

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

RIESGO DE DESASTRE EN VIVIENDAS EN LADERA

Tesis

presentada a la Junta Directiva de la Facultad de Arquitectura

Por

JUAN FERNANDO ARMAS BORJA
Y
MAGDA LISSETTE MEJIA GUILLEN

al conferírseles el Título de

ARQUITECTO

GUATEMALA, AGOSTO DE 1992

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA CENTRAL-USAC

DL
02
T(541)

JUNTA DIRECTIVA FACULTAD DE ARQUITECTURA

DECANO:	Arq. Francisco Chavarría Smeaton
SECRETARIO:	Arq. Sergio Véliz Rizzo
VOCAL 1o.:	Arq. Marco Antonio Rivera Mendoza
VOCAL 2o.:	Arq. Miguel Angel Zea Sandoval
VOCAL 3o.:	Arq. Silvia Evangelina Morales Castañeda
VOCAL 4o.:	Br. Estuardo Wong González
VOCAL 5o.:	Profa. Irayda Ruiz Bode

TRIBUNAL EXAMINADOR

DECANO:	Arq. Francisco Chavarría Smeaton
SECRETARIO:	Arq. Sergio Véliz Rizzo
EXAMINADOR:	Arq. Jorge Escobar Ortiz
EXAMINADOR:	Arq. Roberto Zuchini Guzmán
EXAMINADOR:	Arq. M.A.E. Juan L. Morales Barrientos
ASESOR:	Arq. José Luis Gándara Gaborit



A MI MADRE

Sra. Aura Eugenia Borja Montalván;
con todo mi amor, te dedico este
triunfo.

DEDICATORIA

A DIOS

Que con su infinito amor ilumina nuestras vidas

A MIS PADRES

Licda. Eva Guillén de Mejía
Ing. Salvador Augusto Mejía Pardo
Como tributo a su ejemplo de amor y sabiduría

A NUESTRAS HIJAS:

Anisabel y Ana Lucía

A NUESTROS HERMANOS:

Ing. M.I.S. Juan Manuel Mejía Guillén
Ing. Químico Eva Ileana Mejía Guillén
Odontólogo Nidia Carolina Mejía Guillén
Sra. Alma Rosal de Peitzner

A NUESTRA FAMILIA Y AMIGOS

CONTENIDO CAPITULAR

	Página No.		Página No.
1.- CAPITULO PRIMERO		3.- CAPITULO TERCERO	
Introducción		Geología	
1.1 Introducción	1	3.1 Descripción geológica del Valle de Guatemala	16
1.2 Antecedentes	1	3.1.1 Delimitación Geológica - Riesgos Geomorfológicos	16
1.3 Justificación	1	3.1.2 Zonificación de la ciudad, según el tipo de suelo	17
1.4 Delimitación del tema	2	3.2 Deslizamientos de tierra	18
1.5 Marco Teórico	2	3.2.1 Definición	18
1.6 Objetivos	6	3.2.2 Tipos de Deslizamiento	19
1.7 Hipótesis	7	A.- Caidas	19
2.- CAPITULO SEGUNDO		B.- Desplomes	20
Riesgo de Desastres en Vivienda en Ladera		C.- Deslizamientos	20
2.1 Definición de Desastres y Situaciones de Emergencia	8	D.- Deslizamientos Rotacionales	20
2.2 Clasificación de los desastres, según su origen	9	E.- Deslizamientos Traslacionales	20
2.2.1 Tormentas	10	F.- Expansiones Laterales	20
2.2.2 Inundaciones	11	G.- Flujos	20
2.2.3 Terremotos	11	H.- Deslizamientos Complejos	21
2.2.4 Incendios	11	3.2.3 Factores que Producen Deslizamientos	21
2.2.5 Erupciones Volcánicas y Otros	12	3.2.3.1 Peligro según el tipo de suelo	21
2.3 Definición del Area de Estudio	13	3.2.3.2 Peligro por falla y fracturas	22
2.4 Incidencia de eventos desastrosos en el Valle de Guatemala.	13	3.2.3.3 Peligro por pendiente y relieve del terreno	24
		3.2.3.4 Peligro por precipitación pluvial	24
		3.2.3.5 Peligro por Erosión	24
		A.- Erosión Hídrica	25

	Página No.		Página No.
B.- Erosión en Barrancos	25	5.3 Prevención	32
C.- Erosión Laminar	25	5.3.1 Empleo de materiales ligeros	33
3.2.3.6 Peligro por Actividad Sísmica	25	5.3.2 Empleo de materiales estabilizantes	33
		5.3.3 Empleo de muro de retención	33
		5.3.4 Drenajes	33
4. CAPITULO CUARTO		5.3.5 Reducción de Pendiente	33
Vivienda y Ambiente		5.3.6 Plataforma y Terrazas	33
4.1 Ciudad de Guatemala, contexto Urbano	27	5.3.7 Sellado de Grietas	33
4.1.1 Areas Habitacionales	28	5.3.8 Tala de Arboles	34
4.2 Determinación de Areas Expuestas a Riesgos por		5.3.9 Usos de Talud	34
Deslizamientos en el AMG	30	5.4 Factores de Seguridad en Viviendas en ladera	34
4.2.1 Riesgo por Pendiente y Relieve del Terreno	30		
4.2.2. Potencial Riesgo Sísmico	30	6.- CAPITULO SEXTO	
4.2.3 Riesgo por Falla y Fracturas	30	Conclusiones y Recomendaciones	
4.2.4 Riesgo por infiltración pluvial	31	6.1 Conclusiones	35
4.3 Riesgo de Desastres en el AMG	31	6.2 Recomendaciones	35
5. CAPITULO QUINTO		7.- GLOSARIO	36
Propuestas de Prevención y Mitigación			
5.1 Prevención y mitigación de Riesgos por Desliza-		8.- BIBLIOGRAFIA	39
mientos	32		
5.2 Mitigación	32	9.- ANEXO	
5.2.1 Uso de Zampeados y Pedraplen	32	Titulares de Prensa 1969 - 1989	41
5.2.2 Vegetación	32		
5.2.3 Cunetas Revestidas	32		
5.2.4 Aplicación de Películas Bituminosas	32		

CONTENIDO GRAFICO

MAPAS

	Página
Mapa No. 1: Zonas de Máximo Daño del Terremoto de 1976	5 A
Mapa No. 2: Sistema de Fallas de Guatemala	5 B
Mapa No. 3: Sistema de Placas Tectónicas	5 C
Mapa No. 4: Límites del Valle de Guatemala	13 A
Mapa No. 5: Zonificación de la Ciudad según el Tipo de Suelo.	16 A
Mapa No. 6: Concentración de Deslizamientos de la Ciudad de Guatemala durante el Terremoto del 4 de Febrero de 1976.	22 A
Mapa No. 7: Concentración de Deslizamientos de la Ciudad de Guatemala durante el Terremoto del '76, según el Tipo de Suelo.	22 B
Mapa No. 8: Tipos de Falla en Ciudad de Guatemala	23 A
Mapa No. 9: Zona de Fallas Potenciales	23 B
Mapa No. 10: Zona de Potencial Riesgo Sísmico	26 A
Mapa No. 11: Zonificación de la Ciudad según Dimensiones de Lote Mínimo.	28 A
Mapa No. 12: Asentamientos Marginales Localizados en Zonas de Riesgo.	29 A
Mapa No. 13: Asentamientos Marginales Localizados en Zonas de Riesgo Sísmico.	30 A
Mapa No. 14: Asentamientos Marginales Localizados en Zonas de Riesgo por Fallas y Fracturas.	31 A

Mapa No. 15: Asentamientos localizados en Zonas de Riesgo según el Tipo de Suelo.	31 B
Mapa No. 16: Riesgos de desastres en el Area Metropolitana guatemalteca.	31 D

TABLAS:

Tabla No. 1: Análisis de deslizamientos en barrancos, factores de seguridad.	34 B
--	------

CUADROS:

Cuadro No. 1: Análisis Evaluativo de los efectos producidos por fenómenos naturales.	12 A
Cuadro No. 2: Asentamientos Marginales de la Ciudad de Guatemala	27 A
Cuadro No. 3: Riesgo de desastres en viviendas en la ladera del Area Metropolitana de Guatemala.	31 C

FOTOGRAFIAS:

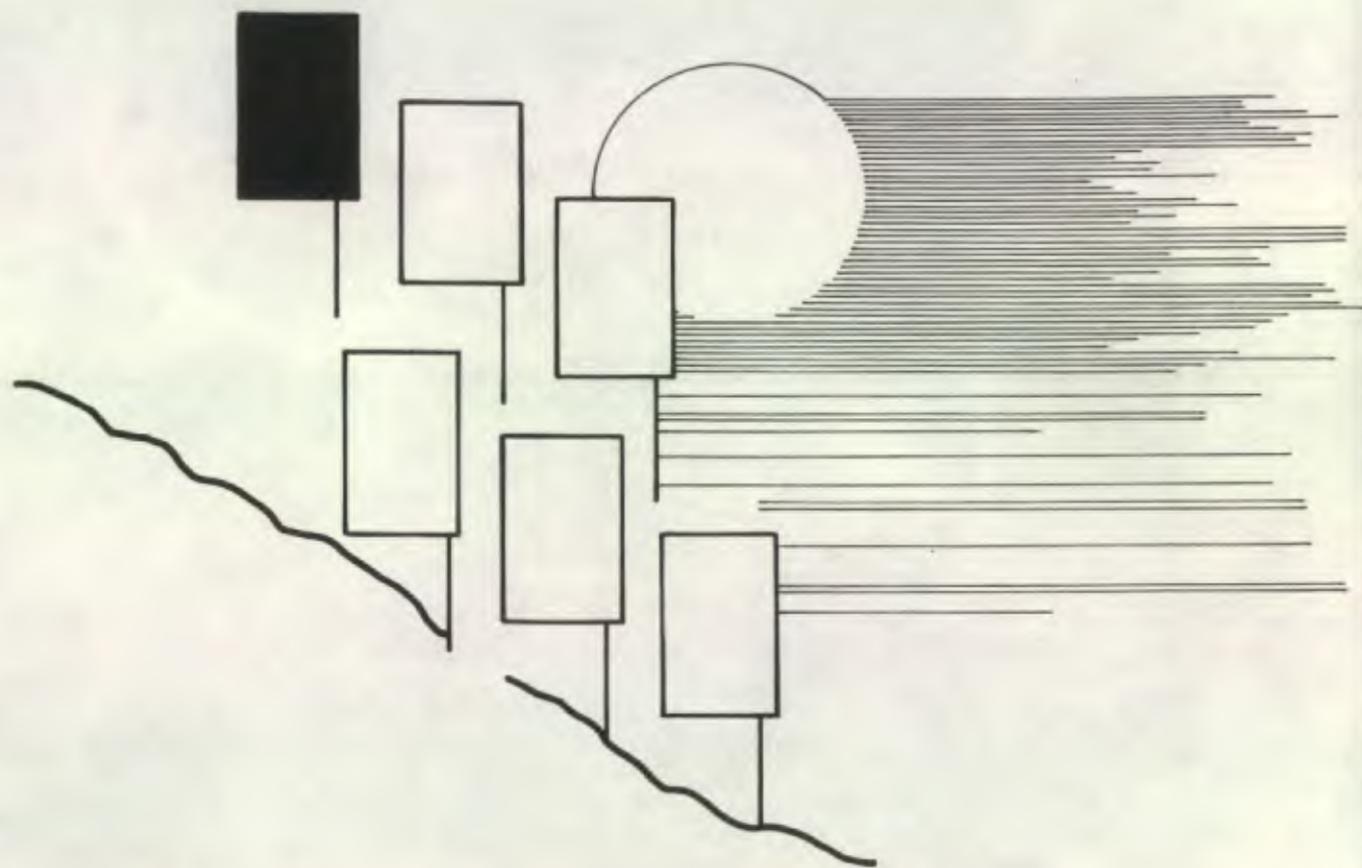
Fotografía A: Drenaje superficial eficiente	32 B
Fotografía B: Drenaje superficial eficiente	32 B

	Página
Fotografía C: Protección de taludes	32 C
Fotografía D: Protección de taludes	32 C
Fotografía E y F: Ejemplo de utilización de plataformas en la planificación de Asentamientos en ladera	33 B

GRAFICAS:

Gráfica No. 1: Morfología del Valle de la ciudad de Guatemala.	6 A
Gráfica No. 2: Estratigrafía del Valle de la ciudad de Guatemala.	17 A
Gráfica No. 3: Nomenclatura de deslizamientos	19 A
Gráfica No. 4: Caída de rocas	19 B
Gráfica No. 5: Desplome de detritos	20 A
Gráfica No. 6: Desplome de rocas	20 B
Gráfica No. 7: Deslizamientos de bloques de tierra	20 C
Gráfica No. 8: Deslizamientos traslacionales	20 D
Gráfica No. 9: Expansiones laterales	20 E
Gráfica No. 10: Asentamientos-Flujo de tierra	21 A
Gráfica No. 11: Movimientos complejos	21 B
Gráfica No. 12: Protección de taludes	32 A
Gráfica No. 13: Construcción en laderas	33 A
Gráfica No. 14: Planificación en laderas consideradas zonas de alto riesgo	34 A

	Página
Gráfica No. 15: Distancias recomendadas para zonas de seguridad y peligro para ángulo de 45°.	34 C
Gráfica No. 16: Distancias recomendadas para zonas de seguridad y peligro para ángulo de 60°.	34 D
Gráfica No. 17: Distancias recomendadas para zonas de seguridad y peligro para ángulo de 75°.	34 E
Gráfica No. 18: Distancias recomendadas para zonas de seguridad y peligro para ángulo de 90°.	34 F



INTRODUCCION

Capítulo Primero

1.1 INTRODUCCION

La ciudad de Guatemala está situada en un valle de fondo plano, fuertemente bisectado por profundos cañones y barrancos creados por los afluentes de los ríos Michatoya y Las Vacas, que lo atraviesan; alberga en sus laderas un alto porcentaje poblacional, capaz de sucumbir ante un deslizamiento de tierra que sea provocado por fenómenos sísmicos o por fenómenos de origen hidrometeorológico.

Este estudio evidencia los peligros naturales a los que están expuestas las laderas del Area Metropolitana Guatemalteca, y presenta algunas medidas de prevención y mitigación que los planificadores podrían emplear para prevenir catástrofes, utilizando su mejor criterio al aplicar medidas preventivas, y adoptar procedimientos de diseño más estrictos cuando las condiciones así lo justifiquen.

1.2 ANTECEDENTES

La ciudad de Guatemala, desde su fundación, se ha visto afectada por una serie de fenómenos naturales que, al abatirse sobre la vida y la propiedad, se han constituido en verdaderos desastres naturales.

Al analizar esta situación más profundamente, se puede observar que los deslizamientos de tierra y sus terribles consecuencias, son el último eslabón de una cadena de fenómenos que llegan a crear las condiciones propicias para su desarrollo.

La precipitación pluvial y los terremotos constituyen los principales agentes productores de deslizamientos de tierra, puesto que, al unirse a las características del suelo pómez altamente resistente a la compresión y no así a la tensión, desencadenan frecuentemente desprendimientos y derrumbes en las laderas y barrancos.

Cuantitativamente, los fenómenos hidrometeorológicos son considerablemente más frecuentes que los movimientos telúricos, sin embargo, en relación a la expectativa de vida de la población que aquí se asienta se, considera más importante el aspecto cualitativo de los fenómenos que la frecuencia con que se presentan, razón por la que se han tomado los titulares de prensa de los dos eventos más importantes en los últimos 20 años: El huracán Francelia en 1969 y el terremoto de 1976. Evidenciado de esta forma, las devastadoras consecuencias en la población que se asientan en laderas y barrancos del Area Metropolitana Guatemalteca (AMG), y a manera de comparación, algunos otros titulares de prensa durante el mismo período de tiempo sobre deslizamientos de tierras. (Ver anexo 1 - titulares de prensa 1969 - 1989).

