



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO
DE MÉXICO**

FACULTAD DE GEOGRAFIA

**ANÁLISIS DEL PELIGRO DE DESLIZAMIENTOS EN EL
MUNICIPIO DE TEMASCALTEPEC, ESTADO DE MÉXICO**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RECURSOS
HÍDRICOS**

P R E S E N T A:

DIEGO ARMANDO SERRANO PIEDRA

ASESOR DE TESIS:

DR. EN C.T. ALEXIS ORDAZ HERNÁNDEZ

REVISORES:

**GEOG. JUAN CARLOS GARATACHÍA RAMÍREZ
DR. EN C.A. YERED GIBRAM CANCHOLA PANTOJA**



20 NOVIEMBRE 2018

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1,2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3,4
JUSTIFICACIÓN TEXTUAL Y CIENTÍFICA.....	5
HIPOTESIS.....	6
OBJETIVOS.....	6
CAPITULO 1: MARCO REFERENCIAL	
1.1 Antecedentes.....	8
1.1.2 Antecedentes de deslizamientos a nivel mundial.....	8,9,10,11
1.1.3 Antecedentes de deslizamientos en México.....	12
1.1.3.1 Caídos en el cerro El Tortuguero, Municipio Macuspana, Tabasco.....	12
1.1.3.2 Deslizamiento en el poblado de Miguel Hidalgo, Zapotitlán de Salinas, Puebla.....	12
1.1.3.3 Flujo de lodo en la Colonia Aurora, Teziutlán, Puebla.....	13
1.1.4 Flujo de lodo en la localidad de Mesón Viejo, municipio de Temascaltepec.....	13,14
1.2 Marco teórico.....	15
1.2.1 Movimientos de ladera.....	15,16,17
1.2.2 Partes de un deslizamiento.....	18,19
1.2.3 Factores característicos para la identificación de movimientos de ladera.....	20,21,22
1.2.4 Factores influyentes en la estabilidad.....	23,24
1.2.4.1 Estratigrafía y litología.....	25
1.2.4.2 Estructura geológica y discontinuidades.....	25
1.2.4.3 Condiciones hidrogeológicas.....	26
1.2.4.4 Tensiones naturales.....	26,27
1.2.4.5 Pendiente y topografía.....	27
1.2.4.6 Clima.....	27
1.2.4.7 Vegetación.....	27,28
1.2.4.8 Agua.....	28
1.2.4.9 Interacción humana con los deslizamientos.....	28,29
1.2.4.10 Tala de árboles.....	29
1.3 Marco jurídico.....	30
CAPITULO 2: MATERIALES Y METODOS	
2.1 Materiales.....	32,33
2.2 Métodos.....	34,35,36
2.2.1 Primera fase: identificación de los escenarios de susceptibilidad.....	36
2.2.1.1 Base de datos local de desastres.....	37
2.2.1.2 Construcción de la base de datos espacial.....	37
2.2.1.3 Pre-procesamiento de los mapas temáticos.....	37
2.2.1.4 Evaluación de la susceptibilidad.....	37
2.2.1.5 Reclasificación del mapa de susceptibilidad.....	38
2.2.2 Segunda fase: cálculo del peligro.....	38
2.2.3 Modelo para la elaboración de mapas de deslizamientos.....	39
CAPITULO 3: RESULTADOS	
3.1 Cartografía de los factores condicionantes.....	41
3.1.1 Geología.....	41,42
3.1.2 Ángulo de pendiente.....	43

3.1.3	Densidad de disección horizontal.....	44
3.1.4	Orientación de pendiente.....	45
3.1.5	Edafología.....	46
3.1.6	Uso de suelo y vegetación.....	47
3.2	Cartografía de los factores desencadenantes.....	48
3.2.1	Máxima intensidad de lluvias.....	48
3.2.2	Sismicidad.....	49
3.3	Análisis de susceptibilidad de deslizamientos.....	50,51
3.4	Análisis del peligro de deslizamientos.....	52
3.4.1	Peligro de deslizamientos por precipitaciones.....	52,53
3.4.2	Peligro de deslizamientos por sismos.....	54
3.5	Interpretación de los resultados.....	55,56,57,58
3.6	Validación.....	59,60
3.7	Técnicas de estabilización para sitios afectados.....	61,62
3.7.1	Descabezamiento y construcción de tacones de tierra o escollera.....	62,63
3.7.2	Bermas.....	63
3.7.3	Bulones o anclajes pasivos y activos.....	64
3.7.4	Muros.....	64,65
3.7.5	Muros de gaviones.....	65,66
3.7.6	Muros de tierra armada.....	66,67
3.7.7	Dren longitudinal.....	67
3.8	Medidas preventivas, de identificación y manejo.....	68,69,70
	CONCLUSIONES.....	71,72,73
	RECOMENDACIONES.....	74
	REFERENCIAS.....	75,76,77
	ANEXO 1 GLOSARIO.....	78,79,80
	ANEXO 2 INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS DEL MUNICIPIO DE TEMASCALTEPEC.....	81-135

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Localización del municipio de Temascaltepec.....	2
Figura 2.	Mapa de topoformas del Estado de México.....	4
CAPITULO 1 MARCO REFERENCIAL		
Figura 1.1	Aludes de lodo y tierra en la vía Toluca-Temascaltepec: 10 muertos.....	14
Figura 1.2.	Partes de un deslizamiento.....	19
Figura 1.3.	Estratos sedimentarios intensamente plegados.....	25
Figura 1.4.	Flujo de agua subterránea.....	26
Figura 1.5.	Deslizamiento en el Barrio La Cruz.....	29
CAPITULO 2 MATERIALES Y METODOS		
Figura 2.1.	Primera fase: Identificación de los escenarios de susceptibilidad.....	36
Figura 2.2	Segunda fase: Calculo del peligro.....	38
Figura 2.3.	Modelo para la elaboración de mapas de deslizamientos.....	39
CAPITULO 3 RESULTADOS		
Figura 3.1.	Mapa geológico del municipio de Temascaltepec.....	42
Figura 3.2.	Mapa de pendientes del municipio de Temascaltepec.....	43
Figura 3.3.	Mapa de densidad de disección del municipio de Temascaltepec.....	44
Figura 3.4.	Direcciones de orientación.....	45
Figura 3.5.	Mapa de Orientación de pendientes del municipio de Temascaltepec.....	45
Figura 3.6.	Mapa edafológico del municipio de Temascaltepec.....	46
Figura 3.7.	Mapa de uso de suelo y vegetación del municipio de Temascaltepec.....	47
Figura 3.8.	Mapa de máxima intensidad de lluvia en el municipio de Temascaltepec.....	48
Figura 3.9.	Mapa de magnitud sísmica del municipio de Temascaltepec.....	49
Figura 3.10.	Mapa de susceptibilidad de deslizamientos del municipio de Temascaltepec.....	51
Figura 3.11.	Mapa de peligro de deslizamientos por lluvias del municipio de Temascaltepec.....	53
Figura 3.12.	Deslizamientos inducidos por sismos.....	54
Figura 3.13	Imagen satelital del flujo de Mesón Viejo.....	56
Figura 3.14	Arboles inclinados por reptación.....	57
Figura 3.15	Puntos de inventario de deslizamiento del municipio de Temascaltepec.....	60
Figura 3.16.	Corrección de un deslizamiento causado por la excavación de una carretera.....	63
Figura 3.17.	Esquema de un talud con bermas.....	63
Figura 3.18.	Esquema de un anclaje.....	64
Figura 3.19.	Tipos de muros: a) sostenimiento b) contención c) revestimiento.....	65
Figura 3.20.	Muro de gavión.....	66
Figura 3.21.	Muro de tierra armada.....	66
Figura 3.22.	Sistemas de drenaje para estabilizar un talud.....	67
Anexo 2.1.	Partes del inventario de deslizamientos.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

CAPITULO 1 MARCO REFERENCIAL

Tabla 1.1.	Acontecimientos importantes de deslizamientos en el mundo 1900-2017.....	9,10,11
Tabla 1.2.	Tipos de movimientos de ladera.....	16,17
Tabla 1.3.	Factores característicos para la identificación de movimientos de ladera.....	20
Tabla 1.4.	Fases del desarrollo de los movimientos de ladera.....	21
Tabla 1.5.	Escala de severidad en función de la velocidad.....	22
Tabla 1.6.	Factores que influyen en la estabilidad de laderas.....	24
Tabla 1.7.	Ley de Protección Civil del Estado de México.....	30

CAPITULO 2 MATERIALES Y METODOS

Tabla 2.1.	Diferentes métodos de investigación para deslizamientos.....	34
Tabla 2.2.	Trabajos investigativos de deslizamientos.....	35

CAPITULO 3 RESULTADOS

Tabla 3.1.	Años de máxima intensidad de lluvias en el municipio de Temascaltepec, 1962-2009...52	
Tabla 3.2.	Medidas estructurales para la prevención de deslizamientos.....	61
Tabla 3.3.	Medidas para reptación y arrastre.....	68
Tabla 3.4.	Medidas para deslizamientos.....	69
Tabla 3.5.	Medidas para caídas, desprendimientos o volcaduras.....	69
Tabla 3.6.	Medidas para flujos.....	69
Tabla 3.7.	Sugerencias de manejo de acuerdo al uso de suelo y los niveles de peligro.....	70

INTRODUCCIÓN

Los fenómenos de remoción en masa son de los procesos geológicos más destructivos ya que dañan a infraestructura existente y a personas causando pérdidas millonarias anualmente y cientos de muertos y heridos, de acuerdo con Ayala-Carcedo (2001) durante el periodo de 1990-1995 los deslizamientos supusieron 7953 víctimas mortales en el mundo en sucesos con al menos 10 muertos; Para el caso de México solo se cuenta con registro de 1980 a 1999 para riesgos geológicos con cifras de 6097 muertos, 4043.7 millones de dólares en daños directos y para daños indirectos 512.4 millones de dólares lo que hace un total de 4560.1 millones de dólares en pérdidas económicas CENAPRED (2006).

En el presente trabajo se lleva a cabo la identificación de posibles procesos de remoción en masa en el municipio de Temascaltepec. El municipio se ha visto afectado por la presencia de este fenómeno, debido a la geomorfología y geología del lugar, así como por la influencia del hombre debido al cambio de uso de suelo por la construcción de vías de comunicación, falta de planes de ordenamiento, tala inmoderada, agricultura, pastoreo, y urbanización.

El municipio de Temascaltepec (Figura 1), se encuentra en la parte suroeste del Estado de México; colinda al norte con los municipios de Valle de Bravo, Amanalco y Zinacantepec; al este con Coatepec Harinas; al sur con Texcaltitlán y Tejupilco; al oeste con el municipio de Zacazonapan; Tiene una superficie de 546.8 kilómetros cuadrados, lo cual representa el 2.44 % de la superficie del Estado de México (INEGI, 2009), cuenta con 64 localidades y tiene una población total de 30 336 habitantes.

A través del trabajo de campo, y del reconocimiento de factores condicionantes y desencadenantes de deslizamientos, se describirá e identificará los tipos de movimientos que han ocurrido en el pasado (inventario). Con la información proveniente del inventario, se pretende conocer en detalle las variables con mayor influencia en los procesos de deslizamientos, los cuales tendrán una expresión cartográfica (geológica, hidrológica, pendientes etc.). Posteriormente y mediante herramientas multicriterio se identificarán las zonas más propensas o expuestas a sufrir algún deslizamiento.

Finalmente se entregará una zonificación de la peligrosidad a los fenómenos de remoción en masa en el municipio de Temascaltepec, así como una serie de propuestas o medidas de identificación y prevención, con el fin de reducir el peligro.



Figura 1. Localización del municipio de Temascaltepec.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los movimientos de remoción en masa se presentan con mayor frecuencia al sur-suroeste del Estado de México, y es la región donde se encuentra el municipio de Temascaltepec, la región está conformada por lomeríos, estratovolcanes y sierra alta con cañadas de material de tipo ígneo y sedimentario, mayoritariamente es una zona montañosa, teniendo superficies cóncavas y convexas, susceptibles a posibles movimientos. Además de que hay presencia de fallas y fracturas, y cuenta con un rango de precipitación de 10 a 98 milímetros máximos en 24 horas, haciendo que esa gran cantidad de agua se infiltre en el suelo llenando los poros o espacios que existen y como consecuencia, el suelo se satura, y aumenta su peso, facilitando que se debilite y se deslice, es así como de esta manera interactúan los factores condicionantes y desencadenantes.

Del mismo modo cuando se presentan sismos fuertes existe el peligro de que alguna ladera que se encuentra debilitada se pueda caer, afectando a la población que vive sobre o en la parte baja de ésta.

El municipio de Temascaltepec ha padecido procesos relacionados con los fenómenos de remoción en masa, que han afectado obras civiles, actividades humanas y sistemas expuestos, los materiales geológicos de los cuales está compuesto el municipio son principalmente de origen ígneo y sedimentario, estos con algún grado de intemperismo contribuyendo así a la inestabilidad de las laderas.

En los últimos años los cambios de uso de suelo debido al mal ordenamiento y gestión del territorio, hacen que se esté ganando terreno para las actividades antrópicas, tanto para infraestructura y agricultura, aunque la mayor parte del municipio sigue siendo forestal; de esta manera la influencia del hombre también es un factor importante en algunos casos al deforestar o al hacer excavaciones cortas mal ejecutados que propician su inestabilidad.

En la (Figura 2) se muestra el mapa de topoformas del Estado de México, donde se identifican 7 diferentes tipos (Cañón, llanura, lomerío, meseta, sierra y valle), por lo que se aprecia en el mapa el municipio de Temascaltepec se encuentra dentro de lomeríos y sierras, representando un problema y peligro debido a la morfometría de la cual está constituido.

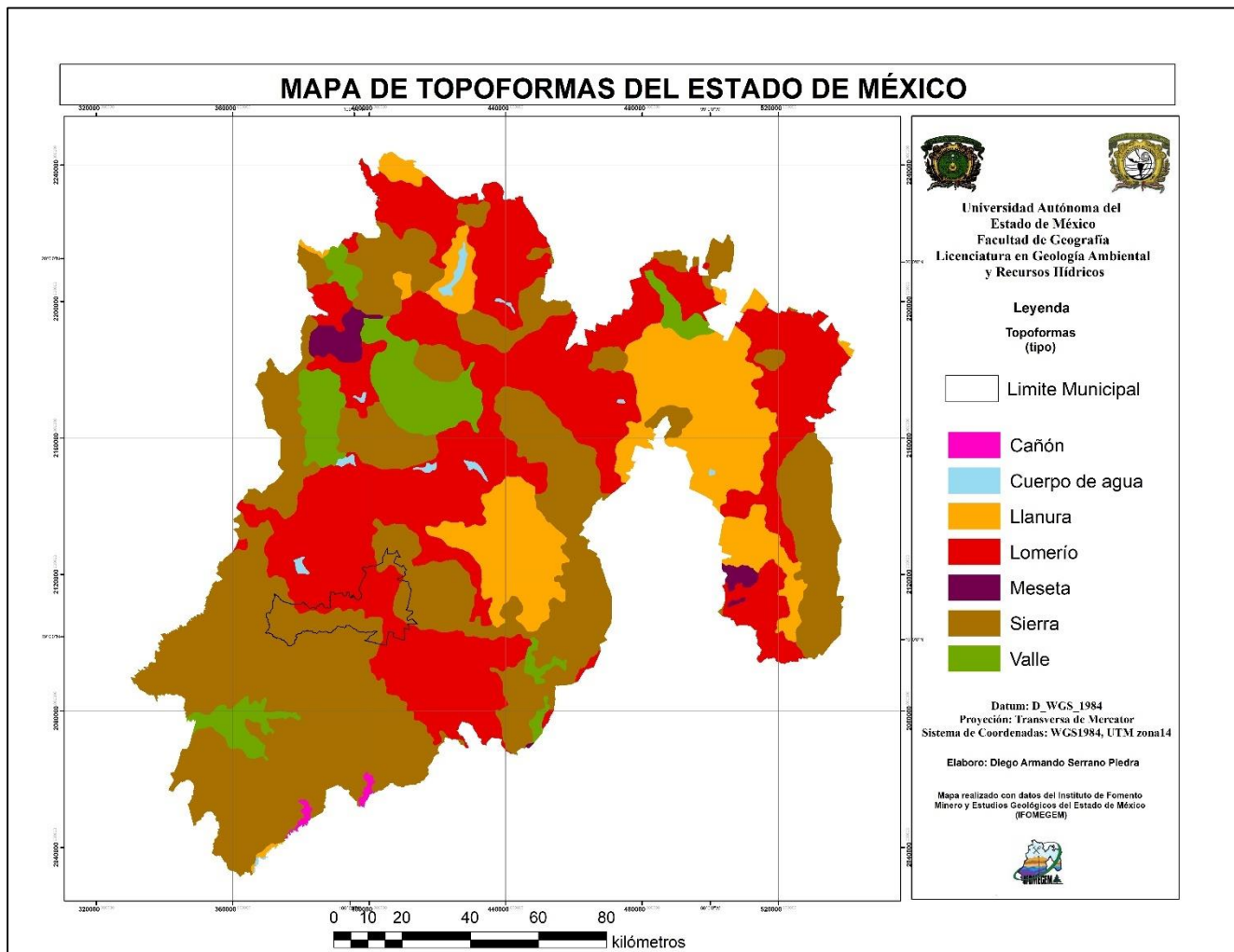


Figura 2. Mapa de topoformas del Estado de México.

JUSTIFICACIÓN TEXTUAL Y CIENTÍFICA

En el Estado de México son recurrentes los movimientos de remoción en masa principalmente en temporada de lluvias, y en combinación con las actividades antrópicas en el entorno natural modificándolo y degradándolo, pues sin duda aumenta aún más la probabilidad de ocurrencia de un movimiento de tierra como el ocurrido en el año 2010 que dejó 10 muertos en la carretera Toluca-Temascaltepec causando enormes daños, pérdidas económicas y humanas

Debido a la geomorfología del municipio de Temascaltepec, el cual se encuentra dentro de la Faja Volcánica Transmexicana y la Sierra Madre del Sur, este es susceptible a fenómenos de remoción en masa, por lo tanto, es común que en el municipio haya zonas de alta pendiente, haciendo que la amenaza sea latente.

La justificación se realizó a través de un listado el cual presenta las ventajas del porque se debe realizar el estudio.

Las ventajas de realizar el estudio son las siguientes:

- Herramienta que ayude a la toma de decisiones.
- Evitar o disminuir el coste de vidas y daños que pueden ocasionar las inestabilidades.
- Poder utilizar datos de manera espacial, permitiendo identificar zonas potencialmente inestables y que requieren de especial atención.
- Con los SIG se facilita la comprensión de fenómenos en el mundo real.
- Que este trabajo pueda ser considerado como una pieza para la elaboración de otros, como por ejemplo el Plan de desarrollo Municipal. de Ordenamiento Territorial, Atlas de Riegos etcétera.

HIPÓTESIS

Los movimientos de remoción en masa en el municipio de Temascaltepec son causados debido a factores condicionantes y desencadenantes en la ladera o talud, es por eso que su descripción y estudio tanto en campo como en gabinete permitirán determinar las zonas con mayor susceptibilidad a deslizamientos, ayudando así a las autoridades en la mejora de decisiones de gestión del riesgo.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar las zonas susceptibles al peligro de deslizamientos en el municipio de Temascaltepec.

Objetivos específicos

- Analizar e identificar los factores que intervienen en los procesos de remoción en masa para conocer cómo actúan y afectan a la estabilidad de las laderas.
- Validar la información disponible mediante visitas de campo y trabajo de gabinete.
- Elaborar un inventario de deslizamientos para el municipio de Temascaltepec, con la finalidad de que se tenga más información.
- Entregar un mapa final de Peligro de deslizamientos de Temascaltepec.
- Realizar la descripción de las categorías de peligro correspondientes al área de estudio

CAPÍTULO 1

MARCO

REFERENCIAL

En este apartado se describen y mencionan diferentes elementos de referencia en los cuales el trabajo tiene sustento y justificación, como son: (antecedentes, tipos de movimientos de ladera, partes de un deslizamiento, factores influyentes en la estabilidad de laderas y marco jurídico), los cuales son parte de la base teórica fundamental y básica para su realización y posterior análisis.

1.1 Antecedentes

Los procesos de remoción en masa se presentan alrededor del globo, por lo tanto, es común que haya estudios acerca de los mismos y con diferentes enfoques relacionados con las características geológicas y geotécnicas, o con el estudio de los factores condicionantes y desencadenantes, para el caso de esta tesis se llevara a cabo el estudio de la peligrosidad, a continuación, se presentan algunos datos de deslizamientos en el planeta y en el municipio, basí como trabajos investigativos acerca de movimientos de remoción en masa y sus métodos.

1.1.2 Antecedentes de deslizamientos a nivel mundial

En el mundo son muchos los países que se han visto afectados por los fenómenos de remoción en masa, debido a factores naturales como las lluvias o los sismos y la intervención del hombre para desencadenarlos, son países como México, China, Estados Unidos, India, Perú, Brasil, Nepal, Colombia, entre muchos otros los que se han enfrentado a situaciones desastrosas (Tabla 1.1) y en varios casos desoladoras debido a las condiciones y al ambiente que dejan tras su paso, obstruyendo carreteras, destruyendo casas, edificios, establecimientos comerciales, suspendiendo o bloqueando servicios básicos para la pronta intervención y en otros casos dejando heridos, desaparecidos y víctimas mortales.

Muchos de los eventos se desencadenaron debido a diferentes factores como:

- Sismos
- Precipitaciones
- Minería
- Ciclones tropicales etcétera.

Es por eso que, si vive en una zona identificada como susceptible esté atento a cualquier evento que pueda presentarse, o en todo caso si la situación lo amerita, desalojar su vivienda

Acontecimientos Importantes de Deslizamientos en el Mundo 1900-2017

Día	Mes	Año	País	Causa Principal	Causas secundarias	Regiones afectadas	Muertos	Heridos	Sin hogar	Población total afectada	Valoración de daños (miles de dólares)
13	12	1916	Unión europea	Deslizamientos	Avalanchas de nieve	Italia y Austria (Alpes y Tirol)	10,000				
23	03	1934	China Rep.P.	Deslizamientos		Cantón	500				
	12	1941	Perú	Deslizamientos	Avalancha y avenida de lodo	Huaraz	5000				
18	09	1948	India	Deslizamientos		Assam	500				
		1949	Unión Europea	Deslizamientos		Khait (Tadzhikistan)	12000				
	01	1951	Europa	Deslizamientos		Suiza, Italia, Austria y Francia.	300				
22	10	1954	Haití	Deslizamientos		Berli	262				
	04	1955	Indonesia	Deslizamientos			405				
29	10	1959	México	Deslizamientos		Minatitlán	5000				
10	01	1962	Perú	Deslizamientos		Desde el monte Huascarán hasta Ranrairca y alrededores	2000				
09	10	1963	Italia	Deslizamientos	Avenidas	Longarone y Belluno (norte de Italia)	1189				200,000
19	03	1967	Brasil	Deslizamientos		Rio de Janeiro, Sao Paulo.	436				
	10	1968	India	Deslizamientos		Bihar y Bengala	1000				

Acontecimientos Importantes de Deslizamientos en el Mundo 1900-2017

	1	1971	Colombia	Deslizamientos			200				
18	03	1971	Perú	Deslizamientos		Chungar	600				
		1972	Estados Unidos	Deslizamientos		Oeste de Virginia	400				
28	06	1973	Colombia	Deslizamientos		Bogotá	200				
20	09	1973	Honduras	Deslizamientos		Cholima	2800				
25	04	1973	Perú	Deslizamientos		Rio Mantaro, Mayunmarca	310		1500	13,500	21,700
28	06	1971	Colombia	Deslizamientos		Quebrada Blanca	300	1700		1000	
04	06	1976	Nepal	Deslizamientos			150				
	03	1979	India	Deslizamientos	Avalancha	Norte India	230			5000	
25	06	1980	India	Deslizamientos			150				
	10	1981	Filipinas	Deslizamientos			200				
07	03	1983	China Rep. P.	Deslizamientos	Caída de rocas		277				
28	07	1983	Colombia	Deslizamientos	Caída de rocas		160				
	03	1983	Perú	Deslizamientos			232				
	04	1985	Perú	Deslizamientos			150		4000	4000	
21	10	1985	Filipinas	Deslizamientos			300				
21	06	1986	Colombia	Deslizamientos			200				
27	09	1987	Colombia	Deslizamientos			640	2436		6436	
	07	1988	India	Deslizamientos	Inundaciones		255				
23	09	1991	China Rep. P.	Deslizamientos			200		500	500	
26	02	1991	Nueva Guinea-Papua	Deslizamientos			200		5000	5000	
13	05	1992	Tajikistan	Deslizamientos			243				24,100
25	07	1992	Vietnam	Deslizamientos	Avalanchas		200		38,000	38,000	

Acontecimientos Importantes de Deslizamientos en el Mundo 1900-2017

09	05	1993	Ecuador	Deslizamientos		Monte "El Terreno"	300	46		46	
29	03	1993	Ecuador	Deslizamientos			200	20		75,020	500,000
27	03	1995	Afganistán	Deslizamientos			354	64	110	174	
12	09	1995	India	Deslizamientos			400	1100000	1100000		
31	05	1996	China Rep. P.	Deslizamientos		Yunnan, Laojinshan	226				
06	06	1996	China Rep. P.	Deslizamientos			266	77		77	
20	02	1997	Perú	Deslizamientos			300			30,000	
17	08	1998	India	Deslizamientos	Inundación		239			20,000	
10	07	2000	Filipinas	Deslizamientos	Varios tifones		287			2800	
10	07	2000	Filipinas	Deslizamientos	Varios tifones		287			2800	
17	02	2006	Filipinas	Deslizamientos	Fuertes lluvias	Isla Leyte	3000				
23	02	2010	Indonesia	Deslizamientos	Fuertes lluvias	Isla de Java	100			170	
29	12	2010	Filipinas	Deslizamientos	Fuerte lluvias		89			53,100	
01	01	2011	Brasil	Deslizamientos	Fuertes lluvias	Rio de Janeiro	902			1307	
10	03	2013	Kenia	Deslizamientos	Fuertes lluvias		91			98,600	
15	06	2013	India	Deslizamientos	Fuertes lluvias		6000				
10	07	2013	China	Deslizamientos	Fuertes lluvias	Sichuan, Shaanxi y Gansu	141			330	
18	05	2015	Antioquia	Deslizamientos	Lluvias	Salgar	92			200	
29	06	2017	China	Deslizamientos	Lluvias	Ximo	140				

Tabla 1.1. Acontecimientos importantes de deslizamientos en el mundo 1900-2017, modificado de Ayala-Carcedo, F. J. (2002)

1.1.3 Antecedentes de deslizamientos en México

A continuación, se mencionan algunos deslizamientos importantes ocurridos en México, los cuales fueron tomados del Fascículo de laderas del CENAPRED (2001), con la finalidad de que se ilustren los diferentes escenarios y eventos posibles, para ser tomados como referencia.

1.1.3.1 Caídos en el cerro El Tortuguero, Municipio Macuspana, Tabasco

En la madrugada del día 3 de junio del año 2000, se presentó un derrumbe súbito de roca en la cantera del cerro El Tortuguero, aunque la porción de la ladera colapsada fue relativamente reducida, este accidente afectó una superficie de siete hectáreas, desafortunadamente los siete habitantes de las viviendas afectadas perdieron la vida; El cerro está por estratos de roca caliza inclinadas en favor de la pendiente y lo que causó el deslizamiento fue que se comenzó la extracción de roca comenzó en la parte inferior del cerro, dejando sin apoyo a las capas de la parte superior.

Adicionalmente las intensas lluvias de los días anteriores, causando el reblandecimiento de las capas delgadas de arcilla y facilitando con ello el desprendimiento de grandes volúmenes de material (CENAPRED, 2001)

1.1.3.2 Deslizamiento en el poblado de Miguel Hidalgo, Zapotitlán de Salinas, Puebla

El poblado de Miguel Hidalgo se encontraba localizado en los depósitos de un antiguo deslizamiento, como consecuencia de un sismo de magnitud 7.0 con epicentro al suroeste de la ciudad de Tehuacán, Puebla en junio de 1999 una masa con una extensión de aproximadamente 1 kilómetro empezó a desestabilizarse, una grieta de 450 metros apareció el 25 de octubre y 24 horas después el ancho de la misma había crecido 4 centímetros. De esta manera se originó un deslizamiento que en una etapa inicial tenía un escarpe de 30 centímetros y posteriormente alcanzó los 100 metros.

El movimiento se inició como un deslizamiento rotacional y posteriormente cambió a uno traslacional, la velocidad del desplazamiento fue en promedio de 5 centímetros en el primer mes, misma que disminuyó gradualmente en los siguientes tres meses que duró el movimiento, afortunadamente no hubo víctimas ya que se evacuó a tiempo. (CENAPRED, 2001).

1.1.3.3 Flujo de lodo en la Colonia Aurora, Teziutlán, Puebla

El 5 de octubre de 1999, en la ladera posterior del cementerio municipal ubicado en la colonia la aurora ocurrió un movimiento de ladera que tuvo consecuencias catastróficas. De acuerdo con observaciones de campo hechas inmediatamente después del suceso la masa fallada tuvo un movimiento rotacional en la parte cercana a la corona y uno traslacional a lo largo del cuerpo principal (Mendoza et al; 2000).

Los muestreos realizados para conocer las propiedades de los materiales mostraron que el suelo de esta ladera tenía un contenido natural ligeramente superior al límite líquido, teniendo por consecuencia una resistencia muy baja, explicando el flujo, el movimiento además se dio debido a la saturación del suelo provocado por las lluvias extraordinarias (CENAPRED, 2001).

1.1.4 Flujo de lodo en la localidad de Mesón Viejo, municipio de Temascaltepec

El 6 de febrero del 2010 ocurrió un flujo de lodo en la comunidad de Mesón Viejo en el municipio de Temascaltepec, tal como se puede ver en la (Figura 1.1) del periódico La Jornada, el flujo se desencadenó debido a la lluvia acumulada de más de 72 horas continuas, dejando un total de 10 personas fallecidas, y cientos de afectaciones a casas, negocios, y pérdidas agrícolas y ganaderas, así como la interrupción del servicio eléctrico y la obstrucción de la carretera por parte del material que bajo.

Debido a la situación se activó el Plan DNIII-E del ejército mexicano en caso de desastres naturales, poniendo a disposición los servicios de rescate y servicios básicos para atender a las personas afectadas.

Lo que se puede observar en cada uno de los incidentes mencionados anteriormente es que hay cierta afinidad y relación, además de que los factores que los desencadenan están descritos en los factores influyentes en la estabilidad de laderas, en este caso los elementos identificados son: (minería, sismos, y lluvias intensas).



Aludes de lodo y tierra en la vía Toluca-Temascaltepec; 10 muertos

ISRAEL DÁVILA, CORRESPONSAL

Periódico La Jornada
Sábado 6 de febrero de 2010, p. 23

Zinacantepec, Méx., 5 de febrero. Al menos 10 personas murieron sepultadas por una serie de aludes de lodo y tierra que cubrieron 50 metros de la carretera Toluca-Temascaltepec y cuatro más se encuentran desaparecidas. Entre los kilómetros 24 y el 34 de esa vía se contabilizaron 19 deslaves que dejaron incomunicadas tres localidades.

En la zona, unas cien personas intentan rescatar más sobrevivientes o muertos, pues se presume que unos ocho automóviles quedaron aplastados o fueron arrastrados por toneladas de tierra y lodo.

Los trabajos avanzan lento pues se determinó no usar maquinaria pesada, por el riesgo de dañar los cuerpos de las víctimas.

La policía de Zinacantepec indicó que el primer derrumbe ocurrió cerca de las 22 horas del jueves en el kilómetro 28; y a las nueve de la mañana de hoy ya sumaban 19. "Llovió durante 72 horas continuas y es lógico que se reblandeciera la tierra", dijo un comandante de la corporación municipal.

La parte más crítica está en el kilómetro 30, cerca de la comunidad Mesón Viejo, donde habitan unas 500 personas. El lodo arrastró tres camionetas hacia el barranco y dos casas precarias ubicadas a la orilla de la ladera. En esas viviendas perecieron ocho de las 10 personas, según informe de las siete de la noche.

"Sólo escuchamos cómo tronó la tierra y de repente un estruendo más fuerte; cuando salimos vimos cómo eran arrastradas las camionetas", dijo un vecino.

El primer cadáver fue localizado a las 10 de la mañana, seis horas después ya eran seis los cuerpos rescatados, tres de hombres y tres de mujeres.

En las tareas de rescate participan elementos de la Agencia de Seguridad Estatal, policías de Zinacantepec y Temascaltepec, personal de la Junta de Caminos y elementos del Ejército Mexicano, que se sumaron a mediodía.

En el poblado de Peñuela, ubicado en el kilómetro 32, reportaron desaparición de cuatro personas. Ahí hubo dos deslaves, informó la policía de Temascaltepec. Otra comunidad incomunicada es San Francisco Oxtotilpan.

La carretera Toluca-Temascalepec fue cerrada a la circulación, así como su ramal a Valle de Bravo. Los automovilistas que pretenden llegar al sur del estado son desviados por el Nevado de Toluca hacia el municipio de Sultepec.

Figura 1.1 Aludes de lodo y tierra en la vía Toluca-Temascaltepec: 10 muertos, La Jornada (2010).

1.2 Marco teórico

En este apartado se llevó a cabo la detección, obtención y consulta de la literatura pertinente para el problema de investigación planteado, así como la extracción y recopilación de la información que sirva de sustento para la investigación.

1.2.1 Movimientos de ladera

Para Cruden (1991) define los movimientos de ladera como “movimiento de una masa de roca, tierra o derrubios hacia debajo de una ladera” ...

Según Keller (2004) los movimientos en masa se refieren a un rápido movimiento ladera debajo de rocas o suelo en forma de una masa más o menos coherente...

