



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

IDENTIFICACIÓN Y CARTOGRAFÍA DEL PELIGRO POR FENÓMENOS DE  
REMOCIÓN EN MASA QUE AFECTAN LOS POBLADOS DE LA DELEGACIÓN  
XOCHIMILCO.

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**INGENIERO GEÓLOGO**

**P R E S E N T A :**

**KAREN MICHEL GIL FRAUSTO**

**DIRECTOR DE TESIS :**

**DR. JUAN CARLOS MORA CHAPARRO**

**Ciudad Universitaria, 2015**

**México, .D.F.**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# Índice

Resumen.....	4
Abstract .....	4
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1    Geología y estratigrafía de la Cuenca de México.....	6
Objetivo General.....	10
Objetivos específicos.....	10
1.2    Justificación .....	10
1.3    Metodología general.....	11
1.3.1  Recopilación de la información existente de la delegación.....	11
1.3.2  Definición de los fenómenos reportados como activos en la delegación .....	11
1.3.3  Caracterización de los elementos del medio natural .....	11
1.3.4  Análisis de inestabilidad de laderas y barrancas .....	11
1.3.5  Mapa preliminar de peligros.....	12
1.3.6  Trabajo de campo.....	13
1.3.7  Definición de zonas de peligro.....	13
1.3.8  Mapa actualizado de peligros por fenómenos de remoción en masa .....	13
CAPÍTULO II. ANTECEDENTES .....	13
2.1    Definición de los fenómenos reportados como activos en la delegación .....	14
Peligro por fenómenos de remoción en masa .....	14
Tipos de movimientos de ladera .....	15
2.2    Recopilación de la información existente de la delegación.....	17
2.2.1  Antecedentes históricos de peligro por fenómenos de remoción en masa a nivel mundial.....	17
2.2.2  Antecedentes históricos de peligro por fenómenos de remoción en masa en los Estados Unidos Mexicanos .....	18
2.2.3  Antecedentes históricos de peligro por fenómenos de remoción en masa en el Área Metropolitana .....	18
2.2.4  Antecedentes históricos de peligro por fenómenos de remoción en masa en la delegación Xochimilco .....	19

# Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

2.2.5 Reportes de antecedentes proporcionados por la Secretaría de Protección Civil 20

CAPÍTULO III. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL	23
3.1 Localización	23
3.2 Fisiografía	24
3.3 Geología	25
3.4 Geomorfología	27
3.5 Edafología	29
3.6 Hidrología	31
3.7 Clima	33
3.8 Uso de suelo	34
3.9 Área Natural Protegida	36
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	38
4.1 Mapa de reportes de antecedentes	38
4.2 Mapa de fallas y fracturas	39
4.3 Análisis de inestabilidad de laderas y barrancas	39
Modelo Digital de Elevación (MDE)	39
Mapa de inestabilidad de laderas	40
Mapa de peligro por barrancas	41
4.4 Mapa preliminar de peligros	42
4.5 Trabajo de campo	43
4.6 Zonas de peligro	44
1. Tepexomulco	44
2. Tepetonco	48
3. San Lucas Xochimanca	50
4. Tecacalanco	53
5. Moyocalco–Acoca	56
6. Cerro Tezontitla	59
7. Xochitenco	62
8. Nativitas La Joya	64
4.7 Mapa actualizado de peligros por fenómenos de remoción en masa.	67

Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en  
masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	69
ANEXO I. REPORTES DE ANTECEDENTES PROTECCIÓN CIVIL .....	70
ANEXO II. GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	77
ÍNDICE DE FIGURAS, FOTOGRAFÍAS, ILUSTRACIONES, MAPAS Y TABLAS .....	87
BIBLIOGRAFÍA .....	91

## Resumen

Este trabajo tiene por finalidad mostrar la cartografía realizada a detalle de las zonas identificadas de peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

Se destaca el empleo de los sistemas de información geográfica, como herramienta en la elaboración de mapas de peligro, en conjunto con las observaciones en campo para identificar el peligro; como resultado se obtiene en un análisis completo del fenómeno perturbador así como su intensidad.

Debido a que el área de estudio se encuentra en una zona de transición geomorfológica, que va de zona de lomas a zona lacustre, se encuentran principalmente fenómenos de remoción en masa como caída de rocas, derrumbes y flujos de lodo asociados al tipo de geología la cual consta de antiguos derrames de la Sierra del Chichinautzin.

## Abstract

This work aims to show the detailed mapping carried out in the areas of risk identified by landslide phenomena affecting the towns of Xochimilco.

The use of GIS as a tool in the development of hazard maps, together with the field observations to identify the hazard stands; as a result you get a complete analysis of the phenomenon disturbing and its intensity.

Because the study area is located in an area of geomorphological transition, ranging from hills area to lake area, they are mainly phenomena of landslides like falling rocks and mudflows associated with the type of geology which consists of old spills Sierra Chichinautzin.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

A diario se presentan alrededor del mundo distintos fenómenos naturales que resultan en catástrofes cuando afectan viviendas o vialidades causando pérdidas humanas.

Pese a esto, la mayoría de las tácticas implementadas sólo se enfocan en perfilar acciones reactivas ante una situación de desastre. Es de máxima prioridad enfatizar en la prevención de desastres naturales identificando el peligro y así al menos a tiempo para poder, sino erradicar el fenómeno al menos disminuir su impacto.

Debido al sobrecupo de las zonas céntricas en el Distrito Federal, la constante expansión hacia las afueras del área metropolitana favorece la desmedida ubicación de asentamientos irregulares sobre las laderas de las delegaciones como Cuajimalpa, Álvaro Obregón, Gustavo A Madero, Tlalpan, Milpa Alta, Iztapalapa, Magdalena Contreras y Xochimilco.

Además de ubicarse en zonas con pendiente pronunciada y sobre material no apto para el asentamiento humano, el sistema constructivo que implementan no es el indicado por lo que un fenómeno natural de la ladera por movimientos gravitatorios puede terminar en catástrofes humanas y pérdidas materiales.

La geología actual de la Delegación Xochimilco motiva a realizar estudios a detalle del peligro por remoción en masa en el que se encuentran sus pueblos, presentando los elementos mínimos cartografiables de cada zona en peligro dado que ello contribuye a la correcta visualización e interpretación de la información.

Mediante el Sistema de Información Geográfica, se harán análisis y evaluaciones de los posibles escenarios de los diferentes eventos que se pudieran presentar, lo anterior en conjunto con los recorridos de campo ayudan a realizar la identificación de los peligros determinados en la zona.

## 1.1 Geología y estratigrafía de la Cuenca de México

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

Padilla y Sánchez (1989) proponen que el basamento de la Cuenca del Valle de México, se encuentra representado por una unidad de roca caliza de edad Cretácica a una profundidad aproximada de 2000 m. Sobre esta unidad de caliza se encuentra una secuencia de rocas conglomeráticas heterogéneas con clastos caliza y fósiles del Cretácico a la que Oviedo de León (1970) asigna el nombre formacional de Conglomerado Texcoco, esta secuencia sedimentaria se considera la base de la secuencia estratigráfica de la cuenca fue descrita en una perforación llevada a cabo por el Instituto Mexicano del Petróleo denominada pozo Texcoco – 1, cabe resaltar que esta unidad no se encuentra expuesta pero ha sido estratigráficamente correlacionada con las secuencias calcáreas de la formación Morelos que se encuentra expuesta en el Cañón de Lobos en el estado de Morelos. Por su parte Chávez Aguirre (2008) realizó una síntesis de la geología de la Cuenca del Valle de México donde cita que Vázquez y Jaimes (1989) describen que durante el Aptiano al Turoniano Tardío, prevaleció la sedimentación marina calcárea en la cuenca.

La sedimentación calcárea cambió a detrítica marina tipo flysch, en el intervalo de tiempo comprendido entre el Coniaciano y Campaniano Temprano. Las secuencias cretácicas fueron plegadas en el transcurso del Maestrichtiano al Eoceno Temprano.

Durante el Eoceno Tardío – Oligoceno Temprano, fue persistente la sedimentación clástica continental tipo molasa y efusiones basálticas alcalinas, que coincidieron contemporáneamente con fallas normales conjugadas con desplazamiento lateral derecho.



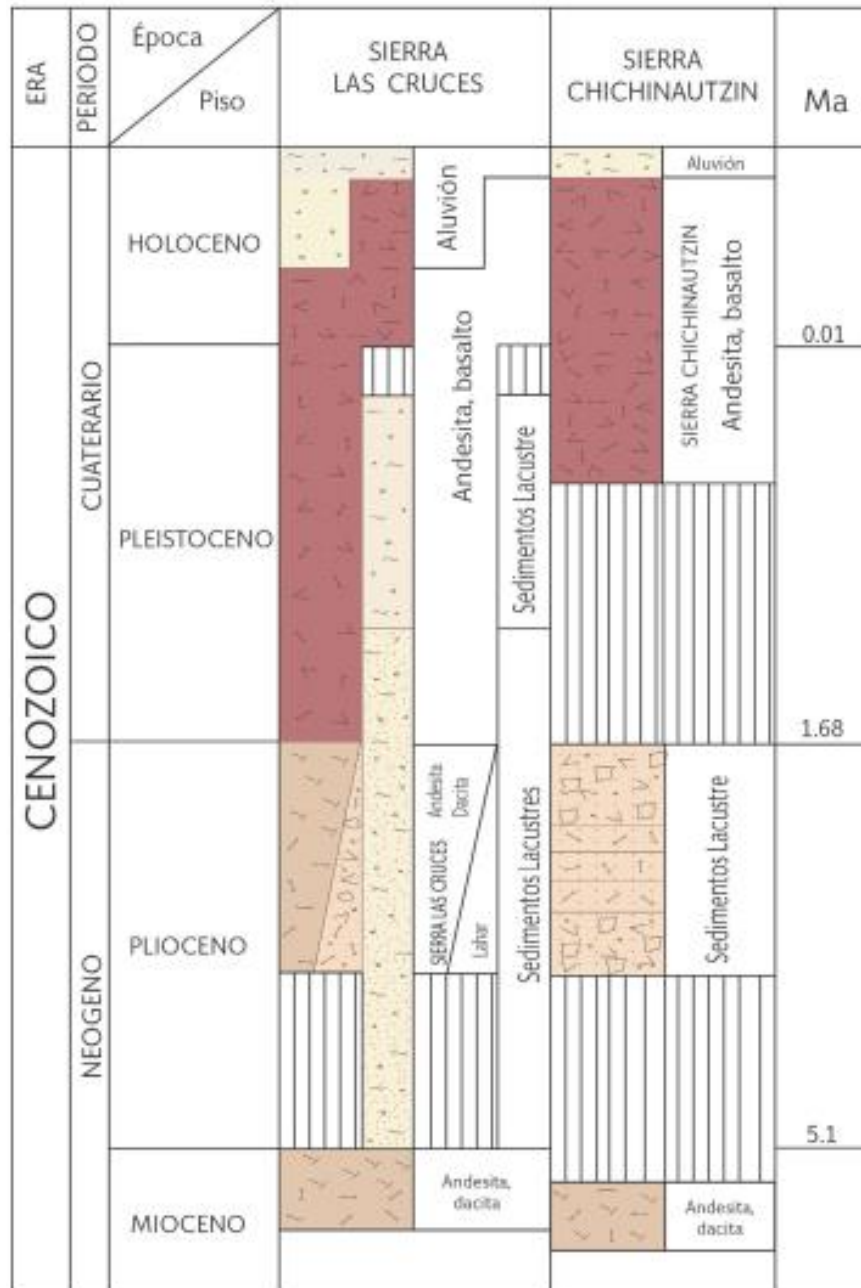
## Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

Rocas volcánicas de composición muy variable de basáltica a riolítica conforman la secuencia volcánica de la Cuenca del Valle de México. La sedimentación clástica aluvial del Plio – Cuaternario en la Cuenca de México, estuvo supeditada al bloqueo parcial del desagüe, causado por fallas de tipo normal o por el emplazamiento de derrames basálticos. El régimen endorreico la consecuente sedimentación lacustre del Pleistoceno – Holoceno, se originó como consecuencia del intenso volcanismo que formó la sierra Chichinautzin.

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

Fries (1960) definió al grupo Chichinautzin como flujos de lava, brechas y capas de ceniza y estimó que su espesor era de 1,800 m con base en la diferencia de elevaciones entre el Valle de Cuernavaca y el volcán Chichinautzin. Delgado – Granados y Martín del Pozzo (1993) consideran que entre el Plioceno y Holoceno han ocurrido diversos eventos de actividad volcánica, culminando con el vulcanismo monogenético en Chichinautzin y la erupción del Volcán Xitle (Ilustración 1).

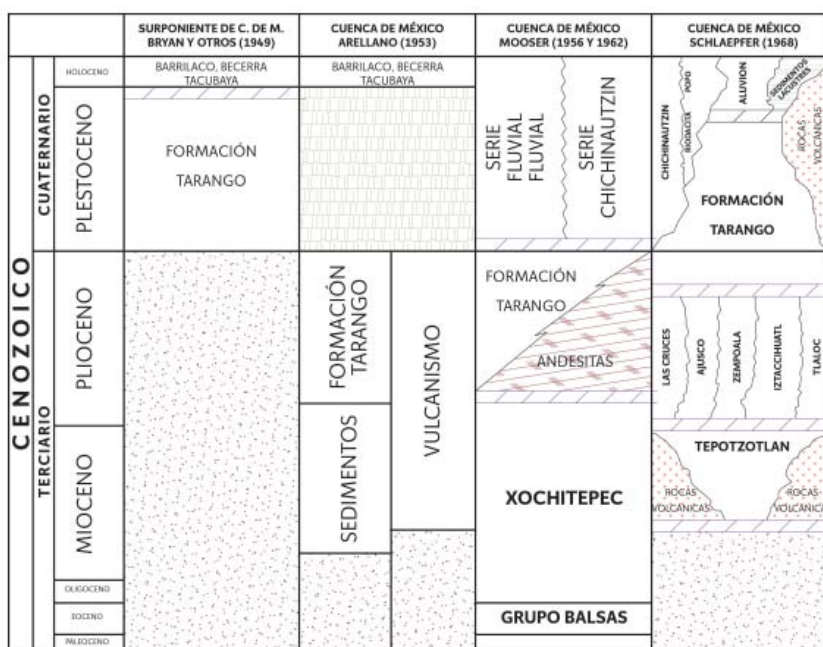
Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.



Ilustraci3n 1. Columna estratigráfica de las zonas volcánicas en la sierra de Chichinautzin y Las Cruces. Interpretada a partir la informaci3n de la Carta Geol3gica Minera Ciudad de M3xico (E14 – 2), escala 1:250,000 editada por el Servicio Geol3gico Mexicano (SGM, 2002).

## Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

Chávez Aguirre (2008) describe que los depósitos aluviales consisten en material clástico fluvial acumulado penecontemporáneo con sedimentos lacustres y depósitos volcánicos del Cuaternario (Vázquez y Jaimes, op. cit.). Dichos depósitos afloran formando llanuras aluviales al norte y sur de la cuenca. Los espesores máximos de alrededor de 500 m se encuentran en el centro de las depresiones y se adelgazan hacia los márgenes de la llanura. En las zonas norte y sur de la cuenca incluye material poco consolidado, compuesto por fragmentos de diferentes granulometrías. En alguna parte de la cuenca se intercalan a profundidad con piroclastos y derrames basálticos y andesíticos. En el subsuelo descansan ampliamente en discordancia encima de los depósitos piroclásticos y clásticos del Plioceno. La secuencia estratigráfica descrita está representada en la Ilustración 2.

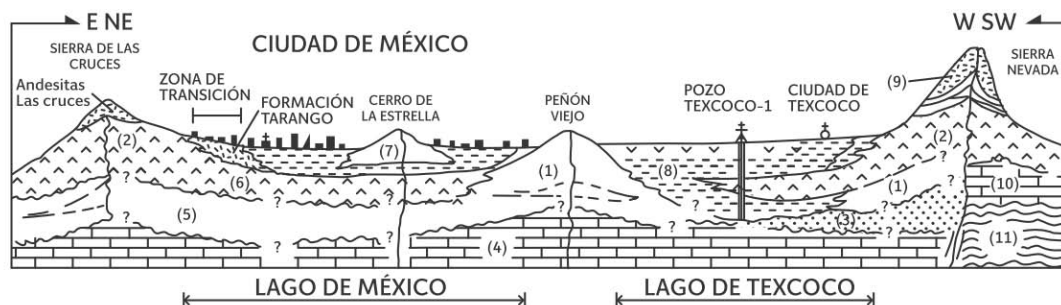


*Ilustración 2. Correlación estratigráfica para la Cuenca del Valle de México, recopilando la información de diversos autores. Tomado de Chávez Aguirre (2008).*

Antes de la formación de estos volcanes, la Cuenca del Valle de México tenía un desagüe natural hacia el río Balsas, pero la aparición del volcán del Ajusco ocasionó que se volviera una cuenca endorreica, es decir, sin salida del cauce natural fuera de la cuenca; lo que de acuerdo a Padilla y Sánchez (op. cit.) propició la formación sistemática de los lagos de la Cuenca de México. Dependiendo de las variaciones en la tasa de precipitación se formaron diferentes estilos de lagos: lagos sin circulación de agua y con alta evaporación (lago de Texcoco), lagos intermitentes (lago de México) y lagos con aguas claras (lagos de Chalco y Xochimilco), esto contribuyó sin duda a la modificación de los ecosistemas del Distrito Federal.

# Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

Durante las fases volcánicas del Plioceno – Pleistoceno, abanicos aluviales y arenas fluviales fueron depositados en la cuenca, estos sedimentos tienen edades que van desde el Pleistoceno hasta la época Reciente. Una sección geológica esquemática con dirección ENE – WSW de la Cuenca del Valle de México está representada en la Ilustración 3.



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

## Objetivo General

Identificar y cartografiar con detalle local el peligro en el que se encuentran los poblados de Xochimilco por fenómenos de remoción en masa.

## Objetivos específicos

- Presentar los elementos mínimos cartografiables de cada zona en peligro dado que ello contribuye a la correcta visualización e interpretación de la información.
- Hacer posible la consulta y análisis de información del peligro por remoción en masa que afecta a la delegación Xochimilco.
- Poner a disposición este documento tanto a las autoridades como a la población para que se puedan tomar decisiones.

## 1.2 Justificación

Es necesario realizar este estudio debido a la falta de información a detalle del peligro en el que se encuentran los pueblos de la delegación Xochimilco, además dejando como base el presente documento para futuros programas y obras de mitigación de estos fenómenos.

Mediante el Sistema de Información Geográfica, se pueden hacer análisis y evaluaciones de posibles escenarios de los diferentes eventos que se pudieran presentar y con ello elaborar planes de emergencia y evacuaciones. Lo anterior en conjunto con los recorridos en campo para realizar los respectivos análisis e identificaciones de los peligros determinados en la zona.

### 1.3 Metodología general

Para la evaluación del peligro es necesario conocer dónde y cuándo ocurrieron los procesos en el pasado, la intensidad y magnitud que tuvieron, las zonas en que pueden ocurrir procesos futuros y la frecuencia de ocurrencia (González de Vallejo, 2002).

A partir de la siguiente metodología se elaboró la identificación y cartografía del peligro por remoción en masa de la Delegación Xochimilco:

#### 1.3.1 Recopilación de la información existente de la delegación

Se refiere a la actividad de investigación sobre los reportes de Protección Civil, reportes en medios de comunicación, atlas de riesgos, material del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), material del Programa Delegacional de Desarrollo Urbano (PDDU), entre otros.

#### 1.3.2 Definición de los fenómenos reportados como activos en la delegación

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

#### 1.3.3 Caracterización de los elementos del medio natural

Con base en la información disponible al público en formato shapefile del INEGI (2010) se pueden generar los mapas temáticos de la delegación.

#### 1.3.4 Análisis de inestabilidad de laderas y barrancas

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

##### *Análisis de susceptibilidad por inestabilidad de las laderas*

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

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

## Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

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

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

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

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

### *Análisis de barrancas*

Identificación de zonas en peligro y riesgo por barrancas. De acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales (1992), todas las zonas de barrancas son zonas federales. Por su origen, una barranca es una zona de flujo de agua natural y, ahora, antrópico (aguas negras), que puede ser continuo o temporal (en época de lluvias). El volumen y la fuerza del agua que pasa por una barranca dependen siempre de la temporada de lluvias y de la cantidad de agua que escurre o que se infiltra. Actualmente ha incrementado el caudal de agua que escurre, y disminuido el que se infiltra.

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

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

### 1.3.5 Mapa preliminar de peligros

Empleando un SIG (ArcGIS 10.1) se desarrolla el proyecto de la delegación y se superponen todas las capas sobre la imagen satelital de inestabilidad de laderas, zonas de peligro y riesgo por barrancas, topografía, zona urbana y reportes de antecedentes. El resultado de esta superposición de capas es el mapa preliminar de peligros. Este mapa se

## Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

usa de base para el desarrollo y programación de trabajo de campo, así como para la actualización del mapa de peligros.

### 1.3.6 Trabajo de campo

Tomando como mapa base el mapa preliminar de peligros, se procedió a realizar las visitas de campo correspondientes y a desarrollar la actualización del mapa de peligros.

### 1.3.7 Definición de zonas de peligro

A partir de los levantamientos en campo se describen las condiciones de zonas de peligro más representativos en la demarcación.

### 1.3.8 Mapa actualizado de peligros por fenómenos de remoción en masa

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

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

## CAPÍTULO II. ANTECEDENTES

Gracias a la tecnología, es posible ahora acceder a archivos históricos de desastres naturales capturados por medios de comunicación masiva tanto impresa como digital. Cabe mencionar que algunos de los términos empleados por los medios de comunicación para referirse a un deslizamiento son movimiento del terreno o deslizamiento de tierra; mientras que un alud se refiere al colapso de un talud por lo que regularmente involucra derrumbe pero también se refiere a un deslizamiento.

Como veremos en los siguientes sub capítulos, constantemente se hace referencia a un desastre provocado por lluvias atípicas, lo cual indica que los movimientos de ladera se acentúan con la saturación de agua. Así mismo los terremotos logran tener un impacto al desestabilizar la ladera.

## 2.1 Definición de los fenómenos reportados como activos en la delegación

### Peligro por fenómenos de remoción en masa

Se define peligro como la probabilidad de ocurrencia de un proceso de un nivel de intensidad o severidad determinado, dentro de un periodo de tiempo dado y dentro de un área específica (Varner et. Al., 1984).

Por tanto podemos decir que el peligro por remoción en masa se refiere a la probabilidad que ocurra un proceso de remoción en masa con una intensidad determinada, en un tiempo dado dentro de un área específica. Lo cual puede generar pérdidas humanas.