1.3 JUSTIFICACION

El Area Metropolitana Guatemalteca (AMG), localizada en el valle de la ciudad de Guatemala, se constituye en el núcleo urbano más importante del país, alcanzando elevados índices poblacionales, producto de la concentración de equipamiento y

servicios, así como de las principales actividades políticas, económicas y administrativas. Con una conformación que lo presenta como un valle formado por una depresión topográfica, rodeado de escarpas, tanto de Mixco como por la de Santa Catarina Pinula, y fuertemente bisectado por los cañones y barrancos que han creado los cauces de los afluentes de los ríos Michatoya y Las Vacas.

Este valle alberga en los taludes de estas laderas y barrancos a una gran cantidad de población que, dependiendo de su capacidad adquisitiva, se ubica, ya sea en los barrancos al centro de la ciudad, o bien, en las elevadas escarpas de Mixco y Santa Catarina Pinula.

Por considerarse un desastre natural todo aquel fenómeno natural que se abate sobre la vida y la propiedad, y debido a las características de los suelos del Valle de la Ciudad de Guatemala, se considera de importancia realizar un estudio del mismo, que evidencie los riesgos a que se encuentran expuestos los habitantes de los taludes de las laderas y barrancos que lo atraviesan, y proponer medidas de prevención y mitigación.

1.4 DELIMITACION DEL TEMA

Por su ubicación geográfica al centro del país, el Valle de la Ciudad de Guatemala se ve constantemente expuesto al catastrofismo, debido a fenómenos, tanto hidrometeorológicos como por los inducidos sísmicamente más que por cualquier otro de origen natural. Lo que trae consigo deslizamientos de tierra como consecuencia del comportamiento de los taludes de las

laderas y barrancos del área metropolitana, llegando a considerarse el desastre de mayor cobertura y frecuencia en la zona.

Es así como en el presente estudio, serán analizadas las condiciones en que se encuentra el valle de la ciudad, y se analizará su vulnerabilidad ante un fenómeno de esta naturaleza, para lo que serán propuestas opciones para un mejor aprovechamiento espacial en el desarrollo de nuevas urbanizaciones y medidas de protección para asentamientos poblacionales ya establecidos en estas áreas, generalizando las particularidades de la composición del suelo, así como sus características económicas, políticas y sociales. No se llegarán a considerar estas medidas de prevención y mitigación como definitivas, puesto que cada caso requiere de un estudio específico; el criterio de establecer las mismas es el de servir de guía para asegurar preliminarmente la estabilidad relativa de las construcciones existentes, y proponer lineamientos para futuras edificaciones en las laderas y barrancos de la ciudad de Guatemala.

1.5 MARCO TEORICO

Guatemala es un territorio de 108,858 kms.², posee una densidad demográfica de 65 Hab/km.², cuenta con división político-administrativa de 22 departamentos que están subdivididos en 330 municipios. Su área urbana está constituida por 330 cabeceras municipales; su área rural por 2474 aldeas y 6004 caseríos; sin embargo, esta división político-administrativa en que se encuentra fraccionado el territorio, no siempre refleja condiciones de homogeneidad. Así se puede observar que en muchos casos,

dentro de un mismo departamento o municipio se encuentran características muy diferentes de topografía, clima, temperatura, vegetación, población, tradiciones, economía, etc. que, unidas al escaso desarrollo de la red vial y a la falta de políticas de integración territorial, constituyen procesos de diferenciación de la sociedad humana, conformando así varias regiones en el ámbito del territorio nacional. Dentro de estas regiones, se considera como caso particular la ciudad capital, que concentra desmedidamente la actividad económica, administrativa y social del país en una marcada y bien definida desarticulación con el desarrollo del resto del país característica generalizada en los principales centro urbanos latinoamericanos como consecuencia de su origen común de ciudades coloniales, período en el que mantuvieron una estrecha relación con la metrópoli ibérica, sin tener relación con el espacio vecino, creando desde el inicio una marcada diferenciación territorial. La ciudad capital, como centro de concentración de servicios, equipamiento básico, así como de economía y administración, se ha visto afectada por fenómenos de una inmigración constante del campo. Haciendo referencia, en el año de 1828, la ciudad capital contaba con una población de 30,000 habitantes, creciendo con el paso del tiempo espectacularmente y en forma alarmante; habiéndose concentrado aproximadamente en el año de 1950, un total de 332,500 habitantes, siendo ya 13 veces mayor que la segunda de la república (Quetzaltenango, hasta 1973 - 20 años después ha incrementado su tamaño ya, 17 veces más que la segunda ciudad.).

Las expectativas para el año 2000 son que para una población de 12 millones de habitantes, el 27% de ésta se concentrará en el

departamento de Guatemala, llegando a cubrir aproximadamente 3.4 millones de habitantes. ⁽²⁾

Pero, Guatemala no es un caso aislado, puesto que la población del mundo se está volviendo cada vez más urbana; en la actualidad, más del 40% de la población mundial reside en zonas urbanas, siendo las expectativas cuando entremos al siglo XXI, que más de la mitad residirá en estas zonas.

Desde mediados del siglo XX, más de la mitad del mundo desarrollado ha estado viviendo en la ciudad; se preve que los países subdesarrollados habrán de superar esa proporción durante los primeros 25 años del próximo siglo.

En 1970, la población urbana de los países desarrollados era superior en 3 millones a la población urbana de los países en desarrollo, mientras que en el año de 1985, en las zonas urbanas de los países en desarrollo vivían 300 millones de personas más que en las ciudades de los países desarrollados. 25 años más tarde será cuatro veces mayor. ⁽⁴⁾

“En los próximos 50 años, el carácter predominante de las áreas rurales de los países en desarrollo habrán desaparecido para siempre”.

(2) Consejo Nacional de Planificación Económica
Bases para una Política de Integración Territorial en Guatemala
Décimo Congreso Centroamericano de Arquitectura, 1984

(4) Declaración de Barcelona sobre la Población y Futuro Urbano.
Organización de Naciones Unidas, 1986

El proceso de urbanización es parte integral del proceso de desarrollo, el cual, entraña la transformación de las comunidades agrarias y ofrece oportunidades para el mejoramiento de vida. Sin embargo, las poblaciones urbanas en rápido crecimiento, dentro de sociedades que a su vez crecen rápidamente, traen consigo enormes tensiones y problemas complejos, mientras que el crecimiento demográfico sigue sometiendo a las ciudades en una extraordinaria presión, siendo los pobres y otros grupos vulnerables, quienes más rápidamente crecen y soportan mayores sufrimientos. ⁽⁴⁾

Gran parte de estas personas se sienten atraídas por las ciudades, por la perspectiva de encontrar un trabajo y alcanzar un mejor nivel de vida; sin embargo, al llegar a éstas se encuentran enfrentados a numerosos obstáculos, muchos de los cuales, son provocados por el hombre mismo, negándoseles cualquier tipo de acceso a la tierra con vocación urbana debido a la escasez y al alto precio consecuente que ésta ha alcanzado en el mercado.

La mayoría se dirige a colonias de carácter precario y construyen algún tipo de vivienda temporal, ubicándose en las periferias del área metropolitana.

Tierra que constituye un peligro, por localizarse generalmente en laderas con pendientes pronunciadas, sin un mínimo de servicios básicos, tales como: agua, electricidad, drenajes, etc., construyendo sus viviendas con materiales de desecho, en condiciones sumamente precarias, situaciones que crean insalubridad en la población.

Los aumentos espectaculares del volumen, la distribución y la densidad de la población aumenta el riesgo de desastres; peligros naturales como las inundaciones, los terremotos o los ciclones tropicales, no constituyen por sí mismos desastres hasta que se abaten sobre las vidas humanas y los bienes materiales.

Los desastres son consecuencia de la ruptura de la relación entre el ser humano y su medio ambiente, y pueden originarlos factores humanos o factores ambientales. Con frecuencia, las causas que los crean enmarcarán un empeoramiento persistente y prolongado de las condiciones socioeconómicas, que han hecho a las personas y a la zona, vulnerables a una posible catástrofe. Esta vulnerabilidad y sus graves efectos resultantes indican que es pueril atribuir los desastres en su totalidad a fenómenos naturales o a causas artificiales; mas bien, puede afirmarse que el panorama total del desastre es resultado de la acumulación de ambos efectos.

Esencialmente, un desastre natural es un cambio de las condiciones ambientales seguido del desplazamiento de las maneras normales de vivir y de la exposición de la población afectada a elementos peligrosos del ambiente. Puede definirse de la manera siguiente: ⁽⁵⁾

“Un desastre natural es un acto de la naturaleza, de tal magnitud, que da origen a una situación catastrófica en la que súbitamente se desorganizan los patrones cotidianos de vida, y la

(4) Declaración de Barcelona sobre la Población y Futuro Urbano
Organización de Naciones Unidas, 1986

(5) M. Assar (MSSE)
Organización Mundial de la Salud
Guía de Saneamiento en Desastres Naturales
“Organización Mundial de la Salud”

gente se ve hundida en el desamparo y el sufrimiento; como resultado de ello, las víctimas necesitan víveres, ropa, vivienda, asistencia médica y de enfermería, así como otros elementos fundamentales de la vida, y protección contra factores y condiciones ambientales desfavorables”, según la definición utilizada en la guía de saneamiento de desastres naturales, de M. Assar (Organización Mundial de la Salud) ⁽⁵⁾

Guatemala está atravesada de un extremo a otro por dos grandes sistemas de fallas, la falla del Motagua y del Polochic; allí lindan entre sí la plataforma del Caribe y la Norteamericana (Ver Mapa #3), produciendo continuamente terremotos.

Desde 1526, se han registrado más de 150 eventos dañinos, siendo los mayores los de Santa Marta, del año de 1773, que destruyeron la capital, ciudad de Santiago de los Caballeros de Guatemala, la serie de temblores que duró desde el año de 1854 hasta 1882, el terremoto de Quetzaltenango de 1902, la destrucción de la actual capital, Guatemala, en 1917-1918, el de Patzicía, en 1942, el del 4 de febrero de 1976 ⁽⁶⁾, que afectó gran parte del país, y el más reciente, el 10 de octubre de 1985, Patzún. (Ver Mapa #1)

Uno de los límites de las plataformas que se marcan en las fallas Motagua-Polochic, discurren por el centro del país, desde el

(5) M. Assar (M.S.S.E.)
Organización Mundial de la Salud
Guía de Saneamiento en Desastres Naturales
"Organización Mundial de la Salud"

(6) Aguilar Arrivillaga, Eduardo
Estudio de la Vivienda Rural en Guatemala
USAC, 1980 - 1984

golfo de Honduras, hacia el sur oeste y, luego, paralela al paralelo 15, pasando a 30 kms. de la Capital. (Ver Mapa #2)

La mitad sur del país, que pertenece a la plataforma norteamericana, se mueve hacia el oeste; las orillas profundas, a una velocidad probable de 2 cms/año con movimiento uniforme, mientras que los 10 ó 20 kms. superiores rozan en forma entrecortada, considerándose sus movimientos los causantes de los sismos. Las zonas de mayor intensidad se proyectan a la falla del Motagua.

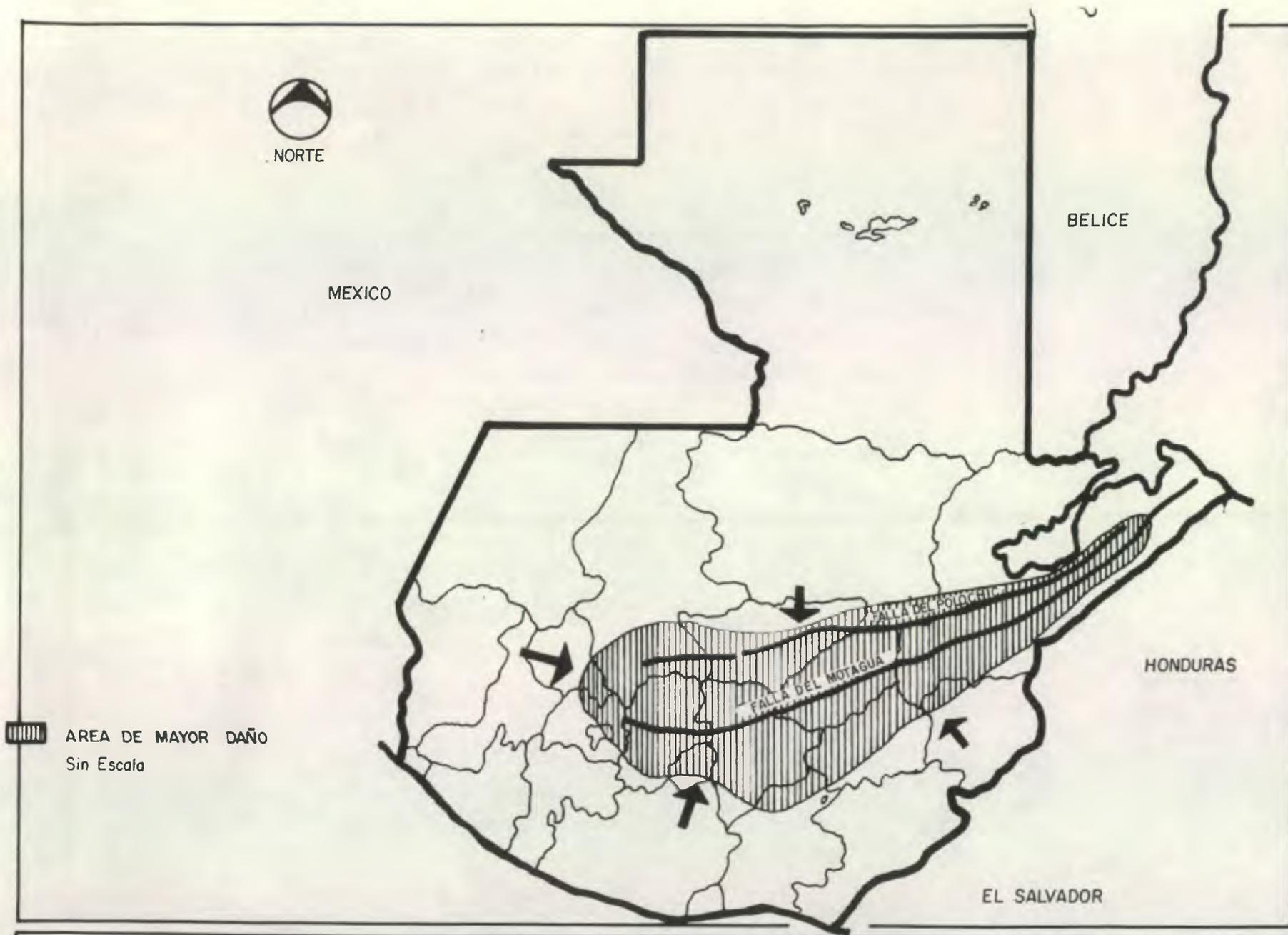
Al Suroeste de Guatemala discurre el límite de la plataforma del Caribe con la plataforma del Coco, (ver mapa #3), en la que se sumerge, desencadenando terremotos en la costa del pacífico; probablemente, ésta fue la causa de los terremotos de 1902 (Quetzaltenango).

El volcanismo del país incide en la formación de suelos de alta capacidad estática de carga; pero, comportamientos poco favorables a los efectos de influjos dinámicos producen grietas y desprendimientos.