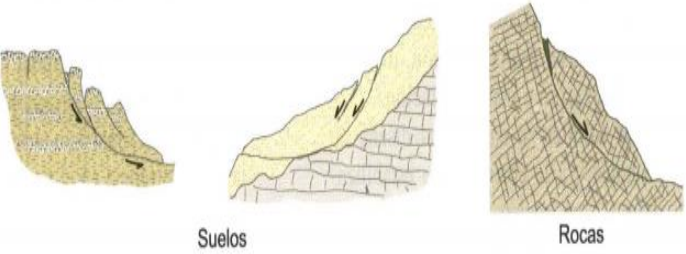
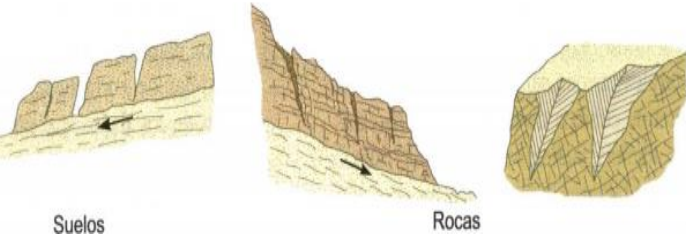
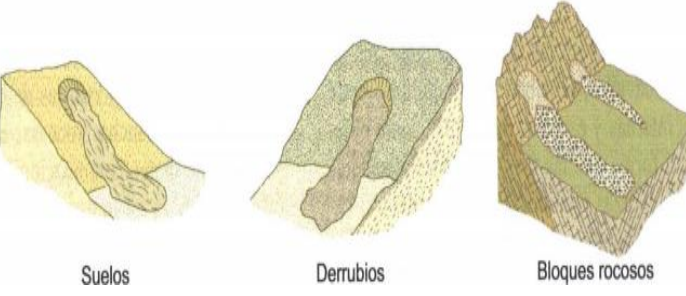
Los procesos geológicos y climáticos que afectan a la superficie terrestre crean el relieve y definen la morfología de las laderas, que van modificándose a lo largo del tiempo, adaptándose a nuevas condiciones geológicas o climáticas, los movimientos de ladera pueden entenderse como reajustes del terreno para conseguir el equilibrio ante un cambio de condiciones.

Entre las áreas más propensas a la inestabilidad, bajo un punto de vista global están las zonas montañosas y escarpadas, zonas de relieve con procesos erosivos y de meteorización intensos, laderas de valles fluviales, zonas con materiales blandos y sueltos, con macizos rocosos arcillosos, esquistosos y alterables, zonas sísmicas, zonas de precipitación elevada etcétera; Las inestabilidades en la ladera, al igual que en taludes excavados se deben al desequilibrio entre las fuerzas internas y externas que actúan sobre el terreno de manera que las fuerzas desestabilizadoras separan a las estabilizadoras.

Los movimientos de ladera, por su gran extensión y frecuencia constituyen un peligro geológico muy importante, que afecta a edificaciones, vías de comunicación, causes, embalses y ocasionalmente a poblaciones. Los deslizamientos son quizás los procesos naturales más previsible y más sensibles a las medidas de corrección y mitigación, incluso

las predicciones de su ocurrencia se pueden llevar a cabo en los casos en que los movimientos estén asociados a factores conocidos como las lluvias intensas.

A continuación, se muestra un amplio resumen de los diferentes movimientos de ladera y sus principales características ver (Tabla 1.2), tomado del libro Ingeniería Geológica (Vallejo, 2002).

Tipos de movimientos de ladera	
<p>Deslizamientos rotacionales:</p> <p>Son más frecuentes en suelos compactados “homogéneos”, la rotura superficial o profunda tiene lugar a favor de superficies curvas o en forma de “cuchara”, una vez iniciada la inestabilidad, la masa empieza a rotar dividiéndose en varios bloques que deslizan entre sí, dando lugar a “escalones”. Varían entre varias decenas y centenares de metros tanto en longitud como en anchura, la parte inferior de la masa deslizada se acumula al pie de la ladera.</p>	 <p>Los diagramas muestran tres ejemplos de deslizamientos rotacionales. El primero, etiquetado como 'Suelos', muestra una masa de suelo que se divide en bloques al deslizarse sobre una superficie curva. El segundo, etiquetado como 'Rocas', muestra un deslizamiento similar en un terreno rocoso. El tercer diagrama, también etiquetado como 'Rocas', muestra un deslizamiento rotacional en un terreno con estratificación de rocas.</p>
<p>Deslizamientos traslacionales:</p> <p>La rotura tiene lugar en superficies planas de debilidad preexistentes (superficie de estratificación, contacto litológico, superficie estructural etc.), no suelen ser muy profundos, aunque sí muy extensos y alcanzar grandes distancias. Las masas que deslizan en ocasiones son bloques rectangulares previamente independizados por discontinuidades o por grietas de tracción.</p>	 <p>Los diagramas muestran tres ejemplos de deslizamientos traslacionales. El primero, etiquetado como 'Suelos', muestra bloques rectangulares que se deslizan sobre una superficie plana. El segundo, etiquetado como 'Rocas', muestra un deslizamiento similar en un terreno rocoso. El tercer diagrama, también etiquetado como 'Rocas', muestra un deslizamiento traslacional en un terreno con estratificación de rocas.</p>
<p>Flujos:</p> <p>Los flujos son movimientos de masas de suelo (flujos de barro o tierra), derrubios (coladas de derrubios) o bloques rocosos (coladas de fragmentos rocosos) con abundante presencia de agua, donde el material está disgregado y se comporta como un “fluido”, el agua es el principal agente desencadenante por la pérdida de resistencia que da lugar en materiales poco cohesivos, afectan a suelos arcillosos susceptibles que sufren una considerable pérdida de resistencia al ser movilizados, pueden tener lugar en laderas de bajas pendientes (coladas de barro o tierra, derrubios, reptación y soliflucción).</p>	 <p>Los diagramas muestran tres ejemplos de flujos. El primero, etiquetado como 'Suelos', muestra un flujo de barro o tierra. El segundo, etiquetado como 'Derrubios', muestra un flujo de fragmentos rocosos. El tercer diagrama, etiquetado como 'Bloques rocosos', muestra un flujo de bloques rocosos.</p>

<p style="text-align: center;">Desprendimientos:</p> <p>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, el principal factor es la erosión al ser procesos repentinos suponen un riesgo importante en vías de comunicación y edificaciones en zonas de montaña.</p>	
<p style="text-align: center;">Vuelcos:</p> <p>De estratos o fragmentos de masas rocosas se pueden incluir dentro de los desprendimientos, se producen cuando los estratos buzan en sentido contrario a la ladera, por estar fracturados en bloques o por rotura de la zona de pie de la ladera, se dan en frentes rocosos con estratos verticalizados.</p>	
<p style="text-align: center;">Avalanchas:</p> <p>Son muy rápidas, con caída de masas de rocas o derrubios que se desprenden de laderas escarpadas y pueden ir acompañadas de hielo y nieve. Las masas rocosas se rompen y pulverizan durante la caída dando lugar a depósitos con una distribución caótica de bloques, con tamaños muy diversos, pueden superar los 100 km/hora incluso si las masas están completamente secas el deshielo, agua y sismicidad juegan un papel importante.</p>	
<p style="text-align: center;">Desplazamientos laterales:</p> <p>Movimiento de bloques rocosos o masas de suelo cementado sobre un material blando y deformable. Los bloques se desplazan muy lentamente a favor de pendientes muy bajas. Los movimientos son debido a la pérdida de resistencia del material subyacente, que fluye o se deforma bajo el peso de los bloques rígidos, también pueden ser provocados por licuefacción del material infrayacente; se dan en laderas suaves y pueden ser muy extensos, las capas superiores se fragmentan generando grietas.</p>	

Tabla 1.2. Tipos de movimientos de ladera, tomado de Vallejo (2002).

1.2.2 Partes de un deslizamiento

En este apartado se especifican las diferentes partes que integran un deslizamiento, así como su ilustración ver (Figura 1.2), lo cual ayuda a una mejor identificación de deslizamientos.

Cabeza.

Parte superior de la masa de material que se mueve. La cabeza del deslizamiento no corresponde necesariamente a la cabeza del talud. Arriba de la cabeza está la corona.

Cima.

El punto más alto de la cabeza, en el contacto entre el material perturbado y el escarpe principal.

Corona.

El material que se encuentra en el sitio, (prácticamente inalterado), adyacente a la parte más alta del escarpe principal, por encima de la cabeza.

Escarpe principal.

Superficie muy inclinada a lo largo de la periferia posterior del área en movimiento, causado por el desplazamiento del material. La continuación de la superficie del escarpe dentro del material conforma la superficie de la falla.

Escarpe secundario.

Superficie muy inclinada producida por el desplazamiento diferencial dentro de la masa que se mueve. En un deslizamiento pueden formarse varios escarpes secundarios.

Superficie de falla.

Área por debajo del movimiento y que delimita el volumen del material desplazado. El suelo por debajo de la superficie de la falla no se mueve, mientras que el que se encuentra por encima de ésta, se desplaza. En algunos movimientos no hay superficie de falla.

Pie de la superficie de falla.

La línea de interceptación (algunas veces tapada) entre la parte inferior de la superficie de rotura y la superficie original del terreno.

Base.

El área cubierta por el material perturbado abajo del pie de la superficie de falla.

Punta o uña.

El punto de la base que se encuentra a más distancia de la cima.

Cuerpo principal del deslizamiento.

El material desplazado que se encuentra por encima de la superficie de falla. Se pueden presentar varios cuerpos en movimiento.

Superficie original del terreno.

La superficie que existía antes de que se presentara el movimiento.

Costado o flanco.

Un lado (perfil lateral) del movimiento. Se debe diferenciar el flanco derecho y el izquierdo.



Figura 1.2. Partes de un deslizamiento, CENAPRED (2016).

1.2.3 Factores característicos para la identificación de movimientos de ladera

En seguida se mencionan algunos factores de identificación de movimientos de ladera ver (Tabla 1.3) que sirvió de gran ayuda para la realización del (Anexo 2).

Tipo de Movimiento	Zona de Cabecera y parte superior de la ladera	Zona baja de la ladera	Geometría
Desprendimiento	Laderas irregulares y rocosas con material suelto o derrubios en la parte superior. Bloques independizados por discontinuidades o fracturas. Grietas tras el talud. Vegetación escasa.	Acumulación de bloques y fragmentos rocosos.	Pendientes elevadas > 50°
Deslizamientos Rotacionales	Grietas de tracción curvas, cóncavas hacia la ladera. Escarpes curvos con estrías que pueden ser verticales en la parte superior. Superficies basculadas con encharcamientos. Contrastes de Vegetación. Malas condiciones de drenaje y encharcamiento en depresiones.	Depósitos convexos, lobulados. Desvío de cauces.	Pendientes entre 20°-40°
Deslizamientos traslacionales en rocas o suelos	Grietas de tracción verticales paralelas al talud. Escarpes verticales poco profundos. Material en bloques, con grietas entre ellos. Sin encharcamiento en cabecera. Drenaje desordenado o ausencia del mismo.	Desvío de cauces. En ocasiones acumulaciones de material con forma de lóbulos.	Pendientes uniformes
Desplazamientos laterales	Bloques desplazados y basculados en varias direcciones, con formas irregulares. Grandes grietas separando los bloques. Sistemas de drenaje interrumpidos, obstrucciones en cauces, valles asimétricos.		Pendientes suaves incluso <10°
Flujos de barro	Nichos cóncavos poco profundos. Pocas grietas. Contrastes en la vegetación con las zonas estables. Encharcamientos. Sin irregularidades importantes en el drenaje.	Lóbulos. Morfología irregular ondulada.	Pendientes 15°-25°
Flujos de tierra y derrubios	Concavidades y lóbulos en el área fuente. Varios escarpes. Depósitos con forma de corriente en valles. Ausencia de vegetación. Drenaje irregular y perturbado en la masa deslizada	Lóbulos, depósitos convexos. Morfología irregular.	Pendientes >25°

Tabla 1.3. Factores característicos para la identificación de movimientos de ladera, tomado de Vallejo (2002).

En la (Tabla 1.4) se describen las diferentes fases de desarrollo de un deslizamiento, esto para saber el estado de actividad en el que se encuentra y conocer la capacidad de rapidez en la que se encuentra y así poder tomar medidas en consideración con cada fase identificada.

Fases del desarrollo de los movimientos de ladera			
Fase	Desarrollo del movimiento	Actividad	Daños producidos y potenciales
Preparatoria o incipiente	Poco apreciable: cambios en manantiales, abombamientos locales, grietas dispersas, grietas de tracción en cabecera. Puede durar mucho tiempo.	Activo, velocidad variable, intermitente a permanente. Puede permanecer inactivo largo tiempo hasta nueva activación.	Distribución lineal de daños a estructuradas situadas sobre trazas de grietas o abombamientos. Potencial muy alto: según magnitud de la masa a movilizar y la trayectoria.
Inicio	Apreciable: abombamientos; ruidos discontinuos, cambios topográficos, grietas de tracción en cabecera, trazas de escarpes; hundimientos, cabeceos suaves. Duración, progresión y continuidad.	Activo, velocidad variable, intermitente a permanente. Puede permanecer inactivo largo tiempo hasta nueva activación.	Distribución de áreas de daños en la masa que se sitúa alrededor de las grietas y abombamientos, incluyendo el frente. Potencial alto: según magnitud de la masa a movilizar y la extensión de la trayectoria.
Desarrollo	Despliegue del escarpe, delimitación de la masa que desborda la base del plano de rotura, hundimientos, levantamiento en el frente. Avance de la masa ladera abajo. Puede detenerse en cualquier momento. Duración variable	Activo, velocidad variable, intermitente a permanente. Puede permanecer inactivo largo tiempo hasta nueva activación.	Se extiende a toda la masa movilizada y a las zonas situadas bajo el frente y en la trayectoria que la masa ha recorrido. Potencial medio: la trayectoria restante y la zona de remonte posible.
Avanzado	Desarrollo del escarpe principal y menores. Acumulación de la masa en la base de la ladera. Despliegue de bloques menores. Remonte del escarpe ladera arriba.	Activo, velocidad variable, intermitente a permanente. Puede permanecer inactivo largo tiempo hasta nueva activación.	Se extiende aún más según progresa la deformación de la masa y zona de desplazamiento se amplía la zona de ruptura ladera arriba. Potencial bajo: la mayor parte de los daños se han producido.

Tabla 1.4. Fases del desarrollo de los movimientos de ladera, Chacón et. al., (1996).

La (Tabla 1.5) que se presenta a continuación es una escala de severidad en función de la velocidad, donde se especifican los daños que se van presentando según el nivel de rapidez presentado en el deslizamiento identificado.

Limites		
5 m/s	Extremadamente rápida	Catástrofe de violencia mayor, edificaciones expuestas totalmente destruidas, población muerta por el impacto o el material desplazado o por disgregación de la masa desplazada.
3 m/min	Muy rápida	Algunas vidas perdidas porque la velocidad es demasiado grande para permitir el escape; destrucción mayor.
1,8 m/h	Rápida	Escape y evacuación posible, estructura, posesiones y equipo destruidos.
13 m/mes	Moderada	Estructuras invulnerables pueden ser mantenidas si están localizadas a corta distancia del pie del movimiento, daño extenso en las situaciones sobre el movimiento.
1,6 m/año	Lenta	Carreteras y estructuras invulnerables pueden ser mantenidas con trabajos fuertes e intensos si el movimiento no dura demasiado y si los movimientos diferenciales en los márgenes del movimiento se distribuyen en una zona amplia.
0,16 m/año	Muy lenta	Algunas estructuras permanentes no sufren daño, o si lo sufren, pueden ser reparadas.
	Extremadamente lenta	Sin daños a estructuras construidas con cuidado.

Tabla 1.5. Escala de severidad en función de la velocidad, Fuente: Working Party/World Landslide Inventory, (1995).

1.2.4 Factores influyentes en la estabilidad

La estabilidad de un talud está determinada por factores geométricos (altura e inclinación), factores geológicos (condicionan la presencia de planos y zonas de debilidad), factores hidrogeológicos (presencia de agua) y factores geotécnicos relacionado con el comportamiento mecánico del terreno (resistencia y deformabilidad).

La combinación de los factores citados puede determinar la condición de rotura a lo largo de una o varias superficies, y que sea cinemáticamente posible el movimiento de un cierto volumen de masa de suelo o roca. La posibilidad de rotura y los mecanismos y modelos de inestabilidad de los taludes están controlados principalmente por factores geológicos y geométricos.

Los factores geológicos, hidrometeorológicos y geotécnicos se consideran factores condicionantes, y son característicos de los materiales naturales, en el caso de macizos rocosos competentes el principal factor condicionante es la estructura geológica: la disposición y frecuencia de las superficies de discontinuidad y el grado de fracturación; en materiales blandos, la litología y el grado de alteración juegan también un papel predominante.

Junto a los factores condicionantes “pasivos”, de la estabilidad de los taludes, los factores desencadenantes o “activos” provocan la rotura una vez que se cumplen una serie de condiciones. Estos últimos son factores externos que actúan sobre los suelos o macizos rocosos, modificando sus características y propiedades y las condiciones de equilibrio del talud.

Posteriormente, en la (Tabla 1.6) se describen cada uno de los factores condicionantes y desencadenantes, los primeros están intrínsecamente relacionados con las características de la ladera y los segundos con factores externos, que son principalmente los que inducen la inestabilidad.

Factor	Descripción	Características
Condicionantes (dependen de las características de la ladera)	Morfología y Topografía	El relieve influye en la estabilidad, a mayor pendiente y altura aumenta el efecto gravitacional.
	Geología y características de los suelos superficiales	El tipo de roca, grado de alteración y meteorización, presencia de discontinuidades (grietas, fracturas, fallas) planos de estratificación, porosidad, permeabilidad, propiedades físicas y mecánicas (resistencia y deformación), y estado de esfuerzos.
	Condiciones hidrogeológicas	El agua en el interior del terreno disminuye la resistencia cortante al aumentar la presión intersticial, además incrementa el peso volumétrico del terreno con el consiguiente aumento en los esfuerzos actuantes
	Vegetación	Las raíces fijan los suelos superficiales a los estratos de roca más resistentes ubicados a mayor profundidad, absorben el agua contenida en el suelo y atenúan la erosión superficial al mitigar el impacto de las gotas de lluvia y reducir la velocidad de escurrimiento.
Desencadenantes (factores externos responsables de la inestabilidad)	Lluvias	Su efecto depende de la intensidad, duración y distribución de la lluvia; puede ocasionar disolución de cementantes y rotura de capilaridad, además influye directamente en factores condicionantes como la meteorización y el nivel de agua subterránea.
	Terremotos	Las vibraciones sísmicas originan fluctuaciones en el estado de esfuerzos en el interior del terreno y pueden originar todo tipo de movimientos (caídos, deslizamientos, flujos, avalanchas, etcétera), dependiendo además de la magnitud del sismo y la distancia al epicentro.
	Vulcanismo	Las erupciones volcánicas pueden originar deslizamientos o avalanchas de derrubios de gran magnitud y velocidad en las laderas de los conos volcánicos; además que el deshielo de las partes altas puede originar flujos rápidos.
	Congelación y deshielo	Factores climáticos que afectan principalmente a regiones frías; este fenómeno produce expansiones, contracciones e infiltración de agua en fisuras y grietas.
	Erosión y socavación	Incluye la acción erosiva de ríos y oleaje, produciendo los siguientes efectos: - Socavación del material en el pie de la ladera que modifica el estado tensional y aumenta las fuerzas cortantes actuantes. - El deslizamiento puede embalsar un río y después romper súbitamente.
	Actividad humana	Influye en la estabilidad al cambiar la geometría de la ladera por excavaciones, construcción de caminos y presas, sobrecargas debido a estructuras, terraplenes o rellenos, voladuras, etc.; además, estas obras en general cambian las condiciones hidrogeológicas al alterar el drenaje superficial afectando el nivel freático y el flujo natural de escurrimiento. También se incluye la deforestación como una de las actividades humanas que más influencia negativa tiene en la estabilidad de una ladera.

Tabla 1.6. Factores que influyen en la estabilidad de laderas, Elementos 84, (2011).

1.2.4.1 Estratigrafía y litología

El material que forma una ladera o talud está íntimamente relacionada con el tipo de inestabilidad que puede sufrir, presentando diferentes litologías distinto grado de susceptibilidad potencial ante la ocurrencia de deslizamientos o roturas, debido a (composición mineral, grado de cementación o consolidación, presencia de zonas de debilidad, etc.) como se puede ver en la (Figura 1.3) las zonas débiles pueden ser especialmente peligrosas. En los suelos las diferencias en el grado de compactación, cementación o granulometría predisponen zonas de debilidad y de circulación de agua que pueden generar inestabilidades.



Figura 1.3. Estratos sedimentarios intensamente plegados, tomado de <http://cienciasdelatierra2010.blogspot.com>

1.2.4.2 Estructura geológica y discontinuidades

La estructura geológica juega un papel definitivo en las condiciones de estabilidad de los taludes en macizos rocosos. La combinación de los elementos estructurales con los parámetros geométricos del talud, altura e inclinación, y su orientación define los problemas de estabilidad que se pueden presentar.

La presencia de planos de debilidad como (diaclasas, fallas, planos de foliación, planos de estratificación en rocas sedimentarias, capas aisladas de arcilla y planos de foliación en rocas metamórficas, etc.) Un aspecto importante es la relación entre las dimensiones del frente del talud y la red de discontinuidades, en función de esta relación el comportamiento del talud quedara definido por una o unas pocas macrodiscontinuidades o bien por varios sistemas de juntas y otros planos de debilidad con un entramado denso, condicionando el tipo y el volumen de las inestabilidades (para que pueda comprender mejor los términos; diríjase al (Anexo 1 Glosario).

1.2.4.3 Condiciones hidrogeológicas

La mayor parte de las roturas se producen por los efectos del agua en el terreno, como la generación de presiones intersticiales, puede decirse que el agua es el mayor enemigo de la estabilidad de los taludes (además de las acciones antrópicas sin estudios geotécnicos) sus efectos más importantes son:

- Reducción de la resistencia al corte de los planos de rotura al disminuir la tensión normal.
- Aumento del peso del material por saturación.
- Erosión interna por flujo subsuperficial o subterráneo.
- Meteorización y cambios en la composición mineralógica de los materiales.
- Apertura de discontinuidades por aguas congeladas.

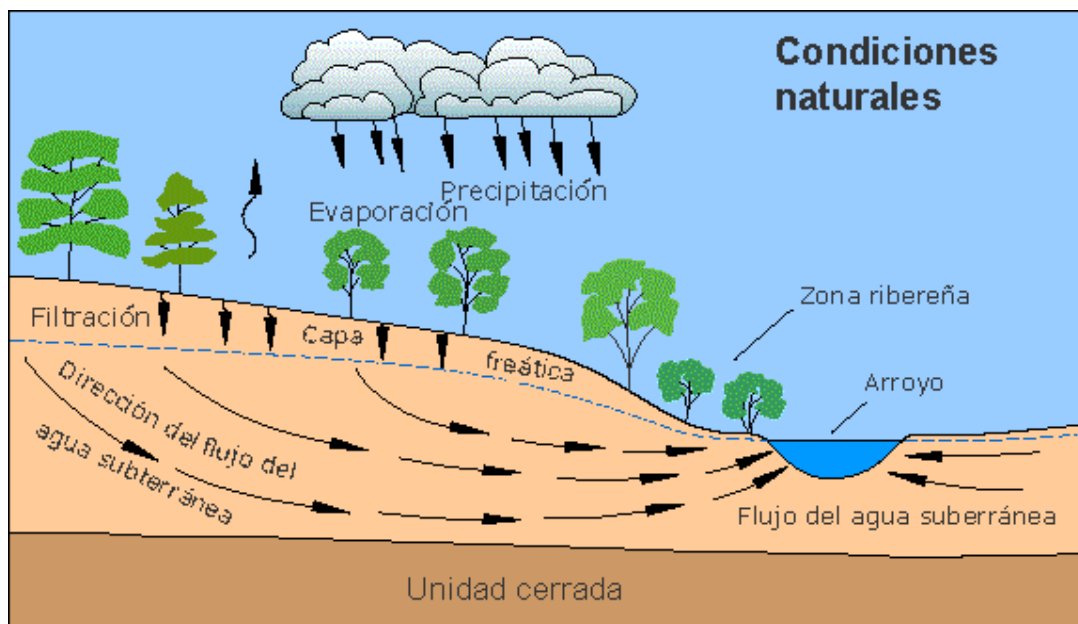


Figura 1.4. Flujo de agua subterránea, tomado de <https://water.usgs.gov/>

1.2.4.4 Tensiones naturales

Las tensiones naturales pueden jugar un papel importante en la estabilidad de los taludes rocosos. La liberación de tensiones que puede suponer la excavación de un talud puede originar tal descompresión que el material se transforma y fragmenta por las zonas más débiles y pasa a comportarse como un suelo.

El efecto de relajación que produce la excavación puede dar lugar a desplazamientos en el macizo rocoso, al tender a un nuevo estado de equilibrio, generándose grietas o aperturas de los planos de discontinuidad este reajuste es función también del tipo estructura y resistencia del macizo y disminuye con el tiempo.

1.2.4.5 Pendiente y topografía

Son factores importantes, el grado de inclinación de la pendiente y la amplitud de relieve topográfico, por pendiente se entiende el grado de inclinación de la superficie de la tierra, cuando más pronunciada es la pendiente, mayor es la fuerza impulsora.

Relieve topográfico se refiere a la diferencia de altura entre la cima de una colina o montaña y la del fondo del valle o depresión adyacente. Las zonas de relieve alto son accidentadas o montañosas, tienen decenas o cientos de metros de relieve y en general son proclives a los movimientos en masa, las laderas abruptas están también asociadas con las caídas de rocas, avalanchas y deslizamientos de suelo.

1.2.4.6 Clima

Una descripción del clima es más que simplemente la temperatura del aire y la cantidad de precipitación media, también incluye el tipo de precipitación y sus patrones estacionales. Para los deslizamientos el tipo de clima influye en la cantidad de agua que se infiltra en una ladera o que se erosiona y el ritmo al que lo hace, así como el tipo y la abundancia de la vegetación de la ladera.

En zonas húmedas o subhúmedas como es el caso de Temascaltepec hay abundante vegetación y suelo potente que cubre la mayoría de las laderas, estas dos características causan la formación generalizada de segmentos de ladera cóncava y convexa

1.2.4.7 Vegetación

La naturaleza de la vegetación es función del clima, tipo de suelo, topografía y de la historia de incendios, la vegetación es un factor importante en la estabilidad de la ladera por dos razones:

Proporciona una cubierta protectora que amortigua el impacto de la lluvia que cae, esta amortiguación hace que el agua pueda infiltrarse en la pendiente retrasando al mismo tiempo la erosión de la superficie.

Las raíces de las plantas añaden fuerza y cohesión a los materiales de la ladera. Actúan como las barras de acero de refuerzo en el cemento y aumentan la resistencia de la ladera a los deslizamientos.

1.2.4.8 Agua

El agua está casi siempre relacionada directa o indirectamente con los deslizamientos, como es el caso del flujo de la comunidad de Mesón Viejo (ver Anexo 2) de manera que su papel es especialmente importante, el agua afecta a la estabilidad de la ladera en tres formas:

1. Muchos deslizamientos, como deslizamientos de suelos superficiales y flujos de detritos, se desarrollan durante los temporales de lluvia cuando las laderas se saturan.
2. Otros deslizamientos se desarrollan después de meses o incluso años de la infiltración profunda de agua en una ladera.
3. La erosión por el agua de la base o pie de una ladera disminuye su estabilidad.

Este problema es particularmente crítico si la base de la pendiente es un deslizamiento antiguo inactivo que tiene posibilidad de moverse de nuevo, por tanto, es importante reconocer deslizamientos antiguos al planificar taludes para carreteras de forma que los problemas potenciales se puedan aislar o corregir antes de las obras.

1.2.4.9 Interacción humana con los deslizamientos

La expansión de las zonas urbanas, las redes de transporte y el uso de recursos naturales ha aumentado. El efecto de los esfuerzos humanos en la magnitud y frecuencia de los deslizamientos varía desde casi insignificante hasta muy importante.

Es más probable que la actividad humana cause deslizamientos en zonas urbanas donde hay una elevada densidad de gente, carreteras y edificios, estos son varios factores contribuyen a un problema serio de deslizamientos en la ciudad y área circundante.



Figura 1.5. Deslizamiento en el Barrio La Cruz, mayo 2007, tomado de Departamento Administrativo de Planeación, Medellín.

- Pendientes pronunciadas de roca fracturada tapizadas por un suelo poco potente.
- La zona se ve inundada periódicamente por lluvias torrenciales.
- La construcción de corte y relleno ha desestabilizado gravemente muchas laderas.
- La vegetación ha sido progresivamente eliminada de las laderas.

Otro problema es la falta de espacio para la construcción en terreno llano, que ha conducido al aumento de la urbanización en las laderas ver (Figura 1.5), llegando a lugares cada vez más elevados: Además la colocación de material de relleno en las laderas para ampliar el tamaño de las zonas de construcción ha incrementado la carga en terrenos ya inestables.

1.2.4.10 Tala de árboles

Hay una relación causa-efecto entre tala de árboles y erosión, los deslizamientos en especial los de suelos superficiales, avalanchas de detrito y flujos de tierra son los responsables de gran parte de la erosión en estas zonas, principalmente en laderas débiles e inestables.

La construcción de carreteras en zonas que van a ser taladas puede ser un problema realmente serio porque las carreteras pueden interrumpir el drenaje de la superficie, alterar el movimiento del agua subterránea y cambiar negativamente la distribución de los materiales de terreno en una ladera por las operaciones de cortar-relleno y de nivelación, un ejemplo de esta problemática es la comunidad de San Mateo Almomoloa, donde se está cambiando el uso de suelo de forestal a agrícola (ver Anexo 2) o la propia carretera federal, la cual atraviesa superficies boscosas.

1.3 Marco jurídico

La ley de protección civil del Estado de México (2012) tiene como finalidad prevenir, mitigar y atender en forma efectiva los desastres naturales para garantizar la vida e integridad física de las personas, así como la seguridad de los bienes privados y públicos, algunos de sus principales artículos se muestran a continuación en la (Tabla 1.7)

Ley de Protección Civil del Estado de México	
Artículo	Descripción
<i>Capítulo Tercero De los Sistemas, Consejos y Unidades Municipales de Protección Civil</i>	
Artículo 18	Cada uno de los Sistemas Municipales identificará sus principales riesgos y estudiará las medidas para prevenir su ocurrencia y aminorar sus efectos sobre la respectiva población.
Artículo 19	Los Sistemas Municipales de Protección Civil son el primer nivel de respuesta ante cualquier fenómeno destructivo que afecte a la población del Municipio a que correspondan.
<i>Capítulo Primero De los principios e instrumentos de la política estatal de protección civil</i>	
Artículo 34, II	Promover esquemas permanentes para la prevención y mitigación de las consecuencias de desastres naturales y antropogénicos, a través del intercambio de datos y el uso eficiente de infraestructuras y medios técnicos que permitan la previsión, seguimiento y evaluación temprana de las consecuencias de fenómenos naturales y antropogénicos potencialmente peligrosos
Artículo 34, VI	Conjuntar esfuerzos integrales de reducción y mitigación de desastres, considerando que la asistencia comprende acciones inmediatas de respuesta, así como actividades que faciliten la vuelta a la normalidad;
Artículo 34, VII	Analizar las capacidades y disposición de infraestructura de servicios públicos, así como de las condiciones económicas y sociales de las regiones y zonas de mayor riesgo de la Entidad;
Artículo 34, IV	Precisar los requerimientos de las áreas más vulnerables y de las comunidades indígenas, para favorecer las actividades de prevención y mitigación;

Tabla 1.7. Ley de Protección Civil del Estado de México.

CAPÍTULO 2

MATERIALES Y

MÉTODOS

En seguida se hará una exposición de cada parte que integra este capítulo, el cual explica en primer lugar cada uno de los elementos que se requirieron para la realización del documento, y en segundo lugar el método a seguir y que se usó, principalmente explica como se hizo la investigación.

2.1 Materiales

Los materiales que se utilizaron para la realización e identificación de zonas susceptibles fueron provistos por el IFOMEGEM y por el INEGI, en una escala original de 1: 825,048, la cual se adapta y comprende toda la extensión del Estado de México, para la zona objeto de estudio que es el municipio de Temascaltepec, los archivos fueron recortados a una escala de 1: 125,000.

- Modelo Digital de Elevaciones (DEM), 2012.: 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.
- Carta topográfica escala 1:125 000 (2014): Es una representación impresa o digital de la forma de la superficie terrestre, donde aparecen los elementos naturales del relieve y las construcciones o intervenciones del hombre (presas, zonas agrícolas, carreteras, caminos, acueductos u oleoductos, etc.), ubicados con exactitud por sus coordenadas geográficas (latitud, longitud y altitud), y que pueden estar a diferentes escalas.
- Carta geológica 1:125 000 (2014): Contiene información levantada directamente en el campo como (infraestructura, litología, estructural, muestreo, yacimientos minerales, secciones geológicas representativas y columna estratigráfica).
- Carta de uso de suelo y vegetación 1:250 000 (2014): Es utilizada para referirse a los distintos usos de la tierra en zonificaciones.

- Carta hidrológica 1:125 000 (2014): Respecto al agua superficial, se indica por dónde se mueve, en qué sitios se almacena de manera natural, o en qué lugares se podría almacenar de manera artificial, aprovechando la confluencia de los escurrimientos de una cuenca hidrológica. En lo relativo al agua subterránea, la carta indica los escurrimientos y la permeabilidad de las rocas o de los suelos, así como aquellos lugares donde hay más probabilidad de que dicha agua se acumule y sea susceptible de ser extraída por diferentes mecanismos y para distintas finalidades.