Los procesos de remoción en masa o movimientos gravitatorios del terreno ocurren debido a dos causas fundamentales, las cuales son de tipo externo y de tipo interno (Terzaghi, 1950). Las causas externas son todas aquellas que producen un incremento en la tensión o esfuerzos, pero no en la resistencia de los materiales, en tanto que las causas internas son las que disminuyen la resistencia de los materiales sin cambiar la tensión o esfuerzos. De esta manera, se puede decir que los procesos de remoción en masa son aquellos movimientos de masas de suelo, detritos y rocas que ocurren en una ladera como resultado de la influencia directa de la gravedad, y que pueden ser desencadenados cuando una porción de la ladera se vuelve muy débil para soportar su propio peso.

Entre los cambios de tipo externo más importantes se encuentran los cambios geométricos o de peso que sufren las laderas (como resultado de erosión, socavamiento, incisión de un río, excavaciones artificiales, cargas y descargas), las tensiones transitorias naturales y artificiales a las que son expuestas (sismos, vibraciones por explosiones o uso de maquinaria pesada) y los cambios en el régimen hidrológico (intensidad y duración de las precipitaciones, etc.)(Alcántara, 1999).

Por lo general, las laderas adoptan pendientes naturales cercanas al equilibrio; ante el cambio de condiciones, su morfología se modifica buscando de nuevo el equilibrio. En este contexto, los movimientos de ladera pueden entenderse como los reajustes del terreno para conseguir el equilibrio ante un cambio de condiciones (González de Vallejo et al., 2002).

Los daños asociados a un determinado proceso geológico dependen de la velocidad, magnitud y extensión del mismo; los movimientos del terreno pueden ocurrir de forma violenta y catastrófica (González de Vallejo et al., 2002); sin embargo, en algunos fenómenos se tiene la posibilidad de predecir, dadas evidencias en campo, la manifestación de un proceso y de esta manera elaborar la cartografía del peligro en dicha zona.



### Tipos de movimientos de ladera

La clasificación de los movimientos de ladera suelen referirse a los tipos de materiales involucrados, distinguiendo generalmente entre materiales rocosos, derrubios y suelos, y al mecanismo y tipo de rotura, considerando también otros aspectos, como el contenido de agua en el terreno y la velocidad y magnitud del movimiento (González de Vallejo et al., 2002).

#### *Derrumbes o avalanchas*

Un derrumbe representa el movimiento repentino de rocas o suelos por acción y efecto de la gravedad, favorecido por una pendiente abrupta y la presencia de escarpes con pendiente fuerte, usualmente mayores a 40 grados (Alcántara y Echeverría, 2001; Alcántara, *et al.*, 2001).



*Ilustración 4. Tipos de avalanchas (González de Vallejo et al., 2002).*

#### *Deslizamientos*

Los deslizamientos son movimientos ladera abajo de una masa de suelo, detritos o roca, la cual ocurre sobre una superficie reconocible de ruptura. Con frecuencia, la formación de grietas transversales es la primera señal de la ocurrencia de este tipo de movimientos, las cuales se localizan en la zona que ocupará el escarpe principal. La superficie de ruptura define el tipo de deslizamiento, por lo que las superficies curvas, cóncavas o en forma de cuchara se asocian a deslizamientos rotacionales, las superficies de rupturas semi-planas u onduladas a los movimientos traslacionales. La velocidad y extensión de este tipo de movimientos es muy variable (Alcántara, 1999).

# Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

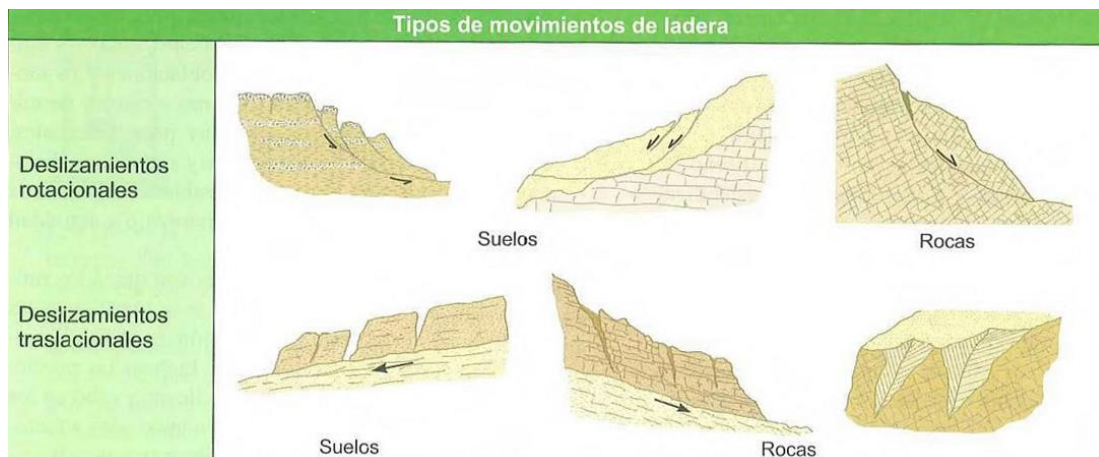


Ilustración 5. Tipos de deslizamientos (González de Vallejo et al., 2002).

## Caídas o desprendimientos

Los desprendimientos son caídas libres muy rápidas de bloques o masas rocosas independizadas por planos de discontinuidad preexistentes (tectónicos, superficies de estratificación, grietas de tracción, etc.). Son frecuentes en laderas de zonas montañosas escarpadas, en acantilados y, en general, en paredes rocosas, siendo frecuentes las roturas en forma de cuña y en bloques formados por varias familias de discontinuidades (González de Vallejo et al., 2002).

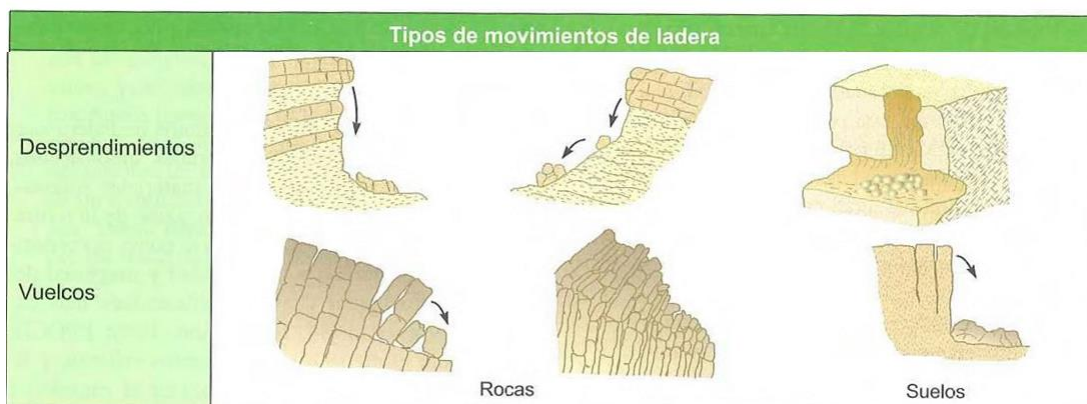


Ilustración 6. Tipos de desprendimientos y vuelcos (González de Vallejo et al., 2002).

### Flujos

Los flujos son movimientos espacialmente continuos, en los que las superficies de cizalla son muy próximas, de poca duración y, por consiguiente, difíciles de observar. El movimiento de los flujos es muy parecido al de un fluido viscoso, razón por la que la distribución de velocidades no es homogénea y origina la formación de lóbulos a partir del predominio del movimiento intergranular. Los flujos envuelven todos los tipos de materiales disponibles y se clasifican con base en su contenido, por tanto, se dividen en flujos de rocas, flujos o corrientes de derrubios y flujos de arena o suelo (Alcántara, 1999).



Ilustración 7. Tipos de Flujos (González de Vallejo et al., 2002).

## 2.2 Recopilación de la información existente de la delegación

### 2.2.1 Antecedentes históricos de peligro por fenómenos de remoción en masa a nivel mundial

27/08/2010. Turquía, Las lluvias torrenciales han provocado corrimientos de tierra y al menos doce muertos, siete heridos y un desaparecido. El desastre ha tenido lugar en Gundogdu, al noreste del país. La población intenta salvar sus pertenencias mientras los servicios de rescate proceden a evacuar las casas amenazadas.

29/08/2011. Uganda, Aludes de tierra aplastaron el lunes varias viviendas y causaron 28 muertos en un distrito oriental de Uganda, dijeron socorristas. La portavoz de la Cruz Roja local, Catherine Ntabadde, dijo que los deslaves siguieron a un aguacero en la aldea de Mabono, distrito de Bulambuli, 267 kilómetros (167 millas) al este de Kampala.

12/06/2012. Afganistán, posterior a dos sismos de 5.4 y 5.6 se presentó un alud que sepultó entre 25 a 30 viviendas, el alud de lodo y rocas en la localidad montañosa de Sayi Hazara fue de gran magnitud y enterró las casas a tanta profundidad que los socorristas desistieron de seguir excavando con palas, dijo Jawed Bashart, vocero de la policía provincial que formó parte del contingente que examinaba el sitio después del derrumbe.

18/02/2013. Indonesia, las fuertes lluvias provocaron inundaciones y deslaves provocaron la muerte de 15 personas y obligaron a desalojar a miles de personas, Las autoridades

batallaron para trasladar tractores y excavadoras a través de caminos arrasados, horas después de que la lluvia torrencial causó aludes de lodo y rocas contra áreas montañosas de Manado. Cientos de policías, soldados y habitantes excavaban entre los escombros con sus propias manos, o con la ayuda de palas y azadones.

30/07/2014. India, Más de 200 personas estarían sepultadas bajo los escombros, luego que se registró un alud en una aldea del distrito de Pune, en el estado de Maharashtra, tras las fuertes lluvias que se han registrado en el oeste de India. Los aldeanos dormían en sus casas cuando fueron sorprendidos por el deslizamiento de tierra y se teme que más de 200 están atrapados bajo el lodo, rocas y escombros, señaló el legislador del nacionalista Partido del Congreso (NCP), Dilip Walse-Patil.

### 2.2.2 Antecedentes históricos de peligro por fenómenos de remoción en masa en los Estados Unidos Mexicanos

08/07/2010. Nuevo León, Protección Civil de esta ciudad lanzó hoy una nueva alerta ante los deslaves de piedra y lodo en varias colonias provocados por una intensa lluvia registrada en las últimas horas. El titular de la dependencia municipal, Pedro Treviño Arizpe, informó que decenas de familias fueron evacuadas del Cerro de la Campana, al sur de la ciudad, en donde las colonias mostraban severos desgajamientos de tierra.

10/09/2012. Oaxaca, El deslave de un cerro causó la muerte de cuatro personas y lesiones a tres más, en un poblado indígena de Oaxaca, informó el delegado regional del Instituto Estatal de Protección Civil, Esteban Vásquez Hernández. El deslave ocurrió tras la fuerte lluvia que se registró durante la tarde y noche del domingo. El lugar se ubica en una zona montañosa a unos 250 kilómetros al sur de la capital del estado de Oaxaca, sobre la carretera que conduce al centro turístico de Bahías de Huatulco, en el Océano Pacífico.

27/05/2013. Querétaro, El secretario de Comunicaciones y Transportes, Gerardo Ruiz Esparza, lamentó el fallecimiento de siete personas y que cuatro más resultaran heridas como consecuencia del desgajamiento de un cerro en la autopista México-Querétaro, hecho ocasionado por una granizada y lluvia de “magnitud desproporcionadas”.

### 2.2.3 Antecedentes históricos de peligro por fenómenos de remoción en masa en el Área Metropolitana

13/07/2010. Cuajimalpa de Morelos, un deslizamiento de tierra dejó 6 personas lesionadas, que se encontraban trabajando en el sótano por lo que quedaron atrapados en el alud y fueron llevados al hospital por los cuerpos de emergencia. De acuerdo con reportes policiacos, el desgajamiento provocado presuntamente por el reblandecimiento

del terreno, debido a las lluvias, hizo que entrara la tierra al sótano de un edificio ubicado en el número 37 de la calle Juan Salvador Agraz, colonia Ponderosa.

19/06/2012. La Magdalena Contreras, La Secretaría de Protección Civil capitalina informó que 19 casas habitación resultaron afectadas por un deslave ocasionado por una fuga de agua en la colonia Tierra Colorada, por lo que al menos 24 familias fueron desalojadas. No se permitirá el acceso de las personas a sus viviendas hasta que se estabilice el talud y detalló que el volumen de tierra que se desplazó fue de unos 15 metros cúbicos.

12/07/2012. El secretario de Protección Civil en turno pidió mil millones de pesos ante la Asamblea Legislativa del Distrito Federal para poder atender los problemas de deslaves que se presentan en las delegaciones Álvaro Obregón, Cuajimalpa, Gustavo A. Madero, Milpa Alta, Tlalpan y Xochimilco, en las cuales se han detectado 161 sitios en riesgo; en donde existen al menos 2 mil 168 viviendas en peligro.

22/09/2013. La Magdalena Contreras, autoridades delegacionales informaron que alrededor de 20 mil personas se encuentran en riesgo por las lluvias, la última lluvia provocó un deslizamiento que hizo a que un cuarto se viniera abajo, pero afortunadamente se encontraba desalojado.

14/05/2014. Cuajimalpa de Morelos, se registra un alud en el estacionamiento de una empresa en la colonia Santa Fe, no se reportaron pérdidas humanas, se cayó un muro de contención debido al reblandecimiento del terreno, por las lluvias que habían caído.

#### 2.2.4 Antecedentes históricos de peligro por fenómenos de remoción en masa en la delegación Xochimilco

En la Delegación Xochimilco se han presentado históricamente fenómenos naturales relevantes, registrados en diversos medios, documentando la historia de desastres ocurridos en dicha delegación. Los siguientes son eventos que se presentaron en el año 2013 pero que, dada su naturaleza, podrían afectar nuevamente a gran parte de la población que habita esta delegación.

27/08/2006. Ante el riesgo de la caída de una roca en la carretera a San Pablo, en la zona de los pueblos de la montaña de Xochimilco, 12 personas fueron evacuadas y un carril de la vía fue cerrado a la circulación. En la zona, conocida como La Cañada, las viviendas presentan condiciones precarias, situación que expone a sus ocupantes a mayor peligro por derrumbe. Los colonos detectaron que la tierra se resblandeció por la humedad, lo que originó el desgajamiento de piedras y la separación de una roca que está punto de desprenderse del peñasco, por lo que llamaron a las autoridades, las cuales acordonaron la zona.

## Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

21/11/2012. Al ser considerado como “uno de los principales pulmones de la capital”, Gaviño Ambriz aseguró que en el año 2000 las autoridades de la Delegación Xochimilco, el GDF y el asentamiento Tototitla-Tezontitla, firmaron un convenio de colaboración cuyo objetivo era resguardar el cerro y denunciar cualquier invasión del mismo, por lo que reubicaron a 89 de las 100 familias que lo habitaban.

Dio a conocer que de 1983 a la fecha, existen registros que en al menos 20 ocasiones, diversos grupos de personas han intentado invadir el citado Cerro, pero de acuerdo con el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Xochimilco y del Programa de Ordenamiento Ecológico para el Distrito Federal, el uso de suelo para vivienda en esta zona se encuentra prohibido.

Decreto por el que se expropián a favor del distrito federal, 52 lotes localizados en los pueblos San Lorenzo Atemoaya, Santa María Nativitas, Lomas de Nativitas y Ampliación Nativitas La Joya, en las colonias Ampliación Nativitas, Lomas de Tonalco y Ampliación Nativitas La Joya, y en los Barrios Jazmín y La Planta.

25/08/2014. En el Distrito Federal existen aproximadamente 2 mil 168 viviendas construidas en zona consideradas de alto riesgo de deslaves y se ubican en 161 sitios que son monitoreados por la Secretaría de Protección Civil desde 2007. En Álvaro Obregón hay censadas 311 viviendas en riesgo, ubicadas en 32 sitios; Cuajimalpa con 476 casas, en 23 sitios; Gustavo A. Madero con 667 viviendas en 29 puntos; Magdalena Contreras con 488 viviendas en 30 puntos; Milpa Alta con 76 casas, en 23 sitios; Tlalpan con 65 viviendas en zona de riesgo dentro de siete puntos y Xochimilco con 85 casas en 17 sitios.

### 2.2.5 Reportes de antecedentes proporcionados por la Secretaría de Protección Civil

Los reportes de antecedentes de la demarcación corresponden principalmente a fenómenos físicos, estructurales, sociales y económicos de acuerdo a la Secretaría de Protección Civil (

Tabla 1).

*Tabla 1. Reportes de antecedentes en la Delegación Xochimilco.*

Ubicación	Fenómeno	Fuente
<b>Francisco Villa</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Ciprés</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Zacapa/Santa Cecilia Tepetlapa</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Rinconada del Teoca Santa Cecilia Tepetlapa</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Ampliación Nativitas La</b>	Física, estructural, social y	SPC

Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

<b>Joya/Santa María Nativitas</b>	económica	
<b>Cerro Tezontitla/Santa Cecilia Tepetlapa</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Tepetonco/Santa Cecilia Tepetlapa</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Zacatepec/ Santa Cecilia Tepetlapa</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Cuartostitla Citlalcoat/ Santa Cecilia Tepetlapa</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Calixpa/ Santa Cecilia Tepetlapa</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Cuamezoc/ Santa María Nativitas</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Huiztoco La Palma/ Santa María Nativitas</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Alcanfores/Santa María Nativitas</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Tejomulco El Alto/ Santa María Nativitas</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Ampliación Las Peñitas/ Santa María Nativitas</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Ladera de Hueytepec/Santa María Nativitas</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Tlacueyali/ Santa María Nativitas</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>San José Obrero/ Santa María Acalpixca</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Las Cruces Tlacochico/ Santa Cruz Acalpixca</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Coayuca/ Santa Cruz Acalpixca</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Tecacalanco/Santa Cruz Acalpixca</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Atlaxco/Santa Cruz Acalpixca</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Tehuixtla/Santa Cruz Acalpixca</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Cuatepec/Santa Cruz Acalpixca</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>San Martín Caballero/ San Gregorio A.</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Tepeyeca/ San Gregorio A.</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>3 de Mayo/ San Gregorio A.</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>San Juan Diego/ San Gregorio A.</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>El Corralón/ San Gregorio</b>	Física, estructural, social y	SPC

Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

<b>A.</b>	económica	
<b>San Antonio parte alta/ San Luis T.</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Piedra del Águila/ San Andrés Ahuayucan</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Pachihuitla/ San Andrés Ahuayucan</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Xalampa/ San Andrés Ahuayucan</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>El Conejo/ San Mateo Xalpa</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Tepelaxtla/ San Mateo Xalpa</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Tikiticapa/ San Mateo Xalpa</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>El Mirador 1/ San Mateo Xalpa</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>La Joyita de Tepecahuixtla/ Santiago Tepalcatlalpan</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Xochitenco Cocheras/ Santiago Tepalcatlalpan</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Moyocalco/ Santiago Tepalcatlalpan</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Tepexomulco El Alto/ Santiago Tepalcatlalpan</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>La Lupita, Pueblo de Tuyehualco 95</b>	Hundimiento y fracturamiento	SPC, 2014
<b>Barrio Cristo Rey</b>	Remoción en masa	SPC, 2014
<b>Alcanfores</b>	Remoción en masa	SPC, 2014
<b>Ixotitla</b>	Remoción en masa	SPC, 2014
<b>Santa Cecilia Tototitla</b>	Física, estructural, social y económica	SPC
<b>Lomas de Tonalco</b>	Remoción en masa	Atlas de Riesgos Geológicos de la Delegación Xochimilco, 2012
<b>San Mateo Xalpa</b>	Remoción en masa	Atlas de Riesgos Geológicos de la Delegación Xochimilco, 2012



# CAPÍTULO III. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL

## 3.1 Localización

Xochimilco es una de las 16 delegaciones que conforman el Distrito Federal, presenta una superficie de 12,517.8 ha, la cual equivale al 8.40% de la superficie del Distrito Federal. Se encuentra entre las coordenadas geográficas 19°09' latitud Norte y 99°09' de longitud Oeste (Figura 1; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Colinda al norte con las Delegaciones Tlalpan, Coyoacán, Iztapalapa y Tláhuac; al este, con Tláhuac y Milpa Alta; al sur, con Milpa Alta y Tlalpan; y al oeste, con Tlalpan. Su extensión territorial es de 117.70 km<sup>2</sup>.

Está dividida en 18 barrios, 14 pueblos, 45 colonias y 20 unidades habitacionales. La región chinampera tiene una superficie de 2,981.91 ha. Desde el 2002, el Gobierno del Distrito Federal y delegacional realizan importantes obras para rescatar el equilibrio ecológico regional, dando tratamiento a las aguas que nutren los canales, recuperando espacios para el cultivo de las chinampas y restituyendo la belleza del paisaje.

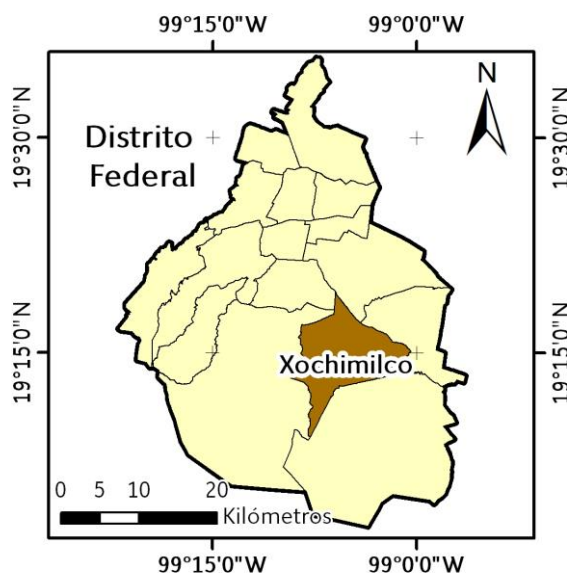


Figura 1. Localización de la Delegación Xochimilco en el Distrito Federal. (Elaborado en ArcGIS 10.1)

## 3.2 Fisiografía

De acuerdo al Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la Delegación Xochimilco del Distrito Federal (PDDU, 2005), el territorio de la delegación se ubica en el extremo sur de la Cuenca de México, la cual está separada de la porción central de la misma por la Sierra de Santa Catarina en dirección Oeste–Este y que es paralela a la Sierra del Chichinautzin.

El 30 % del terreno de la Delegación Xochimilco corresponde al antiguo lecho lacustre de la Depresión Xochimilco y el resto está constituido por las estructuras tectovolcánicas principales: Sierra de Chichinautzin y Sierra de Xochitepec. Todas estas estructuras han sido identificadas fisiográficamente como Lomeríos de basalto, basalto con cráteres, ignimbritas y volcanes en escudo (PDDU, 2005).