En conjunto, la parte del país que va desde el Océano Pacífico hasta el paralelo 16, queda afectada con frecuencia y gravedad por terremotos. ⁽⁶⁾

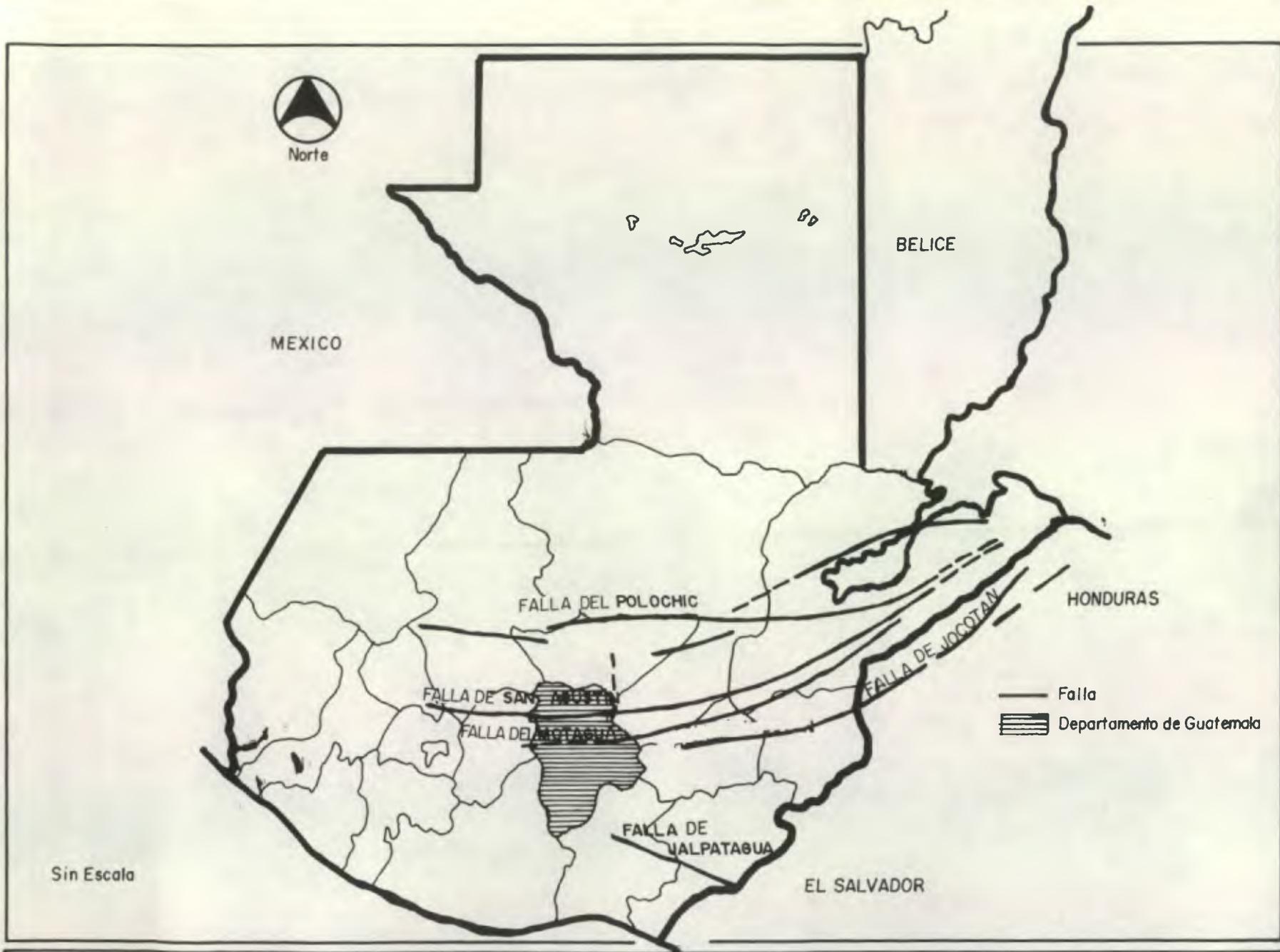
El Valle de la Ciudad de Guatemala se encuentra situado en

(6) Eduardo Aguilar Arrivillaga
Estudio de la Vivienda Rural de Guatemala
Universidad de San Carlos de Guatemala, 1980 - página 12



ZONAS DE MAXIMO DAÑO DEL
TERREMOTO DE 1976

FUENTE
 AGUILAR ABRIVILLAGA, EDUARDO
 ESTUDIO DE LA VIVIENDA RURAL EN GUATEMALA
 USAC, 1980

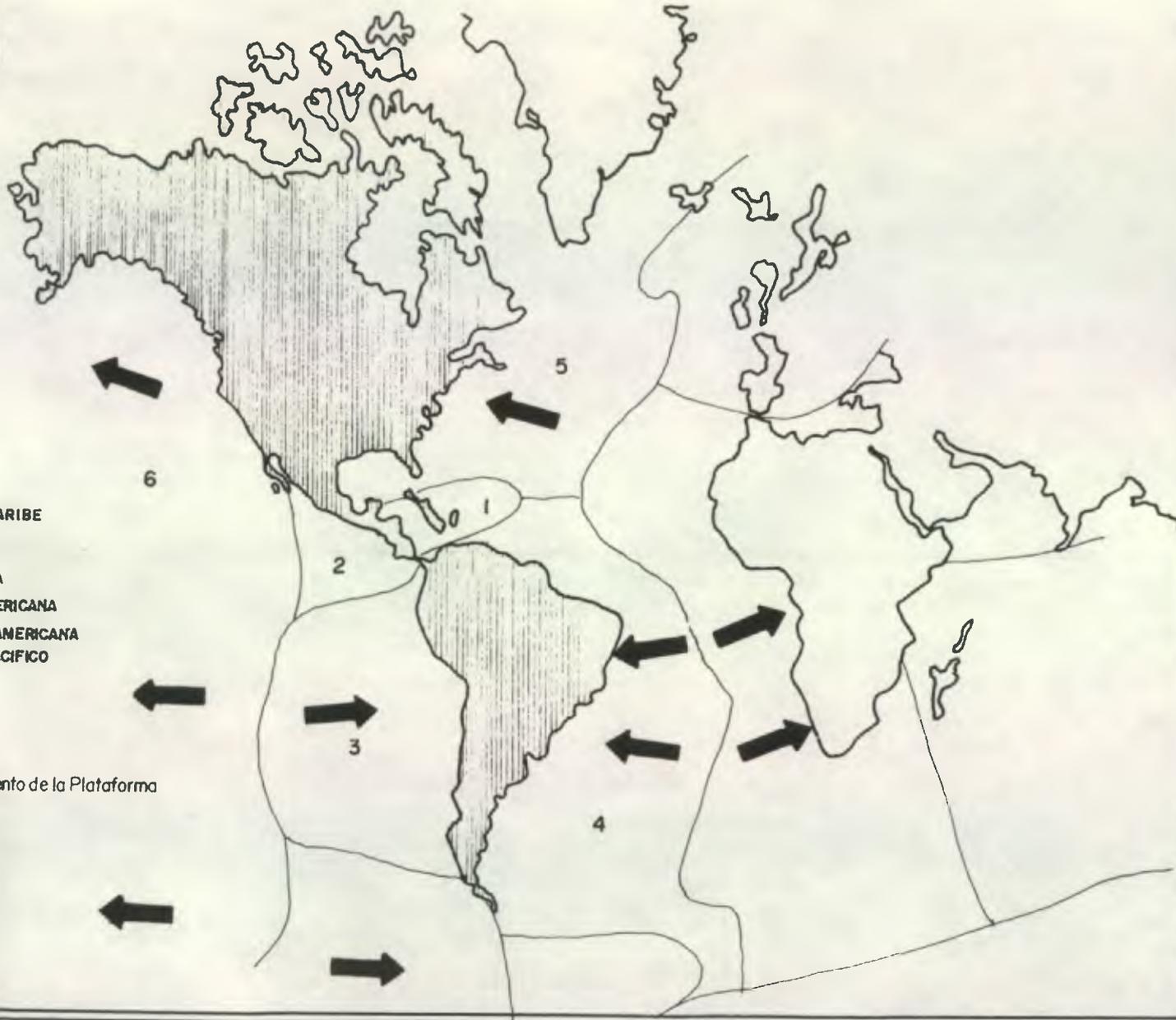


FUENTE
 ABULAR ARRIVILLAGA, EDUARDO
 ESTUDIO DE LA VIVIENDA RURAL EN GUATEMALA
 USAC, 1980

SISTEMA DE FALLAS DE GUATEMALA



Norte



- 1. PLATAFORMA DEL CARIBE
- 2. PLATAFORMA DE COCOS
- 3. PLATAFORMA DE NAZCA
- 4. PLATAFORMA SUDAMERICANA
- 5. PLATAFORMA NORTEAMERICANA
- 6. PLATAFORMA DEL PACIFICO

➔ Dirección de Movimiento de la Plataforma

Sin escala

FUENTE:
MUCHENER RUCKVERSICHERUNGS
GESELLSCHAFT, KONIGNSTRASSE 107,
IMPRENTERIA: KARL THIEMING AG. MUCHEN 90

SISTEMA DE PLACAS TECTONICAS

MAPA No.
3

un "Graben", limitado al oeste por el Sistema de falla denominado de "Mixco", y al este por el sistema y falla denominado de "Santa Catarina Pinula". El sistema de fallas de Mixco corre predominante en dirección norte-sur y el de Santa Catarina Pinula en dirección noreste-suroeste. (Ver Gráfica #1)

Geológicamente, el subsuelo del "Graben" en el cual se encuentra la mayor parte de la Ciudad de Guatemala, está formado por depósitos recientes piroclásticos de gran espesor, posiblemente entre 200 y 400 mts., provenientes de erupciones volcánicas que han formado estratos bien definidos con diferentes grados de intemperización.

Algunos de estos estratos también han sido formados por la deposición de cenizas expulsadas por los volcanes; el manto de roca abajo de esos sedimentos se encuentra a considerable profundidad.⁽⁷⁾

Debido a la constante migración del campo a la ciudad, más acentuada a partir de los años '60, la población perteneciente a los estratos económicos más bajos inicia la ocupación de los barrancos y laderas actualmente alcanzando cifras alarmantes. Es así como la alta densidad demográfica de estas zonas, la calidad de los materiales de deshecho, unida a la erosión producida por la tala de bosques para la producción de leña y a la precipitación pluvial, crean las condiciones propicias para la aparición de fenómenos,

como: Desplazamientos de tierra, derrumbes, hundimientos, desplomes, problemas geofísicos, acción de fallas geológicas, etc. Estos traen consigo la pérdida de valiosas vidas humanas, así como la pérdida de bienes materiales, tal es el caso de lo ocurrido en el terremoto de 1976.

Debido a la inevitable ocupación de estas áreas y en las condiciones económicas antes mencionadas, se hace necesario realizar estudios que sirvan para proteger y conservar las laderas con un margen de seguridad capaz de soportar una densidad de ocupación de acuerdo a las condiciones que responda, a las necesidades, tanto urbanísticas como tecnológicas y económicas reales en este estrato social.

Es papel del arquitecto, como estudioso de la planificación y distribución del espacio, encontrar una posible solución capaz de mitigar los desastres a los que a menudo se encuentra expuesto un alto porcentaje de los habitantes de la ciudad de Guatemala.

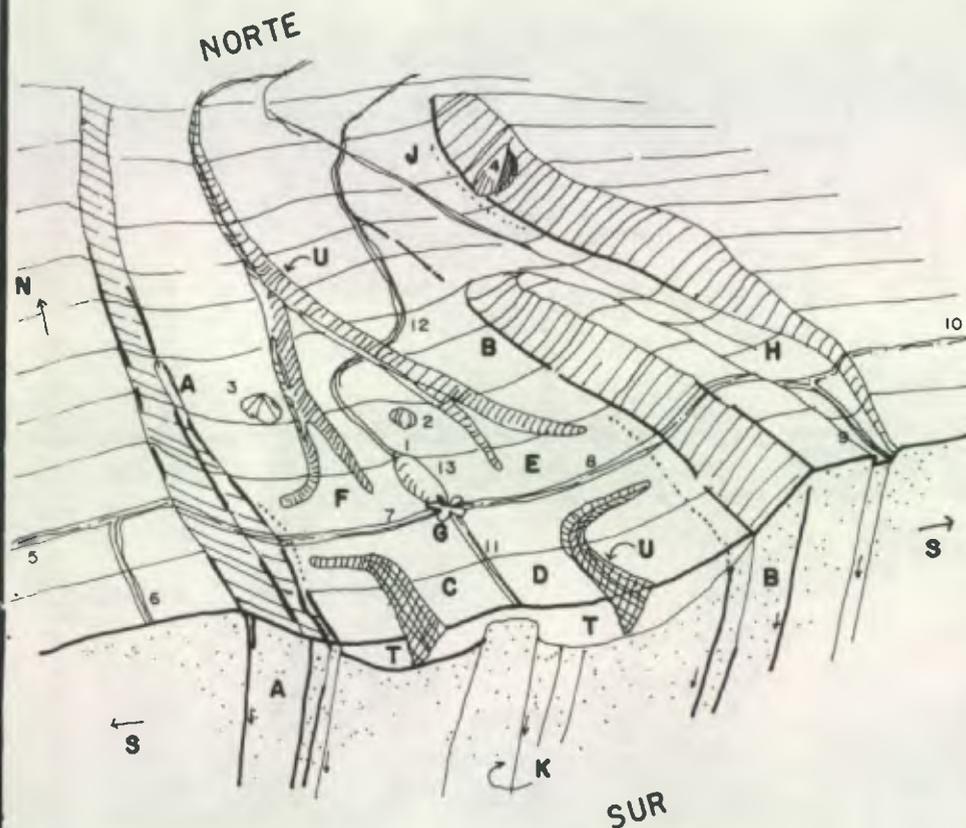
1.6 OBJETIVOS

Proporcionar un rango de pendientes máximas recomendables para construcciones en ladera.

Contribuir con un estudio técnico que defina los riesgos a que se somete un asentamiento humano en ladera, en el Area Metropolitana de Guatemala.