- Mapa edafológico 1:125 000 (2014): muestra la distribución de los principales tipos de suelo en el territorio, así como los atributos físicos, químicos y limitantes físicas y químicas presentes, de acuerdo con la base referencial mundial del recurso suelo de la FAO (WRB por sus siglas en inglés).

- Información de precipitaciones del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) del año 1960-2010, de donde se extraerán los valores de precipitación máxima en 24 horas para después realizar el mapa de intensidad de lluvia.

2.2 Métodos

Con la finalidad de poder seleccionar la mejor metodología, presentación y estructura del documento para el tema de interés y la zona de estudio, se examinaron diferentes metodologías (Tabla 2.1) y trabajos investigativos como las que se presentan a continuación en la (Tabla 2.2) las dos presentan un resumen de diferentes métodos y trabajos.

Diferentes métodos de investigación para deslizamientos	
Métodos	Resumen
Método de Brabb	Es un método estadístico univariado, que relaciona el mapa de factores condicionantes de procesos de remoción en masa FRM como (geología y geotecnia, geomorfología, hidrología e hidrogeología, vegetación y clima, actividad antrópica) con la litología y pendientes. Utiliza información que puede ser accesible y fácilmente obtenida a través de la fotointerpretación y salida de campo. Este método determina la susceptibilidad a la ocurrencia de remoción en masa.
Método de Mora Varhson	Permite obtener una zonificación de la susceptibilidad del terreno a deslizarse, mediante la combinación de la valoración y peso relativo de diversos indicadores morfo-dinámicos, para implementar en un SIG; se aplica mediante la combinación de varios factores y parámetros, los cuales se obtienen de la observación y medición de indicadores morfodinámicos y su distribución espacio-temporal.
Metodología empleada para la zonificación de la susceptibilidad a los procesos de remoción en masa (Cartaya, 2008)	Se emplearán diferentes etapas de trabajo como: <ul style="list-style-type: none"> a) Elaboración de mapas digitales temáticos. b) Tratamiento estadístico univariado para determinar la susceptibilidad específica de cada variable. c) Procesamiento geo-estadístico para determinar cuantitativamente la relación de cada unidad de parámetro con respecto a los procesos de remoción en masa. d) Elaboración del algoritmo de mapa para realizar el cruce de capas. e) Tratamiento estadístico multivariado para obtener el mapa de susceptibilidad final.

Tabla 2.1. Diferentes métodos de investigación para deslizamientos.

Trabajos investigativos de deslizamientos	
Título	Resumen
Zonificación de la amenaza por procesos de remoción en masa originados por las precipitaciones entre Camurí Chico y Punta Tigrillo, estado de Vargas, Venezuela.	Zonificar las áreas por remoción en masa considerando las precipitaciones como factor desencadenante a través de análisis geoestadístico univariado y multivariado para la obtención de mapas de susceptibilidad, de la evaluación multicriterio para asignar peso a variables e isoyetas para generar el mapa de amenaza por remoción.
Procesos de remoción en masa y riesgos asociados en Zacapoaxtla, Puebla.	Se hizo un análisis de inestabilidad de laderas a través de la modelación de la interacción del relieve, la concentración de humedad y las propiedades de los materiales, con el uso del índice de estabilidad SINMAP y el modelo digital del terreno (MDT), se unió con el índice de vulnerabilidad de población y vivienda para elaborar el mapa de riesgos del municipio.
Procesos de remoción en masa en México: hacia una propuesta de elaboración de un inventario nacional.	Este estudio se hizo primero a través de la identificación y clasificación tipológica de los movimientos en un contexto espacio-temporal por medio de diferentes mapas y un inventario con base en observaciones de campo y análisis de imágenes de satélite en la sierra norte de Puebla.

Tabla 2.2. Trabajos investigativos de deslizamientos.

Para la realización de este documento se utilizará la metodología “Guía metodológica para el estudio de peligro, vulnerabilidad y riesgo por deslizamientos de terreno a nivel municipal”, creada por el Grupo Nacional de Evaluación de Riesgo de la AMA-CITMA en Cuba, debido a que se enfoca en un ámbito local, lo cual es bueno para el alcance que se pretende lograr, además de que se cuentan con varios indicadores para la realización de los mapas; cabe recalcar que se modificó en algunos aspectos debido a que pertenecían a otras fases que no son del interés del objeto de estudio.

La metodología consta de cuatro fases las cuales son

- Primera fase: identificación de los escenarios de susceptibilidad
- Segunda fase: cálculo del peligro
- Tercera fase: cálculo de vulnerabilidad
- Cuarta fase: estimación del riesgo

Para los fines que para el documento compete solo se emplearan las primeras dos fases que se ilustran en la (Figura 2.1 y 2.2) que a continuación se explican y detallan.

2.2.1 Primera fase: identificación de los escenarios de susceptibilidad

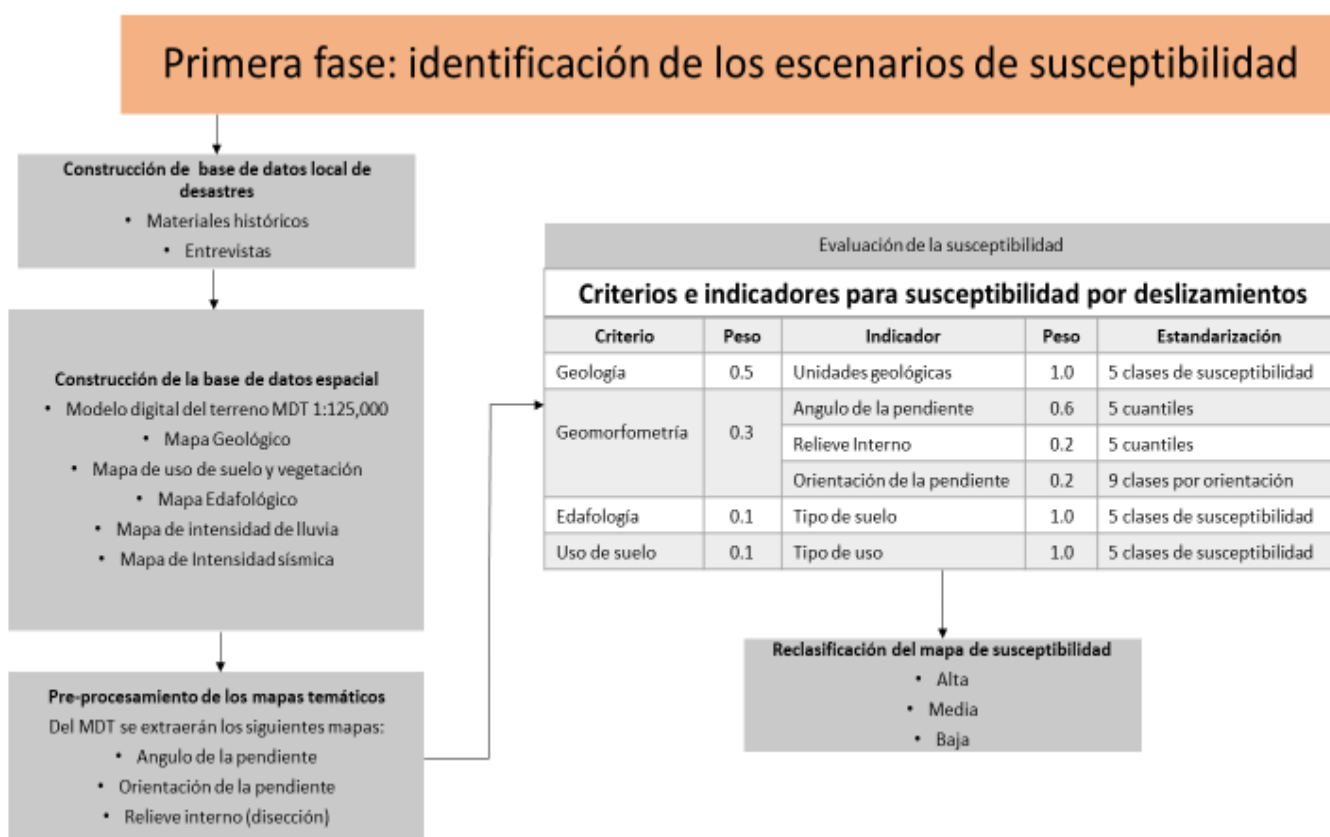


Figura 2.1. Primera fase: Identificación de los escenarios de susceptibilidad.

2.2.1.1 Base de datos local de desastres

Para este apartado se deberán revisar fuentes documentales como archivo provisional y municipal, bibliotecas, periódicos, bomberos, protección civil, entrevistas, oficinas de gobierno, organizaciones, delegados etcétera.

Cabe señalar que el municipio no cuenta con ningún registro de deslizamientos en el municipio, de igual manera las delegaciones locales.

2.2.1.2 Construcción de la base de datos espacial

Los datos obtenidos se deben digitalizar, convertir, georeferenciar y editar según corresponde. Es necesario que todos los datos correspondan geográficamente y que tengan las mismas características en cuanto a resolución y límites geográficos, necesario tener la mayor cantidad de mapas posible para el estudio sea más completo.

2.2.1.3 Pre-procesamiento de los mapas temáticos

El ángulo de la pendiente debe calcularse en grados y clasificarse en 5 clases, según los cuantiles, la orientación de la pendiente en 9 clases. El cálculo de relieve interno se puede realizar calculando el mínimo y el máximo por kilómetro y luego hallar la diferencia.

2.2.1.4 Evaluación de la susceptibilidad

Se basa en la selección de un conjunto de indicadores de peligro que son evaluados por asignación de pesos, para conocer de manera general las áreas más susceptibles utilizando la evaluación espacial multicriterio, la ecuación general es:

$$\text{Peligro} = \text{Factores de susceptibilidad (condicionantes)} * \text{Factores disparadores (desencadenantes)}$$

Para realizar esta evaluación espacial se emplearán los niveles y pesos asignados en la metodología, el primer paso es estandarizar los mapas de criterios, cada mapa debe tener clases que corresponden a la susceptibilidad y asignar pesos. Finalmente se realiza el cálculo de mapas de susceptibilidad aplicando las formula de la suma pesada.

2.2.1.5 Reclasificación del mapa de susceptibilidad

Para fines de gestión de riesgo y concientización el mapa de susceptibilidad se clasificará en tres clases, alta, media y baja, empleando los valores umbrales de 0.33 y 0.66 para delimitar las tres clases.

2.2.2 Segunda fase: cálculo del peligro

En el caso de los deslizamientos de terreno el cálculo del peligro es muy similar al de susceptibilidad, con la diferencia que se agregan los factores disparadores que en este caso serán las lluvias y los sismos, el mapa de peligro tendrá valores entre 0 y 1, y a su vez este se dividirá en tres clases, alta, media y baja, como se explica en la (Tabla 2.2).

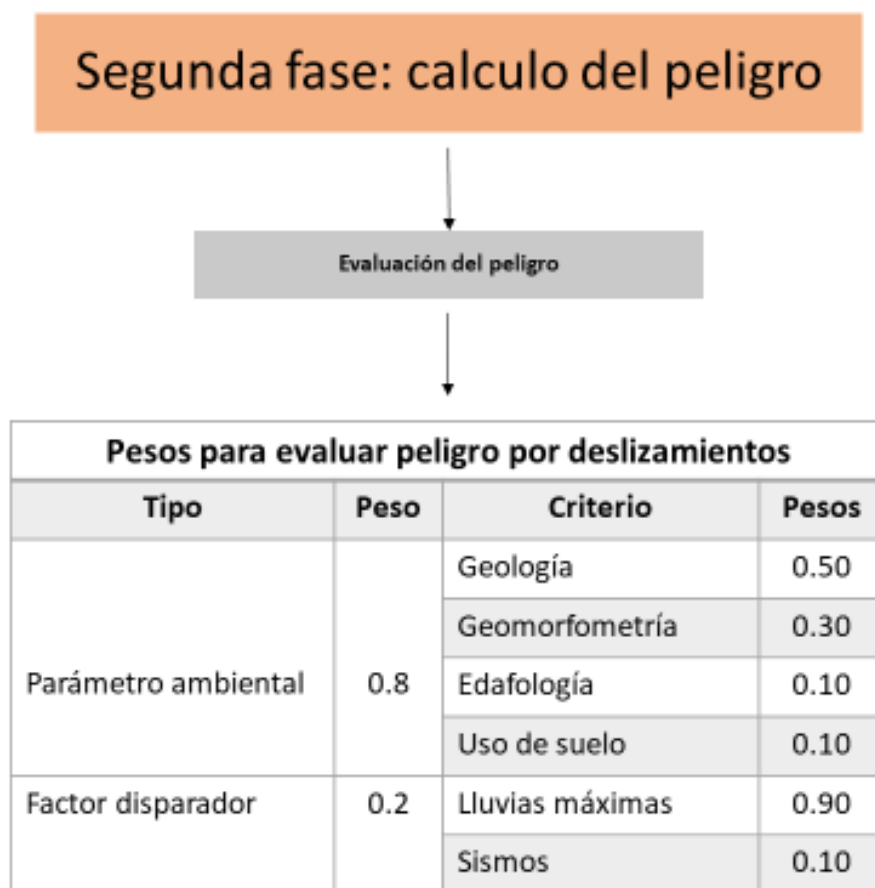


Figura 2.2 Segunda fase: Cálculo del peligro.

2.2.3 Modelo para la elaboración de mapas de deslizamientos

En el modelo para la elaboración de los mapas de susceptibilidad y peligro de deslizamientos (Figura 2.3), donde una vez obtenidos los archivos, se prosigue a hacer un dissolve con la estandarización de cada criterio, se transforman de formato vector a raster; de ahí se multiplican los indicadores (Angulo de pendiente, densidad de disección y orientación de pendiente), los cuales integran la capa geomorfometría, que a su vez se multiplicara con las de uso de suelo, edafología, geología y clima, generando el mapa de susceptibilidad de deslizamientos y a su vez representando los parámetros ambientales: por consiguiente se reclasifica el mapa de susceptibilidad para tener solo tres parámetros (alta, media y baja).

Ahora hay que multiplicar los mapas de parámetros ambientales con el de factores disparadores (lluvias y sismicidad por separado), generando así el mapa de peligros, pero la metodología pide que se reclasifique en tres igual que la susceptibilidad, así que solo se hace un reclassify, clasificando el mapa en tres y obteniendo el mapa final de peligro por deslizamientos, la metodología se modificó, ya que se eliminaron los factores distancia a fallas y carreteras, así como profundidad de suelos, por no ser de interés en el estudio.

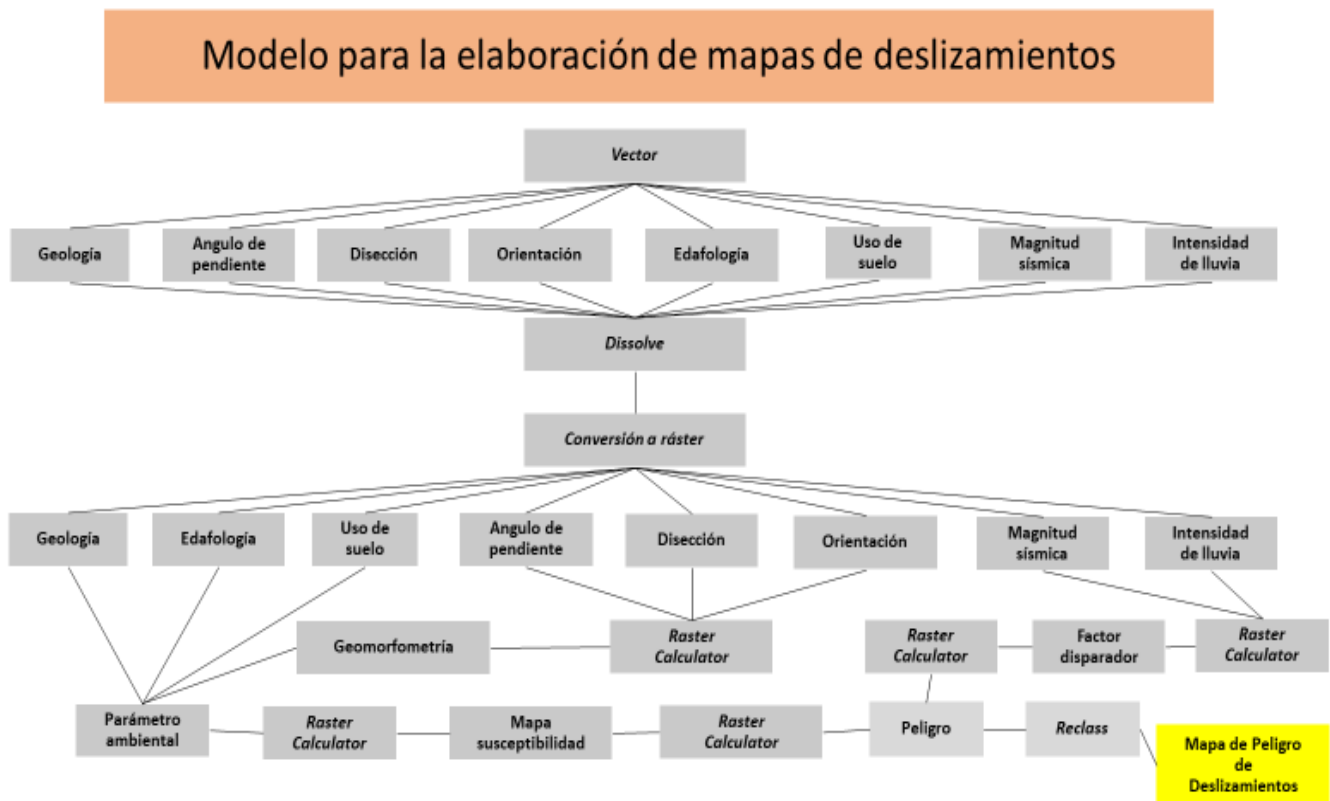


Figura 2.3. Modelo para la elaboración de mapas de deslizamientos.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS

En este capítulo se interpreta el significado de los datos que se recogieron y como estos se relacionan e interactúan en relación con el problema, aquí comienza el análisis e interpretación, dentro de los cuales se encuentran los siguientes apartados (cartografía de factores condicionantes y desencadenantes, análisis de susceptibilidad y peligro, interpretación de los resultados, validación, técnicas de estabilización y medidas preventivas).

3.1 Cartografía de los factores condicionantes

A continuación, se describen los factores condicionantes, los cuales dependen de la propia naturaleza, estructura y forma del terreno (Vallejo, 2002). Quiere decir que son componentes intrínsecos de la ladera, entre los cuales se encuentran:

3.1.1 Geología

Las rocas que conforman el municipio de Temascaltepec (Figura 3.1) son de los siguientes periodos:

- Neógeno (23-5 millones de años, 53.40%)
- Cuaternario (2.5 millones de años, 37.3%),
- No Disponible (5.84%)
- Cretácico (175-66 millones de años, 3.21%)
- Terciario (0.07%)

El tipo de roca que se encuentra es la siguiente:

- Ígnea extrusiva: basalto (33.19%), andesita (19.87%), riolita (6.97%), dacita-toba ácida (1.95%), toba básica (1.6%), brecha volcánica ácida (0.79%), brecha volcánica básica (0.28%), toba ácida-brecha volcánica ácida (0.13%) y toba ácida (0.07%).
- Ígnea intrusiva: granito (3.21%) Sedimentaria: brecha sedimentaria (23.69%).
- Metamórfica: metasedimentaria (4.19%) y esquisto (1.65%) Suelo: aluvial (1.24%) (INEGI, 2009).

Por lo cual se puede decir que la mayor parte del territorio está conformado por rocas ígneas extrusivas, provenientes de actividades volcánicas.

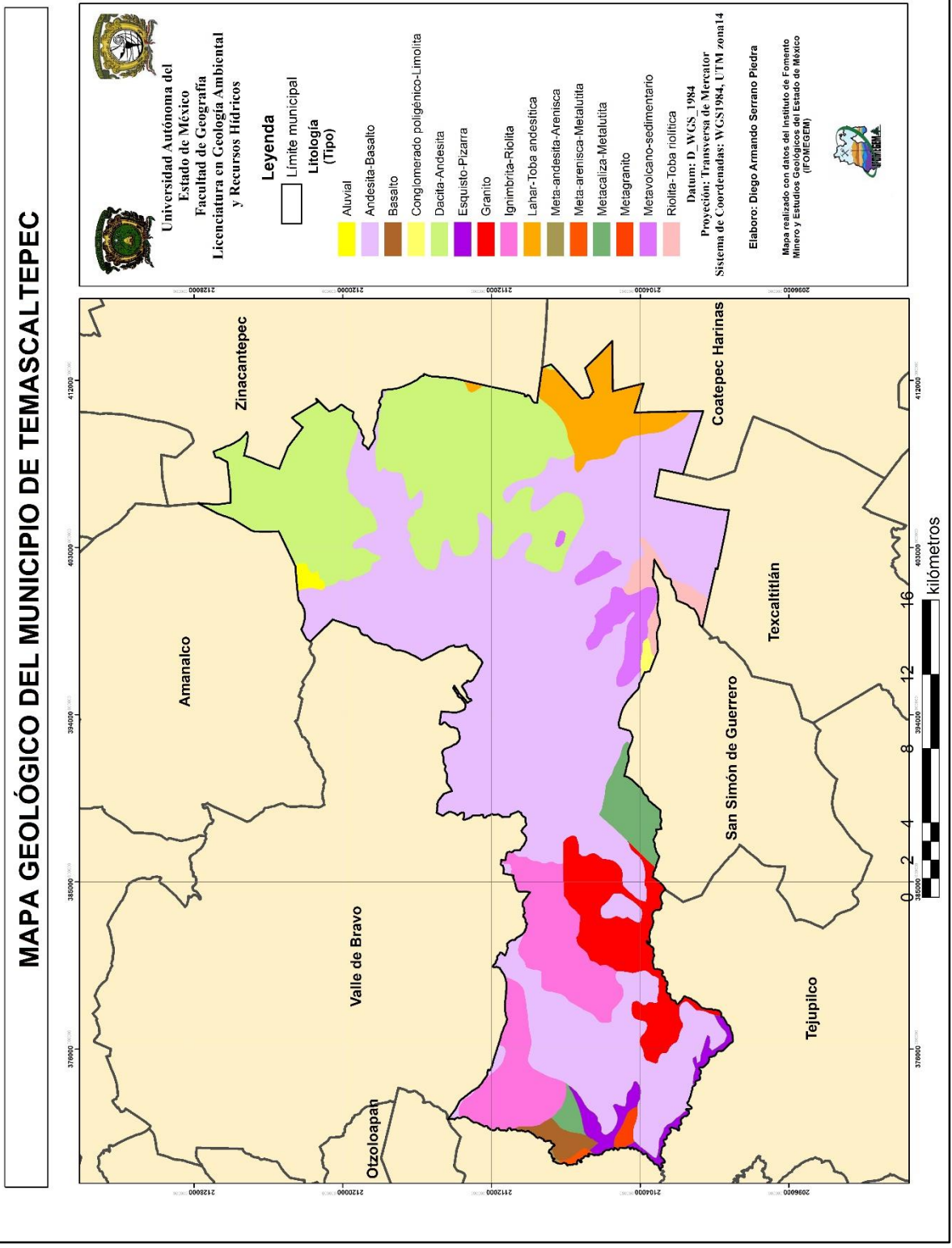


Figura 3.1. Mapa geológico del municipio de Temascaltepec, escala 1:125,00.

3.1.2 Angulo de pendiente

La pendiente es el grado de inclinación del terreno, a mayor inclinación, mayor es el valor de pendiente, el mapa de pendientes de Temascaltepec se realizó a través de un Modelo Digital del Terreno, con resolución de 30 metros, en donde cómo se puede ver se llegó a lo siguiente (Figura 3.2):

Se clasifico en 8 órdenes, de acuerdo a la diferencia de inclinación existente, en el mapa predominan tres colores (verde, amarillo y rojo, por lo cual el verde indica las zonas con menor inclinación, haciéndolas menos susceptibles a los deslizamientos, el color amarillo indica pendientes en el rango de 20-25°, de tal forma que si fuera un mapa de susceptibilidad de deslizamientos por pendiente este se encontraría en un nivel medio, para el color rojo que son pendientes arriba de los 40° que son las zonas de alto riesgo de deslizamientos, se alcanza a apreciar que no hay tanta predominación, pero aun así hay existencia de este tipo.

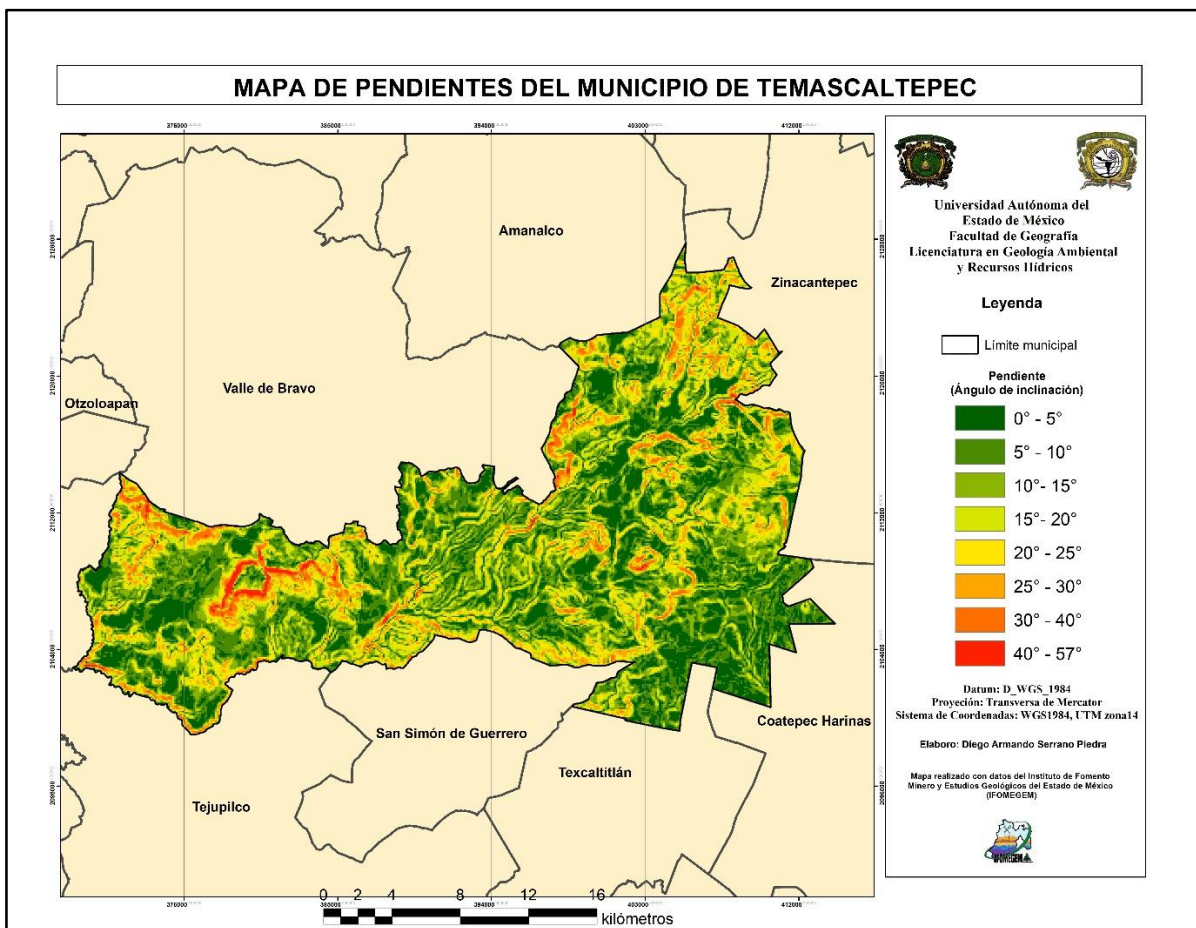


Figura 3.2. Mapa de pendientes del municipio de Temascaltepec, escala 1:125,00.

3.1.3 Densidad de disección horizontal

Permite conocer las zonas con mayor longitud de los cauces, en este caso el mapa se realizó por cada kilómetro cuadrado utilizando los shapes de ríos y una malla, como se puede apreciar en la (Figura 3.3) los cuadros de color verde son donde hay menor presencia de red fluvial, y por ende esas zonas son menos propensas a un deslizamiento, en la parte centro-noreste del municipio de Temascaltepec abundan los colores amarillo y naranja, los cuales tienen un rango de 2-2.50 y 2.50-3 kilómetros, por kilómetro cuadrado.

Finalmente, en la parte centro es donde se aprecia una línea roja, y en donde hay mayor concentración de corrientes, y por ende mayor susceptibilidad a un deslizamiento.

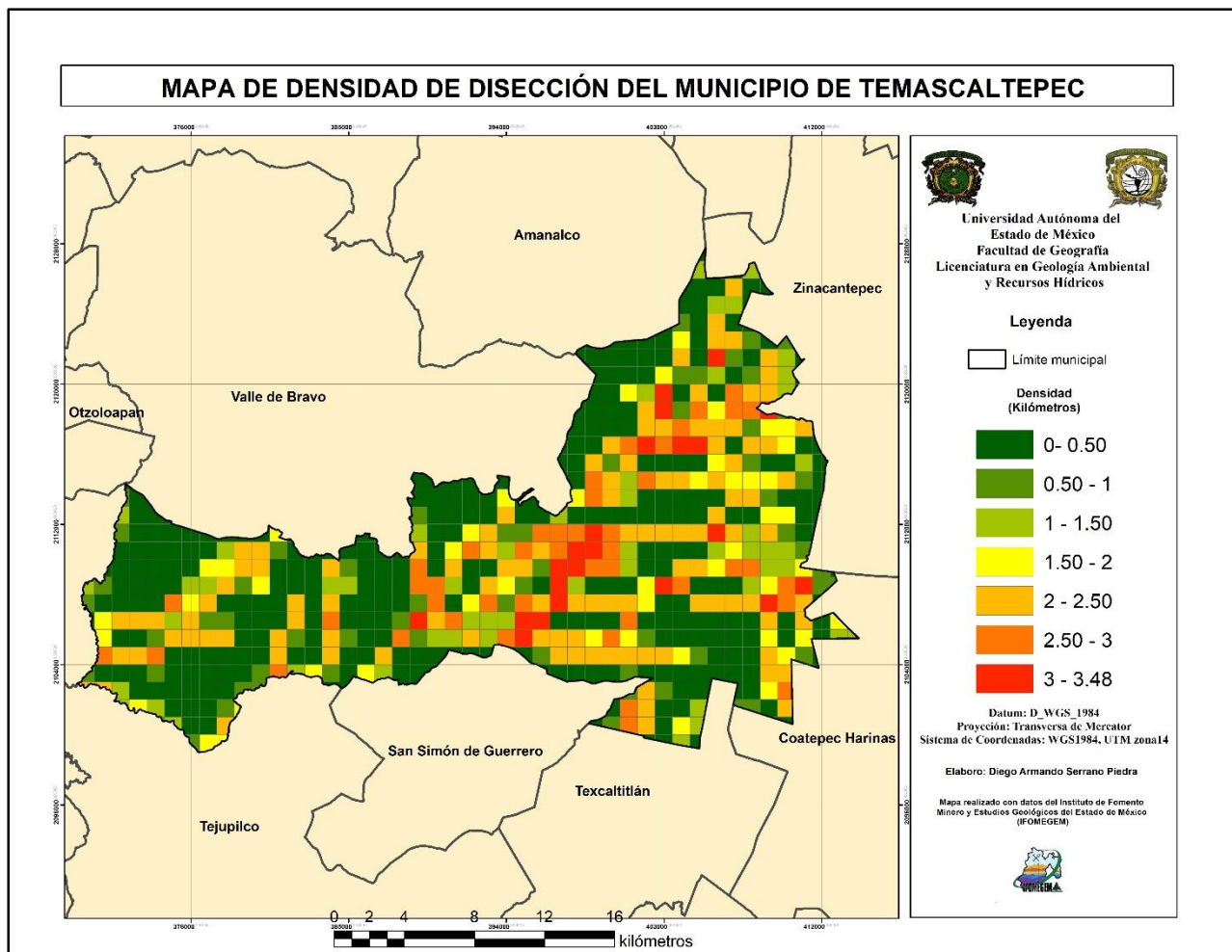


Figura 3.3. Mapa de densidad de disección del municipio de Temascaltepec, escala 1:125,00.

3.1.4 Orientación de pendiente

La orientación identifica la dirección de la pendiente (Figura 3.4) y para el caso de deslizamientos se clasifico el mapa en 8 direcciones de acuerdo a la rosa de los vientos (Figura3.5), esto ayuda a identificar las zonas que reciben mayor iluminación solar, es decir, lugares donde el sol da la mayor parte del día y por ende la presencia del agua no es mucha, en lugares donde la luz del sol casi no da, se tiene que en esos lugares la presencia del agua es mayor, el suelo tiene más humedad y también mayor grado de saturación, haciendo estas zonas mucho más vulnerables a los deslizamientos, como se sabe el sol da luz solar la mayor parte del tiempo el lugares orientados al sur-suroeste.

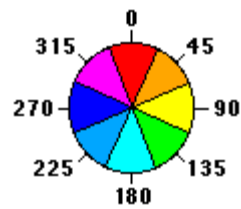


Figura 3.4. Direcciones de orientación, tomado de (<http://desktop.arcgis.com/es/arcmap>).