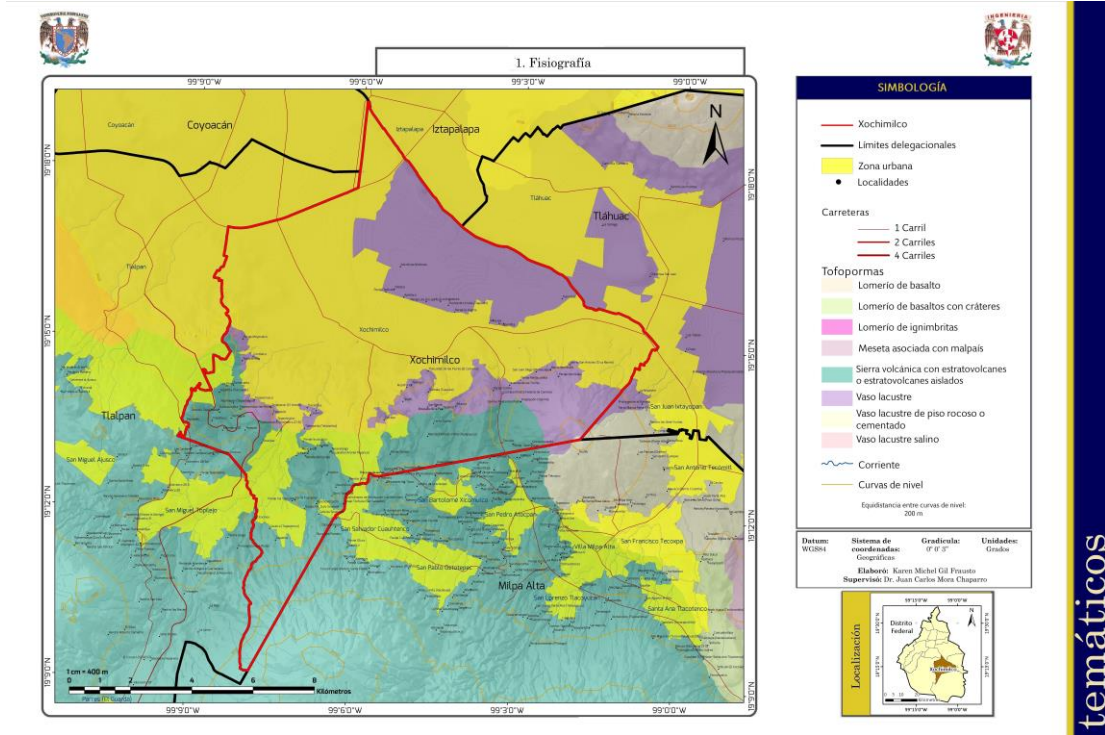
La formación geológica de la región lacustre (vaso lacustre, lacustre salino y lacustre de piso rocoso), donde se localiza la Delegación Xochimilco dentro de la cuenca, se remonta a finales del terciario superior y principios del cuaternario, cuando el drenaje de la parte sur del valle fue obstruido por la formación de una barrera volcánica (Sierra del Chichinautzin) que dio origen a la cuenca endorreica de México (PDDU, 2005).

La región de estudio, pertenece a la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico y a la subprovincia de Lagos y Volcanes del Anáhuac, la cual presenta la topoforma de llanura lacustre y aluvial. Las características geomorfológicas relevantes de Xochimilco están representadas por las zonas plana o lacustre, de lomas y de transición.

De acuerdo al INEGI, la fisiografía de Xochimilco y alrededores se encuentra dada por lomerío de basalto, lomerío de basaltos con cráteres, lomerío de ignimbritas, meseta asociada con malpaís, sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados, vaso lacustre, vaso lacustre de piso rocoso o cementado y vaso lacustre salino.

Como se observa en el mapa fisiográfico (Mapa 1), la región sur de la delegación se localiza sobre la Sierra volcánica del Chichinautzin, teniendo varios asentamientos humanos importantes en esa zona; sin embargo, es en el valle donde se concentra la mayor parte de la población a orillas del Área Natural Protegida. La zona centro de la delegación yace sobre lomerío de ignimbritas.

# Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.



Mapa 1. Fisiografía de la delegación Xochimilco.

## 3.3 Geología

De acuerdo con el Plan Delegacional de Desarrollo Sustentable de la Delegación Xochimilco (PDDS, 2007) se establece que en la zona plana o lacustre predominan sedimentos de tipo arcilloso intercalados con arenas de grano fino; fue aquí donde se formó el sistema de canales de Xochimilco, ubicados en la parte norte de la delegación, en los cuales se encuentran basaltos del cuaternario fracturados y de gran permeabilidad.

De acuerdo con Padilla y Sánchez (1989), el basamento de esta demarcación es el mismo que para el resto del Valle de México, se encuentra representado por una unidad de roca caliza de edad cretácica a una profundidad aproximada de 2,000 m. Sobre esta unidad de caliza se encuentra una secuencia de rocas conglomeráticas heterogéneas con clastos caliza y fósiles del cretácico a la que Oviedo de León (1970) asigna el nombre formacional de conglomerado Texcoco; esta secuencia sedimentaria se considera la base de la secuencia estratigráfica de la cuenca. Ésta fue descrita en una perforación llevada a cabo por el Instituto Mexicano del Petróleo denominada pozo *Texcoco-1*. Cabe resaltar que esta unidad no se encuentra expuesta en la superficie de la extensión territorial de la delegación.

La zona de transición entre el lago y terreno firme está localizada entre las regiones altas y bajas, se compone de gravas y arenas gruesas intercaladas con arcillas y pequeñas

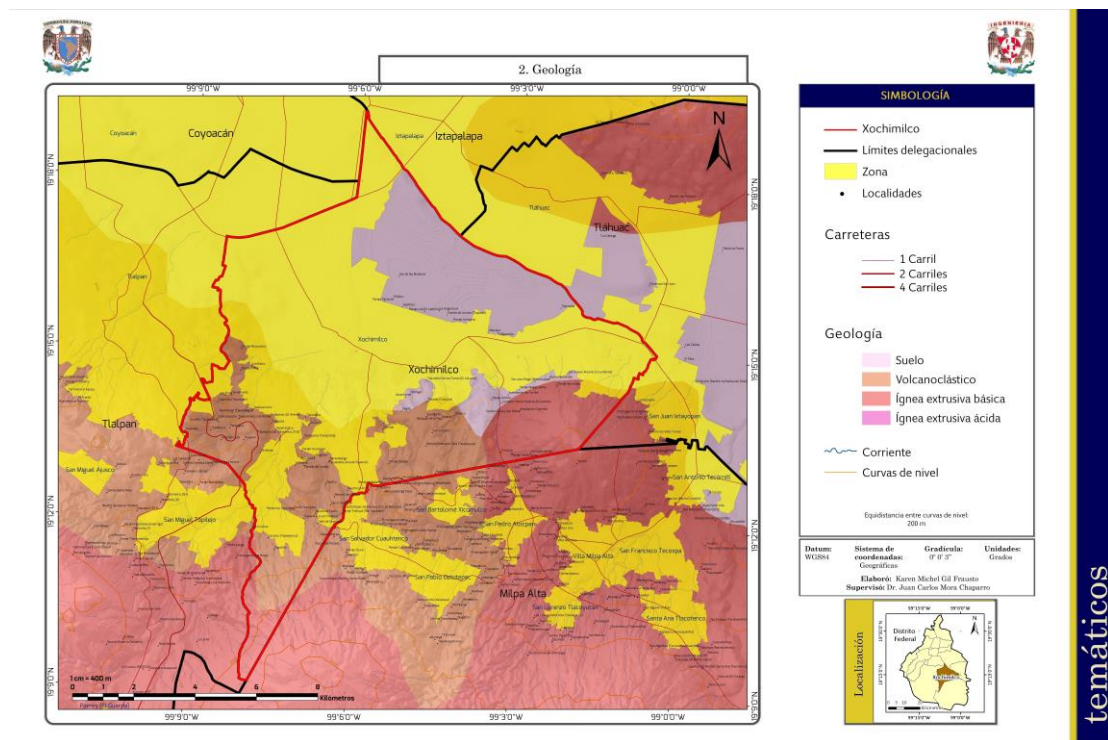
# Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

coladas de basalto, producto de una actividad volcánica del Neógeno. Las localidades que se encuentran en la zona sur de Xochimilco se ubican en la zona de transición, la cual también está formada por depósitos volcánicos, rocas ígneas extrusivas básicas e intermedias.

La zona centro y norte de la delegación está constituida principalmente de suelos con sedimento de grano fino y algunos depósitos de roca extrusiva básica, así como de materiales volcanoclásticos; en ésta se presenta una mayor densidad demográfica. Como se puede apreciar en el mapa geológico (Mapa II), la zona urbana se ha concentrado en gran parte de la zona lacustre y ha comenzado a expandirse hacia los terrenos de las partes altas.

Por último, en la zona de lomas existen intercalaciones de basaltos de ambos sistemas (Cuaternario y Neógeno), ignimbritas y cenizas volcánicas. Esta zona es muy permeable, debido a las fracturas y vesículas que se formaron en estos materiales, ocasionadas por el rápido enfriamiento de la lava original.

En la zona plana o lacustre predominan sedimentos de tipo arcilloso intercalados con arenas de grano fino; en esta zona se formó el sistema de canales de Xochimilco ubicados en la parte norte de la delegación, en donde se presentan además basaltos del cuaternario, fracturados de gran permeabilidad.



Mapa 2. Geología de la delegación Xochimilco.

## Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

La zona de transición está localizada entre las regiones altas y bajas, se compone de gravas y arenas gruesas intercaladas con arcillas y pequeñas coladas de basalto producto de una actividad volcánica del neógeno.

Por último, en la zona de lomas existen intercalaciones de basaltos de ambos sistemas (Cuaternario y Neógeno), ignimbritas y cenizas volcánicas. Esta zona es muy permeable, debido a las fracturas y vesículas que se formaron en estos materiales, ocasionados por el rápido enfriamiento de lava original.

La zona centro y norte de la delegación está constituida principalmente de sedimento de grano fino y de roca extrusiva básica así como de volcanoclásticos. Dicha región es la que presenta una mayor densidad demográfica.

Las localidades que se encuentran en la zona sur de Xochimilco se ubican en la zona de transición la cual está formada en su mayoría por volcanoclásticos.

Como se puede apreciar en el mapa geológico (Mapa 2), la zona urbana ha invadido gran parte de la zona lacustre y ha comenzado a expandirse hacia terrenos altos.

### 3.4 Geomorfología



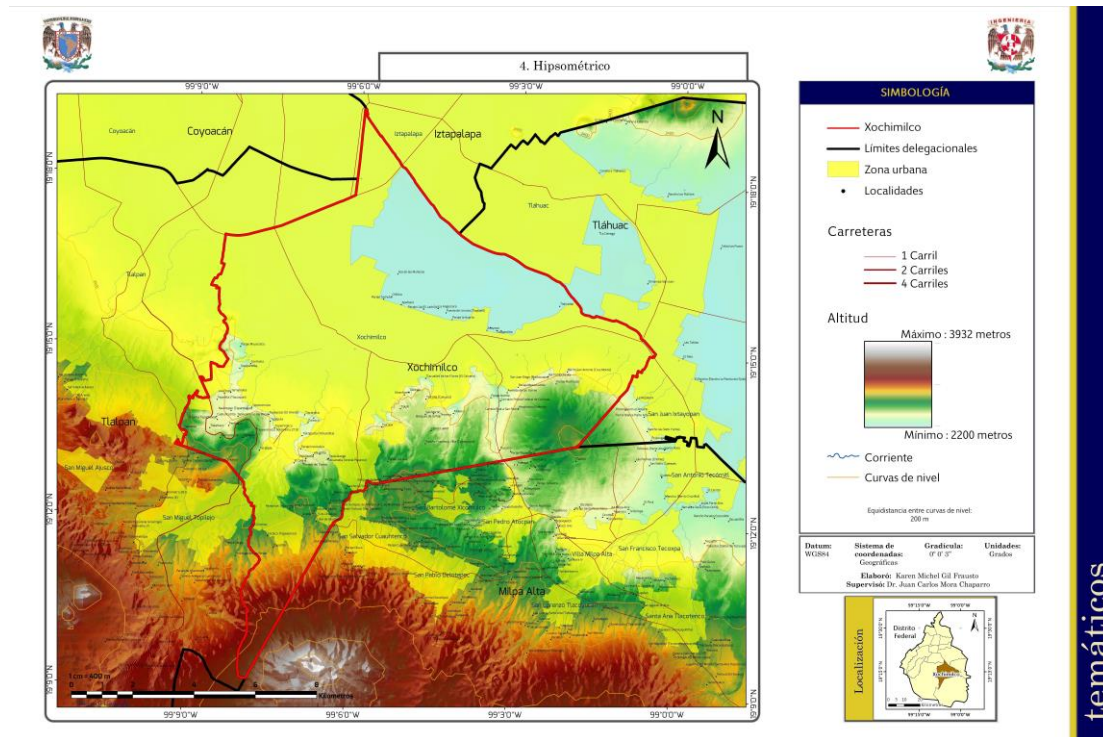
Figura 2. Modelo geomorfológico de la delegación Xochimilco. (Generado en ArcScene 10.1)

Las características geomorfológicas relevantes de Xochimilco están representadas por las zonas plana o lacustre, de lomas y de transición (Figura 2. Modelo geomorfológico de la delegación Xochimilco. (Generado en ArcScene 10.1) Figura 2).



# Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

asentamientos, aunque, al estar en una diferencia entre cotas negativas también lo hace vulnerable a sufrir percances de tipo hidrológico como inundaciones (Mapa 4).



Mapa 4. Hipsométrico de la delegación Xochimilco.

Hacia el noroeste, en el límite con Tlalpan, se encuentran los cerros Tehuanpaltepetl, La Cantera, Texomulco y Xochitepec.

## 3.5 Edafología

Los suelos que presentan mayor desarrollo se distribuyen en la ladera de montaña, en pie de monte y en las partes cerriles; estos suelos se caracterizan por la sedimentación de los materiales provenientes de la parte alta y media de la montaña. Además de estar propensas a inundaciones.

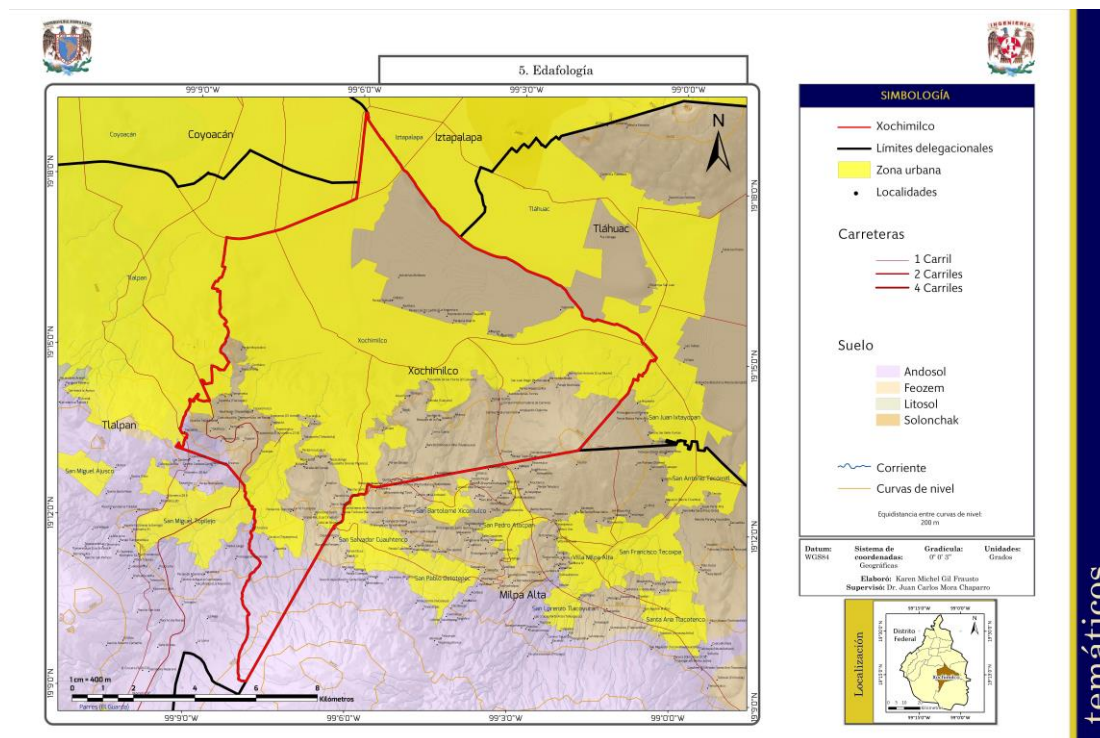
En general los suelos son de tipo aluvial-lacustre, considerado como residual derivado de aluviones fluviales y lacustres, ricos en sales y sodio. En la parte norte los suelos predominantes son de tipo histosoleútrico, que se caracterizan por presentar una capa superior oscura rica en materia orgánica en forma de hojarasca, fibras, maderas.

# Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

Debido al proceso de formación geológica se pueden observar en la parte alta de la zona (faldas del volcán Teuhtli) suelos conformados por brecha volcánica, de texturas franco arenosas y arcillosas que en los últimos años ha sido objeto de un proceso erosivo continuo por la tala inmoderada.

En las proximidades de la zona chinampera (zona de transición), los suelos son de tipo aluvial (a lo largo de una franja que corre de este a oeste sobre el límite sur del Área Sujeta a Conservación Ecológica), se componen de grava y arenas gruesas intercaladas con arcillas y pequeñas coladas de basalto), localizados principalmente al sur del pueblo Santa Cruz Acalpixca.

En la zona lacustre predominan sedimentos de tipo arcilloso intercalados con arenas de grano fino. Los suelos de esta zona presentan alrededor del 50% de cenizas volcánicas, con texturas que van desde las arenosas hasta las limo-arcillosas o más finas, lo que les confiere la propiedad de retener una alta cantidad de humedad (PDDS, 2007).



Mapa 5. Edafología de la delegación Xochimilco.

De acuerdo a la información vectorial descargada de INEGI, se pueden observar 4 tipos de suelo siendo éstos: Feozem, Andosol, Litosol y Solonchak; de los cuales sólo se encuentra el Andosol y Solonchak dentro de la delegación (Mapa 1 Mapa 5).



Según la Guía para la Interpretación de Cartografía Edafología (INEGI, 2004):

El suelo tipo Andosol es de origen volcánico, constituido principalmente de ceniza, con alto contenido de alófono, que le confiere ligereza y untuosidad. Es de color oscuro y tiene alta capacidad de retención de humedad, generalmente tiene bajos rendimientos agrícolas debido a que retienen fósforo y éste no puede ser absorbido por las plantas; tiene también uso pecuario especialmente ovino; es muy susceptible a la erosión eólica.

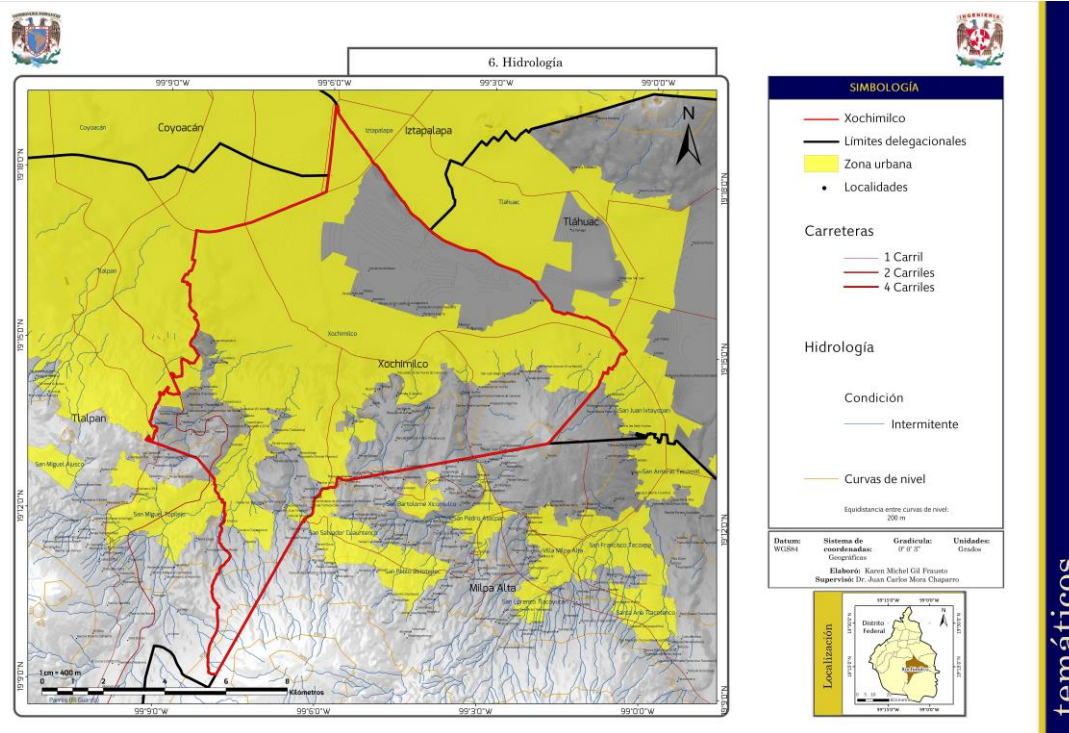
El Solonchak se caracteriza por un alto contenido de sales. Su empleo agrícola se halla limitado a cultivos resistentes a sales o donde se ha disminuido la concentración de salitre por medio del lavado del suelo. Su uso pecuario depende del tipo de pastizal pero con rendimientos bajos. (p. 11-22)

### 3.6 Hidrología

La hidrografía se caracterizó por la presencia de ríos y manantiales mismos que alimentaron los lagos y canales de la zona chinampera. De los ríos que desembocaban en la región de Xochimilco estaba el de San Buenaventura, localizado en la parte occidental. Tenía su nacimiento en la sierra del Ajusco, aunque también era alimentado por las lluvias y algunos manantiales situados en las faldas del Ajusco. El río San Buenaventura llegaba a la parte baja del valle a la altura del cruce de los caminos Tlalpan-Tepepan en donde cambiaba de pendiente hacia el lago de Xochimilco (Mapa 6).

Otra corriente fluvial dentro de la zona fue el río Parres, que recorría extensas y elevadas planicies de Tlalpan para desembocar en la presa del pueblo de San Lucas (la construcción de la presa de San Lucas fue solicitada por los habitantes locales debido a que las corrientes de agua del río Santiago eran bruscas, ocasionando la erosión del suelo), el río Parres al pasar por el pueblo de Santiago tomaba el nombre de esa población.

# Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.



Mapa 6. Hidrología de la delegación Xochimilco.

Los manantiales nacían entre la falda del Cuatzin, unos a orillas y aún dentro del lago, otros los más conocidos fueron los de Tulyehualco, San Luis, San Gregorio, Santa Cruz, Santa María Nativitas, Quetzalapa, La Noria y Tepepan (PDDS, 2007).