Enriquecer con la presente investigación los distintos

(7) Federico Koose
Estudio de deslizamientos de los taludes de los barrancos en la ciudad de Guatemala
 Simposium sobre el terremoto del 4 de febrero de 1976
 Guatemala, 1978



- A** ZONA DE FALLA DE MIXCO
- B** ZONA DE FALLA DE STA. CATARINA PINULA
- C** CUADRANTE DEL RIO MOLINO
- D** CUADRANTE DEL RIO PINULA
- E** CUADRANTE DEL RIO LAS VACAS
- F** CUADRANTE DE LOS RIOS EL ZAPOTE Y EL NARANJO
- G** EL TREBOL
- H** GRABEN, LATERAL DE SN. JOSE PINULA
- J** ZONA DE FALLA DE PALENCIA
- K** FALLAS MENORES EN EL CENTRO DEL VALLE
- S** DIRECCION EN LA QUE LENTAMENTE SE MUEVE LA CORTEZA TERRESTRE Y QUE HACE QUE EL PISO DEL GRABEN DESCienda
- T** RELLENO DE ARENAS Y CENIZAS VOLCANICAS
- 1** TEATRO NACIONAL
- 2** CERRO DEL CARMEN
- 3** CERRO EL NARANJO
- 4** PICO DE PALENCIA
- 5** CAMINO A CHIMALTENANGO
- 6** CAMINO A LA ANTIGUA
- 7** CALZADA ROOSEVELT
- 8** CALZADA LOS PROCERES
- 9** CAMINO A EL SALVADOR
- 10** CAMINO A MATAQUESCUINTLA
- 11** CAMINO A AMATITLAN
- 12** CAMINO AL ATLANTICO
- 13** ZONA 8 DE GUATEMALA

MORFOLOGIA DEL VALLE DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

FUENTE
DOCTOR HECTOR MONZON
SUPLEMENTO SOBRE TERREMOTOS, PRENSA LIBRE, GUATEMALA 3 DE FEBRERO DE 1991

GRAFICA

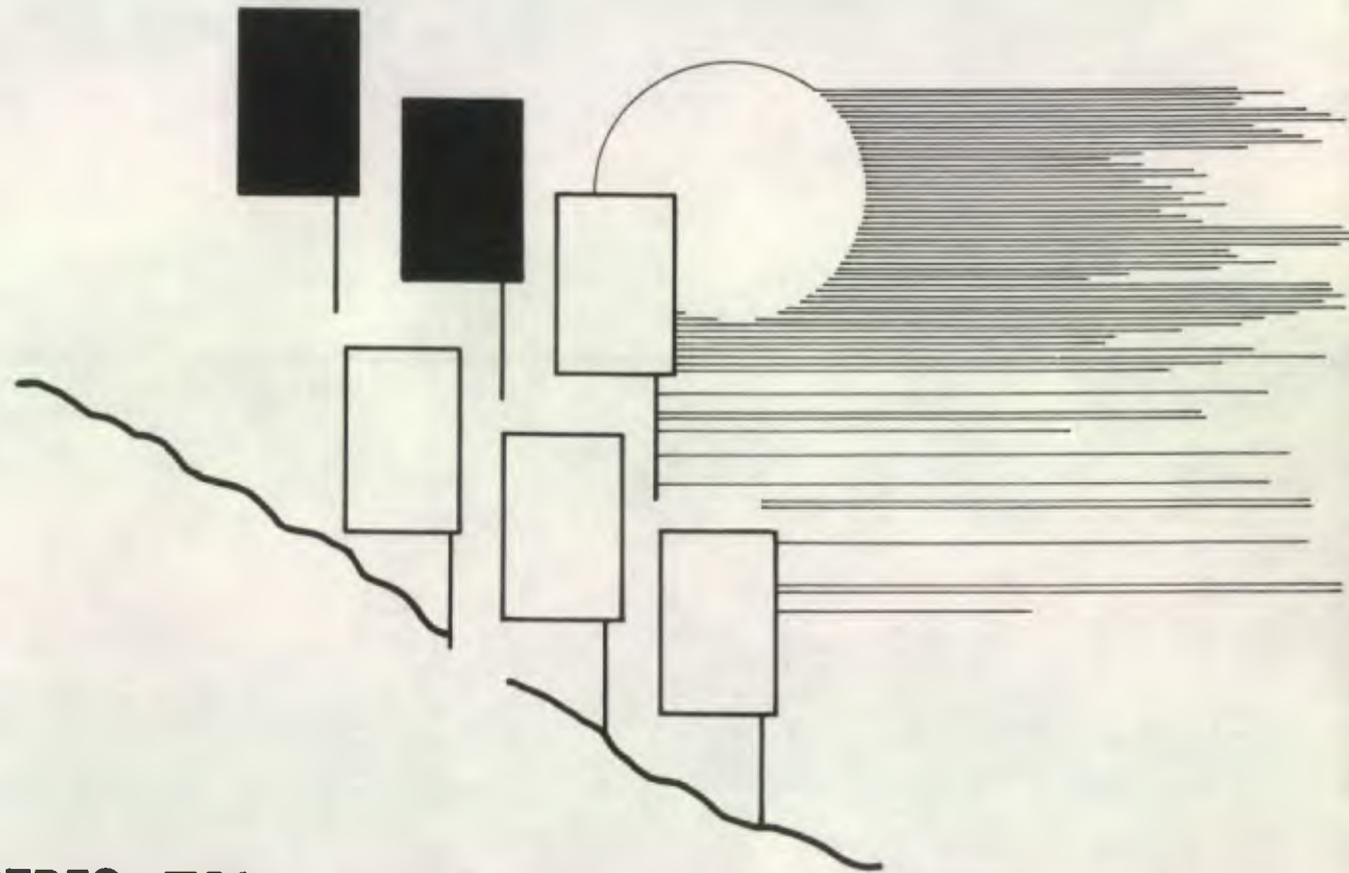
1

mecanismos en la prevención de desastres.

Proporcionar a la Facultad de Arquitectura un estudio técnico sobre un tema específico, que enriquezca sus conocimientos como fuente de consulta.

1.7 HIPOTESIS

La situación de los asentamientos humanos localizados en laderas y barrancos del Area Metropolitana Guatemalteca, presenta características de riesgo y peligro a los desastres, debido al desplazamiento de tierra, derrumbes, deslizamientos, etc.



**RIESGO DE DESASTRES EN
VIVIENDAS EN LADERA**

Capítulo Segundo

CAPITULO SEGUNDO

“RIESGO DE DESASTRE EN VIVIENDAS EN LADERA”

2.1 DEFINICION DE DESASTRES Y SITUACIONES DE EMERGENCIA

Desde los primeros días de su historia, la supervivencia del hombre ha dependido de grandes fuerzas elementales (el agua, el viento, el fuego y la tierra) su grado de avance tecnológico se ha podido determinar por el débil dominio que éste pueda poseer sobre ellas.

La historia del hombre y el deterioro que ocasiona en su propio ambiente, está entrelazado con sus intentos de dominarlo, de utilizar sus conocimientos acerca de la naturaleza, para lograr conquistarla y dirigirla según su conveniencia y su ascendiente nivel de vida.

El primer cambio de importancia producido como consecuencia de las actividades del hombre, provino de la utilización del fuego, a través de la quema incontrolada de los bosques, degradando sus ecosistemas, de tal manera que se están rompiendo ciclos vitales en los recursos naturales, pues al generar deforestación en un lugar lluvioso y montañoso, el desequilibrio hídrico puede ser de tal magnitud, que la precipitación pluvial disminuya en forma considerable, provocando sequía en la zona. Ejemplo claro éste, por lo cual, el ser humano debe luchar por mantener un estado

de equilibrio entre su avance tecnológico y la naturaleza que intenta dominar, pues, cuando la estabilidad de su medio ambiente es afectada por un dislocamiento de las fuerzas de la naturaleza y revela un cambio de las maneras normales de vivir y de la exposición del hombre a elementos defectuosos y peligrosos del ambiente, se constituye en desastre natural.

El peligro es la probabilidad de que se produzca en un período determinado y en una zona dada, un fenómeno natural potencialmente nocivo. Los desastres naturales son fenómenos extremados que indican movimientos de la tierra, el agua o el aire, que afectan a una zona determinada. La magnitud del fenómeno, la probabilidad de su ocurrencia y la extensión de su impacto, pueden variar y ser determinados en algunos casos.

“El desastre es, por tanto, la manifestación del peligro natural y el daño total derivado de sus efectos directos e indirectos”.

Comprende el daño físico a los edificios y la infraestructura, así como el daño a las condiciones socioeconómicas y del medio humano. La vulnerabilidad de cualquier elemento estructural físico o socioeconómico expuesto a un peligro natural en su probabilidad de resultar destruido, dañado o perdido.

La noción de riesgo puede relacionarse directamente con el concepto de desastre, ya que incluye las pérdidas y daños totales que podrían sufrirse a raíz de un peligro natural personas muertas o heridas, daños a la propiedad, perturbación de la actividad socioeconómica. *“El riesgo implica una condición futura, que será proporcional a la magnitud del peligro natural y la*

vulnerabilidad de todos los elementos expuestos en cualquier medio determinado". La evaluación del riesgo es la evaluación del riesgo potencial relacionado con un peligro natural al que se exponen todos los elementos considerados. ⁽¹³⁾

Los riesgos de desastres naturales deben introducirse como parámetros restrictivos en los trabajos de planificación física en el espacio. Por lo tanto, las principales medidas protectoras están relacionadas con el uso adecuado del espacio y con la organización espacial; al definir los patrones para el uso de la tierra, deberán reservarse las zonas de mayor riesgo para un desarrollo agrícola generalizado, y como espacios libres y zonas verdes en áreas interurbanas. Sin embargo, al considerarse el riesgo de desastres dentro de un conglomerado urbano ya establecido, como la ciudad de Guatemala, se puede observar que en su mayor parte, éstas son zonas de barriadas, tugurios y callejones, frecuentemente desarrollados en forma ilegal, construidas con materiales de desecho, y con una concentración comparativamente alta del sector más pobre de la población urbana.

En un alto porcentaje, los grupos residenciales más pobres ocupan las zonas de más alto riesgo (barrancos, laderas con pendientes pronunciadas, etc.). La probabilidad, por lo tanto, de que estas zonas sean las primeras en sufrir los efectos de fenómenos naturales, y las más vulnerables al desarrollo de una desastrosa cadena de acontecimientos, es muy alta. La consecuencia de una catástrofe en esta zona, será:

- A.- Probabilidad de un alto número de víctimas
- B.- Probabilidad de enfermedades epidémicas

- C.- Miseria humana
- D.- Posibilidad de desasosiego social
- E.- Carencia de recursos propios para la reconstrucción y, por lo tanto, una inmediata carga pesada en la economía local.

Es así como, en realidad, el estudio de las catástrofes es casi por definición, el estudio de la pobreza en el mundo subdesarrollado, ya que es la más afectada cuando sobrevienen los desastres, puesto que hay diferencias significativas entre las maneras de enfocar las catástrofes en los países desarrollados y en los países en vías de desarrollo. Estas diferencias se refieren a las medidas de control antes de sobrevenir el desastre y a la manera de enfocar el socorro y la reconstrucción. En términos generales, puede resumirse diciendo que en los países del mundo desarrollado se buscan soluciones materiales, mientras que en los países del mundo en vías de desarrollo, las soluciones son, ante todo, mecanismos sociales.

2.2 CLASIFICACION DE LOS DESASTRES SEGUN SU ORIGEN

Para poder llegar a una determinación del origen de los desastres, es necesario realizar un estudio de las causas que provocan el evento, pues, éste puede ser natural, o bien, derivado directa o indirectamente de la actividad y acción humana sobre la superficie de la corteza terrestre. Es así como, en el caso de una deforestación en un lugar lluvioso y montañoso, el desequilibrio hídrico puede ser de tal magnitud, que acelera la velocidad de las aguas que escurren superficialmente, en 7 veces o más, en relación a su velocidad de desplazamiento cuando existían condiciones de

equilibrio. En este caso, la acción de las aguas puede ser tan violenta, que arrastre hasta el fondo plano de los valles. El origen, obviamente, será humano; pero, por razones de prejuicio o por ignorancia, existe la tendencia a calificar esos fenómenos como naturales, o como expresión catastrófica de la naturaleza. Sin embargo, para quien aplique algún criterio de análisis, podrá distinguir entre los fenómenos naturales y los de origen humano, aun cuando habrá una zona en que el límite entre lo humano y lo natural será difícil de establecer. Razón por la que en el presente estudio se expondrá una clasificación de los desastres, según su origen, basándose únicamente en el tipo de desastres.

Los desastres pueden clasificarse, según su origen, en: ⁽⁵⁾

A.- Desastres meteorológicos

Tormentas (huracanes, tornados, ciclones, tormentas de nieve, ondas frías, ondas cálidas, sequías que pueden ser causa de hambre generalizada, marejadas, etc.).

B.- Desastres Topológicos

Inundaciones, aludes, derrumbes, etc.

C.- Desastres Telúricos y Tectónicos

Terremotos, erupciones volcánicas, etc.

D.- Accidentes

Fallas de construcciones (presas, túneles, edificios, minas,

etc.), explosiones, incendios, choques, naufragios, descarrilamientos, introducción de tóxicos en los sistemas de abastecimiento de agua, etc.

Puede apreciarse la magnitud de un desastre, por sus efectos.

- 1.- Pérdida de seres humanos, animales o lesiones que sufran unos y otros.
- 2.- Desorganización de los servicios públicos: Electricidad, gas y otros combustibles, comunicaciones, abastecimiento de agua, sistemas de alcantarillado, suministro de alimentos, salud pública, etc.
- 3.- Destrucción de propiedades privadas o públicas o daños a ellas.
- 4.- Propagación de enfermedades transmisibles.
- 5.- Desorganización de las actividades normales.

A continuación, son descritos brevemente algunos de los desastres más frecuentes y sus efectos: ⁽⁵⁾

2.2.1 TORMENTAS

Las tormentas, conocidas según las diferentes partes del mundo con los nombres de ciclones, huracanes, tifones, etc., pueden producir corrientes aéreas giratorias con una velocidad de 100 a 400 kms/h. y una velocidad de desplazamiento de 50 a 60 kms./h., a menudo, acompañadas de lluvias copiosas e inundaciones.

(5) M. Assar (MSSE)
Guía de Saneamiento en Desastres Naturales
 Organización Mundial de la Salud

(5) M. Assar (MSSE)
Guía de Saneamiento en Desastres Naturales
 Organización Mundial de la Salud

Además de los daños primarios causados por la fuerza de la tormenta misma (casas destechadas, árboles desgarrados, etc.), los escombros volantes también producen daños extensos en las vidas humanas y a la propiedad. Los vientos tempestuosos levantan toda clase de materiales y los lanzan con gran fuerza. Las tormentas producen averías en las líneas y postes de energía eléctrica, interrumpen el funcionamiento de las instalaciones de tratamiento de agua potable y desagües, así como las estaciones de bombeo que trabajan por electricidad. Se plantean problemas de eliminación, porque se acumulan desechos que favorecen la propagación de moscas y otros organismos nocivos.

2.2.2. INUNDACIONES

La mayoría de las inundaciones son consecuencia de lluvias excesivas. Se sabe que algunos ríos se desbordan con regularidad cada año y los antecedentes permiten predecir el momento en el que se eleva el nivel del agua y la altura que alcanzará. Las inundaciones súbitas e imprevisibles son debidas a lluvias torrenciales anormales sobre suelos rasos, donde un desagüe rápido produce torrentes violentos en lechos fluviales que normalmente están secos o llevan poco caudal.

Los daños resultan de la inundación de la tierra y de la fuerza destructiva de las aguas crecidas. Las inundaciones pueden deslocar cañerías de agua. Pueden llegar a inundarse las instalaciones de tratamiento de aguas y las estaciones de bombeo, produciendo contaminación.

El rebalse en las alcantarillas inundadas produce el

rebosamiento de registros, tanques sépticos y pozos de aguas negras; las crecidas dispersan toda clase de desecho acumulado, y favorecen la propagación de moscas y roedores.

2.2.3 TERREMOTOS

Un terremoto es un movimiento brusco de la corteza terrestre producido por explosiones en las profundidades de la tierra (Plutónico), por la actividad de volcanes (Volcánico) o por deslizamientos de las capas de la corteza terrestre (Tectónicos). A lo largo de los costados de una falla, hay materiales que se propagan ampliamente hacia la superficie. Los terremotos importantes, suelen acompañarse de sacudimientos previos y anteriores de intensidad variable; además de destruir edificios y otras construcciones, los terremotos pueden provocar aludes, deslizamientos, desplomes de terreno, brote de fango, embalses fluviales, marejadas e incendios.

2.2.4 INCENDIOS

El fuego es un agente destructor de primer orden, que acompaña a muchos accidentes y desastres naturales. Incendios consecutivos a inundaciones, terremotos, explosiones y otros desastres generales, producen más destrucción que la catástrofe inicial.

Una de las características más notables de un incendio, es su capacidad para difundirse rápidamente. Entre los factores que provocan la rápida difusión del fuego en los edificios, está la deficiencia de trazado y construcción, el hacinamiento, el uso de materiales altamente inflamables, la insuficiente protección contra

incendios, los retrasos en dar la alarma, la insuficiencia de los abastecimientos de agua y los vientos fuertes.

2.2.5 ERUPCIONES VOLCANICAS Y OTROS

Los movimientos de tierra por actividad sísmica, provocan cambios que forman ciclos en acciones o cargas sobre una ladera. Pueden ser causa de licuefacción o desprendimientos en los materiales de su composición; por otra parte, las fuertes lluvias, la precipitación pluvial, son acontecimientos que, interrelacionados con el movimiento vibratorio, pueden originar deslizamientos en laderas, si los materiales están saturados y pueden moverse como flujos.

