



Atlas de riesgos del municipio de Tochimilco, 2011



23 de diciembre de 2011
Número de avance: Final

Número de obra: 121188PP041006
Número de expediente: PP11/21188/AE/1/006
Tochimilco, Puebla.

Constructora Grucogomm S.A. de C.V.
Manantiales 3-ASan Miguel, San Pablo del Monte, Tlax.
(222) 282 18 17, e-mail: grucogomm@gmail.com

ÍNDICE

CAPÍTULO I. Antecedentes e introducción

- 1.1. Introducción
- 1.2. Antecedentes
- 1.3. Objetivo
- 1.4. Alcances
- 1.5. Metodología general
- 1.6. Contenido del Atlas de riesgos
 - Zona de estudio: Niveles de acercamiento en que se trabajará el municipio.
 - Descripción del medio físico: Fisiografía, geología, edafología, hidrología, climatología, uso del suelo y vegetación, áreas naturales protegidas y problemática ambiental
 - Caracterización de los elementos sociales, económicos y demográficos: Elementos demográficos, características sociales, principales actividades económicas en la zona, características de la población económicamente activa y estructura urbana
 - Identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural: riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen geológico (fallas y fracturas, sismos, vulcanismo, deslizamientos, derrumbes, flujos, hundimientos, erosión) y riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen hidrometeorológico (ciclones, tormentas eléctricas, temperaturas máximas extremas, vientos fuertes, inundaciones y masas de aire aplicadas en heladas, granizo y nevadas)

CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio

- 2.1. Determinación de la zona de estudio

CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural

- 3.1. Fisiografía
- 3.2. Geología
- 3.3. Geomorfología
- 3.4. Edafología
- 3.5. Hidrología

- 3.6. Climatología
- 3.7. Uso de suelo y vegetación
- 3.8. Áreas naturales protegidas
- 3.9. Problemática ambiental

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

- 4.1. Elementos demográficos: dinámica demográfica, distribución de población, mortalidad, densidad de población.
- 4.2. Características sociales
- 4.3. Principales actividades económicas en la zona
- 4.4. Características de la población económicamente activa
- 4.5. Estructura urbana

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
 - 5.1.2. Sismos
 - 5.1.3. Tsunamis o maremotos (no aplica)
 - 5.1.4. Vulcanismo
 - 5.1.5. Deslizamientos
 - 5.1.6. Derrumbes
 - 5.1.7. Flujos
 - 5.1.8. Hundimientos (no aplica)
 - 5.1.9. Erosión
- 5.2. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen hidrometeorológico
 - 5.2.1. Ciclones (huracanes y ondas tropicales)
 - 5.2.2. Tormentas eléctricas
 - 5.2.3. Sequías
 - 5.2.4. Temperaturas máximas extremas
 - 5.2.5. Vientos fuertes

5.2.6. Inundaciones

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

5.3. Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante otros fenómenos

5.4. Medidas de Mitigación

ANEXOS

1. Gráficas

- a. Cuadros
- b. Anexo fotográfico
- c. Anexo cartográfico
- d. Equipo consultor
- e. Informe de Resultados

AGRADECIMIENTOS

Por este conducto agradecemos a todas las personas que hicieron posible la elaboración de este proyecto, permitiendo la entrega de un producto de calidad.

Secretaría de Desarrollo Social

Mtro. José Luis Escalera Morfín

Lic. Patricia Adriana Miranda

Geógrafos:

Guillermo Pérez Moreno

Mario Alberto Moreno Saucedo

Víctor Álvarez Duran

Marcos Pérez Camargo

Verónica Mayte Martínez Olguín

Delegación Sedesol Puebla

Ing. Myriam de Lourdes Arabian Couttolenc

Ing. Arturo Gutiérrez

Lic. José Manuel Medel Sánchez

Lic. Luz Elvira Linaldi Blanco

C. Norma Gamboa Montaña

Ing. Mario A. Barrientos Robles

Ing. Enrique Pliego Guerrero

Dirección General de Protección Civil del Estado de Puebla

Jesús R. Morales Rodríguez

Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial del Estado de Puebla

AmyLouise Camacho

Presidente municipal de Tochimilco, Pue.

Salvador Martínez Arenas

Honorable Ayuntamiento de TochimilcoPue.

En especial a los C. Mauro Rodríguez Romero, C. Benigno Analco Arellano y C. Miguel Angel Esparza Martínez; Director de la Unidad Municipal de Protección Civil, Regidor de Gobernación y regidor de Obras Publicas respectivamente, por su valioso apoyo en los recorridos de campo e información proporcionada para hacer posible este Atlas.

Comité de Contraloría Social del municipio.

David Analco Lima

"Desgraciadamente, la mayoría de las mediciones que se practican en la actualidad en el campo de la seguridad, hacen necesario que los accidentes que significan pérdidas de cierta consideración tengan que ocurrir primero, antes que sea posible la identificación de los problemas que causan estos accidentes".

Dr. W. E. Tarrants

INDICADORES DE VULNERABILIDAD DE FENÓMENOS GEOLÓGICOS					
Fenómeno	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Fallas y fracturas			X		
Sismos			X		
Tsunamis y Maremotos	No Aplica				
Vulcanismo			X		
Deslizamientos			X		
Derrumbes			X		
Flujos (lodo, tierra y suelo, avalancha de detritos, creep, lahar)			X		
Hundimientos		X			
Erosión hídrica		X			
Erosión eólica		X			
Erosión marina		No aplica			
Erosión kárstica		X			
INDICADORES DE VULNERABILIDAD DE FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS					
Fenómeno	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Huracanes		X			
Ondas tropicales		X			
Heladas		X			
Nevadas		X			
Tormentas eléctricas		X			
Sequías	X				
Temperaturas máximas extremas	X				
Vientos	X				
Inundaciones		X			

CAPÍTULO I. Antecedentes e introducción

1.1 Introducción

En los territorios municipales coexisten peligros y riesgos que generan problemáticas complejas y diversas entre los asentamientos humanos y el territorio que ocupan, éste es el caso de Tochimilco, que requiere la realización y puesta en marcha de instrumentos integrales de ordenación y planeación, vinculados a un atlas de riesgos, que permita un uso y aprovechamiento sustentable del suelo, y considere todos los factores y procesos que intervienen en su transformación.

Una de las problemáticas planteadas es la que tiene que ver con los procesos y formas de urbanización que se han desarrollado sobre un territorio dinámico en el que existen riesgos, peligros y vulnerabilidad, resultado de sus distintos eventos naturales que pone en riesgo la integridad física de sus habitantes. El Plan Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Tochimilco será reforzado con un instrumento técnico como lo es el atlas de riesgos y peligros naturales, vinculando la regulación y ocupación del suelo, previniendo los desastres con el propósito de reducir al máximo la vulnerabilidad de la población ante la eventual exposición a los efectos destructivos de los fenómenos naturales.

Por lo anterior, resulta prioritario ubicar espacial y temporalmente el peligro, además de localizar geográficamente la vulnerabilidad física y social de los sistemas expuestos, para finalmente representar diversos escenarios de riesgo mediante la evaluación cuantitativa de las pérdidas derivadas del impacto de diversos fenómenos perturbadores.

Fundamento legal

El Atlas de riesgos del municipio de Tochimilco, se elabora en cumplimiento del artículo 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y su publicación se efectúa de acuerdo con lo establecido en la Ley de Planeación y la Ley General de Protección Civil.

1.2 Antecedentes

1.2.1 Fenómenos de origen geológico

Vulcanismo

Dentro del territorio municipal de Tochimilco se ubica el volcán Popocatepetl el cual tiene aproximadamente 740 mil años de edad; durante este tiempo ha presentado grandes erupciones en forma cíclica, alternadas con periodos largos de calma.

Desde 1993, el volcán comenzó a mostrar una creciente actividad fumarólica y sísmica, hasta que el 21 de diciembre de 1994 se produjo la primera emisión de cenizas, después de 70 años de una actividad casi imperceptible.

Desde entonces su actividad ha sido fluctuante y, a partir de marzo de 1996, se detectó la formación de un domo en el interior del cráter. El 30 de junio de 1997 se presentó un gran evento que alertó a las autoridades. Posterior a estos eventos, se realizó un estudio a cargo del Gobierno del estado de Puebla en atención a las poblaciones ubicadas en las zonas altamente vulnerables. Como resultado se detectaron 22 comunidades en mayor peligro y seis más con riesgo de flujos que pueden presentar peligro por la trayectoria de cenizas o lodo. Así mismo, en la zona de peligro moderado se identificaron 39 poblados; de estas comunidades, en el territorio de Tochimilco se ubican nueve localidades en zona de alto riesgo las cuales son: Guadalupe Cuilotepec, La Magdalena Yancuitalpan, San Antonio Alpanocan, San Martín Zacatempa, Santa Catalina Tepanapa, Santa Cruz Cuautomatitla, Santiago Tochimizolco, San Miguel Tecuinapa y Tochimilco; dos localidades más se ubican en zona de riesgo de flujos, siendo estas San Francisco Huilango, San Juan Tejupa, y San Lucas Tulcingo que está ubicada en una zona de riesgo moderado.

Posterior al estudio, la Dirección General de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación en conjunto con el CENAPRED elaboró un mapa de planeación para tareas de emergencia en caso de una erupción volcánica de gran magnitud en la zona del Popocatepetl. Este documento se diseñó a partir de los distintos escenarios eruptivos y subdivide a las tres zonas consideradas de mayor riesgo en ocho sectores, cada uno con el propósito de ubicar con exactitud las comunidades asentadas en dichos sectores.

La zona 1: Abarca la región más cercana al cráter que corresponde a 15 Kilómetros a la redonda. En esta región se ubican las localidades de: Tochimilco, Yancuitalpan, Guadalupe Cuilotepec, Tepanapa, Zacatempa, Jerusalén, San Lorenzo, La Concepción, La Joya, Tlacuiloca, Santa Cruz, Tecuinapa, Y Santa Cruz Cuautomatitla.

La zona 2: Se encuentra un poco más retirada del volcán entre 15 y 30 km y en ella se ubican el resto de localidades que conforman al municipio de Tochimilco.

La zona 3: Abarca una distancia de 30 a 40 Km.

Existen tres sectores más que a pesar de presentar una distancia mayor, la consideración a tomarse en cuenta es la afectación por los flujos y materiales volcánicos que en un momento dado pudieran descender del cráter.

En el estudio se diseñaron 10 rutas de evacuación con el propósito de facilitar el traslado y tener mayor control de las poblaciones evacuadas. Las localidades del municipio de Tochimilco consideradas en estas rutas son:

- Ruta 8: Incluye a Yancuitalpan, Tochimilcoy Tejupa, abarca 8,870 habitantes. Destino: Izúcar de Matamoros.
- Ruta 9: Comprende Zacatempa, Cuitotepec, Tenapa, Tochimizolco, Tecuanipan, Alpanocan y Cuatomatitla, con un total de 6,210 habitantes. Destino: Izúcar de Matamoros.
- Ruta 10: Abarca 7,550 habitantes, incluye los poblados de Huilango y Tulcingo. Destino Izúcar de Matamoros.

Otros programas

Existen además dos documentos que sirven como complemento en caso de una posible emergencia: el primero corresponde al *Esquema de toma de decisiones*, que obliga a los responsables, a operar con decisión y formar parte de la ejecución de las tareas de emergencia a niveles federal, estatal y municipal.

El segundo es el Plan operativo volcán Popocatepetl, el cual muestra las funciones que integran los subprogramas de prevención y auxilio debidamente interrelacionados con los niveles de actividad del volcán, en atención al semáforo de alerta volcánica.

Esta información aporta un importante antecedente en el análisis de la región de estudio y servirá para ponderar los hallazgos actuales con base en los estudios previos.

Respecto a la identificación de eventos originados por la actividad del volcán, las localidades de Yancuitalpan, Cuitotepec, Tepanapa y Tochimilco presentaron caída de ceniza volcánica en diciembre de 1994 y en junio de 1997, cubriendo toda la superficie de estas localidades que además tuvieron que ser evacuadas. Algunas personas no fueron evacuadas y refieren que la ceniza les provocó malestares como dolor de garganta y tos.

Sismos

Se identifican daños en cuatro construcciones de adobe y teja en la localidad de Yancuitalpan originada por el sismo ocurrido en la misma fecha en que el volcán Popocatepetl presentó actividad, es decir, en diciembre de 1994. Los daños se presentaron en los muros por agrietamiento vertical sin que colapsaran, pero representan un riesgo evidente para sus ocupantes pues continúan habitando estas construcciones que presentan una antigüedad superior a los 50 años.

Situación similar se presentó en Santa Cruz Cuautomatitla, donde el movimiento del suelo dañó cinco viviendas de adobe en la misma fecha, sin causar daños personales.

En la cabecera municipal los daños por este sismo se presentaron en las construcciones antiguas principalmente de adobe, mismas que sufrieron agrietamientos en sus muros pero sin colapsar al igual que el ex-convento Franciscano de Nuestra Señora de la Asunción, el cual data del siglo XVI y que sufrió cuarteaduras en su cúpula y muros, finalmente otro edificio histórico dañado fue el templo del Calvario que sufrió derrumbes parciales en una torre.

Deslizamientos

En la localidad de San Antonio Alpanocan, en agosto de 2009 se produjo un deslizamiento de tierra del cerro ubicado en la colonia del Progreso, provocando el colapso total de dos viviendas propiedad del Sr. Sergio Cantero Lima, debido a que el volumen de tierra cayó directamente sobre estas casas, afortunadamente estaban sin ocupantes; este deslizamiento se produjo a consecuencia de una disminución en la resistencia del material por la precipitación pluvial y remoción de la vegetación por los vecinos de esta zona. Otras localidades que se encuentran vulnerables ante este fenómeno debido a que están asentadas en zonas de cerros escarpados son, La Magdalena Yancuitalpan con aproximadamente 338 viviendas y, Santa Cruz Cuautomatitla con 283 viviendas aproximadamente.

En la comunidad de Santa Cruz Cuautomatitla, se han presentado flujos detríticos, provocados por las fuertes lluvias que han perjudicado las vías de comunicación, viviendas e infraestructura básica; además, la topografía del área con pendientes pronunciadas en donde se ubican las viviendas, representa un peligro constante para los habitantes. En julio de 2010 se presentaron escurrimientos considerables en el centro de la comunidad, debido a estos flujos formándose una capa lodosa de aproximadamente 20 centímetros de espesor.

1.2.2 Fenómenos de origen Hidrometeorológico

Ondas tropicales

Con información del Sistema Estatal de Protección Civil, la presencia de las ondas tropicales se ha sentido en el territorio de Tochimilco, como es el caso de las lluvias y vientos fuertes provocados por la onda tropical número 22, misma que provocó el colapso de los techos de seis viviendas de la localidad de Alpanocan, en el mes de agosto de 2009.

Heladas

Se identifican heladas principalmente en Santa Cruz Cuautomatitla donde este fenómeno afecta los cultivos de amaranto y frijol, como es el caso de las heladas presentadas a finales de agosto del presente año, que causaron la pérdida total de estos cultivos.

Tormentas eléctricas

Se registraron al menos dos tormentas eléctricas importantes en la localidad de Santa Cruz Cuautomatitla, la primera en el año 2005 cuando durante la tormenta, una menor de edad falleció a causa de un relámpago que la alcanzó en el interior de su hogar. La última en el año 2010 sin causar daños a personas pero si provocó temor entre la población.

1.3 Objetivo

Objetivo general

Elaborar con un documento que aporte los lineamientos básicos para diagnosticar, ponderar y detectar los riesgos, peligros y/o vulnerabilidad, en el espacio geográfico, a través de criterios estandarizados, para que las autoridades municipales inicien estrategias de prevención de desastres y reducción de riesgos en el municipio de Tochimilco, Puebla.

Objetivos particulares

- Presentar los elementos mínimos cartografiables que se deben considerar en la elaboración del Atlas de riesgos naturales del municipio de Tochimilco, Puebla.
- Proporcionar los lineamientos para la generación, validación y representación cartográfica de la información temática de las zonas de riesgo (previo análisis de peligro-vulnerabilidad).

- Describir las características socioeconómicas y la tipificación de las viviendas asentadas en las zonas de peligro identificadas en las localidades del municipio.
- Hacer posible la consulta y análisis de la información de los diferentes peligros de origen natural que afectan al territorio municipal.
- Generar las recomendaciones pertinentes en materia de gestión de riesgos y mejoramiento ambiental del municipio en estudio.
- Homologar el diccionario de datos con la finalidad de obtener instrumentos confiables y capaces de integrarse a una base de datos nacional.

1.4 Alcances

De acuerdo al calendario programático y contenido del atlas, se espera contar con una base de datos de cartografía informativa, que permita a las autoridades realizar consultas para futuros desarrollos de infraestructura, de políticas sociales y desarrollo humano.

Este análisis está orientado a obtener de manera precisa la ubicación de zonas vulnerables a riesgos por fenómenos de origen natural.

1.5 Metodología general

Para la realización del Atlas del municipio de Tochimilco, la metodología empleada, es la que marcada en los lineamientos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED); y, para la identificación de las zonas de riesgo (ZR) ante fenómenos perturbadores de origen natural, se empleará la guía para la elaboración de Atlas de riesgos y/o peligros emitida por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).

Para poder cumplir con los objetivos mencionados, es necesario realizar una serie de pasos que nos lleven a la conformación del Atlas de riesgos del municipio. Como se puede observar en el diagrama 1, una vez ubicado el municipio, fue necesario realizar un recorrido de campo para conocer el entorno natural y las opiniones de los habitantes de las diferentes localidades con respecto a los sucesos de los últimos años, con estos elementos, la cartografía, las imágenes del municipio y datos estadísticos e históricos, se realizará la parte descriptiva del entorno natural, social y económico que será la base para la identificación de los riesgos geológicos e hidrometeorológicos. Lo que conllevará a

conocer las principales zonas donde puedan presentarse riesgos y con ello poder proponer estrategias y acciones en el municipio.

Diagrama 1. Metodología para la elaboración del Atlas de riesgos



Fuente: Elaboración a partir de los requerimientos marcados en la metodología para elaboración de los Atlas, SEDESOL, 2011

CAPÍTULO II. Determinación de la zona de estudio

2.1 Zona de Estudio

Tochimilco se localiza en la parte centro del estado de Puebla, entre los paralelos 18° 50' y 19° 02' de latitud norte; los meridianos 97° 18' y 97° 27' de longitud oeste; altitud entre 1 800 y 5 500 m. Colinda al norte con los estados de Morelos y México y con los municipios de San Nicolás de los Ranchos, Tianguismanalco y Atlixco; al este con los municipios de Atlixco y Atzitzihuacán; al sur y al oeste con el mismo municipio de Atzitzihuacán y en esta misma última orientación con el estado de Morelos y el volcán Popocatepetl. Tiene una superficie de 21, 879 hectáreas, correspondiente al 0.64% de la superficie total del Estado, esto puede verse en el mapa 1.

La distribución de las localidades presenta un patrón de asentamientos alrededor de zonas planas o pequeños valles inmersos en los grandes lomeríos del municipio, aunque zonas de las mismas localidades se encuentran establecidas dentro de pendientes pronunciadas (foto 1). Tiene 24 localidades, de las cuales tres son urbanas y 21 rurales, estas suman una población total de 17,028 habitantes (INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2010). Como ya se mencionó en su mayoría son localidades rurales, muchas de ellas, alejadas de las localidades medianamente urbanizadas, básicamente se componen de pequeños núcleos de población dispersos y con distancias relativas a las zonas habitadas.

El municipio tiene un relieve que presenta desde pendientes suaves hasta pronunciadas con pequeños valles y está asociado a la distribución de las vías de comunicación, cuentan con carreteras pavimentadas de un carril, pero en su mayoría son brechas y veredas que sirven de conexión entre las localidades (foto 2 y 3). El municipio cuenta con una carretera secundaria, que parte de la cabecera municipal en dirección este y llega a la ciudad de Atlixco, en donde entronca con la carretera federal Puebla-Izúcar de Matamoros, de esta forma se comunica con el estado.

Por otro lado, la hidrología superficial en el municipio pertenece a la cuenca del Río Atoyac, es recorrido de norte a sur por gran cantidad de arroyos intermitentes, provenientes de las estribaciones del volcán Popocatepetl que dan origen a varios manantiales y ríos que fluyen por las barrancas (foto 4). Con un recorrido de 10 kilómetros de distancia está el río Atila (Huitzilac) que alimenta una parte del centro del municipio, para después unirse con el río Nexapa que es afluente del río Atoyac por su parte, el río Huetzoyofluye y alimenta la parte sur del municipio para formar el Axuxuca afluente también

del río Atoyac, por último, el río Matadero cruza la localidad de Tochimilco y baña el sureste para unirse posteriormente al Atila.

Las rocas y suelo dejan filtrar el agua grandes profundidades, derivado de esto, se cuenta con alta recarga de mantos acuíferos por lo que puede obtenerse agua de pozo durante todo el año. También cuenta con algunos acueductos en Tochimilco y Huilango (foto 5).

2.2 Determinación de la Zona de Estudio

Para poder analizar los riesgos que se presentan en el municipio, se trabajaran diferentes niveles de escala, para el caso municipal a una escala de 1:30,000, esta escala nos permite tener una visión de todo el municipio, de modo que se puedan observar y conocer las características del mismo, también situar los principales peligros tanto geológicos como hidrológicos en el municipio.

Para el caso de estudio de cada localidad, es necesario que el nivel de acercamiento sea más a detalle y que permita conocer y ubicar los riesgos y peligros en una localidad, por tanto la escala de trabajo será entre 1:2,000 a 1:5,000, dependiendo del tamaño de la localidad. Una vez que se tiene situados los riesgos a nivel municipal y local, será necesario ubicar los lugares con más alto riesgo en la localidad para lo cual el nivel de acercamiento en la zona de estudio es mucho más puntual y a detalle, por tanto la escala que se trabajará será entre 1:100 a 1:500, dependiendo de lugar a mostrar.

CAPÍTULO III. Caracterización de los elementos del medio natural

En este capítulo se presentan los elementos del entorno natural, se muestran las principales características de cada uno de ellos, resalta la relación que pueden tener con algún tipo de riesgo natural. A través del conocimiento de los elementos ya mencionados, se tiene una visión del contenido territorial del municipio, con el fin de tener un preámbulo a la identificación de los riesgos naturales.

3.1 Fisiografía

Localizado en la zona centro oeste del estado de Puebla se encuentra el Municipio de Tochimilco, con una altitud promedio de 2,060 msnm y la menor altura que presenta es hacia el sur con 1,820 msnm. Se encuentra dentro de la Provincia Fisiográfica llamada Eje Neovolcánico, descrita como una faja volcánica en la que se encuentran diversos aparatos y rocas volcánicas asociadas a grandes fallas y fracturas; y de la Subprovincia Fisiográfica Lagos y Volcanes de Anáhuac, que es la mayor de 14 subprovincias que conforman en citado Eje Neovolcánico. Partiendo del sur, la topografía de Tochimilcoes suave pero irregular, al centro se vuelve más pronunciada y regular, sin faltar algunos cerros como *el Aguitépetl*, *Tlaxcaquihaucan*, *el Campechano*, entre otros. Con tendencia de asenso hacia el norte, existe gran número de cerros aislados entre los que se encuentran: *el Vigilante*, *Lecamaxtla*, *Cuatepetitla*, *Santoyo Cuacalco*, *Ametepetl*, *Xilotepec*, entre otros (ver mapa 4).

El norte del municipio donde la pendiente es más pronunciada y más regular culmina en el volcán *Popocatepetl* que tiene 5,500 msnm. De acuerdo con el Mapa de Peligros Volcánicos del Instituto de Geofísica de la UNAM, los efectos más serios para la posible erupción del volcán se limitan a radios de 20 a 30 km. de distancia, al menos un tercera parte del volcán se encuentra dentro del territorio municipal de Tochimilco lo cual hace de este un peligro para las comunidades que lo habitan.

El *Popocatepetl* (foto 6) es uno de los volcanes más jóvenes de la tierra, tiene cráteres con abundante azufre, laderas abruptas y carece de pie de monte. El municipio es recorrido de norte a sur por gran cantidad de arroyos intermitentes, provenientes de las estribaciones del volcán, que da origen a la gran cantidad de barrancas y varios ríos perennes.

El municipio de Tochimilco presenta un relieve heterogéneo con gran diversidad de topoformas entre las que se encuentran *llanuras aluviales*, *sierras volcánicas*, *lomeríos* y *mesetas*. Llanura aluvial con lomerío es un área sin depresiones prominentes, consolidadas de materiales que fueron transportados y depositados por corrientes de agua, presenta un conjunto de lomas. Este tipo de

topoformas se localiza al sur poniente del municipio de Tochimilco y representa un 0.43% de la superficie total.

Sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados representa el 47.02% del territorio del municipio de Tochimilco, se localiza en el norte y centro; estas topoformas son una línea de montañas formada por emisiones de lava con conos volcánicos compuestos alternamente por capas de roca y cenizas o conos volcánicos compuestos separados.

Lomerío de basalto con cráteres son un conjunto de lomas de roca ígnea extrusiva de tono oscuro, esta roca es la más común en volcanes y derrames volcánicos; su tipo de relieve se encuentra en una pequeña porción terrestre que equivale al 0.02% de la superficie total del municipio.

Sierra volcánica de laderas escarpadas constituida por líneas de montañas, lo constituye la emisión de lava con conos volcánicos compuestos alternamente por capas de roca y cenizas, la constituye superficie terrestre que tiende a pendientes abruptas. Este relieve se encuentra al poniente del municipio de Tochimilco ocupa el 11.31% de la superficie total.

Meseta basáltica con cañadas es un terreno elevado y llano de gran extensión, de roca ígnea extrusiva de tono oscuro, con espacios de tierra ubicados entre dos alturas poco distantes entre sí. Se ubica en las zonas centro, sur oriente y sur poniente, representando el 31.45% del territorio municipal de Tochimilco.

Lomerío de tobas con cañadas está formado por lomas de roca ígnea extrusiva constituidas por fragmentos volcánicos consolidados o semiconsolidados y espacio de tierra entre dos alturas de poca distancia entre sí, este relieve se presenta en una pequeña porción en la zona suroriental.

Meseta basáltica con lomerío como se menciona anteriormente, es un terreno elevado y llano de gran extensión de roca ígnea extrusiva de tono oscuro, común en volcanes y derrames volcánicos, y que además presenta una serie de lomas. Este relieve se encuentra en el sur del municipio de Tochimilco con un 9.7% de la superficie total.

3.2 Geología

La geología se encarga de descubrir y comprender el proceso evolutivo que ha tenido la tierra tanto en su estructura interna como externa a través del tiempo (Sistema Geológico Mexicano, 2011). El municipio de Tochimilco, está conformado por tres unidades geológicas; dos de tipo ígneo extrusivo (foto 8) y el tercero se clasifica como suelo.

Las rocas ígneas extrusivas se caracterizan porque se forman a partir del enfriamiento de lava sobre la superficie terrestre ocasionando que los cristales no se puedan ver a simple vista (INEGI, Guía

para la Interpretación de Cartografía Geológica, 2005). La superficie cubierta por roca ígnea extrusiva básica se encuentra en la mayor parte de la zona de estudio, se extiende desde el norte, oeste y sur. Le sigue en extensión la cobertura de roca ígnea intermedia, la cual se puede encontrar en el centro y este de Tochimilco.

Ambas estructuras geológicas deben su presencia a la cercanía e influencia directa del volcán Popocatepetl, el cual ha tenido manifestaciones eruptivas a lo largo de su historia, mismas que son evidentes gracias a este tipo de elementos geológicos.

El tercer elemento que conforma el entorno geológico de Tochimilco es el suelo, éste se encuentra en el límite con Atlixco y Atzitzihuacán. El territorio municipal de Tochimilco presenta elementos tectónicos importantes que deben de considerarse para la prevención de desastres naturales ya que son un riesgo latente para la población.