Xochimilco se encuentra en la región hidrológica Pánuco, en la cuenca R. Moctezuma, en la subcuenca Lago Texcoco y Zumpango siendo las principales corrientes de agua el Río El Cuatzin, Canal de Chalco, Canal Nacional y el canal Amecameca. (Prontuario de información geográfica delegacional de los Estados Unidos Mexicanos, Xochimilco, 2005)

El origen del agua en el lago de Xochimilco puede interpretarse como resultado de la llegada de filtraciones de lluvia que produjeron flujos locales e intermedios. Se presentan como pequeñas corrientes los ríos Parres y Santiago que bajan desde las estribaciones de la sierra del Ajusco, el río San Lucas que desagua en el lago y el río San Buenaventura, que baja por el este del Ajusco y desemboca en el Canal Nacional.

Las corrientes que configuran la cuenca de Xochimilco son: los ríos San Buenaventura, Santiago, San Lucas y San Gregorio, así como numerosas y pequeñas corrientes que bajan a Nativitas, San Luis Tlaxialtemalco, Tulyehualco, Iztapalapa y Tláhuac, proviniendo, en los dos últimos casos del Cerro de la Estrella y de la sierra de Santa Catarina.

Dentro de los humedales en la zona lacustre, sobresalen por sus dimensiones, las “Chinampas” y su red de canales, que a pesar de la gran importancia productiva y su fragilidad ecológica, es en años recientes que se ha tomado en cuenta la relevancia que representan como unidades de producción agrícola. (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED), 2014)

### 3.7 Clima

Xochimilco tiene un clima templado húmedo, cuya fórmula climática según García (1973) es: C (W) wb (e) g. La temporada de lluvias se presenta en la época de verano, principalmente en los meses de mayo a octubre, con una cantidad de 700 mm anuales y una temperatura media al año de 16.2°C, con temperaturas máximas de 31°C.

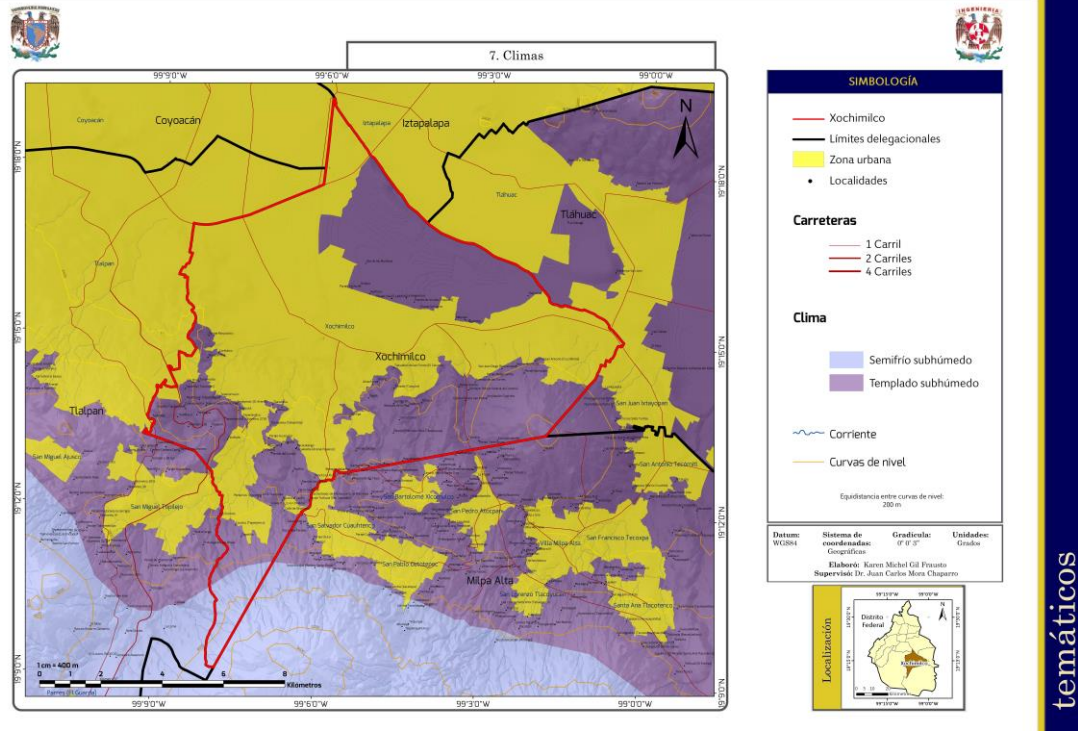
Durante el verano y principios del otoño, se registra del 80% al 90% de la lluvia anual en Xochimilco. El promedio de la precipitación es de 946.3 mm/año, el cual cae en una superficie de 104.28 km<sup>2</sup>, produciendo un volumen de 94,183.982 miles de m<sup>3</sup>. (INAFED, 2014)

Las temperaturas mínimas se presentan en los meses de diciembre y enero, mientras que las más altas en los meses de abril, mayo o junio. La temperatura mínima promedio es de 7.2°C, mientras que la temperatura máxima promedio es de 23.2°C.

El período libre de heladas en la zona lacustre abarca del mes de abril a septiembre, mientras que en la zona de montaña la incidencia de heladas es en casi todo el año, reduciéndose de julio a octubre.

Del Mapa 7 se entiende que el clima semifrío subhúmedo y el templado subhúmedo son los que predominan en la delegación.

# Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.



Mapa 7. Climas de la delegación Xochimilco.

## 3.8 Uso de suelo

La delegación cuenta con una extensión territorial de 12,517.8 hectáreas.

Los aspectos que se incluyen son relativos al uso del suelo, el cual se divide como se indica a continuación.

Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

USO DE SUELO	SUPERFICIE (HECTÁREAS)	%
<b>Suelo urbano:</b>		
Habitacional	2,145.68	85.66
Equipamiento	234.4	9.36
Áreas Verdes y Espacios Abiertos	58.54	2.34
Industria	66.38	2.64
Subtotal	2,505.80	100
<b>Suelo de conservación:</b>		
1. Área Natural Protegida	2,657.08	26.54
2. Preservación Ecológica	2,631.33	35.44
3. Poblados Rurales	980.82	9.28
4. Equipamiento	180.18	1.80
5. Producción Rural Agroindustrial	2,337.83	15.50
6. Asentamientos Irregulares	914.94	10.34
7. Zonas Arqueológicas	310.62	3.10
Subtotal	10,112	100
<b>Total</b>	<b>12,517.80</b>	<b>100</b>

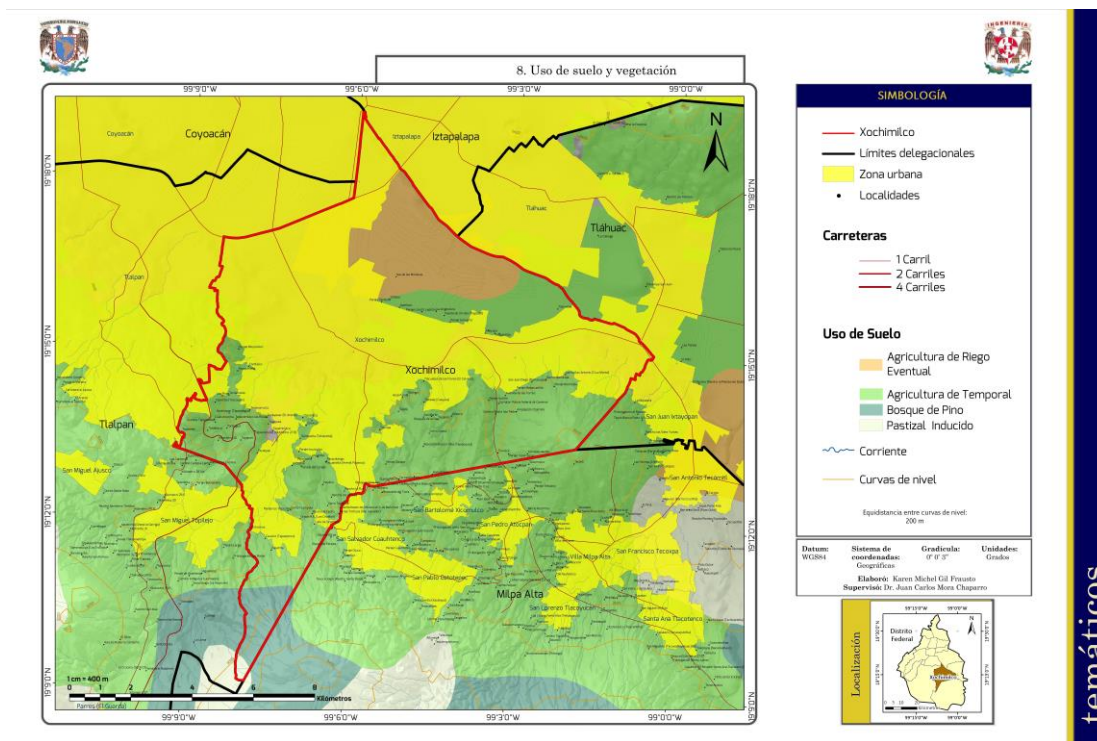
Tabla 2. Registro de los diversos usos de suelo de la delegación Xochimilco. INEGI, 2010.

Con relación al mapa de uso de suelo (Mapa 8), en el que se toman en cuenta 8,767.5846 ha, se tiene que el suelo se emplea en un 13.93% para la agricultura de riego eventual mientras que para la agricultura de temporal se utiliza en un 53.76%; los bosques de pino abarcan un 2.11%, mientras que un 0.22% lo ocupa el pastizal inducido.

Descripción	ha	%
Zona urbana	3750.21	29.959018
Agricultura de Temporal	6730.36	53.766317
Agricultura de riego eventual	1744.63	13.937193
Bosque de pino	264.6	2.11379
Pastizal inducido	28	0.2236815

Tabla 3. Uso de suelo en proporción del total del suelo en la delegación. (Datos calculados de INEGI, 2010).

# Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.



Mapa 8. Uso de suelo y vegetación de la delegación Xochimilco.

## 3.9 Área Natural Protegida

La región chinampera tiene una superficie de 2,981.91 ha. El PGOEDF otorga la categoría de agroecológica especial al 20 % de la zona, el 9 % es agroecológica, 6 % es equipamiento urbano; el 69 % corresponde al Área Natural Protegida.

Los principales tipos de vegetación que se presentan en la delegación son los siguientes: bosque de pino, bosque de encino, pastizal, vegetación acuática y matorral xerófilo.

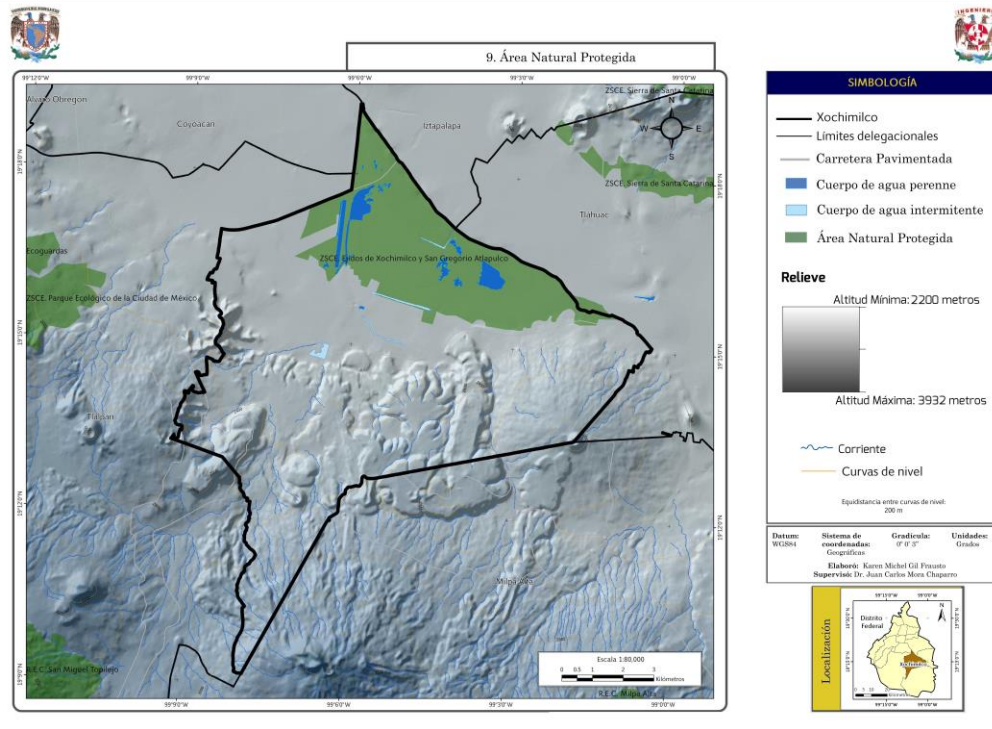
Como parte del paisaje característico de esta delegación, están las hileras de árboles llamados “ahuejotes” (*Salix bonplandiana*), a orilla de los canales; otro de los árboles característicos de esta zona, pero menos abundante es el “ahuehuate” (*Taxodium mucronatum*) de fronda abundante y gran talla.

La mayor parte de la diversidad de especies las encontramos dentro del Área Natural Protegida, siendo entre otras, las más representativas y por encontrarse en peligro extinción: el ajolote (*Ambystoma mexicanum*), la rana (*Rana tlaloci*), tortugas palustres o casquitos (*Kinosternon hirtipes*), las musarañas (*Cryptotis parva*), el acocíl (*Cambarellus montezumae*) y el pez “charal” (*Chirostoma jordani*).

# Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

Las aves están representadas por garza blanca (*Ardea herodias*), gallareta americana (*Fulica americana*), jacana norteña (*Jacana spinosa*), pato golondrino (*Anas acuta*).

De las especies de peces introducidas al lago de Xochimilco dominan la tilapia (*Oreochromis niloticus*) y la carpa (*Cyprinus carpio*). (INAFED, 2014)

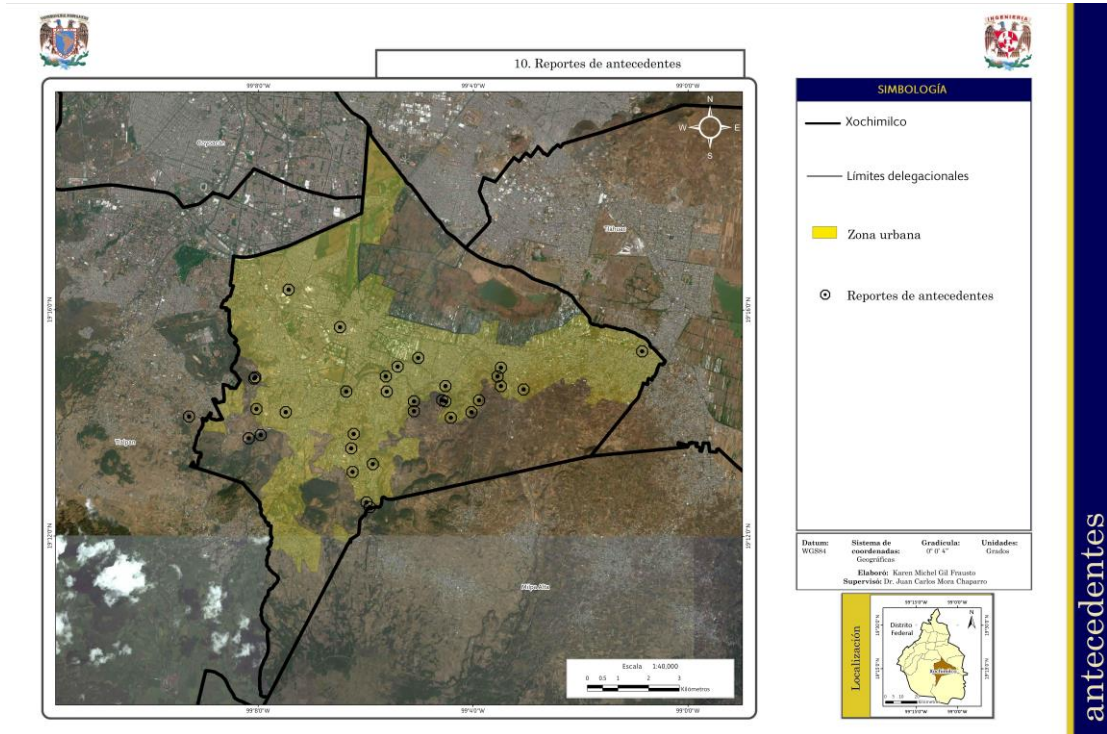


Mapa 9. Área Natural Protegida de Xochimilco.

# CAPÍTULO IV.RESULTADOS

## 4.1 Mapa de reportes de antecedentes

En el Mapa 10 se muestra la distribución y ubicación de los sitios que han sido afectados por algún fenómeno de remoción en masa.

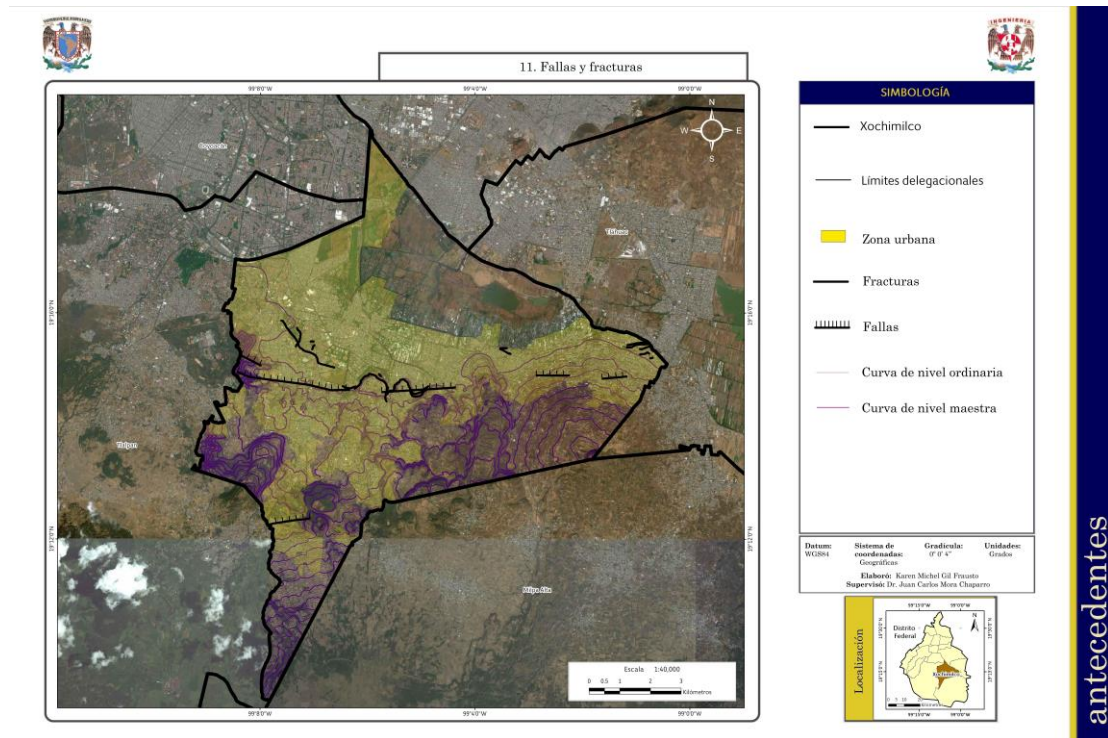


Mapa 10. Reportes de antecedentes de la delegación Xochimilco.



## 4.2 Mapa de fallas y fracturas

El Mapa de fallas y fracturas (Mapa 11) también forma parte de los antecedentes. En él se plasman las fallas y fracturas obtenidas a partir de la georeferencia y digitalización del mapa de fallas y fracturas del Atlas de Riesgos de la Delegación Xochimilco (2012).



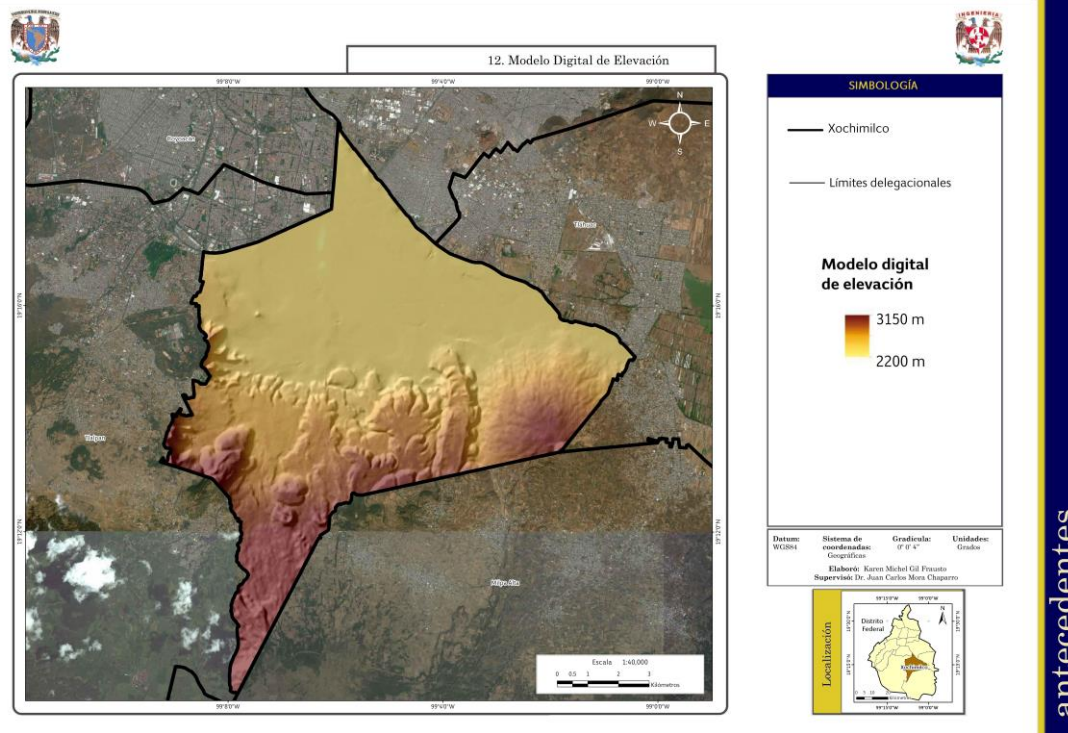
Mapa 11. Fallas y fracturas dentro de la delegación Xochimilco.

## 4.3 Análisis de inestabilidad de laderas y barrancas

### Modelo Digital de Elevación (MDE)

Enseguida se presenta el MDE (Mapa 12) generado para el análisis de inestabilidad de laderas y barrancas. En este modelo se pueden observar las formas del relieve en la demarcación, así como las zonas con mayor altitud, como son los volcanes Tzompoli, Teoca y Teuhtli.

# Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

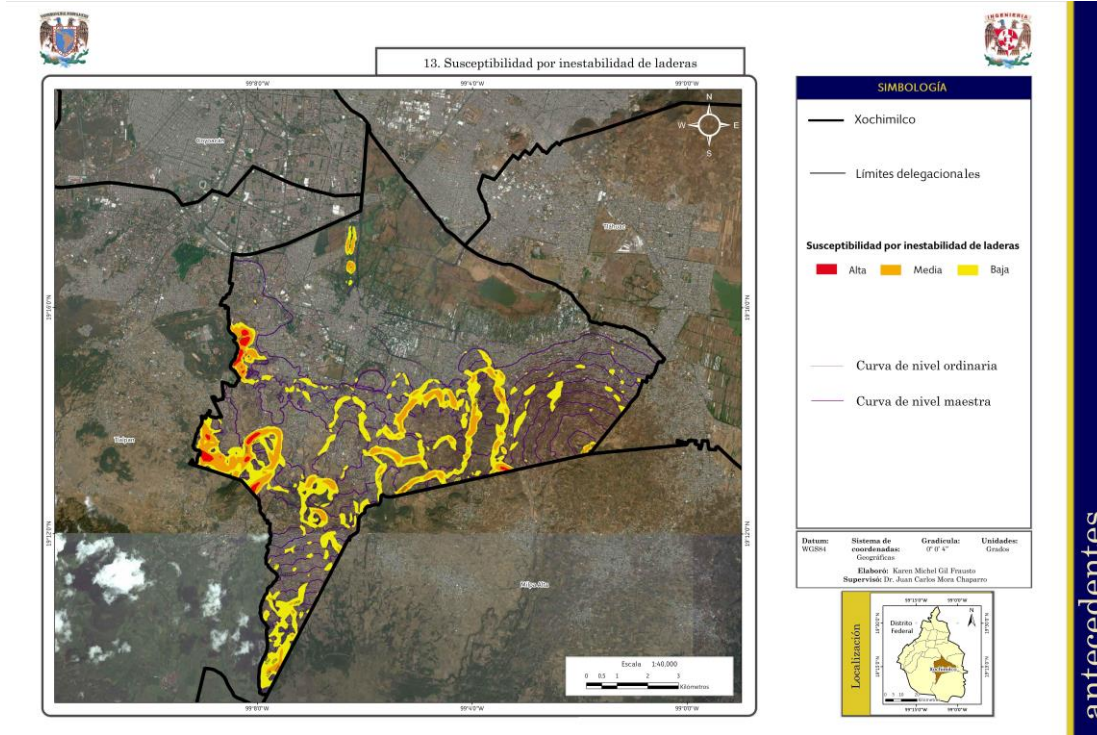


Mapa 12. Modelo Digital de Elevación.

## Mapa de inestabilidad de laderas

En el Mapa 13 las zonas de susceptibilidad baja se encuentran representadas en color amarillo (lugares con pendientes de 25° a 35° y poca erosión); en naranja, la susceptibilidad media (pendientes de 35° a 45° donde existe tendencia a movimientos de ladera); y en rojo, la susceptibilidad alta (áreas con pendientes abruptas entre 45° a 53° con severa afectación por corrientes de agua y erosión).

# Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.



Mapa 13. Susceptibilidad por inestabilidad de laderas.

## Mapa de peligro por barrancas

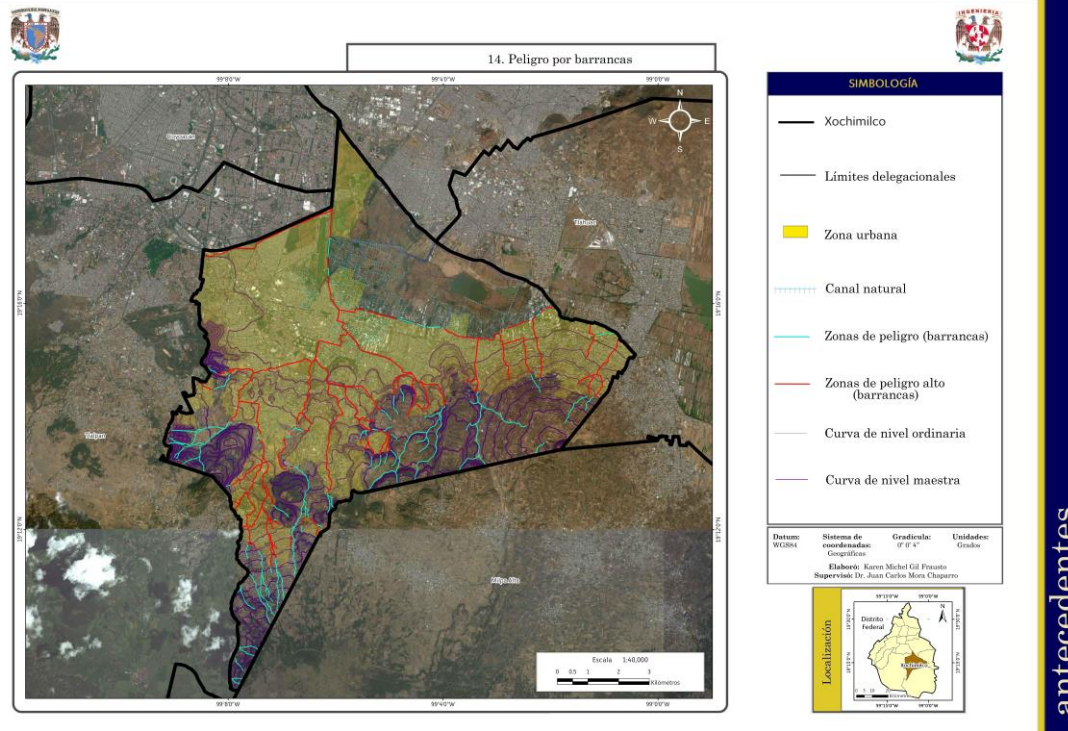
En el Mapa 14 se muestran las corrientes que drenan desde la Sierra del Chichinautzin y de las Cruces, hacia las partes bajas en el Norte. Las líneas rojas representan los cauces cuando cruzan zonas definidas como urbanas por el INEGI.

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

Existen factores que elevan el peligro de los cauces, como son; la deforestación, la obstrucción de los cauces, las construcciones en sus inmediaciones y precipitaciones extraordinarias.

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

# Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

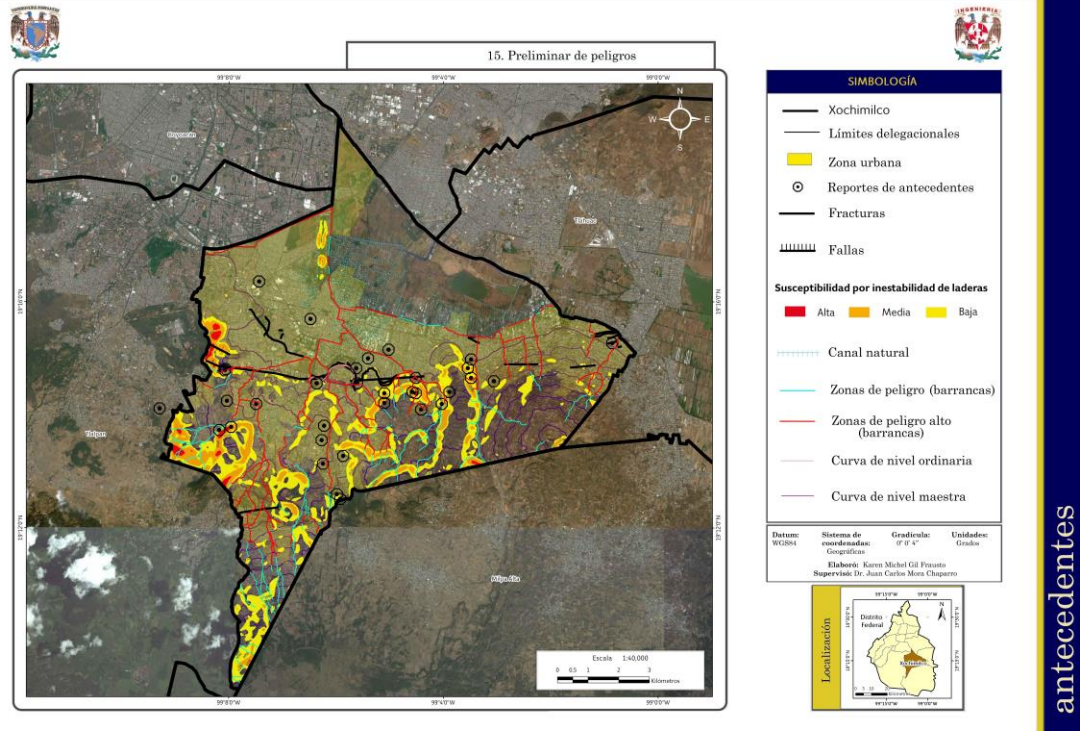


Mapa 14. Peligro por barrancas.

## 4.4 Mapa preliminar de peligros

En el Mapa 15 se pueden observar coincidencias entre los reportes de antecedentes, zonas susceptibles y zonas en peligro por remoción en masa. Este mapa sirve como marco de referencia para identificar áreas en peligro.

# Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.



Mapa 15. Preliminar de Peligros.

## 4.5 Trabajo de campo

En la delegación se realizó la identificación y cartografía de diferentes fenómenos geológicos. Se trazaron 8 polígonos por fenómenos como (Figura 5.2):

- Derrumbe (2).
- Caída de roca (1).
- Caída de roca y derrumbe (1).
- Caída de roca, flujo de lodo y derrumbe (3).
- Derrumbe y flujo de lodo (1).

<b>PELIGRO ALTO</b>	<b>TOTAL DE POLÍGONOS</b>
<b>Derrumbe</b>	2
<b>Caída de roca</b>	2
<b>Caída de roca y derrumbe</b>	1
<b>Caída de roca, flujo de lodo y derrumbe</b>	2
<b>Derrumbe y flujo de lodo</b>	1

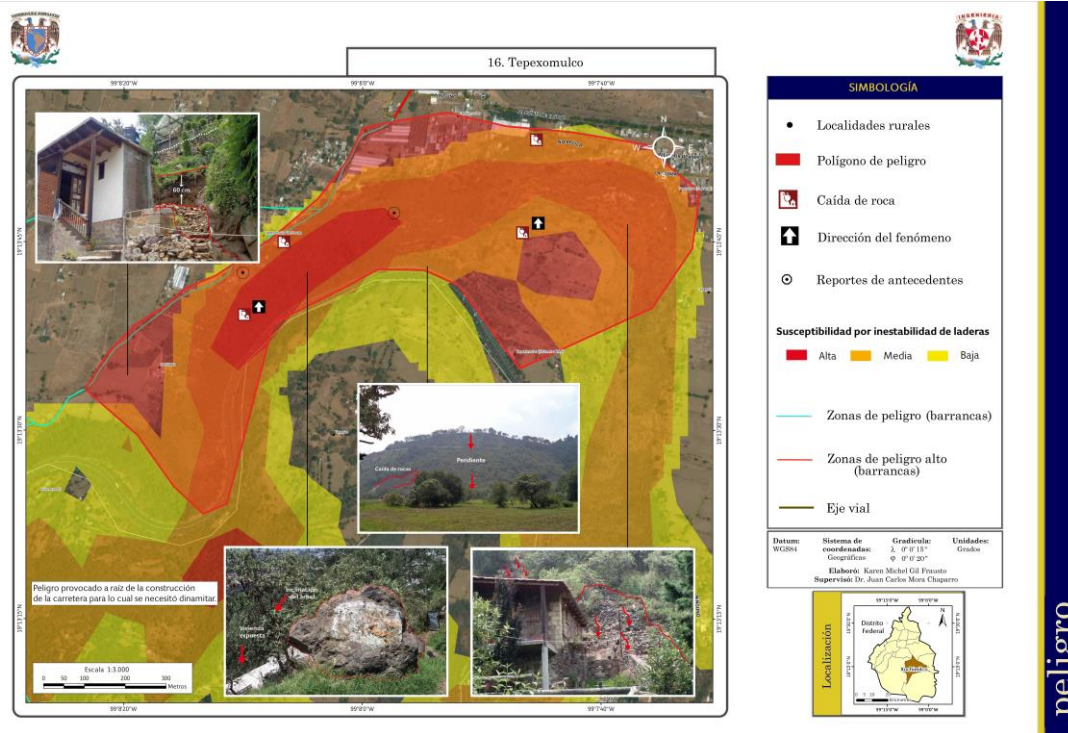
*Tabla 4. Frecuencia de fenómenos en los polígonos de peligro.*

## **4.6 Zonas de peligro**

### **1. Tepexomulco**

En esta zona se identificó peligro alto por caída de roca por lo que se trazó un polígono de peligro que abarca las localidades de Tepexomulco El Alto, Tepexomulco Las Rocas y Tequiticapa, con un área de 576, 222 m<sup>2</sup> y un perímetro de 4, 191 m (Mapa 16. Zona de peligro Tepexomulco. Mapa 16).

# Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.



Mapa 16. Zona de peligro Tepexomulco.

Se encuentra dentro del Cerro Tetequilo, el cual está constituido por roca basáltica maciza de bajo contenido de vesículas. El sedimento es limo-arcilloso con contenido de ceniza. La parte alta del cerro se encuentra cubierta por bosque de encino, mientras que en la parte baja se observa un cambio en el uso de suelo con asentamientos humanos, zonas de cultivo e invernaderos.

En la parte alta se encuentra la carretera México-Cuernavaca (Fotografía 1), que para ser construida fue necesario dinamitar, lo que ocasionó la fragmentación de roca en bloques que van desde 20 cm hasta 1 m de diámetro.

## Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.



*Fotografía 1. Se muestra la caída de roca provocada por la construcción de la carretera México–Cuernavaca. (19.2262° N, 99.1387° W. Calle: Camino a la Cantera).*

Las actividades antrópicas, sumadas a una pendiente de 40° (dirección 310°NW), favorecen la caída de rocas. Es posible apreciar que en zonas donde la vegetación es abundante, el peligro presenta una menor intensidad. Actualmente se han realizado obras de mitigación, como mallas ciclónicas y muros sin mortero. En la parte baja de la pendiente del Cerro Tetequilo se encuentran varias viviendas expuestas a caída de rocas. Ejemplo de ello son las construcciones de la Fotografía 2 y Fotografía 3, en la que se observa que el sistema constructivo es inadecuado para este tipo de terreno.



Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.



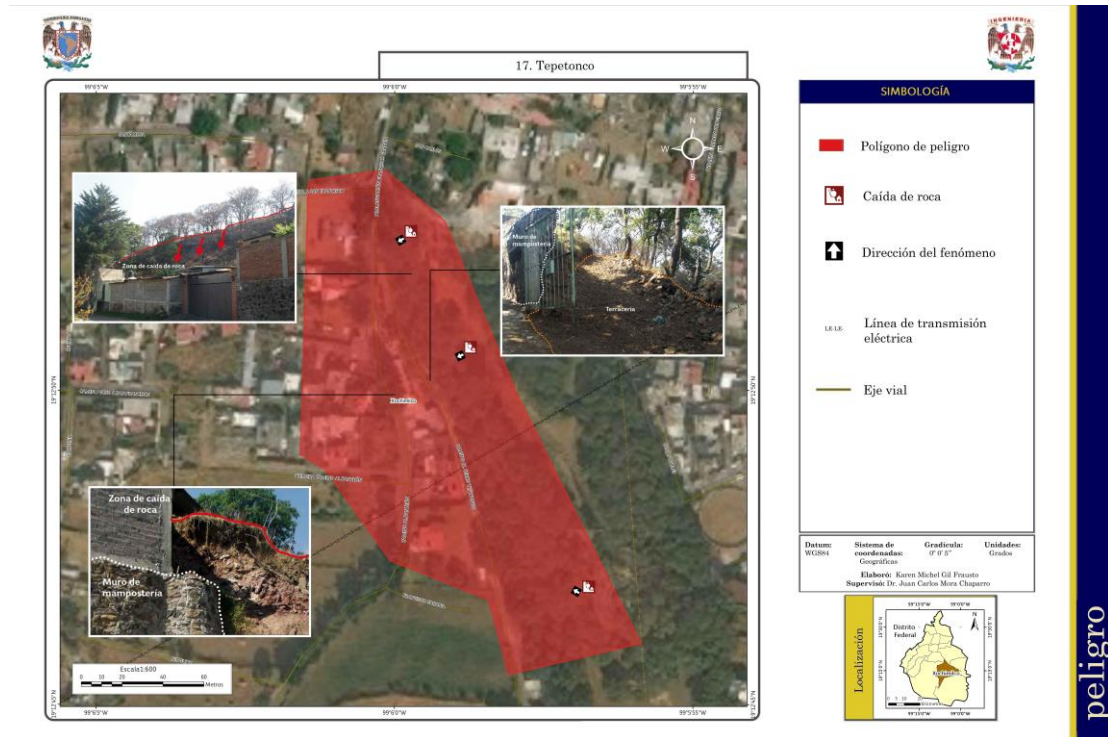
*Fotografía 2. Vivienda expuesta al peligro por caída de rocas. (19.2301° N, 99.1271° W. Calle: Cerro Tetequilo).*



*Fotografía 3. La disminución de cobertura vegetal favorece la caída de rocas. (19.2269° N, 99.1362° W. Calle: Cerro Tetequilo).*

## 2. Tepetonco

En la Calle Camino al Cerro Tepetonco existe un afloramiento de basalto intemperizado. En dicho lugar las casas quedan expuestas al fenómeno de caída de roca, motivo por el cual se delimitó una zona de peligro con área de 21, 031 m<sup>2</sup> y un perímetro de 663 m (Mapa 17).



Mapa 17. Zona de peligro de Tepetonco.

La mayoría de las construcciones se encuentran en la parte baja de una ladera con una pendiente de 62° (200° SE), en la cual la cobertura vegetal se encuentra disminuida, por lo que deja expuesta la roca al intemperismo, propiciando su caída sobre las viviendas (Fotografía 4). En la Fotografía 5 y Fotografía 6 se observan obras de mitigación realizadas por la comunidad, como son: la construcción de un muro de 2.6 m de alto y 40 cm de ancho, así como la implementación de alambre en la zona y bermas, que se empiezan a usar como paso peatonal, intentando detener la caída de roca hacia las viviendas.

Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.



*Fotografía 4. Viviendas expuestas a caída de roca, en el camino al Cerro Tepetonco. (19.2134° N, 99.0999° W. Calle: Camino al Cerro Tepetonco).*



*Fotografía 5. Obras de mitigación que consisten en un muro de mampostería de 40 cm, enmallado y una berma artesanal con el fin de evitar la caída de roca. (19.2142° N, 99.1000° W. Calle: Camino al Panteón).*

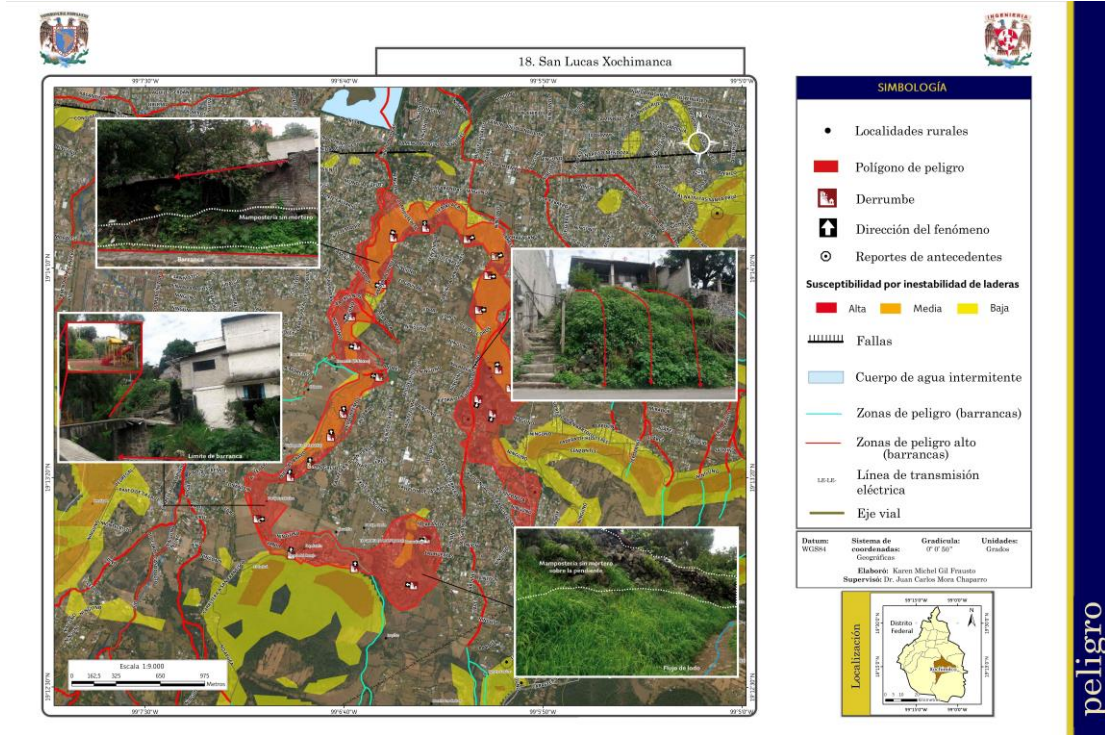


*Fotografía 6. Obra de mitigación precaria. (19.2140° N, 99.0999° W. Calle: Camino al Cerro Tepetonco).*

### 3. San Lucas Xochimanca

En el área de estudio se identificó peligro por caída de roca y derrumbe por lo que se trazó un zona de peligro con un área de 1, 616, 533 m<sup>2</sup> y un perímetro de 18, 177 m (Mapa 18).

# Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.



Mapa 18. Zona de peligro San Lucas Xochimanca.

Las localidades que se encuentran dentro de esta zona son Tésmic, San Andrés Ahuayucan, La Herradura de Huitepec, Taltepetla, Ixcuiculco, Pepelaxtla, Tecuanatla, Tecacalango, Parada del Conejo, San Lorenzo Atemoaya, Santa Inés, Mirador 1ª y 2ª Sección, Quirino Mendoza, San Mateo Xalpa, San Andrés Ahuayucan y La Herradura de Huitepec.

La litología del lugar se compone de basalto y suelos limo arcillosos, las pendientes van de los 35° a los 66° donde la dirección de las pendientes va desde los 200° al SW hasta los 160° al SE.

En esta zona se observa el peligro únicamente en la zona de laderas ya que en la cima son zonas planas donde el relieve no es abrupto.

Las calles en estas localidades se encuentran en pendientes pronunciadas por lo que en temporada de lluvias se tienen escorrentías considerables.

En la Fotografía 7 se observa una construcción ubicada en medio del cauce del Río San Lucas en la que los cimientos se encuentran apilados con mortero, por lo que la vivienda presenta fracturas en sus paredes debido a la inestabilidad de los cimientos. La construcción de la Fotografía 8 se encuentra sobre terreno inestable lo que es evidente en los muros asimétricos.

Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.



Fotografía 7. Vivienda ubicada en Camino Antiguo al Río San Lucas.

