterios de construcciones sismo - resistentes.
- Expedición de reglamento de construcción para reducir la vulnerabilidad física.
- Reforzamiento de edificaciones vulnerables tales como las edificaciones tradicionales de adobe.
- Elaboración de material para los medios de comunicación y la población en general, así como el desarrollo de cursos de orientación, ilustración y preparación en caso de un evento sísmico.
- Preparación de planes de emergencia y capacitación del personal médico y paramédico para la atención de la población.

6.1.2.2. Medidas ante riesgos por inestabilidad de laderas (remoción en masa)

Generales

Las acciones para mitigar los peligros por inestabilidad de laderas se enfocan principalmente en un control del crecimiento urbano en zonas de peligro. Estas zonas deben ser protegidas realizando proyectos de conservación de suelo-agua, además de fortalecer las pendientes.

Con la finalidad de reducir el peligro por inestabilidad de laderas, el CENAPRED en el fascículo de Inestabilidad de Laderas 2001, propone entre otras, las siguientes medidas:

- Monitoreo de variables que permitan determinar un posible deslizamiento, como son:
  - Las deformaciones en la superficie del terreno
  - EL desarrollo o evolución de agrietamientos en las partes altas de las laderas.

- Las expansiones o depresiones en diferentes zonas de laderas.
- Los agrietamientos y rotura de pavimentos, muros o bardas de las construcciones ubicadas en o cerca de una ladera.

- Implantar y hacer respeten las normas y reglamentos que regulan la planificación y construcción de estructuras en áreas susceptibles a movimientos de laderas. Toda estructura de vivienda debe ser construida es áreas lejos de taludes empinados, arroyos y ríos, canales que estén secos durante ciertos períodos del año y en las desembocaduras de canales provenientes de las montañas.
- Vigilar el drenaje en los taludes alrededor de las zonas habitadas, en especial aquellos lugares donde las corrientes convergen causando que el flujo de agua sobre esos suelos aumente.
- Contar con sistemas de alerta temprana así como con planes de evacuación en casos de emergencia.

6.1.2.3. Medidas ante riesgos por hundimientos

Generales

- Identificación y estudio de los procesos que comúnmente son causas de hundimientos. como:
  - Grietas
  - Disolución de materiales.
  - Variaciones del nivel freático
  - Colapso de tuberías
- Elaboración de un estudio que permita identificar líneas de debilidad tectónica susceptibles de formación de estructuras de disolución.

6.1.2.4. Medidas ante riesgos por fallas o fracturas

Generales

Las medidas planteadas en la Guía Metodológica para la elaboración de Atlas de Peligros Naturales a nivel ciudad de SEDESOL proponen seguir una serie de pasos, como son:

- Divulgar los reportes de desastres históricos en zonas de fallas geológicas.
- Dar a conocer y capacitar acerca de los rasgos superficiales del terreno que son síntomas de fallas
- Proponer reforzamiento de estructuras de obras civiles y viviendas
- Medir agrietamientos y deformaciones del terreno mediante inclinómetros, extensómetros y piezómetros.
- Dar información acerca de la ubicación de albergues temporales
- Capacitar acerca de las medidas de autoprotección y primeros auxilios
- Destruir viviendas dañadas y abandonadas
- Proponer cambios de uso de suelo en zonas con daños.

6.1.2.5. Medidas ante riesgos por erosión

Generales

Para el caso de inestabilidad de ladera, la principal medida preventiva de mitigación en zonas con peligro por erosión consiste en no permitir el crecimiento urbano en las zonas con alto peligro por erosión, delimitadas en los mapas de peligro. En la guía Metodológica para la elaboración de Atlas de Peligros Naturales a nivel ciudad, SEDESOL propone las siguientes medidas.

- Promover y realizar la reforestación.
- Promover el uso de cubiertas de vegetación protectora.
- Promover el uso de terrazas de cultivos.
- Promover la rotación de cultivos.
- Promover y realizar la protección de laderas, cárcavas y cauces.