Contra los fenómenos naturales de gran magnitud, el hombre ha desarrollado algunas formas de protección, no siempre aplicables o, por lo menos, de aplicación no generalizable a los distintos grupos que componen una sociedad. Por lo común, las poblaciones marginales tienen que construir y, frecuentemente sin alternativa, sus viviendas en sitios de alto riesgo, ya sea a inundaciones, o a deslizamientos o derrumbes, situación más grave al considerar que el tipo de vivienda es el menos adecuado para resistir a estos fenómenos, y más grave aun, cuando sus causas son por lo común, producidas por el hombre, y obedecen además a un expansionismo habitacional no planificado, al menos en lo que a la seguridad del ser humano respecta.

Una situación frecuente es que al construir áreas habitacionales se elimine la vegetación, no se canalice hábilmente las aguas, especialmente en las áreas marginales, y los fenómenos derivados

de sobreescurremientos superficiales, es decir, de torrentes y avalanchas, y el derivado de infiltraciones que afectan el subsuelo sobresaturándolo, determinará la forma de planos de deslizamientos, generalmente cóncavos, los que, al activarse, arrastran consigo las viviendas que soportan, o atropellarán y sepultarán a otras. Esto, rara vez ocurre en las zonas debidamente urbanizadas y para las cuales se ha hecho el estudio de drenajes correspondientes.

Indudablemente que el riesgo es mayor para quienes viven en condiciones de inestabilidad.

Lo más grave, desde el punto de vista de criterio de vida de las comunidades humanas, es el ignorar las consecuencias de su conducta como factor de origen del catastrofismo, y justificar incorrecta o irresponsablemente dicho catastrofismo asignándole otros orígenes o considerando "natural" que se pague ese costo humano por el "progreso". La consideración del progreso, conjuntamente con la consideración de seguridad ante el catastrofismo, son derechos inalienables de todo ser humano. Las condiciones de vida pueden ser muy modestas, pero, deben estar respaldadas por criterios de planificación que consideren las circunstancias expuestas y otras derivadas de las características habitacionales en sí.

Para conformar un juicio sobre el azar del catastrofismo, se debe entender que será más importante por su relación con la expectativa de vida, y el aspecto cualitativo de los fenómenos, que por la frecuencia con que se presenten.

En el cuadro evaluativo #1, se analizará las características de

CUADRO # 1

- Efectos a corto plazo de los grandes desastres naturales	Terremotos	Vientos Huracanados	Maremotos, inundaciones súbitas	Inundaciones
- Defunciones	Numerosas	Pocas	Numerosas	Pocas
- Lesiones graves que requieren atención médica intensiva	Cantidad Abundante	Cantidad Moderada	Pocas	Pocas
- Aumento del riesgo de defunción de las enfermedades transmisibles	Se trata de riesgo potencial con posterioridad a todos los desastres de gran magnitud (La población se acrecienta en función del hacinamiento y el deterioro de la situación Sanitaria).			
- Escasez de Alimentos	Infrecuente	Infrecuente	Común	Común
	(Puede ser causada por factores distintos de las insuficiencias del abastecimiento alimentario).			
- Grandes movimientos de población	Infrecuente	Infrecuente	Común	Común
	(Puede ocurrir en zonas urbanas que han sufrido grandes daños).			

FUENTE PROPIA BASADA EN:
M. Assar (M. S.S.E.)
Guía de Saneamiento en Desastres Naturales
Organización Mundial de la Salud

ANÁLISIS EVALUATIVO DE LOS EFECTOS PRODUCIDOS POR FENÓMENOS NATURALES

CUADRO No

1

cinco catástrofes: derrumbes y deslizamientos, inundaciones, avalanchas, incendios y fenómenos naturales de efectos previsibles, como temblores y vientos fuertes de intensidad no extraordinarios.

2.3 DEFINICION DEL AREA DE ESTUDIO

La cuenca del Valle de Guatemala se encuentra situada dentro de un sistema montañoso, formado por la faja volcánica del Pacífico, que atraviesa el país, y que se compone de rocas terciarias y cuaternarias, y una cadena lineal de volcanes de diferentes altitudes, teniendo algunas mayores de 3,000 msnm. Lo que se denomina como cuenca del Valle de Guatemala, se refiere a una depresión de origen tectónico de dirección NORESTE-SURESTE en forma de recipiente alargado, de un área de 805.61 kms.², relleno por sedimentos cuaternarios, y que aparece delimitado por alineaciones montañosas en sus flancos ORIENTAL-OCCIDENTAL.

Los puntos de mayor elevación en la cuenca, los constituyen el volcán de Agua, con 3,760 msnm, y el volcán de Pacaya, con 2,560 msnm, aproximadamente. La región considerada se encuentra situada en la divisoria continental, por lo que incluye parte de las cuencas hidrográficas de los ríos Michatoya y Las Vacas, limitado al OESTE por la falla de Mixco, al ESTE por la falla de Santa Catarina Pinula, al SUR por el complejo fallado del volcán de Pacaya y al NORTE por rocas cretáceas, principalmente calizadas, y granitos ⁽¹⁾. (Ver Mapa #4)

(1) Consejo Nacional de Planificación Económica
Bases para una Política de Integración Territorial en Guatemala.
Décimo Congreso Centroamericano de Arquitectura. 1984
Págs. 27-36

Dentro de la cuenca del Valle se encuentra localizada la ciudad de Guatemala, que constituye el principal núcleo urbano industrial y comercial del país, y que, junto a las poblaciones adyacentes situadas a menos de 30 kms., suman una población superior a los 2 millones de habitantes.

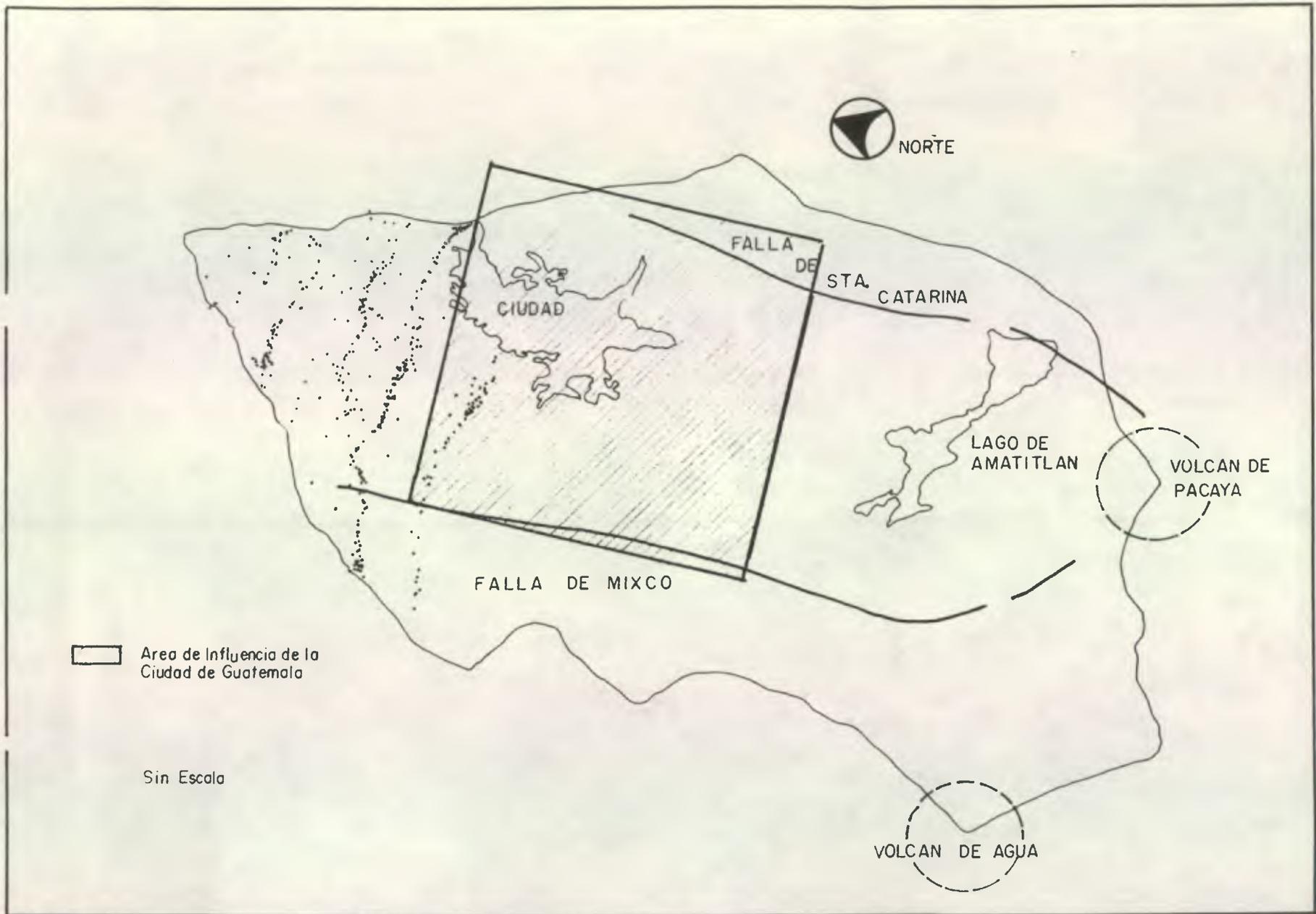
La ciudad de Guatemala fue fundada en el año de 1776, desde entonces la migración del campo a la ciudad ha ido en aumento hasta el punto que en el año de 1984, se ubica dentro de ella el 20% de la población total del país.

Sin embargo, un gran porcentaje de los migrantes se ven atraídos por las expectativas de alcanzar un mayor nivel de vida en la ciudad, estableciéndose en asentamientos marginales ubicados generalmente en barrancos o en laderas de pendientes pronunciadas, que varían en profundidades de 25 a 150 mts.

Estos sectores de la población del área metropolitana pertenecen a los estratos económicos más bajos, en donde la explosión demográfica es cada día más alarmante y las condiciones de vida de sus habitantes están expuestas a sucumbir ante la acción de un desastre.

2.4 INCIDENCIA DE EVENTOS DESASTROSOS EN EL VALLE DE GUATEMALA

Guatemala, por su ubicación geográfica en la estrecha región central del continente, entre Océano Pacífico y el Mar Caribe, atravesada de occidente a oriente por la cadena volcánica, y por la convergencia de las placas tectónicas de Cocos, Caribe y Norteamericana, se encuentra propensa a una gran incidencia de



FUENTE
 INSIVUMEH
 INFORME FINAL "ESTUDIO DE AGUAS SUBTERRANEAS EN EL VALLE DE GUATEMALA"
 MINISTERIO DE COMUNICACIONES Y OBRAS PUBLICAS
 GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1978

LIMITES DEL VALLE DE GUATEMALA

MAPA No.

4

catástrofes tanto de origen hidrometeorológico y a la presencia de numerosos terremotos y erupciones volcánicas.

Es así como por estar situada al suroeste de la región del Caribe y al norte de las tormentas del trópico en dirección del Océano Pacífico, constituye una zona de gran pluviosidad, que provoca desbordamientos de los ríos y un alto índice de erosión en las cuencas. La República de Guatemala divide su superficie, en la parte alta, por el trayecto de la cordillera de la Sierra Madre, de origen volcánico, y por otro lado, la parte baja, una zona costera de donde provienen los vientos cargados de humedad, que ascienden a la parte alta y chocan contra la barrera montañosa de la Sierra Madre, dando origen, por lo general, a precipitaciones intensas que, acompañadas de la influencia de los vientos, ocasionan el surgimiento de ciclones o huracanes que provocan desastres inminentes a lo largo de las zonas afectadas.

El Valle de Guatemala, localizado en la zona central, no se encuentra exento de este tipo de situaciones. Aunque la incidencia de éstas es menos (14% de los titulares de prensa entre los años 1880 y 1976), los daños causados por la sobresaturación de agua en los suelos de los barrancos, así como la poca capacidad de infiltración, crean escorrentía que erosiona las cuencas de los ríos y debilita las superficies no cohesivas hasta provocar deslizamientos o desprendimientos en los bordes de las laderas. Esto, unido al fenómeno habitacional desarrollado en estas áreas, ha traído, como consecuencia, grandes pérdidas.

Sin embargo, no es éste el único factor de catastrofismo en la región, pues, como se mencionó, en su territorio convergen tres

placas tectónicas cuyo desplazamiento es motivo de considerables terremotos. Este tipo de movimientos es denominado terremoto tectónico. "Su mecanismo se basa en la teoría que postula que, cuando una fuerza es aplicada a dos bloques adyacentes en una falla, la fricción es, en principio suficiente para prevenir el movimiento paralelo a la superficie de la falla. Como resultado de la aplicación continua de la fuerza, una zona a ambos lados de la falla llega a distorsionarse elásticamente. Cuando las fuerzas de distorsión alcanzan una magnitud que excede la resistencia a la fricción de la superficie de falla, la energía almacenada elásticamente, es liberada súbitamente, y las zonas distorsionadas llegan a una posición de menor deformación. De acuerdo a esto, los terremotos resultan de procesos de formación más o menos continuos; la energía está siendo almacenada elásticamente en las rocas adyacentes, y es liberada casi instantáneamente".⁽⁹⁾

Es así como el territorio guatemalteco ha sido afectado por violentas sacudidas sísmicas desde sus orígenes. Los registros que se tienen de éstos, datan desde 1526, y hasta la fecha, se tiene referencia de alrededor de 500 eventos sísmicos de importancia, de los cuales, el 32% ha afectado la región central, zona donde se localiza el Valle de Guatemala, en donde sus efectos han creado grandes derrumbes y deslizamientos de tierra en las laderas y bordes de los barrancos que disectan la ciudad capital, trayendo consigo grandes pérdidas materiales y valiosas vidas humanas, y constituyéndose en verdaderas catástrofes.

(9) Mérida Alva, Carmen Marina
Causas de los deslizamientos de tierra y reducción de riesgos
 Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería
 Universidad de San Carlos de Guatemala, Junio de 1986

Puede decirse entonces, que los deslizamientos en las laderas con pendiente pronunciada, son producto de los principales desastres naturales a los que está propensa Guatemala, como puede observarse, comparando los principales titulares de prensa del Huracán Francelia en 1969 y los del terremoto de 1976, considerados cualitativamente semejantes.



GEOLOGIA

Capítulo Tercero

CAPITULO TERCERO

GEOLOGIA

3.1 DESCRIPCION GEOLOGICA DEL VALLE DE GUATEMALA

Guatemala está situada en la triple unión de placas tectónicas: La de Cocos, la del Caribe y la Norteamericana, atravesada por el cinturón volcánico continental. Presenta zonas de fallamiento, que han generado gran cantidad de sismos, causando grandiosos daños a la vida y a la propiedad. Entre este cinturón volcánico y la falla del Motagua, está localizado el graben en donde se ubica la Ciudad de Guatemala, en un valle de fondo plano atravesado por la divisoria continental de aguas, donde los afluentes de los ríos Michatoya y Las Vacas, lo han cortado en profundos cañones y barrancos, cuyas profundidades varían entre los 25 y 150 mts.

Las paredes verticales de estos cañones y barrancos han demostrado que la ciudad de Guatemala está virtualmente sobre un yacimiento de piedra pómez, en cuyas unidades individuales se presentan grandes variaciones de densidad, en distancias horizontales de tan sólo decenas de metros. Los depósitos de pómez no están soldados ni extensamente cimentados, pero, han llegado a alguna compactación bajo su propio peso. Así, la pómez tiene poca resistencia al corte, y su capacidad de soportar pendientes empinadas, deriva de un alto coeficiente de fricción debido a la angularidad y entrelazamiento de sus partículas. La baja resistencia a la tensión de la pómez, es probablemente el factor clave que la hace especialmente susceptible a la falla inducida

sísmicamente.⁽¹⁰⁾

La inducción sísmica en este tipo de suelo trae como consecuencia deslizamientos de detritos y caída de rocas, tal como sucedió en el terremoto del 4 de febrero de 1976, donde el 90% de los deslizamientos ocurrieron dentro de los depósitos de pómez del pleistoceno.⁽¹⁰⁾ (Ver Mapa # 5 y Mapa # 11).