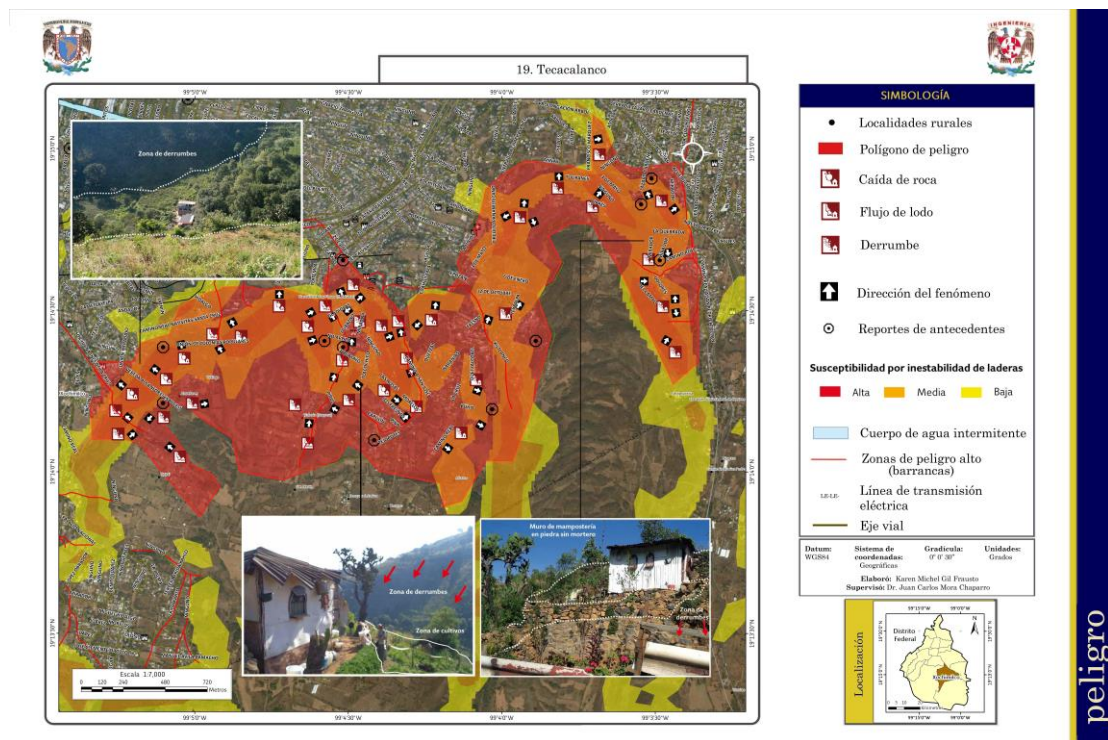


Fotografía 8. Vivienda a pie de ladera construida sobre muro sin mortero (19.2190° N, 99.1057° W. Calle: Jacarandas).

#### 4. Tecacalanco

Esta zona de estudio abarca las localidades de Tecacalanco, 3 de Mayo, Tepeyeca, Tizilingo, Tehuixtitla, San José Obrero, Avenida del Campo, Atlaxco, Tecanco, Tetepili, Ampliación Las Peñitas, Alcanfores, Los Cipreses, Tejomulco El Alto, San Martín Caballero, San Juan Minas, Cuatepec, Las Cruces Tlacocho, Coayuca, Ixotitla y Barrio Cristo Rey.

Los peligros identificados son: caída de roca, derrumbe y flujo de lodo, que abarcan un área de 3, 266, 648 m<sup>2</sup> y el perímetro es de 13, 536 m (Mapa 19).



Mapa 19. Zona de peligro Tecacalanco.

La litología consta de rocas basálticas donde los bloques son de hasta 4 m de diámetro; sin embargo, la localidad Tehuixtitla se encuentra sobre un macizo rocoso con un sistema de fracturas 290° al NW y 110° al SE, con pendientes que van de 40° a 90°.

En la Fotografía 9 se observa una vivienda sobre la ladera afectada por flujo de lodo y que se encuentra cimentada sobre mampostería sin refuerzo.



*Fotografía 9. Vivienda precaria que presenta afectaciones por flujo de lodo en la parte trasera de la misma. (19.2320° N, 99.0690° W. Calle: Sin nombre oficial).*

El peligro por derrumbe y caída de roca en Tecacalanco debido a la pendiente y la heterogeneidad de los materiales, donde se tienen texturas desde finos hasta cantos y bloques, se muestra en la Fotografía 10.

La mancha urbana en Xochimilco sigue en constante expansión como se aprecia en la Fotografía 11 donde se tiene una vivienda en medio del cauce de una barranca.

Aunque la construcción pareciera estar en una zona con poco relieve el verdadero problema radica en la ubicación de la misma pues recibe las escorrentías de las paredes de la barranca siendo afectada por flujos de lodo y caída de roca.



Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.



*Fotografía 10. Peligro por caída de roca en Tecacalanco. (19.2467° N, 99.0663° W. Calle: Circuito Panamericano).*

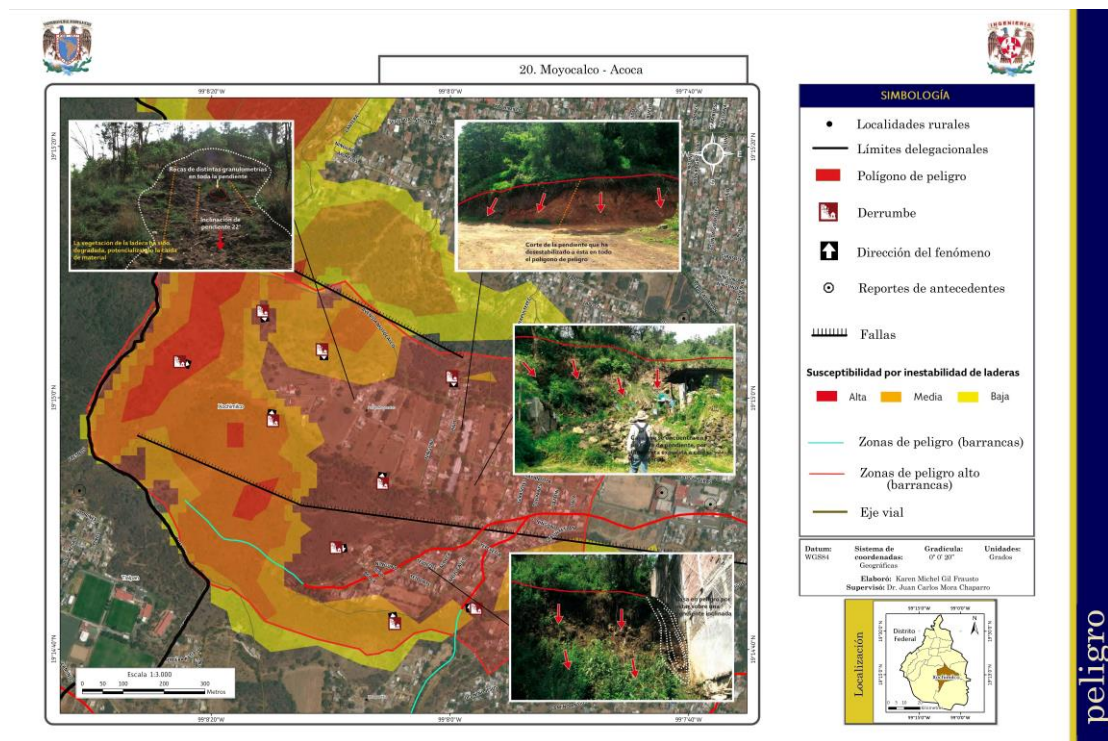


*Fotografía 11. Asentamiento humano dentro de la barranca en Atlaxco, Pueblo Santa Cruz Acalpixca. (19.2345° N, 99.0689° W. Calle: Del Campo).*

## 5. Moyocalco-Acoca

En las faldas del Cerro Xochitepec se trazó una zona de peligro por derrumbe que abarca las localidades de Moyocalco, Hacienda Santiago Texcanocholtitla y Acoca. Comprende un área de 869, 157 m<sup>2</sup> y un perímetro de 3, 910 m (Mapa 20).

Estas localidades se encuentran dentro de dos microcuencas formadas por el límite de un derrame del Cuaternario. La litología del lugar se compone de basaltos. En Cerro Xochitepec se encuentra un flujo de ignimbritas en la ladera Norte. Las pendientes del polígono van desde los 20° hasta los 70°, donde la dirección de la máxima pendiente es de 190° al SE en Moyocalco y de 15° al NE, en Acoca.



Mapa 20. Zona de peligro Moyocalco- Acoca.

Actualmente el Cerro Xochitepec conserva vegetación nativa, por lo que los derrumbes se producen sólo al pie de la ladera, donde las personas realizan construcciones. En la Fotografía 12 se observa un derrumbe al costado de un inmueble establecido sobre una ladera de Acoca.

## Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

En la Fotografía 13 se observa el pie de la ladera en Moyocalco, donde la inclinación de la misma y la ausencia de vegetación favorecen la caída de rocas.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se aprecia un corte para la construcción de un camino en la localidad de Acoca. En el perfil del corte se observa el horizonte A en tonalidades oscuras, y en tonalidades rojizas se observa un paleosuelo, producto de la escoria de la erupción que dio origen al Cerro Xochitepec.



*Fotografía 12. Corte a un costado de una construcción que potencializa el peligro de derrumbe en Acoca. (19.2442° N, 99.1324° W. Calle: Chocolines).*

Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.



*Fotografía 13. Ladera con material poco compactado en Moyocalco. (19.2503° N, 99.1335° W. Calle: Sendero cercano a la Avenida Moyocalco).*



*Fotografía 14. Corte de camino en el que se aprecia parte la estratigrafía del sitio. (19.2460° N; 99.1302° W. Calle: Contlalco).*

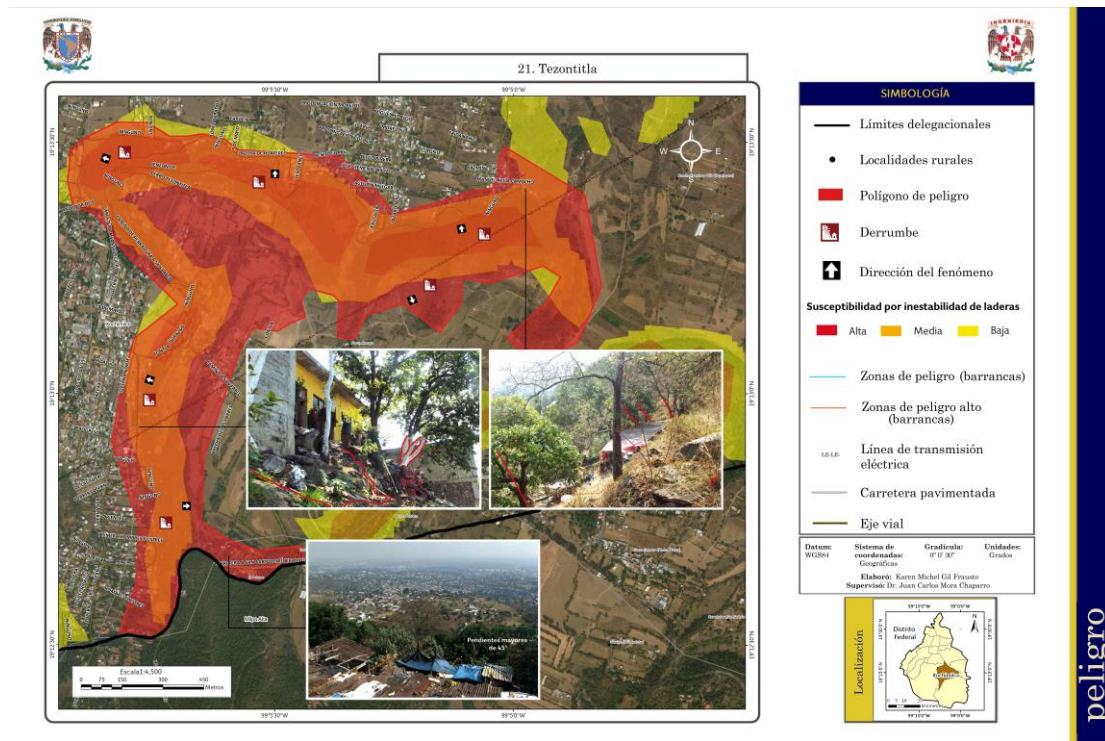
# Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

## 6. Cerro Tezontitla

En el Cerro Tezontitla se identificó el peligro por derrumbe, por lo cual se trazó una zona de peligro que tiene área de 1, 351, 641 m<sup>2</sup> y perímetro de 9, 306 m (Mapa 21).

La litología del lugar comprende bloques de rocas basálticas en un suelo arcillo-limoso deleznable. Dentro del polígono se encuentran las localidades Bosques de la Paz, Tototila Ciprés, Rinconada del Teoca, Ampliación Tochuca, Cerro Tezontitla.

Las condiciones naturales de la zona, la poca compactación del suelo, la inclinación de la ladera (56° en dirección 340° al NW) y la presencia de huecos entre los bloques de basalto ocasionan que el material se diluya con el paso del agua, y propician la inestabilidad de la ladera que se acentúa al realizar cortes para construcciones de viviendas.



Mapa 21. Zona de peligro Tezontitla.

## Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

Existen algunas obras de mitigación, sin embargo se ven rebasadas por la intensidad del derrumbe. Es posible observar la continuidad del fenómeno (Fotografía 15).

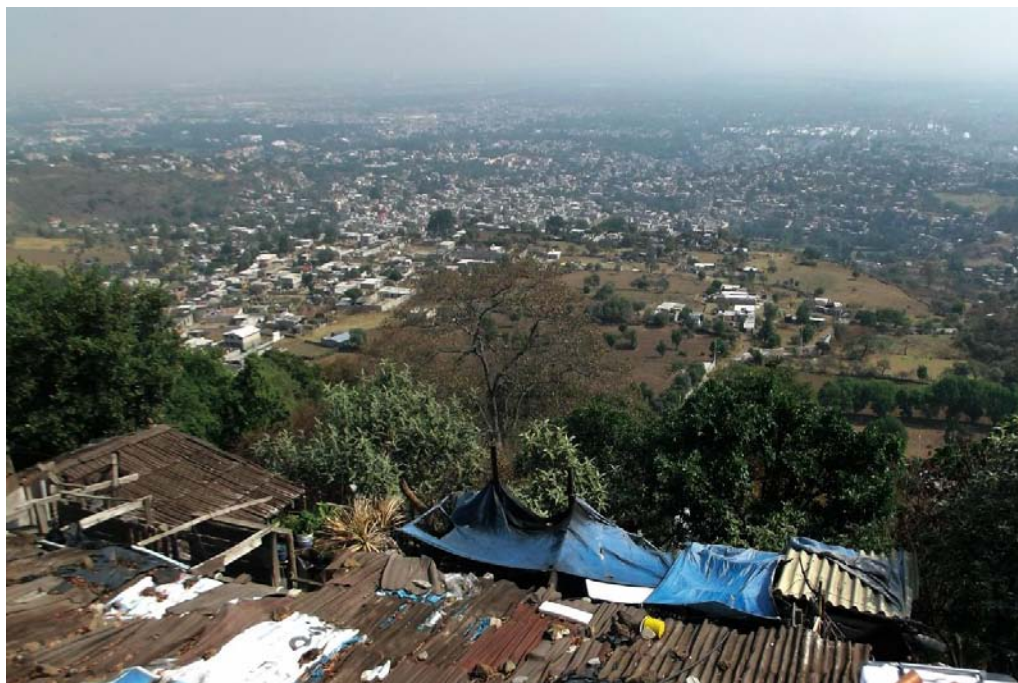
En la Fotografía 16 y Fotografía 17 se observan los diversos materiales utilizados en la construcción de las viviendas en Cerro Tezontitla, los que no proporcionan la suficiente estabilidad a las viviendas.

Se hace hincapié en la inestabilidad del terreno donde se observa la pérdida de material, notándose inclinación de los árboles. Cabe mencionar que en este polígono se tiene un antecedente de desalojo por parte de las autoridades (Julio, 2013).



*Fotografía 15. Construcciones vulnerables ante un derrumbe en el Cerro Tezontitla a pesar de contar con obras de mitigación. (19.2250° N, 99.0947° W. Calle: Camino Real a San Bartolo).*

Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.



*Fotografía 16. Condición precaria de las viviendas en Cerro Tezontitla. (19.2235° N, 99.0939° W. Calle: Cerro Tezontitla).*



*Fotografía 17. Vivienda vulnerable al peligro de derrumbe sobre la ladera del Cerro Tezontitla. (19.2237° N, 99.0937° W. Calle: Cerro Tezontitla).*

# Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

## 7. Xochitenco

En esta localidad se identificó peligro por derrumbe. El suelo está compuesto de materiales limo-arcilloso fácilmente deleznable, siendo un lugar en el cual no son propicios los asentamientos humanos, por lo que se trazó una zona de peligro que tiene un área de 45, 545 m<sup>2</sup> y un perímetro de 1, 023 m (Mapa 22).

El peligro en esta zona se debe principalmente a los cortes realizados en el terreno para la construcción de viviendas o la implementación de caminos, acelerando procesos de remoción en masa (derrumbe). Varias viviendas se encuentran altamente vulnerables ante este peligro, como se observa en la Fotografía 18.

En la localidad, la mayoría de las viviendas se encuentran construidas sobre mampostería sin mortero, lo cual aumenta la exposición de las mismas y de sus habitantes ante un derrumbe (Fotografía 19).



Mapa 22. Zona de peligro Xochitenco.



Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.



*Fotografía 18. Vivienda expuesta al peligro por derrumbe. (19.2373° N, 99.1332° W. Calle: Camino a Piedras Anchas).*

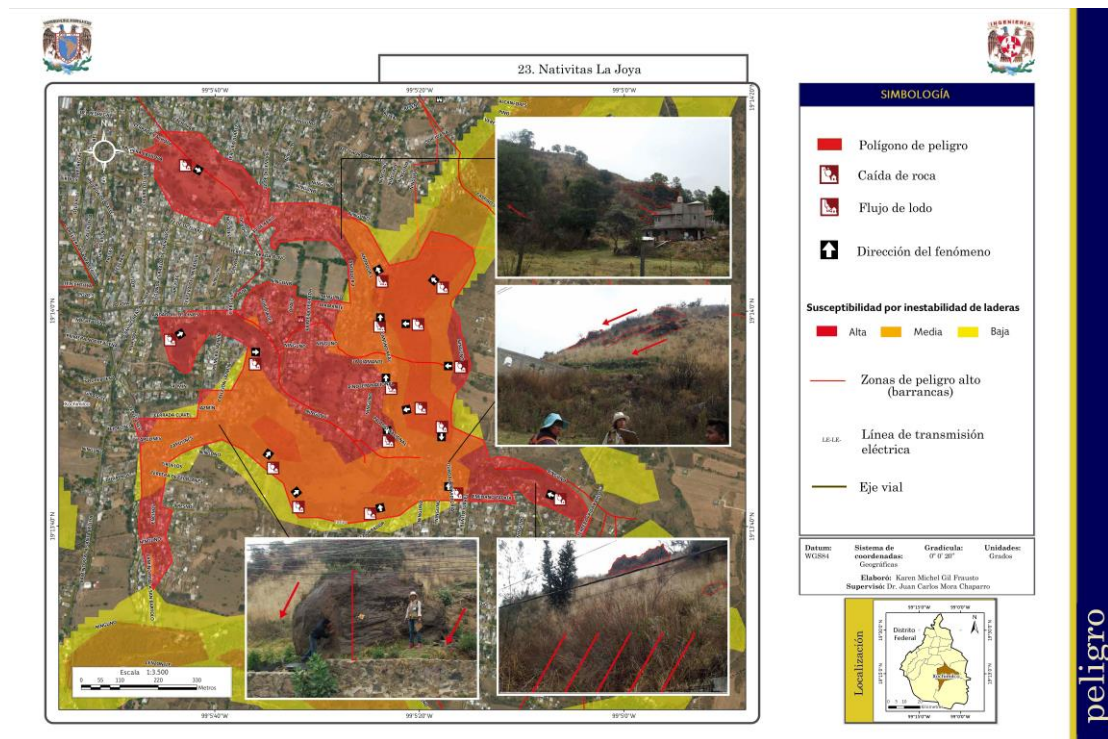


*Fotografía 19. Viviendas con muros de mampostería sin mortero. (19.2388° N, 99.1333° W. Calle: Xochitenco).*

## 8. Nativitas La Joya

En este sitio se identificó peligro por caída de roca y flujo de lodo, por lo cual se traza un polígono de peligro con área de 636, 323 m<sup>2</sup> y un perímetro de 7, 316 m (Mapa 23). Comprende las localidades de La Joya de Vargas, Ampliación La Joya Nativitas y Nativitas La Joya.

Los bloques de basalto que se encuentran en el área llegan a ser de hasta 15.4 m de diámetro. Han llegado a afectar viviendas en la parte Oeste del Cerro Tlacualleli en la Comunidad de Ampliación La Joya Nativitas, donde una roca cayó en la cocina de una vivienda hace 14 años. Las pendientes van de los 47° a los 72° en dirección desde los 315° al NW hasta los 245° al SW.



Mapa 23. Zona de peligro Nativitas La Joya.

## Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

En la Fotografía 20 se observa un conjunto de inmuebles en una zona donde las rocas basálticas están fracturadas a una altura de 20 m con dimensiones de hasta 10 m de diámetro, en la parte posterior de las viviendas. Asimismo, se nota la pendiente pronunciada de la ladera.

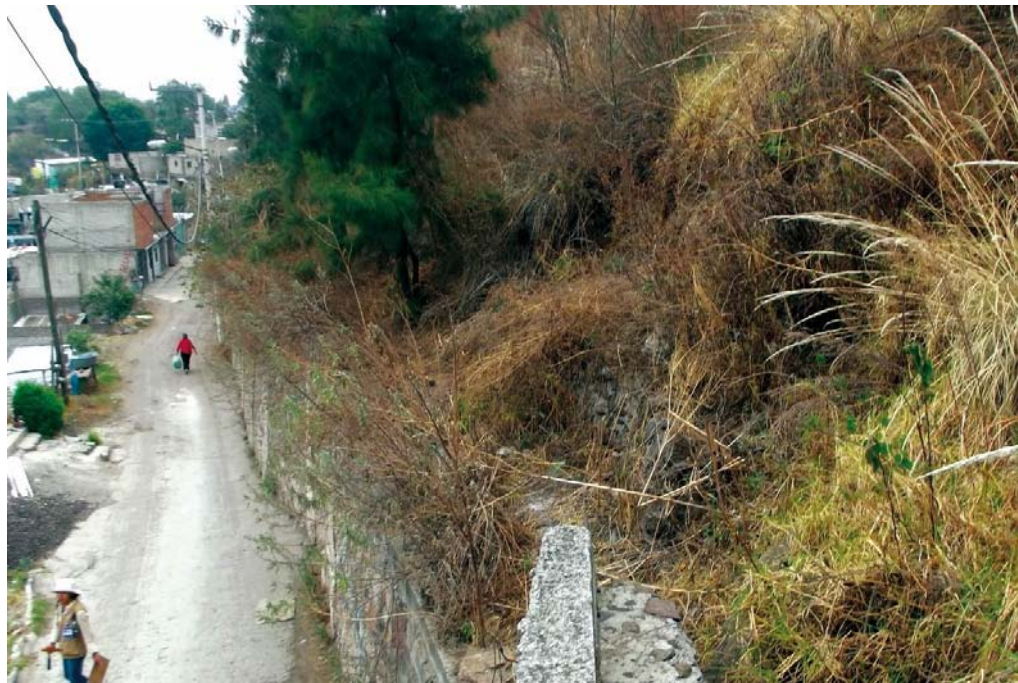
En la Fotografía 21 se observa que el muro de contención ya ha sido sobrepasado por los sedimentos propios del lugar, sirviendo como un plano para la caída de roca.