Entre la dinámica tectónica se tienen los sismos, las fallas y las fracturas. En la zona de estudio se encuentra una falla de tipo normal, su dirección es de norte a sur y tiene una longitud total de 10,000 metros, de los cuales 2,600 metros están dentro de la zona de estudio y el resto se encuentra en Atzitzihuacán. Dicha estructura se caracteriza por tener el labio superior desplazado hacia arriba del labio inferior.

Al centro del municipio se encuentra una línea de fractura de 8,000 metros de longitud, su dirección es de noreste a suroeste; sin embargo, como se localiza a 2,820 metros de altitud, no presenta afectaciones directas sobre las localidades cercanas ante posible presencia de manifestaciones tectónicas.

En conclusión, Tochimilco presenta estratos geológicos recientes, producto de la gran actividad volcánica y sísmica que ha existido en la zona desde hace millones de años. El volcán Popocatepetl representa un peligro latente para la población de esta demarcación, ya que están ubicados en las laderas de dicha montaña por lo cual tanto el material piroclástico como los escurrimientos de lava pueden llegar fácilmente a los poblados. La presencia de fallas y fracturas propician que la zona sea sensible a los movimientos sísmicos; sin embargo, no hay localidades cercanas a dichas discontinuidades lo que disminuye el nivel de peligrosidad sobre los habitantes.

3.2 Geomorfología

La geomorfología es la ciencia que se encarga del análisis y descripción de las formas del relieve. Se enfoca en comprender el cambio que ha tenido la superficie terrestre a través del tiempo. En el municipio de Tochimilco se ha identificado que el material geológico data de eras recientes (cenozoico), lo que indica que las formas del relieve que se encuentran dentro de la zona de estudio son evidencia de la dinámica constante. A través del análisis e interpretación del mapa de geomorfología se aprecia que en este municipio están presentes las geoformas siguientes:

Al norte, arriba de los 3,600 metros de altitud en las cercanías al cráter del Popocatepetl se tiene relieve glacial, el cual se caracteriza por estar cubierto de nieve la mayor parte del año. En dicha zona no hay localidad alguna ya que las bajas temperaturas, la baja presión atmosférica y la fuerte pendiente no son favorables para el establecimiento de asentamientos humanos.

En torno al cráter del volcán surgen formaciones de valle intermontano con moderada erosión remontante, dicho relieve se origina a partir del deshielo glacial, la nieve con el peso y a través de deslizamientos llega a fracturar o arrancar las rocas que encuentra a su paso dando como resultado valles con forma de “U”.

Otra de las geoformas que hay en la zona de estudio es el relieve periglacial, el cual se localiza en la periferia de las nieves que cubren la cima, su principal característica es el clima frío, por la altitud no llega a la glaciación por lo tanto marca el límite entre la alternancia de congelamiento y descongelamiento (<http://www.glaciares.org.ar>). A la altitud de 3,000 y 3,500 metros hay una franja de relieve con manifestación volcánica, en dicha zona se pueden llegar a presentar fenómenos relacionados con el volcanismo, como son los sismos, puntos con incremento de temperatura o pueden llegarse a formar conos o parásitos (<http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx>).

Por debajo de los 3,000 metros de altitud se encuentran geoformas de flujo de lava cubierta por piroclastos, este relieve se ha formado a partir de anteriores erupciones que ha tenido el Popocatepetl a lo largo de su historia, es notorio el escurrimiento de la lava y por su cercanía hacia la fuente de origen, los elementos piroclásticos se han encargado de cubrirla.

La rampa acumulativa-erosiva, es una de las formas del relieve con menos presencia dentro del municipio; sin embargo, a partir de ella empiezan a situarse asentamientos humanos como es el caso del poblado de Tepatlactitla (Piedra Plana). En este tipo de geoforma se acumula el material erosionado por el viento y la lluvia.

Por debajo de los 2,600 metros de altitud, el valle intermontano (foto 9) empieza a cambiar su geomorfología, presentando una estructura correspondiente a valle aluvial con procesos de acumulación, dicho valle se caracteriza por tener forma de “V” debido a que el agua se encuentra en estado líquido y su moldeado es menos intenso que el producido por la nieve. Varias localidades empiezan a aparecer sobre este tipo de relieve, entre las que se encuentran Tochimilco, La Magdalena Yancuitalpan, Tecuanipa (San Miguel Tecuanipa), Santa Cruz Cuautomatitla y Santiago Tochimizolco.

Con respecto a la rampa erosiva con procesos de socavación lateral, es una pequeña área la que presentan geomorfología; se encuentra al este del municipio entre los 3,000 y 3,300 metros de altitud, sobre ella hay localidades asentadas.

Dentro de la demarcación municipal hay una pequeña zona de elevaciones bajas y/o lomeríos donde no existen localidades.

El flujo de lava malpaís (foto 10) se localiza en una zona extensa del municipio, dicha geomorfología se caracteriza por ser muy irregular en cuanto a su superficie, por lo que sobre ella no existen localidades.

Parte de las localidades de Santiago Tochimizolco y San Francisco Huilango se encuentran sobre relieve mesiforme de estructura tabular, el cual consiste en ser una planicie estructural, el terreno es elevado y llano de carácter acumulativo sedimentario que posteriormente es afectado por actividad tectónica la cual cambia el nivel de base (Velázquez, A. y J. F. Mas, 2001).

3.3 Edafología

En el municipio de Tochimilco se presentan diversos tipos de suelos, que son la parte externa de la corteza terrestre, formada por rocas desintegradas por efectos de interperismo; se componen de flora, minerales y fauna microbiana. Los suelos dependen del clima, la topografía y la roca que les da origen. Tochimilco cuenta con tres tipos de suelos dominantes: Cambisol, Feozem y Regosol (ver mapa 7).

El Cambisoles un suelo joven, poco desarrollado, lo podemos encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima excepto en zonas áridas, se caracteriza por presentar en el subsuelo una capa con terrones con vestigios de tipo roca subyacente y que puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbono de calcio, fierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate, son de moderada a alta susceptibilidad de erosión. Su textura es media y permite uso agrícola, dentro del municipio de Tochimilco se encuentra de la zona nororiente a poniente, ocupando el 31.75% de la superficie municipal total.

Feozem de textura media es un suelo que puede presentarse en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas, es el cuarto tipo de suelo más abundante en el país. Tiene una capa superficial oscura, rica en materias orgánicas y nutrientes, es de profundidades variables, los profundos generalmente se encuentran en terrenos planos, para uso agrícola de riego temporal y ofrecen altos rendimientos. Por otro lado los de menos profundidad, localizados en laderas o pendientes tienen una limitante principal que es la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, sus rendimientos son bajos y se erosionan con facilidad, su uso es para pastoreo y ganadería. El Feozem se encuentra al centro, suroriente y sur poniente del municipio, con el 10.01% de la superficie total del municipio.

Al norponiente, centro, suroriente y sur poniente del municipio de Tochimilco se encuentran los suelos Regosoles, abarcando el 58.22% del territorio municipal, estos suelos tienen una capa de material suelto que cubre a la roca, poco desarrollado y no presenta capas diferenciadas entre sí, son pobres en materia orgánica y se parecen a la roca que les dio origen. Son asociados con afloramiento de roca o tepetate, son someros, de fertilidad variable, su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad, para uso forestal y pecuario tienen rendimiento variable.

El principal peligro que presentan los suelos es la erosión, la cual depende ampliamente del clima, la vegetación, textura, capacidad de infiltración, pendiente, velocidad del viento y velocidad de escurrimiento. Por otro lado, a consecuencia del flujo de agua proveniente de las estribaciones del volcán, el suelo tiende a la erosión hídrica provocando degradación, pérdida, transporte y sedimentación de las partículas de suelo por lluvia o escurrimientos superficiales. La erosión representa peligro para las construcciones existentes sobre el suelo afectado, ya que el desgaste de éste puede provocar deslaves, derrumbes, flujos de lodo, agrietamientos, entre otras.

Ya que el municipio está ubicado en el Eje Neovolcánico y el principal peligro es un agente volcánico, el suelo es altamente impactado por la erosión que éste genera. Las placas tectónicas y el vulcanismo son importantes en la erosión, la destrucción de roca a grandes masas y cantidades, que ocurre en el choque y roce de placas tectónicas produce que se vayan hundiendo de manera gradual por el manto y se fundan dejando espacio a nuevas masas de rocas sólidas del mismo lugar a través de los volcanes, sin esta función la roca se concentraría demasiado y nunca se renovarían. Además de que los sismos, a través de sus ondas, debilitan la roca y se cae, el vulcanismo entierra a la roca antigua y da paso a nueva corteza, que además, es rica en nutrientes para la tierra.

La erosión que es un proceso natural también puede ser provocada por influencia humana, consecuencia de la deforestación, la construcción de caminos, el crecimiento de zonas urbanas, el sobre pastoreo, entre otros.

3.4 Hidrología

El municipio forma parte de la Región hidrológica No. 18 “Balsas”, esta región es una de las más importantes del país; esto podemos verlo en el mapa 9. La cuenca en la que se ubica el municipio de Tochimilco es la del “Río Atoyac”, en esta área se genera anualmente un escurrimiento aproximado de 1 291 mm³, volumen que con las aportaciones de los estados limítrofes de Tlaxcala, Morelos y Oaxaca, asciende a 1 451 Mm³. De estos, 1 088 millones, salen al estado de Guerrero, a través del río Mezcala.

La subcuenca que se encuentran en nuestra área de estudio es la R. Nexapa. En el territorio se encuentran 19 escurrimientos naturales, de los cuales el Río Matadero, Atila y Huexoyo son los más importantes, el primero baja del volcán Popocatepetl y cruza por el centro del municipio pasando por Tochimilco y La Magdalena Yancuitalpan. El río Atila (foto 13) se genera por los escurrimientos y/o yacimientos que brotan del volcán y este pasa cercano a la localidad de Tecuanipan. El río Huexoyo pasa en el límite sur poniente del municipio.

La precipitación total mensual se encuentra entre 40 y 60 mm, la primera prevalece en la mayor parte del municipio de Tochimilco con un 92.54 %, y la segundo corresponde al 2.28 % en la parte sur, y existe un porcentaje de 5.19 que no aplica por ser la parte del cráter del volcán, ver en el mapa 10. Cercano a la localidad de Tochimilco se ubica un cuerpo de agua el cual es denominado jagüey. Este municipio se encuentran muchos yacimientos, ya que por su cercanía con el volcán accede a grandes cantidades de agua.

Con respecto a la hidrología subterránea, en la entidad las corrientes superficiales son escasas y de volumen reducido, especialmente hacia la parte centro y sur de la entidad, o bien, se encuentran casi totalmente aprovechadas o presentan problemas de contaminación. Tochimilco se encuentra en el cenozoico superior volcánico, con rocas volcánicas, principalmente basálticas y anderiscas, con una permeabilidad de media a alta, se tiene un porcentaje del 60.93% del territorio municipal.

Por la permeabilidad que se tiene en ambos conceptos, se considera aquí a rocas porosas y bastante fracturadas, con discontinuidades entreabiertas y con muy escaso relleno, así como también, a sedimentos no consolidados de grano grueso y medio, con bajo contenido de arcillas. Estos materiales pueden permitir el flujo del agua en cantidades suficientes como para conformar muy buenas zonas de

recarga y si se conjugan los factores mencionados anteriormente, constituyen acuíferos capaces de sustentar a poblaciones y actividades económicas de mediana escala, ver mapa 8.

3.5 Climatología

El clima es la suma total de los fenómenos meteorológicos (la temperatura del aire, la presión atmosférica o peso del aire, los vientos y la humedad que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto de la superficie terrestre), en tanto que la climatología es la ciencia que estudia el clima, sus causas y variaciones a lo largo del tiempo. En el mapa 11 se muestra los principales fenómenos climatológicos del municipio.

Los climas predominantes en el municipio de Tochimilco, se encuentran distribuidos de la siguiente forma (ver gráfica 2): al sureste, se presenta el clima semicálido subhúmedo con un 2% de la superficie total del municipio con una temperatura entre los 18° y 22° grados centígrados, siendo esta parte del municipio donde se presentan las temperaturas más cálidas; el clima templado subhúmedo abarca el 69% de la superficie, en esta zona se encuentran el total de localidades del municipio (foto 14), este clima tiene una temperatura entre los 12° y 18° grados centígrados, rumbo al norte, se presenta el clima semifrío subhúmedo con un 24% de superficie y con una temperatura entre los 5° y 12° centígrados, finalmente tenemos en la zona del volcán Popocatepetl donde el clima predominante es el frío de altura con marcado invierno con un 5% de la superficie total donde la temperatura media anual oscila entre los -2° y 5° centígrados (cuadro 1).

Las bajas temperaturas se ven reflejadas en las fuertes heladas que se presentan en más de la mitad del territorio, principalmente en las partes altas, predominantemente durante el invierno debido al descenso de la temperatura, lo que lleva a un alto riesgo en las localidades que se encuentran en las faldas del volcán, donde se concentran las temperaturas más bajas, como es el caso de Santa Catarina Cuilotepec, La Magdalena Yancuitalpan y la misma cabecera municipal Tochimilco. En estas zonas del municipio, las nevadas afectan los cultivos con una reducción de las cosechas.

Con respecto a la precipitación media anual, tenemos que se encuentra entre los 800-1300 milímetros y la precipitación media mensual es menor a los 60 milímetros, la zona donde se presenta la mayor precipitación anual es en la parte central del municipio, lo que se ve reflejado en las fuertes lluvias durante el verano, derivado de esto, los principales riesgos que se presentan son deslaves debido al reblandecimiento de los suelos, además del crecimiento del cauce de los ríos y las inundaciones en las zonas planas del municipio. Dos de las localidades que presentan desbordes de ríos y fuertes deslaves por las lluvias son Santa Cruz Cuautomatitla y San Antonio Alpanocan (foto 15).

El municipio de Tochimilco cuenta con 4 estaciones meteorológicas (cuadro 2), las cuales tienen registros de las precipitaciones medias anuales y mensuales, como de las temperaturas y la evapotranspiración en la zona.

Otro elemento mostrado en el mapa, es la dirección de los vientos en la escala de Beaufort, mostrando los vientos dominantes principalmente en la parte sur del territorio municipal provenientes del suroeste del estado de Puebla, en promedio alcanzan una velocidad media entre 10 y 20 kilómetros por hora, con una dirección hacia el oeste del municipio, estos vientos, eventualmente alcanzan velocidades mayores que sobrepasen los 20 kilómetros por hora, esto se debe a que en el municipio existe un sistema montañoso con grandes zonas boscosas que protegen a las localidades, por tanto los vientos locales se llegan a desplazar por los pequeños valles en menor magnitud, provocando muchas veces el descenso de las temperaturas.

Finalmente, cabe mencionar que la valoración adecuada de estos fenómenos meteorológicos en esta etapa de descripción, permite conocer el territorio de estudio, los lugares donde se pueden dar posibles eventos climatológicos que generen riesgos a la población, por tanto este breve análisis dará paso a la evaluación y generación de riesgos que se mostrará en otro capítulo más adelante.

3.6 Uso de suelo y vegetación

El territorio nacional no se explota con la misma intensidad ni con los mismos propósitos en toda su superficie. Algunas porciones son modificadas profundamente al ser utilizadas con fines agropecuarios o como asentamientos humanos; otras han permanecido relativamente inalteradas por las actividades de la sociedad. La vegetación es la cobertura de plantas (flora) salvajes o cultivadas que crecen espontáneamente sobre una superficie de suelo o en un medio acuático. En el municipio de Tochimilco encontramos dos tipos de uso de suelo, por superficie territorial se ordenan de la siguiente forma, tal como se muestra en la gráfica 3 y el mapa 13. En la agricultura de temporal, se clasifican a todos a aquellos terrenos en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, su éxito depende de la precipitación y de la capacidad de retención del suelo. Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola. Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego. Conformando un mosaico complejo difícil de separar, este tipo de suelo abarca el 43.45 % de la superficie total del municipio, la mayor parte se encuentra en la zona centro-sur, cercana a los asentamientos humanos.

En la agricultura de riego, se utiliza el agua como suplementaria por aspersión, goteo o cualquier otra técnica, la distribución del agua es a través de surcos o tubería a partir de un canal principal o por gravedad cuando va directamente a un canal principal desde aguas arriba de una presa o un cuerpo de agua natural.

En el municipio de Tochimilco se aprovecha el agua de los ríos Matadero y Atila, y a través de escurrimientos se distribuye al agua y se ocupa en las localidades cercanas. La superficie en porcentaje de este tipo de suelo es del 3.30 %, es una pequeña parte, se localiza en el sur este del municipio junto a la localidad de Tochimilco.

Por lo que se refiere a la vegetación, encontramos trece tipos, y son los siguientes: bosque de pino: los pinares son comunidades características de las montañas de la región, sin llegar a ser el tipo de vegetación predominante. En su mayoría los pinares tienden a estar asociados con especies de encino para formar bosques de pino-encino. El bosque de pino se localiza en elevaciones por arriba de los 2 400 metros sobre el nivel del mar y alcanza altitudes de hasta 2 900, cota donde suele mezclarse con el oyamel para formar rodales en los que ni el pinus ni el abies resultan claramente dominantes. Los pinares son comunidades donde el estrato más importante es el arbóreo, con alturas promedio entre los 20 y 30 m. con un porcentaje del 18.64 %, localizándose en la parte norte del municipio, a las faldas del volcán Popocatepetl. De este derivan con el 3.50 % el bosque de pino secundario arbórea y el bosque de pino secundario arbustiva con el 2.62 % del territorio del municipio, se ubican en la parte baja del bosque de pino, estos bosques son la sucesión que se presenta cuando la vegetación es removida o perturbada.

También se encuentra el Bosque de encino-pino con un porcentaje de 5.22 %, es un biomacaracterizado por la abundancia de ciertas especies de pino y encino.

Vegetación arbórea formada por la dominancia de encinos, sobre los pinos. Se desarrolla principalmente en áreas de mayor importancia forestal, en los límites altitudinales inferiores de los bosques de pino-encino. Estas comunidades muestran menor porte y altura que aquellos donde domina el pino sobre el encino. Dentro de este mismo concepto se ubica el bosque de encino-pino secundario arbustiva con un 0.19 % de territorio de este municipio. Los ubicamos en la parte centro del este mismo a las faldas del volcán.

Bosque de encino secundario arbustivo se tiene un 4.54% de superficie, estos bosques generalmente se encuentran como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas, pueden alcanzar desde los 4 hasta los 30 metros de altura más o menos abiertos o muy densos; se desarrollan en muy diversas condiciones ecológicas desde casi el nivel del mar hasta los 3,000 m de altitud.

Por las características de los encinos, estos bosques han sido muy explotados con fines forestales para la extracción de madera, para la elaboración de carbón y tablas para el uso doméstico, lo cual provoca que este tipo de vegetación tienda a fases secundarias las que a su vez sean incorporadas a la actividad agrícola y pecuaria.

El bosque de oyamel lo ubicamos dentro de bosque de pino en la parte norte del municipio con un 2.90 % de superficie, se caracteriza por la altura de sus árboles que a veces sobrepasan los 30 metros de altura, se desarrollan en clima semifrío y húmedo, entre los 2,000 a 3,400 metros de altitud, en parte de los parques nacionales y naturales entran en este tipo de vegetación.

El bosque de pino–encino con un 1.22 % de la superficie, se encuentra en la parte noreste del municipio, este tipo de vegetación se localiza en elevaciones por arriba de los 1 800 metros sobre el nivel del mar y alcanza altitudes de hasta 2 700 m, donde empiezan a ser claramente dominantes las especies del género pinus. Respecto a su estructura vertical, este tipo de vegetación presenta de dos a tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo. En el municipio encontramos el bosque de pino-encino secundario arbustiva con un 4.29% de superficie, la presencia (o ausencia) de un estrato arbustivo bien definido está relacionada con el manejo del bosque en cada sitio; en áreas donde se extrae madera ninguna práctica de reforestación, o en sitios perturbados (abiertos al cultivo y posteriormente abandonados), el estrato arbustivo se encuentra poco representado o no existe. Se tiene un porcentaje del 3.69% sin vegetación aparente, aquí se ubica la zona del cráter del volcán Popocatepetl, es por eso que no se encuentra algún tipo de vegetación.

Pastizal inducido con el 1.20 % de superficie del municipio, es aquel que surge cuando es eliminada la vegetación original. Este pastizal puede aparecer como consecuencia de desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Se ubican en pequeñas partes distribuidas en todo el territorio municipal.

La selva baja caducifolia secundario arbustiva tiene un 2.79 % de terreno en el municipio y su fisonomía es muy semejante a la selva baja caducifolia, excepto que los árboles dominantes conservan por más tiempo el follaje a causa de mayor humedad edáfica. En el municipio lo ubicamos en la parte sur, cerca de la localidad de Tochimilco y de San Francisco Huilango.

Pradera de alta montaña con el 2.44% de la superficie municipal, la forman comunidades de pocos centímetros de altura, con aspecto cespitoso (pradera), amacollado o arrosetado, localizado generalmente arriba de los 3500 metros sobre el nivel del mar, después del límite altitudinal de la vegetación arbórea y cerca de las nieves perpetuas. Su distribución está restringida a las montañas y

volcanes más altos de la República. El Popocatepetl y el Ixtaccíhuatl, llevan en sus partes altas, manchones de esta vegetación y por consiguiente el área total ocupada por ella es bastante reducida.

3.7 Áreas Naturales Protegidas (ANP)

En el municipio de Tochimilco, Puebla., tiene dentro de sus límites político administrativos la ANP, denominada Iztaccíhuatl-Popocatepetl decretada en el Diario Oficial de fecha 11 de febrero de 1948, asentada en las faldas de la Sierra Nevada, año en que tal decreto asignó 25 mil 679 hectáreas, correspondientes a cuatro municipios del estado de México, uno de Morelos y cinco de Puebla, siendo estos; del Estado de México: Texcoco, Ixtapaluca, Chalco, Tlamanalco, Amecameca, Atlautla, Ecatingo; de Morelos: Tetela Del Volcan; y de Puebla: San Salvador El Verde, Huejotzingo, San Nicolás de los Ranchos y Tochimilco.

El Popocatepetl tiene una altura de 5 mil 542 metros sobre el nivel del mar. Su cono o corona es de tipo estromboliano y se cree que se formó hace 12 millones de años siendo más joven que el Iztaccíhuatl y que el Ajusco, el municipio de Tochimilco, cuenta con un total de 2,013.115 hectáreas de ANP, partiendo desde el centro del cono volcánico, (ver mapa 14). La continua actividad vulcanológica que registra, le valió su nombre, que en náhuatl significa "cerro que humea".

Como se muestra en las imágenes de *Google Earth*, se presenta en color rojo el polígono del municipio, y de color verde sombreado el Área Natural Protegida. La ANP es también un espacio humano, se trata de territorio que a lo largo de su historia, ha tenido influencias culturales muy significativas, pero también la presencia humana, ha reducido progresivamente la superficie ocupada por la naturaleza virgen y sus actividades han contaminado o destruido extensas áreas de la zona, por tanto, hoy en día se tienen establecida una compleja red de influencias mutuas con las sociedades humanas. En este sentido, para la conservación del ANP debe haber un acuerdo social y una gestión activa, basada en la participación.

La definición de ANP dada por organismos internacionales (IUCN, 1994) se centra en la idea de protección de la diversidad biológica, finalidad a la que deben supeditarse otros posibles usos del área protegida, aunque en nuestra opinión situada está en el debate actual y la protección debe inexorablemente incorporar los valores culturales.

Según Yáñez (2007) la CONANP, define a una ANP como el instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad y corresponde a una superficie

terrestre o acuática del territorio nacional, que representen los diversos ecosistemas y donde el ambiente original no ha sido alterado. Para cada ANP existen Programas de Conservación y Manejo, que corresponden a instrumentos que definen las estrategias de conservación y uso de las áreas naturales protegidas. La elaboración de estos programas se realiza en base a los términos de referencia emitidos por la CONANP. A la fecha, solo el 56 % de las ANP tienen su programa de conservación y manejo, mientras que el resto está en proceso de elaboración.

Con esto, el ANP es por lo tanto un instrumento para la protección de la diversidad biológica y paisajística, y los recursos naturales y culturales asociados. Como tales instrumentos, se basan en el establecimiento de una demarcación o delimitación territorial respaldada legalmente. El ANP debe considerarse como instrumento básico de la ordenación del territorio y por lo tanto deben quedar plenamente integrados en el marco de las políticas sectoriales. Debe considerarse como centro difusor de nuevas estrategias de desarrollo sostenible. Constituyen un marco territorial jurídico, administrativo, presupuestario y profesional desarrollado y dirigido explícitamente hacia la conservación, con objetivos concretos expresados en los planes de gestión, en los que es preciso incorporar sistemas de control y evaluación.

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

4.1 Elementos demográficos

El municipio de Tochimilco presenta una dinámica demográfica paulatinamente lenta, de 1990 a 2010, tuvo un aumento de 935 habitantes, aunque en el año 2005 hubo un marcado decremento de 2,217 habitantes, como se muestra en la gráfica 4. Con respecto a la población femenina y masculina, se tiene que de los 17,028 habitantes, 7,916 son hombres y 9,112 son mujeres. De acuerdo a las cifras del Censo de población y vivienda 2010, el municipio cuenta con 22 localidades, mientras que en 1990 se tenían 17 localidades. La cabecera municipal, localidad con el mismo nombre del municipio, cuenta con una población total de 3,289 habitantes, mientras que la localidad con el menor número de habitantes es Tlacuiloca con seis habitantes. Esto puede verse en el mapa 16, donde se representó la población total de forma puntual, mostrando donde existe una mayor concentración de la población por localidad.

El crecimiento poblacional de 1990 a 2010, fue un tanto ascendente, con una tasa de crecimiento del 0.7%, en 2005 se dio un decrecimiento del -12.77% en comparación con el año 2000, la población municipal presenta una tasa de crecimiento de 2.44%, este comportamiento se aprecia en la gráfica 5.

En el municipio existe una alta migración aunque sea internamente dentro del territorio municipal, derivada del movimiento de la población por cuestiones de trabajo y para acudir a la escuela, en el cuadro 4 se presentan las cifras con respecto a la migración, cómo puede verse hay una baja migración hacia otras entidades y hacia Estados Unidos.

Distribución poblacional

La distribución de la población en todo el municipio se encuentra de la siguiente forma: de 0 a 14 años con 5,644 habitantes, de 15 a 64 años con 9,925 habitantes y de 65 años y más con 1,451 habitantes, como puede verse en la gráfica 6, la mayor distribución se encuentra concentrada en el rango de edad de 15 a 64 años, en el territorio la distribución espacial se encuentra al sur del municipio, de este a oeste, esto se puede ver en el mapa 17, la población del municipio se encuentra ubicada en zonas con pendientes de moderadas a pronunciadas. Lo que lleva a prender focos de alerta en caso de llegar a darse un posible riesgo. Con respecto a los rangos de edad que se muestran en la gráfica 6 y en el cuadro 5, la población de 15-64 años de edad, es la predominante no solo en el municipio si no en

las localidades más importantes, como es el caso de Tochimilco con 1,935 habitantes, San Antonio Alpanocan con 1,608 y La Magdalena Yancuitalpan con 1,398 habitantes, cabe mencionar que una de las localidades que se encuentra en zonas de alto riesgo es Santa Cruz Cuautomatitla con 844 habitantes en este rango de edad, no dejando de lado al grupo más vulnerables que son los habitantes de 65 años y más, en cuyo caso esta localidad tiene 99 habitantes.