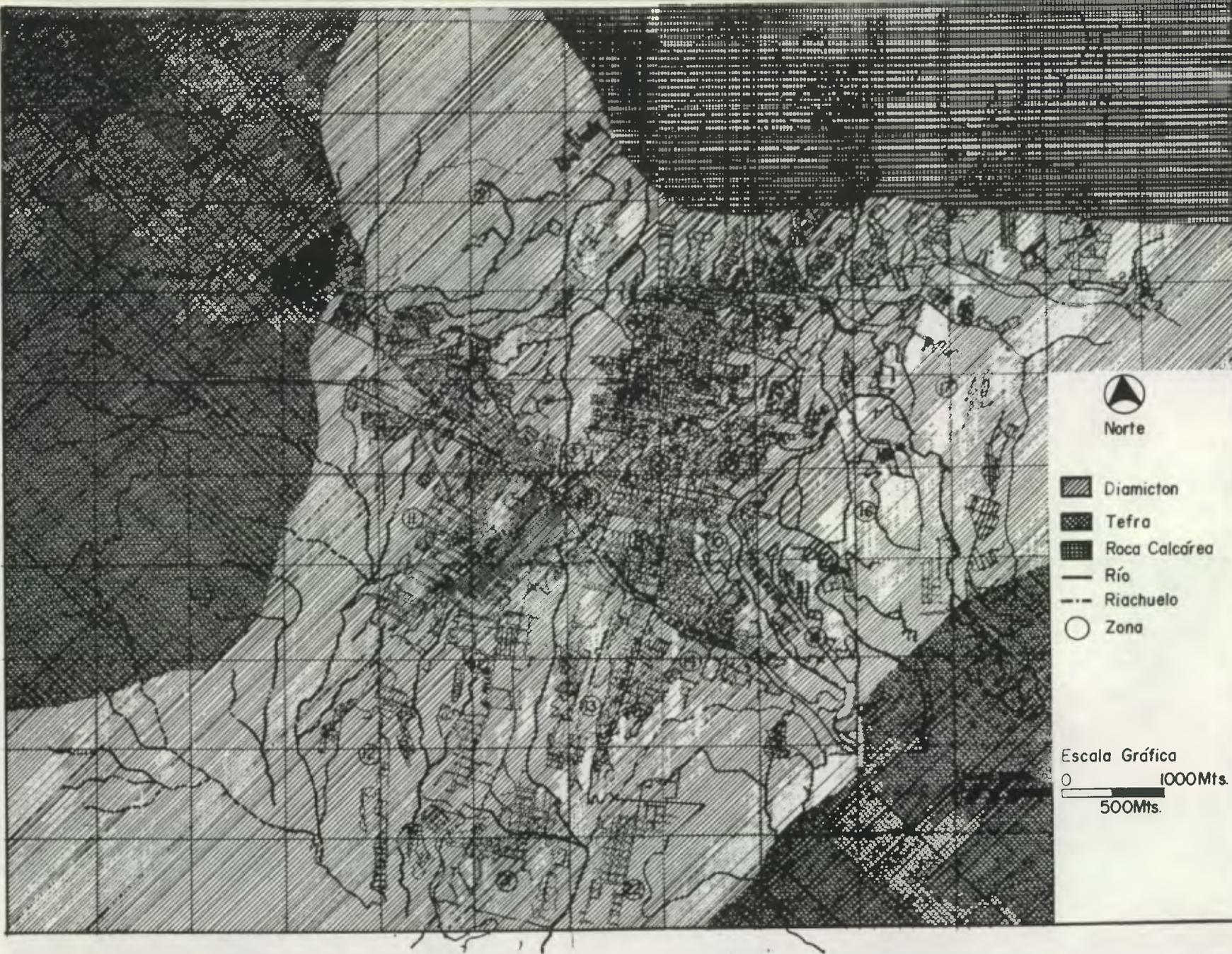
En los suelos no cohesivos como éste, la resistencia al esfuerzo cortante depende de la fricción entre granos que, al estar influenciada por la presencia de humedad (precipitación pluvial), será incapaz de soportar la carga, y se deslizará por los bordes de los barrancos y laderas.

Es así como el tipo de suelo, unido al alto porcentaje poblacional que se ubica en estas zonas de pendientes pronunciadas, derivan en la generación de verdaderas catástrofes.

3.1.1 DELIMITACION GEOLOGICA-RASGOS GEOMORFOLOGICOS

El límite occidental del Valle de Guatemala está formado por un terreno con elevaciones de unos 2,000 msnm, la pendiente entre este terreno elevado y la planicie del Valle de Guatemala representa la escarpa de las fallas del graben de Mixco de rumbo N a NNE.

(10) Sally Windhelm Bilodeau
Urban Geologic Problems Associates with the Mixco fault zone
 Simposium del terremoto del 4 de febrero de 1976
 Guatemala, 1978



ZONIFICACION DE LA CIUDAD, SEGUN TIPO DE SUELO

FUENTE PROPIA BASADA EN:

Solly Windhelm Billodeau

Urban Geologic Problems Associates Whit the MixcoFault Zone
 Symposium del Terremoto del 4 de Febrero de 1976

Guatemala, 1978

INSIVUMEH

Estudio de Aguas Subterráneas de la Ciudad de

Guatemala

Guatemala, Noviembre de 1978

MAPA N°
5

Esta escarpa está profundamente bisectada por los ríos El Zapote y Villalobos; la bisección es más pronunciada en el Norte que en el Sur.

El límite oriental del Valle de Guatemala está formado por la falla del graben de Santa Catarina Pinula con rumbo Norte. Esta falla se puede trazar por unos 8 Kms., por la escarpa que ha formado en la parte sureste del valle, igual que el lado opuesto. Al noreste de la capital aparece una escarpa de rumbo norte, que representa una continuación del límite oriental del graben de Guatemala.

En el Norte, el límite del Valle de Guatemala está formado por un terreno accidentado, que se eleva de unos 50 a 200 mts. sobre la planicie. En el Valle mismo, hay unos cerros elongados al nor-este de la capital (unos 200 mts. sobre la planicie, el eje longitudinal con rumbo nor-oeste). Las fotografías aéreas revelan unos flujos de lava en dirección nor-oeste, bajo una delgada cubierta y una cresta poco pronunciada con rumbo noreste, que se extiende, desde el cerro del Teatro Nacional al Cerro del Carmen y, posiblemente hasta La Pedrera, al noreste de la capital, y, finalmente, el cerro sobre el manantial Ojo de Agua con eje longitudinal nor-noreste, entre los ríos Villalobos, La Quebrada, El Frutal y Pinula, que posiblemente forman una extensión hacia el sur de la cresta antes mencionada. Su superficie refleja unos derrames cortos de lava de un espesor considerable, cuyos flujos se extienden, desde la cumbre hacia el sur (Ojo de Agua), y hacia el noreste, en el sur del Valle de Guatemala, está limitado por el complejo volcánico del volcán de Pacaya, de estructura bastante complicada. Aquí se reconoce un grupo de conos volcánicos que

se traslapan parcialmente; el volcán de Agua es un estrato volcán aislado. ⁽¹⁾

3.1.2 ZONIFICACION DE LA CIUDAD , SEGUN EL TIPO DE SUELO

“La configuración estructural de la región del Valle de Guatemala, exhibe en diversos lugares, valles profundos, escarpas de falla, barrancos y afloramientos de las diferentes formaciones que integran las series geológicas del terciario y cuaternario, las cuales, se presentan como coladas intercaladas de lava riolítica, dacítica, riodacítica, andesítica y basáltica, así como depósitos de tobas soldadas. Sobre este complejo litológico fueron depositados los sedimentos piroclásticos (caídas de ceniza) y las avalanchas ardientes (flujo de ceniza) del cuaternario, entre los cuales, se fueron intercalando también sedimentos fluviales y lacustres”. ⁽¹⁾
(Ver Gráfica #2)

La Ciudad de Guatemala, localizada al centro del valle del mismo nombre, está cubierta en su totalidad por el relleno de piroclastos, cuyos principales centros efusivos son los siguientes: Volcán de Pacaya, Volcanes de Fuego/Acatenango, Volcán de Agua/Cerro Cucurucho, área del Lago Atitlán en el oeste y área de la Laguna de Ayarza en el este.

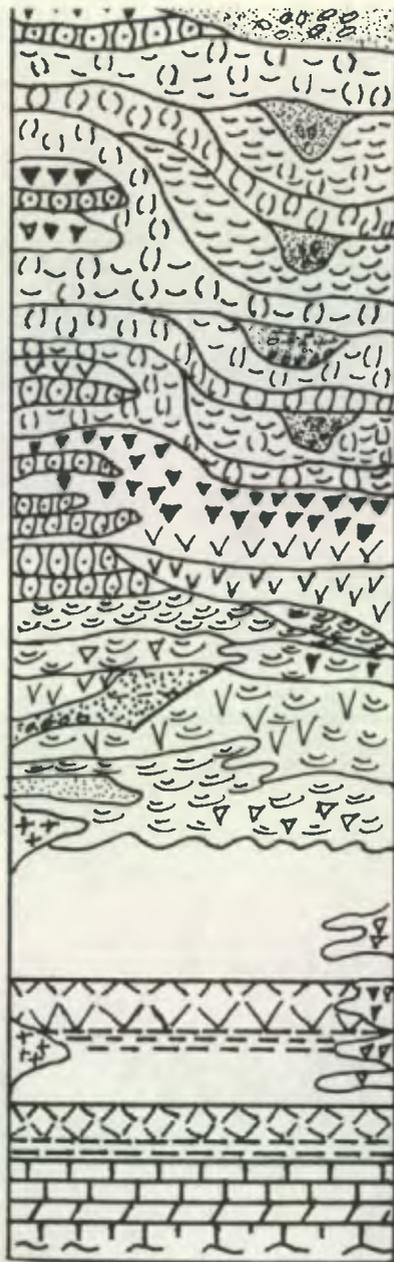
Según la distribución, espesor y granulometría de los depósitos, pueden clasificarse en dos grandes tipos: Tefra y Diamictones.

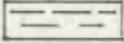
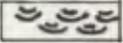
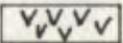
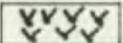
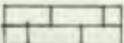
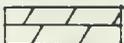
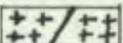
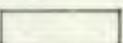
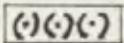
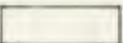
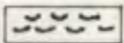
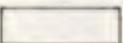
(1) INSIVUMEH
Estudio de Aguas subterráneas en el Valle de la Ciudad de Guatemala
Noviembre, 1978

CUATERNARIO

TERCIARIO

CRETACICO



	ARCILLA		TOBA SOLDADA
	ARENA		RIOLITICA, LAVA
	GRAVA		DACITICA
	GRAWACKA		ANDESITICA
	CALIZA		BASALTICA
	DOLOMITA		GRANITO / (DIORITA)
	POMEZ		
	ESCORIA		
	CENIZA VOLCANICA		

ESTRATIGRAFIA DEL VALLE DE LA
CIUDAD DE GUATEMALA

FUENTE
INSIVUMEH
INFORME FINAL, ESTUDIO DE AGUAS SUBTERRANEAS EN EL VALLE DE GUATEMALA
GUATEMALA, NOV. 1978

GRAFICA N°

2

“Tefras son materiales volcánicos clásticos que, después de su efusión explosiva, han sido transportados por el aire, formando mantos continuos de espesor muy constantes, y no varían con la elevación topográfica”.⁽¹⁾

“Diamictón se denomina a depósitos no clasificados, no estratificados, de espesor variable, compuesta de bloques bombas y lapilli de pómez en una matriz fina de ceniza de fenocristales y de fragmentos líticos, distribuyéndose según el relieve topográfico al momento de la efusión. “En los valles y depresiones, se pueden acumular volúmenes grandes con espesores hasta de unos 100 metros por unidad, mientras que en terrenos elevados, su espesor, o es muy pequeño o es cero”.⁽¹⁾

En el área de la Ciudad de Guatemala, la planicie observada está formada por este último hasta los 500 mts.

La composición litológica en este depósito (Ver Mapa #5), presenta un pómez bastante poroso, con la presencia de madera carbonizada. El porcentaje de arcilla/limo es del orden del 10 al 40%, y la fracción gránulo grava, con grandes bloques de pómez, representa del 5 al 30% del volumen.

Las partes altas de la ciudad están enmarcadas en el grupo de las Tefras (Ver Mapa #5), la fracción de arcilla/limo varía comúnmente entre 1 y 10% y la fracción gránulo/grava representa del 25 al 70% del volumen. Además, este tipo de depósitos está compuesto por lapilli de pómez (vidrio volcánico espumoso), cuarzo, plagioclasa y fragmentos líticos.

Al norte de la Ciudad se observa un afloramiento de calizas; y dolomitas cretáceas; rocas fosilíferas finas y densas, de color gris oscuro, con una estratificación muy irregular, asumiéndose para éstas un espesor de 200 mts. aproximadamente.⁽¹⁾

La sobreposición de los estratos de suelo tiene en todo el valle una gran similitud en orden vertical; sin embargo, presenta grandes variaciones en tan sólo decenas de metros horizontales, pues, las densidades y granulometrías varían según el período de deposición.

Es así como al analizar la composición de los suelos de la ciudad de Guatemala, se observa fácilmente que está compuesto por un alto porcentaje de pómez.

El pómez es un suelo no cohesivo, razón por la que está muy propenso al desarrollo de derrumbes y deslizamientos de tierra.

3.2 DESLIZAMIENTOS DE TIERRA

3.2.1 DEFINICION

“El término deslizamiento incluye una amplia variedad de procesos, que dan como resultado el movimiento hacia abajo y hacia afuera de todos los materiales que forman las laderas, los cuales, están compuestos de rocas naturales, suelos, desperdicios artificiales o combinaciones de éstos”.⁽⁹⁾

(1) INSIVUMEH
Estudio de Aguas subterráneas en el Valle de la Ciudad de Guatemala.
Noviembre, 1,978

Este fenómeno es causado por la incidencia de acontecimientos naturales, como: La actividad sísmica y la precipitación pluvial. Además, como por la presencia de vibraciones producidas por el hombre al depositar cargas y traslados de materiales pesados en áreas propensas a este tipo de eventos. Por otra parte, pueden resultar de los efectos acumulativos de situaciones menos obvias, tales como: Levantamiento por congelación, fusión o ciclos de contracción e hinchamiento, acñamientos por faices, caminos de animales, levantamientos tectónicos, cortes inferiores, sobrecarga por erosión natural y deposición, o de la actividad de construir y deshielo de los suelos.

3.2.2 TIPOS DE DESLIZAMIENTO ⁽⁹⁾

La clasificación de los desplazamientos de tierra se basa en una gran gama de factores, en donde el contenido de agua juega un papel importante, pues determina el estado en que se produce el movimiento, ya sea éste seco o con cierto grado de transporte pluvial.