Posteriormente, en la Fotografía 22 se muestra una zona sobre el muro de contención donde se observa la escasa vegetación, un bloque de 15.2 m de diámetro, así como cables de luz y teléfono cerca del suelo. El muro de contención mide 2.20 m de alto por 30 m de largo y 40 cm de ancho por lo que, si llegase a colapsar, todo el material y las rocas caerían sobre las casas.



*Fotografía 20. Localidad Ampliación Las Peñitas donde se muestra un conjunto de viviendas dentro de la zona de caída de rocas y flujos de lodo. (19.2319° N, 99.0897° W. Calle: Camino Real).*

Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.



*Fotografía 21. Muro de contención que está siendo sobrepasado por el material. (19.2330° N, 99.0899° W. Calle: Camino Real).*



*Fotografía 22. Bloque de basalto de 15 m de diámetro por encima del muro de contención. (19.2329° N, 99.0900° W. Calle: Camino Real).*

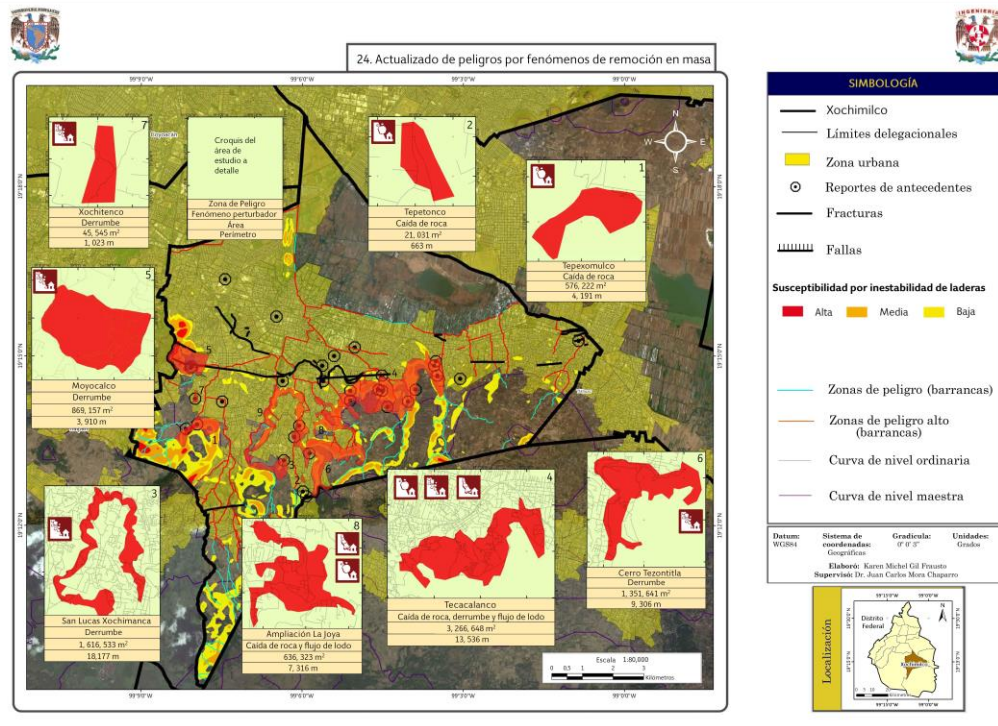
#### 4.7 Mapa actualizado de peligros por fenómenos de remoción en masa.

La cartografía realizada para los mapas de peligros por fenómenos de remoción en masa de la Delegación Xochimilco considera 8 polígonos: Tepexomulco, Tepetonco, San Lucas Xochimanca, Tecacalanco, Moyocalco-Acoca, Cerro Tezontitla, Xochitenco y Nativitas La Joya. En la Figura 5.3 se especifican las dimensiones del polígono, el fenómeno perturbador y la vulnerabilidad expuesta.

DATOS GENERALES			PELIGRO		
No	Polígono	Ubicación	Área	Perímetro	Origen
1	Tepexomulco	Pueblo Santiago Tepalcatlalpan	3, 266, 648 m <sup>2</sup>	1, 365 m	Caída de roca
2	Tepetonco	Pueblo Santa Cecilia Tepetlapa	21, 031 m <sup>2</sup>	663 m	Caída de roca
3	San Lucas Xochimanca	Pueblo San Lucas Xochimanca	1, 616, 533 m <sup>2</sup>	18,177 m	Derrumbe
4	Tecacalanco	Pueblo Santa Cruz Acalpixca	3, 266, 648 m <sup>2</sup>	13, 536 m	Caída de roca, derrumbe y flujo de lodo
5	Moyocalco-Acoca	Paraje Moyocalco, Rinconada de Acoca	869, 157 m <sup>2</sup>	3, 910 m	Derrumbe
6	Cerro Tezontitla	Pueblo Santa Cecilia Tepetlapa	1, 351, 641 m <sup>2</sup>	9, 306 m	Derrumbe
7	Xochitenco	Pueblo Santiago Tepalcatlalpan	45, 545 m <sup>2</sup>	1, 023 m	Derrumbe
8	Nativitas La Joya	Pueblo Santa María Nativitas	636, 323 m <sup>2</sup>	7, 316 m	Caída de roca y flujo de lodo

Tabla 5. General de peligro por fenómenos de remoción en masa.

# Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.



Mapa 24. Actualizado de peligros por fenómenos de remoción en masa.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Debido a que la Delegación Xochimilco se encuentra en una zona de transición, entre las zonas bajas del antiguo sistema de lagos de la Cuenca de México y las elevaciones de la Sierra Chichinautzin, es propensa a sufrir fenómenos de remoción en masa entre los que destacan:

\*Caídas de rocas, donde encontramos desprendimientos de bloques de distintos tamaños siendo la zona más grave Nativitas La Joya dado que se encontraron bloques de hasta 15 m de diámetro esto en la localidad Ampliación Nativitas La Joya; sin embargo, las zonas de Tepexomulco, Tepetonco y Tecacalanco también se encuentran sujetas a este problema ya que además de la inestabilidad propia del terreno (debido a fracturas, intemperismo y cambios en la temperatura de las rocas), el retiro de la cubierta vegetal genera una pérdida de estabilidad de las rocas y favorece su desprendimiento.

\*Derrumbes, los cuales son evidentes a lo largo de los caminos principales de la delegación hacia el Sur. Debido a los delgados espesores de suelo, los materiales de las zonas de San Lucas Xochimanca, Tecacalanco, Moyocalco-Acoca, Tezontitla y Xochitenco son heterogéneos teniendo así zonas de inestabilidad natural donde los principales factores que detonan los derrumbes en la demarcación son de origen antrópico como son la deforestación y cortes en la pendiente, que alteran el grado de reposo de los materiales.

\*Flujos de lodo, este fenómeno se ha podido observar únicamente en las zonas de Tecacalanco y Nativitas La Joya donde se tienen microcuencas cuyas escorrentías se genera un depósito de material fino a grueso que por la pendiente no permite un derrumbe pero sí una acumulación de estos materiales que al cabo de una lluvia extraordinaria resulta en flujos de lodo.

- En primera instancia, la recopilación de la información existente de diversas fuentes sirvieron como antecedentes para realizar el análisis del terreno y preparar estrategias para el recorrido en campo; durante los recorridos en campo así como en gabinete fue útil para la delimitación del peligro por lo que la parte medular de la identificación de los peligros es justamente la información que se genera día a día.

- Los Sistemas de Información Geográfica son una ventaja en el tema de la cartografía digital ya que es un sistema de almacenamiento y visualización de la realidad geográfica que trabaja con información exacta, además permite la posterior incorporación

de información complementaria que enriquece constantemente la base de datos original. El formato digital de los datos permite trabajar con formas compactas que nada tienen que ver con los mapas de papel o las tradicionales tablas de información. Permite no sólo trabajar con grandes volúmenes de datos, sino además almacenarlos y representarlos de manera independiente.

- Es vital realizar la cartografía de peligros por fenómenos de remoción en masa con evidencias de campo dado que la información generada mediante un sistema de información geográfica depende de muchas variables y no puede determinar la intensidad y dimensiones reales del peligro.
- El desarrollo urbano, en conjunto con el entorno geológico, ha favorecido desde hace tiempo problemas que afectan a la población y a las obras civiles. Esta problemática aumentará en caso de que este crecimiento continúe sin una planificación adecuada. La elaboración de un mapa de peligros por fenómenos de remoción en masa, a partir de la identificación y cartografía en campo, es de suma importancia para la elaboración de medidas de mitigación, prevención y elaboración de normas de construcción adecuadas a las características de la zona.
- En el mapa actualizado de peligros se nota que las zonas de peligro coinciden con las áreas marcadas en el mapa de susceptibilidad; sin embargo, no toda la susceptibilidad es peligro por ello es importante hacer las verificaciones en campo pues son distintas las condiciones aunque tengan los mismos componentes.
- Finalmente se concluye que la Delegación Xochimilco es susceptible ante procesos de remoción en masa, por lo que se deben realizar estudios que actualicen el peligro en el que se encuentran sus poblados pues al tener materiales débiles no consolidados y macizos altamente fracturados, ambos de origen volcánico, determinan el grado de resistencia de los materiales que constituyen las laderas.

## ANEXO I. REPORTES DE ANTECEDENTES PROTECCIÓN CIVIL



# Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

ASENTAMIENTOS IRREGULARES CON RIESGO EN ÉPOCA DE LLUVIAS							
SITIO	DIAGNÓSTICO	VIVIENDAS AFECTADAS	TIPO DE VIVIENDA	VULNERABILIDAD	NIVEL DE RIESGO	ACCIONES A REALIZAR	ACTUALIZACIÓN
FRENTE POPULAR FRANCISCO VILLA / STA. CECILIA TEPETLAPA	ASENTAMIENTO O IRREGULAR	12	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIO	ACTUALIZACION DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACION	***
TOTOTILA CIPRÉS / STA. CECILIA TEPETLAPA	ASENTAMIENTO O IRREGULAR	33	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIO	ACTUALIZACION DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACION	POLIGONO: CERRO TEZONTITLA LOCALIDAD: SANTA CECILIA TEPETLAPA TIPO DE PELIGRO: DERRUMBE Y CAÍDA DE ROCA VULNERABILIDAD: 1778 PERSONAS Y 375 LOTES DETALLES: CAPITULO 5.2.2
ZACAPA/ STA. CECILIA TEPETLAPA	ASENTAMIENTO O IRREGULAR	42	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIO	ACTUALIZACION DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACION	**
RINCONADA DEL TEOCA STA. CECILIA TEPETLAPA	ASENTAMIENTO O IRREGULAR	8	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIO	ACTUALIZACION DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACION	POLIGONO: CERRO TEZONTITLA LOCALIDAD: SANTA CECILIA TEPETLAPA TIPO DE PELIGRO: DERRUMBE Y CAÍDA DE ROCA VULNERABILIDAD: DETALLES: CAPITULO 5.2.2
AMPLIACIÓN TOCHUCA / STA. CECILIA TEPETLAPA	ASENTAMIENTO O IRREGULAR	24	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIO	ACTUALIZACION DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACION	POLIGONO: CERRO TEZONTITLA LOCALIDAD: SANTA CECILIA TEPETLAPA TIPO DE PELIGRO: DERRUMBE Y CAÍDA DE ROCA VULNERABILIDAD: DETALLES: CAPITULO 5.2.2
CERRO TEZONTITLA / STA. CECILIA TEPETLAPA	ASENTAMIENTO O IRREGULAR	28	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIO	ACTUALIZACION DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACION	POLIGONO: CERRO TEZONTITLA LOCALIDAD: SANTA CECILIA TEPETLAPA TIPO DE PELIGRO: DERRUMBE Y CAÍDA DE ROCA VULNERABILIDAD: DETALLES: CAPITULO 5.2.2
TEPETONCO / STA. CECILIA TEPETLAPA	ASENTAMIENTO O IRREGULAR	44	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIO	ACTUALIZACION DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACION	POLIGONO: TEPETONCO LOCALIDAD: SANTA CECILIA TEPETLAPA TIPO DE PELIGRO: DERRUMBE Y CAÍDA DE ROCA VULNERABILIDAD: DETALLES: CAPITULO 5.2.2

Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

ZACATEPEC / STA. CECILIA TEPETLAPA	ASENTAMIENTO IRREGULAR	40	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIO	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACIÓN	**
CUARTOSTITLA CITLALCOATL / STA. CECILIA TEPETLAPA	ASENTAMIENTO IRREGULAR	124	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIO	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACIÓN	POLIGONO: CERRO TEZONTITLA LOCALIDAD SANTA CECILIA TEPETLAPA TIPO DE PELIGRO: DERRUMBE Y CAÍDA DE ROCA VULNERABILIDAD: DETALLES: CAPITULO 5.2.2
CALIXPA / STA. CECILIA TEPETLAPA	ASENTAMIENTO IRREGULAR	21	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIO	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACIÓN	POLIGONO: CALIXPA LOCALIDAD SAN ANDRÉS AHUAYUCAN TIPO DE PELIGRO: DERRUMBE VULNERABILIDAD: DETALLES: 5.2.3
CUAMEZOC / STA. MARIA NATIVITAS	ASENTAMIENTO IRREGULAR	113	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIO	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACIÓN	POLIGONO: COLONIA AMPLIACIÓN LA JOYA LOCALIDAD: SANTA MARÍA NATIVITAS TIPO DE PELIGRO: CAÍDA DE ROCA VULNERABILIDAD: DETALLES:5.2.6
HUIZTOCO LA PALMA / STA. MARIA NATIVITAS	ASENTAMIENTO IRREGULAR	25	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIO	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACIÓN	POLIGONO: COLONIA AMPLIACIÓN LA JOYA LOCALIDAD: SANTA MARÍA NATIVITAS TIPO DE PELIGRO: CAÍDA DE ROCA VULNERABILIDAD: DETALLES:5.2.6
ALCANFORES / STA. MARIA NATIVITAS	ASENTAMIENTO IRREGULAR	55	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	INMEDIATO	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACIÓN	POLIGONO: TECACALANCO LOCALIDAD: SANTA MARÍA NATIVITAS TIPO DE PELIGRO: CAÍDA Y DERRUMBE VULNERABILIDAD: 10 301 PERSONAS Y 1932 LOTES DETALLES: 5.2.4
TEJOMULCO EL ALTO / STA. MARIA NATIVITAS	ASENTAMIENTO IRREGULAR	157	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIO	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACIÓN	POLIGONO: TECACALANCO LOCALIDAD: SANTA MARÍA NATIVITAS TIPO DE PELIGRO: CAÍDA Y DERRUMBE VULNERABILIDAD: 10 301 PERSONAS Y 1932 LOTES DETALLES: 5.2.4

## Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

AMPLIACIÓN LAS PEÑITAS / STA. MARIA NATIVITAS	ASENTAMIENTO IRREGULAR	33	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	ALTO	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACIÓN	POLIGONO: TECACALANCO LOCALIDAD: SANTA MARIA NATIVITAS TIPO DE PELIGRO: CAÍDA Y DERRUMBE VULNERABILIDAD: 10 301 PERSONAS Y 1932 LOTES DETALLES: 5.2.4
LADERA DE HUEYTEPEC / STA. MARIA NATIVITAS	ASENTAMIENTO IRREGULAR	21	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	ALTO	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACIÓN	POLIGONO: SAN LUCAS LOCALIDAD: SANTA MANRIA NATIVITAS TIPO DE PELIGRO: CAÍDA Y DERRUMBE VULNERABILIDAD: 7160 PERSONAS Y 1790 LOTES DETALLES: 5.2.7
TLACUEYALI / STA. MARIA NATIVITAS	ASENTAMIENTO IRREGULAR	11	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	INMINENTE	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACIÓN	POLIGONO: TECACALANCO LOCALIDAD: SANTA MARIA NATIVITAS TIPO DE PELIGRO: CAÍDA Y DERRUMBE VULNERABILIDAD: 10 301 PERSONAS Y 1932 LOTES DETALLES: 5.2.4
SAN JOSE OBRERO / STA. CRUZ ACALPIXCA	ASENTAMIENTO IRREGULAR	245	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIO	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACIÓN	POLIGONO: TECACALANCO LOCALIDAD: SANTA MARIA NATIVITAS TIPO DE PELIGRO: CAÍDA Y DERRUMBE VULNERABILIDAD: 10 301 PERSONAS Y 1932 LOTES DETALLES: 5.2.4
LAS CRUCES TLACOCILICO / STA. CRUZ ACALPIXCA	ASENTAMIENTO IRREGULAR	59	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIO	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACIÓN	POLIGONO: TECACALANCO LOCALIDAD: SANTA MARIA NATIVITAS TIPO DE PELIGRO: CAÍDA Y DERRUMBE VULNERABILIDAD: 10 301 PERSONAS Y 1932 LOTES DETALLES: 5.2.4
COAYUCA / STA. CRUZ ACALPIXCA	ASENTAMIENTO IRREGULAR	48	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIO	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACIÓN	POLIGONO: TECACALANCO LOCALIDAD: SANTA MARIA NATIVITAS TIPO DE PELIGRO: CAÍDA Y DERRUMBE VULNERABILIDAD: 10 301 PERSONAS Y 1932 LOTES DETALLES: 5.2.4
TECACALANCO / STA. CRUZ ACALPIXCA	ASENTAMIENTO IRREGULAR	100	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	ALTO	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACIÓN	POLIGONO: TECACALANCO LOCALIDAD: SANTA MARIA NATIVITAS TIPO DE PELIGRO: CAÍDA Y DERRUMBE VULNERABILIDAD: 10 301 PERSONAS Y 1932 LOTES DETALLES: 5.2.4

# Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

ATLAXCO / STA. CRUZ ACALPIXCA	ASENTAMIENTO IRREGULAR	20	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	ALTO	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACION	POLIGONO: TECACALANCO LOCALIDAD: SANTA MARIA NATIVITAS TIPO DE PELIGRO: CAÍDA Y DERRUMBE VULNERABILIDAD: 10 301 PERSONAS Y 1932 LOTES DETALLES: 5.2.4
TEHUXTITLA / STA. CRUZ ACALPIXCA	ASENTAMIENTO IRREGULAR	92	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIO	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACION	POLIGONO: TECACALANCO LOCALIDAD: SANTA MARIA NATIVITAS TIPO DE PELIGRO: CAÍDA Y DERRUMBE VULNERABILIDAD: 10 301 PERSONAS Y 1932 LOTES DETALLES: 5.2.4
CUATEPEC / STA. CRUZ ACALPIXCA	ASENTAMIENTO IRREGULAR	34	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	INMINENTE	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACION	POLIGONO: TECACALANCO LOCALIDAD: SANTA MARIA NATIVITAS TIPO DE PELIGRO: CAÍDA Y DERRUMBE VULNERABILIDAD: 10 301 PERSONAS Y 1932 LOTES DETALLES: 5.2.4
SAN MARTIN CABALLERO / SN. GREGORIO A.	ASENTAMIENTO IRREGULAR	47	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	ALTO	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACION	POLIGONO: TECACALANCO LOCALIDAD: SANTA MARIA NATIVITAS TIPO DE PELIGRO: CAÍDA Y DERRUMBE VULNERABILIDAD: 10 301 PERSONAS Y 1932 LOTES DETALLES: 5.2.4
TEPEYECA / SN. GREGORIO A.	ASENTAMIENTO IRREGULAR	211	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	INMINENTE	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACION	POLIGONO: TECACALANCO LOCALIDAD: SANTA MARIA NATIVITAS TIPO DE PELIGRO: CAÍDA Y DERRUMBE VULNERABILIDAD: 10 301 PERSONAS Y 1932 LOTES DETALLES: 5.2.4
3 DE MAYO / SN. GREGORIO A.	ASENTAMIENTO IRREGULAR	16	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIO	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACION	POLIGONO: TECACALANCO LOCALIDAD: SANTA MARIA NATIVITAS TIPO DE PELIGRO: CAÍDA Y DERRUMBE VULNERABILIDAD: 10 301 PERSONAS Y 1932 LOTES DETALLES: 5.2.4
SAN JUAN DIEGO/ SN. GREGORIO A.	ASENTAMIENTO IRREGULAR	46	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIO	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACION	POLIGONO: TECACALANCO LOCALIDAD: SANTA MARIA NATIVITAS TIPO DE PELIGRO: CAÍDA Y DERRUMBE VULNERABILIDAD: 10 301 PERSONAS Y 1932 LOTES DETALLES: 5.2.4

## Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

EL CORRALÓN / SN. GREGORIO A.	ASENTAMIENTO C IRREGULAR	54	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIC	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACION	POLIGONO: TECACALANCO LOCALIDAD: SANTA MARIA NATIVITAS TIPO DE PELIGRO: CAIDA Y DERRUMBE VULNERABILIDAD: 10 301 PERSONAS Y 1932 LOTES DETALLES: 5.2.4
*SAN ANTONIO PARTE ALTA / SN. LUIS T	ASENTAMIENTO C IRREGULAR	51	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIC	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACION	**
PIEDRA DEL ÁGUILA / SN. ANDRES AHUAYUCAN	ASENTAMIENTO C IRREGULAR	3	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIC	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACION	**
FACHIHUITLA / SN. ANDRES AHUAYUCAN	ASENTAMIENTO C IRREGULAR	21	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIC	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACION	POLIGONO: SAN LUCAS LOCALIDAD: SAN LUCAS XOCHIMANCA TIPO DE PELIGRO: CAIDA Y DERRUMBE VULNERABILIDAD: 7160 PERSONAS Y 1790 LOTES DETALLES: 5.2.7
XALAMPA / SN. ANDRES AHUAYUCAN	ASENTAMIENTO C IRREGULAR	28	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIC	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACION	**
EL CONEJO / SN. MATEO XALPA	ASENTAMIENTO C IRREGULAR	3	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIC	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACION	POLIGONO: SAN LUCAS LOCALIDAD: SAN LUCAS XOCHIMANCA TIPO DE PELIGRO: CAIDA Y DERRUMBE VULNERABILIDAD: 7160 PERSONAS Y 1790 LOTES DETALLES: 5.2.7
TEPELAXTLA / SN. MATEO XALPA	ASENTAMIENTO C IRREGULAR	55	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIC	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACION	***

# Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

TIKITICAPA / SN. MATEO XALPA	ASENTAMIENTO IRREGULAR	91	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIO	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACIÓN	POLIGONO: TEPEXOMULCO LOCALIDAD SANTIAGO TEPALCATLALPAN TIPO DE PELIGRO: CAIDA DE ROCA VULNERABILIDAD: 146 PERSONAS Y 99 LOTES DETALLES: 5.2.1
EL MIREADOR / SN. MATEO XALPA	ASENTAMIENTO IRREGULAR	36	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIO	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACIÓN	POLIGONO: SAN LUCAS LOCALIDAD SANTA MANRÍA NATIVITAS TIPO DE PELIGRO: CAIDA Y DERRUMBE VULNERABILIDAD: 7160 PERSONAS Y 1790 LOTES DETALLES: 5.2.7
LA JOYITA DE TEPECAHUICITLA / SANTIAGO TEPALCATLALPAN	ASENTAMIENTO IRREGULAR	39	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIO	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACIÓN	POLIGONO: SAN LUCAS LOCALIDAD SANTA MANRÍA NATIVITAS TIPO DE PELIGRO: CAIDA Y DERRUMBE VULNERABILIDAD: 7160 PERSONAS Y 1790 LOTES DETALLES: 5.2.7
TEPEXOMULCO LAS ROCAS / SANTIAGO TEPALCATLALPAN	ASENTAMIENTO IRREGULAR	10	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	ALTO	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACIÓN	POLIGONO: TEPEXOMULCO LOCALIDAD SANTIAGO TEPALCATLALPAN TIPO DE PELIGRO: CAIDA DE ROCA VULNERABILIDAD: 146 PERSONAS Y 99 LOTES DETALLES: 5.2.1
XOCHITENCO COCHERAS / SANTIAGO TEPALCATLALPAN	ASENTAMIENTO IRREGULAR	25	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIO	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACIÓN	POLIGONO: XOCHITENCO LOCALIDAD SANTIAGO TEPALCATLALPAN TIPO DE PELIGRO: DERRUMBE VULNERABILIDAD: 31 PERSONAS Y 27 LOTES DETALLES: 5.2.1
MOYOCALCO / SANTIAGO TEPALCATLALPAN	ASENTAMIENTO IRREGULAR	116	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIO	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACIÓN	POLIGONO: MOYOCALCO LOCALIDAD SANTIAGO TEPALCATLALPAN TIPO DE PELIGRO: CAIDA Y DERRUMBE VULNERABILIDAD: 2740 PERSONAS Y 418 LOTES DETALLES: 5.2.5
RINCONADA DE ACCOCA / SANTIAGO TEPALCATLALPAN	ASENTAMIENTO IRREGULAR	33	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIO	ACTUALIZACIÓN DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACIÓN	POLIGONO: MOYOCALCO LOCALIDAD SANTIAGO TEPALCATLALPAN TIPO DE PELIGRO: CAIDA Y DERRUMBE VULNERABILIDAD: 2740 PERSONAS Y 418 LOTES DETALLES: 5.2.5

## Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

TEXOPANTITLA / SANTIAGO TEPALCATLALPAN	ASENTAMIENTO O IRREGULAR	37	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	MEDIO	ACTUALIZACION DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACION	***
TEPEXOMULCO EL ALTO / SANTIAGO TEPALCATLALPAN	ASENTAMIENTO O IRREGULAR	20	PERMANENTE SEMIPERMANENTE TEMPORAL	Física, Estructural, Social y Económica.	ALTO	ACTUALIZACION DEL GRADO DE RIESGO PARA NOTIFICAR LAS VIVIENDAS EN RIESGO QUE REQUIEREN DE REUBICACION	POLIGONO: TEPEXOMULCO LOCALIDAD: SANTIAGO TEPALCATLALPAN TIPO DE PELIGRO: CAIDA DE ROCA VULNERABILIDAD: 146 PERSONAS Y 99 LOTES DETALLES: 5.2.1

## ANEXO II. GLOSARIO DE TÉRMINOS

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

**Aluvi3n.** Material detrítico transportado y depositado transitoria o permanentemente por una corriente. Dicho material puede ser arena, grava, arcilla o limo. Se acumula en los canales de las corrientes, en las planicies inundables y en los deltas. Algunos autores también incluyen bajo este término los materiales que se sedimentan en lagos o estuarios. A menos que se especifique otra cosa, el término aluvi3n se refiere a material no consolidado. Crecida repentina y abundante de agua (4).

**Andosol.** De las palabras japonesas *an*: oscuro; y *do*: tierra. Literalmente, tierra negra. Suelos de origen volcánico, constituidos principalmente de ceniza, la cual contiene alto contenido de alófono, que le confiere ligereza y untuosidad al suelo. Son generalmente de colores oscuros y tienen alta capacidad de retenci3n de humedad. En condiciones naturales presentan vegetaci3n de bosque o selva. Tienen generalmente bajos rendimientos agrícolas debido a que retienen considerablemente el f3sforo y éste no puede ser absorbido por las plantas (5).

**Área Natural Protegida.** Zona del territorio en la que la Naci3n ejerce soberanía y jurisdicci3n, dentro de cuyo perímetro el ambiente original no ha sido significativamente alterado por la actividad del hombre y ha quedado sujeta al régimen de protecci3n que establece la ley (4).

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

**Bloque volcánico.** Fragmento sólido lanzado en una erupci3n explosiva, y con un tamaño que oscila entre 6 centímetros y varios metros de diámetro (3).

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

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

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

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

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

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

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

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

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



## Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Derrumbe.** Fenómeno geológico que consiste en la caída libre y en el rodamiento de materiales en forma abrupta, a partir de cortes verticales o casi verticales de terrenos en

## Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Flujo de lava.** Esguerramiento de roca fundida que fluye desde el cráter de una prominencia volcánica, durante una erupción. En términos generales, el riesgo asociado a los flujos de lava está condicionado por su composición, por las pendientes sobre las cuales se mueve y por la velocidad de su emisión. Las temperaturas de los flujos de lava se encuentran generalmente en el rango de los 900 a los 1100 grados centígrados, y sus velocidades de desplazamiento varían sobre rangos muy amplios. Las velocidades más comúnmente reportadas son del orden de 5 a 1000 metros por hora; pero,

excepcionalmente, se han observado flujos de 30 km/h (Nyirangongo) y de 64 km/h (Mauna Loa). Los alcances máximos reportados son de 11 kilómetros para lava de bloques y de 45 kilómetros para lava del tipo pahoehoe (4).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Luvisol.** Del latín *luvi*, *luo*: lavar. Suelos con acumulación de arcilla en el subsuelo. Son suelos que se encuentran en zonas templadas o tropicales lluviosas. La vegetación es generalmente de bosque o de selva y se caracterizan por tener un enriquecimiento en arcilla en el subsuelo. Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser oscuros (5).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

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

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

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

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

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

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

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

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

**Suelo.** Estructura sólida y porosa, de composición heterogénea, que ocupa la parte más superficial de la litosfera. A su formación contribuyen los mecanismos de disgregación de las rocas (física y química) y la propia actividad de los organismos asentados. Posee un

componente mineral de tamaño de grano y litología variable y una parte de materia orgánica que puede llegar a ser del 100% en las turbas. El suelo no sólo sirve de soporte a los organismos, sino que además contiene el agua y los elementos nutritivos.

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

### **Talud (1)**

1. Pendiente formada por la acumulación de fragmentos de roca al pie de los acantilados o de montañas. Los fragmentos de roca que forman el talud pueden ser escombros, material de deslizamiento o pedazos rotos desprendidos por la acción de las heladas. Sin embargo, el término talud se usa en realidad muy ampliamente para referirse a los escombros de roca en sí.
2. Se conoce con el nombre genérico de talud a cualquier cuerpo de tierra y/o rocas que se encuentran delimitados por una superficie inclinada y forma un ángulo determinado respecto a la horizontal. Los taludes se clasifican en naturales y artificiales.
3. Cuando el talud se produce de manera espontánea, según las leyes de la naturaleza (sin intervención humana), se denomina ladera natural, o simplemente ladera.
4. Cuando el hombre lo realiza se denomina talud artificial, que puede ser de corte o de terraplén, o simplemente talud. Para efectuar algún corte se realiza la excavación en una o más formaciones geológicas; en tanto que los taludes artificiales son los lados inclinados de los terraplenes construidos con materiales seleccionados y compactados mecánicamente.

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

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

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

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



# ÍNDICE DE FIGURAS, FOTOGRAFÍAS, ILUSTRACIONES, MAPAS Y TABLAS

Figura 1. Localización de la Delegación Xochimilco en el Distrito Federal. (Elaborado en ArcGIS 10.1).....	23
Figura 2. Modelo geomorfológico de la delegación Xochimilco. (Generado en ArcScene 10.1) .....	27
Fotografía 1. Se muestra la caída de roca provocada por la construcción de la carretera México–Cuernavaca. (19.2262° N, 99.1387° W. Calle: Camino a la Cantera).....	46
Fotografía 2. Vivienda expuesta al peligro por caída de rocas. (19.2301° N, 99.1271° W. Calle: Cerro Tetequilo). .....	47
Fotografía 3. La disminución de cobertura vegetal favorece la caída de rocas. (19.2269° N, 99.1362° W. Calle: Cerro Tetequilo). .....	47
Fotografía 4. Viviendas expuestas a caída de roca, en el camino al Cerro Tepetonco. (19.2134° N, 99.0999° W. Calle: Camino al Cerro Tepetonco). .....	49
Fotografía 5. Obras de mitigación que consisten en un muro de mampostería de 40 cm, enmallado y una berma artesanal con el fin de evitar la caída de roca. (19.2142° N, 99.1000° W. Calle: Camino al Panteón). .....	49
Fotografía 6. Obra de mitigación precaria. (19.2140° N, 99.0999° W. Calle: Camino al Cerro Tepetonco).....	50
Fotografía 7. Vivienda ubicada en Camino Antiguo al Río San Lucas. ....	52
Fotografía 8. Vivienda a pie de ladera construida sobre muro sin mortero (19.2190° N, 99.1057° W. Calle: Jacarandas). .....	52
Fotografía 9. Vivienda precaria que presenta afectaciones por flujo de lodo en la parte trasera de la misma. (19.2320° N, 99.0690° W. Calle: Sin nombre oficial).....	54
Fotografía 10. Peligro por caída de roca en Tecacalanco. (19.2467° N, 99.0663° W. Calle: Circuito Panamericano).....	55
Fotografía 11. Asentamiento humano dentro de la barranca en Atlaxco, Pueblo Santa Cruz Acalpixca. (19.2345° N, 99.0689° W. Calle: Del Campo).....	55

# Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

Fotografía 12. Corte a un costado de una construcción que potencializa el peligro de derrumbe en Acoca. (19.2442° N, 99.1324° W. Calle: Chocolines).....	57
Fotografía 13. Ladera con material poco compactado en Moyocalco. (19.2503° N, 99.1335° W. Calle: Sendero cercano a la Avenida Moyocalco). ....	58
Fotografía 14. Corte de camino en el que se aprecia parte la estratigrafía del sitio. (19.2460° N; 99.1302° W. Calle: Contlalco).....	58
Fotografía 16. Construcciones vulnerables ante un derrumbe en el Cerro Tezontitla a pesar de contar con obras de mitigación. (19.2250° N, 99.0947° W. Calle: Camino Real a San Bartolo). ....	60
Fotografía 17. Condición precaria de las viviendas en Cerro Tezontitla. (19.2235° N, 99.0939° W. Calle: Cerro Tezontitla).....	61
Fotografía 18. Vivienda vulnerable al peligro de derrumbe sobre la ladera del Cerro Tezontitla. (19.2237° N, 99.0937° W. Calle: Cerro Tezontitla). ....	61
Fotografía 19. Vivienda expuesta al peligro por derrumbe. (19.2373° N, 99.1332° W. Calle: Camino a Piedras Anchas). ....	63
Fotografía 20. Viviendas con muros de mampostería sin mortero. (19.2388° N, 99.1333° W. Calle: Xochitenco).....	63
Fotografía 21. Localidad Ampliación Las Peñitas donde se muestra un conjunto de viviendas dentro de la zona de caída de rocas y flujos de lodo. (19.2319° N, 99.0897° W. Calle: Camino Real).....	65
Fotografía 22. Muro de contención que está siendo sobrepasado por el material. (19.2330° N, 99.0899° W. Calle: Camino Real).....	66
Fotografía 23. Bloque de basalto de 15 m de diámetro por encima del muro de contención. (19.2329° N, 99.0900° W. Calle: Camino Real). ....	66
Ilustración 1. Columna estratigráfica de las zonas volcánicas en la sierra de Chichinautzin y Las Cruces. Interpretada a partir la información de la Carta Geológica Minera Ciudad de México (E14 – 2), escala 1:250,000 editada por el Servicio Geológico Mexicano (SGM, 2002). ....	8
Ilustración 2. Correlación estratigráfica para la Cuenca del Valle de México, recopilando la información de diversos autores. Tomado de Chávez Aguirre (2008). ....	9
Ilustración 3. Sección geológica esquemática de la Cuenca del Valle de México, con las respectivas edades para cada unidad litológica. 1. Oligoceno – Mioceno, 2. Mioceno–	

# Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

Plioceno, 3. Conglomerado Texcoco, 4. Calizas del Cretácico, 5. Latitas, dacitas, andesitas y basaltos, 6. Lavas y flujos piroclásticos, 7. Piroclastos, 8. Sedimentos lacustres y evaporitas, 9. Andesitas y dacitas del volcán Iztaccíhuatl, 10. Calizas cretácicas y 11. Basamento metamórfico. Modificado de Padilla y Sánchez (1989). .....	10
Ilustración 4. Tipos de avalanchas (González de Vallejo et al., 2002). .....	15
Ilustración 5. Tipos de deslizamientos (González de Vallejo et al., 2002). .....	16
Ilustración 6. Tipos de desprendimientos y vuelcos (González de Vallejo et al., 2002). ...	16
Ilustración 7. Tipos de Flujos (González de Vallejo et al., 2002). .....	17
Mapa 1. Fisiografía de la delegación Xochimilco. ....	25
Mapa 2. Geología de la delegación Xochimilco. ....	26
Mapa 3. Topografía de la delegación Xochimilco. ....	28
Mapa 4. Hipsométrico de la delegación Xochimilco. ....	29
Mapa 5. Edafología de la delegación Xochimilco. ....	30
Mapa 6. Hidrología de la delegación Xochimilco. ....	32
Mapa 7. Climas de la delegación Xochimilco. ....	34
Mapa 8. Uso de suelo y vegetación de la delegación Xochimilco. ....	36
Mapa 9. Área Natural Protegida de Xochimilco. ....	37
Mapa 10. Reportes de antecedentes de la delegación Xochimilco. ....	38
Mapa 11. Fallas y fracturas dentro de la delegación Xochimilco. ....	39
Mapa 12. Modelo Digital de Elevación. ....	40
Mapa 13. Susceptibilidad por inestabilidad de laderas. ....	41
Mapa 14. Peligro por barrancas. ....	42
Mapa 15. Preliminar de Peligros. ....	43
Mapa 16. Zona de peligro Tepexomulco. ....	45
Mapa 17. Zona de peligro de Tepetonco. ....	48

# Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

Mapa 18. Zona de peligro San Lucas Xochimanca. ....	51
Mapa 19. Zona de peligro Tecacalanco. ....	53
Mapa 20. Zona de peligro Moyocalco- Acoca. ....	56
Mapa 21. Zona de peligro Tezontitla. ....	59
Mapa 22. Zona de peligro Xochitenco. ....	62
Mapa 23. Zona de peligro Nativitas La Joya. ....	64
Mapa 24. Actualizado de peligros por fenómenos de remoción en masa. ....	68
Tabla 1. Reportes de antecedentes en la Delegación Xochimilco. ....	20
Tabla 2. Registro de los diversos usos de suelo de la delegación Xochimilco. INEGI, 2010. ....	35
Tabla 3. Uso de suelo en proporción del total del suelo en la delegación. (Datos calculados de INEGI, 2010). ....	35
Tabla 4. Frecuencia de fenómenos en los polígonos de peligro. ....	44

## BIBLIOGRAFÍA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial (PAOT). Diciembre 2010. Actualización estadístico espacial como fuente de un ordenamiento territorial en la región de la zona sur de la Ciudad de México, en las delegaciones Cuajimalpa De

## Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

Morelos, Álvaro Obregón, Milpa Alta, Tlalpan y Xochimilco. Delegación Cuauhtémoc, México.

González de Vallejo, L., Ferrer, M., Ortuño, L. y Oteo, C. 2002. Ingeniería Geológica. Prentice Hall Pearson Educación, Madrid.

LEY de Aguas Nacionales. Diario Oficial de los Estados Unidos Mexicanos. 1 de diciembre de 1992.

Varnes, D.J., and IAEG Commission on Landslides and other Mass-Movements. 1984. Landslide hazard zonation: a review of principles and practice. UNESCO Press, Paris, 63 p. K Terzaghi. 1962. Stability of steep slopes on hard unweathered rock. Géotechnique 12:251-270.

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

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

LAS lluvias torrenciales provocan la muerte de 12 personas en el noreste de Turquía. Euronews, 27 de agosto de 2010. En sección: Internacionales. Recurso en línea: <http://es.euronews.com/2010/08/27/las-lluvias-torrenciales-provocan-la-muerte-de-12-personas-en-el-noreste-de-turq/>

MUEREN 28 personas en Uganda al ser sepultadas por deslaves. Excélsior, México, 29 de agosto de 2011. En sección: Global. Recurso en línea: <http://www.excelsior.com.mx/2011/08/29/global/764524>

SISMOS y alud dejan tres muertos en Afganistán. El Universal, México, 12 de junio de 2012. En sección: El Mundo. Recurso en línea: <http://archivo.eluniversal.com.mx/internacional/78203.html>

INUNDACIONES y deslaves en Indonesia dejan al menos 15 muertos. Excélsior, México, 18 de febrero 2013. En sección: Global. Recurso en línea: <http://www.excelsior.com.mx/2013/02/18/884855>

REPORTAN 200 personas sepultadas por alud en la India. El Universal, México, 30 de julio de 2014. En sección: El Mundo. Recurso en línea: <http://archivo.eluniversal.com.mx/el-mundo/2014/reportan-200-personas-sepultadas-por-alud-en-la-india-1026716.html>

## Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

LLUVIAS provocan más deslaves en NL. El Universal, México, 8 de julio de 2010. En sección: El Mundo. Recurso en línea: <http://archivo.eluniversal.com.mx/notas/694226.html>

EL deslave de un cerro en Oaxaca causa la muerte a cuatro personas. CNN México, 10 de septiembre de 2012. En sección: Nacional. Recurso en línea: <http://mexico.cnn.com/nacional/2012/09/10/el-deslave-de-un-cerro-en-oaxaca-causa-la-muerte-a-cuatro-personas>

FUERTES lluvias provocan desgajamiento de cerro en la México-Querétaro. Excélsior, México, 27 de mayo 2013. En sección: Nacional. Recurso en línea: <http://www.excelsior.com.mx/nacional/2013/05/27/901152>

SE desgaja cerro en Cuajimalpa y deja seis heridos. El Economista, México, 13 de julio de 2010. En sección: Distrito Federal. Recurso en línea: <http://eleconomista.com.mx/distrito-federal/2010/07/13/se-desgaja-cerro-cuajimalpa-deja-seis-heridos>

DESALOJAN a 24 familias por deslave en Magdalena Contreras. Excélsior, México, 20 de junio 2012. En sección: Comunidad. Recurso en línea: <http://www.excelsior.com.mx/2012/06/20/comunidad/842409>

PIDE Protección Civil mil mdp para atender zonas de deslaves. El Universal, México, 12 de julio de 2012. En sección: Metrópoli. Recurso en línea: <http://archivo.eluniversal.com.mx/ciudad/112461.html>

EN riesgo, 20 mil personas de M. Contreras por lluvias. El Universal, México, 22 de septiembre de 2013. En sección: Metrópoli. Recurso en línea:

<http://archivo.eluniversal.com.mx/ciudad-metropoli/2013/impreso/en-riesgo-20-mil-personas-de-m-contreras-por-lluvias-118920.html>

DESLAVE de cerro afecta a empresa en Santa Fe. El Universal, México, 14 de mayo de 2014. En sección: Metrópoli. Recurso en línea: <http://www.eluniversaldf.mx/home/nota83020.html>

XOCHIMILCO: desalojan a 2 familias en la zona montañosa, por riesgo de deslave. La Jornada, México, 27 de agosto de 2006. En sección: Capital. Recurso en línea: <http://www.jornada.unam.mx/2006/08/27/index.php?section=capital&article=034n1cap>

NECESARIO rescatar Cerro Tezontitla en Xochimilco. Asamblea Legislativa del Distrito Federal, 21 de noviembre de 2012. En sección: Comunicación Social. Recurso en línea: <http://www.aldf.gob.mx/comsoc-necesario-rescatar-cerro-tezontitla-xochimilco--11649.html>

## Identificación y cartografía del peligro por fenómenos de remoción en masa que afectan los poblados de la delegación Xochimilco.

EN riesgo de deslave 2 mil 168 viviendas en el DF. Excélsior, México, 25 de agosto 2014.  
En sección: Comunidad. Recurso en línea:  
<http://www.excelsior.com.mx/comunidad/2014/08/25/978022>

Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI). 2005. Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la Delegación Xochimilco del Distrito Federal. Recurso en línea:  
[http://www.seduvi.df.gob.mx/portal/docs/programas/PDDU\\_Gacetan/2005/PDDU\\_Xochimilco.pdf](http://www.seduvi.df.gob.mx/portal/docs/programas/PDDU_Gacetan/2005/PDDU_Xochimilco.pdf)

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2007. Plan Delegacional de Desarrollo Sustentable de la Delegación Xochimilco.

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

Oviedo de León, A. 1970. El Conglomerado Texcoco y el posible origen de la Cuenca de México: Revista del Instituto Mexicano del Petróleo, V. 2, p. 5-20.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2004. Guía para la Interpretación de Cartografía Edafología. México. P. 11-22

Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED, 2014). Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Recurso en línea:  
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM09DF/delegaciones/09013a.html>

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2005. Prontuario de información geográfica delegacional de los Estados Unidos Mexicanos, Xochimilco

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2010.

TERRACON Ingeniería. Atlas de Riesgos de la Delegación Xochimilco. Diciembre 2012.

Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo (2014). Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano Subsecretaría de Ordenamiento Territorial. Dirección General de Ordenamiento Territorial y de Atención a Zonas de Riesgo (Glosario). Recurso en línea:  
[http://www.sra.gob.mx/sraweb/datastore/programas/2013/prah/Bases\\_2013.pdf](http://www.sra.gob.mx/sraweb/datastore/programas/2013/prah/Bases_2013.pdf)