La población del grupo de edad de 0 a 14 años, es el grupo en edad escolar, situación por la que se debe poner especial atención, debido a que se ausentan de sus hogares para asistir a la escuela principalmente por las mañanas. Tochimilco, San Antonio Alpanocan, Tecuanipa (San Miguel Tecuanipa) y Santa Cruz Cuautomatitla, son las localidades donde se presenta un alto número de habitantes en este grupo de edad, para mayor detalle puede consultarse el cuadro 5. En el mapa 19, se muestra la distribución de la población por rangos de edad, además de la población con alguna discapacidad y grado de escolaridad.

En la gráfica 7, se muestra la población que tiene alguna dificultad para el desempeño y/o realización de tareas en la vida cotidiana. Este sector de la población resulta altamente vulnerable ya dentro de este grupo entran todos aquellos habitantes que no pueden caminar o moverse, subir o bajar, las localidades de San Antonio Alpanocan y Santiago Tochimilco presentan un mayor número de habitantes con esta incapacidad física.

Pirámide de edad

El comportamiento mostrado en la pirámide de la población (gráfica 8), presenta la distribución poblacional por grupos de edad, esto tiene como principal objetivo conocer en qué grupo se está dando la mayor concentración de la población, para saber qué medidas tomar para prevenir y tomar decisiones en caso de algún riesgo. Los grupos entre 10 y 24 años de edad, son los predominantes en todo el municipio, hay población joven, aunque también hay un grupo que debe tomarse en cuenta, que es el de la tercera edad, ya que en todas las localidades hay población mayor a los 65 años y más.

Mortalidad

La tasa de mortalidad que presenta Tochimilco es del 6.15 comparada con la total del estado de Puebla que es del 4.1%(CONAPO, 2010), con respecto a la mortalidad infantil, se tiene que es del 31.5%, mientras que la tasa de natalidad es del 21.1%, el sector infantil es el más vulnerable y esto tiene que ver con la disponibilidad de servicios de salud, en la gráfica 9 se muestran los servicios de salud a los que se tiene mayor acceso.

Densidad de población

La superficie municipal es de 218.79 Km² y la población total es de 17,029 habitantes, por tanto la densidad poblacional al 2010 es de 78 habitantes por km², con un crecimiento anual promedio de 935 habitantes, en el cuadro 7 tenemos la densidad poblacional de las localidades mayores a 200 habitantes.

En el mapa 17, se puede ver espacialmente la clasificación de la densidad poblacional y la extensión territorial de cada localidad, como ya se mencionó anteriormente solo se muestran las localidades que cuentan con un polígono conforme a su superficie territorial, que son todas las localidades mayores a 200 habitantes, para el caso del resto de las localidades a las que no se le cálculo su densidad poblacional, se muestra en el mapa, el tamaño de la población.

Servicios de Salud

El servicio de salud en el municipio de Tochimilco es proporcionado básicamente a través de una clínica del sistema IMSS-Oportunidades, situación por la cual, en el cuadro 6 es el servicio con mayor presencia, ubicada en la cabecera municipal y tres clínicas rurales del sistema Secretaría de Salud (SS), ubicadas en Yancuitlalpan, Cuauhtomatitla y Alpanocan, todas otorgan consulta externa. Además se cuenta con dos clínicas particulares ubicados en la cabecera municipal, las cuales brindan consultas médicas, dentales y análisis clínicos.

Además en el municipio, se cuenta con siete casas de salud localizadas en Tecuanipa, Tochimizolco, Cuilotepec, Zacatempa, Tepanapa, Huilango, Tulcingo y el Barrio de Jerusalén que está ubicado en la Cabecera Municipal. En la localidad de Tochimilco de 3,289 habitantes, 839 reportan estar afiliados a un servicio de salud, esto representa el 25.5% de la población total, así como esta localidad se tiene varias en el municipio, donde la mayor parte de su población no se encuentra afiliado a un servicio (mapa 21)

4.2 Características sociales

Escolaridad

Tochimilco es un municipio con un grado de escolaridad bajo, en la gráfica 10 se muestran las características educativas, el 14.3% de la población total no sabe leer ni escribir, entre los 3 y 14 años hay un 5.6% que no asiste a la escuela y un 4.5% que si asiste a la escuela, se registra que mayores a 15 años con primaria y secundaria completa equivale a 34.67%, mientras que el 21.98% no concluyó su educación básica y solo el 3.9% tiene educación posbásica.

El promedio general para el municipio de Tochimilco se sitúa con el 5° grado promedio, el cual se distribuye, para la población femenina en 5° grado y con un 6° para la población masculina. Esta distribución podemos verla en el mapa 19, donde se aprecia el grado promedio de escolaridad por localidad. La localidad que presenta un mayor promedio de escolaridad es Los Amates con un 6.89, le sigue San Antonio Alpanocan con un 6.66, mientras que Tochimilco, la cabecera municipal tiene un 6.24 grado promedio de escolaridad. Esto tiene que ver con las características geográficas del lugar, la distancia y las condiciones económico-productivas del lugar, es menester aplicar medidas de atención a los programas educativos, para analizar los motivos por los cuales la mayoría de población mantiene un nivel escolar por debajo de la media.

En el municipio se tiene un registro de 4,678 alumnos inscritos en niveles de preescolar a bachillerato, con un total de 214 maestros en 39 escuelas, la distribución por nivel la podemos ver en el cuadro 8. Con respecto a la educación para adultos en el periodo 2009-2010 se tuvieron las siguientes cifras:

- Adultos alfabetizados: 3
- Adultos inscritos en primaria: 36
- Adultos egresados de primaria: 1
- Adultos inscritos en secundaria: 140
- Adultos egresados de secundaria: 2

Hacinamiento

El total de viviendas del municipio de Tochimilco, es de es de 4,971; de las cuales hay 3,885 viviendas particulares habitadas, 796 viviendas desocupadas, con un total de 17,028 ocupantes en viviendas particulares y con un promedio de 4.38 ocupantes por vivienda, la concentración por vivienda particular varía dependiendo de la localidad; sin embargo, se debe tomar en cuenta el promedio de habitantes por vivienda en caso de evacuar por alguna contingencia. Los materiales utilizados principalmente para su construcción son: el cemento, la lámina de asbesto o metálica, la teja y losa de concreto, tabique o ladrillo.

Dentro de los servicios más importantes, están el agua potable, drenaje y luz eléctrica, los cuales se encuentran distribuidos como se muestra en el cuadro 9. En general se puede ver que las localidades que presentan mayor número de habitantes con falta de estos servicios prioritarios son: La Magdalena Yalcuitlalpan, que cuenta con 2% de las viviendas sin electricidad, 8% sin agua potable y 48% sin drenaje, otra de las localidades es Alpanocan, con 4%, 1%, y 45% respectivamente, así como también la localidad de Tecuanipa (San Miguel Tecuanipa) con, 2%, 3% y 51% y la localidad Santiago Tochimizolco, con 2%. 9%, y 48% sobre los servicios básicos. La distribución espacial la podemos ver en el mapa 20, estos servicios se concentran principalmente en las localidades urbanas, en el caso de la localidad de Tochimilco se da la mayor concentración de servicios en 609 viviendas de un total de 1031 viviendas particulares habitadas, que disponen de agua entubada, luz y drenaje, mientras que las localidades con menor número de habitantes presenta una menor disponibilidad de estos servicios básicos. En la foto 20 se muestra como en la localidad de Santa Cruz los pobladores transportan el agua por medio de una red improvisada por mangueras, cuya transportación del agua es por gravedad.

Marginación y Pobreza

Los indicadores de desarrollo humano, se conforman por los niveles de empleo, educación, ocupación, vivienda y salud; con estos parámetros se determina el nivel de pobreza y marginación en comparación con el resto del país. En el municipio de Tochimilco se tiene un grado de desarrollo humano medio, un grado de marginación alto y un grado de rezago social alto, los lugares tanto a nivel estatal como nacional se muestran en el cuadro 10. Estos datos están asociados a los niveles de educación que se mostraron anteriormente, ya que se tiene el 14.3% de población que no sabe leer ni escribir, además presenta un 4.5 % que no asiste a la escuela, lo anterior aunado al empleo y

ocupación que se muestra posteriormente, dejan al municipio en nivel bajo en cuestión de indicadores sociales.

4.3 Principales actividades económicas en la zona

Las actividades que se desarrollan en el municipio son agropecuarias, forestales y agrícolas. El sector agrícola, se basa principalmente en la producción de maíz, frijol, cacahuate, amaranto, entre otros; con relación a la fruticultura se produce pera, limón, aguacate, tejocote, manzana, chabacano, capulín y durazno; en cuanto al forraje tenemos alfalfa. En el sector ganadero se cuenta con ganado de traspatio, como es el bovino, porcino, lanar, caprino y equino, principalmente; además, existen otros como el asnal, mular y diferentes aves. Con respecto a la pesca en el municipio de Tochimilco, en el río del mismo nombre, actualmente se encuentra la cría de mojarra y las que están en extinción son el bagre y la carpa de Israel. En la apicultura, la producción de miel en el municipio es de gran importancia, ya que la han comercializado en los municipios colindantes, como es el caso de Atlixco por su cercanía, para su consumo y exportación. En el sector industrial cuenta con molinos de nixtamal.

En el caso del sector turístico, con respecto a las fiestas populares, el 3 de mayo se celebra en la cabecera municipal al Señor del Calvario y el 15 de agosto se celebra la fiesta patronal en el ex convento (foto 21). También se celebra la fiesta patronal de la Santa Cruz el 3 de mayo y se venera una cruz que data aproximadamente en el año de 1800, ubicada en la cima de un cerro en la localidad de Cuauhtomatitla; el 22 y 23 de julio en la comunidad de Yancuitlalpan festeja una fiesta en honor de Santa María Magdalena, con misas, rezos, procesiones, fuegos artificiales, bandas de música y danzas “baile del convite”, “son de las tortillas”, “tecuanes” y “xochitotoli” (son del guajolote). El 25 de julio se celebra una fiesta en honor a Santiago Apóstol en la localidad de Tochimizolco; el 18 de octubre en la localidad de Tulcingo se celebra a San Lucas Evangelista, el día 11 de noviembre en Zacatempa se festeja a San Martín Caballero y por su parte, en Tepanapa, se celebra una fiesta con mañanitas, danza de moros y fuegos artificiales en honor a su patrona Santa Catarina, el 25 de noviembre.

En el sector comercial, se destaca los tendajones de frutas y legumbres, los cuales satisfacen las necesidades prioritarias de la población. Y finalmente con respecto a los servicios, se cuenta con los más indispensables como son: talleres de reparación de carrocerías, peluquerías así como también con servicios de preparación de bebidas y alimentos, reparación de automóviles, camiones y bicicletas.

La distribución de las actividades económicas se puede ver en cuadro 11, donde se desglosa el número de personas registradas por sector, mostrando la mayor concentración se tiene en el sector

agropecuario con un 75.91 %, el 11.49% en el sector industrial y en el sector comercio y servicios del 11.72%

Características de la población económicamente activa

La diversificación de actividades económicas en Tochimilco está diferenciada principalmente por el número de población económicamente activa e inactiva, llámese PEA a todas las personas mayores de una cierta edad (15 años, por ejemplo) que tienen empleo o que, no teniéndolo, están buscándolo o a la espera de alguno. Ello excluye a los pensionados y jubilados, a las amas de casa, estudiantes y rentistas así como, por supuesto, a los menores de edad, observando en la gráfica 12, donde la PEA es del 55% de la población, mientras que el 45% corresponde a la población económicamente inactiva (PEI).

Este dato resulta importante ya que relacionado con algún riesgo se podría considerar la capacidad de respuesta económica, por parte de la población. Para la PEI, que es el grupo de personas de 12 años o más que la semana anterior al registro del dato por una fuente oficial como INEGI, no se encontraba ocupada, ni en situación de desocupación abierta, pero que declararon estar dispuestas a trabajar en forma inmediata, aun cuando no lo buscaron activamente en los meses anteriores al periodo de referencia, por razones atribuibles al mercado de trabajo (desocupación abierta), ésta presenta un total del 45% de población en Tochimilco.

Como se muestra en el mapa 22 de actividades económicas, las localidades donde se presenta un alto número de población económicamente inactiva es en Tochimilco, San Antonio Alpanocan y San Martín Zacatempa, estas son localidades con un mayor número de habitantes, con respecto a las localidades que tiene un mayor número de población económicamente activa, son Santa Cruz Cuautlatitla, Tecuanipa, Santa Catalina, San Francisco Huilango, San Lucas Tulcingo y la Magdalena Yalcuitlalpan. El resto de las comunidades mantiene una media en estas actividades.

Estructura urbana y rural

El municipio está conformado por veintidos localidades, de las cuales tres son urbanas y diecinueve rurales. La cabecera municipal está constituida por ocho barrios que son: Centro, Calvario, Xalochica, Xaxalpa, Xochimilcapa, San Juan, Xantzincó y Jerusalén, así como tres colonias que son: Los Amates, San Lorenzo y La Concepción.

En el municipio se tienen nueve juntas auxiliares: La Magdalena Yancuitlalpan (tierra nueva), San Antonio Alpanocan (del otro lado de la barranca), Santa Cruz Cuauhtomatitla (tomate silvestre), San Francisco Huilango (donde está el tullido), San Miguel Tecuanipa (donde se encuentran los tecuanis), Santa Catalina Tepanapa (donde hay mucha piedra), San Martín Zacatempa (donde hay mucho zacate), Santiago Tochimizolco (lugar o madriguera de conejos viejos), San Lucas Tulcingo (donde hay tule) y finalmente con una inspectoría auxiliar en Santa Catarina Cuilotepec (donde se dan los cuilotes).

Con respecto a la infraestructura de comunicaciones (foto 22 y 23), cuenta con servicio telefónico en un 60%; recibe la señal de cadenas de televisión, de estaciones radiodifusoras estatales y nacionales, de internet, de televisión por cable y además tiene servicio de correo. En lo referente a las vías de comunicación, las localidades están comunicadas a través de una red de carreteras pavimentadas así como de terracería, caminos y brechas. El transporte público se basa principalmente en pasajeros, taxis y microbuses que prestan el servicio, principalmente hacia el municipio de Atlixco y a las juntas auxiliares.

Para poder mostrar la estructura urbana y rural, es necesario mencionar que según datos del Censo de Población y Vivienda 2010 de INEGI, todas las localidades urbanas cuentan con un plano y solo las localidades rurales mayores a 200 habitantes tienen actualmente también un plano de la estructura rural (mapas 23 -36)

En el municipio se cuenta con preescolar, primaria, secundaria y bachillerato, como se muestra en las fotos 24,25 y 26. Se tienen 27 templos generalmente uno en cada localidad y en el caso de la cabecera municipal en cada barrio como se puede ver en la foto 27 y 28.

Derivado de estos planos y del recorrido en campo se presenta un desglose por localidad en el cuadro 12, que ofrece una perspectiva del equipamiento en el municipio, para conocer los lugares disponibles en caso de alguna emergencia por riesgo, aunque cabe mencionar que en eventos pasados en el municipio se realiza una evacuación hacia otros municipios cercanos a centros de albergue.

Posibles riesgos

Los riesgos naturales son catalogados como actividades adversas que afectan directa e indirectamente a un grupo social, podemos definir como riesgos naturales a: terremotos, volcanes, derrumbes, erosión de laderas, inundación, enfermedades de plagas.

Para una mejor comprensión sobre las zonas de riesgo, es necesario definir que un riesgo, es: la posibilidad de pérdida de vidas humanas, propiedades, capacidad productiva, etc. dentro de una área determinada sujeta a peligros.

Las zonas de riesgo identificadas en el municipio de Tochimilco, están ubicadas en las localidades de La Magdalena Yancuitlálpan, Guadalupe, y en San Antonio Alpanocan, estos lugares son identificados como zonas de alto riesgo por derrumbes y erosión de laderas, que se han suscitado y que se identificaron con posibilidad de sucesión (ver mapa 37).

Otro de los riesgos que se ha visto latente es el peligro volcánico, entendido como: cualquier material que pueda lanzar un volcán, una colada, un flujo piroclástico caída de pómez o de ceniza, otra definición lo asume como la posibilidad de que un área determinada sea afectada por productos volcánicos, potencialmente destructivos en un intervalo (relativamente corto) de tiempo.

Si tomamos en cuenta erupciones que se han registrado en el pasado resulta más sencillo, saber las necesidades operativas que ha causado la reactivación del Popocatepetl, ya que a partir del pasado 24 de diciembre de 1994, cuando provocó lluvia de ceniza sobre comunidades cercanas, generó la evacuación de 75,000 personas de 22 comunidades.

Para este análisis se tomaron en cuenta también fallas y fracturas que se presentan en este municipio indicando un grado de riesgo alto con ubicación de una fractura que va del Noreste-Suroeste ubicado directamente en la parte sur del Municipio.

De igual manera se identificó la zona sísmica ubicada gran parte dentro de la fractura antes mencionada, asimismo se presenta una falla en la parte sur del municipio, cerca de la localidad de San Francisco Huilango.

A partir de los distintos escenarios eruptivos y que ha tenido el Popocatepetl, se subdividen tres zonas consideradas de mayor riesgo con el propósito de ubicar con exactitud las comunidades asentadas en dichos sectores:

- La zona 1: abarca la región más cercana al cráter que corresponde a 7 kms. A la redonda. Esta zona se considera de muy alto riesgo

- La zona 2: se encuentra un poco más retirada del volcán una distancia de 13 km a la redonda del cráter, que corresponde a un grado de alto riesgo, aquí se incluyen cuatro localidades que son Guadalupe Cuilotepec, La Magdalena Yancuitalpan y Tepatlactitla. Con un total de 2674 habitantes de las cuatro localidades antes mencionadas.
- La zona 3: abarca una distancia de 20 km a partir del cráter volcánico e incluye a 16 localidades con una población total de 12205 habitantes, el resto de las localidades que son tres, con un total de 2149 habitantes se encuentran en la zona de riesgo medio.

En función del tipo de eventos naturales será el riesgo que corra la población respecto al área de influencia y a las actividades naturales que se presenten, respecto a las vías de comunicación se hace hincapié sobre lo angostas y deterioradas que estas se encuentran, lo anterior conforme al recorrido en campo que se realizó el día 17 de septiembre de 2011 (fotos 29, 30 y 31), identificando en su mayoría las vías de acceso a las localidades de Santa Catarina Cuilotepec y La Magdalena Yancuitalpan, siendo estas las más cercanas a la cima del volcán Popocatepetl.

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

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

5.1.1. Fallas y fracturas

El territorio municipal de Tochimilco presenta elementos tectónicos importantes como son las fallas, fracturas y sismicidad (ver mapa 38).

Existe una falla normal y de alta intensidad cerca de las localidades de Tochimilco, La Magdalena Yancuitalpan, San Lorenzo, Los Amates, La Concepción y La Joya. A partir de dicha falla se tiene un área de influencia sísmica de 1,000 metros por lado. El grado de vulnerabilidad se clasifica como alta para el poblado de La Magdalena Yancuitalpan, San Lorenzo, Los Amates, La Concepción y La Joya (ver foto 32), ahí el 95.07% de la población se encuentra dentro de la zona de riesgo; el porcentaje de viviendas asciende al 94.9% y prácticamente todas las calles se encuentran dentro del área de afectación (ver foto 33). El número de habitantes con discapacidad motriz, es considerable, hay alrededor de 62 personas dentro de este rubro y más del 50% de las personas no cuentan con servicio médico por lo que en caso de emergencia dicha población va tener complicaciones para recibir atención médica. En resumen, el grado de vulnerabilidad ante fenómenos tectónicos en La Magdalena Yancuitalpan es alto; en consecuencia, el riesgo por fallas y fracturas es alto.

Gran parte de la superficie de la localidad de Tochimilco se encuentra dentro del área tectónica de intensidad alta; sin embargo, el grado de vulnerabilidad es baja, la población que hay dentro de dicha zona es del 22.38%, las viviendas representan el 17.85% y las calles afectadas el 17.77%. La población con discapacidad motriz en esta localidad es de 35 personas; no obstante, el número de habitantes que no cuenta con servicio de salud es elevado, por lo que en caso de emergencia, estos tendrán que utilizar sus propios medios para poder recibir atención médica. Por lo anterior, se considera que el riesgo por fallas y fracturas en la localidad de Tochimilco es bajo.

San Lucas Tulcingo es un poblado que está afectado por fallamiento de intensidad baja, ahí el grado de vulnerabilidad es alto. La población afectada es del 39.42% y las viviendas que pueden ser dañadas se calcula que alcancen el 59.44%, el 71% de las calles son las que pueden llegar a presentar daños. La población con discapacidad motriz es de 23 personas y más del 92% de los habitantes no cuenta con servicio médico, lo que significa que más de 1,000 personas pueden llegar a demandar servicio

médico en caso de algún fenómeno tectónico. En general, se tiene que el riesgo por fallas y fracturas es de un alto grado de impacto.

5.1.2. Sismos

Los sismos son una clara evidencia de la dinámica interna de la Tierra, son perturbaciones repentinas en el interior del planeta, que originan movimientos del suelo o vibraciones, lo que produce movimientos en las capas internas, así como de la interacción y movimiento de las distintas placas que conforman a la corteza terrestre. La principal causa de los sismos es la ruptura de rocas en las capas exteriores de la tierra, como resultado de un proceso de acumulación de energía de origen geológico que deforma la superficie y da lugar a las grandes cadenas montañosas. Por lo general estos sismos ocurren en zonas débiles de la corteza terrestre llamadas fallas. Al sitio donde se inicia la ruptura se le denomina foco y su proyección en la superficie epicentro.

En la figura 1 se muestra la clasificación de sismos de acuerdo a su ocurrencia en el medio natural, se tiene tres tipos de sismos: tectónico, volcánico y los sismos originados por colapsamiento. En el municipio de Tochimilco tenemos presentes los tipos de sismos tectónico y volcánico. Con respecto a la magnitud, el uso más frecuente, fue propuesta por Richter, la cual está en función de la cantidad de energía liberada, pero también se tiene una escala un tanto cualitativa, que es la de Mercalli modificada, basada en varios factores que incluyen desde nuestros órganos sensitivos, así como los daños a estructuras como edificaciones, obras civiles, etc. Dicha clasificación tiene un rango de uno a doce, las cuales se muestran en la figura 2.

En el mapa no. 39, se muestran los epicentros en el municipio, como puede verse se tienen registros de alrededor 11 epicentros que han tenido una magnitud entre 3.2 y 4.1 grados en escala Richter el más cercano a una localidad se registro aproximadamente a 1 kilometro de distancia de La Magdalena Yancuitlalpan.

Sin embargo es sumamente importante resaltar que en el municipio de Tochimilco se encuentra uno de los volcanes activos más importante del país, situación que viene a profundizar este apartado y resaltar la actividad que ha tenido el volcán Popocatepetl en los últimos tiempos con respecto a los sismos. Después de cerca de 75 años de quietud, en 1990 el volcán Popocatepetl comenzó a mostrar

signos de reactivación interna manifestada por un incremento paulatino de la sismicidad debajo del cráter y externamente, con fumarolas densas y calientes.

El evento del 30 de junio de 1994, es el más grande registrado en el presente episodio, la erupción fue precedida por una serie de sismos volcano-tectónicos que iniciaron a las 22:56 de ese día. Varios sismos con magnitud en el rango de 2 a 2.7 fueron detectados a lo largo de un intervalo de 13 minutos. Esta fase culminó en la madrugada del 21 de diciembre de 1994 con un importante evento eruptivo acompañado de una abundante emisión de ceniza que fue precipitada sobre la ciudad de Puebla. Para sorpresa de la población en general, particularmente para los habitantes de las zonas aledañas al volcán, el Popocatepetl, se había reactivado siendo la noticia del momento.

Fue el comienzo de un periodo eruptivo que persiste a la fecha. Evidentemente esta erupción fue motivo de gran preocupación por parte de las autoridades por el poco conocimiento que se tenía sobre el volcán y la incertidumbre sobre su actividad futura.

Por tanto se reforzó el sistema de monitoreo del volcán Popocatepetl para alertar sobre algún movimiento sísmico, en el mapa 39, se muestran las 7 estaciones de monitoreo del volcán, las cuales dependiendo del evento y su importancia decidirá si es necesario preparar y enviar un informe especial a las autoridades de Protección Civil y de la Secretaría de Gobernación para que se tomen las medidas correspondientes. Cabe mencionar que esta red de monitoreo. La serie de microsismos registrados alrededor del volcán se pueden ver en la figura 3 y 4, y en la figura 5 se muestra la evolución durante los últimos años con respecto a la actividad sísmica. Esta concentración de microsismos se encuentran aproximadamente a 11 kilómetros de las localidades de Casco San José, Guadalupe Cuilotepec y La MagdalenaYancuitalpan.

La intensidad sísmica en la que se encuentra Tochimilco, oscila entre la VI y VII según la escala de Mercalli, esta se muestra en el mapa no. 40, las localidades de San Antonio Alpanocan y Guadalupe Cuilotepec se encuentran en la zona VII que representa el mayor riesgo en el municipio. El sismo ocurrido el 15 de junio de 1999, tuvo una intensidad de 7 grados Richter o de intensidad IV según la escala de Mercalli modificada, este sismo fue el que más fue percibido según lo manifestaron en las entrevistas habitantes de las localidades del municipio, en este suceso hubo daños en algunas viviendas, principalmente las hechas de adobe, que ya tenían varios años y se encontraban deterioradas (ver fotos 34 y 35), en La MagdalenaYancuitalpan se registraron daños en la iglesia del Calvario, esto

se puede ver en el mapa 41 y en las fotos 36 y 37. En la cabecera municipal también se localizaron algunos daños en viviendas como puede verse en las fotos 38 y 39, pero uno de los daños más importantes se dio en el Ex convento de la Asunción que data de 1560, en el cual se fracturó todo un muro, eso se puede ver en las fotos 40 y 41 y la localización en el mapa 42.

Con respecto al grado de intensidad del fenómeno en la localidad de La Magdalena Yancuitalpan se ha clasificado como medio, ponderado a la población de la localidad, se estimó la población vulnerable en la localidad, por lo que se verían afectados un total de 2210 habitantes con rangos de población que se distribuyen de la siguiente manera: 611 de 0 a 14 años, 318 de 18 a 24 años, 1398 de 15 a 64 años, 200 de 65 años y más y 58 con discapacidad de movimiento, todos estos habitan en un total de 628 viviendas con un promedio de 5 habitantes, los daños en infraestructura se han contabilizado con un total de 4 escuelas, 1 templo, 1 palacio de gobierno, 1 centro de asistencia y 1 unidad deportiva, además de 15218 metros de vías de comunicación. De acuerdo a las intensidades que se registran en la localidad del fenómeno se clasifica como medio, estimando sobre el área de afectación la vulnerabilidad se calificó como media, lo que nos lleva a clasificar el Riesgo de acuerdo a su fórmula de $\text{Riesgo} = \text{Peligro} \times \text{vulnerabilidad} = \text{Medio}$.

Para el caso de la localidad de Tochimilco, el riesgo se ha catalogado también como medio, esto ha sido derivado de las evidencias encontradas, datos históricos, cartografía y recorrido en campo, en la localidad se ubicó una zona de riesgo por este fenómeno para poder ubicar la población e infraestructura vulnerable, la población sujeta a este fenómeno es de 3289 habitantes, con una distribución de 0 a 14 años con 1013 habitantes, de 15 a 64 años con 1935 habitantes, 339 correspondientes a la población de 65 años y más, dato que nos muestra como hay una gran cantidad de personas de la tercera edad y 35 habitantes con discapacidad motriz. La infraestructura que podría verse afectada se distribuye en 7 escuelas, 5 templos, 1 palacio de gobierno, 1 centro de asistencia, 1 unidad deportiva y 1 plaza, con respecto a las vías de comunicación se tienen alrededor de 36396 metros de calles pavimentadas, adoquinadas y algunas terracerías. De la población anterior se tiene que el 8% de la población total no sabe leer ni escribir, el 5% no tiene escolaridad y 70% no tiene un servicio médico. De acuerdo al nivel de intensidad del peligro y la vulnerabilidad se cataloga como un riesgo medio.