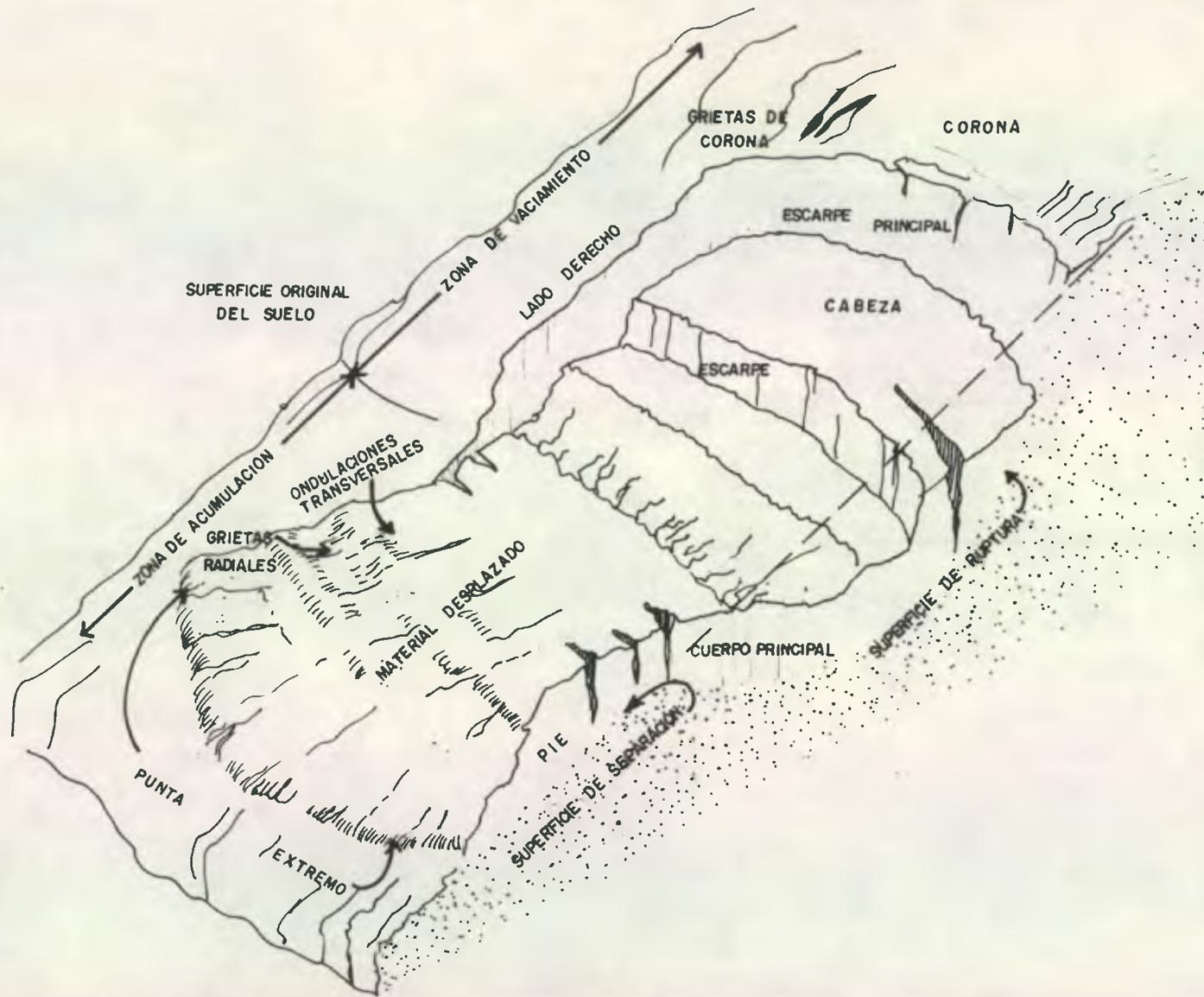
Los movimientos en estado húmedo se manifiesta, por la presencia de altos grados de niveles de agua, que ocasionan la sobresaturación de los suelos y el debilitamiento en su capacidad, causando desprendimientos en su composición, principalmente en laderas de pendientes muy pronunciadas y en cortes bruscos en la topografía de los terrenos, comportándose como una inundación o corriente de lodo hacia abajo. Generalmente son resultado de la acumulación de agua sobre y bajo el terreno, debido a pérdida de cobertura vegetal, precedido por un período de lluvias fuertes y sostenidas.

Los deslizamientos en estado seco, pueden estar influenciados con frecuencia por inundaciones al producir éstos un ascenso en el nivel de agua subterráneo, reduciendo así su resistencia interna a la falla por los procesos de deslizamiento. Están sujetos también, en su mayoría a la intervención de fenómenos independientes, como: Erupciones volcánicas, movimientos sísmicos y otros producidos por el hombre, por ejemplo, vibraciones por puentes. Pueden desarrollarse por cualquiera de estos cinco tipos principales de movimientos: Caídas, desplomes, deslizamientos, expansión y flujo, o por la combinación de éstos, siendo algunas actividades enormes y muy rápidas, y otros, lentos; pero, ambos tipos, muy destructivos. (Ver Gráfica #3)

A. Caídas

Al producirse el fenómeno, la masa se desplaza a través de caída libre, saltando y rotando hasta llegar a fracturarse en el momento del impacto, produciendo un talud proporcional a la cantidad de material desplazado. (Ver Gráfica #4)

Durante el terremoto del 4 de febrero de 1976, este tipo de deslizamiento ocurrió en mesetas por el astillamiento de fallas en la parte superior del talud. Movimientos después de la falla son comunes por la libre caída. Esto incluye algunas fuertes quebraduras a lo largo del talud, apareciendo como fallas a tensión resultantes de la reflexión de ondas sísmicas en las paredes de los barrancos cuyas pendientes de los taludes eran más empinadas a los 50°.

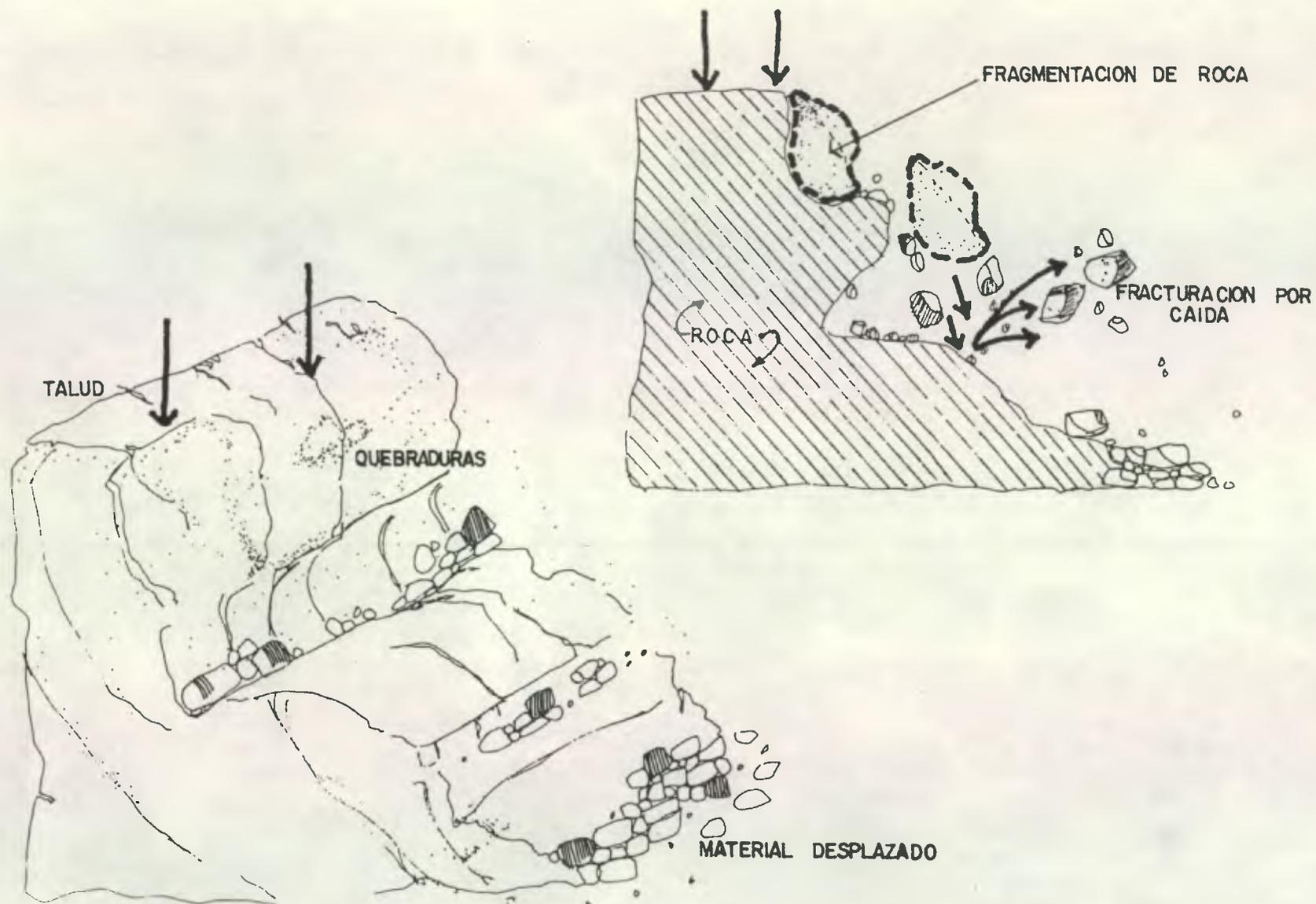


FUENTE
 CAMPBELL, RUSSEL H., VARNES Y OTROS
 FEASIBILITY OF A NATION WIDE PROGRAM FOR THE IDENTIFICATION AND DELINEATION OF
 HAZARDS FROM MUD FLOWS AND LANDSLIDES
 DEPARTMENT OF THE INTERIOR U.S. GEOLOGICAL SURVEY OPEN FILE REPORT 85-276

NOMENCLATURA DE DESLIZAMIENTOS

GRAFICA N°

3



CAIDA DE ROCAS

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

FUENTE:
CAMPBELL, RUSSEL H., VARNES Y OTROS
FEASIBILITY OF A NATIONWIDE PROGRAM FOR THE IDENTIFICATION AND DELINEATION OF
HAZARDS FROM MUD FLOWS AND OTHER LANDSLIDES
DEPARTMENT OF THE INTERIOR U.S. GEOLOGICAL SURVEY OPEN-FILE 85 - 276

GRAFICA N°

B. Desplomes

Cuando los suelos presentan juntas verticales, la resistencia de la masa disminuye al aplicarse una fuerza lateral como la inducida sísmicamente; provoca movimiento de volteo, cuyo eje está bajo el centro de gravedad de la masa. (Ver Gráfica #5)

C. Deslizamientos

Este tipo de deslizamiento, uno de los más frecuentes durante el terremoto de 1976 en Guatemala, tiene como punto de falla la interfase ante el manto de roca y el suelo residual, en donde la masa desprendida (suelo residual) mantiene constante contacto con el manto de roca, presentando movimientos de corte. Este tipo de deslizamiento tuvo lugar en taludes de piedra de pómez, que oscilan entre 30° y los 50° de inclinación. (Ver Gráfica #6)

D. Deslizamientos Rotacionales

Presentan un comportamiento influenciado por fuerzas que producen movimientos de giro alrededor de un punto bajo el centro de gravedad de terrenos en laderas con pendientes acentuadas, compuestas de materiales arcillosos y de material orgánico.

El área se presenta con una geometría curva cóncava hacia arriba, en donde se produce ruptura fracturación a lo largo de la superficie, dando una inclinación hacia atrás (en ladera), formada generalmente de materiales más o menos homogéneos, siendo este deslizamiento uno de los más estudiados que los de cualquier otra falla en laderas. (Ver Gráfica #7)

E. Deslizamientos Translacionales

El movimiento se desarrolla en superficies planas o levemente onduladas, siendo controlado por interrupciones en el terreno, tales como: Fallas, juntas estratigráficas, o también por el contacto entre manto de roca y los suelos residuales.

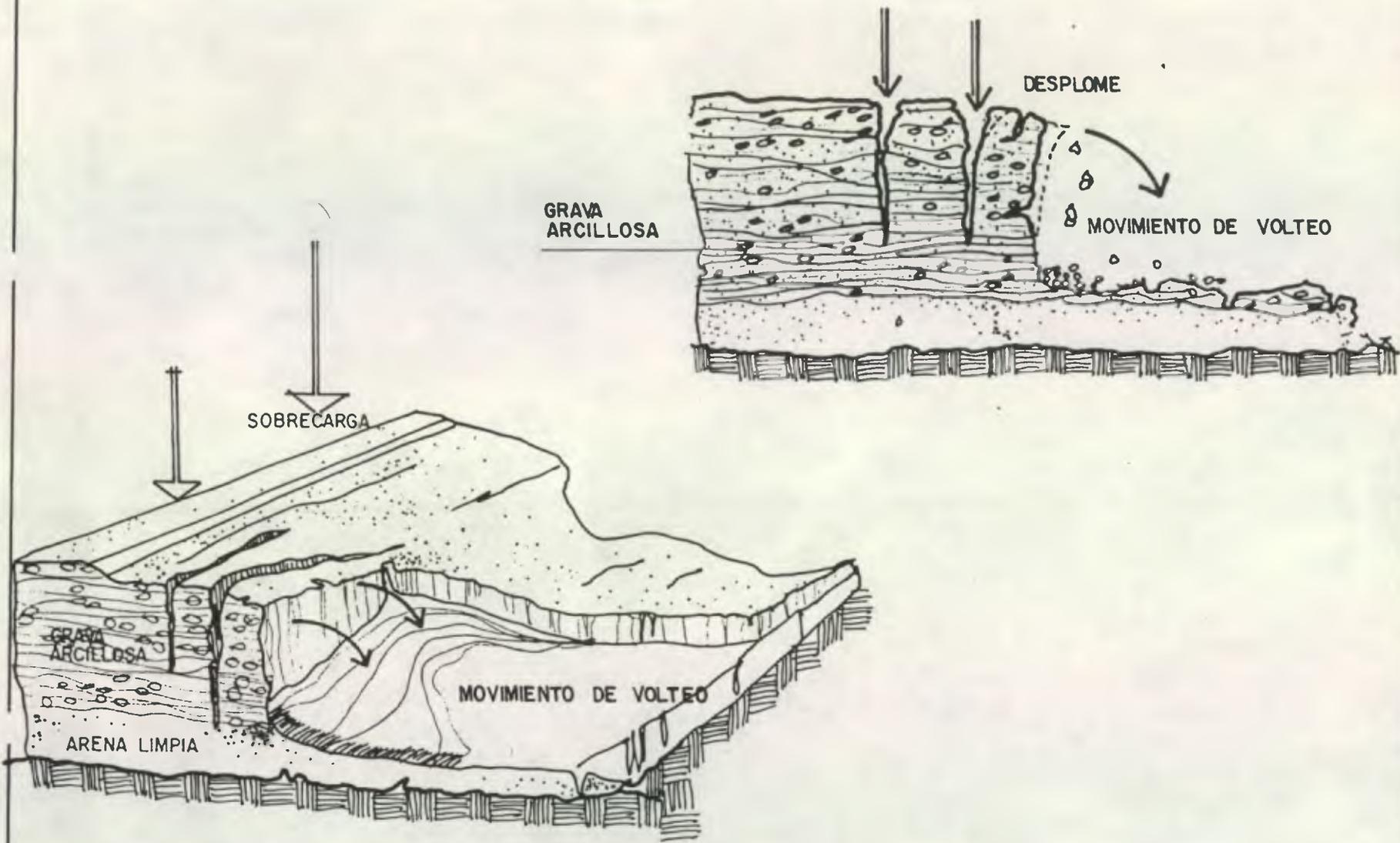
Este fenómeno puede ser originado por actividad sísmica o por la meteorización de rocas debido a la erosión, disminuyendo así la capacidad soporte de los suelos residuales, fracturándose y desencadenándose un deslizamiento de detritos. (Ver Gráfica #8).