6.1.3 Medidas ante riesgos hidrometeorológicos

6.1.3.1. Medidas ante riesgos de inundación

Generales

- A nivel urbano, previo a la temporada de lluvias (meses de abril y mayo) el Ayuntamiento deberá establecer un programa continuo de limpieza y desazolve de cauces de ríos y arroyos para retirar toda la basura y malezas que se encuentra bloqueando el paso del agua libremente por los distintos puentes peatonales y vehiculares de la ciudad. Complementariamente realizar el desazolve del sistema de alcantarillado previo a la temporada de lluvias.
- Vigilar que se evite dejar material de construcción sobre las calles, con especial énfasis previo a la temporada de lluvias, y definitivamente prohibirlo en plena temporada que va de los meses de junio a noviembre, evitando con ello que en caso de lluvia o viento los materiales se depositen en el sistema de drenaje y alcantarillado limitando con ello su capacidad de recepción de agua en plena temporada de lluvias.
- Gestionar ante el área de limpia pública que se haga especial énfasis en aquellas colonias que se inundan por la cantidad de basura o escombro acumulado.
- Por medio de la gestión del uso de suelo urbano, evitar los asentamientos en las zonas con peligro de inundación del Municipio.
- Comunicar el riesgo a la población expuesta y promover la autoprotección.
- El Sistema Municipal de Protección Civil lo integran todas las Direcciones del H. Ayuntamiento en ese sentido se deberá mejorar entre todas la capacidad de respuesta y el conocimiento de los peligros de la ciudad y del Municipio en su conjunto.

6.1.3.2. Medidas ante riesgos por viento

Generales

Se deberá aumentar la vigilancia sobre el cumplimiento con el reglamento de construcción por medio de la Dirección de Desarrollo Urbano en el caso de los espectaculares, y de ser necesario,

incrementar las medidas de seguridad establecidas para las estructuras ligeras (las señales de tránsito, postes, árboles, anuncios publicitarios) e inspeccionar el estado de las mismas con respecto a la población asentadas próximas a ellas, realizando esta acción durante todo el año pero especialmente previo y durante a la temporada de huracanes y durante la temporada de nortes.

Complementario a lo anterior las autoridades municipales podrán solicitar el apoyo a las universidades como ya se comentó anteriormente para recibir asesoría de las formas más recomendables en cuanto a la ubicación de las viviendas y los techos para prevenir daños por vientos fuertes lo que sin duda reducirá los gastos cada año, este apoyo podrá ser solicitado al Centro de Ciencias de la Tierra o a la Licenciatura de Ciencias Atmosféricas.

6.1.3.3. Medidas ante riesgos por tormentas eléctricas

Generales

- Implementación de una campaña informativa y de sensibilización sobre qué acciones realizar mientras se presenta una tormenta eléctrica, sobre todo cuando se encuentran fuera de un área cubierta.
- Reglamentar la instalación de pararrayos en instalaciones como antenas, edificios altos, instalaciones industriales o instalaciones como naves que almacenan materiales peligrosos o muy flamables.

6.1.3.4. Medidas ante riesgos por sequía

Generales

- Gestionar la publicación en los medios masivos de comunicación la información referente al pronóstico de la Comisión Nacional del Agua y las medidas de prevención y auxilio de que debe tomar la población para enfrentar la temporada de sequía o estiaje.

6.2. Matriz de obras y acciones de mitigación propuestas

OBRA	TIPO DE FENOMENO QUE MITIGA	UBICACIÓN	COORDENADAS	
			X	Y
Renovación de puente y modernización de sistema de bombeo. Actualmente el puente se encuentra en condiciones inadecuadas por su baja capacidad, su altura baja impida el adecuado flujo del cauce del canal.	Inundación	Canal General (Acapol) y Calle José Guadalupe Posadas	504544.06	2135262
Renovación de puente. Las condiciones actuales del puente impiden la adecuada circulación del canal.	Inundación	Canal General (Acapol) y Norte 13	504307.15	2133578
Renovación de puente. El puente ubicado en este punto se encuentra en condiciones deplorables, deberá renovarse y elevar su nivel y capacidad hidráulica.	Inundación	Canal General (Acapol) y Carretera Federal	504689.71	2136311
Canal General (Acapol) Modernizar y realizar obras de mantenimiento al Canal General Renovar el sistema de bombeo del Canal	Inundación	Canal General		
Canal Amecameca o el Naranjo Obras de mantenimiento, elevar el nivel de los hombros de la canalización y eliminar las fisuras presentes con conchacreto o similar.	Inundación	Canal Acapol		
Volcán Xico y Cerro del Márquez Instalación de sistema de contención de rocas.	Deslizamiento	Volcán Xico	506087.21	2129523.74