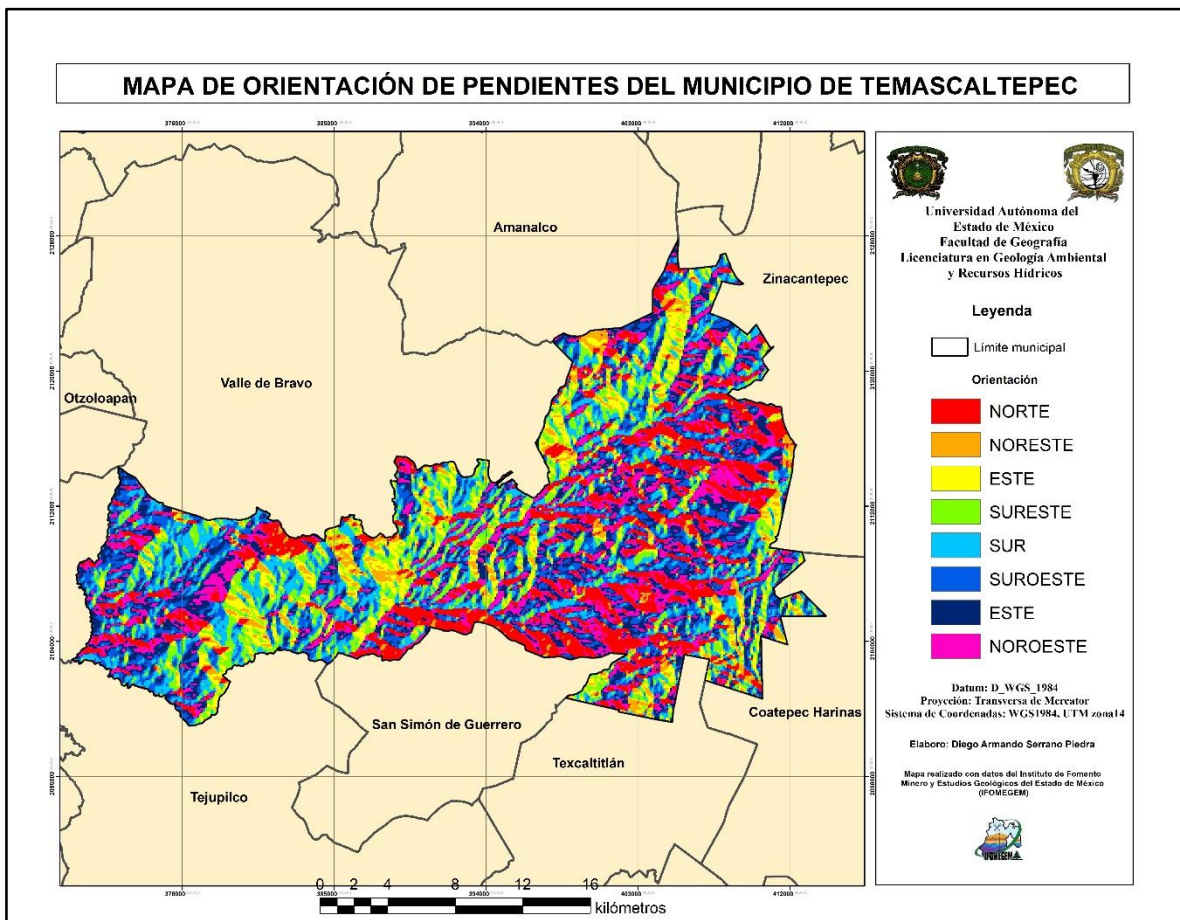


Figura 3.5. Mapa de Orientación de pendientes del municipio de Temascaltepec, escala 1:125,00.

3.1.5 Edafología

El municipio de Temascaltepec cuenta con las siguientes proporciones en cuanto a suelos se refiere, las cuales se distribuyen (Figura 3.6):

- Andosol (46.45%), suelo de color negro de formación volcánica, se encuentra en áreas montañosas de regiones húmedas.
- Cambisol (25.39%), suelos de transición, de origen eólico, aluvial y coluvial.
- Phaeozem (10.27%), de color oscuro debido a su alto contenido de materia orgánica, constituido por materiales no consolidados.
- Luvisol (6.48%), se desarrollan en materiales no consolidados como depósitos y se encuentran en zonas bajas o suaves pendientes.
- Vertisol (6.01%), constituido por sedimento, principalmente arcillas.
- Leptosol (4.68%), suelos de clima templado y constituido por minerales.
- Regosol (0.54%) se desarrolla sobre materiales no consolidados y alterados, comunes en zonas montañosas.

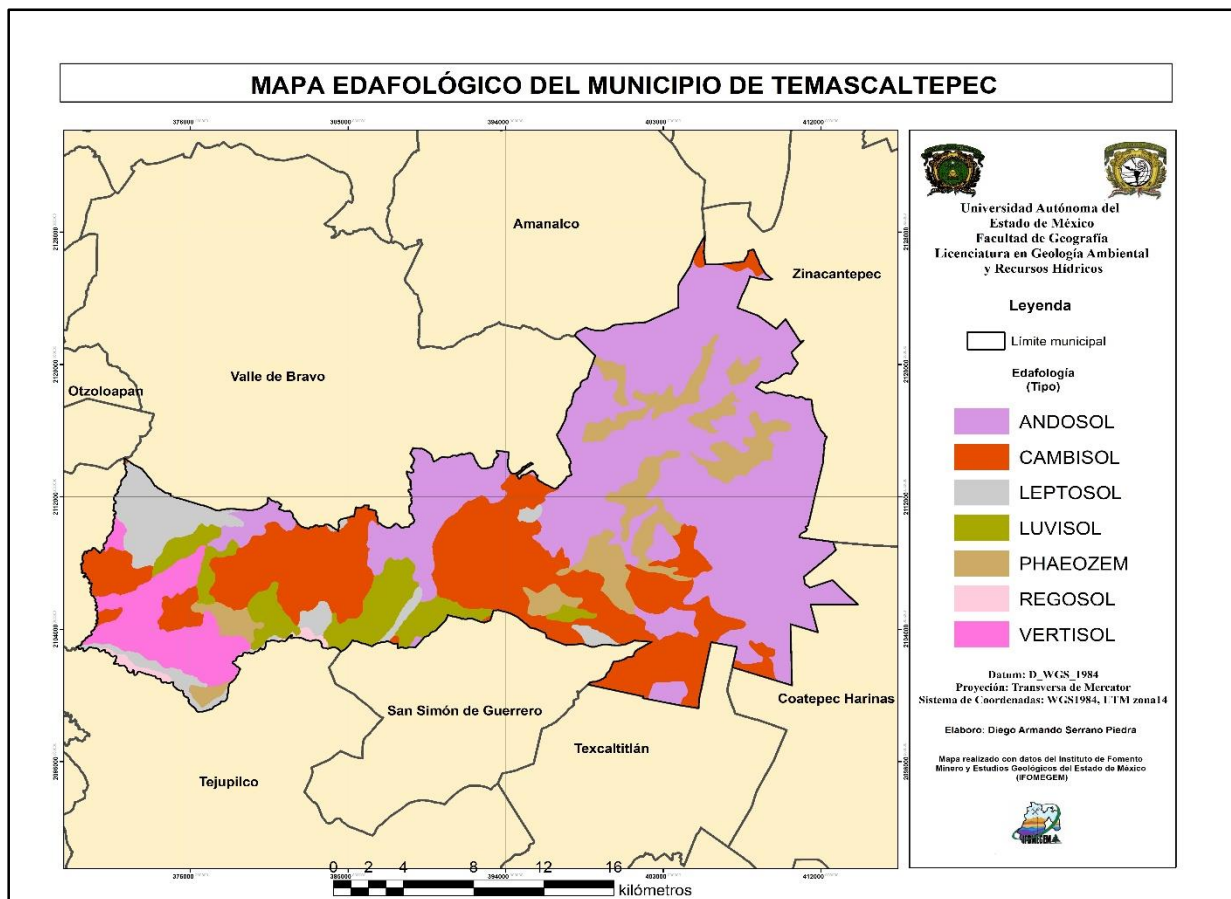


Figura 3.6. Mapa edafológico del municipio de Temascaltepec, escala 1:125,00.

3.1.6 Uso de suelo y vegetación

El uso actual de suelo del municipio de Temascaltepec (Figura 3.7) es predominantemente forestal, con sus variaciones, se encuentran tres tipos de bosque los cuales son:

- Bosque de coníferas
- Bosque de encino
- Bosque mesófilo de montaña

La agricultura pasa a tomar un papel muy importante ya que con el paso del tiempo ha ido expandiéndose, originando la deforestación y el cambio de uso de suelo, haciendo mucho más propensas estas zonas a los deslizamientos ya que no hay una cobertura vegetal solida que este sustentando el suelo. La vegetación inducida (pastizal) ocupa también ciertas áreas, pero sin tanta susceptibilidad, por último, se encuentran las zonas urbanas que ocupan una pequeña parte del municipio (cabecera), no obstante, las localidades también tienen cierto grado de exposición a la amenaza.

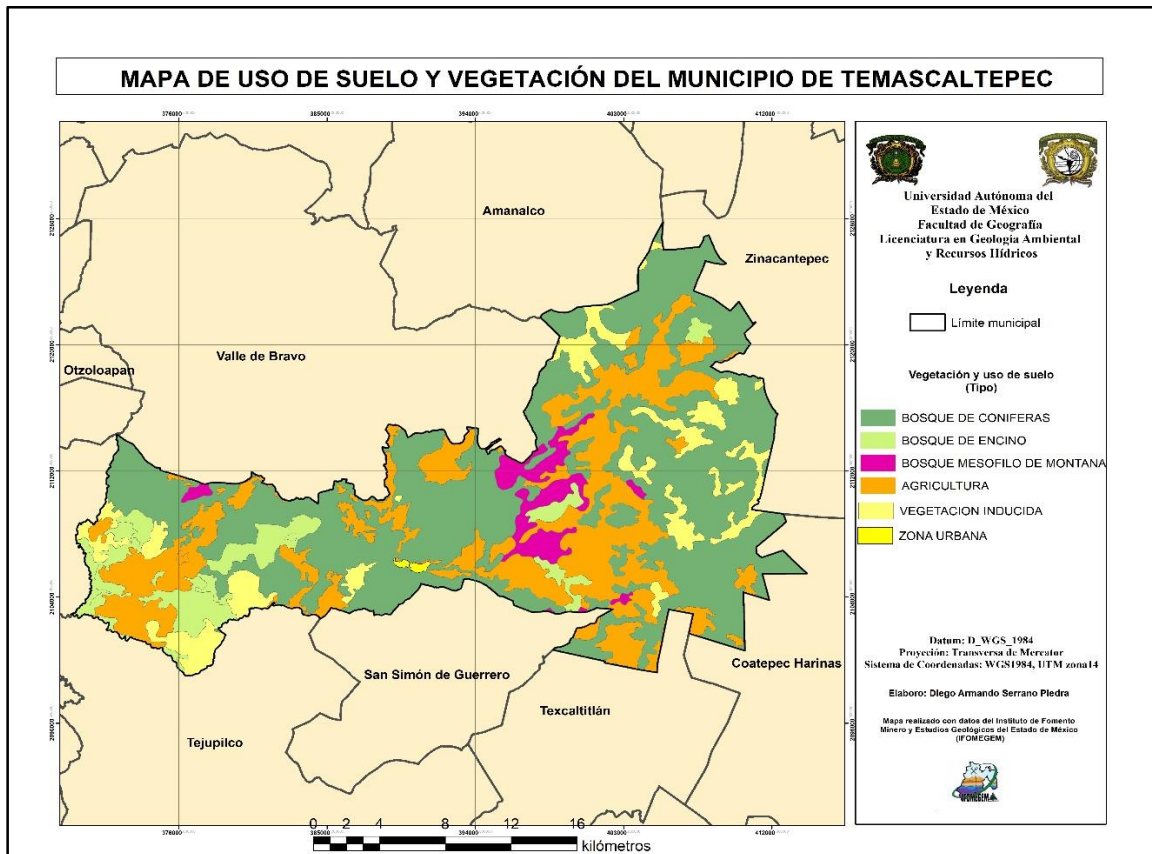


Figura 3.7. Mapa de uso de suelo y vegetación del municipio de Temascaltepec, escala 1:125,00.

3.2 Cartografía de los factores desencadenantes

A continuación, se describirán los factores condicionantes, los cuales son agentes externos que provocan o desencadenan la inestabilidad (Vallejo, 2002).

3.2.1 Máxima intensidad de lluvias

El mapa de máxima intensidad de lluvia se realizó con datos de estaciones del Servicio Meteorológico Nacional, se procesaron los datos para obtener las lluvias máximas para un periodo de 24 horas y después se realizó una interpolación para poder identificar las zonas en donde más cantidad de lluvia cae, las cuales se identifican (Figura 3.8) en el centro y norte del municipio de Temascaltepec, ocupando rangos de entre 70-98.8 milímetros, por otro lado cabe señalar que la mayor parte del municipio tiene rangos bajos de precipitación los cuales oscilan entre los 0-20 milímetros.

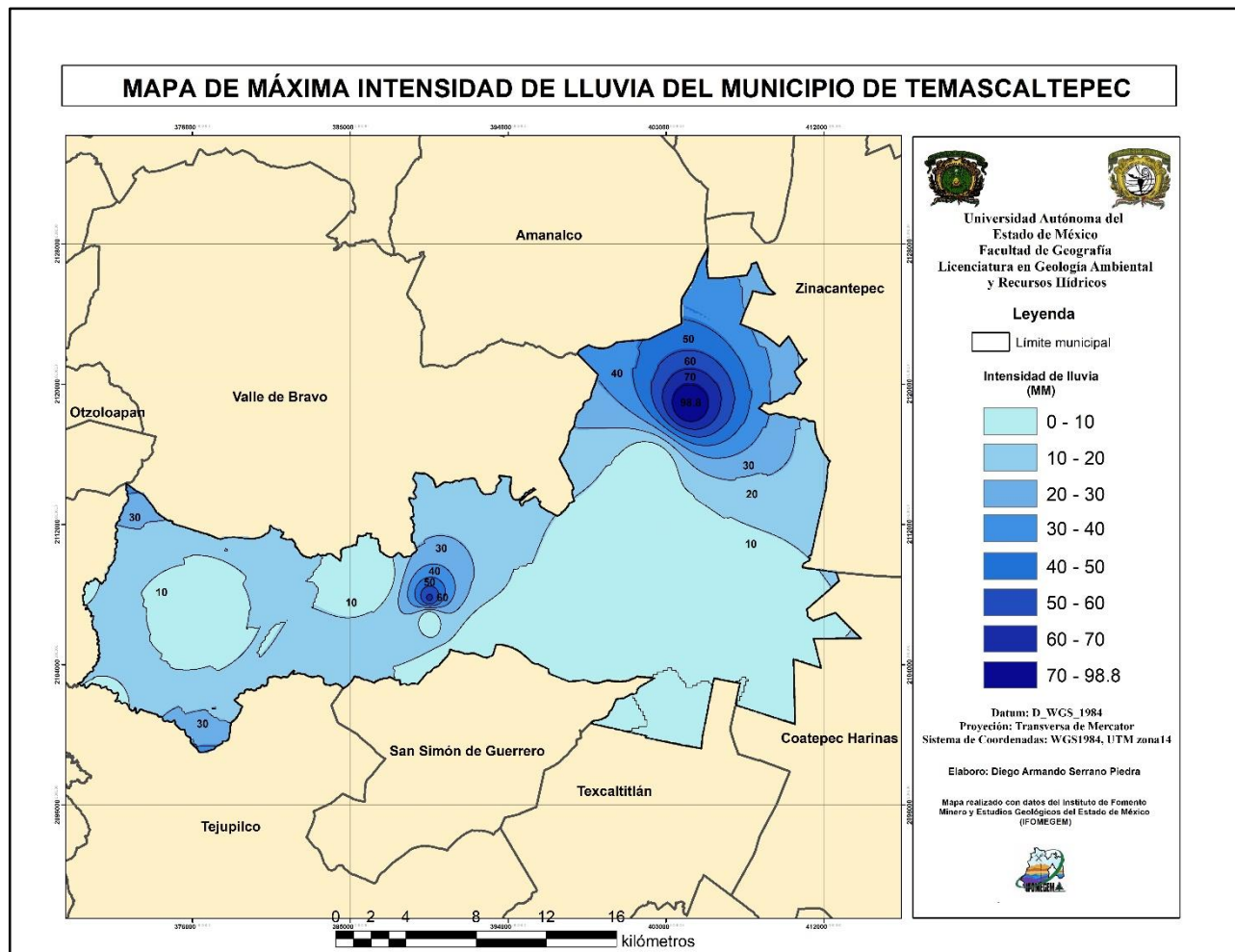


Figura 3.8. Mapa de máxima intensidad de lluvia en el municipio de Temascaltepec, escala 1:125,00.

3.2.2 Sismicidad

El antecedente de mayor impacto, a nivel estatal que se tiene sobre magnitud de sismos, es el ocurrido el 19 de septiembre de 1985 en la costa de Guerrero de 8.1 grados, que con información obtenida por el IFOMEGEM, se creó un mapa de magnitud sísmica del Estado de México, donde en el Municipio de Temascaltepec se registraron (Figura 3.9) dos tipos de ella, la primera, que ocupa casi la totalidad del municipio es de 4.5, mientras que la segunda que ocupa una zona mínima es de 5.5, lo que indica que los sismos tienen una influencia de relativamente media en el municipio.

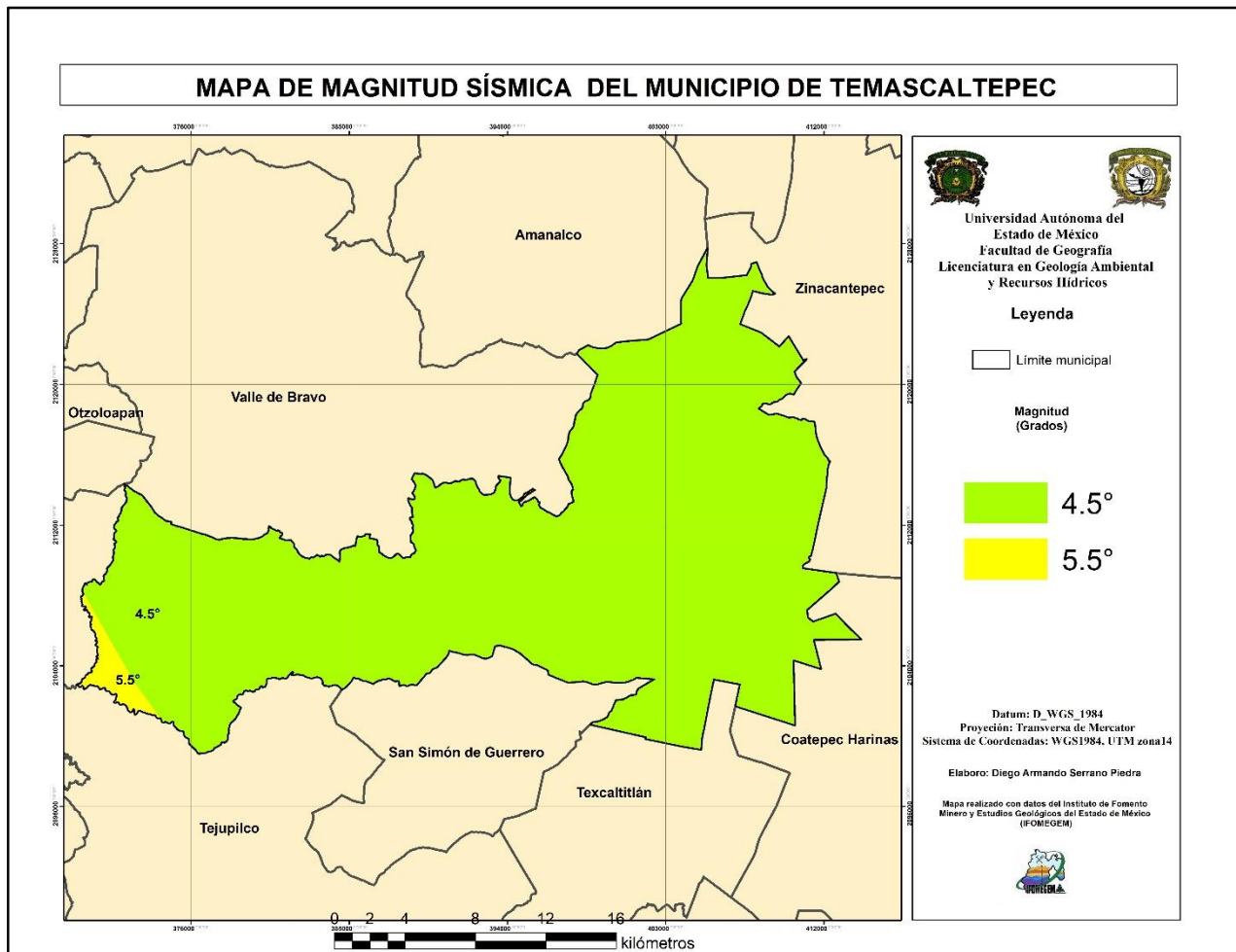


Figura 3.9. Mapa de magnitud sísmica del municipio de Temascaltepec, escala 1:125,00.

3.3 Análisis de susceptibilidad de deslizamientos

Una vez analizados los factores condicionantes y desencadenantes del municipio de Temascaltepec, se deriva el siguiente paso que es el mapa de susceptibilidad de deslizamientos, el cual es la predisposición de que un evento ocurra en determinado espacio geográfico, el mapa se realizó solo con los factores condicionantes, los cuales son:

- Geología
- Angulo de pendiente
- Relieve interno (disección)
- Orientación de pendiente
- Edafología
- Uso de suelo y vegetación

Primero se convirtieron los factores de shape a raster, después por medio de la herramienta Map Algebra (Raster Calculator) de ArcMap, la cual multiplica los valores de los mapas, valores dados en la metodología junto con sus respectivos pesos y estandarización de clases según cada criterio, se multiplicaron cada uno de los indicadores, los valores que aparecen en la (Figura 2.1).

Una vez obtenido el mapa, se clasificó en tres categorías de acuerdo con lo establecido en la metodología (baja, media y alta), en donde el resultado (Figura 3.10), lo que se obtiene es una dispersión de dichas categorías por todo el municipio, las partes verdes (susceptibilidad baja) en la parte norte, las amarillas (susceptibilidad media) en la parte centro-sur y las áreas rojas (susceptibilidad alta) en la zona sur del municipio. Lo que indica el mapa de susceptibilidad es una delimitación espacial de los factores relacionados con el proceso de inestabilidad para de esa manera obtener áreas propensas a los movimientos de ladera, pero sin implicar la variable tiempo.

Sumando las categorías media y alta se llega a la conclusión de que más de la mitad de la superficie municipal se encuentra amenazada por la posibilidad de que ocurra un deslizamiento.

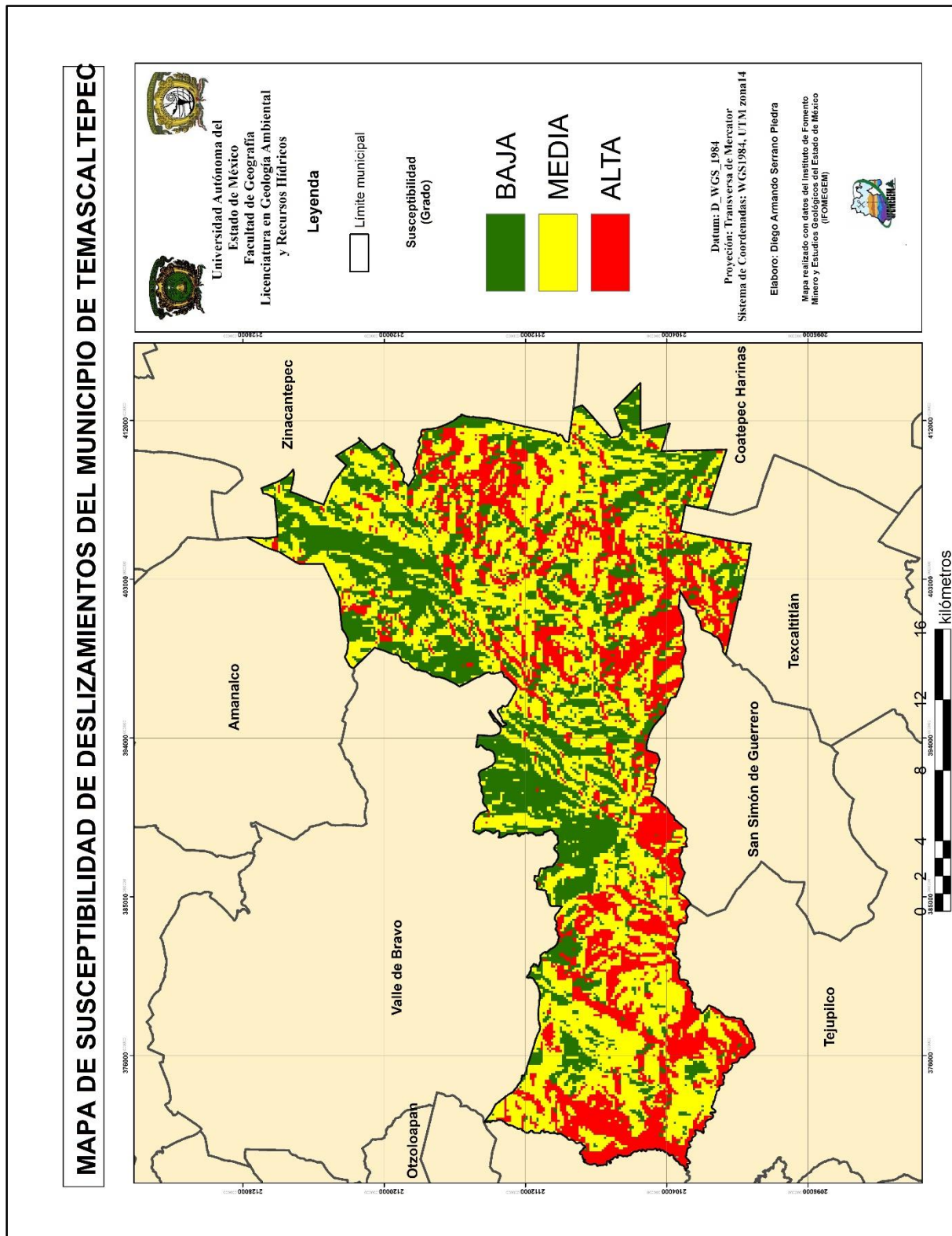


Figura 3.10. Mapa de susceptibilidad de deslizamientos del municipio de Temascaltepec, escala 1:125,00.

3.4 Análisis del peligro de deslizamientos

Los mapas de peligrosidad deben reflejar los elementos de severidad y probabilidad en todo el territorio analizado, el mapa de peligrosidad del municipio de Temascaltepec fue realizado con la integración de los parámetros ambientales, así como de los factores disparadores:

- Magnitud sísmica
- Lluvia máxima en 24 horas

Al igual que el mapa de susceptibilidad, el mapa de peligro también fue reclasificado en tres clases (alta, media y baja), dando como resultado una diferenciación y visualización más notable de los diferentes peligros de deslizamientos.

3.4.1 Peligro de deslizamientos por precipitaciones

Los datos obtenidos del servicio meteorológico nacional en el caso del municipio de Temascaltepec solo comprenden hasta el año 2009, y el deslizamiento de la comunidad de Mesón Viejo se dio el 06 de febrero del 2010, el cual se iba a tomar en cuenta como indicador, por lo cual se decidió ocupar como referencia una investigación la cual lleva por nombre “Influencia de las precipitaciones en la ocurrencia de los movimientos de ladera en Cantabria”.

De acuerdo con Revuelta (2015) el nivel promedio de precipitaciones maximas diarias para que se desencadene un movimiento es de 45.55 mm, pero para los fines de este documento se tomaran en cuenta los 50 mm debido a las condiciones fisicas y climaticas del municipio. Desde el año 1962 hasta el 2009 (Tabla 3.1) los años de máxima intensidad son:

Año	(mm)	Año	(mm)
1965	72	1995	95.4
1967	62	1996	66
1971	80	2001	72.5
1975	90.5	2002	71.5
1979	98.4	2004	51.3
1983	67	2007	54.5
1986	55	2010	???

Tabla 3.1. Años de máxima intensidad de lluvias en el municipio de Temascaltepec, 1962-2009.

Del año 1962 al 2010 han pasado 48 años, si se toma en cuenta el evento de Mesón Viejo; y de acuerdo con los eventos máximos citados en la (Tabla 3.1) se tiene un total de 13 acontecimientos que han superado el nivel promedio, lo que nos lleva a decir que hay un suceso igual o mayor cada 3.5 años (periodo de retorno), además de que se observó que una vez presentada dicha situación, esta se presenta de nuevo al siguiente año, pudiéndose decir que son dos eventos continuos cada año y una vez que terminan comienza un periodo de cese, presentándose nuevamente en un lapso de 3.5 años (periodo de retorno). Justamente con este tipo de evento se relacionan la mayor cantidad de deslizamientos, según la información tabulada en el inventario realizado.

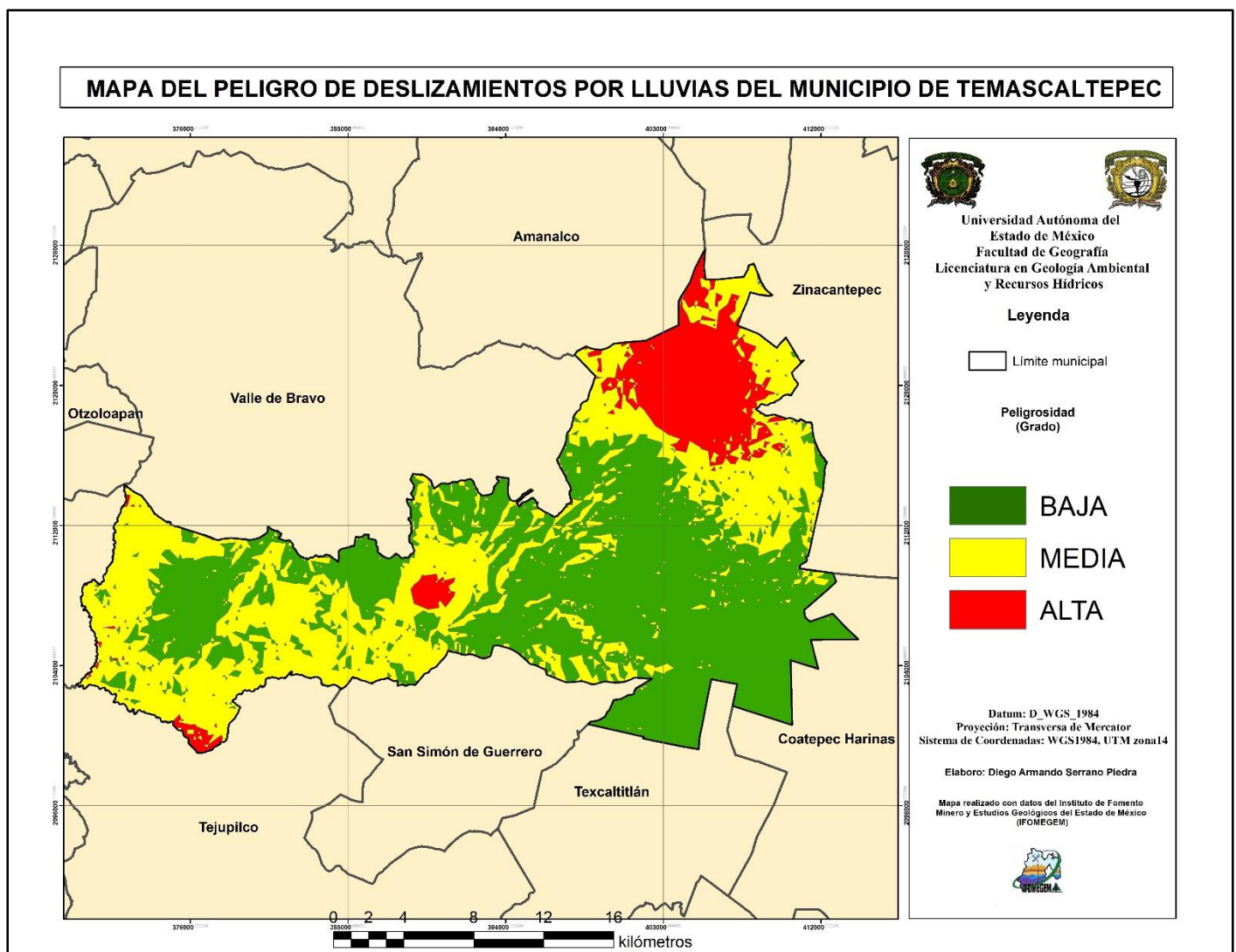


Figura 3.11. Mapa de peligro de deslizamientos por lluvias del municipio de Temascaltepec para un periodo de retorno de 3.5 años, escala 1:125,00.

3.4.2 Peligro de deslizamientos por sismos

De acuerdo con la (Figura 3.12) no podría haber deslizamientos en el municipio de Temascaltepec inducidos por sismos, o al menos serían de poca relevancia; se cuenta con la información de los dos sismos del 19 de septiembre la cual es:

- Sismo 19 septiembre 1985 ocurrido en las costas de los estados de Guerrero y Michoacán de magnitud de 8.1; en congruencia con la imagen y si se intercepta la magnitud (8.1) con la distancia del epicentro hasta el municipio de Temascaltepec (330 kilómetros aproximadamente) se puede discernir que efectivamente no se desencadenaría un evento importante (Figura 3.12).
- Sismo 19 septiembre 2017, se presentó a 12 kilómetros al sureste de Axochiapan entre los límites de Morelos y Puebla tuvo una magnitud de 7.1 y la distancia entre el epicentro y el municipio de Temascaltepec es de 135 kilómetros aproximadamente, por lo cual interceptando las dos variables de la gráfica se tiene como resultado que tampoco hay una gran incidencia de desencadenarse un deslizamiento, por tal motivo no se realizó el mapa de peligro por sismicidad.