Finalmente en el municipio de Tochimilco se presenta un riesgo medio, derivado de la cercanía al volcán, de la falla que se encuentra a 0.5 km. de La Magdalena Yancuitalpan y a 1 km aproximadamente de la localidad de Tochimilco y derivado de la estimación del análisis de la vulnerabilidad, se concluye que el Riesgo por Sismo en el municipio es Medio.

5.1.3. Tsunamis o maremotos (no aplica)

5.1.4. Vulcanismo

Localizado en las coordenadas 19.02° N, 98.62°O y con una elevación de 550 msnm el volcán Popocatepetl es el elemento volcánico que representa mayor peligro para el municipio de Tochimilco (ver fotografía 1); al menos una tercera parte del volcán se encuentra dentro del municipio. Se tienen registros de que el volcán Popocatepetl ha tenido actividad desde hace 25 000 años pero en el año 1994 comenzó su monitoreo debido al peligro que representa para los crecientes asentamientos humanos.

De acuerdo con los radios de peligro del volcán Popocatepetl, el municipio de Tochimilco se localiza dentro un alto peligro (ver mapa 43), lo que sitúa a la población del municipio en un alto riesgo con respecto a los diversos tipos de peligros volcánicos asociados a erupciones grandes, medianas o pequeñas y alta vulnerabilidad a viviendas e infraestructura (ver fotografía 2). El municipio de Tochimilco está en riesgo por peligros de flujos volcánicos, lodo y escombros provenientes del deshielo del casquete glaciar (ver fotografía 3) que descienden a velocidades extremadamente altas siguiendo canales existentes, estos podrían causar daños menores a edificaciones y una fuerte afectación al mobiliario, también causarían desbordamiento de corrientes de agua (ver fotografía 4) (ver mapa 44); las localidades urbanas vulnerables por flujos volcánicos son: Tochimilco, San Antonio Alpanocan y La Magdalena Yancuitalpan; las localidades rurales vulnerables son: Santa Cruz Cuaomatitla, Guadalupe Cuilotepec, San Francisco Huilango, San Miguel Tecuanipa, Santiago Tochimizolco, Jerusalén, Casco San José y Santa Cruz. La caída de ceniza volcánica y pómez peligrosa especialmente si el peso del depósito excede la resistencia de las viviendas el techo podría colapsar, sobre todo si el material es húmedo; la ceniza volcánica fresca es arenosa, abrasiva y corrosiva que podría causar molestias a niños, ancianos y personas con enfermedades respiratorias, también causa daños oculares, obstruye la luz solar, la ventilación, suministros de agua y drenaje, causa cortos circuitos, la energía eléctrica podría quedar fuera; es importante mencionar que debido a estos efectos la vida de los habitantes de

Tochimilco podría ser perturbada aun varios meses después de una erupción (ver mapa 45). La caída de materiales piroclásticos es altamente peligrosa, el municipio de Tochimilco tiene un alto riesgo a ser impactado por rocas incandescentes que podrían dañar casas, vehículos, infraestructura y pérdidas humanas (ver fotografía 5) (ver mapa 46).

La actividad del volcán Popocatepetl hasta hoy sigue en alerta amarilla fase 2, pero alertó a la comunidad el domingo 20 de noviembre debido a la gran explosión que se pudo escuchar, lanzamiento de cenizas y generación de una columna de humo que cimbró las viviendas del municipio

En el municipio de Tochimilco los impactos de la actividad volcánica han impulsado a la población y gobierno a adecuar vías de comunicación en rutas de evacuación para desalojar a la población en riesgo en caso de contingencia, cabe señalar que en las visitas se campo se pudo observar que existen señales y vialidades en función de dichas rutas de evacuación en grave estado de deterioro. Existen 10 rutas de evacuación para el Plan Popocatepetl; en servicio para el municipio de Tochimilco la ruta 8 con 128 km. de longitud ,9 con 125 km. de longitud y 10 con 126 km. de longitud (ver mapa 47).

Vulnerabilidad geográfica: La vulnerabilidad se presenta en la totalidad del municipio de Tochimilco, tanto en radios de peligro, caída de cenizas, piroclástos y flujos volcánicos, ya que a pesar de que los impactos de presentan en diversas intensidades, tendrían efectos en el área total del municipio. El volcán Popocatepetl se localiza dentro del municipio de Tochimilco. En base al documento “Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo” el municipio se considera vulnerable con respecto al peligro volcánico.

Vulnerabilidad física: De acuerdo al censo de población y vivienda 2010 de INEGI; se elaboraron tablas, mismas que se plasmaron en cada uno de los mapas de vulcanismo para ponderar el grado de vulnerabilidad; en dichas tablas se muestra siguiente información: población total vulnerable a los efectos del vulcanismo suman 17, 028 habitantes, total de viviendas 4971, 35 escuelas, 26 templos, 11 palacios de gobierno de las diferentes localidades, 14 centros de asistencia médica, 1 instalación deportiva y recreativa, 11 tanques elevados y 10 cementerios.

Vulnerabilidad social:La población que podría verse afectada, de acuerdo a diversas metodologías consultadas, son las que no tienen la suficiente preparación para saber cómo actuar en caso de un desastre natural como lo es una erupción volcánica, de acuerdo a esto se estimo la población

analfabeta sumando un total de 1380 habitantes. Así también las personas que sufren discapacidad motriz, ya que les sería más difícil evacuar la zona en caso de emergencia, sumando un total de 413 habitantes dentro del municipio y finalmente con un total de 11974 habitantes que no tienen acceso a servicios médicos.

5.1.5. Deslizamientos

En la localidad “La Magdalena Yancuitalpan” existen varias zonas susceptibles de deslizamiento (ver mapa 48), por consiguiente se considera que el peligro es de intensidad alta. Lo que concierne a la población, existen 2,210 habitantes de los cuales 58 personas no tienen la capacidad de moverse por sí mismas, de presentarse un siniestro este sector de la población sería el más vulnerable; el 71.5% de la población no tiene acceso a servicio médico, por lo que en caso verse afectadas por fenómenos de remoción en masa tendrían que ser atendidos en hospitales del sector salud o privados según llegue a darse el caso.

En lo que se refiere a calles y viviendas se tiene que éstas se ubican junto a barrancas o en laderas de pendiente fuerte (ver foto 47, 48 y 49), se cuantifica que el 47.6% de la población de dicha localidad se encuentra en zona de peligro, por consiguiente el porcentaje de viviendas oscila en los 41.8% y las calles afectadas representan el 53.3%. El servicio de electricidad y agua se encuentra en la mayoría de las viviendas; no obstante, es reducida la presencia del drenaje en las mismas, al ubicarse en zonas de difícil acceso pero de pendiente fuerte hace que el drenaje no sea necesario para lo que se refiere evitar inundaciones en caso de lluvia, por lo tanto se opta por dejar que el agua pluvial fluya por sus cauces naturales lo cual no es muy conveniente en zonas pobladas ya que propician la erosión, el acarreo de material y por consiguiente el debilitamiento de la superficie.

Como medida de prevención algunos habitantes han construido sus viviendas con cimientos profundos y altos, sin embargo, esto no es suficiente para contener el material que puede llegar a venirse abajo (ver foto 50). Asimismo, no toda la población cuenta con los recursos necesarios para diseñar viviendas un poco más resistentes a la inestabilidad de las laderas, ya que varias casas están construidas de materiales frágiles como adobe y lamina (ver foto 51).

Puesto que los elementos vulnerables son muy diversos y su proporción general es considerable, la vulnerabilidad en dicha localidad se clasifica como de nivel medio, es así como se tiene que el riesgo por deslizamiento en La Magdalena Yancuitalpan se clasifica con nivel alto.

Otro de los poblados donde se identificó riesgo de deslizamiento es en San Miguel Tecuanipa (ver mapa 49), ahí por las condiciones físicas de la zona se tiene que el peligro existente es de intensidad media.

Dicha localidad tiene 1,378 habitantes, de los cuales 23 no pueden moverse por sí mismos. El 57.2% de la población no cuenta con servicio médico, en caso de presentarse algún evento de remoción en masa muchas de estas personas no tendrían acceso directo para ser atendidos en algún hospital. La mayoría de las viviendas cuentan con servicio de agua y electricidad, pero al igual que en el caso anterior, la red del drenaje no cubre todo el poblado por consiguiente se repite la misma situación en donde el agua de lluvia tiene que correr por los cauces naturales propiciando que varias secciones sea erosionadas por el constante acarreo de material.

Entre el equipamiento que está presente en Tecuanipa se tiene una de las 2 escuelas que hay en la localidad se encuentra dentro de la zona de peligro de deslizamiento.

De acuerdo con lo anterior se cuantifico que en San Miguel Tecuanipa la población, viviendas y metros de calles vulnerables oscilan entre el 50.76 y 50.8% del total existente, por lo que se clasifica que el nivel de vulnerabilidad es medio. Al ponderarse ambos elementos para clasificar el nivel de riesgo existente por deslizamiento se tiene que este es medio.

Uno de los poblados que más llama la atención es el de Santa Cruz Cuautomatitla (ver mapa 50), el cual se caracteriza por ubicarse en laderas y por la forma que tiene de distribuir el agua entre las viviendas, al no contar con los recursos económicos necesarios para distribuir el vital líquido han creado su propia red de agua potable por medio de mangueras las cuales se pueden observar en todas las calles como si fuera el cableado de electricidad (ver foto 52).

En dicha localidad, la intensidad del peligro se clasifica como medio, no obstante el grado de vulnerabilidad es alto puesto que ahí es donde se encuentra el mayor número de habitantes con

discapacidad motriz; de 1,405 habitantes 41 no pueden desplazarse por sí solos. Al hacer la comparativa de estos datos con la localidad de San Miguel Tecuanipa se tiene que esta última cuenta con 27 habitantes menos que en Santa Cruz, pero el número de personas que necesitan ayuda para poderse desplazar en el poblado de Santa Cruz se incrementa casi al doble, puesto que en este último se tienen 41 personas con discapacidad.

Asimismo, poco menos de la mitad de habitantes no cuentan con servicio de salud por lo que en caso de presentarse algún fenómeno catastrófico tendrán que recurrir al servicio del sector salud o privado para poder ser atendidos en caso de emergencia.

Casi la mayoría de las viviendas cuenta con el servicio de electricidad y agua, el drenaje cubre más de la mitad de las casas presentes en la localidad. Todo el equipamiento de la localidad se encuentra dentro de zona de riesgo, lo mismo que la población, viviendas y calles vulnerables las cuales oscilan entre el 84.04% y el 84.07% del total. Por lo anterior, se tiene que el riesgo por deslizamiento en Santa Cruz Cuautomatitla es alto (ver foto 53).

A orillas del poblado de San Antonio Alpanocan se encuentran varias viviendas en zona de peligro a deslizamiento de alta intensidad (ver mapa 51); dicha localidad cuenta con 2,828 habitantes, de los cuales 68 tienen discapacidad motriz, el 48% de las población no cuenta con servicio médico lo que significa que de sufrir algún tipo de percance tendrán que recurrir por sus propios medios al servicio de salud.

La cantidad de habitantes que se encuentra dentro del área de peligro representa el 9.19% de la población total, las viviendas más vulnerables cubren el 7.51% y las calles afectadas el 12.22% de longitud, por lo anterior se tiene que el grado de vulnerabilidad en San Antonio Alpanocan es de grado bajo; sin embargo, es de tomar en cuenta que algunas viviendas que se encuentran en dicha área han sufrido fuertes daños o pueden llegar a sufrirlos debido a nula planeada ubicación (ver foto 54, 55 y 56). Por lo anterior, se clasifica que la porción NE de San Antonio Alpanocan presenta un nivel medio de riesgo por deslizamiento.

5.1.6. Derrumbes

Debido a que Tochimilco presenta un relieve heterogéneo, existen asentamientos humanos localizados en zonas accidentadas, de poca estabilidad, que representan peligro y ponen en riesgo a la población. Además de existir factores que intensificarían el peligro como movimientos telúricos ya sea por movimientos de las placas tectónicas o por actividad volcánica (ver mapa 52).

Se encontraron sitios importantes en el recorrido de campo, el primero son viviendas asentadas en un cerro al norte de la localidad La Magdalena Yancuitalpan, las viviendas se encuentran construidas en las orillas de talud presenta protección, contención ó estabilización (ver fotografía 1) (ver mapa 53). El segundo sitio en la localidad de Tochimilco, la iglesia El Calvario, esta iglesia ya ha sufrido el derrumbe de la cúpula años atrás debido a movimientos telúricos, otro riesgo de este sitio es que se encuentra asentado sobre el talud de una barranca, mismo que no cuenta con protección, contención o estabilización; cabe mencionar que existe un cementerio que es el que se encuentra en la orilla del talud por lo que si existiera un derrumbe las osamentas contaminarían los mantos acuíferos y las corrientes de agua (ver mapa 54).

El tercer sitio igualmente de gran importancia es en una cañada, los habitantes del municipio de Tochimilco que abrieron una ruta para (ver fotografía 2) poder abastecerse de agua pura de un manantial donde nace agua proveniente del volcán Popocatepetl (ver fotografía 3). Los habitantes caminan entre vegetación y un arroyo que corre a lo largo de esta ruta de aproximada mente 1.50 metros de ancho que presente un suelo arcilloso, permeable, con presencia de lapilli, de sur oriente a norponiente del lado izquierdo encontramos barrancas (ver fotografía 4) y del lado derecho un talud de rocas ígneas de aproximada mente 5 a 15 metros de altura con alto riesgo de derrumbe (ver fotografía 5) (ver mapa 55). El cuarto sitio es un asentamiento humano cercano a la localidad La Joya, igualmente localizado sobre el talud de un cerro que no cuenta con protección (ver mapa 56). El quinto es un cerro que sufre pérdida de vegetación por lo que no cuenta con estabilidad, a sus pies pasa una vialidad importante que ser obstruida en una contingencia de sismo o actividad volcánica pondría en riesgo a la población de San Lucas Tulcingo y San Francisco Huilango (ver mapa 57). El siguiente se localiza entre las localidades de San Miguel Tecuanipa y Santiago Tochimizolco, esta vía de comunicación sufre un grave riesgo de derrumbe ya que el talud sobre el que se encuentra no tiene protección y el suelo se ha degradando y perdido progresivamente hasta llegar a la mitad del ancho de la vialidad (ver fotografía 6), por lo que se han tenido que colocar rocas a mitad de la carretera para que los automovilistas no circulen por el carril que ya no tiene base (ver fotografía 7), también existe el riesgo de derrumbe del talud por pérdida de vegetación(ver imagen 8) (ver mapa 58).

Vulnerabilidad geográfica: La vulnerabilidad se presenta en la totalidad del municipio de Tochimilco aunque predominan con alto riesgo en la zona sur debido a la existencia de asentamientos humanos.

Vulnerabilidad física: De acuerdo al censo de población y vivienda 2010 de INEGI; se elaboraron tablas, mismas que se plasmaron en cada uno de los mapas de derrumbe para ponderar el grado de vulnerabilidad; en dichas tablas se muestra siguiente información: población total vulnerable a los efectos del derrumbe: en la localidad Emilio Portes Gil el total de viviendas que podrían ser afectadas suman 150, 2 escuelas, 1 templo, 1 palacio de gobierno, 1 centro de asistencia, 1 instalación deportiva y recreativa, 1 tanque elevado, 1 cementerio y 3504 metros de calles afectadas. En la localidad la Magdalena Yancuitalpa aproximadamente 597 habitantes, 133 viviendas afectadas y 4966 metros de calle. En la zona donde se localiza la iglesia El Calvario, 1 vivienda y 3248 habitantes católicos que podrían visitar la iglesia de la localidad de Tochimilco. En el municipio de Tochimilco existen manantiales que podrían verse obstruidos y contaminados por lo que la población no podría abastecerse de agua.

Vulnerabilidad social: La población que podría verse afectada, de acuerdo a diversas metodologías consultadas, las personas que sufren discapacidad motriz, ya que les sería más difícil evacuar la zona en caso de emergencia, sumando un total de 219 habitantes dentro de las zonas afectadas, un total de 20212 habitantes que no tienen acceso a servicios médicos y 683 analfabetas.

5.1.7. Flujos

El municipio de Tochimilco presenta un alto riesgo con respecto al peligro de flujos de lodo y escombros, debido a la gran cantidad de corrientes de agua que atraviesan en municipio, el arrastre de suelo, rocas y vegetación podrían incrementar en caso de una erupción volcánica (ver fotografía 1) (ver mapa 59). A pesar de que el municipio presenta pronunciadas pendientes que impedirían inundación en gran parte del municipio, se asume que las edificaciones no correrían el riesgo de destruirse aunque podrían sufrir daños menores y una fuerte afectación en su mobiliario.

En una cañada localizada en la localidad de Tochimilco, los habitantes abrieron una ruta para poder abastecerse de agua pura de un manantial donde nace agua proveniente del volcán Popocatepetl (ver fotografía 2). Los habitantes caminan entre vegetación y un arroyo que corre a lo largo de esta ruta de aproximadamente 1.50 metros de ancho que presente un suelo arcilloso, permeable, con presencia de

lapilli, de sur oriente a norponiente del lado izquierdo encontramos barrancas y del lado derecho un talud de rocas ígneas, este sitio es altamente riesgoso ya que podría expulsar gran cantidad de flujos provenientes del deshielo del glaciar (ver mapa 60 y 61).

Los flujos de lodo y escombros podrían afectar y alentar el tránsito por las rutas de evacuación, contaminarían fuentes de agua, afectar cultivos, se registrarían pérdidas humanas y económicas, colapsarían tramos de alcantarillado e infraestructura vial además estos flujos podrían erosionar y destruir el suelo.

Vulnerabilidad geográfica: La vulnerabilidad se presenta en la totalidad del municipio de Tochimilco debido a la intensidad alta de peligro medio existen gran cantidad de corrientes de agua y suelos arcillosos. **Vulnerabilidad física:** De acuerdo al censo de población y vivienda 2010 de INEGI; se elaboraron tablas, mismas que se plasmaron en cada uno de los mapas de flujos de lodo y escombros para ponderar el grado de vulnerabilidad; en dichas tablas se muestra siguiente información: población total vulnerable 17028, 4971 viviendas, 294850 metros de vías de comunicación, 26 templos, 11 tanques elevados, 11 palacios de gobiernos, 14 centros de asistencia médica, 10 cementerios, 35 escuelas, 11 plazas, 6 instalaciones de comunicación, 1 instalación deportiva y recreativa y 1 mercado.

Vulnerabilidad social: La población que podría verse afectada, de acuerdo a diversas metodologías consultadas, son las que no tienen la suficiente preparación para saber cómo actuar en caso de emergencia las cuales suman 2253 y 11974 habitantes que no cuentan con servicio médico.

5.1.8. Hundimientos

En general el riesgo de presentarse fenómenos de hundimientos en el municipio de Tochimilco es mínimo, puesto que los elementos físicos como son la estructura geológica y el relieve del lugar no son proclives a los mismos. Sin embargo, en la localidad de Santiago Tochimilco se observó que en una iglesia hay un bajo grado de intensidad de hundimiento por subsidencia (ver mapa 62).

En dicha localidad se clasificó el nivel de vulnerabilidad como alto, porque el lugar donde se está presentando es un punto de reunión importante, de acuerdo con los datos del censo de población y vivienda del 2010 la población católica representa el 86.07% del total, si en algún momento la celebración religiosa hace que se reúna toda esta cantidad de gente y se llega a manifestar el fenómeno, no propiamente de subsidencia sino alguno desencadenado como el derrumbe de la construcción. Por lo anterior y por lo poco probable de que se presente el fenómeno reuniendo las

condiciones generales para una catástrofe se clasifica el riesgo por hundimiento en la iglesia de Santiago Tochimizolco como de nivel bajo.

5.1.9. Erosión

La erosión la define (García;1995) como la remoción de partículas de suelo debido a la acción de fenómenos climatológicos, como son la lluvia, el viento y el oleaje. La magnitud del material removido depende del grado de intemperismo del suelo, y del tipo de suelo.

El municipio de Tochimilco presenta erosión mínima, sobre todo en la parte sur y centro-este, donde imperan condiciones de laderas pronunciadas que van desde los 30° hasta los 60° y en laderas de 30° o menos la deforestación pasa a formar parte fundamental en el impacto de este fenómeno.

El fenómeno de erosión se considera como un proceso lento, cuando es en forma natural, y sus manifestaciones no se identifican a corto plazo sino cuando se encuentra en una fase final, desgraciadamente cuando se ha perdido la mayor cantidad de suelo fértil. Al intervenir el hombre, para abrir caminos, desmontar áreas para campos de cultivo, explotar los bosques, ampliar las zonas urbanas, etc., entonces, se altera el equilibrio natural y se acelera el proceso erosivo. Este fenómeno implica dos problemas importantes: por un lado es la pérdida de suelo en la cuenca (erosión), sobre todo la pérdida de suelo fértil en los campos de cultivo con cierta inclinación y por otro lado el depósito del sedimento en embalses o en sitios donde esto es indeseable (en comunidades tierras abajo).

En todo Tochimilco, la erosión está dentro de los nivel demedio a bajo, por el índice de vegetación que en el prevalece, sin embargo la asociación de talas clandestinas y aperturas de brechas para cultivo ha incidido en este factor erosivo, dentro de las localidades que presentan un nivel de intensidad bajo son 11; Tochimilco, San Antonio Alpanocan, Santa Catalina Cuilotepec, San Francisco Huilango, La Magdalena Yancuitalpan, Santa Catarina Tepanepa, Santiago Tochimizolco, San Lucas Tulcingo, San Martín Zacatempa, Jerusalén, Los Amates, con un total de 2855 viviendas en riesgo por asentamiento en laderas que van de los 30 a los 60°, con poca vegetación en las laderas (ver mapas 63 y 64,).

Respecto a las localidades que se encuentran en nivel alto, y medio, corresponde a parte del territorio espacial con pendientes mayores o iguales a 60° que durante el análisis tomo gran parte las

localidades de nivel bajo, sin embargo, en el recorrido en campo, se confirmó que aun cuando se presenta un resultado alarmante, los procesos de erosión son mínimos debido a la abundante vegetación que en esta zona prevalece debido a la humedad que se presenta en esta región del volcán, eso no impide que la erosión no se dé, mas sin embargo locatarios han hecho buen uso de los recursos naturales debido a la plantación de barreras de cercos vivos, para evitar la erosión (deslave de sus tierras).

La importancia del fenómeno erosivo radica en que el suelo se considera, en términos prácticos, como un recurso no renovable debido a que su formación requiere de mucho tiempo. En México y particularmente en Tochimilco el problema se presenta principalmente en las zonas de topografía irregular, donde las pendientes del terreno son escarpadas.

Tomando en cuenta que gran parte del territorio municipal tiene este tipo de relieve, y que las zonas de cultivo temporaleras se encuentran en estos sitios, se puede considerar que el problema puede cambiar de bajo a medio-alto si las condiciones de manipulación del suelo son excesivas y sin reforestación, sin embargo en el municipio principalmente en las zonas agrícolas no se presentan rasgos de erosión fuertes, mas sin embargo por la inclinación de las pendientes, propietarios emplean métodos de siembra que ayudan a minimizar este problema, uno de los métodos empleados es intercalar cultivos y plantar árboles frutales entre cada parcela (ver fotos 67 y 68) para evitar la remoción del suelo (erosión).

Dentro de los fenómenos climatológicos que influyen en la erosión, los más importantes son la lluvia (hídrica) y el viento (eólica). En Tochimilco la mayor pérdida de suelo la ocasiona la lluvia y el viento en todas sus facetas, desde el golpe de las gotas de lluvia sobre el suelo hasta los escurrimientos superficiales tanto en las laderas como en los cauces. La erosión en las laderas se dice que es una erosión laminar y es donde se obtiene el mayor aporte de sedimento fino que transporta un cauce, en cambio, el flujo en los cauces transporta gran variedad de material desde partículas muy finas hasta rocas de gran tamaño.

Un caso de erosión en surco, que es el resultado de la combinación de erosión hídrica y eólica, se presenta en La Magdalena Yancuitalpan (ver mapa 65, y fotografía 69-74), en la cual se identificó una intensidad de peligro nivel medio, por el grado de inclinación de la ladera que va de los 30-60° y desprovista de vegetación primaria, aunado al número de viviendas afectadas (12) directamente que se encuentran en la parte posterior, esto puede generar un flujo con gran velocidad y concentraciones altas

de sedimento, La vulnerabilidad física y geográfica del lugar se registra a través de la acumulación de arena en zonas principalmente en los caminos o vías de comunicación como en este caso en la Localidad de La Magdalena Yancuitlalpan en las cuales anteriormente no existía, se presentan superficies lisas de rocas, y algunas aristas bien definidas, de igual manera, se forman ranuras y estrías orientadas con la dirección principal del viento y alveolos (cavidades) sobre el suelo, se pueden observar rocas aisladas en forma de hongo, agujas, y montículos con formas cóncavas y convexas estableciendo un nivel de vulnerabilidad medio, y por tanto el riesgo tiende a ser medio en esta zona.

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

5.2.1. Ciclones (huracanes y ondas tropicales)

Huracanes

El huracán es un tipo de ciclón tropical, término que se usa para cualquier fenómeno meteorológico que tiene vientos en forma de espiral y que se desplaza sobre la superficie terrestre. Generalmente corresponde a un centro de baja presión atmosférica y de temperatura más alta que la que hay inmediatamente alrededor. Tiene una circulación cerrada alrededor de un punto central. Rotan en sentido contrario a las agujas del reloj en el Hemisferio Norte y en el sentido de las agujas del reloj en el Hemisferio Sur.

El mismo fenómeno se denomina ciclón en el Océano Índico y en el Pacífico Sur, huracán en el Atlántico Occidental y el Pacífico Oriental y tifón en el Pacífico Occidental. Los huracanes y tifones son el mismo tipo de tormentas que los "ciclones tropicales". El huracán obtiene su energía del calor y de la humedad del agua; en general sólo se forma cuando la temperatura de ésta es mayor a 26.5 grados centígrados, lo que explica el debilitamiento de los huracanes al acercarse a aguas más frías o al entrar en tierra.

La temporada de huracanes en la cuenca del Atlántico comienza el 1 de junio y termina el 30 de noviembre. Esta cuenca comprende el Mar Caribe, el Golfo de México y el Océano Atlántico. El huracán produce dos tipos de efectos desde el punto de vista técnico: el efecto directo, que es cuando una región específica es afectada por vientos, lluvia y marejada generados por el huracán; y el efecto indirecto, que incluye únicamente uno o dos de los anteriores efectos.

Un huracán mide normalmente entre 8 y 10 kilómetros de alto y de 500 a 100 km de ancho, pero su tamaño puede variar considerablemente. Los huracanes más pequeños pueden medir sólo 40 km de diámetro y los más grandes entre 600 y 800 km. Los huracanes más gigantescos se forman en el Océano Pacífico y pueden medir hasta 1.700 km de diámetro. El ojo de un huracán mide generalmente entre 25 y 35 km, aunque puede variar mucho. El ojo de los huracanes del pacífico, donde los ciclones tienen más agua que recorrer antes de tocar tierra, tiende a ser de los más grandes del mundo, con un diámetro aproximado de 80 km. Los huracanes se pueden clasificar

según la velocidad de sus vientos con la escala de Simpsom/Saffin en las categorías que se muestran en el cuadro 13.

De acuerdo a estas características se demuestra que en el municipio de Tochimilco por su ubicación en el estado de Puebla no se encuentra este tipo de peligro (mapa 66), la única forma en la que se presenta este riesgo, es por las constantes lluvias que pudieran durar hasta dos días y solo de esta forma se ocasionarían deslaves y/o derrumbes en algunas localidades de este municipio que pueden ser en viviendas o en las vías de comunicación. Solo una tormenta tropical que proveniente del Atlántico, es lo que puede afectar al municipio a unos 21.50 km aproximadamente, Los Huracanes tipo 1 se presentan lo más cercano a 166 km de distancia, esta información retomada por datos del CENAPRED. (Ver cuadro 13).

Isotermas, En este mapa encontramos la información referente a la temperatura máxima y mínima según las temporadas como es clasificada por INEGI, las cuales son del mes de Mayo a Octubre y en el municipio de Tochimilco se tiene una temperatura máxima de 27° a 6° y una mínima de 12° a 0° esto depende de la ubicación que se tenga en el municipio, y en los meses de Noviembre a Abril la temperatura máxima es de 24° y la mínima de 0°, la zona más fría es la que se encuentra en la parte norte del municipio que es donde se ubica el volcán Popocatepetl que es la parte más alta (ver mapa 67).

Isoyetas, el mapa nos muestra la cantidad de precipitación media anual, en Tochimilco se muestra que en la temporada Mayo – Octubre la cantidad de lluvia es de 900 mm a 1000 mm esta cantidad se da en la parte centro sur del municipio, y en la temporada Noviembre – Abril de 100 mm a 125 mm, en la parte centro sur del municipio de Tochimilco (ver mapa 68). Por lo que respecta al mapa de Isobaras e Isopletas el primero representa la presión atmosférica a nivel del mar, la fuerza de los vientos y la dirección de este en una zona determinada, el segundo representa la variable del medio físico, todo esto lo hayamos dentro de los océanos que es donde se forma el ojo de los huracanes, analizando esto se determina que no hay elementos para mostrar que en el municipio de Tochimilco ya que aquí no ocurren estos fenómenos y no existe dato histórico que muestre que el fenómeno de un huracán halla dañado al municipio, las zonas ciclogénica, es la zona en donde se presentan las condiciones favorables para la formación de un ciclón.

Ondas tropicales

Una onda tropical u onda del este en el océano atlántico es un área alargada de relativa baja presión orientada de norte a sur. Se mueve de este a oeste a través de los trópicos causando áreas de nubes y tormentas que se observan por lo general detrás del eje de la onda. Las ondas tropicales son transportadas hacia el oeste por los vientos alisios, que soplan paralelos a los trópicos, y pueden conducir a la formación de ciclones tropicales en las cuencas del océano atlántico norte y del pacífico nororiental. Una onda tropical generalmente sigue a un área de aire descendente intensamente seco que sopla desde el noreste. Luego de pasar la línea de vaguada, el viento vira hacia el sudeste, la humedad se incrementa abruptamente y la atmósfera se desestabiliza. Ello produce chubascos extendidos y tormentas, a veces severas. Los chubascos gradualmente disminuyen a medida que la onda se desplaza hacia el oeste. Aproximadamente el 60% de los ciclones tropicales se originan a partir de ondas tropicales, mientras que cerca del 85% de los huracanes del atlántico más intensos (de categoría 3 y más, en la escala de huracanes de Saffir-Simpson) se desarrollan de éstas ondas.

Los ciclones tropicales pueden a veces degenerar nuevamente en una onda tropical por lo general, esto ocurre debido a la presencia de una fuerte cizalladura de altura. Si ésta disminuye, la tormenta puede volver a desarrollarse. Si una onda tropical se mueve velozmente, puede tener vientos tanto o más intensos que los de una tormenta tropical. Sin embargo, no se le considerará como tal a menos que presente una circulación cerrada.

Las ondas tropicales al igual que como se mencionó en los huracanes, en el municipio de Tochimilco generan lluvias intensas que han ocasionado problemas de inundaciones en algunas zonas de este municipio. La actividad ciclónica tanto en el golfo de México como en el océano pacífico produce en el municipio llovizna intermitente por dos días.

Las ondas tropicales exhiben su mayor intensidad en el nivel de 850 a 700 hPa, que es donde alcanzan su máxima amplitud, normalmente son de núcleo frío hasta alrededor de 600 hPa, con un núcleo cálido menor arriba de dicho nivel, y suelen estar inclinadas hacia el este con la altura. Este fenómeno solo afecta a las zonas de la costa y su formación es dentro del océano, de tal forma que no se presenta en el municipio de Tochimilco del cual se está realizando el estudio. No se genera mapa de este efecto.

5.2.2. Tormentas eléctricas

La tempestad eléctrica se puede definir como la actividad de las nubes de desarrollo vertical (cumulonimbus) manifestada con una o más descargas eléctricas repentinas (relámpagos o rayos). La tormenta eléctrica es uno de los fenómenos atmosféricos que más impresionan a la gente, por la presencia de los truenos y relámpagos y por las consecuencias que puede acarrear, como muertes causadas por este fenómeno. Las tormentas se desarrollan en la atmósfera y se localizan en áreas donde el aire es inestable, ya sea por la absorción de calor o el choque de masas de aire. Los relámpagos se producen por descargas eléctricas asociadas con las tormentas, mucha de la energía del relámpago es utilizada para calentar un canal de aire que conduce la electricidad de las nubes a la superficie, esto ocurre a una gran velocidad y produce choque del aire para generar el trueno. Los relámpagos se desarrollan por procesos dentro de las tormentas, por tanto la distribución de éstas proporciona información sobre su ocurrencia.

Características del Fenómeno

Las descargas eléctricas conocidas con el nombre de rayo, no han sido estudiadas sistemáticamente ni en sus características ni en su distribución geográfica dentro de nuestro país, es interesante señalar que parece existir una mayor actividad eléctrica en las zonas de escasas lluvias y áreas áridas del centro de nuestro país; por ejemplo, en San Luis Potosí son más frecuentes las tempestades eléctricas sin lluvia, que se conoce con el nombre “rayo seco”. También en las regiones tropicales, sujetas a la acción de los ciclones, grandes masas de vapor de agua, al caer, en forma de lluvia, son acompañadas de relámpagos. Las tormentas eléctricas se asocian a la actividad de las nubes de desarrollo vertical (cumulonimbus), y las descargas repentinas a través de rayos o relámpagos; en el estado se acompañan de lluvias, lo que minimiza el riesgo de incendios forestales, no olvidando las muertes de seres humanos que ocasionalmente se dan por este fenómeno. Las descargas eléctricas están escasamente estudiadas en nuestro país y pocas estaciones meteorológicas ofrecen un registro adecuado de las mismas. El fenómeno se da entre las 12 y las 18 horas con mayor frecuencia, paralelamente a las lluvias.

Cabe mencionar que en el municipio de Tochimilco no son muy comunes las tormentas eléctricas, sin embargo los habitantes de este municipio mencionaron que por lo general estos

fenómenos de dan al inicio y final de la temporada de lluvias. Por lo que derivado del análisis histórico, documentos bibliográficos, entrevistas de campo, se puede clasificar a este fenómeno como Muy Bajo.

5.2.3. Sequías

La sequía la define (García;1999) como un fenómeno meteorológico que ocurre cuando la precipitación en un período de tiempo es menor que el promedio, y cuando esta deficiencia de agua es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas. La magnitud, duración y severidad de una sequía se pueden considerar como relativos, ya que sus efectos están directamente relacionados con las actividades humanas, es decir, si no hay requerimientos por satisfacer, aun habiendo carencia total del agua, la sequía y su presencia son discutibles desde un punto de vista de sus efectos.

La sequía como fenómeno hidrológico en el municipio de Tochimilco, no se presenta como tal ya que este municipio cuenta con la gran virtud de tener al volcán Popocatepetl que le dota de gran cantidad de agua por el deshielo que de él emanan, tomando en cuenta que el municipio cuenta con más de 3 manantiales por cada barranca principal, sin embargo eso no justifica el hecho de presentar sequias en las zonas altas, ya que las principales causas de las sequías están relacionadas con cambios de las presiones atmosféricas y alteraciones en la circulación general de la atmósfera. Por lo tanto en el municipio de Tochimilco, se encuentran bajos índices de sequía (ver mapa 69), debido a que existe una constante recarga de sus acuíferos y escurrimientos provenientes de dicho volcán, aunado a ello, la vegetación que existe en las barrancas siempre esta vívido.

Respecto a la vulnerabilidad sobre sequías que en este municipio aplica, se puede derivar solamente en la pérdida agrícola centrada en cosechas anuales situadas en las zonas altas donde la presión y humedad relativa llega a ser muy bajo, ocasionando suficiente daño a la calidad de las cosechas, traducido en pérdida de ingresos para los agricultores debido a la reducción de las mismas, la productividad de las tierras de cultivo disminuye (erosión del viento, pérdida de materia orgánica, etc.), aparición de plagas de insectos. De otra manera la Vulnerabilidad que en este municipio de Tochimilco aplica esta consideraba muy bajo, por tanto el peligro respecto a la sufrir sequías es muy bajo.

5.2.4. Temperaturas máximas extremas

Las temperaturas máximas extremas están definidas como aquella temperatura registrada en un día, y que se presenta entre las 14:00 y las 16:00 horas. En el municipio de Tochimilco, según locatarios y autoridades municipales expresan que la temperatura oscila entre los 18 y 22 grados centígrados, en todo el territorio municipal.

Los registros indican que las evidencias de temperatura han oscilado entre los 12 y 22 grados centígrados en un promedio de 30 años.

Se hace mención que las elevadas temperaturas están relacionadas con sistemas de estabilidad atmosférica principalmente en las estaciones de primavera y verano, así como de la ocurrencia de olas de calor. La vulnerabilidad física y social es más frecuente en los meses de esas estaciones del año, debido a la Incomodidad que provoca un desequilibrio en la temperatura, aunado a ello la evapotranspiración de los seres vivos se incrementa, aumentan dolores de cabeza, deshidratación.

Aun cuando en este municipio es abundante el agua, las plantas comienzan a evapotranspirar con exceso y se marchitan, los incendios forestales aumentan cuando se producen golpes de calor, con inconciencia en algunas personas, las enfermedades aumentan.

Como se muestra en (mapa 70), en la parte norte del municipio la temperatura máxima extrema, alcanza los 6 grados centígrados, en esta zona no hay ningún asentamiento humano, por el relieve que presenta la parte alta del volcán, en la parte centro oscila entre los 15 y los 22 grados centígrados, abarcando las localidades de Santa Cruz Cuautomatitla, Santa Catalina Cuilotepec. San Miguel Tecuanipa, Santa Catarina Tepanapa, Santiago Tochimizolco, San Martín Sacatempa, Guadalupe, con un total de 936 viviendas afectadas por este fenómeno, de las cuales 20% de la población que vive en estas viviendas, presentan alguna discapacidad motriz, y el 24% de la población de dichas localidades no saben leer ni escribir, aunado a esto el 19% de la población no cuenta con servicios de salud. El resto del municipio que es la zona Sur, presenta al resto de las localidades, con una temperatura que oscila entre los 22 y 27 grados centígrados, con un total de viviendas de 3515 que presentan estas condiciones climáticas, el equipamiento .

Por esta razón el municipio presenta una intensidad de peligro muy bajo referente a temperaturas máximas extremas, y la vulnerabilidad asociada a cada una de las localidades analizadas, la catalogamos como muy bajo, por ende el riesgo que para este fenómeno está categorizado muy bajo.

5.2.5. Vientos fuertes

Los vientos de mayor intensidad en México son los que se producen durante los huracanes; por tanto las zonas costeras, y en particular las que tienen una incidencia más frecuente 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 aún en el interior del territorio existen zonas con peligro de vientos intensos. La forma más refinada de regionalización del peligro por viento es la que se usa para fines de ingeniería, en las normales para diseño de edificios y de otras estructuras. Se emplea como parámetro la velocidad máxima del viento para un cierto periodo de retorno, y con ella se preparan mapas de curvas llamadas isotacas que corresponden a los sitios con una misma velocidad máxima de viento. El país se divide en cuatro zonas que representan bandas de velocidad máxima de viento que ocurren en promedio una vez cada 50 años.

De tal forma que en el estado de Puebla se ubican dos de estas zonas y el municipio de Tochimilco se encuentra en la zona eólica baja que va de 100 a 130 km/h., información de CFE. Escala de Beaufort es una medida empírica para la intensidad del viento, basada principalmente en el estado del mar, de sus olas y la fuerza del viento (ver mapa 72 y cuadro 14)

Los daños que pueden ocurrir por efecto del viento pueden ser en la estructura y el interior de las construcciones al romperse la ventanearía y crearse fuertes corrientes de viento dentro de los inmuebles. También pueden afectar a las líneas de electricidad o teléfonos, entre otras, así como a la vegetación.

Los vientos huracanados pueden resultar de gran riesgo y peligrosidad, debido a la destrucción de la vegetación y como consecuencia el suelo está desprotegido, así como, las plantas juveniles de cualquier tipo que se están desarrollando. Estos vientos pueden tumbar gran cantidad de plantas, provocar derrumbes y movimientos de suelos peligrosos.

En el recorrido de campo que se realizó el 15 de octubre de este año se muestra que en este año se vio que en el camino que lleva de San Lucas Tulcingo a Tochimilco, el viento dañó el cultivo de Amarantho y trigo, estas plantas tienen un tallo muy delgado y por tal motivo esto hace que sean vulnerables a los vientos. (ver foto 75 y 76).

La dirección de los vientos en el municipio de Tochimilco, según la temporada que se clasifica en dos, la primera que es en mayo-octubre predominan los vientos que van de sur a norte y en menor proporción de norte a sur; y en la temporada de noviembre-abril se tiene la misma dirección de vientos de norte a sur y de sur a norte. (ver mapa 71).

El municipio de Tochimilco cuenta con un sistema montañoso con grandes zonas boscosas que protegen a las localidades, por tanto los vientos locales se llegan a desplazar por los pequeños valles en menor magnitud, aquí el problema de vientos fuertes recae directamente en la agricultura como se mencionó anteriormente, y a continuación se realiza la descripción de la posible vulnerabilidad que se tendría a nivel municipio en el caso de que sufriera algún riesgo, la población afectada sería en todo el municipio que de acuerdo a la información del censo de población y vivienda de 2010 del INEGI tiene una población total de 17,028 hab. Que ya desglosado por edades de 0 a 14 años se tiene una población de 5,644 hab., de 15 a 24 años 2,091 hab., la población de 25 a 64 años es de 9,925 hab. Las personas más vulnerables son los de edad de 65 y más con una población de 1,451 hab., y las personas discapacitadas que son 413 hab. Se tiene una población de 15 años y más que no saben leer ni escribir y esto son 1,380 hab. Se incluye la población de los habitantes que no cuentan con un servicio médico y son 1,197 hab.; Por lo que respecta al total de viviendas se tiene 4,971 viviendas con un promedio de 4 ocupantes. Con lo que respecta a la infraestructura dañada se tiene que 2,400 viviendas cuentan con servicios, de las cuales 3,768 tienen servicio de electricidad, 3,557 disponen de agua y 2,562 con drenaje, en lo referente a las vías de comunicación se tiene que entre autopista, caminos, veredas y brechas se tiene un total de 146,950 metros. Por lo que respecta al equipamiento se vería dañadas las escuelas, templos, palacio de gobierno, centro de asistencia, tanques elevados que sumados serían 108 instalaciones. Realizando un resumen y analizando la información el peligro es Bajo, la vulnerabilidad Baja y el riesgo es Medio, ver mapa 72.

5.2.6. Inundaciones

Las inundaciones son eventos naturales y recurrentes, que están asociadas con todas las transformaciones de materia y energía del ciclo hidrológico, de manera particular, las inundaciones son el resultado de intensas y continuas precipitaciones que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga de los ríos, arroyos y zonas costeras. Esto hace que un determinado curso de agua rebase su cauce e inunde terrenos adyacentes causando daños a la población.

Cuando el agua cubre una zona del terreno durante un cierto tiempo se forma una inundación. Cuanto más tiempo permanece el agua y más grande es el espesor del volumen de agua, causa mayores daños. En el municipio de Tochimilco se ha realizado un análisis del riesgo con respecto a este fenómeno por tanto se puede mencionar, que en el mapa no. 73, se muestran las cuencas urbanas, las cuales se clasificaron de acuerdo a la pendiente del terreno, los escurrimientos y el tipo de suelo, como se puede ver las 3 localidades urbanas con las que cuenta el municipio están catalogadas con un nivel bajo, por lo que se realizó la estimación de la población vulnerable y el peligro para concluir que es un Riesgo Bajo.

Otro de los elementos analizados son las precipitaciones máximas en el municipio, en el mapa no. 75 se muestra tres zonas importantes, la clasificada como Alta con una precipitación de 1200 mm.de lluvia al año, la media que va de los 1000 a 1200 mm.y la baja que oscila entro los 800 y 1000 mm.de media anual. Las localidades vulnerables que se ubican en el nivel alto son San Antonio Alponocan, Santa Cruz Cuautomatitla y Guadalupe Cuilotepec, tienen una población de 2225 habitantes, mientras que las localidades que se encuentran en un nivel medio tienen una población de 9571 habitantes concentrando la mayoría de las localidades del municipio, mientras que en el nivel bajo se encuentran San Lucas Tulcingo y San Francisco Huilango con 2104 habitantes.

Solo se ubicó una localidad donde se pueden dar inundaciones en temporadas de lluvias, esto es por la cercanía a la presa que existe en la localidad de Tochimilco en la colonia de la Concepción, la vulnerabilidad se clasifico como media donde las personas afectadas se estimaron en un total de 100, con una población 0 a 14 años de 37 habitantes, 10 de 18 a 24 habitantes, 7 habitantes de la tercera edad y 2 con discapacidad motriz, la infraestructura que puede ser dañada

se estima con un total de 45 viviendas con un promedio de 4 ocupantes, por lo anterior en la zona se clasifico el Riesgo como Medio, esto lo podemos ver en el mapa no. 75 y las fotos 77 y 78.

Cabe mencionar que el fenómeno por inundación no se presenta en este municipio, esto se afirma derivado del análisis en sitio, del recorrido en campo, de los hechos históricos y las entrevistas en campo, por lo que el Riesgo es clasificado como Bajo en el municipio de Tochimilco.

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

Heladas

Una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0°C o menos, durante un lapso mayor a 8 horas. En relación a su aspecto, las heladas se clasifican en blancas y negras: Las primeras se forman cuando las masas de aire frío son húmedas, por lo que provocan condensación y formación de hielo sobre la superficie de las plantas y en objetos expuestos libremente a la radiación nocturna. La helada negra se desarrolla cuando el aire del ambiente se encuentra excesivamente seco, no existe condensación ni formación de hielo sobre la superficie. A pesar de ello, los cultivos son dañados y al día siguiente la vegetación presenta una coloración negruzca.

De acuerdo a los testimonios recabados en los recorridos y visitas a las localidades del municipio de Tochimilco, los pobladores manifestaron que las heladas se presentan por lo regular en octubre y hasta principios de marzo, por tanto derivado del análisis de la información recabada de las estaciones climatológicas ubicadas en el municipio, en el mapa no. 77 se da el contexto a nivel estatal y a nivel municipal, para conocer la situación del municipio con respecto a este fenómeno. Derivado de la intensidad muy baja del peligro y el grado de vulnerabilidad muy baja, el riesgo en el municipio por heladas es considerado muy bajo, esto también lo podemos ver en la foto 79.

Tormentas de Granizo

El granizo es una precipitación sólida de forma irregular (bolitas o piezas pequeñas de hielo). Su origen son los violentos movimientos de convección, ascendentes y descendentes, en el interior de las nubes de tormenta cúmulonimbos, desde donde caen intensas lluvias de corta duración (alrededor de quince minutos).

En general el granizo es poco estudiado, ya que representa menos del 10 por ciento del total de la precipitación de cualquier tormenta. La formación de granizo es rara en las regiones costeras de latitudes tropicales, quizá porque este tipo de precipitación se derrite en el aire caliente antes de alcanzar el suelo.

Las granizadas más intensas suelen presentarse a finales de la primavera y principio del verano, en relación con el incremento del número de tormentas y el aumento en el contenido de humedad en la atmósfera. El aspecto negativo del granizo lo constituye su efecto destructivo sobre cultivos, propiedades y seres vivos, debido a la fuerza y la velocidad con que cae. Los daños causados por el granizo dependen de su tamaño y de la etapa de crecimiento de las plantas, a veces causan la pérdida de animales de cría. En áreas urbanas también suelen producir grandes daños, a las viviendas, construcciones y áreas verdes. En ocasiones el granizo se acumula en cantidad suficiente dentro del drenaje para obstruir el paso del agua y generar inundaciones durante algunas horas.

La magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño. En las zonas rurales, los granizos destruyen las siembras y plantíos; a veces causan la pérdida de animales de cría.

Cabe mencionar, que el estudio climático de los episodios de granizo cuenta con una serie de dificultades inherentes a la ausencia de datos y a la falta de uniformidad en los criterios de la toma de datos de las distintas estaciones climatológicas. Sin embargo de acuerdo a la información recabada por las estaciones climatológicas ubicadas en el municipio, se estimó el peligro como muy bajo, en el mapa 76 se da un contexto del Estado pudiendo ver que la distribución de granizadas es de bajo a

muy bajo a nivel estatal y en el municipio es muy baja. Por lo que el Riesgo se estimó como muy bajo, esto como resultado de la vulnerabilidad a la que se está expuesto el municipio.

Nevadas

Las nubes 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.

La nevada es el tipo de precipitación sólida más común. La constituyen microscópicos cristales de hielo hexagonales que caen individualmente o agrupándose en copos, de tamaño y estructuras muy variadas. Se forman a bajas temperaturas y, para que no licuen antes de llegar al suelo, es necesario que entre éste y la nube la temperatura sea inferior a 0° C; por esta razón es frecuente en áreas de montaña ver nevar en las cimas y llover en los valles.

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 los mantos acuíferos.

En las ciudades, los efectos negativos de las nevadas se manifiestan en distintas maneras: por el desquiciamiento de tránsito, apagones y taponamiento de drenajes; por los daños a estructuras endebles y derrumbes de techos. Provocando decesos en la población que no cuenta con viviendas seguras y firmes, especialmente indigentes o personas de bajos recursos económicos que son la población vulnerable. En las zonas rurales, si el fenómeno es de poca intensidad, no llega a dañar a los cultivos, en cambio si la nevada es fuerte, la afectación puede ser extensa, dependiendo del tipo de cultivo y de la etapa de crecimiento en la que se encuentre.

Las nevadas varían dependiendo del temporal y la localización, incluyendo latitud geográfica, la elevación y otros factores que afectan al clima en general. En latitudes más cercanas al ecuador, hay menos probabilidades de la caída de nieve.

Es preciso saber que debido a que el municipio de Tochimilco se encuentra en el Valle de Atlixco y la Sierra Nevada, podrán encontrar diferentes elevaciones en su territorio y su altitud mínima es de 1,820 máxima de 5,465 (la cumbre del Volcán Popocatepetl) metros sobre el nivel del mar. Porque cabe resaltar que la presencia de este fenómeno se da en las zonas más elevadas del volcán, en los meses de enero, febrero y marzo. En el mapa no 78 se muestra la zona de afectación de este fenómeno y como se puede observar está muy lejano a las localidades del municipio, para estimar el nivel del riesgo por nevadas, se estimó la estimación de la vulnerabilidad, resultando un Riesgo muy Bajo por nevadas. Esto lo podemos ver en la foto 80, donde se aprecia la nieve en la zona más alta del volcán.

5.4 Medidas de mitigación

Derivado del diagnóstico, análisis y ponderación de los riesgos por fenómenos de origen natural a los que se encuentra expuesta la población e infraestructura del municipio de Tochimilco, a continuación se presentan las propuestas orientadas a mitigar y/o prevenir eventuales daños a vías de comunicación, infraestructura, equipamiento, actividades económicas, al medio ambiente y principalmente a las personas y sus bienes dentro del territorio de este municipio.

Como se ha demostrado, la posibilidad de mayor afectación a la que se enfrenta la población es a causa de la actividad del volcán Popocatepetl y de fenómenos ocasionados por las lluvias como son los deslizamientos y flujos de detritos.

Para prevenir y mitigar los daños por estos fenómenos a continuación se presentan las acciones necesarias en cada localidad.

Tochimilco (municipio)

1. Elaboración del Programa municipal de desarrollo urbano sustentable. En razón de que el municipio carece de un instrumento rector en la configuración de su territorio, que considere las zonas aptas para los asentamientos.
2. Elaboración del Reglamento de construcción que establezcan la tipología y técnica constructiva de acuerdo al peligro o riesgo de la zona.
3. Se propone un estudio para la reubicación de asentamientos humanos hacia zonas aptas, específicamente de los asentamientos ubicados en las laderas de los cerros en la Magdalena Yancuitalpan y la colonia San Lorenzo en Tochimilco por ubicarse en barrancas y sobre los yacimientos de agua que abastecen de agua potable a la cabecera municipal.

Pavimentación de 4 rutas de evacuación alternas a las existentes, las cuales son:

I). Ruta "A" actualmente es la ruta 8 la cual evacua a Yancuitalpan y Tochimilco, esta nueva ruta acortará en 7.56 km el recorrido actual y evitara cruzar por la localidad de Coyula. Esta ruta inicia en Tochimilco y desemboca en el camino a San Juan Tejupa con una longitud de 2.83 km.

II). Ruta "B" actualmente es la ruta 9 y evacua a las localidades de Cuilotepec, Tepanapa y Zacatempa a través de la carretera Hueyapan-Tochimilco cruzando por una barranca muy baja y con riesgo de ser bloqueada por algún deslizamiento, además el recorrido entre la UBR y Tochimilco es a la orilla de grandes desfiladeros donde han ocurrido accidentes fatales por lo

angosto de la carretera y las grandes alturas en su recorrido, por esta razón se propone que estas tres localidades sean evacuadas por esta nueva ruta que inicia en la entrada a Tochimilco y llega a Huilango con un recorrido de 5.84 km. El resto de las localidades se evacuarán de acuerdo con lo establecido en la ruta de evacuación número 9 conformada por Tecuanipa, Tochimizolco y Tulcingo.

III). Ruta “C”, actualmente es la ruta 10 y evacua a Santa Cruz Cuautomatitla a través de Tochimizolco y hasta Tulcingo con un recorrido paralelo al cráter del volcán de 4.54 km. Por lo que se propone pavimentar esta ruta alterna hacia San Juan Amecac con una longitud de 6.14 km. La localidad de Alpanocan continuaría su ruta hacia Amayuca.

IV). Ruta “D” actualmente es la ruta 10 y evacua a Santa Cruz Cuautomatitla hacia Hueyapan en el estado de Morelos (Santa Cruz es considerada en las rutas 9 y 10 actuales). Se propone esta ruta alterna como opción por ser un recorrido más corto que la Ruta “C”. El tramo a pavimentar es de 2.5 km.

4. Cursos, talleres y estrategias de difusión en materia de evacuación, sismos, caída de cenizas, etc., en caso de erupción del volcán Popocatepetl.

Santa Cruz Cuautomatitla

1. Reforestación de laderas de los cerros donde se han presentado flujos de detritos y que afectan el primer cuadro de la localidad.

San Antonio Alpanocan

1. Estudio para la reubicación de asentamientos humanos hacia zonas aptas de la colonia el Progreso, y reforestación del cerro donde se han presentado deslizamientos.