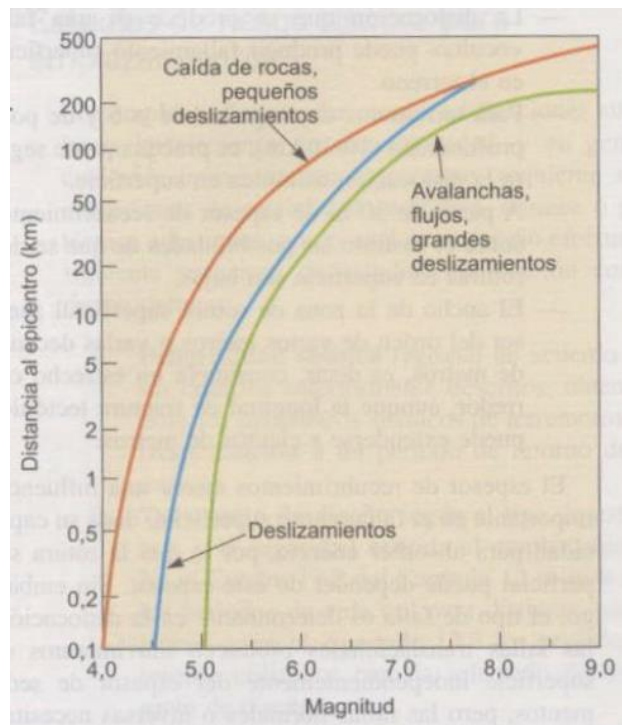


Figura 3.12. Deslizamientos inducidos por sismos, tomado de Vallejo (2002).

3.5 Interpretación de los resultados

El municipio de Temascaltepec por su ubicación geográfica está conformado principalmente por sierras y lomeríos (Figura 2), por ello el relieve presenta características que hace que sea potencialmente inestable, como la presencia de pendientes en diferente grado, erosión, lluvias abundantes, ríos etcétera, es por eso que se deben reducir o por lo menos supervisar a que elementos se está expuesto.

Los diferentes tipos de peligro ocupan los siguientes porcentajes:

- Peligro bajo: Ocupa el 49.47% del total de la superficie del municipio (274.97 km.2).
- Peligro medio: Ocupa el 39.86% de la superficie total (221.55 km.2).
- Peligro alto: Ocupa el 10.66% de la superficie total municipal (59.26 km.2).

Si se suman los peligros medio y alto el resultado es que el 50.52% del territorio municipal se encuentra expuesto a una amenaza latente de deslizamiento.

Las zonas de color rojo son las que representan el **peligro alto**, por tanto, son las zonas más amenazadas a los deslizamientos de terreno según el análisis de factores condicionantes y desencadenantes del municipio, dentro de estas zonas se tienen las siguientes características:

- Geología: Andesita-Basalto, Dacita-Andesita, Esquisto-Pizarra
- Lluvia máxima: Dentro de este rango se encuentran zonas con una categoría de entre 70-98 milímetros de precipitación máxima en 24 horas, siendo de los más altos.
- Uso de suelo y vegetación: Bosque de coníferas y encino.
- Angulo de pendiente: La pendiente varía entre los 20 y 45°.
- Edafología: Phaeozem, andosol, cambizol y luvisol.
- Clima: Semifrío, Templado-subhúmedo y semicálido.
- Orientación de pendientes: Principalmente al este-noreste
- Magnitud sísmica: 4.5 grados de magnitud-

Dados los factores anteriores se llegó a la conclusión de que efectivamente por las características naturales de las zonas es muy probable que haya algún tipo de movimiento por la interacción de los factores, los cuales presentan las siguientes características:

- Geología: en muchas zonas identificadas el grado de intemperismo de la roca es medio-alto, propiciando que no haya una base sólida, por lo cual hay más probabilidad de que se presente un fenómeno.
- Lluvias: las precipitaciones máximas convergen en exactitud con el nivel de peligro alto, la gran mayoría de los deslizamientos que se han presentado en el municipio se han desencadenado debido a precipitaciones.
- Suelo: hay ciertas características de los suelos que no son favorables, como por ejemplo (ligereza, alta susceptibilidad a erosión, poco desarrollados)

El resultado es un escenario nada alentador para los lugares y personas que ahí se encuentren, creando un panorama de incertidumbre constante; Las localidades que se encuentran dentro de este rango son:

- San Francisco Oxtotilpan (ver Anexo 2, Plantilla 4, 5)
- Mesón Viejo (ver Anexo 2, Plantilla 1,2,3)
- San Miguel Oxtotilpan
- Telpintla (ver Anexo 2, Plantilla 15,16)

En las localidades antes citadas también se anexa el número de plantilla de los puntos identificados; La zonificación de peligro coincide con el flujo de tierra y lodo que se dio el 8 de febrero de 2010 en la carretera federal Toluca-Temascaltepec, (Anexo2, Punto 1) dejando la vía incomunicada y afectando a las comunidades de Mesón Viejo y San Francisco Oxtotilpan, así como pérdidas humanas.



Figura 3.13. Imagen satelital del flujo de Mesón Viejo, tomado de Google Earth.

El **peligro medio** representa el 39.86% de la superficie total de Temascaltepec y su simultaneidad con los factores son las siguientes:

- Geología: Andesita, Ignimbrita, Basalto, Esquisto-Pizarra y Granito.
- Lluvia máxima: Radica entre los 20-30 milímetros acumulados en 24 horas.
- Angulo de pendiente: Entre los 20-30°.
- Orientación de pendiente: Sur y Norte.
- Magnitud sísmica: 4.5 y 5.5 grados de intensidad sísmica, la más alta del municipio.
- Uso de suelo y vegetación: Bosque de Coníferas, Bosque de Encino y Pastizal.

Las localidades principales que se encuentran dentro de esta clasificación so,

- San Mateo Almomoloa.
- Barrio Cantarranas (Cabecera Municipal). (ver Anexo 2, Plantilla 8,9,13)
- El Peñón
- Los Timbres
- Cerro Pelón
- La Finca

Las características más notables de esta clase de peligro es el contraste entre la geología y los demás factores debido a que son rocas “resistentes”, pero en comparación con las lluvias se puede ver un régimen de entre 20-30 milímetros, siendo una cantidad importante para saturar el suelo, las pendientes van de los 20-30 grados, donde pueden darse aun deslizamientos.

Aunado a eso se tiene la parte más alta en cuanto a intensidad sísmica que es de 5.5° y zonas de vegetación que son pastizales, los cuales ayudan a que haya menos erosión, pero no retienen mucho el suelo al no tener raíces grandes; entonces podría decirse que la geología es el único factor a favor de todos los indicadores, el factor con más peso, la cual compite con los demás.

Uno de los principales ejemplos de movimientos se puede ver en (Anexo 2, Planilla 8) que tiene que ver con sobrecargas en la corona, lo que ha provocado un movimiento lento llamado reptación.



Figura 3.14. Arboles inclinados por la reptación.

El **peligro bajo** ocupa el 49.47% del total de la superficie del municipio, de lo cual se obtiene:

- Geología: Andesita-Basalto.
- Lluvia máxima: Hasta los 50 milímetros.
- Edafología: Cambisol, Luvisol y Phaeozem.
- Pendiente: De los 5-20 grados.
- Uso de suelo y vegetación: Agricultura, Bosque de Coníferas y Bosque Mesófilo de Montaña.
- Magnitud sísmica: 4.5° de intensidad.
- Orientación de pendientes: Norte y Este.

Las localidades principales que se encuentran dentro de esta clasificación son:

- Potrero de San José (ver Anexo 2, Plantilla 6)
- San Antonio Albarranes
- La Estancia de Tequesquipan (ver Anexo 2, Plantilla 7)
- La Guacamaya
- Cieneguillas de Labra
- Real de Arriba
- La Albarrada
- San Pedro Tenayac

Hay concordancia con el peligro bajo, en cuanto a la relación de factores se refiere, la geología podría decirse que es estable, las lluvias máximas tienen el rango más bajo al igual que la pendiente, en cuanto al uso de suelo no hay alteración, excepto en la agricultura que se ha ido expandiendo, originando con esto pérdida de cobertura vegetal y mayor exposición al intemperismo hacia el suelo; la orientación de pendiente también juega un papel en contra, ya que la mayor parte del tiempo el sol ilumina hacia el sur y en este caso las laderas están orientadas al norte y este, pero tomando en cuenta la cantidad de lluvia que cae, esta no representa una valoración importante.

3.6 Validación

Como se puede ver en la (Figura 3.15) 6 puntos del inventario de deslizamientos se encuentran dentro del peligro alto, dentro de las siguientes localidades:

- Mesón Viejo
- San Francisco Oxtotilpan
- Cabecera Municipal
- Telpintla

6 puntos más dentro del nivel medio de peligro

- Mesón Viejo
- Cabecera Municipal

Mientras que 4 deslizamientos se observaron en el nivel bajo, en las localidades siguientes:

- Potrero San José
- Estancia Tequesquipan

Para ratificar y corroborar la información obtenida por los mapas, se realizó trabajo de campo, en el cual se obtuvo el inventario de deslizamientos ver (Anexo 2), en la planilla se describen varios puntos en particular, así como posibles afectaciones en el caso de que se presente un fenómeno de este tipo.

En el trabajo *in situ* es donde se realizan las observaciones y se evidencian las condiciones que presenta el lugar las cuales se plasman en la planilla, por lo tanto, se puede afirmar que los puntos de inventario de deslizamientos ratifican la metodología y la elaboración e ilustración de cada uno de ellos, así como su conjunción.

Estableciendo por lo tanto tres diferentes tipos de susceptibilidad y peligro de deslizamientos en el municipio de Temascaltepec.

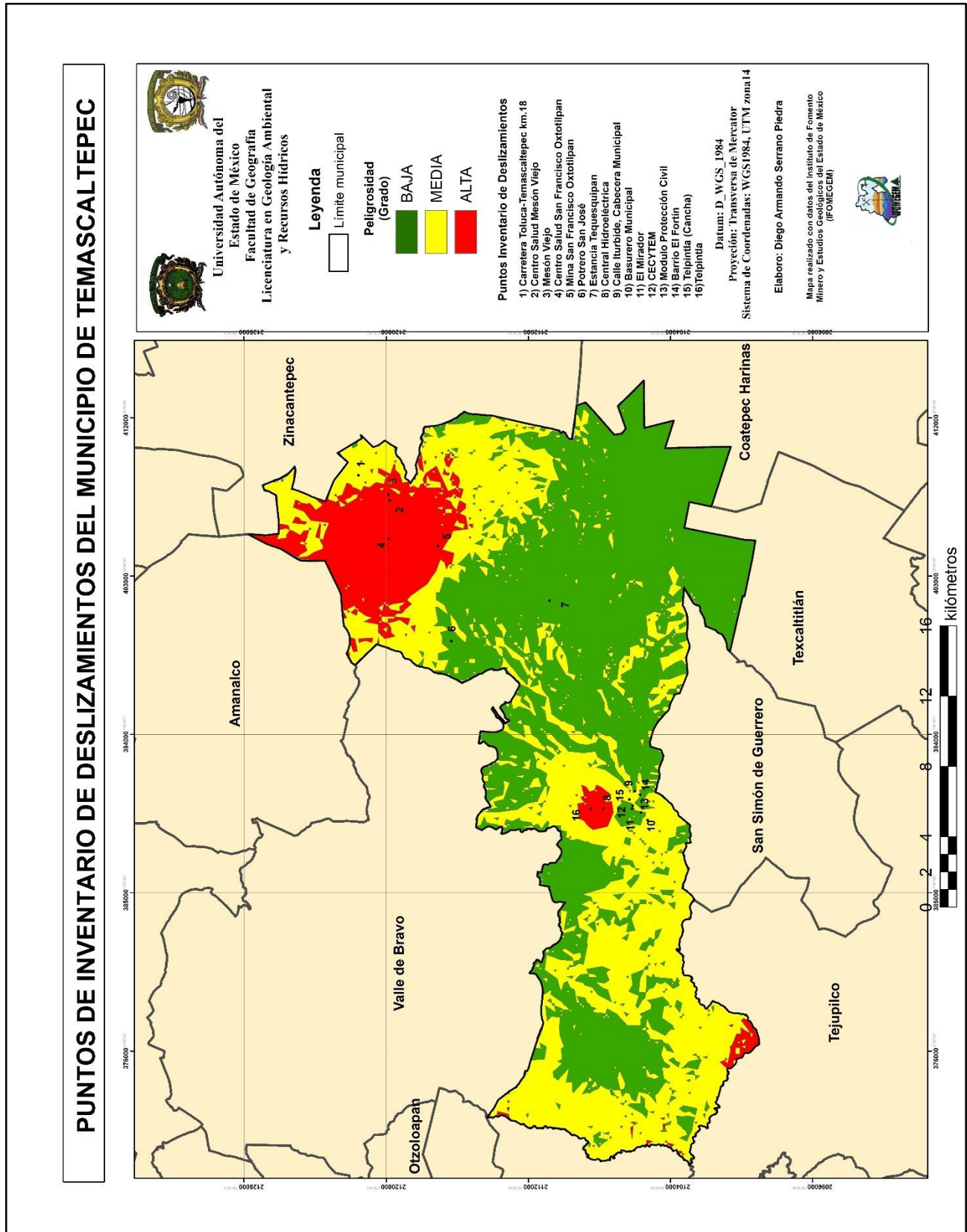


Figura 3.15. Puntos de inventario de deslizamientos del municipio de Temascaltepec, escala 1:125,00.

3.7 Técnicas de estabilización para sitios afectados

Las técnicas comunes de ingeniería para la prevención de los deslizamientos ver (Tabla 3.2) incluyen el drenaje superficial y subterráneo, la eliminación de materiales inestables de las pendientes, la construcción de muros de contención a otras estructuras de soporte o la combinación de estas técnicas.

Tipos de medidas estructurales para la prevención de deslizamientos
<p>Control de drenaje: El control de drenaje superficial y subterráneo es efectivo para estabilizar una pendiente, el objetivo es desviar el agua para evitar que circule o se infiltre en la ladera. La escorrentía puede ser desviada mediante una serie de acequias superficiales. La cantidad de agua que se infiltra en la ladera puede controlarse también cubriendo la ladera con una capa impermeable como cubiertas de cemento, asfalto o incluso plástico. Al agua subterránea se le puede impedir que sature una ladera mediante sumideros subterráneos, que es una tubería de desagüe con agujeros, se rodea con grava permeable o roca triturada y se coloca bajo tierra para interceptar y desviar el agua fuera de una ladera inestable.</p>
<p>Nivelación: Una nivelación cuidadosamente planificada puede aumentar la estabilidad de una ladera. En una sola operación de corte y relleno, el material de la parte superior de una ladera se elimina y se coloca cerca de su base, aumentando la fuerza de resistencia. De esta manera se reduce el gradiente total, este método es practico en una ladera muy alta y abrupta, ya que la ladera puede cortarse en una serie de bancadas o escalones conteniendo cada uno acequias superficiales para desviar la escorrentía. son buenos lugares de recogida de rocas caídas y pequeños deslizamientos.</p>
<p>Estructuras de soporte: Uno de los métodos más comunes de estabilización de una ladera es un muro de contención que la sostenga. Estos muros pueden construirse de hormigón o ladrillo, mallas de alambre llenas de piedras llamadas gaviones o una serie de pilares de largas vigas de hormigón, acero o madera dirigidas hacia la tierra. Para que funcionen con eficacia los muros deben estar anclados muy por debajo de la base de la ladera, rellenos con grava permeable o roca triturada y provistos de tubos de desagüe para reducir la presión del agua en la ladera: Añadiendo plantas a estos muros pueden resultar agradables estéticamente o armonizar con la ladera natural.</p>

Tabla 3.2. Medidas estructurales para la prevención de deslizamientos.

Las medidas de corrección o estabilización de laderas están encaminadas a prevenir los procesos y mitigar los daños, su aplicación depende principalmente de la tipología, magnitud, y velocidad de los movimientos y pueden realizarse antes (en caso de laderas potencialmente inestables) o durante el movimiento, siempre que su velocidad lo permita.

Las actuaciones una vez que el movimiento ha **comenzado**, se deciden en función de:

- El volumen de la masa inestable.
- Las pautas del movimiento, velocidad del proceso y comportamiento de la masa inestable.
- La profundidad de los planos de rotura.
- La pendiente y la altura de la ladera.
- El tipo de materiales presentes.
- La accesibilidad a la ladera.

Por otra parte, para el **diseño** de las medidas de estabilización deben tomarse en consideración:

- Los medios económicos y materiales disponibles.
- La urgencia de intervención.
- La magnitud y dimensiones de la inestabilidad.

Para poder **estabilizar** un talud o ladera es también importante que las medidas pueden consistir en:

- Modificación de la geometría del talud.
- Drenajes.
- Aumento de la resistencia del terreno mediante la introducción en el talud de elementos estructurales resistentes.
- Construcción de muros u otros elementos de contención.

A continuación, se describen las diferentes técnicas de estabilización:

3.7.1 Descabezamiento y construcción de tacones de tierra o escollera

Para disminuir las fuerzas desestabilizadoras que inducen a la rotura del talud y aumentar el coeficiente de seguridad es necesario eliminar material de la coronación del talud y acumular terreno en su base denominada descabezamiento, disminuyendo el peso de la parte superior en consecuencia disminuyen las fuerzas que favorecen la rotura del talud.

Al acumular material en el pie del talud se crea un tacón de tierra o escollera (Figura 3.16) cuyo peso hace que las tensiones normales aumenten y como consecuencia de ellas aumenta la resistencia del talud.

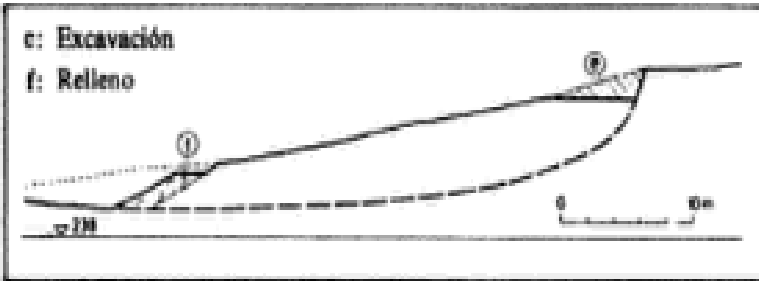


Figura 3.16. Corrección de un deslizamiento causado por la excavación de una carretera (Zaruba y Mencl, 1982).

Debido a los altos costos que representa este tipo de técnica no es viable la opción de utilizarla en alguno de los deslizamientos identificados en la planilla, además se removerían grandes cantidades de tierra.

3.7.2 Bermas

Se caracterizan porque tienen gran altura y ángulos de escalonado cercanos a 90° (Figura 3.17) con ellas se evita que se desprendan masas importantes del terreno que conforma el talud, además facilitan el acceso a los taludes, haciendo más fácil su mantenimiento y restauración final, las bermas también sirven de barrera para desprendimientos. En la planilla numero 9 (Anexo 2) las bermas serían una buena opción de tratamiento, debido a que la calle donde se encuentra el deslizamiento conecta con la carretera federal, además por las dimensiones del mismo generaría una barrera que aumentaría su estabilidad.

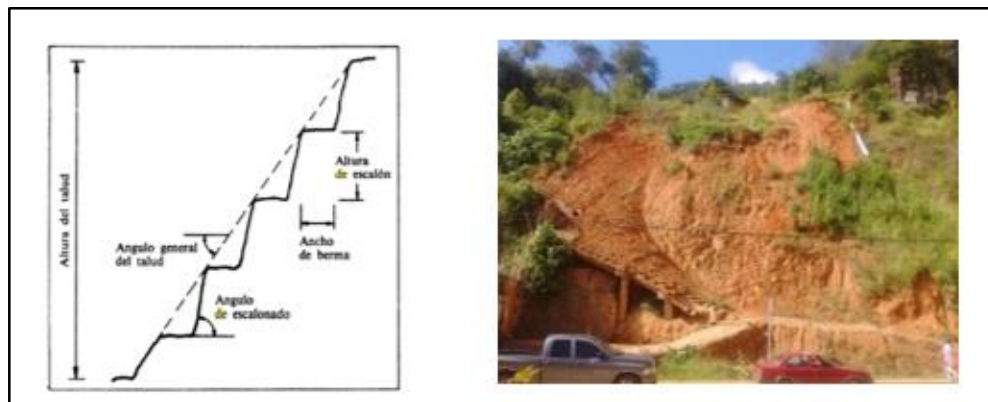


Figura 3.17. Esquema de un talud con bermas, (Carcedo y Posse, 2006).

3.7.3 Bulones o anclajes pasivos y activos

Los anclajes entran en acción oponiéndose al deslizamiento cuando la masa ha comenzado a moverse, son barras de acero o cables que se introducen en un taladro cementándolos en toda su longitud (Figura 3.18), aumentan las tensiones normales y disminuyen las cortantes, haciendo que la fuerza de los bulones se oriente en sentido contrario al del movimiento.

Los bulones introducen una fuerza exterior de intensidad y dirección conocida, mientras que los pasivos limitan las deformaciones internas, las cuales llevarían consigo una rápida disminución de las características de resistencia.

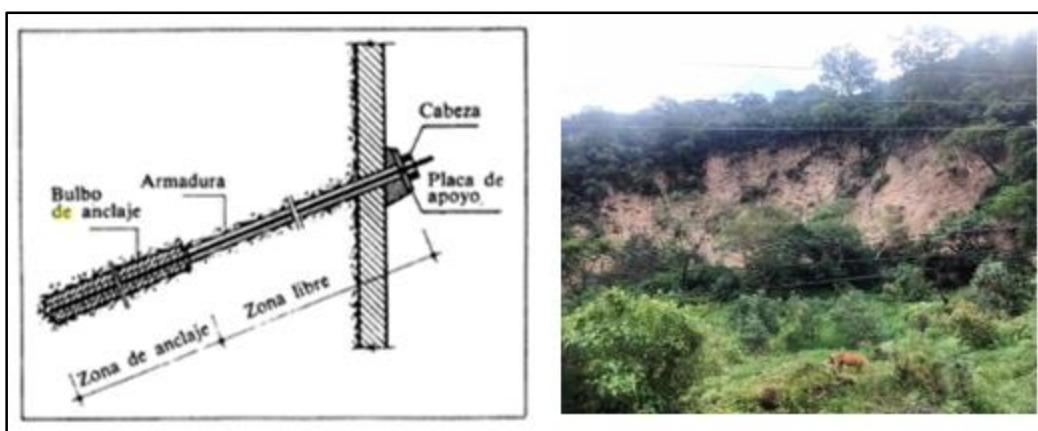


Figura 3.18. Esquema de un anclaje. (Jiménez Salas y otros, 1980).

Para el caso de la planilla 12 del inventario de deslizamientos, el anclaje sería una opción razonable, que debido a la gran altura del talud sería imposible remover todo el material que ahí se encuentra, aún no ha habido movimiento grande alguno así que los anclajes empujarían consigo el material del muro brindándole resistencia.

3.7.4 Muros

El diseño de un muro se debe realizar tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Estabilidad general del muro, lo que incluye la estabilidad al vuelco y al deslizamiento.
- Resistencia del terreno del cimiento.
- Ausencia de tracciones en la base del muro.
- Resistencia estructural.

De acuerdo con (Jiménez Salas y otros, 1976). los muros se pueden clasificar en tres grupos (Figura 3.19).

- Muros de sostenimiento: Se construyen separados del terreno natural y se rellenan posteriormente.
- Muros de contención: Generalmente van excavados y se construyen para contener un terreno que sin la acción del muro sería probablemente inestable.
- Muros de revestimiento: Su misión es esencial proteger el terreno de la erosión y meteorización, además de proporcionar un peo estabilizador.

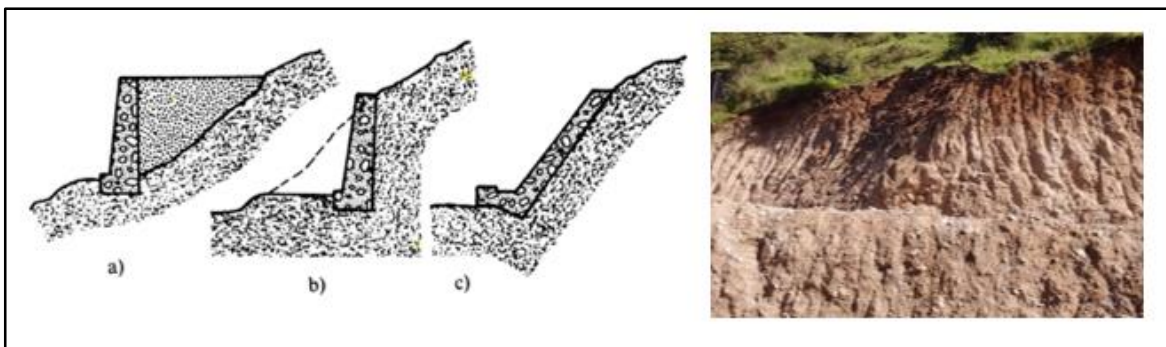


Figura 3.19. Tipos de muros: a) sostenimiento b) contención c) revestimiento (Jiménez Salas y otros, 1976).

Al talud de la planilla número 4 del inventario de deslizamientos (Anexo 2) por las características que presenta, principalmente su tamaño se le aplicaría la técnica del muro de contención (b), esto para retener el material que se encuentra ahí y aún no ha tenido un desplazamiento, esta es una de las técnicas más fáciles y menos costosas que existen, incluso en algunas calles de la cabecera municipal se ha usado este método.

3.7.5 Muros de gaviones

Los gaviones están constituidos por jaulas de alambre en forma de prismas rectangulares que se rellenan con fragmentos de roca no degradable (Figura 3.20) Las dimensiones más frecuentes de los gaviones son: longitud entre 2 y 4 metros, altura entre 0.3 y 1 metro, su anchura suele ser de 1 metro.

La altura de los muros de gavión puede ser del orden de 5 a 10 metros, aunque en casos excepcionales pueden superar los 25 metros de altura, las principales ventajas de los muros de gavión son su capacidad de adaptación a los asientos de terreno y su buen drenaje.



Figura 3.20. Muro de gavión (Carcedo y Posse, 2006).

Los muros de gavión son de las técnicas de estabilización más costosas que existen, la ladera de la planilla de inventario numero 3 (Anexo 2) es una buena opción para la implementación de esta medida, ya que en la parte alta pasa la carretera federal, por lo que usar muros de gavión en este lugar es garantía de que no habrá movimientos futuros,

3.7.6 Muros de tierra armada

En este tipo de muros se refuerza el terreno con bandas de material manufacturado (Figura 3.21) generalmente metálico, las bandas van ancladas a la pared y se disponen perpendicularmente. El rozamiento entre el suelo y las bandas proporciona la estabilidad del conjunto. La principal ventaja de estos es su bajo costo, generalmente entre un 20 y 50% menor, además de se adaptan con facilidad a los asientos diferenciales.

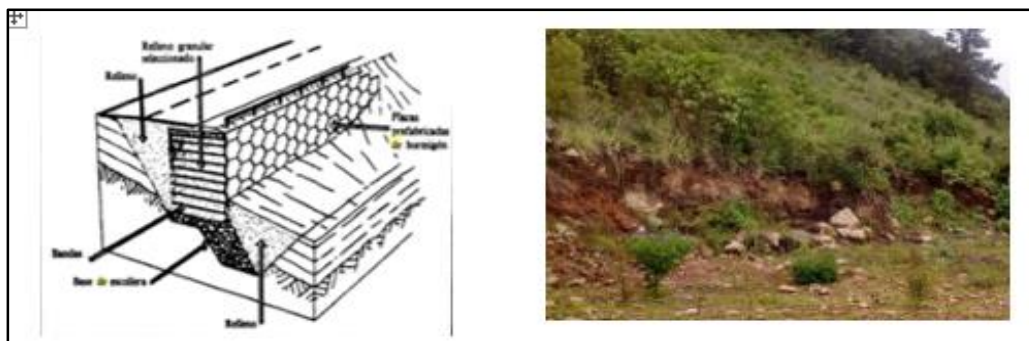


Figura 3.21. Muro de tierra armada (CANMET. 1977).

Como ya se mencionó antes los muros de tierra armada son bastante económicos, por lo cual es bastante accesible usar este método, se recomienda usarlo en el talud identificado en la planilla de deslizamientos numero 7 (Anexo 2) debido a la altura y poco estado de degradación del talud.

3.7.7 Dren longitudinal

Es un tubo poroso y perforado, paralelo al muro y situado sobre el talón del mismo, además de que se pueden realizar detrás del muro de manera longitudinal o inclinada y reduce significativamente las presiones de filtración que se desarrollan después de lluvias intensas, en la (Figura 3.22) se observan diferentes tipos de drenes para estabilizar un talud.

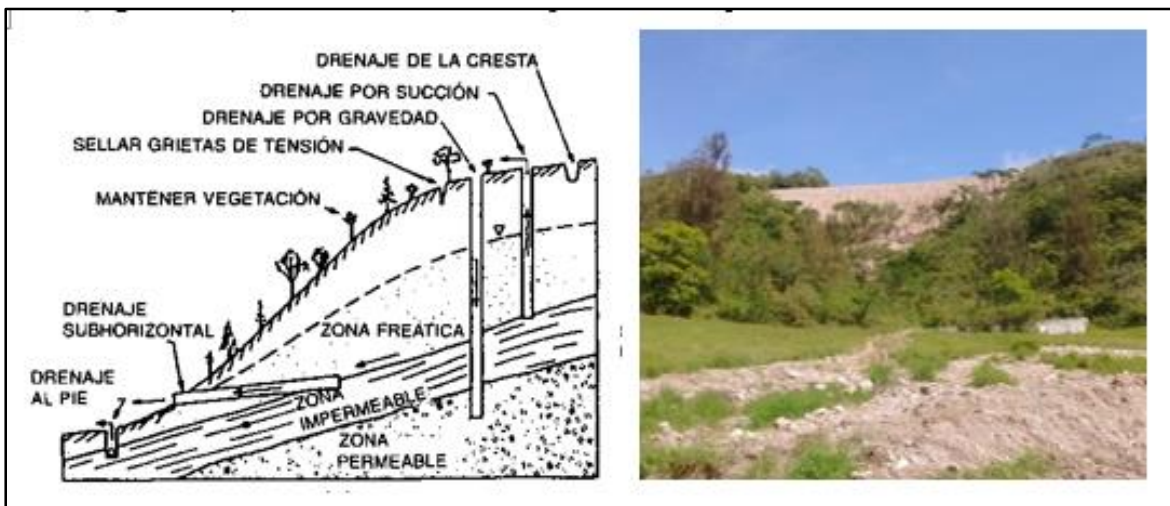


Figura 3.22. Sistemas de drenaje para estabilizar un talud (OPS/OMS, 1997).

Como se puede apreciar en la foto tomada de la cancha de futbol planilla numero 15 (Anexo 2), al desmontar la cabecera del cerro el material quedo al costado formando una ladera artificial con material suelto y fácilmente erosionable, para evitar posibles movimientos e incidentes con las personas que se encuentren en la parte alta se sugiere usar un sistema de drenaje y sellado con hormigón para evitar la posible saturación del suelo y con ello un posible deslizamiento.

3.8 Medidas preventivas, de identificación y manejo

Son medidas o sugerencias propuestas para los tipos de movimientos identificados en el municipio y para cada uno de los niveles de peligro identificados, para evitar o mitigar los peligros es evidente que hay que tomar acciones preventivas adecuadas que permiten identificar las estrategias que deben seguirse, para la siguiente tabla se tomaron en cuenta varias medidas de Moya, (1992).

Los diferentes tipos de movimiento a los cuales se les hacen estas medidas son los siguientes:

- Reptación o arrastre (Tabla 3.3).
- Deslizamientos (Tabla 3.4).
- Caídas, desprendimientos o volcaduras (Tabla 3.5).
- Flujos (Tabla 3.6).

En la (Tabla 3.7) se señalan algunas sugerencias de manejo de acuerdo a los diferentes niveles de peligro (alto, medio y bajo) para cada uno de los diferentes usos de suelo (Vías de comunicación, asentamientos humanos, zonas agrícolas o forestales y parques naturales).

Medidas para reptación o arrastre	
Evidencias	Acciones para evitar o mitigar el peligro
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Áreas permanente o constantemente saturadas de agua aun en el periodo seco del año. ▪ Ondulación, levantamiento y hundimientos en el terreno provocado por la expansividad de los materiales. ▪ Las actividades del hombre que utilicen agua generan o aceleran la formación de flujos por saturación inducida. ▪ La inclinación de árboles, torres o postes de luz, muros, verjas, etc., señalan el comienzo del desplazamiento y la inestabilidad existente. ▪ Grietas en continuo aumento sobre pisos y paredes de casas o sobre carreteras u obras indican la respuesta de las construcciones al movimiento lento, del terreno cuesta abajo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Revise los cambios que se produzcan en el terreno en términos de área saturada, profundidad y cantidad de material que pudiera fluir. ▪ Evacue zonas adyacentes en particular aquellas localizadas laderas abajo, limite el acceso y desaloje su vivienda. ▪ Mantenga el terreno lo más seco posible. Canalice o entube el agua para evitar mayor saturación. ▪ Alerta a los vecinos sobre las actividades que pueden causar un flujo. ▪ Revise los cambios que se produzcan en las construcciones. ▪ Evite construcciones, sobrecarga y saturación del terreno.

Tabla 3.3. Medidas para reptación y arrastre (Carcedo, 2002)

Medidas para deslizamientos	
Evidencias	Acciones para evitar o mitigar el peligro
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formación de escarpes o grietas paralelas o perpendiculares a la pendiente del terreno. ▪ Depresiones, hundimientos, desniveles y cambios en la topografía del terreno. ▪ Acumulación de rocas o suelos al pie de superficie casi planas pueden indicar que antes ya hubo un desplazamiento y puede ocurrir uno nuevo. ▪ Inclinación o agrietamiento rápido de cimentación de construcciones, casas, tuberías, arboles, verjas etcétera. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investigue las causas de las grietas, escarpes, o levantamientos tanto en el sitio como en lugares adyacentes, ya que es posible que haya un movimiento. Desaloje la zona si la magnitud es crítica. ▪ Evite la sobrecarga en el terreno y los aportes de agua al subsuelo para no permitir la lubricación de los planos de deslizamiento. ▪ Si la presencia de agua es artificial corrija o repare inmediatamente.