Bibliografía

1. Ayala Francisco Javier, Jorge Olcina Cantos. Riesgos Naturales. Editorial Ariel Ciencia, 2002.
2. Anuarios estadísticos. INEGI. 2010.
3. Calvo García, Francisco, "Algunas Cuestiones Sobre Geografía de los Riesgos". en Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona, España. No. 10, Noviembre 15 de 1997
4. Clasificación fisiográfica, geología, fisiografía, geología y suelos. INEGI.
5. Comisión Nacional del Agua. Síntesis Geohidrológica del Estado de Puebla. México, D.F. 1992
6. Comisión Nacional del Agua. Recursos Hidráulicos Subterráneos del Estado de Puebla. México, D.F. 1994.
7. Comisión de desarrollo urbano y regional de CLACSO. Desastres Naturales y Sociedad en América Latina. Grupo editor Latinoamericano, 1985.
8. CNA. Estaciones meteorológicas. Registro histórico, 2005-2010.
9. Ciudades en Riesgo: Degradación Ambiental, Riesgos Urbanos y Desastres. Fernández, M.A. (ed.) (1996). LA RED-USAID. Lima, Perú.
10. CONABIO. Uso de suelo y vegetación. 2009.
11. CONAPO. Proyecciones de la población, 2011.
12. Delgado y Carrasco. Patrones de viento en la región del Popocatepetl.
13. Eduardo Aguayo, Joaquín; Trápaga, Roberto. Fisiografía, geodinámica de México y minerales del mar.
14. Fernández María Augusta (Compiladora). Ciudades en Riesgo, Degradación Ambiental, Riesgos Urbanos y Desastres, La Red, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, 1996.
15. Flores de Cobalto. Diccionario geológico.
16. Fisiografía, Componente Biofísico, Parque Ecológico Distrital de Montaña. Corporación Suna Hisca.
17. García J. F., Fuentes M. O. Gracia S. J., "Erosión en laderas", Cuaderno de Investigación No. 24, Centro Nacional de Prevención de Desastres, México, noviembre de 1995
18. Garza y Rodríguez (Coordinadores), Los Desastres en México, una Perspectiva Multidisciplinaria. Universidad Iberoamericana, México.
19. García J. F. y Fuentes M. O., "Análisis de las sequías en México", Cuaderno de Investigación No. 46. Centro Nacional de Prevención de Desastres, México, julio 1999.

20. Gobierno del estado de Puebla. Enciclopedia de los municipios de México, Puebla.
21. Historia y Desastres en América Latina, vol. II. García Acosta, V. (ed.) (1998). LA RED-CIESAS-ITDG, Lima, Perú.
22. INEGI. Continuo Nacional Fisiográfico.
Fisiografía de Puebla, Información Geográfica, www.inegi.org.mx.
Guía para la interpretación cartográfica de Uso de Suelo y Vegetación, Esc: 1:250000, Serie III.
Guía para la Interpretación de Cartografía Geológica, 2005
Perspectiva estadística Puebla. 2011.
23. Oropeza Orozco Oralia. El Atlas de Riesgos, Utilidad Práctica en la Prevención de Desastres. Instituto de Geografía, Vol. 2, No. 3.
24. Plan de Desarrollo municipal de Tochimilco 2008-2011
25. SEMARNAT. Uso de suelo y vegetación, Junio, 2006.
26. Sistema Geológico Mexicano, 2011.
27. Romero, G. y A. Maskrey (1993), “Cómo entender los Desastres Naturales” en Maskrey, A. Los desastres no son naturales. LA RED. Tercer Mundo Editores. Colombia.
28. Rangel Oaxaca Magdalena. Historia de Tochimilco.
29. Velázquez, A. y J. F. Mas (2001) Regionalización ecológica a nivel regional 1:4,000,000 y Compatibilidad de Leyendas niveles III, IV V. Regionalización geomorfológica. INE-SEMARNAT. México.
30. Yáñez Mondragón, Carlos Francisco, (2007). Las Áreas Naturales Protegidas en México, criterios para su determinación. Caso estudio: Sierra Tarahumara, Estado de Chihuahua, mayo 2007, México D.F. Págs. 65.

Glosario

A

Actividad forestal: Se indica la presencia de algún tipo de actividad forestal.

Actividad pecuaria: Se indica la presencia de algún tipo de actividad pecuaria.

Afectado: víctima del desastre que requiere apoyo limitado para recuperarse de los daños producidos por el desastre, por un menor grado de necesidades básicas insatisfechas a causa de éste, con respecto al damnificado.

Agente: Es la entidad biológica física, química, psicológica o social la cual en interacción con otros factores de riesgo del huésped y del ambiente, es capaz de causar daños a la salud

Agente afectable: Sistema compuesto por el hombre y su entorno físico, sobre el cual pueden obrar los efectos destructivos del agente perturbador o calamidad.

Agente perturbador: Acontecimiento que puede impactar a un sistema afectable y transformar su estado normal en un estado de daños que puede llegar al grado de desastre, por ejemplo sismos, huracanes, incendios, etcétera. Por lo general se le denomina calamidad.

Altitud: Altura con relación al nivel del mar.

Aluvial: Acarreado por el agua.

Ambiente: Conjunto de elementos y fenómenos físicos, químicos y biológicos que condicionan la vida, el crecimiento y la actividad de los organismos vivos. Generalmente se le llama medio ambiente.

Amenaza: factor externo a una comunidad expuesta (o a un sistema expuesto), representado por la potencial ocurrencia de un fenómeno (o accidente) desencadenante, el cual puede producir un desastre al manifestarse.

Antropogénico: Derivado u originado de fuentes humanas, relacionado con el efecto del ser humano sobre la naturaleza.

Área Agrícola: Área en la que el suelo es utilizado para la realización de labores agrícolas.

Área de influencia: comprende el ámbito espacial en donde se manifiestan los posibles impactos ambientales y socioculturales ocasionados por los posibles peligros.

Área natural protegida: Área de propiedad pública o privada, de relevancia ecológica, social, histórica, cultural y escénica, establecidas en el país de acuerdo con la Ley, con el fin de impedir su destrucción y procurar el estudio y conservación de especies de plantas o animales, paisajes naturales y ecosistemas.

Área sin Vegetación.- Áreas desprovistas de vegetación o con una cobertura vegetal extremadamente baja. La ausencia de vegetación puede ser determinada por condiciones naturales: clima muy árido,

salinas, o bien porque la vegetación fue eliminada totalmente por actividades humanas; minas a cielo abierto, jales, sobrepastoreo, etcétera.

Asentamiento Humano: Establecimientos de un determinado conglomerado demográfico con el conjunto de sus sistema de convivencia, en un área físicamente localizada, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que la integran.

B

Barranca: Cárcava o zanja abierta en el suelo por acción del agua.

Biodiversidad.- Es la riqueza total en composición y número de manifestaciones de las formas de vida en la naturaleza; incluye toda la gama de variación y abundancia de genes, organismos, poblaciones, especies, comunidades, ecosistemas y los procesos ecológicos de los que son parte.

Biosfera.- Capa de la tierra donde habitan los seres vivos. Comprende la litosfera, hidrosfera y atmósfera. Se considera como el almacén de la diversidad genética. Es el sistema biológico más grande y autosuficiente, abarca todos los organismos vivos del planeta y sus interacciones con el medio físico global como un todo para mantener un sistema estable intermedio en el flujo de energía entre la aportación del sol y el sumidero térmico del espacio.

Bosque: Asociación vegetal en la que predominan los árboles y otros vegetales leñosos; además contiene arbustos, hierbas, hongos, líquenes, animales y microorganismos que tienen influencia entre sí.

Bosque de Coníferas: Comunidades vegetales constituidas principalmente por diferentes especies de coníferas (sus semillas están envueltas en conos, por ejemplo, los pinos) en los que se presenta menos de 20% de árboles con hojas anchas. Se encuentran en latitudes boreales, su forma de vida característica es la conífera, sobre todo, los abetos, pinabetes y pinos, se encuentran entre las regiones con mayor productividad de madera en el mundo.

C

Caducifolio: Que permanece sin hojas durante una parte del año.

Calamidad: Evento ó agente que puede perturbar a un sistema afectable y transformar su estado normal o insuficiente en un estado de desastre o agravar éste

Caliche: Depósito rocoso de carbonato de calcio en el suelo o en el subsuelo, generalmente ligado con climas áridos.

Cañada.- Abertura ancha y despejada, entre dos montañas, más amplia que el puerto y más aún que el desfiladero.

Cañón.- Valles encajonados formados por paredes abruptas.

Cenizas: puede haber cenizas sueltas, cenizas volátiles, residuos de la quema de gasolinas fósiles y del procesado de metales ferrosos y no ferrosos, excluyendo los residuos de la incineración de desechos. Se incluyen todos los desechos que contienen carbón, pero se excluyen las descargas directas al aire o al agua. Sin embargo están incluidos los materiales que provienen del filtrado de las emisiones del aire.

Ciclones Tropicales: Un ciclón tropical es una perturbación atmosférica que puede formarse en el mar durante la estación cálida, entre mayo y noviembre (temperaturas del mar superiores a 26° C). Consiste en una gran masa de aire, con vientos fuertes que giran en forma de remolino y que transportan una gran cantidad de humedad. Este fenómeno meteorológico puede presentar varias etapas: en su nacimiento, se le denomina depresión tropical, posteriormente se le conoce como tormenta tropical, en esta etapa se le asigna un nombre. La tercera etapa es cuando recibe el nombre de ciclón tropical o huracán.

Clima: Estado medio de los fenómenos meteorológicos que se desarrollan sobre un espacio geográfico durante un largo período. Está determinado por una serie de factores: inclinación del eje terrestre, proporción tierra – mar, latitud, altitud, exposición a los vientos, etc. Y se encuentra articulado a un conjunto de elementos tales como presión, humedad, temperatura, nubosidad, etc.

Colapso de edificios o estructuras: implica el derrumbamiento repentino de una construcción en ausencia de toda fuerza exterior. En un sentido más amplio el colapso puede ser causado por algún agente exterior (terremotos, tornados, explosiones, etc.) el desastre debe registrarse bajo el factor causal original.

Comunidad (vegetal, biótica).- Conjunto de plantas (y de animales) de cualquier rango, que viven e interaccionan mutuamente en un hábitat natural.

Cono Volcánico.- Edificio en forma cónica constituido por los materiales expelidos por el volcán y acumulados alrededor de una chimenea o conducto.

Cubierta Forestal: Recursos forestales que constituyen un bosque. Incluye: a) árboles y arbustos; b) hierbas y arbustos que crecen debajo o en los claros de los bosques y en los matorrales; c) humus u hojas caídas, ramas, árboles caídos y otro material vegetal sobre el suelo forestal; d) humus de la materia vegetal parcialmente podrida en la superficie y en la capa superior del suelo.

Cuerpo de Agua: Acumulación de agua corriente o quieta, que en su conjunto forma la hidrósfera; son los charcos temporales, esteros, manantiales, marismas, lagunas, lagos, mares, océanos, ríos, arroyos, reservas subterráneas, pantanos y cualquier otra acumulación de agua.

D

Damnificado: víctima que no sufrió ninguna lesión en su cuerpo, pero perdió la estructura de soporte de sus necesidades básicas, como vivienda, medio de subsistencia, etc.

Deforestación: Destrucción de los bosques de manera tal que se torna imposible su reproducción natural.

Degradación ambiental.- Transformación acelerada y a gran escala de los ecosistemas. En México este proceso se ha acelerado a partir de la segunda mitad del siglo XX, debido principalmente a los siguientes factores: a) Ganadería extensiva, b) Intensificación agrícola y agricultura itinerante de subsistencia, c) Crecimiento urbano desorganizado, d) Aplicación de modelos tecnológicos inadecuados para la diversidad natural del país, e) Procesos de colonización formal e informal y f) Rápida expansión demográfica. La agricultura y la ganadería han determinado las transformaciones ambientales más importantes en términos de su alcance territorial en el espacio rural de México, que se han traducido en una deforestación tan costosa en términos ecológicos como cuestionable respecto a su rentabilidad social.

Degradación del suelo: Cambio de una o más de sus propiedades a condiciones inferiores a las originales, por medio de procesos físicos, químicos y/o biológicos. En términos generales la degradación del suelo provoca alteraciones en el nivel de fertilidad del suelo y consecuentemente en su capacidad de sostener una agricultura productiva.

Derecho de vía: franja de terreno de dimensiones específicas, en que se ha instalado un ducto y/o vía de acceso, que atraviesa una o varias propiedades.

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

Desarrollo Socioeconómico: Se entiende las expresiones cualitativas de una tipología que indica la desproporción socioeconómica entre los municipios de la entidad; medible a través de la cantidad de niveles y la descripción de sus atributos cuantitativos.

Desastre: Evento concentrado en tiempo y espacio, en el cual la sociedad o una parte de ella, sufre un severo daño o incurre en pérdidas para sus miembros, de tal manera que la estructura social se desajusta e impide el cumplimiento de sus actividades esenciales, afectando el funcionamiento vital de sociedad.

Desastrenatural: Se entiende el fenómeno o fenómenos naturales concatenados que cuando acaecen en un tiempo y espacios limitados causan daños severos no previsibles y cuya periodicidad es difícil o imposible de proyectar.

E

Emergencia: situación que aparece cuando, en la combinación de factores conocidos, surge un fenómeno o suceso que no se esperaba, eventual, inesperado y desagradable por causar daños o alteraciones en las personas, los bienes, los servicios o el medio ambiente, sin exceder la capacidad de respuesta de la comunidad afectada.

Emisión: Descarga de contaminantes hacia la atmósfera.

Erosión: Es la destrucción, deterioro y eliminación del suelo. Los factores que acentúan la erosión del suelo son: El clima, la precipitación y la velocidad del viento; la topografía, la naturaleza, el grado y la longitud del declive, las características físicas-químicas del suelo, la cubierta de la tierra su naturaleza y grado de cobertura, los fenómenos naturales como terremotos y factores humanos como tala indiscriminada, quema subsecuente y pastoreo en exceso.

Erosión del suelo: Consiste en el desprendimiento, transporte y deposición de las partículas del suelo por el agua y el viento.

Especie: Conjunto de organismos que tienen las siguientes características: a) poseen un importante número de caracteres en común, es decir, comparten un patrimonio genético, b) se reproducen entre sí y cuya descendencia es fértil (forman poblaciones) y d) en condiciones naturales no intercambian dichos caracteres con el resto de los organismos (aislamiento reproductivo).

Estrato: Masa mineral en forma de capa que constituye los terrenos sedimentarios.

Evacuación: período durante el cual la comunidad responde a la inminencia del desastre, reubicándose provisionalmente en una zona segura.

Evaluación: investigaciones, monitoreos de supervisión, inspecciones, ensayos y otras actividades de recolección de información diseñadas para identificar: la existencia, origen, naturaleza y extensión de

impactos ambientales resultantes de disturbios físicos o descargas al ambiente de sustancias químicas, y la extensión del riesgo a la salud, seguridad y bienestar público y del ambiente.

Evapotranspiración: Pérdida de agua de un suelo a través de la transpiración de la vegetación y de la propia evaporación.

F

Flora: Conjunto de las plantas que habitan en una región, analizado desde el punto de vista de la diversidad de los organismos. Obra que enumera, describe y provee los medios de identificación de las plantas que habitan en una región.

Flujo de lava: Emisiones de roca fundida como un fluido viscoso, mezcla de varios minerales, principalmente silicatos y diversos gases y sustancias volátiles.

Flujo de tierra: movimiento masivo caracterizado por el traslado cuesta abajo de tierra y roca desgastada, paralelo al deslizamientos de tierra.

Flujo piroclásticos (avalanchas incandescentes): formados por magma fresco que pueden alcanzar temperaturas de hasta 1.200 grados. El flujo piroclástico se compone de fragmentos de roca provenientes de la erupción, que suspendidos en una nube de gases y materiales en rápida expansión, se precipitan ladera abajo a velocidades de hasta varios cientos de kilómetros por hora, alcanzando normalmente distancias de 10 km., y en raras ocasiones, hasta 40 km. desde el lugar del acontecimiento. Esta clase de erupciones es la más peligrosa.

Forestación: Transformación de áreas donde originalmente no había árboles en zonas boscosas.

G

Geomorfología: Ciencia que describe las formas del relieve terrestre, tomando en cuenta los procedimientos que las forman, estudia los aspectos como el relieve, material, edad de las formaciones superficiales.

H

Hábitat: Lugar donde vive un organismo o una comunidad. Este término implica un grupo particular de condiciones ambientales, por lo que generalmente se usa en un sentido más concreto que "medio ambiente". Es decir, es el "medio ambiente" o el sitio en particular, ocupado por un organismo, especie o comunidad. La transformación de los hábitats naturales resulta del establecimiento de fenómenos de

carácter social, cultural y económico, así como del incremento de la población y de las formas de percibir y utilizar los recursos naturales.

Heladas: Según el Sistema Meteorológico Nacional ocurren cuando se presenta un enfriamiento del aire (helada de irradiación) o una invasión de aire muy frío (heladas de advección) que se extiende sobre un amplio territorio. Entre los aspectos negativos que pueden generar son principalmente daños a la agricultura con la destrucción de cultivos y huertos de frutales según la etapa de crecimiento en que se encuentran.

Humedad: Es la medida de la cantidad de agua que contiene una sustancia o la masa de aire. La distribución geográfica de la humedad depende principalmente de los vientos, es decir, de la circulación atmosférica, de los monzones y ciclones, pues son los vientos los que se encargan de transportar el vapor de agua de las zonas marítimas a las terrestres. Desde un punto de vista meteorológico, la humedad absoluta es el peso en gramos de vapor de agua contenido en un metro cúbico de aire natural. La humedad relativa es el cociente de dividir la humedad absoluta por la que tendría el aire si estuviese saturado a la misma temperatura. Por lo tanto, la humedad relativa es una fracción de saturación.

I

Impacto: los efectos y la dimensión de un desastre.

Incendio: Fuego no controlado de grandes proporciones, se presentan en forma súbita, gradual ó instantánea, el incendio es casi siempre ocasionado por la actividad humana, pero ocasionalmente debido a fenómenos naturales.

Incendio forestal: fuego en bosques y selvas que se expande, y llega a afectar desde decenas hasta miles de hectáreas, provocando deforestación. Los incendios forestales coinciden con la época seca que comprende de enero a mayo y dependen de la situación geográfica de las diferentes regiones, así como de las condiciones de temperatura, humedad, viento y cantidad de biomasa. Puede iniciarse por causas naturales tales como erupciones volcánicas o rayos, o ser causado por pirómanos, fumadores descuidados, fogatas o quemas.

Inundación: Son el resultado de intensas y continuas precipitaciones que sobrepasan la capacidad de absorción de suelo y la capacidad de carga de los ríos, arroyos y zonas costeras.

Isoterma: Línea que une los puntos de igual temperatura.

Isoyeta: Línea que une los puntos con igual precipitación pluvial.

J

Leguminosas: Familia de las dicotiledóneas, con fruto en forma de vaina y generalmente con hojas compuestas. Una de las familias mejor representadas, sobre todo en los trópicos y de mayor interés económico.

L

Lomerío: Altura pequeña de los terrenos que puede presentarse en serie o aisladamente.

M

Magnitud: Medida de la fuerza o potencia de una calamidad con base en la energía liberada.

Matorral: Vegetación arbustiva de altura, composición florística y densidad variable. Se encuentra generalmente en regiones áridas y semiáridas.

Matorral xerófilo: Comunidad vegetal de regiones áridas; la vegetación de estas zonas se caracteriza por contar con estructuras que les permiten consumir muy poca agua y con gran capacidad de retención ya que tienen bajos niveles de evapotranspiración, algunas tienen raíces profundas que les permiten tomar agua subterránea. En estos ecosistemas habita gran número de vertebrados mesoamericanos. En México dicha vegetación ocupa el tercer lugar entre los hábitats de vertebrados endémicos, y el segundo lugar entre los hábitats de las especies de vertebrados que viven en áreas muy restringidas.

Meseta.- Conjunto de montañas con cima llana que forman una planicie.

Mesófilo: Calificativo de plantas o de comunidades vegetales que se desarrollan en condiciones de humedad abundante en el medio terrestre.

Montaña: Elevación natural del terreno, con una altitud superior a 300 m.

Morfología: Estudio de las formas.

N

Nevadas: Es el tipo de precipitación sólida más común. La constituyen microscópicos cristales de hielo hexagonales que caen individualmente o agrupándose en copos, de las nubes de desarrollo vertical (cúmulonimbos) manifestada con una o más descargas eléctricas repentinas (relámpagos o rayos).

O

Ondas cálidas: De acuerdo con el Sistema Meteorológico Nacional se define como un calentamiento importante del aire o invasión de aire muy caliente, sobre una zona extensa que suele durar de unos días a una semana. Su presencia se asocia a sistemas de alta presión que provocan subsidencia del aire, lo que favorece condiciones de estabilidad atmosférica con predominio de cielos despejados.

Ondas frías: Se considera como un fuerte enfriamiento del aire o una invasión de aire muy frío que se extiende sobre un amplio territorio. Estas se asocian a la entrada de masas de aire polar, continental o marítimo, durante los meses de octubre a abril, y por lo general provocan un descenso en la temperatura.

P

Parques Nacionales: Áreas con uno o más ecosistemas que se signifiquen por su belleza escénica, su valor científico, educativo de recreo, su valor histórico, por la existencia de flora y fauna, por su aptitud para el desarrollo del turismo, o por otras razones análogas de interés general.

Pastizal: Comunidades vegetales caracterizadas por la dominancia de gramíneas (pastos o zacates) o graminoides. Aquí se incluyen pastizales determinados tanto por condiciones naturales de clima y suelo, como aquellos establecidos por influencia humana.

Pecuario: Relativo a la ganadería.

Pérdida de suelo: Cantidad de suelo removido por la erosión en un área determinada se expresa en t/ha/año o t/ha/evento.

Perenne: Duradero, referente a plantas que viven tres o más años.

Planicie: Extensión de terreno más o menos plana, cuya superficie es a menudo cortada por corrientes de agua y cuyas partes conservan su nivel general.

Plegamiento: Deformación de los estratos de la corteza terrestre compuesto por dos partes, una cóncava o sinclinal y una convexa o anticlinal.

Prevención: es equivalente a decir que mediante la intervención directa del peligro puede evitarse su ocurrencia, es decir impedir la causa primaria del desastre.

Previsión: es determinar las posibles amenazas y las condiciones de vulnerabilidad de una comunidad.

Provincia fisiográfica: Como una región natural constituida por conjuntos de unidades genéticas de relieve, con relación de parentesco de tipo geológico, topográfico y espacial.

R

Réplica: pequeño movimiento de tierra que sigue al primero y que se origina cerca del foco. Las réplicas generalmente decrecen en intensidad y cantidad con el tiempo. Las réplicas que siguen inmediatamente al movimiento principal deben considerarse parte del mismo acontecimiento que constituye el terremoto principal.

Reserva territorial: Espacios destinados con antelación para el crecimiento de las ciudades, que permiten la ampliación regulada de la mancha urbana ocupando los espacios vacíos y mejorando la infraestructura instalada.

Riesgo: el resultado de calcular la potencial acción de una amenaza (A), con las condiciones de vulnerabilidad (V) de una comunidad o sistema. En conclusión: $Riesgo = A * V$.

Riesgo geológico: fenómeno geológico que es adverso a construcciones pasadas, presentes o futuras o el uso de tierras, significando un riesgo para la salud, seguridad pública o de sus bienes. Incluye avalanchas, deslizamientos, coladas de barro, pendientes inestables, efectos sísmicos, subsidencia de terrenos, etc.

S

Sequías: Es un fenómeno meteorológico que resulta de la ausencia total de lluvias durante un período de tiempo variable o, en su defecto, escasez de las mismas, pero que no llegan a satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos agrícolas, principalmente en alguna etapa fenológica determinante de la producción como lo es la floración.

SIG: Sistema de Información Geográfica (SIG). Son técnicas y programas de computación que permiten el almacenamiento y procesamiento de datos espaciales y la producción de mapas.

T

Temporal: (agricultura de) Agricultura sin riego.

Textura: (del suelo) composición del suelo con respecto a la dimensión de las partículas que lo forman.

Tipo de vegetación: Comunidad vegetal de rango elevado, determinada primordialmente por la fisonomía.

V

Valle.- Corredor o depresión de forma longitudinal (en relación al relieve contiguo), que puede alcanzar varios kilómetros de extensión. Los valles son formas topográficas constituidos por taludes y vertientes con dos sistemas de declives convergentes..

Vegetación: Plantas que cubren un área o región, caracterizada por la abundancia y formas de vida, por ejemplo, árboles, arbustos, hierbas, plantas caedizas, etc. Sistematización de los tipos de vegetación. Conjunto de plantas que habitan en una región analizado desde el punto de vista de las comunidades bióticas que lo forman (Rzedowski 1981).

Vientos Fuertes: Aire en movimiento que se produce por intercambio de energía entre masas de aire frío o cuando se ve forzado al pasar por una pendiente.

Volcanes: Escudo volcánico. Se forma cuando la lava es expelida en forma de fluido y aunque puede tener gran altura su base es tan amplia que no es adecuado denominarlo cono.

Vulnerabilidad: el factor interno de una comunidad expuesta (o de un sistema expuesto) a una amenaza, resultado de sus condiciones intrínsecas para ser afectada e incapacidad soportar el evento o recuperarse de sus efectos.

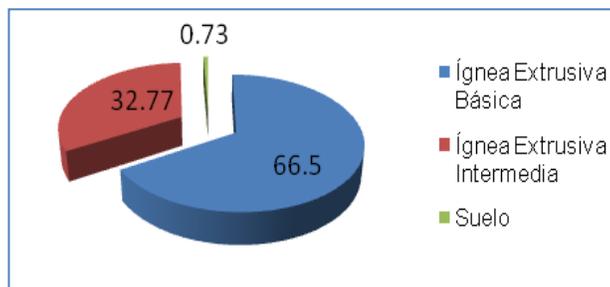
Z

Zonas de riesgo: Aquéllas áreas cuyas características geológicas, topográficas o climatológicas, pueden poner en peligro la salud, la vida o el patrimonio familiar de la población asentada en ella debido a la alta probabilidad de ocurrencia de los fenómenos destructivos.

ANEXOS

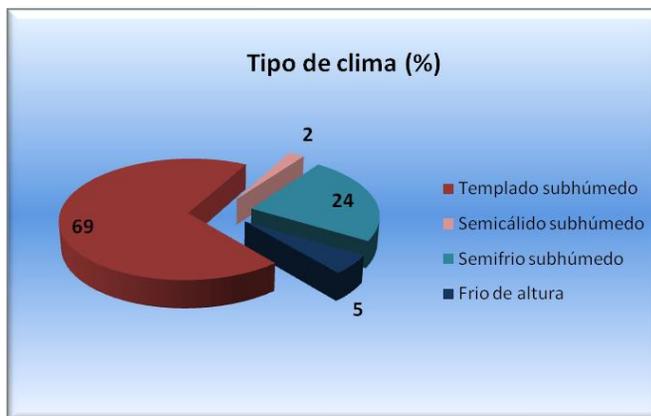
1. Gráficas

Gráfica 1. Distribución geológica en Tochimilco (porcentaje).



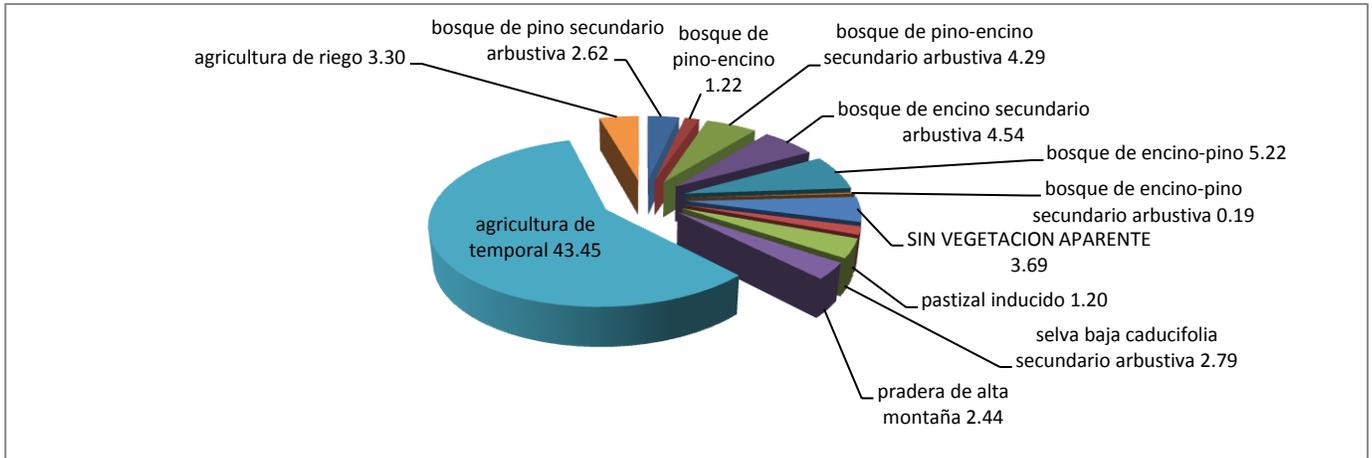
Fuente: INEGI. Carta geológica, 2008.