Tabla 3.4. Medidas para deslizamientos (Carcedo, 2002).

Medidas para caídas, desprendimientos o volcaduras	
Evidencias	Acciones para evitar o mitigar el peligro
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Si existen rocas que han caído desde laderas arriba en el área de estudio. ▪ Donde y como se han depositado, al pie, alrededor o ladera abajo. ▪ Si aparecen como amontonamientos o rocas aisladas. ▪ Recorrer las partes más altas para ver si hay rocas a punto de desprenderse. ▪ Determinar si la erosión es tan intensa que deje expuestas nuevas rocas. La importancia de los rasgos anteriores podría indicar que otras rocas caerán y comenzaran nuevos desprendimientos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Construya terrazas o muros ladera arriba para reducir la velocidad o frenar el impacto de los desprendimientos. ▪ Minimice el efecto de cualquier actividad natural o humana que ayude a la formación de desprendimientos de roca. ▪ Proteja el terreno contra la erosión. Asesórese respecto a la repoblación forestal cuando sea necesaria. ▪ Desaloje su vivienda si es inevitable que los desprendimientos ocurran. ▪ Evite construir al pie de acantilados rocosos o zonas donde a menudo caen rocas.

Tabla 3.5. Medidas para caídas, desprendimientos o volcaduras (Carcedo, 2002)

Medidas para flujos	
Evidencias	Acciones para evitar o mitigar el peligro
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Áreas permanente o constantemente saturadas aun en la estación seca del año. ▪ Vegetación densa en la estación seca del año, indica el área con mayor potencialidad a fluir en época de lluvias. ▪ Canales, depresiones largadas o barrancos donde actualmente no corre agua pueden corresponder a las cicatrices o los cauces dejados por fluidos anteriores. ▪ Amontonamiento de rocas o fango al pie de los barrancos a la salida de las laderas o áreas montañosas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estas son muy similares a los casos de reptación, sobre todo en lo referente a la saturación por líquidos. Además, es importante reconocer las características de los canales, cañadas, barrancas y cualquier otro tipo de cauce por donde puedan desplazarse los materiales, así como las características de los depósitos al salir de las laderas o montañas y explayarse en terreno planos.

Tabla 3.6. Medidas para flujos (Carcedo, 2002)

Sugerencias de manejo de acuerdo al uso de suelo y los niveles de peligro				
Nivel de peligro	Vías de comunicación	Asentamientos humanos	Zonas agrícolas o forestales	Parques naturales
Bajo	Conservación, mantenimiento y monitoreo sistemático de la red vial.	Conservación, mantenimiento y monitoreo sistemático de casas, así como de la infraestructura en general.	Prácticas agronómicas: cultivos en fajas perpendiculares a la dirección de la pendiente, barreras vivas. Rotación de cultivos.	Monitoreo sistemático de laderas y taludes. En caso de desarrollarse algunas de los tres usos anteriores aplican las respectivas sugerencias.
Medio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conservación, mantenimiento y monitoreo de la red vial. ▪ Medidas de drenaje en laderas o taludes adyacentes a la red vial. Restringir nuevos proyectos viales. ▪ En caso de nuevos proyectos, exigir de carácter obligatorio estudios de estabilidad de taludes a escala 1: 1000 y de mayor de detalle. 	<p>Medidas de drenaje en laderas o taludes cercanos a infraestructuras.</p> <p>Restringir nuevos proyectos.</p> <p>En caso de nuevos proyectos, exigir de carácter obligatorio estudios de estabilidad de taludes a escala 1: 1000 y de mayor de detalle.</p>	<p>Prácticas mecánicas: Canales de captación y desviación de agua. Control de cárcavas.</p> <p>En caso de zona forestal aplicar medidas de control de cárcavas en caminos forestales.</p>	Restringir nuevos proyectos constructivos.
Alto	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Medidas de drenaje en laderas o taludes adyacentes a la red vial. ▪ Aplicación de medidas estabilizadoras: ▪ Modificación de la geometría de taludes, introducción en el terreno de elementos estructurales resistentes. ▪ Construcción de muros u otros elementos de contención. <p>Prohibir nuevos proyectos viales.</p>	<p>Conservación, mantenimiento y monitoreo sistemático de las casas.</p> <p>Medidas de drenaje en laderas o taludes cercanos a infraestructuras.</p> <p>Modificación de la geometría de taludes, introducción en el terreno de elementos estructurales resistentes.</p> <p>construcción de muros u otros.</p> <p>Prohibir nuevos proyectos constructivos.</p>	Cambio de uso, en este caso a cubierta forestal, con prohibición o restricciones para la extracción de madera.	Prohibir nuevos proyectos constructivos.

Tabla 3.7. Sugerencias de manejo de acuerdo al uso de suelo y los niveles de peligro.

CONCLUSIONES

Con el análisis e identificación de factores condicionantes y desencadenantes se lograron precisar las zonas más propensas a la presencia de cualquier tipo de movimiento de remoción en masa en el municipio de Temascaltepec; así mismo con la ayuda de las herramientas SIG y el análisis multicriterio se obtuvieron los siguientes mapas:

- Mapa de susceptibilidad de deslizamientos escala 1:125,000
- Mapa de peligro de deslizamientos escala 1:125,000

Para la realización del mapa de susceptibilidad únicamente se tomaron en cuenta los factores condicionantes o ambientales los cuales son:

Factores Condicionantes

- Geología
- Angulo de pendiente
- Relieve Interno
- Orientación de pendiente
- Tipos de suelo
- Uso de suelo y vegetación

Con el mapa final que es el de peligro de deslizamientos se anexaron los factores desencadenantes o disparadores:

Factores Desencadenantes

- Lluvia máxima
- Intensidad sísmica

Cabe destacar que los indicadores clave o con más importancia son la geología, geomorfometría (relieve interno, ángulo de pendiente, orientación de pendiente) y las lluvias máximas, la geología y la geomorfometría son factores intrínsecos, propios del talud o ladera, y las lluvias representan un factor externo.

La geología es el factor de más peso, porque de ella depende el que haya o no un deslizamiento debido a diferentes características (tipo de roca, composición, grado de cementación de la roca, presencia de zonas de debilidad, foliación, diaclasas, grado de

fracturamiento, planos de estratificación, grado de erosión, etcétera), es por eso que es importante el trabajo de campo y la identificación de cada factor.

El relieve interno, ángulo y orientación de pendiente son factores que se relacionan con la forma del lugar, principalmente montañoso en el municipio, el cual debido a su altura, inclinación y fuerza de gravedad colaboran a que el material del que está hecha la ladera avance con mayor o menor velocidad.

La lluvia es el principal factor detonante debido a que aporta mayor peso, aumentando la capacidad de carga y saturación del suelo, que en combinación con los factores anteriores es más fácil la aparición de un movimiento, además se apreció que las zonas donde hay más peligro alto tiene coincidencia con las zonas de más alto rango de precipitación.

El uso del análisis multicriterio por medio de las herramientas SIG es una importante herramienta de análisis e interpretación de datos espaciales, que con la validación a través del trabajo de campo permiten hacer observaciones más detalladas y precisas por medio de la comparación de ambas, de igual manera ratifica la certeza y credibilidad del método empleado para la investigación.

El análisis espacial permitió identificar tres zonas de peligro

- Peligro bajo: Ocupa el 49.47% de superficie municipal.
- Peligro medio: Ocupa el 39.86% de superficie municipal.
- Peligro alto: Ocupa el 10.66% de superficie municipal.

Los mapas resultantes de susceptibilidad y peligro indican las zonas en las cuales se requiere poner más interés, cuidado y vigilancia permanente, así como en los puntos ubicados dentro del inventario de deslizamientos, debido a que la mayoría de ellos se sitúan dentro de las zonas de clasificación alta y media.

La mayoría de las localidades identificadas en el inventario de deslizamientos son poblaciones de escasos recursos, lo cual agrava aún más la situación de peligro en la que se encuentran ya que tienen acceso limitado a servicios básicos como son (salud, agua potable, servicios de emergencia, telefonía móvil, vías de comunicación).

El método usado es bastante claro y simple de aplicar, el cual ofrece información más detallada en cuanto a escala, pero para investigaciones más técnicas y sofisticadas tanto de geología como de edafología el detalle es muy general, pudiendo adaptarse a más estudios y así poseer una investigación más completa.

Las actividades humanas tienen influencia en cuanto a que se desarrollen las condiciones y se presente un deslizamiento, ya que actúan como un factor detonante debido a:

- Crecimiento demográfico de las comunidades.
- Cambio de uso de suelo de forestal a agrícola.
- Tala de árboles para la construcción de viviendas y vías de comunicación en superficies propensas a deslizarse.

Los habitantes del municipio de Temascaltepec no tienen noción del peligro que representan los deslizamientos, cosa que es preocupante, porque no identificarían ni sabrían reaccionar ante la presencia de algún movimiento, dicen que es “cosa de Dios”, y que no pasaría nada, dicho lo anterior se precisa que todos los objetivos propuestos fueron cumplidos.

Es más que evidente que en México se tiene más una cultura de reacción que de prevención ya que las consideraciones antes mencionadas no se toman en cuenta en los diferentes documentos oficiales de desarrollo, planificación y protección, y que a la larga trae consigo pérdidas económicas, materiales y humanas, pudiendo evitarlas o minimizarlas si se atendiera de verdad la problemática.

Es necesario tener bien identificados los lugares seguros debido a que generalmente las escuelas son utilizadas como albergues en caso de un evento extremo, estando en ciertos casos dentro de la misma zona de peligro.

RECOMENDACIONES

- Dar a conocer a las autoridades que integran las diferentes áreas del ayuntamiento la relevancia que tiene este escrito, con el fin de que ayude a una mejor toma de decisiones y de esta manera prevenir y mitigar el peligro económico, estructural y humano que se genera cuando hay un movimiento.
- Considerar este documento como una herramienta preliminar para la planificación urbana y de infraestructura, facilitando la toma de decisiones.
- Impulsar campañas de información (identificación, prevención, y medidas reactivas) en cada una de las localidades para lograr de esta forma se tenga una mejor comprensión de este fenómeno y se sepa que hacer antes, durante y después de un deslizamiento.
- Crear grupos locales de protección civil en las comunidades, para en caso de deslizamiento haya una intervención rápida y efectiva.
- Profundizar aún más esta tesis con otros estudios, e incluso llegar a la parte del riesgo, debido a que en el inventario de deslizamientos (anexo 2) la información obtenida no es suficiente para conocer los daños reales posiblemente causados.
- Si es posible, considerar la reubicación para las viviendas que se encuentran en las zonas de mayor peligro.
- Implementar infraestructura de estabilización y drenaje en la carretera federal Toluca-Temascaltepec, debido a los grandes taludes que se encuentran por la realización de la misma, representando con ello una amenaza constante y poniendo en peligro la vida de las personas que por ahí transitan.
- Ampliar la información y agregar más lugares susceptibles al inventario de deslizamientos, con el fin de tener bien identificadas las zonas peligrosas.

REFERENCIAS

- Abad Cardenas, K. F. (2006). *bibdigital.epn.edu.ec*. Obtenido de *bibdigital.epn.edu.ec*: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2440>
- ArcGis. (s.f.). Como funciona Orientacion. Obtenido de Como funciona Orientacion: <http://desktop.arcgis.com/>
- A. Keller, E., & H. Blodgett, R. (2004). Riesgos naturales Procesos de la Tierra como riesgos, desastres y catastrofes. Madrid: Pearson Educacion.
- Alcántara Ayala, Irasema; Borja Baeza, Roberto Carlos; (2004). Procesos de remoción en masa y riesgos asociados en Zacapoaxtla, Puebla. *Investigaciones Geográficas (Mx)*, abril, 7-26.
- Alcántara Ayala, Irasema; Murillo García, Fran Giselle; (2008). Procesos de remoción en masa en México: hacia una propuesta de elaboración de un inventario nacional. *Investigaciones Geográficas (Mx)*, agosto, 47-64.
- Ayala-Carcedo, F. J. (2002). *Riesgos naturales*. España: Ariel.
- Boggetti, C. (agosto de 2009). Ciencias de la tierra. Obtenido de Ciencias de la tierra. <http://cienciasdelatierra2010.blogspot.com>
- Burrough, P. A. y McDonell, R. A., 1998. Principles of Geographical Information Systems (Oxford University Press, New York), pág. 190
- Campos, O. A., Oliva González, A., & Gallardo Amaya, R. (2011). Inestabilidad de laderas, Influencia de la actividad humana. *Elementos BUAP*, 39-46.
- Carcedo, F. J., & Cantos, J. O. (2002). *Riesgos Naturales (Primera Edición ed.)*. Barcelona, España: Ariel.
- CENAPRED. (Diciembre de 2001). inestabilidad de laderas. Mexico, D.F., Mexico.
- Centro de Estudios URBAM, U. E., & Harvard Graduate School of Designe Social Agency L. (2012). *Re Habitar la Ladera Operaciones en Áreas de Riesgo y Asentamiento Precario en Medellín*. Medellín: URBAM.
- CNN. (21 de Septiembre de 2010). *mexico.cnn.com*. Obtenido de *mexico.cnn.com*: <http://mexico.cnn.com/nacional/2010/09/21/cinco-personas-mueren-por-deslaves-registrados-en-el-estado-de-mexico>
- Cuanalo C., O., & Quezada P., P., & Aguilar M., A., & Olivan R., A., & Barona D., E. (2006). Sismos y lluvias, factores detonantes de deslizamientos de laderas en las regiones montañosas de Puebla, México. *e-Gnosis*,

- Davila, I. (06 de febrero de 2010). Aludes de lodo y tierra en la vía Toluca-Temascaltepec: 10 muertos. La Jornada.
- Desastres, C. N. (12 de septiembre de 2016). www.cenapred.gob.mx. Obtenido de www.cenapred.gob.mx:
<http://www.cenapred.gob.mx/es/documentosWeb/Enaproc/IdentiDeslizamientos.pdf>
- Desastres, C. N. (s.f.). conred.gob.gt. Obtenido de conred.gob.gt:
<https://conred.gob.gt/site/documentos/glosario.pdf>
- Edward J. Tarbuck, F. K. (2005). *Ciencias de la Tierra Una introduccion a la geologia fisica* (Octava Edición ed.). Madrid: Pearson.
- Encalada, W. S. (2011). Estudio del peligro de deslizamientos del norte de la ciudad de Loja, provincia de Loja, Ecuador. La Habana, La Habana, Cuba.
- Garza Salinas, M., & Rodriguez Velazquez, D. (1998). *Los Desastres en Mexico Una Perspeciva Multidisciplinaria*. Mexico.
- Harp, E. L., W. Hagaman, K., & D. Held, M. (2002). [usgs.gov](https://pubs.usgs.gov/of/2002/ofr-02-0061/OFR0261es_Text.access.pdf). Obtenido de [usgs.gov](https://pubs.usgs.gov/of/2002/ofr-02-0061/OFR0261es_Text.access.pdf):
https://pubs.usgs.gov/of/2002/ofr-02-0061/OFR0261es_Text.access.pdf
- INEGI. (2009). www3.inegi.org.mx. Obtenido de www3.inegi.org.mx:
<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/15/15086.pdf>
- INEGI. (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Temascaltepec, Mexico. Obtenido de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Temascaltepec, Mexico: <http://www3.inegi.org.mx/>
- Keller, E. A., & Blodgett, R. H. (2004). Riesgos Naturales Procesos de la Tierra como riesgos, desastres y catástrofes. Madrid, España: Pearson Prentice Hall.
- Legislación. (19 de diciembre de 2012). LEY DE PROTECCIÓN CIVIL DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE MEXICO. Toluca, México, México.
- Lizama, C. E. (2013). Propuesta metodologica para establecer areas de riesgo por remocion en masa, Chile. *Revista Colombiana de Geografia*, 145-169.
- Marcano Montilla, Arismar; Cartaya Ríos, Scarlet; (2013). Zonificación de la amenaza por procesos de remoción en masa originados por las precipitaciones entre Camurí Chico y Punta Tigrillo, estado Vargas, Venezuela. *Revista de Investigación*, septiembre-diciembre, 189-214.
- Mendoza, V. (20 de Julio de 2015). www.hoyestado.com. Obtenido de www.hoyestado.com:
<http://www.hoyestado.com/2015/07/temporada-de-lluvias-ha-ocasionado-cinco-derrumbes-al-sur-del-edomex/>

- Ministerio de Ciencia, T. y. (2012). *Guía metodológica para el estudio de peligro, vulnerabilidad y riesgo por deslizamientos de terreno a nivel municipal*. Cuba.
- Montero, J. C. (2003). Riesgos de origen geológico y geomorfológico: deslizamientos de tierras, identificación, análisis y prevención de sus consecuencias. *Revista de Ciencias Sociales*, 33-64.
- Monzon, M. E. (noviembre de 2013). Repositorio USAC. Obtenido de Repositorio USAC: <http://www.repositorio.usac.edu.gt>
- OPS/OMS. (Octubre de 1997). Vulnerabilidad de los sistemas de agua potable frente a deslizamientos, estudio de caso. Caracas, Caracas, Venezuela.
- Perálvarez, J. D. (23 de septiembre de 2005). Análisis de la susceptibilidad a los movimientos de ladera mediante un SIG en la cuenca vertiente al embalse de Rules, Granada. Granada, Granada, España.
- Redacción. (02 de mayo de 2014). Cronología de graves deslizamientos de tierra desde el año 2000. Lima, Perú.
- Revuelta, E. S. (septiembre de 2015). Influencia de las precipitaciones en la ocurrencia de los movimientos de ladera en Cantabria. Cantabria, Santander, España.
- Societies, I. F. (2010). World Disasters Report. Ginebra, Suiza: Denis McClean. Obtenido de <http://www.ifrc.org>.
- SUN/ElGolfo.Info. (05 de Febrero de 2010). *www.elgolfo.info*. Obtenido de *www.elgolfo.info*: <http://www.elgolfo.info/nota/14877-suman-10-muertes-tras-deslave-en-carretera-toluca/>
- Tarback, E. J. (2005). *Ciencias de la Tierra* (Octava Edición ed.). Madrid: Pearson.
- Torres Torres, F., Rodríguez Velázquez, D., Ibarra Peilegrin, F., & Carrillo Rojas, A. (1996). *Desastres Naturales Aspectos Sociales para su Prevención y Tratamiento en México*. México: Ediciones Delegraf.
- USGS. (1980). *Procedures for Estimating Earthquake Ground Motions*. Washington D.C.: U.S. Government Printing Office.
- USGS. (29 de agosto de 2017). La Ciencia del Agua para Escuelas. Obtenido de La Ciencia del Agua para Escuelas: <http://water.usgs.gov/gotita/earthgwdecline.html>
- Vallejo, L. I. (2002). *Ingeniería Geológica*. Madrid: Pearson.
- Zaruba, Q. and Mencl, V. (1982) *Landslides and Their Control: Development in Geotechnical Engineering*. Elsevier, Amsterdam,

ANEXO 1 GLOSARIO

Las definiciones fueron compiladas por el Centro de Investigación sobre Epidemiología de los Desastres (CRED) y se basan en un glosario elaborado por la oficina del coordinador de las Naciones Unidas para el socorro en caso de desastre (UNDRO), el Comité Científico y Técnico del Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales (DIRDN) y Tarbuck (2005).

Aluvión: Sedimento no consolidado depositado por un río.

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

Alerta: Periodo anterior a la ocurrencia de un desastre, declarado con el fin de tomar precauciones específicas, debido a la probable y cercana ocurrencia de un desastre.

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

Capacidad de infiltración: Velocidad máxima a la cual el suelo puede absorber el agua.

Conciencia pública (sensibilización): Proceso de información a la comunidad de la naturaleza del peligro y las acciones necesarias para salvar vidas y propiedades antes y durante del desastre.

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

Degradación ambiental: Modificaciones desfavorables del estado ecológico y ambiental como resultado de fenómenos naturales o actividad humana.

Deformación: Término general para describir los procesos de plegamiento, fracturación, cizallamiento, compresión o extensión de las rocas como consecuencia de la actuación de fuerzas naturales.

Desastre: Suceso que causa alteraciones intensas en las personas, los bienes, los servicios y el medio ambiente, excediendo la capacidad de respuesta de la comunidad afectada.

Deslizamiento de rocas: Movimiento rápido, cuesta abajo, usualmente repentino de un segmento nuevo que se desprende de un lecho de roca sobre una superficie inclinada u otra superficie ya existente.

Deslizamiento de tierra: Movimientos hacia afuera o cuesta debajo de materiales que forman laderas (rocas naturales y tierra). Son desencadenados por lluvias torrenciales, la erosión de los suelos y temblores de tierra, pudiendo producirse también en zonas cubiertas por grandes cantidades de nieve.

Desprendimiento de rocas: Caída o movimientos que precipitan la separación de segmentos nuevos, de un lecho de rocas de cualquier tamaño, de una pared u otra pendiente bien inclinada.

Discontinuidad: Cambio súbito con la profundidad de una o más de las propiedades físicas de los materiales que componen el interior de la tierra. Límite entre dos materiales diferentes del interior de la tierra.

Erosión: Pérdida o desintegración de suelo y rocas como resultado de la acción del agua, hielo o viento.

Escorrentía: Agua que fluye sobre la tierra en vez de infiltrarse en el suelo.

Estratos: Capas paralelas de rocas sedimentarias.

Extrusiva: Actividad ígnea que se produce en la superficie de la tierra.

Fractura: Cualquier rotura longitudinal de la roca sin que haya habido movimiento apreciable.

Flujo: Tipo de movimiento común en los procesos gravitacionales en los cuales el material saturado de agua se desplaza pendiente abajo como un fluido viscoso.

Flujo de lodo: Traslado montaña debajo de material terreo fino mezclado con agua.

Flujo de tierra: Movimiento masivo caracterizado por el traslado cuesta debajo de tierras arcillosas.

Infiltración: Movimiento del agua superficial dentro de las rocas o el suelo a través de grietas o poros.

Intensidad de precipitación: Cantidad de precipitación recogida por unidad de tiempo.

Meteorización: Desintegración y descomposición de una roca en la superficie terrestre o en un lugar próximo a ella.

Nivel freático: El nivel superior de la zona saturada de las aguas subterráneas.

Permeabilidad: Medida de la capacidad de un material para transmitir agua.

Porosidad: Volumen de espacios abiertos en la roca o el suelo.

Reptación del suelo: Movimiento gradual y continuo del suelo y material suelto por una pendiente que puede ser suave sin rotura.

Riesgo: Producto de la peligrosidad natural, la vulnerabilidad y la exposición.

Sedimento: Partículas no consolidadas creadas por la meteorización y la erosión de rocas, o por secreciones de organismos, y transportadas por el agua el viento o los glaciares.

Suelo: Combinación de materia orgánica y mineral, agua y aire que soporta el crecimiento vegetal.

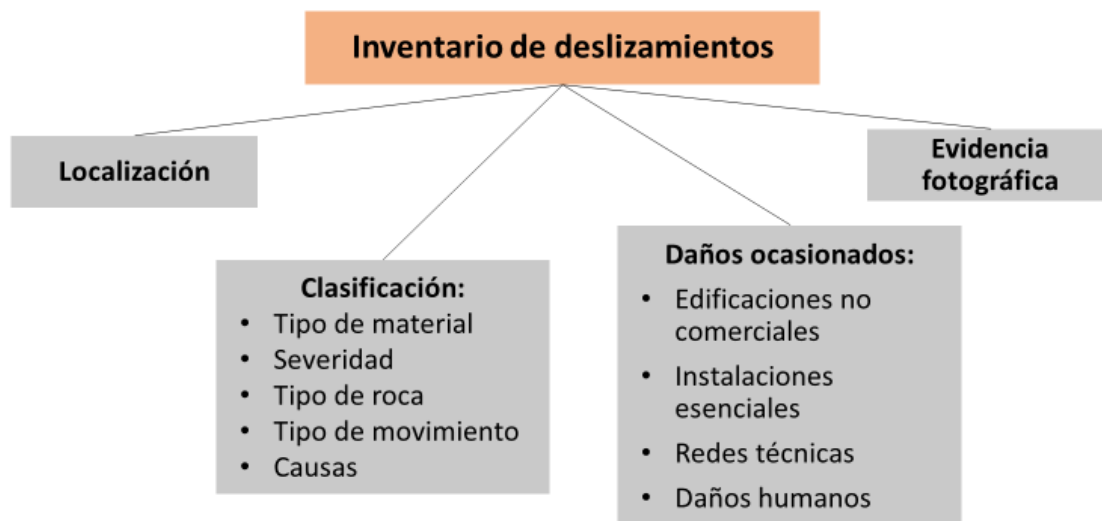
Talud: Un talud o ladera es una masa de tierra que no es plana si no que presenta una pendiente o cambios significativos de altura, en la literatura se define como ladera cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural t talud cuando se conformó artificialmente.

Víctima: Todas aquellas personas lesionadas, damnificadas o afectadas por la ocurrencia del desastre.

ANEXO 2 INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS DEL MUNICIPIO DE TEMASCALTEPEC

De acuerdo con Carcedo (2002) el inventario de peligros es la identificación de aquellos fenómenos que pueden producir daños, es siempre la fase inicial de cualquier análisis, y se puede realizar con la ayuda de los mapas de peligrosidad por medio del análisis y zonificación espacial.

- **Localización:** Es la ubicación geográfica y espacial del evento, ayuda a encontrarlo más fácilmente por medio de coordenadas.
- **Clasificación:** Es la descripción, identificación y análisis del fenómeno, donde se ponen en práctica los conocimientos, además de que se investigan cuáles fueron los factores detonantes del movimiento.
- **Daños ocasionados:** Es un registro de las afectaciones que causo tal movimiento, donde se cuentan principalmente aquellos servicios indispensables para poder brindar asistencia en caso de que se presente, de igual manera se apuntan las muertes y afectados.
- **Evidencia fotográfica:** Es la plasmación del evento en una imagen.



Anexo 2.1. Partes del inventario de deslizamientos.

PLANILLA DE INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS DE TERRENO No. 1

1. Localización

Nombre del que registra: Diego Armando Serrano Piedra	
Fecha de registro: 28 junio 2016	Estado de México
Municipio de Temascaltepec	Localidad: Carretera Federal Toluca Temascaltepec
Coordenadas: N 408727.94 E 2121558.61	Elevación: 3274 m.s.n.m.

2. Clasificación

Tipo de material		Severidad		Tipo de roca: Dacita-Andesita	
Roca <input type="checkbox"/>	Detrito <input type="checkbox"/>	Suelo <input checked="" type="checkbox"/>	Alta <input checked="" type="checkbox"/>	Media <input type="checkbox"/>	Baja <input type="checkbox"/>
Grado de agrietamiento			Estado del movimiento		
Alto <input type="checkbox"/>	Medio <input type="checkbox"/>	Bajo <input type="checkbox"/>	Activo <input type="checkbox"/>	Poco activo <input checked="" type="checkbox"/>	Inactivo <input type="checkbox"/>
Zonificación del movimiento: Regional <input type="checkbox"/>				Local <input checked="" type="checkbox"/>	Extensión: 1.1 km de largo

Tipo de Movimiento		
Suelos		
Deslizamiento	Flujos	Roca
Rotacional <input type="checkbox"/>	De suelo <input checked="" type="checkbox"/>	Desprendimiento <input type="checkbox"/>
Traslacional <input type="checkbox"/>	De derrubios <input type="checkbox"/>	Vuelcos <input type="checkbox"/>
Hundimiento <input type="checkbox"/>	De bloques rocosos <input type="checkbox"/>	Avalanchas <input type="checkbox"/>
Reptación <input type="checkbox"/>	De otro <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>

Posibles Causas	
Erosión <input type="checkbox"/>	Altura de corte <input type="checkbox"/>
Carga en la corona <input checked="" type="checkbox"/>	Morfología <input checked="" type="checkbox"/>
Deficiente drenaje <input checked="" type="checkbox"/>	Sismo <input type="checkbox"/>
Actividad Humana <input type="checkbox"/>	Otra: Precipitación de más de 72 horas.

Descripción:

Este flujo de tierra tuvo lugar en la carretera federal Toluca-Temascaltepec en el kilómetro 15, el 5 de febrero del 2010 donde inicio en la parte alta de la montaña debido a la saturación del suelo por las intensas lluvias en un lapso de 72 horas, y dejo obstaculizada e incomunicada por varios días, actualmente esta zona ya tiene arboles de aproximadamente 1.50 metros de altura así que no se puede observar a detalle los rastros del movimiento, ya que la vegetación ha crecido. En el lugar se pueden ver rocas de gran tamaño en la parte media-alta que intercepta con la carretera y algunos troncos de árboles que se llevó a su paso; Las personas que fallecieron se encontraban en la carretera en el momento que, bajo el flujo, dando un total de 10 personas fallecidas, la fase de desarrollo del movimiento está en desarrollo, pero en un estado de suspensión.

3. Daños Ocasionados

Edificaciones no residenciales	
Comercial <input type="checkbox"/>	No
Industrial <input type="checkbox"/>	No
Agricultura y ganado <input type="checkbox"/>	No
Religión y ONG <input type="checkbox"/>	No
Gobierno <input type="checkbox"/>	No

Instalaciones esenciales	
Salud <input type="checkbox"/>	No
Emergencias <input type="checkbox"/>	No
Escuelas <input type="checkbox"/>	No
Transporte <input checked="" type="checkbox"/>	Si, la carretera quedo obstaculizada debido a la cantidad de material que trajo consigo el flujo.

Redes técnicas	
Agua potable <input type="checkbox"/>	No
Electricidad <input checked="" type="checkbox"/>	Si, la electricidad estuvo interrumpida durante algún tiempo ya que el flujo arrastro los postes de luz.
Comunicaciones <input checked="" type="checkbox"/>	Si, probablemente el flujo se llevó varios postes de teléfono, dejando incomunicada a la población.

Daños Humanos	
Personas fallecidas: 10 personas	Personas Heridas: 0
Personas afectadas: 50 aprox.	Personas que perdieron su casa: 0
Número total de personas afectadas: 50 aprox.	

Evidencia Fotográfica



PLANILLA DE INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS DE TERRENO No. 2

1. Localización

Nombre del que registra: Diego Armando Serrano Piedra	
Fecha de registro: 28 junio 2016	Estado de México
Municipio de Temascaltepec	Localidad: Mesón Viejo
Coordenadas: 407298.98 E 2119802.92 N	Elevación: 2798 m.s.n.m.

2. Clasificación

Tipo de material	Severidad	Tipo de roca: Dacita-Andesita
Roca <input type="checkbox"/> Detrito <input type="checkbox"/> Suelo <input checked="" type="checkbox"/>	Alta <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/>	Presencia de fallas: No
Grado de agrietamiento	Estado del movimiento	
Alto <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/>	Activo <input type="checkbox"/> Poco activo <input checked="" type="checkbox"/> Inactivo <input type="checkbox"/>	
Zonificación del movimiento: Regional <input type="checkbox"/> Local <input checked="" type="checkbox"/>		Extensión: 2.66 km de largo

Tipo de Movimiento		
Suelos		
Deslizamiento	Flujos	Roca
Rotacional <input type="checkbox"/>	De suelo <input checked="" type="checkbox"/>	Volcamiento <input type="checkbox"/>
Traslacional <input type="checkbox"/>	De derrubios <input type="checkbox"/>	Planar <input type="checkbox"/>
Hundimiento <input type="checkbox"/>	De bloques rocosos <input type="checkbox"/>	Cuña <input type="checkbox"/>
Reptación <input type="checkbox"/>	De otro <input type="checkbox"/>	Circular <input type="checkbox"/>

Posibles Causas	
Erosión <input type="checkbox"/>	Altura de corte <input type="checkbox"/>
Carga en la corona <input checked="" type="checkbox"/>	Morfología <input checked="" type="checkbox"/>
Deficiente drenaje <input checked="" type="checkbox"/>	Sismo <input type="checkbox"/>
Actividad Humana <input type="checkbox"/>	Otra Precipitación de más de 72 hrs, <input type="checkbox"/>

Descripción:

Lo que cuentan los habitantes de la localidad de Mesón Viejo es que el 5 de febrero de 2010 se escuchó el sonido como de un “trueno muy fuerte” y un pequeño temblor o vibración del suelo, el cual era el indicativo de que un flujo de tierra bajaba a gran velocidad desde la parte alta de la montaña a la localidad, en algunas casas aún se ven indicios del momento en que paso el flujo por ahí, ya que se puede ver la marca de la altura que alcanzo el flujo de aproximadamente 1.50 metros de alto.

Aquí no hubo pérdidas humanas solo materiales principalmente afectaciones a parcelas agrícolas y ganado que el flujo arrastro tras su paso por su rápido descenso desde la montaña, que cabe mencionar la agricultura es su principal fuente de alimento, la iglesia del pueblo fungió como albergue para las personas afectadas en las que el lodo entro a sus casas.

3. Daños Ocasionados

Edificaciones no residenciales	
Comercial <input type="checkbox"/>	No
Industrial <input type="checkbox"/>	No
Agricultura y ganado <input checked="" type="checkbox"/>	Si, muchas personas tuvieron pérdidas en sus cultivos y varios animales murieron arrastrados por el flujo.
Religión y ONG <input type="checkbox"/>	No
Gobierno <input type="checkbox"/>	No

Instalaciones esenciales	
Salud <input type="checkbox"/>	No
Emergencias <input type="checkbox"/>	No
Escuelas <input checked="" type="checkbox"/>	Si, algunas afectadas se vieron afectadas ya que el lodo entro a las aulas.
Transporte <input type="checkbox"/>	No

Redes técnicas	
Agua potable <input type="checkbox"/>	No
Electricidad <input type="checkbox"/>	No
Comunicaciones <input type="checkbox"/>	No

Daños Humanos	
Personas fallecidas: 0	Personas Heridas: 0
Personas afectadas: 30 aprox.	Personas que perdieron su casa: 0
Número total de personas afectadas: 40 aproximadamente	

PLANILLA DE INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS DE TERRENO No. 3

1. Localización

Nombre del que registra: Diego Armando Serrano Piedra	
Fecha de registro: 28 junio 2016	Estado de México
Municipio de Temascaltepec	Localidad: Mesón Viejo (centro de salud)
Coordenadas: 407639.21 E 2119877.79 N	Elevación: 2876 m.s.n.m.

2. Clasificación

Tipo de material	Severidad	Tipo de roca: Dacita-Andesita
Roca <input checked="" type="checkbox"/> Detrito <input type="checkbox"/> Suelo <input checked="" type="checkbox"/>	Alta <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/>	Presencia de fallas: No
Grado de agrietamiento	Estado del movimiento	
Alto <input type="checkbox"/> Medio <input checked="" type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/>	Activo <input type="checkbox"/> Poco activo <input checked="" type="checkbox"/> Inactivo <input type="checkbox"/>	
Zonificación del movimiento: Regional <input type="checkbox"/> Local <input checked="" type="checkbox"/>		Extensión: 350 metros

Tipo de Movimiento		
Suelos		
Deslizamiento	Flujos	Roca
Rotacional <input checked="" type="checkbox"/>	De suelo <input type="checkbox"/>	Desprendimiento <input type="checkbox"/>
Traslacional <input type="checkbox"/>	De derrubios <input type="checkbox"/>	Vuelco <input checked="" type="checkbox"/>
Hundimiento <input type="checkbox"/>	De bloques rocosos <input type="checkbox"/>	Avalancha <input type="checkbox"/>
Reptación <input type="checkbox"/>	De otro <input type="checkbox"/>	Circular <input type="checkbox"/>

Posibles Causas	
Erosión <input type="checkbox"/>	Altura de corte <input type="checkbox"/>
Carga en la corona <input checked="" type="checkbox"/>	Morfología <input checked="" type="checkbox"/>
Deficiente drenaje <input type="checkbox"/>	Sismo <input type="checkbox"/>
Actividad Humana <input checked="" type="checkbox"/>	Otra: Vibración por autos pesados

Descripción:

En la corona de la ladera pasa la carretera federal Toluca-Temascaltepec y por abajo en el pie esta una secundaria, un centro de salud, varias casas y parcelas agrícolas, la situación es que en la parte alta hay grandes bloques rocosos y zonas sin vegetación en la parte baja susceptibles a la erosión, tras lo cual se ha percatado que el gran peso y movimiento de los vehículos que pasan por ahí incrementan la carga en la corona, haciendo que se sienta vibraciones en el terreno, lo que desencadenaría vuelcos de los bloques o un deslizamiento debido a las zonas sin vegetación y que expuestas, anexando la pendiente de la ladera que es de 30° afectando tanto a las personas que están arriba como a las que se encuentran en la parte baja; Representando una amenaza constante, este punto se encuentra en una fase de desarrollo de preparatoria.

3. Daños Ocasionados

Edificaciones no residenciales	
Comercial <input checked="" type="checkbox"/>	Hay un pequeño establecimiento en la parte baja.
Industrial <input type="checkbox"/>	No
Agricultura y ganado <input checked="" type="checkbox"/>	Al pie de la ladera hay varios cultivos y ganado, afectando a la comunidad ya que es su fuente de ingresos y alimento.
Religión y ONG <input type="checkbox"/>	No
Gobierno <input type="checkbox"/>	No

Instalaciones esenciales	
Salud <input checked="" type="checkbox"/>	Si, se encuentra el centro de salud de la localidad.
Emergencias <input type="checkbox"/>	No
Escuelas <input checked="" type="checkbox"/>	Si, en la parte baja de la ladera se encuentra una secundaria.
Transporte <input checked="" type="checkbox"/>	Si, la propia carretera se vería afectada si se produce un movimiento ya que colapsaría ladera abajo.

Redes técnicas	
Agua potable <input type="checkbox"/>	No
Electricidad <input checked="" type="checkbox"/>	Varios postes de electricidad se verían afectados, dejando sin energía a la población.
Comunicaciones <input type="checkbox"/>	No

Daños Humanos	
Personas fallecidas: Probablemente	Personas Heridas: Probablemente
Personas afectadas: 150 aprox.	Personas que perdieron su casa: ...
Número total de personas afectadas: 150 aproximadamente	

Evidencia Fotográfica



PLANILLA DE INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS DE TERRENO No. 4

1. Localización

Nombre del que registra: Diego Armando Serrano Piedra	
Fecha de registro: 29 junio 2016	Estado de México
Municipio de Temascaltepec	Localidad: San Francisco Oxtotilpan
Coordenadas: 405105.2 E 2119836.38 N	Elevación: 2660 m.s.n.m.

2. Clasificación

Tipo de material	Severidad	Tipo de roca: Dacita, Andesita
Roca <input type="checkbox"/> Detrito <input type="checkbox"/> Suelo <input checked="" type="checkbox"/>	Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja <input checked="" type="checkbox"/>	Presencia de fallas: No
Grado de agrietamiento	Estado del movimiento	
Alto <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo <input checked="" type="checkbox"/>	Activo <input type="checkbox"/> Poco activo <input checked="" type="checkbox"/> Inactivo <input type="checkbox"/>	
Zonificación del movimiento: Regional <input type="checkbox"/> Local <input checked="" type="checkbox"/>		Extensión: 50 metros

Tipo de Movimiento		
Suelos		
Deslizamiento	Flujos	Roca
Rotacional <input checked="" type="checkbox"/>	De suelo <input checked="" type="checkbox"/>	Desprendimiento <input type="checkbox"/>
Traslacional <input type="checkbox"/>	De derrubios <input type="checkbox"/>	Vuelco <input type="checkbox"/>
Hundimiento <input type="checkbox"/>	De bloques rocosos <input type="checkbox"/>	Avalancha <input type="checkbox"/>
Reptación <input type="checkbox"/>	De otro <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>

Posibles Causas	
Erosión <input checked="" type="checkbox"/>	Altura de corte <input type="checkbox"/>
Carga en la corona <input type="checkbox"/>	Morfología <input type="checkbox"/>
Deficiente drenaje <input checked="" type="checkbox"/>	Sismo <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad Humana <input checked="" type="checkbox"/>	Otra: Precipitación

Descripción:

Este es un talud provocado por la actividad humana para la realización de una calle en el centro de la localidad de San Francisco Oxtotilpan, tiene una altura de aproximadamente 20 metros, en dos cortes tipo escalón, donde la inclinación de la ladera es de 30 ° y sus estratos tienen 58° NE de rumbo y 38° SE de echado, como se puede ver en las imágenes el material es poco consolidado (dacita y arena) por lo que es mucho más susceptible a los agentes externos aumentando que la amenaza sea aún mayor, y haciéndolo mucho más peligroso debido a que muchas de las casas que están alrededor del talud son de materiales frágiles (lamina y madera), exponiendo la vida de las personas que viven ahí.

Este punto se encuentra en una fase de desarrollo preparatoria.

3. Daños Ocasionados

Edificaciones no residenciales	
Comercial <input checked="" type="checkbox"/>	Si, en la parte baja se encuentra un pequeño comercio de abarrotes.
Industrial <input type="checkbox"/>	No
Agricultura y ganado <input type="checkbox"/>	No
Religión y ONG <input type="checkbox"/>	No
Gobierno <input type="checkbox"/>	No

Instalaciones esenciales	
Salud <input checked="" type="checkbox"/>	Un centro de salud se encuentra en una zona de afectación.
Emergencias <input type="checkbox"/>	No
Escuelas <input checked="" type="checkbox"/>	Hay dos escuelas primarias dentro del rango de afectación.
Transporte <input checked="" type="checkbox"/>	Una calle que se encuentra al pie de la ladera.

Redes técnicas	
Agua potable <input type="checkbox"/>	No
Electricidad <input checked="" type="checkbox"/>	Si, hay postes de electricidad que se verían afectados.
Comunicaciones <input type="checkbox"/>	No

Daños Humanos	
Personas fallecidas: Posiblemente	Personas Heridas: Posiblemente
Personas afectadas: Posiblemente	Personas que perdieron su casa: 8
Número total de personas afectadas: ---	

Evidencia Fotográfica



PLANILLA DE INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS DE TERRENO No. 5

1. Localización

Nombre del que registra: Diego Armando Serrano Piedra	
Fecha de registro: 29 junio	Estado de México
Municipio de Temascaltepec	Localidad: San Francisco Oxtotilpan (mina)
Coordenadas: 404704.31 E 2117076.08 N	Elevación: 2606 m.s.n.m.

2. Clasificación

Tipo de material	Severidad	Tipo de roca: Andesita
Roca <input type="checkbox"/> Detrito <input checked="" type="checkbox"/> Suelo <input checked="" type="checkbox"/>	Alta <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/>	Presencia de fallas: No
Grado de agrietamiento	Estado del movimiento	
Alto <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo <input checked="" type="checkbox"/>	Activo <input type="checkbox"/> Poco activo <input checked="" type="checkbox"/> Inactivo <input type="checkbox"/>	
Zonificación del movimiento: Regional <input type="checkbox"/> Local <input checked="" type="checkbox"/>		Extensión: 1.33 km de largo

Tipo de Movimiento		
Suelos		
Deslizamiento	Flujos	Roca
Rotacional <input checked="" type="checkbox"/>	De suelos <input type="checkbox"/>	Desprendimiento <input type="checkbox"/>
Traslacional <input checked="" type="checkbox"/>	De derrubios <input type="checkbox"/>	Volcamiento <input checked="" type="checkbox"/>
Hundimiento <input type="checkbox"/>	De bloques rocosos <input type="checkbox"/>	Avalancha <input type="checkbox"/>
Reptación <input type="checkbox"/>	De otro <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>

Posibles Causas	
Erosión <input checked="" type="checkbox"/>	Altura de corte <input checked="" type="checkbox"/>
Carga en la corona <input checked="" type="checkbox"/>	Morfología <input type="checkbox"/>
Deficiente drenaje <input type="checkbox"/>	Sismo <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad Humana <input checked="" type="checkbox"/>	Otra: Precipitación

Descripción:

La zona de peligro se encuentra en la localidad de San Francisco Oxtotilpan, la cual es una mina que se encuentra en operación, pero debido a los grandes taludes que se han formado por la excavación y acarreo de material es que se ha considerado una zona de peligro, los taludes prácticamente tienen de 85° a 90° de inclinación y una altura aproximada de 25 a 30 metros. Los materiales que conforman los taludes son materiales volcánicos arena y grava, los cuales no están consolidados o lo están muy poco, además de que están expuestos a la acción del intemperismo provocando con ello deslizamientos traslacionales, que con el paso del tiempo podrían convertirse a rotacionales, o simplemente volcamiento de suelo; poniendo en riesgo tanto a los trabajadores como a las personas y construcciones que se encuentran en la parte alta del talud.

Los taludes vistos, ahora presentan una fase de desarrollo de inicio, debido a la caída de poco material y la presencia de algunas grietas de tracción en la corona.

3. Daños Ocasionados

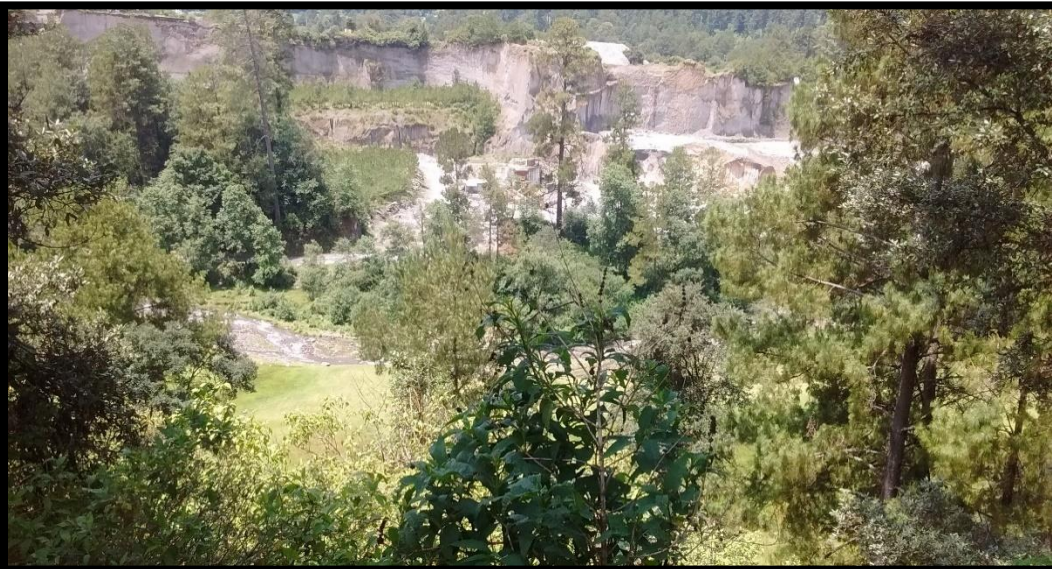
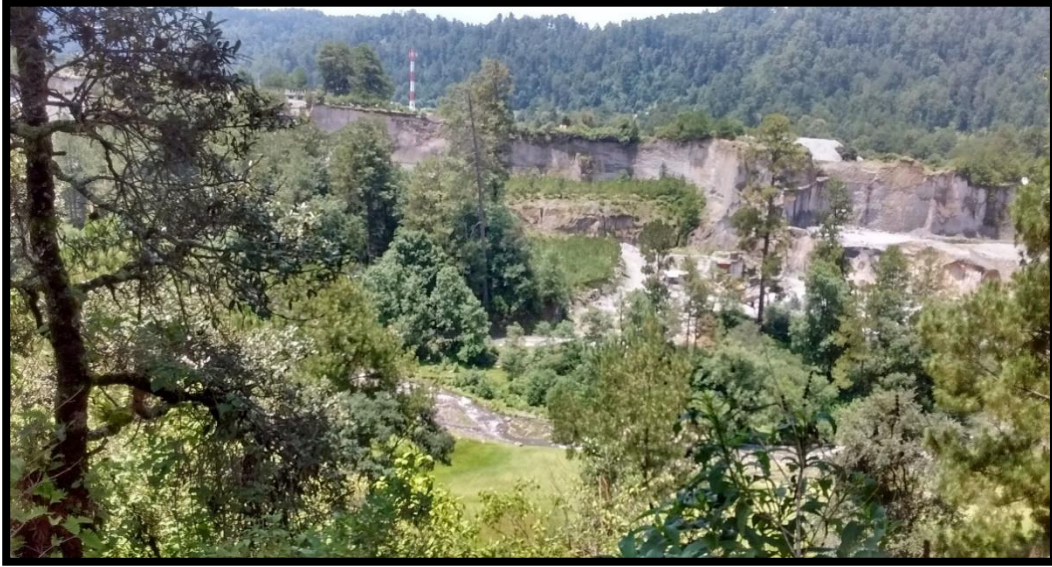
Edificaciones no residenciales	
Comercial <input type="checkbox"/>	No
Industrial <input type="checkbox"/>	No
Agricultura y ganado <input checked="" type="checkbox"/>	En las zonas altas hay parcelas agrícolas y ganado.
Religión y ONG <input type="checkbox"/>	No
Gobierno <input type="checkbox"/>	No

Instalaciones esenciales	
Salud <input type="checkbox"/>	No
Emergencias <input type="checkbox"/>	No
Escuelas <input type="checkbox"/>	No
Transporte <input type="checkbox"/>	No

Redes técnicas	
Agua potable <input checked="" type="checkbox"/>	Posiblemente, ya que las construcciones están encima del talud.
Electricidad <input checked="" type="checkbox"/>	Podrían venirse varios postes de luz, afectado a la energía del lugar.
Comunicaciones <input checked="" type="checkbox"/>	Las comunicaciones se verían afectadas.

Daños Humanos	
Personas fallecidas: Probablemente	Personas Heridas: Probablemente
Personas afectadas: Probablemente	Personas que perdieron su casa: 30
Número total de personas afectadas: 30 aproximadamente	

Evidencia Fotográfica



PLANILLA DE INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS DE TERRENO No. 6

1. Localización

Nombre del que registra: Diego Armando Serrano Piedra	
Fecha de registro: 1 julio 2017	Estado de México
Municipio de Temascaltepec	Localidad: Potrero de San José
Coordenadas: 399305.68 E 2116322.93 N	Elevación: 2460 m.s.n.m.

2. Clasificación

Tipo de material	Severidad	Tipo de roca: Andesita
Roca <input type="checkbox"/> Detrito <input checked="" type="checkbox"/> Suelo <input checked="" type="checkbox"/>	Alta <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/>	Presencia de fallas: No
Grado de agrietamiento	Estado del movimiento	
Alto <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo <input checked="" type="checkbox"/>	Activo <input type="checkbox"/>	Poco activo <input checked="" type="checkbox"/> Inactivo <input type="checkbox"/>
Zonificación del movimiento: Regional <input type="checkbox"/> Local <input checked="" type="checkbox"/>		Extensión:

Tipo de Movimiento		
Suelos		
Deslizamiento	Flujos	Roca
Rotacional <input checked="" type="checkbox"/>	De suelo <input checked="" type="checkbox"/>	Desprendimiento <input type="checkbox"/>
Traslacional <input type="checkbox"/>	De derrubios <input type="checkbox"/>	Vuelco <input type="checkbox"/>
Hundimiento <input type="checkbox"/>	De bloques rocosos <input type="checkbox"/>	Avalancha <input type="checkbox"/>
Reptación <input type="checkbox"/>	De otro <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>

Posibles Causas	
Erosión <input checked="" type="checkbox"/>	Altura de corte <input type="checkbox"/>
Carga en la corona <input type="checkbox"/>	Morfología <input checked="" type="checkbox"/>
Deficiente drenaje <input type="checkbox"/>	Sismo <input type="checkbox"/>
Actividad Humana <input checked="" type="checkbox"/>	Otra: Precipitación y erosión.

Descripción:

La situación en la localidad Potrero de San José es que se encuentra en una zona boscosa, y lo que está ocurriendo es que los agricultores están talando gran parte de la zona boscosa que lo rodea para poder situar sus parcelas agrícolas, lo que conlleva a la erosión y degradación del suelo, sustrayendo el material que hace que el suelo sea más sólido y compacto y haciendo que los agentes externos actúen sobre él, degradándolo de una forma más rápida y trayendo consigo de manera directa la exposición de la población que vive ahí, ya que la mayor parte de la población vive al pie de los cerros y las parcelas se encuentran sobre estos.

La inclinación de las formaciones va de unos 20° a 30° por lo que la pendiente también es un factor a incluir en el posible movimiento de una ladera.

En esta zona puede decirse que aún no hay deslizamientos, pero podría en cierto tiempo comenzar una fase de desarrollo preparatoria debido a los cambios de uso de suelo que ha habido en los últimos años, sobre todo porque el suelo ha perdido su sustento.

3. Daños Ocasionados

Edificaciones no residenciales		
Comercial	<input checked="" type="checkbox"/>	La localidad es pequeña, pero cuenta con varios comercios de abarrotes que se verían afectados.
Industrial	<input type="checkbox"/>	No
Agricultura y ganado	<input checked="" type="checkbox"/>	La principal actividad y que va en aumento es la agricultura, tras lo cual se verían muy afectados ya que es la principal fuente de ingresos y alimento de la localidad.
Religión y ONG	<input type="checkbox"/>	De igual manera la iglesia se vería afectada porque se encuentra en una zona alta cerca de un talud.
Gobierno	<input checked="" type="checkbox"/>	La oficina delegacional.

Instalaciones esenciales		
Salud	<input type="checkbox"/>	No
Emergencias	<input type="checkbox"/>	No
Escuelas	<input checked="" type="checkbox"/>	En el lugar hay un jardín de niños y una primaria que del mismo modo estarían afectados.
Transporte	<input checked="" type="checkbox"/>	Posiblemente varias calles quedarían obstaculizadas.

Redes técnicas		
Agua potable	<input type="checkbox"/>	No
Electricidad	<input checked="" type="checkbox"/>	El servicio de energía eléctrica también podría verse perjudicado.
Comunicaciones	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy probablemente también.

Daños Humanos	
Personas fallecidas: Probablemente	Personas Heridas: Probablemente
Personas afectadas: Probablemente	Personas que perdieron su casa: ---
Número total de personas afectadas: ---	

Evidencia Fotográfica



PLANILLA DE INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS DE TERRENO No. 7

1. Localización

Nombre del que registra: Diego Armando Serrano Piedra	
Fecha de registro: 04 de Julio	Estado de México
Municipio de Temascaltepec	Localidad: Estancia Tequesquipan
Coordenadas: 0401611 E 2110803 N	Elevación: 2522 m.s.n.m.

2. Clasificación

Tipo de material	Severidad	Tipo de roca: Andesita
Roca <input checked="" type="checkbox"/> Detrito <input type="checkbox"/> Suelo <input checked="" type="checkbox"/>	Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/>	Presencia de fallas: No
Grado de agrietamiento	Estado del movimiento	
Alto <input type="checkbox"/> Medio <input checked="" type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/>	Activo <input checked="" type="checkbox"/> Poco activo <input type="checkbox"/> Inactivo <input type="checkbox"/>	
Zonificación del movimiento: Regional <input type="checkbox"/> Local <input checked="" type="checkbox"/>		Extensión: 55 metros de largo

Tipo de Movimiento		
Suelos		
Deslizamiento	Flujos	Roca
Rotacional <input checked="" type="checkbox"/>	De suelo <input checked="" type="checkbox"/>	Desprendimiento <input type="checkbox"/>
Traslacional <input type="checkbox"/>	De derrubios <input type="checkbox"/>	Vuelco <input checked="" type="checkbox"/>
Hundimiento <input type="checkbox"/>	De bloques rocosos <input checked="" type="checkbox"/>	Avalancha <input type="checkbox"/>
Reptación <input type="checkbox"/>	De otro <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>

Posibles Causas	
Erosión <input checked="" type="checkbox"/>	Altura de corte <input type="checkbox"/>
Carga en la corona <input checked="" type="checkbox"/>	Morfología <input checked="" type="checkbox"/>
Deficiente drenaje <input type="checkbox"/>	Sismo <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad Humana <input checked="" type="checkbox"/>	Otra: Precipitación.

Descripción:

La ladera se encuentra en la comunidad de Estancia Tequesquipan y la situación es que en la parte baja al pie de la ladera se encuentra una escuela preparatoria en donde es evidente que removieron parte de la base de la ladera para poder construir la escuela (2011), lo que llevo a la generación de un talud y como se pudo comprobar en campo se puede ver claramente que han caído algunos bloques rocosos y al crear un talud y quedar expuesta la base del mismo se generó la amenaza de un posible movimiento de tierra.

Además, lo que se pudo comprobar en campo es que el suelo del lugar es fácilmente erosionable, tras lo cual su estado de desgaste se ha considerado en un nivel medio; de acuerdo a la información que se pudo conseguir se pudieron obtener los siguientes datos: la inclinación de la ladera es de 35° aumentado aún más la amenaza, y la dirección de los estratos es de 15° NW de rumbo y 76° NE de echado, observando que el tipo de roca es andesita y basalto.

El punto identificado está en una fase de inicio de desarrollo por la evidencia que ahí se encuentra, como son diferentes bloques que han ido cayendo, y que con el transcurrir del tiempo puede iniciarse un movimiento de ladera debajo de la masa.

3. Daños Ocasionados

Edificaciones no residenciales	
Comercial <input type="checkbox"/>	No
Industrial <input type="checkbox"/>	No
Agricultura y ganado <input checked="" type="checkbox"/>	Alrededor de la Preparatoria y en la parte baja hay algunas parcelas agrícolas que serían dañadas.
Religión y ONG <input type="checkbox"/>	No
Gobierno <input type="checkbox"/>	No

Instalaciones esenciales	
Salud <input type="checkbox"/>	No
Emergencias <input type="checkbox"/>	No
Escuelas <input checked="" type="checkbox"/>	La propia preparatoria que se encuentra frente a la amenaza sería dañada e incluso sepultada por los materiales.
Transporte <input checked="" type="checkbox"/>	Frente a la ladera se encuentra una vía de comunicación que se vería obstruida en caso de algún movimiento.

Redes técnicas	
Agua potable <input type="checkbox"/>	No
Electricidad <input checked="" type="checkbox"/>	Los postes de luz pasan por la orilla de las calles, por lo tanto, quedan evidentemente expuestos a ser dañados.
Comunicaciones <input type="checkbox"/>	No

Daños Humanos	
Personas fallecidas: Probablemente	Personas Heridas: Probablemente
Personas afectadas: 103 aprox.	Personas que perdieron su casa: ---
Número total de personas afectadas: 103 aproximadamente	

Evidencia Fotográfica



PLANILLA DE INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS DE TERRENO No. 8

1. Localización

Nombre del que registra: Diego Armando Serrano Piedra	
Fecha de registro: 12 de Julio	Estado de México
Municipio de Temascaltepec	Localidad: Cabecera municipal, Estación Eléctrica
Coordenadas: 390305.89 E 2106307.9 N	Elevación: 1746 m.s.n.m.

2. Clasificación

Tipo de material	Severidad	Tipo de roca: Andesita, Lutita
Roca <input checked="" type="checkbox"/> Detrito <input type="checkbox"/> Suelo <input checked="" type="checkbox"/>	Alta <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/>	Presencia de fallas: No
Grado de agrietamiento	Estado del movimiento	
Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/>	Activo <input type="checkbox"/> Poco activo <input checked="" type="checkbox"/> Inactivo <input type="checkbox"/>	
Zonificación del movimiento: Regional <input type="checkbox"/> Local <input checked="" type="checkbox"/>		Extensión: 450 metros de largo

Tipo de Movimiento		
Suelos		
Deslizamiento	Flujos	Roca
Rotacional <input checked="" type="checkbox"/>	De lodo <input checked="" type="checkbox"/>	Volcamiento <input type="checkbox"/>
Traslacional <input type="checkbox"/>	De detritos <input type="checkbox"/>	Planar <input type="checkbox"/>
Hundimiento <input type="checkbox"/>	De tierra <input type="checkbox"/>	Cuña <input type="checkbox"/>
Reptación <input checked="" type="checkbox"/>	De otro <input type="checkbox"/>	Circular <input type="checkbox"/>

Posibles Causas	
Erosión <input type="checkbox"/>	Altura de corte <input type="checkbox"/>
Carga en la corona <input checked="" type="checkbox"/>	Morfología <input checked="" type="checkbox"/>
Deficiente drenaje <input checked="" type="checkbox"/>	Sismo <input type="checkbox"/>
Actividad Humana <input checked="" type="checkbox"/>	Otra: Precipitación intensa

Descripción:

El siguiente tipo de movimiento se encuentra en el Barrio de Santiago en la cabecera municipal de Temascaltepec, y está clasificado como reptación, este tipo de movimiento se caracteriza porque es muy lento, dentro de una parte boscosa se encuentran los indicios del movimiento en donde se ve como los arboles del lugar tienen una inclinación hacia la orientación del movimiento, por otra parte en la zona alta donde se podría llamar la corona del movimiento se encuentra una antigua represa eléctrica en donde fluye y se almacena el agua causando que haya carga y por ende el movimiento tienda a acelerar, además de que en la infraestructura se observan ya indicios de movimiento ya que el centro de control y las bardas perimetrales que rodean la represa presentan agrietamientos y una ligera inclinación en sintonía con el movimiento.

El grado de inclinación de la ladera es de 48° incrementando de manera considerada el peligro y la amenaza, asimismo en algunas partes expuestas donde ya no hay cobertura vegetal se puede ver que los estratos se encuentran en el mismo sentido del movimiento.

La fase de desarrollo del lugar está en una fase de desarrollo de transición, entre inicio y desarrollo porque ya se encuentra en movimiento y por las diferentes evidencias dichas anteriormente.

3. Daños Ocasionados

Edificaciones no residenciales	
Comercial <input checked="" type="checkbox"/>	Como el lugar abarca una extensión grande, hay varios comercios de diferente tipo que resultarían afectados.
Industrial <input type="checkbox"/>	No
Agricultura y ganado <input type="checkbox"/>	No, la zona ya es más urbana por lo que no hay presencia de parcelas o ganado.
Religión y ONG <input checked="" type="checkbox"/>	En la parte baja hay dos iglesias que bien podrían verse afectadas.
Gobierno <input type="checkbox"/>	No

Instalaciones esenciales	
Salud <input type="checkbox"/>	No
Emergencias <input type="checkbox"/>	No
Escuelas <input checked="" type="checkbox"/>	Se encuentra una escuela primaria dentro de la posible zona afectada.
Transporte <input checked="" type="checkbox"/>	Varias calles pequeñas se verían afectadas.

Redes técnicas	
Agua potable <input type="checkbox"/>	No
Electricidad <input checked="" type="checkbox"/>	La electricidad se vería interrumpida en caso de haber un movimiento.
Comunicaciones <input checked="" type="checkbox"/>	Las comunicaciones telefónicas también se verían interrumpidas.

Daños Humanos	
Personas fallecidas: Probablemente	Personas Heridas: Probablemente
Personas afectadas: Probablemente	Personas que perdieron su casa: ---
Número total de personas afectadas: ---	

Evidencia Fotográfica



PLANILLA DE INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS DE TERRENO No. 9

1. Localización

Nombre del que registra: Diego Armando Serrano Piedra	
Fecha de registro: 12 de Julio	Estado de México
Municipio de Temascaltepec	Localidad: Cabecera municipal, calle Iturbide
Coordenadas: 390580.80 E 2105700.41 N	Elevación: 1878 m.s.n.m.

2. Clasificación

Tipo de material	Severidad	Tipo de roca: Andesita, Lutita
Roca <input type="checkbox"/> Detrito <input checked="" type="checkbox"/> Suelo <input checked="" type="checkbox"/>	Alta <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/>	Presencia de fallas: No
Grado de agrietamiento	Estado del movimiento	
Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/>	Activo <input checked="" type="checkbox"/> Poco activo <input type="checkbox"/> Inactivo <input type="checkbox"/>	
Zonificación del movimiento: Regional <input type="checkbox"/> Local <input checked="" type="checkbox"/>		Extensión: 65 metros de largo

Tipo de Movimiento		
Suelos		
Deslizamiento	Flujos	Roca
Rotacional <input checked="" type="checkbox"/>	De suelo <input checked="" type="checkbox"/>	Desprendimiento <input type="checkbox"/>
Traslacional <input type="checkbox"/>	De derrubios <input type="checkbox"/>	Vuelco <input type="checkbox"/>
Hundimiento <input type="checkbox"/>	De bloques rocosos <input type="checkbox"/>	Avalancha <input type="checkbox"/>
Reptación <input type="checkbox"/>	De otro <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>

Posibles Causas	
Erosión <input checked="" type="checkbox"/>	Altura de corte <input type="checkbox"/>
Carga en la corona <input type="checkbox"/>	Morfología <input type="checkbox"/>
Deficiente drenaje <input checked="" type="checkbox"/>	Sismo <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad Humana <input checked="" type="checkbox"/>	Otra: Precipitación

Descripción:

Este deslizamiento se encuentra en la calle Iturbide cerca de la cabecera municipal de Temascaltepec y también a unos metros con la carretera Toluca-Ciudad Altamirano, el movimiento se ha generado poco a poco desde hace 30 años según comentarios de la población cercana al lugar, el deslizamiento se ha desplazado de tal manera que las personas que vivían en la parte alta han tenido que abandonar sus viviendas por el temor de que en cualquier momento ocurra un movimiento y ponga en peligro sus vidas. El deslizamiento está conformado por detritos y suelo que no están consolidados y que se encuentran en un estado quebradizo de alto agrietamiento, lo que representa que tiene un alto grado de intemperismo.

La pendiente del lugar es de 36° y la orientación de los estratos que la conforman es: 12°SE de rumbo y 8° NE de echado, conformado por rocas andesita y lutita, con la llegada de la temporada de lluvias el agua que escurre se acumula formando una masa viscosa y de gran peso que va bajando lentamente, poniendo en peligro a los automovilistas y personas que pasen por ahí.

Por lo dicho anteriormente es evidente que este deslizamiento se encuentra en una etapa de desarrollo a avanzada debido a sus características (presencia de grietas de tracción, avance de la masa, acumulación de material en la base etcétera).

3. Daños Ocasionados

Edificaciones no residenciales	
Comercial <input checked="" type="checkbox"/>	En la parte baja se encuentra un local de carnitas que atrae personas a comer y una base de taxis.
Industrial <input type="checkbox"/>	No
Agricultura y ganado <input type="checkbox"/>	No
Religión y ONG <input type="checkbox"/>	No
Gobierno <input type="checkbox"/>	No

Instalaciones esenciales	
Salud <input type="checkbox"/>	No
Emergencias <input type="checkbox"/>	No
Escuelas <input type="checkbox"/>	No
Transporte <input checked="" type="checkbox"/>	Una en la parte baja del deslizamiento se encuentra una calle que conecta con la carretera principal, causando un bloqueo y dejándola incomunicada.

Redes técnicas	
Agua potable <input type="checkbox"/>	No
Electricidad <input checked="" type="checkbox"/>	Probablemente la electricidad se vería interrumpir en caso de que haya un movimiento.
Comunicaciones <input checked="" type="checkbox"/>	También las comunicaciones se verían afectadas.

Daños Humanos	
Personas fallecidas: Probablemente	Personas Heridas: 20 aprox.
Personas afectadas: 20 aprox.	Personas que perdieron su casa: 8
Número total de personas afectadas: 25 aproximadamente	

Evidencia Fotográfica



PLANILLA DE INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS DE TERRENO No. 10

1. Localización

Nombre del que registra: Diego Armando Serrano Piedra	
Fecha de registro: 13 de Julio	Estado de México
Municipio de Temascaltepec	Localidad: Basurero municipal
Coordenadas: 0389129 E 2105272 N	Elevación: 1878 m.s.n.m.