Gráfica 2. Porcentaje de climas en el municipio de Tochimilco



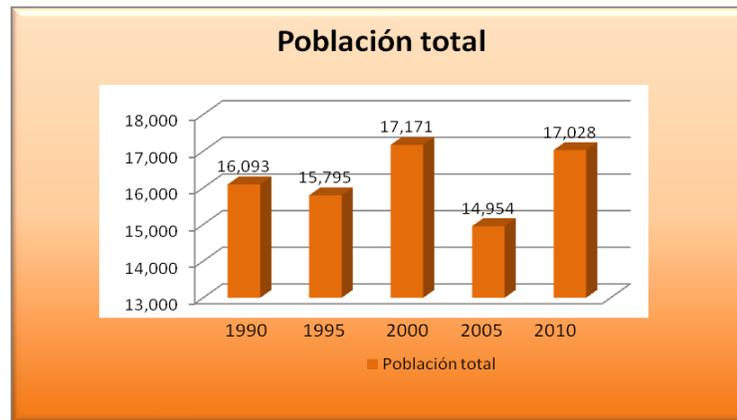
Fuente. Elaboración propia en base a la carta de climas de INEGI, 2008.

Grafica 3. Distribución del uso de suelo y vegetación de Tochimilco (porcentaje).



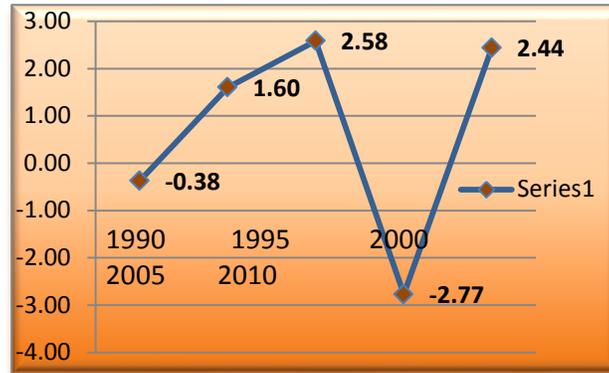
Fuente: INEGI, Carta de uso de suelo y vegetación serie III, 2008

Gráfica 4. Porcentaje de climas en el municipio de Tochimilco



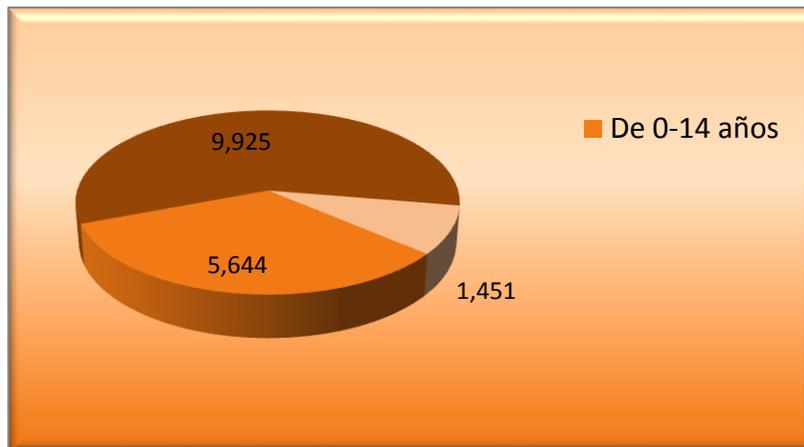
Fuente. INEGI. Censo de Población y Vivienda, 1990, 2000 y 2010 y Censos de Población y Vivienda, 1995 y 2005.

Gráfica 5. Tasa de Crecimiento 1990-2010



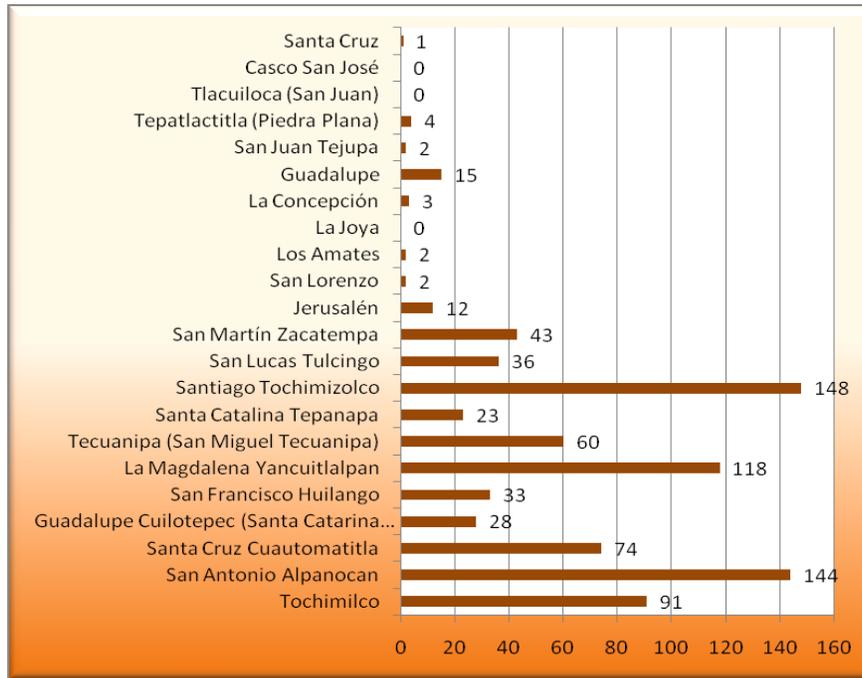
Fuente. INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010.

Gráfica 6. Distribución de la población



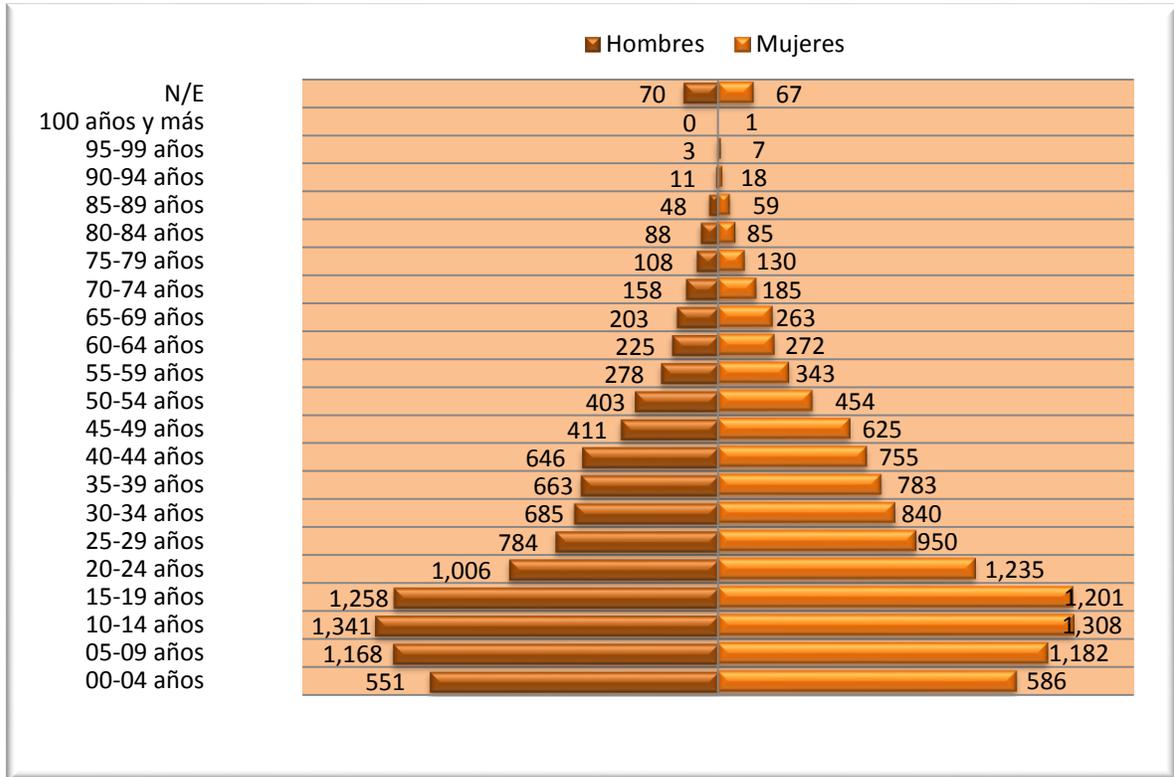
Fuente. INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010.

Gráfica 7. Población con limitación en la actividad



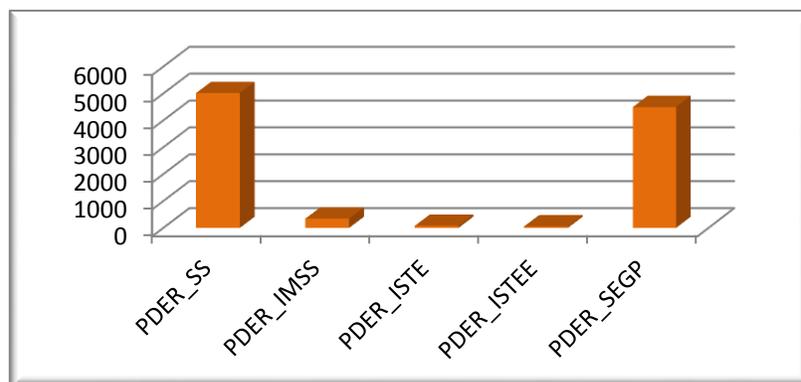
Fuente. INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010.

Gráfica 8. Pirámide de la población



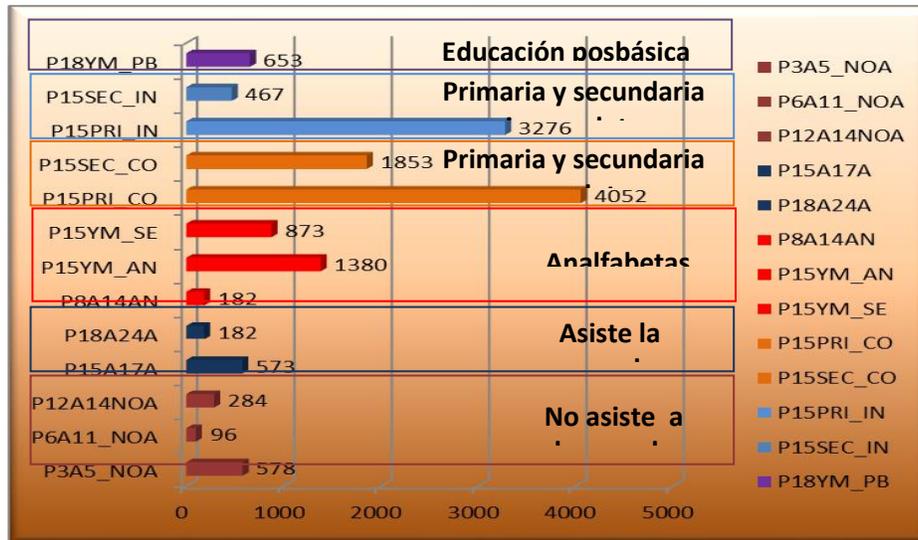
Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2005 y 2010.

Gráfica 9. Servicios de salud



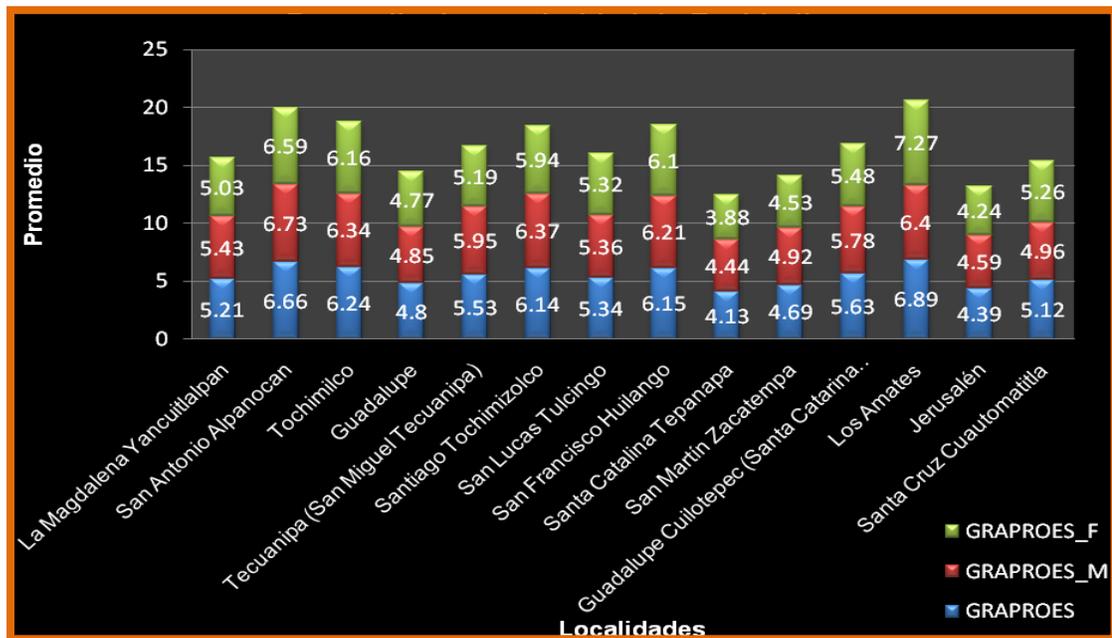
Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010.

Gráfica 10. Características educativas



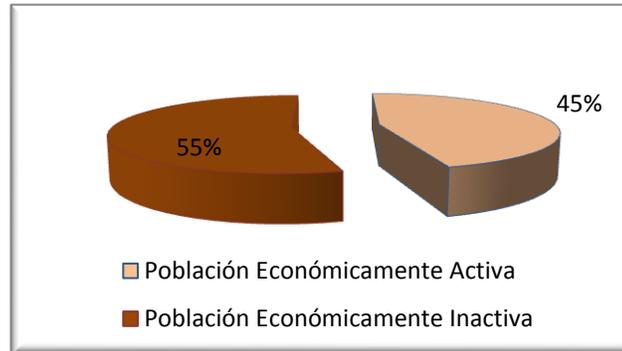
Fuente. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Gráfica 11. Grado de escolaridad



Fuente. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Gráfica 12. Actividades económicas



Fuente. Censo de Población y Vivienda, 2010.

2. Cuadros

Cuadro 1. Información climática del municipio de Tochimilco

Subgrupo	Tipo	Subtipo	Régimen de lluvia	Lluvias en invierno	Precipitación mensual	Temperatura media anual	Temperatura mensual	Has.	%
semicálido	subhúmedo	Humedad media	de verano	< 5	< 60	entre 18 y 22°C	no aplica	498.55	2%
semifrío	subhúmedo	Más húmedo	de verano	< 5	< 40	entre 5 y 12°C	no aplica	5175.31	24%
templado	subhúmedo	Más húmedo	de verano	< 5	< 40	entre 12 y 18°C	no aplica	15070.61	69%
no aplica	frío de altura con marcado invierno	no aplica	no aplica	no aplica	no aplica	entre -2 y 5 °C	entre 0 y 6.5°C	1134.69	5%

Fuente: Elaboración propia, a partir de la carta de climas, INEGI (2008).

Cuadro 2. Estaciones meteorológicas del municipio de Tochimilco

Número	Nombre de la estación	Clase de estación	Organismo
1	Tochimilco D-1	termo-pluvio-evap	SRH
2	Tochimizolco D-2	termo-pluvio-evap	SRH
3	Hacienda Santa Catarina	termo-pluvio	SMN
4	Santa Catalina E-28	termo-pluvio	SRH

Fuente: Elaboración propia, a partir de la carta hidrología superficial, INEGI (2008).

Cuadro 3. Población total del municipio de Tochimilco, 1990-2010.

Año	Población total	Hombres	Mujeres	No. de localidades
1990	16093	7871	8222	17
1995	15795	7686	8109	19
2000	17171	8179	8992	20
2005	14954	6875	8079	19
2010	17028	7916	9112	22

Fuente. INEGI. Censo de Población y Vivienda, 1990, 2000 y 2010 y Censos de Población y Vivienda, 1995 y 2005.

Cuadro 4. Migración del municipio de Tochimilco

Población Total del municipio	Migración en la entidad	Migración en otra entidad	Migración en Estados Unidos de América	No especificado
17,028	13,224	24	18	28

Fuente. INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010.

Cuadro 5. Población total y principales rangos de edad por localidad en el municipio de Tochimilco, 1990-2010.

Nombre de la localidad	Población total	Pob_Masc	Pob_Fem	Pob_0_14	Pob_15_64	Pob_65_mas
Tochimilco	3289	1548	1741	1013	1935	339
San Antonio Alpanocan	2828	1357	1471	1059	1608	160
Santa Cruz Cuautomatitla	1405	668	737	460	844	99
Guadalupe Cuilotepec (Santa Catarina Cuilotepec)	439	217	222	177	229	33
San Francisco Huilango	899	407	492	284	508	107
La Magdalena Yancuitlalpan	2210	1026	1184	611	1398	200
Tecuanipa (San Miguel Tecuanipa)	1378	632	746	483	785	110
Santa Catalina Tepanapa	681	305	376	242	364	75
Santiago Tochimizolco	747	345	402	225	436	86
San Lucas Tulcingo	1205	544	661	354	741	108
San Martín Zacatempa	721	311	410	248	402	71
Jerusalén	564	252	312	216	316	32
San Lorenzo	131	64	67	57	71	3
Los Amates	122	56	66	41	68	13
La Joya	14	*	*	*	*	*
La Concepción	100	44	56	37	56	7
Guadalupe	102	47	55	46	53	3
San Juan Tejupa	45	22	23	13	30	2
Tepatlactitla (Piedra Plana)	25	10	15	13	12	0
Tlacuiloca (San Juan)	6	*	*	*	*	*
Casco San José	10	*	*	*	*	*
Santa Cruz	107	50	57	54	50	3

Fuente. INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010.
Para el caso de *, son las localidades que no tienen información disponible.

Cuadro 6. Servicios de salud por localidad del municipio de Tochimilco

Nombre de la localidad	PDER_SS	PDER_IMSS	PDER_ISTE	PDER_ISTEE	PDER_SEGP
Tochimilco	424	71	22	24	298
San Antonio Alpanocan	1465	30	21	9	1384
Santa Cruz Cuautomatitla	681	3	6	0	671
Guadalupe Cuilotepec (Santa Catarina Cuilotepec)	47	4	0	0	39
San Francisco Huilango	255	168	6	0	81
La Magdalena Yancuitalpan	624	21	2	1	599
Tecuanipa (San Miguel Tecuanipa)	589	0	8	2	579
Santa Catalina Tepanapa	114	11	0	0	102
Santiago Tochimizolco	413	11	9	4	388
San Lucas Tulcingo	85	11	0	1	71
San Martín Zacatempa	102	4	1	0	97
Jerusalén	39	0	1	0	37
San Lorenzo	18	0	0	0	18
Los Amates	60	10	1	5	44
La Joya	*	*	*	*	*
La Concepción	22	2	0	1	19
Guadalupe	26	0	0	8	18
San Juan Tejupa	25	0	0	0	25
Tepatlactitla (Piedra Plana)	0	0	0	0	0
Tlacuiloca (San Juan)	*	*	*	*	*
Casco San José	*	*	*	*	*
Santa Cruz	15	0	0	0	15

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

Cuadro 7. Densidad poblacional por localidad del municipio de Tochimilco

Nombre de localidad	Tipo	Población total	Población masculina	Población femenina	superficie en hectáreas	superficie en km2	Densidad poblacional
Tochimilco	Urbana	3289	1548	1741	394.75	3.95	833
Santiago Tochimizolco	Rural	747	345	402	85.57	0.86	873
San Francisco Huilango	Rural	899	407	492	83.20	0.83	1081
San Lucas Tulcingo	Rural	1205	544	661	90.41	0.90	1333
Tecuanipa (San Miguel Tecuanipa)	Rural	1378	632	746	91.36	0.91	1508
La Magdalena Yancuitalpan	Urbana	2210	1026	1184	146.39	1.46	1510
JerusalÚn	Rural	564	252	312	33.91	0.34	1663
San Antonio Alpanocan	Urbana	2828	1357	1471	143.20	1.43	1975
Guadalupe Cuilotepec (Santa Catarina Cuilotepec)	Rural	439	217	222	21.70	0.22	2023
Los Amates	Rural	122	56	66	5.82	0.06	2096
Santa Catalina Tepanapa	Rural	681	305	376	32.32	0.32	2107
Santa Cruz Cuautomatitla	Rural	1405	668	737	58.34	0.58	2408
San MartÍN Zacatempa	Rural	721	311	410	19.26	0.19	3744
Guadalupe	Rural	102	47	55	0.97	0.01	10554

Fuente. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Cuadro 8. Alumnos inscritos por nivel educativo

Nivel educativo	Alumnos inscritos	Docentes	Escuelas
Bachillerato	278	12	2
Secundaria	858	47	8
Primaria	2,840	127	15
Preescolar	694	28	14
Total del Municipio	4,670	214	39

Fuente. Estadísticas municipales de Tochimilco, 2009.

Cuadro 9. Servicios básicos en el municipio de Tochimilco

Nombre de localidad	Población total	Viviendas particulares que no disponen de electricidad	Viviendas particulares que no disponen de agua entubada	Viviendas particulares que no disponen de drenaje	Viviendas particulares con servicios (luz, agua y drenaje)
La Magdalena Yancuitalpan	2210	8	45	243	236
San Antonio Alpanocan	2828	24	9	284	319
Tochimilco	3289	18	121	92	609
Guadalupe	102	1	3	20	0
Tecuanipa (San Miguel Tecuanipa)	1378	5	9	158	137
Santiago Tochimizolco	747	5	21	114	96
San Lucas Tulcingo	1205	4	8	31	218
San Francisco Huilango	899	8	5	35	190
Santa Catalina Tepanapa	681	3	10	38	99
San Martín Zacatempa	721	5	11	45	119
Guadalupe Cuilotepec (Santa Catarina Cuilotepec)	439	2	7	41	54
Los Amates	122	1	4	5	21
Jerusalén	564	4	16	32	73
Santa Cruz Cuautomatitla	1405	4	16	131	188

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010

Cuadro 10. Indicadores sociales del municipio de Tochimilco

Indicadores		Líneas de pobreza		
Grado de marginación *Lugar 26= mayor marginación *Lugar= 2386= menor Alto	Alto	²Pobreza Alimentaria *Lugar 4= mayor pobreza alimentaria *Lugar 2442= menor pobreza alimentaria	33.30%	
	Lugar estatal: 84 de 217		Lugar estatal: 124 de 217	
	Lugar nacional: 773 de 2454*		Lugar nacional: 1059 de 2454*	
²Grado de Rezago social *Lugar 31= mayor rezago social *Lugar=2281= menor rezago social	Alto	²Pobreza de Capacidades *Lugar 4= mayor pobreza de capacidades *Lugar 2439= menor pobreza de capacidades	43.99%	
	Lugar estatal: 50 de 217		Lugar estatal: 118 de 217	
	Lugar nacional: 567 de 2454*		Lugar nacional: 1024 de 2454*	
³Grado de Desarrollo Humano *Lugar 70= mayor desarrollo humano *Lugar 2381= menor desarrollo humano	Medio	²Pobreza de Patrimonio *Lugar 5= mayor pobreza de patrimonio *Lugar 2429= menor pobreza de patrimonio	70.73%	
	Lugar estatal: 117 de 217		Lugar estatal: 108 de 217	
	Lugar nacional: 1713 de 2454*		Lugar nacional: 903 de 2454*	
Localidades	Muy alto	Alto	Medio	Bajo
Marginación	1	14	5	2
Rezago social		1	15	6

Fuente: ¹CONAPO: Índice de marginación 2005, ²CONEVAL: mapas de pobreza e índice de rezago social 2007; ³PNUD: Índice de desarrollo humano municipal en México 2005.

Cuadro 11. Actividades económicas del municipio de Tochimilco

actividad	personal ocupado	% que representa
Agricultura, ganadería, forestal, pesca y caza	3,296	75.91
Sector agropecuario	3,296	75.91
Construcción	192	
Electricidad y agua	5	
Industria manufacturera	299	
Minería	3	
Sector industrial	499	11.49
Actividades del gobierno	67	
Comercio	211	
Otros servicios excepto gobierno	130	
Servicios de apoyo a los negocios	4	
Servicios de esparcimiento y culturales	6	
Servicios de información de medios masivos	2	
Servicios de restaurantes y hoteles	12	
Servicios de salud y asistencia social	18	
Servicio de transportes y comunicaciones	33	
Servicios educativos	23	
Servicios financieros	1	
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes inmuebles	0	
Servicios profesionales	2	
Sector comercio y servicios	509	11.72
No especificado	38	

Fuente: Plan de desarrollo municipal, 2008-2011 del municipio de Tochimilco.

Cuadro 12. Equipamiento y servicios del municipio de Tochimilco

nombre de la localidad	tipo	escuela	templo	palacio de gobierno	centro de asistencia	instalación deportiva y recreativa	pozo	tanque de agua	instalación de comunicación	plaza	mercado	cementerio	total de servicios
Tochimilco	u	7	5	1	2			1		1		1	18
San Antonio Alpanocan	u	5	3	1	2	1		2				1	15
La Magdalena Yancuitalpan	u	4	1	1	1			2				1	10
Santa Cruz Cuautamatitla	r	3	4	1	1	1			1			1	12
Guadalupe Cuilotepec (Santa Catarina Cuilotepec)	r	2	1	1	1	1						1	7
San Francisco Huilango	r	3	2	1	1			2	1	1	1	1	13
Tecuanipa (San Miguel Tecuanipa)	r	2	3	1	1				1				8
Santa Catalina Tepanapa	r	1	3	1	1				1			1	8
Santiago Tochimizolco	r	2	2	1	1			1	1	1		1	10
San Lucas Tulcingo	r	3	1	1	1			2	1			1	10
San Martín Zacatempa	r	1	1	1	1							1	5
Jerusalén	r		1		1								2
Los amates	r												0
Guadalupe	r												0

Fuente. Censo de Población y Vivienda, 2010 y recorrido en campo

Cuadro 13 Escala de Simpsom/Saffin

CATEGORIA	VELOCIDAD VIENTO	DESCRIPCION
1.- Minimo	118-152 km/h	Las Carreteras bajas cerca de la costa se inundan. Daños en botes pequeños y muelles, en plantaciones agrícolas, árboles y arbustos, Daños a estructuras débiles
2.- Moderado	153-178 km/h	Se desaloja a los residentes de zonas costeras o de terrenos bajos. Daños a edificios mal contruidos, techos, ventanas.
3.- Importante	179-209 km/h	Muchas estructuras pequeñas cerca de la costa serán destruidas o muy estropeadas, Desalojo de residentes de zonas inundables (costa y terrenos con elevacion menor de 1.52 m.) Los edificios cerca de la costa serán seriamente afectados por el gran oleaje.
4.- Grave	210-250 km/h	Desalojo masivo de residentes que vivan a 4572 m. de la costa y en zonas inundables. Erosión significativa de las playas. Daño significativo a estructuras.
5.- Catastrófico	> 250 km/h	Desalojo masivo de residentes que vivan cerca de la playa y varias millas tierra adentro. Destrucción completa de muchas estructuras.

Fuente: http://www.rinamed.net/es/es_ris_clim_huracanes.htm

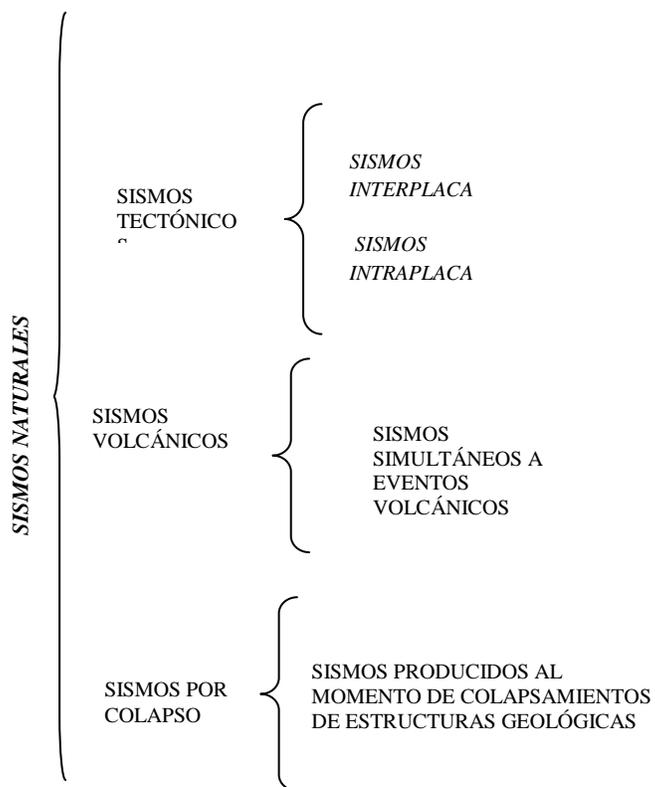
Cuadro 14. Escala de Beaufort

Número de Beaufort	Velocidad del viento (km/h)	Nudos (millas náuticas/h)	Denominación	Aspecto del mar	Efectos en tierra
0	0 a 1	< 1	Calma	Despejado	Calma, el humo asciende verticalmente
1	2 a 5	1 a 3	Ventolina	Pequeñas olas, pero sin espuma	El humo indica la dirección del viento
2	6 a 11	4 a 6	Flojito (Brisa muy débil)	Crestas de apariencia vítrea, sin romper	Se mueven las hojas de los árboles, empiezan a moverse los molinos
3	12 a 19	7 a 10	Flojo (Brisa débil)	Pequeñas olas, crestas rompientes.	Se agitan las hojas, ondulan las banderas
4	20 a 28	11 a 16	Bonancible (Brisa moderada)	Borreguillos numerosos, olas cada vez más largas	Se levanta polvo y papeles, se agitan las copas de los árboles
5	29 a 38	17 a 21	Fresquito (Brisa fresca)	Olas medianas y alargadas, borreguillos muy abundantes	Pequeños movimientos de los árboles, superficie de los lagos ondulada
6	39 a 49	22 a 27	Fresco (Brisa fuerte)	Comienzan a formarse olas grandes, crestas rompientes, espuma	Se mueven las ramas de los árboles, dificultad para mantener abierto el paraguas.
7	50 a 61	28 a 33	Frescachón (Viento fuerte)	Mar gruesa, con espuma arrastrada en dirección del viento	Se mueven los árboles grandes, dificultad para andar contra el viento
8	62 a 74	34 a 40	Temporal (Viento duro)	Grandes olas rompientes, franjas de espuma	Se quiebran las copas de los árboles, circulación de personas dificultosa
9	75 a 88	41 a 47	Temporal fuerte (Muy duro)	Olas muy grandes, rompientes. Visibilidad mermada	Daños en árboles, imposible andar contra el viento
10	89 a 102	48 a 55	Temporal duro (Temporal)	Olas muy gruesas con crestas empenachadas. Superficie del mar blanca.	Árboles arrancados, daños en la estructura de las construcciones
11	103 a 117	56 a 63	Temporal muy duro (Borrasca)	Olas excepcionalmente grandes, mar completamente blanca, visibilidad muy reducida	Estragos abundantes en construcciones, tejados y árboles
12	118	64	Temporal huracanado (Huracan)	Olas excepcionalmente grandes, mar blanca, visibilidad nula	Estragos abundantes en construcciones, tejados y árboles y lluvias.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Viento>

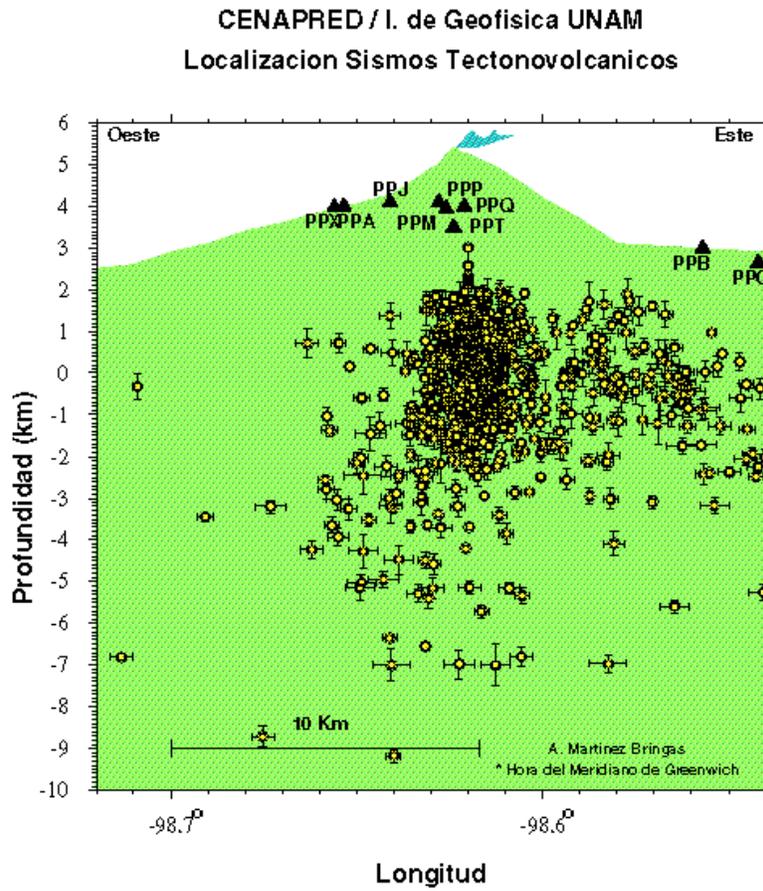
Anexo Figuras

Figura 1. Clasificación de los Sismos Naturales



Fuente: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Fenomenos/>

Figura 4. Localización de sismos



Fuente: <http://www.cenapred.unam.mx/es/Instrumentacion/InstVolcanica/MVolcan/MicroSismicidad/microimagen.php?per=sistotal.gif>

3. Anexo fotográfico



Foto 1. Localidad de Tochimilco (recorrido en campo, 17/09/2011)

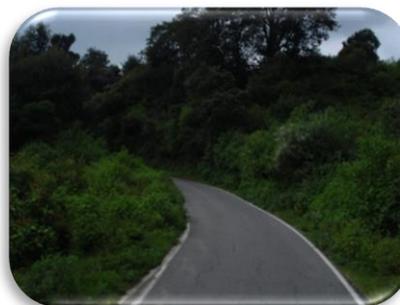
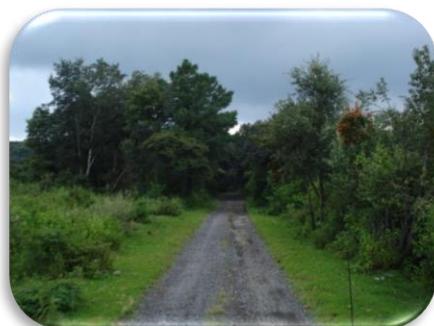


Foto 2 y 3. Carretera pavimentada y terracería del municipio de Tochimilco (recorrido en campo, 17/09/2011)

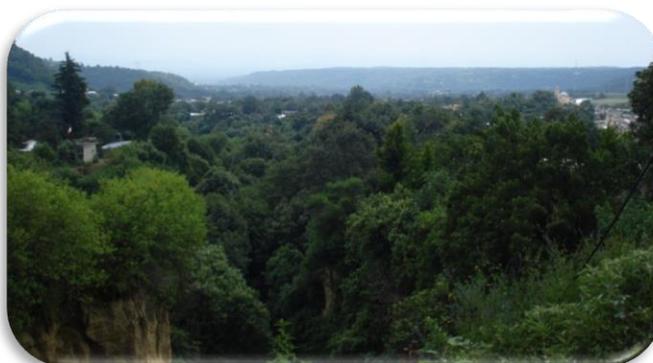


Foto 4. Barranca en la localidad de Yancuitalpan (recorrido en campo, 17/09/2011)



Foto 5. Localidad de Tochimilco (recorrido en campo, 17/09/2011)



Foto 6. Volcán Popocatepetl



Foto 7. Montañas en la zona centro de Tochimilco.



Foto 8. Rocas ígneas de Tochimilco (recorrido en campo, 17/09/2011).



Foto 9. Camino de terracería que cruza por el caudal del río Atila (Huitzilac), geoforma de valle intermontano (recorrido en campo 17/09/2011).



Foto 10. Flujo de lava malpais (recorrido en campo 17/09/2011).



Foto 11. Derrumbe en la zona sur oriente del municipio de Tochimilco (recorrido en campo 17/09/2011).



Foto 12. Derrumbe al sur poniente del municipio de Tochimilco.



Foto 13. Río Atila (recorrido en campo 17/09/2011).

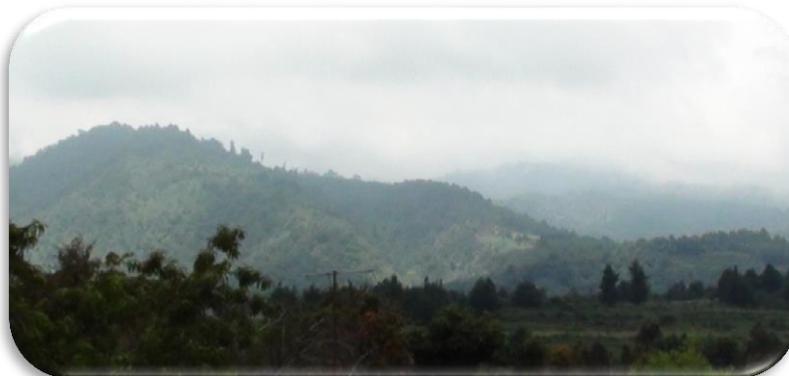


Foto 14. Clima subhúmedo predominante en el municipio de Tochimilco (recorrido en campo 17/09/2011)



Foto 15. Deslaves en la localidad de San Antonio Alpanocan (recorrido en campo 17/09/2011)



Foto 16. Panorama del tipo de vegetación existente, vista desde la localidad de Santa Catalina Tepanapa (recorrido en campo 17/09/2011).



Foto 17. Bosque de Encino – Pino (recorrido en campo 17/09/2011).



Foto 18. Vista panorámica del volcán Popocatépetl (recorrido en campo 17/09/2011).



Fuente: Imágenes de Google Earth 2010, con ANP, perteneciente al municipio de Tochimilco



Foto 19. Habitantes de localidades del municipio de Tochimilco (recorrido en campo 17/09/2011).



Foto 20. Agua entubada en la localidad de Santa Cruz Cuautomatitla (recorrido en campo 17/09/2011).



Foto 21. Exconvento en la localidad de Tochimilco (recorrido en campo 17/09/2011).



Foto 22 y 23. Equipamiento en el municipio de Tochimilco (recorrido en campo 17/09/2011).



Foto 24,25 y 26. Escuelas en las localidades del municipio de Tochimilco (recorrido en campo 17/09/2011).



Foto 27 y 28. Templos en las localidades del municipio de Tochimilco (recorrido en campo 17/09/2011).



Foto 29, 30 y 31. Derrumbes en vías de comunicación de las localidades del municipio de Tochimilco (recorrido en campo 17/09/2011)



Foto 32. Vivienda en La Magdalena Yancuitalpan vulnerable



Foto 33. Viviendas de La Magdalena Yancuitalpan vulnerables al tectónismo



Foto 34. Casa dañada por sismo en La Magdalena



Foto 35. Casa dañada por sismo en La Magdalena



Foto 36. Iglesia del calvario dañada por sismo



Foto 37. Iglesia del calvario dañada por sismo



Foto 38. Casa dañada por sismo en Tochimilco



Foto 39. Casa dañada por sismo en Tochimilco



Foto 40. Ex-Convento dañado en su zona lateral



Foto 41. Ex-Convento dañado en su zona lateral



Foto 42. Volcán activo Popocatépetl



Foto 43. Viviendas e infraestructura que podría ser dañada por una erupción



Foto 44. Posible expulsión de flujos volcánicos



Foto 45. Posible trayectoria de flujos volcánicos



Foto 46. Presencia de pómez y lapilli



Foto 47. Vivienda ubicada junto a barranca

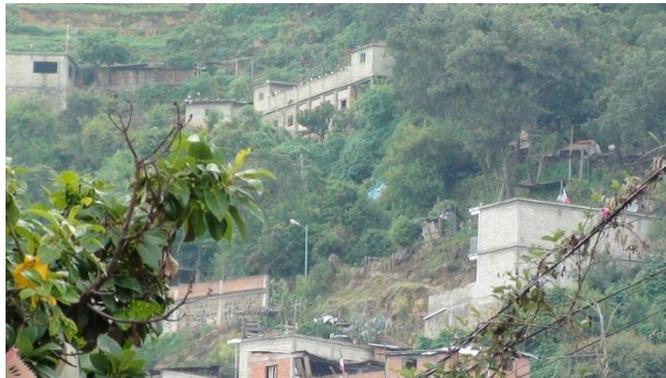


Foto 48. Vista de los cimientos que tienen las viviendas que están ubicadas en laderas de fuerte pendiente



Foto 49. Vivienda de La Magdalena Yancuitlalpan ubicada en talud



Foto 50. Muros contruidos en La Magdalena Yancuitlalpan para contener el material de las laderas



Foto 51. Vivienda con techo de lámina ubicada en barranca



Foto 52. Distribución del agua en Santa Cruz Cuautamatitla



Foto 53. Vista del poblado de Santa Cruz Cuautamatitla



Foto 54. Vivienda dañada por deslizamiento en San Antonio Alpanocan



Foto 55. Vivienda asentada en el fondo una ladera en San Antonio Alpanocan



Foto 56. Viviendas asentadas en zonas de pendiente fuerte a orillas de San Antonio Alpanocan



Foto 57. Viviendas en cerro, La Magdalena Yancuittlalpan



Foto 58. Ruta hacia el manantial



Foto 59. Manantial



Foto 60. Vista desde alto de la barranca



Foto 61. Talud de rocas ígneas



Foto 62. Rocas colocadas para inhabilitar carril



Foto 63. Pérdida de suelo



Foto 64. Talud con pérdida de vegetación



Foto 65. Posible trayectoria de flujos de lodo y escombros



Foto 66. Posibles salida de flujos de lodo y escombros



Foto 67. Tendiente a Erosión agrícola



Foto 68. Tendiente a Erosión Tochimilco



Foto 69. Erosión en La Magdalena



Foto 70. Erosión en La Magdalena



Foto 71. Erosión en La Magdalena



Foto 72. Erosión en La Magdalena



Foto 73. Erosión en La Magdalena



Foto 74. Erosión en La Magdalena



Foto 75. Amarantho dañado por viento



Foto 76. Amaranto y trigo



Foto 77. Presa en la Concepción



Foto 78. Casas con posible afectación de inundación en la Concepción



Foto 79. Zonas de cultivo a las faldas del volcán



Foto 80. Cráter del volcán Popocatepetl



H. AYUNTAMIENTO MUNICIPAL

Presidente Municipal.

C. Salvador Martínez Arenas.



Síndico Municipal.	C. Perfecto Ministro Cantero	
Regidor de Gobernación.	C. Benigno Analco Arellano	
Regidor de Obras Públicas.	C. Alberto García Vázquez	
Regidora de Hacienda.	C. Rosa María Canalizo Flores	
Regidora de Educación.	Arcelia Flores Rangel	
Regidor de Agricultura y Ganadería.	C. Miguel García Carranza	
Regidor de Industria y Comercio.	Humberto Rincón Flores	
Regidora de Salud	Gloria Mondragón Carranza	
Regidora de Equidad de Género y Grupos Vulnerables	C. Esther Casique Oliva	

DIRECTORIO DE FUNCIONARIOS MUNICIPALES

Secretario General del Ayuntamiento	José Alberto Reyes Moranchel
Tesorera Municipal	María Félix Marín Calyeca
Contralor Municipal	Héctor García Calva
Director de Fomento Agropecuario	Jesús Espartaco Rojas Jiménez
Director de Ecología y Turismo	Mauro Rodríguez Romero
Director de Obra Publica	Jorge Villa Santiago
Secretaria Particular de la Presidencia	Marisol Villa Lima
Director de Seguridad Publica	Facundo Rojas Torres

EQUIPO CONSULTOR

Constructora Grucogomm S.A. de C.V.

Arq. Miguel Ángel Francisco González Mora	Coordinador general
Mtra. María Lourdes Guevara Romero	Coordinadora técnica
Ing. Amb. Hugo Montalvo Vargas	Colaborador
Arq. Eva Mejía Gutiérrez	Colaborador
Geóg. José Antonio García Reyes	Colaborador
DUA. Stephanie Salgado Montes	Colaborador
Ing. Agro. Eduardo Lima Ponce	Colaborador
Geól. Ana María Palomares López	Colaborador
Arq. Vicente Trinidad Salas Tizamitl	Colaborador
Ing. Arely González Romero	Colaborador

Informe de resultados en la elaboración de Atlas de Riesgos y/o Peligros.

CUADRO DE INFORME DE RESULTADOS				
APARTADOS		ASPECTOS A TENER EN CUENTA		
DATOS GENERALES	Nombre del proyecto Atlas de riesgos del municipio de Tochimilco, 2011		Nombre del municipio Tochimilco, Puebla	Fecha de elaboración 27 de diciembre de 2011
	Nombre de la institución o proveedor que realizó el proyecto Constructora Grucogomm S.A. de C.V.		Número de expediente PP11/21188/AE/1/006	Número de obra 121188PP041006
	Monto autorizado \$ 903,060.00		SOLO EN CASO DE REMBOLSO	
	Monto ejercido \$ 903,060.00		Monto de reembolso	Fecha de reembolso
RESUMEN EJECUTIVO	<p>El Atlas de Riesgo del Municipio de Tochimilco identifica y actualiza zonas sobre los diferentes tipos de fenómenos naturales y antrópicos a los que se encuentra expuesta parte de la población del municipio, asimismo, mediante una serie de mapas, se caracteriza el territorio municipal con varios niveles de información que llevaron a definir y cartografiar distintas zonas de peligro y riesgo, de tal forma que resulta una herramienta valiosa para la toma de decisiones preventivas y correctivas encaminadas a optimizar el desarrollo de la calidad de vida de los habitantes en Tochimilco, tomando en cuenta que se sitúa al pie de un volcán activo como lo es el Popocatepetl.</p> <p>Uno de los principales objetivos del Atlas de Riesgos para este Municipio de Tochimilco responde a la identificación y descripción de los peligros naturales, entre ellos los hidrometeorológicos y geológicos, esto con la finalidad de trascender de una cultura reactiva a una cultura preventiva. Otro de los propósitos de la elaboración de este documento es la información digital, con las características de cartografía temática de alta calidad, lo que permitirá a los responsables de Protección Civil Municipal, establecer un programa de actualización permanente para detectar y registrar aquellos eventos que se presenten en detrimento de la población.</p> <p>El proyecto surge como respuesta a la necesidad del municipio de contar con un Atlas de Riesgos que le ayude a identificar y valorar los lugares críticos susceptibles a afectación; y que sea capaz de medir, hacer y/o proponer medidas de mitigación derivados de un desastre natural. Por ello la instancia municipal decidió llevar a cabo la elaboración del ATLAS DE RIESGOS para el Municipio de Tochimilco, con la colaboración de la Secretaría de Desarrollo Social del Gobierno Federal, para fortalecer las acciones que contribuyan a reducir la vulnerabilidad de la población ante la presencia de peligros naturales, con especial énfasis en aquellas que permitan identificar zonas de alto riesgo para la población.</p> <p>Durante la realización del Atlas, se presentaron tres entregas, con el siguiente orden, el día 4 de octubre de 2011 se presentó el primer avance a las instancias de SEDESOL Estatal, posteriormente se realizó una segunda presentación el día 30 de Noviembre del mismo año, y la última entrega como trabajo final fue el día 23 de Diciembre de 2011; antes y durante los procesos de elaboración de dicho atlas, se tuvieron visitas a campo y reuniones periódicas con autoridades municipales y la población, para recopilar información y cotejar los avances que se iban levantando en su momento.</p>			
RESULTADOS DEL PROYECTO	<p>Para el desarrollo del Atlas se consideraron metodologías oficiales, tal es el caso de las bases para estandarización en la elaboración de Atlas de riesgos y catalogo de datos geográficos 2011, desarrollada por SEDESOL. Asimismo la Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, elaborada por CENAPRED (2006). De igual forma se utilizaron una serie de conceptos y métodos básicos de interpretación: imágenes de satélite, fotografías aéreas y el modelo digital de elevación, lo anterior con la finalidad de extraer información relativa a la expresión regional de peligros causados por fenómenos naturales, así como un mayor detalle en zonas urbanas.</p> <p>Con la finalidad de dar soporte técnico al desarrollo e interpretación de las diferentes temáticas que incluye el Atlas, se llevaron a cabo una serie de actividades de campo donde se levantaron puntos de control, cuya distribución está en función de los diferentes tipos de fenómenos, tal es el caso de hidrometeorológicos con 13 sitios verificados, los fenómenos geológicos se controlaron mediante el levantamiento de 28 sitios. Cabe mencionar que cada uno de los sitios verificados está respaldado por una ficha de campo, las cuales se disponen para su consulta en el apartado de anexos. En el caso del análisis climatológico fue considerada 4 estación meteorológica con un periodo de análisis de 20 años.</p> <p>El impacto logrado con la elaboración de este atlas es que la población manifestó su agradecimiento de que sean tomados en cuenta por sus autoridades y pidieron que efectivamente se cumpla con los objetivos y acciones derivadas del atlas para mitigar los riesgos a los que están expuestos. Las autoridades por su parte, cuentan ahora con información, con mapas específicos donde pueden consultar y detectar a la población vulnerable y en consecuencia, prevenir desgracias personales y daños a la infraestructura en el territorio de Ocoyucan.</p>			
ESTIMACIÓN	1	Vulcanismo. Caída de ceniza densa	6	Granizadas. afectan los cultivos principalmente el amaranto
	2	Simos. ocasionan daño a la infraestructura	7	Temperaturas máximas extremas. En invierno se presentan temperaturas bajo cero en zonas urbanas y de cultivo
	3	Deslizamientos, generados por las precipitaciones, nivel de pendiente, por sismo y por la escasa vegetación.	8	Inundaciones. se pueden presentar en zonas bajas del municipio con arrastre de material no consolidado como lodos, leñas, basura (detrritos)
	4	Erosión. impacta a zonas desprovistas de vegetación	9	

	5 Heladas se presentan por la altura dañando los cultivos en general	10	
CONCLUSIÓN	<p>Derivado del diagnóstico, análisis y ponderación de los riesgos por fenómenos de origen natural a los que se encuentra expuesta la población e infraestructura del municipio de Tochimilco, se presentan las acciones y obras orientadas a mitigar y/o prevenir eventuales daños a vías de comunicación, infraestructura, equipamiento, actividades económicas, al medio ambiente y principalmente a las personas y sus bienes dentro del territorio de este municipio. La posibilidad de mayor afectación a la que se enfrenta la población es a causa de la actividad del volcán Popocatepetl y de fenómenos ocasionados por las lluvias como son los deslizamientos y flujos de detritos. Las medidas de mitigación son las siguientes:</p> <p><i>Tochimilco (municipio)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Elaboración del Programa municipal de desarrollo urbano sustentable. En razón de que el municipio carece de un instrumento rector en la configuración de su territorio, que considere las zonas aptas para los asentamientos. 2. Elaboración del Reglamento de construcción que establezcan la tipología y técnica constructiva de acuerdo al peligro o riesgo de la zona. 3. Se propone un estudio para la reubicación de asentamientos humanos hacia zonas aptas, específicamente de los asentamientos ubicados en las laderas de los cerros en la Magdalena Yancuitalpan y la colonia San Lorenzo en Tochimilco por ubicarse en barrancas y sobre los yacimientos de agua que abastecen de agua potable a la cabecera municipal. 4. Pavimentación de 4 rutas de evacuación alternas a las existentes, las cuales son: <ol style="list-style-type: none"> I). Ruta "A" actualmente es la ruta 8 la cual evacua a Yancuitalpan y Tochimilco, esta nueva ruta acortará en 7.56 km el recorrido actual y evitara cruzar por la localidad de Coyula. Esta ruta inicia en Tochimilco y desemboca en el camino a San Juan Tejupa con una longitud de 2.83 km. II). Ruta "B" actualmente es la ruta 9 y evacua a las localidades de Cuilotepec, Tepanapa y Zacatempa a través de la carretera Hueyapan-Tochimilco cruzando por una barranca muy baja y con riesgo de ser bloqueada por algún deslizamiento, además el recorrido entre la UBR y Tochimilco es a la orilla de grandes desfiladeros donde han ocurrido accidentes fatales por lo angosto de la carretera y las grandes alturas en su recorrido, por esta razón se propone que estas tres localidades sean evacuadas por esta nueva ruta que inicia en la entrada a Tochimilco y llega a Huilango con un recorrido de 5.84 km. El resto de las localidades se evacuarán de acuerdo con lo establecido en la ruta de evacuación número 9 conformada por Tecuanipa, Tochimilco y Tulcingo. III). Ruta "C", actualmente es la ruta 10 y evacua a Santa Cruz Cuautomatilla a través de Tochimilco y hasta Tulcingo con un recorrido paralelo al cráter del volcán de 4.54 km. Por lo que se propone pavimentar esta ruta alterna hacia San Juan Amecac con una longitud de 6.14 km. La localidad de Alpanocan continuaría su ruta hacia Amayuca. IV) Ruta "D" actualmente es la ruta 10 evacua a Santa Cruz Cuautomatilla hacia Hueyapan. Se propone esta ruta alterna como opción por ser un recorrido más corto que la Ruta "C". El tramo a pavimentar es de 2.5 km. 5. Cursos, talleres y estrategias de difusión en materia de evacuación, sismos, caída de cenizas, etc., en caso de erupción del volcán Popocatepetl. <p>A nivel localidad las medidas son las siguientes:</p> <p><i>Santa Cruz Cuautomatilla</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reforestación de laderas de los cerros donde se han presentado flujos de detritos y que afectan el primer cuadro de la localidad. <p><i>San Antonio Alpanocan</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Estudio para la reubicación de asentamientos humanos hacia zonas aptas de la colonia el Progreso, y reforestación del cerro donde se han presentado deslizamientos. 		
EJECUTOR	Nombre Salvador Martínez Arenas	Cargo Presidente municipal	Firma



PRESIDENCIA MUNICIPAL
TOCHIMILCO, PUE.
2011 - 2014

Fe de erratas

Como resultado de las revisiones en el proceso de elaboración del Atlas, se eliminaron los mapas número 12 y número 18, por lo que no aparecen en el anexo cartográfico, ni se hace referencia a ellos en el documento.



Atlas de riesgos del municipio de Tochimilco, 2011



ANEXO CARTOGRÁFICO