2. Clasificación

Tipo de material	Severidad	Tipo de roca: Metacaliza, Metalutita
Roca <input type="checkbox"/> Detrito <input checked="" type="checkbox"/> Suelo <input checked="" type="checkbox"/>	Alta <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/>	Presencia de fallas: No
Grado de agrietamiento		Estado del movimiento
Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/>	Activo <input type="checkbox"/> Poco activo <input checked="" type="checkbox"/> Inactivo <input type="checkbox"/>	
Zonificación del movimiento: Regional <input type="checkbox"/> Local <input checked="" type="checkbox"/>		Extensión:

Tipo de Movimiento		
Suelos		
Deslizamiento	Flujos	Roca
Rotacional <input checked="" type="checkbox"/>	De suelo <input type="checkbox"/>	Desprendimiento <input type="checkbox"/>
Traslacional <input type="checkbox"/>	De derrubios <input type="checkbox"/>	Vuelco <input checked="" type="checkbox"/>
Hundimiento <input type="checkbox"/>	De bloques rocosos <input type="checkbox"/>	Avalancha <input type="checkbox"/>
Reptación <input type="checkbox"/>	De otro <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>

Posibles Causas	
Erosión <input checked="" type="checkbox"/>	Altura de corte <input checked="" type="checkbox"/>
Carga en la corona <input type="checkbox"/>	Morfología <input type="checkbox"/>
Deficiente drenaje <input type="checkbox"/>	Sismo <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad Humana <input checked="" type="checkbox"/>	Otra: Precipitación

Descripción:

En el basurero municipal del municipio de Temascaltepec se encuentra un talud hecho por el hombre, tiene aproximadamente una altura de 12 a 15 metros, conformado principalmente por metacaliza, metalutita y suelo, de acuerdo con la información recopilada en campo tiene una pendiente de 90° y la orientación de los estratos es la siguiente: 80° SW de rumbo y 23° NE de echado, como la pendiente es de 90°, relativamente se encuentra en estado vertical y debido a que el material es fácilmente erosionable es muy probable que ocurra un tipo de movimiento. Por la forma que tiene el talud podría en un primer momento haber vuelcos de suelo que posteriormente podrían transformarse a otro tipo de movimiento como uno de tipo rotacional, afectando principalmente a las personas que ahí trabajan y transitan.

La zona permanece en una fase preparatoria porque, aunque está ahí el talud aún no se ha presentado movimiento o caída alguna.

3. Daños Ocasionados

Edificaciones no residenciales	
Comercial <input type="checkbox"/>	No, no hay comercios cerca del lugar.
Industrial <input type="checkbox"/>	No
Agricultura y ganado <input type="checkbox"/>	No
Religión y ONG <input type="checkbox"/>	No
Gobierno <input type="checkbox"/>	No

Instalaciones esenciales	
Salud <input type="checkbox"/>	No, cerca de la zona no se encuentra un centro de salud.
Emergencias <input type="checkbox"/>	No
Escuelas <input type="checkbox"/>	No, al ser un sitio poco habitado, no hay presencia de alguna escuela.
Transporte <input checked="" type="checkbox"/>	Cerca del lugar pasa la carretera, pero no tendría afectación, lo que sí, es un camino dentro de la zona del basurero por donde pasan los autos.

Redes técnicas	
Agua potable <input type="checkbox"/>	No
Electricidad <input checked="" type="checkbox"/>	Puede derribar los postes de luz que se encuentran.
Comunicaciones <input checked="" type="checkbox"/>	Como es una zona poco habitada, no hay servicios de comunicación.

Daños Humanos	
Personas fallecidas: Probablemente	Personas Heridas: probablemente
Personas afectadas: 10 aprox.	Personas que perdieron su casa: ---
Número total de personas afectadas: 10 aproximadamente	

Evidencia Fotográfica



PLANILLA DE INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS DE TERRENO No. 11

1. Localización

Nombre del que registra: Diego Armando Serrano Piedra	
Fecha de registro: 13 de Julio	Estado de México
Municipio de Temascaltepec	Localidad: Carretera Federal Cd. Altamirano-Toluca Cocina Económica "El Mirador"
Coordenadas: 0389564 E 2105658 N	Elevación: 1797 m.s.n.m.

2. Clasificación

Tipo de material	Severidad	Tipo de roca: Metacaliza, Metalutita
Roca <input type="checkbox"/> Detrito <input checked="" type="checkbox"/> Suelo <input checked="" type="checkbox"/>	Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/>	Presencia de fallas: No
Grado de agrietamiento	Estado del movimiento	
Alto <input type="checkbox"/> Medio <input checked="" type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/>	Activo <input checked="" type="checkbox"/> Poco activo <input type="checkbox"/> Inactivo <input type="checkbox"/>	
Zonificación del movimiento: Regional <input type="checkbox"/> Local <input checked="" type="checkbox"/>	Extensión: 40 metros de ancho	

Tipo de Movimiento		
Suelos		
Deslizamiento	Flujos	Roca
Rotacional <input checked="" type="checkbox"/>	De suelo <input checked="" type="checkbox"/>	Desprendimiento <input type="checkbox"/>
Traslacional <input type="checkbox"/>	De derrubios <input type="checkbox"/>	Vuelco <input type="checkbox"/>
Hundimiento <input type="checkbox"/>	De bloques rocosos <input type="checkbox"/>	Avalancha <input type="checkbox"/>
Reptación <input type="checkbox"/>	De otro <input type="checkbox"/>	Circular <input type="checkbox"/>

Posibles Causas	
Erosión <input checked="" type="checkbox"/>	Altura de corte <input type="checkbox"/>
Carga en la corona <input type="checkbox"/>	Morfología <input checked="" type="checkbox"/>
Deficiente drenaje <input checked="" type="checkbox"/>	Sismo <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad Humana <input checked="" type="checkbox"/>	Otra: Precipitación

Descripción:

Hay un deslizamiento de tipo rotacional de suelo en la carretera Federal Ciudad Altamirano-Toluca, justo detrás de una cocina económica llamada "El Mirador" a un kilómetro de la cabecera municipal, en este lugar ya hay un movimiento que continuamente con la llegada de la temporada de lluvias se reactiva de manera constante tiene una dimensión de 40 metros de ancho y una altura de aproximadamente 25-30 metros, constituida principalmente de suelo y detritos de metacaliza y metalutita, de acuerdo con la información obtenida en el sitio los estratos de la ladera tienen 61° NE de rumbo y 12° SW de echado, el lugar tiene vegetación herbácea y arbórea.

La zona puede considerarse de alto riesgo ya que en cualquier momento puede ocurrir un nuevo movimiento afectando de manera directa a las personas y autos que por ahí transitan, y aumentando aún más la amenaza debido al establecimiento que se encuentra al pie de la ladera ya que en el lugar podría estar lleno de comensales.

Este punto se encuentra en una fase de desarrollo porque ha presentado ya movimiento ladero abajo, en la parte de la corona hay grietas de tracción y escalonamientos, y poco a poco el material se ha ido acumulando en la base.

3. Daños Ocasionados

Edificaciones no residenciales	
Comercial <input checked="" type="checkbox"/>	Si, hay una cocina económica que sería directamente afectada en caso de movimiento.
Industrial <input type="checkbox"/>	No
Agricultura y ganado <input checked="" type="checkbox"/>	En la parte alta del deslizamiento se encuentran algunas parcelas agrícolas que podrían venirse también.
Religión y ONG <input type="checkbox"/>	No
Gobierno <input type="checkbox"/>	No

Instalaciones esenciales	
Salud <input type="checkbox"/>	No
Emergencias <input type="checkbox"/>	No
Escuelas <input type="checkbox"/>	No
Transporte <input checked="" type="checkbox"/>	Si, las vías de comunicación se verían muy afectadas, ya que es la carretera principal, que comunica tanto a localidades, como a los municipios de Temascaltepec y San Simón de Guerrero.

Redes técnicas	
Agua potable <input type="checkbox"/>	No
Electricidad <input checked="" type="checkbox"/>	Muy probablemente el sistema eléctrico sería perjudicado, debido a que podría llevarse postes eléctricos.
Comunicaciones <input checked="" type="checkbox"/>	Al igual que la electricidad también las comunicaciones serían interrumpidas, afectando principalmente al municipio.

Daños Humanos	
Personas fallecidas: Probablemente	Personas Heridas: Probablemente
Personas afectadas: Probablemente	Personas que perdieron su casa: 16
Número total de personas afectadas: 30-40 aproximadamente	

Evidencia Fotográfica



PLANILLA DE INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS DE TERRENO No. 12

1. Localización

Nombre del que registra: Diego Armando Serrano Piedra	
Fecha de registro: 14 de Julio	Estado de México
Municipio de Temascaltepec	Localidad: Cabecera municipal, Carretera Federal Toluca-Ciudad Altamirano, cerca del Cecytem
Coordenadas: 0389789 E 2106158 N	Elevación: 1710 m.s.n.m.

2. Clasificación

Tipo de material	Severidad	Tipo de roca: Andesita
Roca <input type="checkbox"/> Detrito <input checked="" type="checkbox"/> Suelo <input checked="" type="checkbox"/>	Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/>	Presencia de fallas: No
Grado de agrietamiento	Estado del movimiento	
Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/>	Activo <input type="checkbox"/> Poco activo <input checked="" type="checkbox"/> Inactivo <input type="checkbox"/>	
Zonificación del movimiento: Regional <input type="checkbox"/> Local <input checked="" type="checkbox"/>		Extensión: 40 metros de ancho

Tipo de Movimiento		
Suelos		
Deslizamiento	Flujos	Roca
Rotacional <input checked="" type="checkbox"/>	De suelo <input checked="" type="checkbox"/>	Desprendimiento <input checked="" type="checkbox"/>
Traslacional <input type="checkbox"/>	De derrubios <input type="checkbox"/>	Vuelco <input checked="" type="checkbox"/>
Hundimiento <input type="checkbox"/>	De bloques rocosos <input checked="" type="checkbox"/>	Avalancha <input type="checkbox"/>
Reptación <input type="checkbox"/>	De otro <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>

Posibles Causas	
Erosión <input checked="" type="checkbox"/>	Altura de corte <input checked="" type="checkbox"/>
Carga en la corona <input type="checkbox"/>	Morfología <input type="checkbox"/>
Deficiente drenaje <input type="checkbox"/>	Sismo <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad Humana <input checked="" type="checkbox"/>	Otra: Precipitación

Descripción:

Se encuentra un talud artificial en la carretera Federal Toluca-Ciudad Altamirano cerca del Cecytem, a unos 300 metros de la cabecera municipal tiene aproximadamente 40 metros de ancho y una altura de 40-45 metros lo que lo hace aún más peligroso debido se encuentra a escasos 8 metros de la carretera y por la altura que representa significaría una gran cantidad de material que se movería en caso de ocurrir un evento que desencadene un deslizamiento, como la zona es peligrosa no se pudo acercar demasiado al lugar ya que se encuentra acordonada, pero se pudo observar que la inclinación de la ladera es de 80° y está constituida por material constituido por andesita y basalto, presentando un grado de agrietamiento alto, poco consolidado, facilitando aún más un posible evento que dejaría pérdidas tanto humanas como económicas.

Además, este talud esta aun en una etapa preparatoria de desarrollo ya que aún no ha tenido algún movimiento que se destaque, solamente caída de rocas, las cuales se encuentran al pie de este.

3. Daños Ocasionados

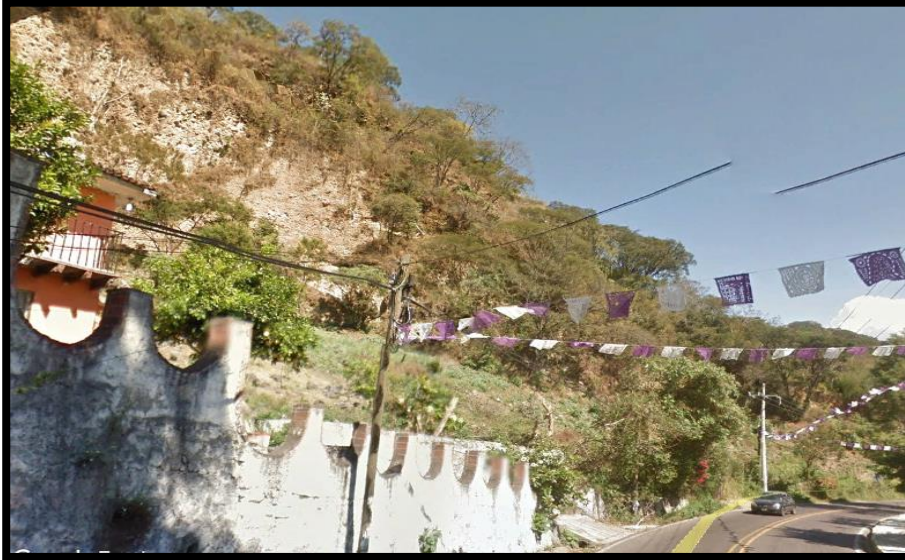
Edificaciones no residenciales		
Comercial	<input checked="" type="checkbox"/>	Hay una pequeña tienda de abarrotes frente al talud.
Industrial	<input type="checkbox"/>	No
Agricultura y ganado	<input checked="" type="checkbox"/>	En la parte cercada, donde incluso caen algunos bloques hay ganado pastando que se encuentra en peligro constante.
Religión y ONG	<input type="checkbox"/>	No, no hay iglesias cercanas.
Gobierno	<input type="checkbox"/>	No

Instalaciones esenciales		
Salud	<input checked="" type="checkbox"/>	Una calle debajo de la carretera se encuentra el centro de salud, el cual se vería gravemente afectado en el caso de haber algún movimiento.
Emergencias	<input type="checkbox"/>	No
Escuelas	<input checked="" type="checkbox"/>	Si, cerca del talud a unos 60-80 metros se encuentra un Cecytem.
Transporte	<input checked="" type="checkbox"/>	La carretera principal para llegar al centro de Temascaltepec se vería afectada, ya que la obstruiría y dejaría incomunicada.

Redes técnicas		
Agua potable	<input type="checkbox"/>	No
Electricidad	<input checked="" type="checkbox"/>	La electricidad se vería interrumpida por el derribo de varios postes de luz.
Comunicaciones	<input checked="" type="checkbox"/>	También las comunicaciones estarían interrumpidas.

Daños Humanos	
Personas fallecidas: Probablemente	Personas Heridas: Probablemente
Personas afectadas: Probablemente	Personas que perdieron su casa: 14
Número total de personas afectadas: 80 aproximadamente	

Evidencia Fotográfica



PLANILLA DE INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS DE TERRENO No. 13

1. Localización

Nombre del que registra: Diego Armando Serrano Piedra	
Fecha de registro: 14 de Julio	Estado de México
Municipio de Temascaltepec	Localidad: Entrada a la cabecera municipal, frente a Protección Civil
Coordenadas: 389958.29 E 2106120.95 N	Elevación: 1708 m.s.n.m.

2. Clasificación

Tipo de material		Severidad		Tipo de roca: Andesita, Metalutita	
Roca <input type="checkbox"/>	Detrito <input checked="" type="checkbox"/>	Suelo <input checked="" type="checkbox"/>	Alta <input type="checkbox"/>	Media <input checked="" type="checkbox"/>	Baja <input type="checkbox"/>
Grado de agrietamiento			Estado del movimiento		
Alto <input type="checkbox"/>	Medio <input checked="" type="checkbox"/>	Bajo <input type="checkbox"/>	Activo <input type="checkbox"/>	Poco activo <input checked="" type="checkbox"/>	Inactivo <input type="checkbox"/>
Zonificación del movimiento: Regional <input type="checkbox"/>				Local <input checked="" type="checkbox"/>	Extensión: 20 metros de largo

Tipo de Movimiento		
Suelos		
Deslizamiento	Flujos	Roca
Rotacional <input checked="" type="checkbox"/>	De suelo <input checked="" type="checkbox"/>	Desprendimiento <input type="checkbox"/>
Traslacional <input type="checkbox"/>	De derrubios <input type="checkbox"/>	Vuelco <input checked="" type="checkbox"/>
Hundimiento <input type="checkbox"/>	De bloques rocosos <input type="checkbox"/>	Avalancha <input type="checkbox"/>
Reptación <input type="checkbox"/>	De otro <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>

Posibles Causas	
Erosión <input checked="" type="checkbox"/>	Altura de corte <input checked="" type="checkbox"/>
Carga en la corona <input checked="" type="checkbox"/>	Morfología <input type="checkbox"/>
Deficiente drenaje <input type="checkbox"/>	Sismo <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad Humana <input checked="" type="checkbox"/>	Otra: Precipitación

Descripción:

Este talud se encuentra frente al módulo de Protección Civil de Temascaltepec, en la entrada a la cabecera tiene una altura aproximada de 15 metros por 20 de largo, es un talud artificial hecho por el hombre el cual tiene una inclinación de 85°-90° y fue originado para la construcción de algunas casas y locales comerciales; Tiene principalmente suelo y andesita que se encuentran en algo grado de degradación, lo cual repercutiría en un posible movimiento que podía comenzar con un vuelco de tierra hasta convertirse en un deslizamiento rotacional, afectando de manera directa a las casas y servicios que se encuentran ahí, y en pequeña medida a la carretera federal.

La fase de desarrollo de este talud es preparatoria debido a que aún no presenta movimiento alguno.

3. Daños Ocasionados

Edificaciones no residenciales	
Comercial <input checked="" type="checkbox"/>	En la zona de afectación se encuentran dos refaccionarias y una tortillería, al ser servicios incrementa la posibilidad de afectados.
Industrial <input type="checkbox"/>	No
Agricultura y ganado <input type="checkbox"/>	No, en la parte alta hay vegetación arbórea propia del lugar.
Religión y ONG <input type="checkbox"/>	No hay iglesias cerca.
Gobierno <input type="checkbox"/>	No, el módulo de protección civil no se vería dañado.

Instalaciones esenciales	
Salud <input type="checkbox"/>	No
Emergencias <input type="checkbox"/>	No
Escuelas <input type="checkbox"/>	No
Transporte <input checked="" type="checkbox"/>	El talud se encuentra en la zona de entrada de la Cabecera de Temascaltepec por lo que afectaría un poco el tránsito.

Redes técnicas	
Agua potable <input type="checkbox"/>	No
Electricidad <input checked="" type="checkbox"/>	La energía eléctrica podría verse afectada, si un poste se viniera.
Comunicaciones <input checked="" type="checkbox"/>	Los servicios de comunicación podrían verse afectados.

Daños Humanos	
Personas fallecidas: Probablemente	Personas Heridas: Probablemente
Personas afectadas: Probablemente	Personas que perdieron su casa: ---
Número total de personas afectadas: 80-90 personas aproximadamente	

Evidencia Fotográfica



PLANILLA DE INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS DE TERRENO No. 14

1. Localización

Nombre del que registra: Diego Armando Serrano Piedra	
Fecha de registro: 14 de Julio	Estado de México
Municipio de Temascaltepec	Localidad: Cabecera municipal, Barrio El Fortín
Coordenadas: 0390780 E 2105996 N	Elevación: 1717 m.s.n.m.

2. Clasificación

Tipo de material		Severidad		Tipo de roca: Andesita-Basalto	
Roca <input checked="" type="checkbox"/>	Detrito <input type="checkbox"/>	Suelo <input checked="" type="checkbox"/>	Alta <input checked="" type="checkbox"/>	Media <input type="checkbox"/>	Baja <input type="checkbox"/>
Grado de agrietamiento			Estado del movimiento		
Alto <input type="checkbox"/>	Medio <input checked="" type="checkbox"/>	Bajo <input type="checkbox"/>	Activo <input type="checkbox"/>	Poco activo <input checked="" type="checkbox"/>	Inactivo <input type="checkbox"/>
Zonificación del movimiento: Regional <input type="checkbox"/>				Local <input checked="" type="checkbox"/>	Extensión: 280 metros de largo

Tipo de Movimiento		
Suelos		
Deslizamiento	Flujos	Roca
Rotacional <input type="checkbox"/>	De lodo <input type="checkbox"/>	Volcamiento <input checked="" type="checkbox"/>
Traslacional <input type="checkbox"/>	De detritos <input type="checkbox"/>	Planar <input type="checkbox"/>
Hundimiento <input type="checkbox"/>	De tierra <input type="checkbox"/>	Cuña <input type="checkbox"/>
Reptación <input type="checkbox"/>	De otro <input type="checkbox"/>	Circular <input type="checkbox"/>

Posibles Causas	
Erosión <input checked="" type="checkbox"/>	Altura de corte <input type="checkbox"/>
Carga en la corona <input type="checkbox"/>	Morfología <input checked="" type="checkbox"/>
Deficiente drenaje <input type="checkbox"/>	Sismo <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad Humana <input checked="" type="checkbox"/>	Otra: Precipitación

Descripción:

En el Barrio el Fortín en la Cabecera Municipal hay una zona donde hay casas en donde se encuentran varios bloques rocosos de gran tamaño que varían de 1,2 y 3 metros de ancho, haciéndolos demasiado peligrosos para la población que vive al pie del cerro, durante la visita de campo al lugar se pudo precisar el estado en que se encuentran estos bloques llegando a la resolución de que se encuentran en un estado vulnerable, ya que la mayoría de estos tienen un alto grado de agrietamiento, sostenidos solamente por los troncos de los árboles que ahí se encuentran y sin un sustento que realmente los sostenga ya que debajo de estos no hay más rocas sino una capa de suelo poco consolidada la cual incluso con contenido de agua puede servir como lubricante, facilitando así la caída de los bloques.

La caída de estos bloques afectaría de manera catastrófica las viviendas que están en el lugar ya que podrían fácilmente romper una pared y mucho más fácil, quitarle la vida a un ser humano, el hecho de que haya casas construidas en este sitio marca que los planes de desarrollo municipal no se han hecho de manera correcta o que simplemente el peligro no se toma en cuenta de manera prudente en este tipo de documentos.

Se podría decir que la etapa de desarrollo en que se encuentra esta zona es de transición entre inicio y desarrollo, debido a que antes ya han caído bloques, que pueden observarse en la parte baja, por lo que es cuestión de la ocurrencia de algún suceso para que se desencadene un volcamiento.

3. Daños Ocasionados

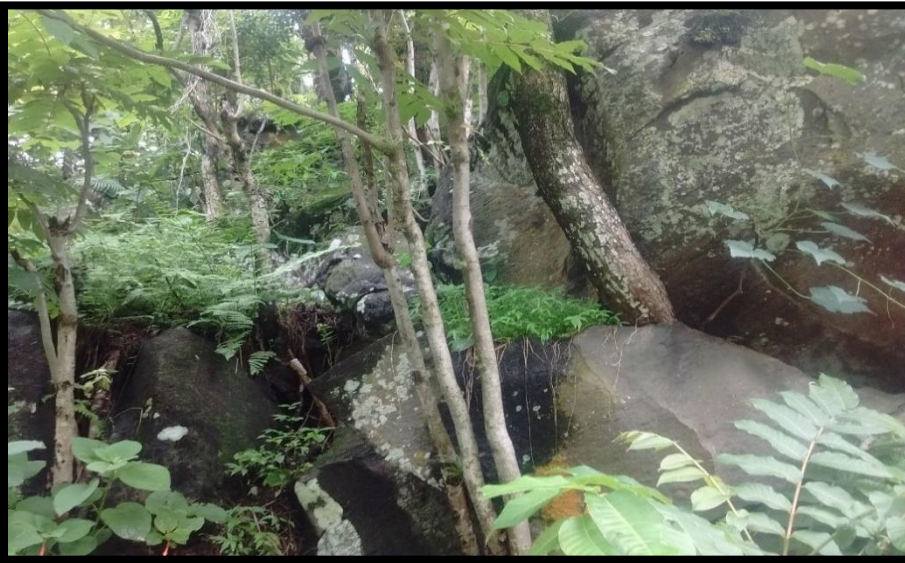
Edificaciones no residenciales	
Comercial <input checked="" type="checkbox"/>	Pequeños negocios, principalmente de productos básicos son los que se observarían afectados.
Industrial <input type="checkbox"/>	No
Agricultura y ganado <input type="checkbox"/>	No, al ser una zona habitada, no hay lugar para la actividad.
Religión y ONG <input type="checkbox"/>	No
Gobierno <input type="checkbox"/>	No

Instalaciones esenciales	
Salud <input type="checkbox"/>	No
Emergencias <input type="checkbox"/>	No
Escuelas <input type="checkbox"/>	No
Transporte <input checked="" type="checkbox"/>	Las calles que están en la parte baja y que se encuentran cerca de la zona probablemente serían afectadas.

Redes técnicas	
Agua potable <input type="checkbox"/>	No
Electricidad <input checked="" type="checkbox"/>	Al ser bloques tan grandes romperían fácilmente un poste de luz, afectando el servicio.
Comunicaciones <input checked="" type="checkbox"/>	También las comunicaciones se verían interrumpidas, dejando incomunicada a la cabecera municipal.

Daños Humanos	
Personas fallecidas: Probablemente	Personas Heridas: Probablemente
Personas afectadas: 200 aprox.	Personas que perdieron su casa: ---
Número total de personas afectadas: 200 aproximadamente.	

Evidencia Fotográfica



PLANILLA DE INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS DE TERRENO No. 15

1. Localización

Nombre del que registra: Diego Armando Serrano Piedra	
Fecha de registro: 18 de Julio	Estado de México
Municipio de Temascaltepec	Localidad: Telpintla (canchas de futbol)
Coordenadas: 0389761 E 2108481 N	Elevación: 1883 m.s.n.m.

2. Clasificación

Tipo de material		Severidad		Tipo de roca: Andesita	
Roca <input type="checkbox"/>	Detrito <input checked="" type="checkbox"/>	Suelo <input checked="" type="checkbox"/>	Alta <input checked="" type="checkbox"/>	Media <input type="checkbox"/>	Baja <input type="checkbox"/>
Grado de agrietamiento			Estado del movimiento		
Alto <input type="checkbox"/>	Medio <input type="checkbox"/>	Bajo <input checked="" type="checkbox"/>	Activo <input checked="" type="checkbox"/>	Poco activo <input type="checkbox"/>	Inactivo <input type="checkbox"/>
Zonificación del movimiento: Regional <input type="checkbox"/>				Local <input checked="" type="checkbox"/>	
				Extensión:	

Tipo de Movimiento		
Suelos y Roca		
Deslizamiento	Flujos	Otros
Rotacional <input checked="" type="checkbox"/>	De suelo <input checked="" type="checkbox"/>	Desprendimiento <input type="checkbox"/>
Traslacional <input type="checkbox"/>	De derrubios <input checked="" type="checkbox"/>	Vuelco <input type="checkbox"/>
Hundimiento <input type="checkbox"/>	De bloques rocosos <input type="checkbox"/>	Avalancha <input type="checkbox"/>
Reptación <input type="checkbox"/>	De otro <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>

Posibles Causas	
Erosión <input checked="" type="checkbox"/>	Altura de corte <input type="checkbox"/>
Carga en la corona <input checked="" type="checkbox"/>	Morfología <input checked="" type="checkbox"/>
Deficiente drenaje <input checked="" type="checkbox"/>	Sismo <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad Humana <input checked="" type="checkbox"/>	Otra: Precipitación

Descripción:

En la comunidad de Telpintla se extrajo el material de la cima de un cerro, esto con el fin de adaptar al lugar unos campos de futbol para la localidad, la extracción genero una ladera de manera artificial compuesta por materiales sin consolidar, principalmente de andesita y basalto, ocasionando que el material ahí expuesto sea fácilmente erosionable y susceptible a moverse ladera abajo; De acuerdo con los datos obtenidos en campo se pudo obtener que el tamaño de la ladera es de 100 metros de ancho por 130 de ancho, lo cual es un área considerable: Inicialmente ha habido algunos pequeños flujos que han bajado y llegado a las casas que se encuentran al pie de la ladera, por el material y la forma que tiene la ladera se llegó a la conclusión de que pueden haber diferentes tipos de movimientos, en un primer momento habría un flujo de suelo y derrubios, que posteriormente pasaría a ser un deslizamiento rotacional, afectando de manera directa las casas debajo y las propias canchas de futbol, y de manera indirecta la carretera que pasa del lado contrario a las canchas.

En caso de presentarse alguno de los movimientos antes mencionados estos arrastrarían gran cantidad de material, aumentado el peligro y exponiendo las viviendas y la vida de las personas que ahí habitan.

Esta ladera artificial se encuentra en una etapa preparatoria de desarrollo ya que no ha habido movimiento, solo la presencia de algunas escorrentías, ladera abajo, con acumulación de material.

3. Daños Ocasionados

Edificaciones no residenciales	
Comercial <input checked="" type="checkbox"/>	En la parte baja hay una pequeña tienda de abarrotes que bien podría verse afectada.
Industrial <input type="checkbox"/>	No
Agricultura y ganado <input checked="" type="checkbox"/>	En la parte baja, al pie de la ladera hay una zona verde donde pasta ganado, estando siempre expuesto a morir.
Religión y ONG <input type="checkbox"/>	No
Gobierno <input type="checkbox"/>	No, no hay oficinas de gobierno cerca.

Instalaciones esenciales	
Salud <input type="checkbox"/>	No, tampoco hay centros de salud cercanos.
Emergencias <input type="checkbox"/>	No
Escuelas <input type="checkbox"/>	No
Transporte <input checked="" type="checkbox"/>	En la parte alta, donde se hizo el corte se encuentra una carretera que conecta con otras localidades.

Redes técnicas	
Agua potable <input type="checkbox"/>	No
Electricidad <input checked="" type="checkbox"/>	En la parte alta y baja hay postes de luz que caerían o se romperían tras el movimiento.
Comunicaciones <input checked="" type="checkbox"/>	Las comunicaciones al igual que la electricidad se verían dañadas.

Daños Humanos	
Personas fallecidas: Probablemente	Personas Heridas: Probablemente
Personas afectadas: Probablemente	Personas que perdieron su casa: ---
Número total de personas afectadas: 16 aproximadamente	

Evidencia Fotográfica



PLANILLA DE INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS DE TERRENO No. 16

1. Localización

Nombre del que registra: Diego Armando Serrano Piedra	
Fecha de registro: 20 de Julio	Estado de México
Municipio de Temascaltepec	Localidad: Telpintla
Coordenadas: 0389780 E 2107756 N	Elevación: 1788 m.s.n.m.

2. Clasificación

Tipo de material	Severidad	Tipo de roca: Andesita
Roca <input checked="" type="checkbox"/> Detrito <input checked="" type="checkbox"/> Suelo <input type="checkbox"/>	Alta <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/>	Presencia de fallas: No
Grado de agrietamiento	Estado del movimiento	
Alto <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/>	Activo <input type="checkbox"/> Poco activo <input checked="" type="checkbox"/> Inactivo <input type="checkbox"/>	
Zonificación del movimiento: Regional <input type="checkbox"/> Local <input checked="" type="checkbox"/>		Extensión: 50 metros

Tipo de Movimiento		
Suelos		
Deslizamiento	Flujos	Roca
Rotacional <input type="checkbox"/>	De suelo <input type="checkbox"/>	Desprendimiento <input checked="" type="checkbox"/>
Traslacional <input checked="" type="checkbox"/>	De derrubios <input type="checkbox"/>	Vuelco <input checked="" type="checkbox"/>
Hundimiento <input type="checkbox"/>	De bloques rocosos <input type="checkbox"/>	Avalancha <input type="checkbox"/>
Reptación <input type="checkbox"/>	De otro <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>

Posibles Causas	
Erosión <input checked="" type="checkbox"/>	Altura de corte <input type="checkbox"/>
Carga en la corona <input type="checkbox"/>	Morfología <input checked="" type="checkbox"/>
Deficiente drenaje <input checked="" type="checkbox"/>	Sismo <input checked="" type="checkbox"/>
Actividad Humana <input type="checkbox"/>	Otra: Precipitación

Descripción:

En la comunidad de Telpintla se encuentra un talud con grandes bloques rocosos en la cima del mismo, con una altura aproximada de 30 metros, el material por el que está constituido presenta un grado de intemperismo alto, lo que lo hace susceptible a las fuerzas externas que están en actuar constante, desencadenando algún tipo de evento, el talud tiene una inclinación de 85° a 90° tras lo cual los bloques caerían en caída libre con una gran velocidad, afectando las casas (3) que se encuentra debajo, a los campesinos, sus parcelas y su ganado; Trayendo consigo afectaciones materiales y económicas, personas heridas y probablemente también fallecidas.

Este punto está ya en una fase de desarrollo desarrollada, que como se puede observar en las imágenes presenta varios escalonamientos y por lo tanto despliegue de los escarpes, asimismo en la parte baja hay presencia de bloques rocosos caídos anteriormente que incluso han llegado a la carretera, por lo que la presencia de algún agente externo podría desencadenar algún desprendimiento y poner en riesgo a las personas que viven abajo,

3. Daños Ocasionados

Edificaciones no residenciales	
Comercial <input checked="" type="checkbox"/>	Un pequeño comercio pasando la carretera podría estar afectado, ya que hay indicios de rocas que han caído hasta cierto punto.
Industrial <input type="checkbox"/>	No
Agricultura y ganado <input checked="" type="checkbox"/>	Hay dos parcelas con agricultura de temporal y ganado.
Religión y ONG <input type="checkbox"/>	No
Gobierno <input type="checkbox"/>	No

Instalaciones esenciales	
Salud <input type="checkbox"/>	No hay un centro de salud cerca.
Emergencias <input type="checkbox"/>	No
Escuelas <input type="checkbox"/>	No hay escuelas cerca del lugar.
Transporte <input checked="" type="checkbox"/>	La carretera pasa frente al talud pudiendo verse dañada por caída de bloques.

Redes técnicas	
Agua potable <input type="checkbox"/>	No
Electricidad <input checked="" type="checkbox"/>	Los postes de luz podrían romperse en caso de que los golpee una roca grande.
Comunicaciones <input checked="" type="checkbox"/>	Las comunicaciones también se verían afectadas, ya que los postes de estas son de madera, más fáciles de romper.

Daños Humanos	
Personas fallecidas: Probablemente	Personas Heridas: Probablemente
Personas afectadas: Probablemente	Personas que perdieron su casa: ---
Número total de personas afectadas: 15 aproximadamente	

Evidencia Fotográfica