F. Expansiones Laterales

Este fenómeno ocurre en superficies planas o levemente onduladas, en donde la resistencia del material subyacente ha disminuido por la influencia de licuefacción o flujo plástico, desarrollándose así un movimiento lateral ascendente a través de las grietas o separaciones entre los bloques de masas rocosas superiores, que ejercen presión sobre éste, produciendo así expansión en la separación de los mismos. (Ver Gráfica #9)

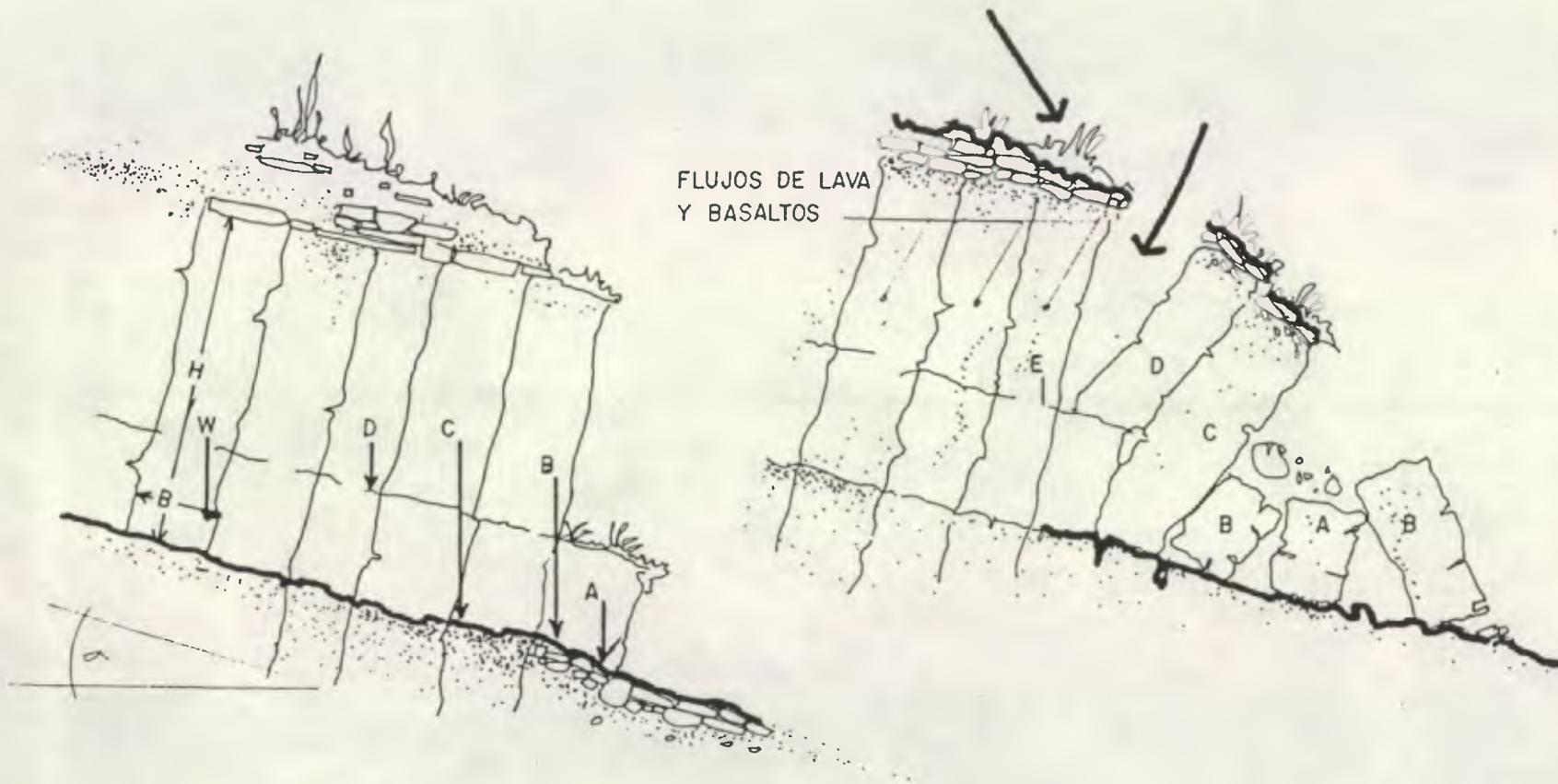
G. Flujos

En este tipo de movimiento, la masa se desplaza lentamente, distribuyéndose a lo largo de muchas superficies de corte aparentemente no conectadas, pudiendo resultar en plegamiento, combadura o abultamiento. Por estas características, así como por la distribución de velocidades, es semejante a los fluidos viscosos.



DESPLOME DE DETRITOS

FUENTE
 CAMPBELL, RUSSEL H., VARNES Y OTROS
 FEASIBILITY OF A NATIONWIDE PROGRAM FOR THE IDENTIFICATION AND DELINEATION OF
 HAZARDS FROM MUD FLOWS AND OTHER LANDSLIDES
 DEPARTMENT OF THE INTERIOR U.S. GEOLOGICAL SURVEY OPEN-FILE REPORT 85-276



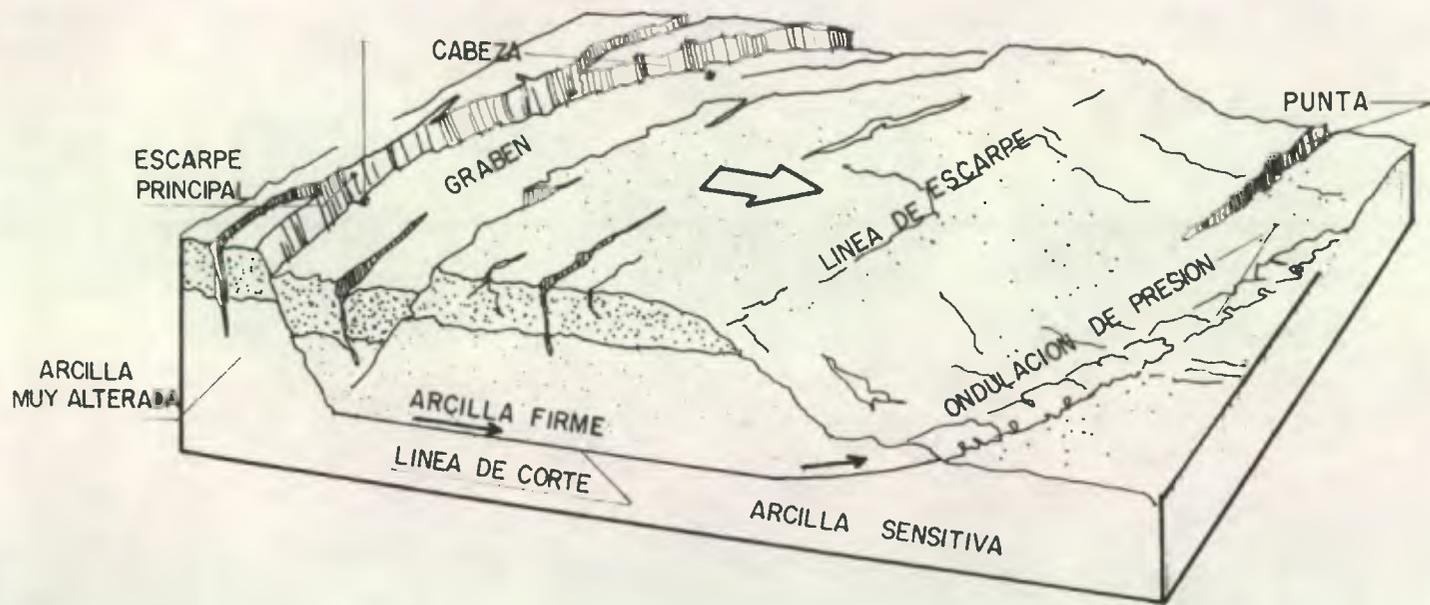
FLUJOS DE LAVA
Y BASALTOS

DESPLOME DE ROCAS

FUENTE:
CAMPBELL, RUSSEL H.; VARNES Y OTROS
FEASIBILITY OF A NATIONWIDE PROGRAM FOR THE IDENTIFICATION AND DELINIATION OF
HAZARDS FROM MUD FLOWS AND OTHER LANDSLIDES
DEPARTMENT OF THE INTERIOR U.S. GEOLOGICAL SURVEY OPEN-FILE REPORT 85-276

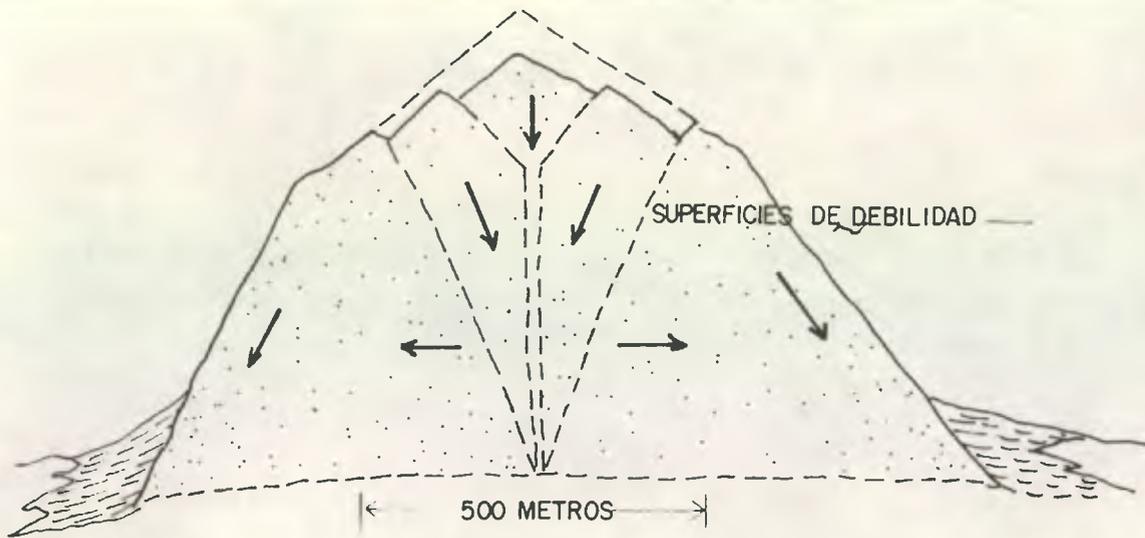
GRAFICA N.º

6



DESLIZAMIENTO DE BLOQUES DE TIERRA

FUENTE
 CAMPBELL, RUSSEL H., VARNES Y OTROS
 FEASIBILITY OF A NATIONWIDE PROGRAM FOR THE IDENTIFICATION AND DELINEATION OF
 HAZARDS FROM MUD FLOWS AND LANDSLIDES
 DEPARTMENT OF THE INTERIOR U.S. GEOLOGICAL SURVEY OPEN-FILE REPORT 85-276



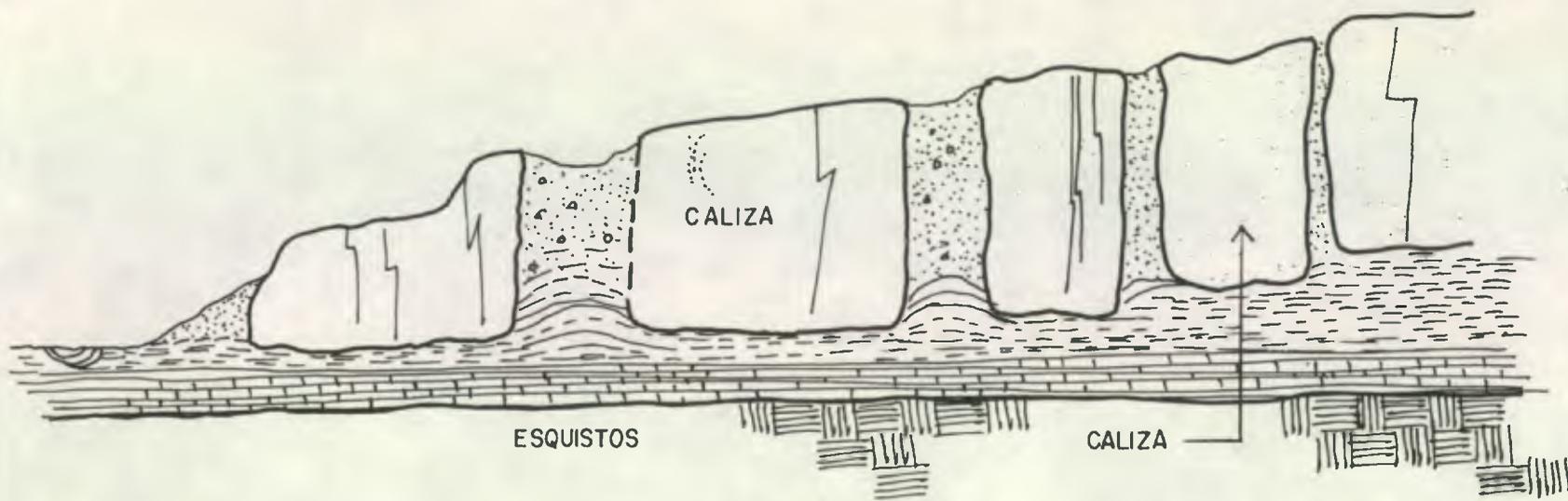
DESPLAZAMIENTO EN MACIZO ROCOSO



DESPLAZAMIENTO EN CAPA DE ROCA

DESPLAZAMIENTOS TRASLACIONALES

FUENTE:
 CAMPBELL, RUSSEL H., VARNES Y OTROS
 FEASIBILITY OF A NATIONWIDE PROGRAM FOR THE IDENTIFICATION AND DELINEATION OF
 HAZARDS FROM MUD FLOWS AND LANDSLIDES
 DEPARTMENT OF THE INTERIOR U.S. GEOLOGICAL SURVEY OPEN-FILE REPORT 85-276



EXPANSIONES LATERALES

FUENTE

CAMPBELL, RUSSEL H., VARNES Y OTROS

FEASIBILITY OF A NATIONWIDE PROGRAM FOR THE IDENTIFICATION AND DELINEATION OF

HAZARDS FROM MUD FLOWS AND LANDSLIDES

DEPARTMENT OF THE INTERIOR U.S. GEOLOGICAL SURVEY OPEN-FILE REPORT 85 - 276

GRAFICAM

Pueden desarrollarse en estado seco o estado húmedo, subdividiéndose estos últimos, dependiendo si la masa en movimiento se integra de materiales cohesivos capaces de retener el agua al producirse el fenómeno o de materiales no cohesivos en donde el agua tiende a drenar rápidamente. (Ver Gráfica #10)

H. Deslizamientos Complejos

El movimiento es una combinación de dos o más de los cinco tipos de movimiento ya descritos.

3.2.3 FACTORES QUE PRODUCEN DESLIZAMIENTO

Los deslizamientos pueden producirse por la influencia de eventos climatológicos o sísmicos, así como por la actividad que el hombre realiza en su lucha por modificar el medio ambiente para la satisfacción inmediata de sus necesidades, sin prever las dimensiones que esto representa.

Resulta dificultoso determinar el origen de este fenómeno, únicamente por la asociación de eventos. Por ejemplo: La ausencia de cobertura vegetal en una ladera, propicia la aceleración de corrientes de lodo al producirse una tormenta, por lo que podría deducirse, por simple asociación de fenómenos, que la tormenta ocasionó la corriente de lodo, siendo ésta una aseveración lógica. Sin embargo, al hacer un análisis más profundo de los factores que influyeron en el desarrollo de este fenómeno, se observará que la erosión jugó un papel fundamental en la manifestación del deslizamiento. (Ver Gráfica #11)

De lo anterior, puede deducirse que en la generación de

deslizamientos intervienen factores naturales y artificiales, los que se constituyen en un peligro al considerarse la probabilidad de producirse en el Valle de la ciudad de Guatemala. A continuación, se analizan los más relevantes.

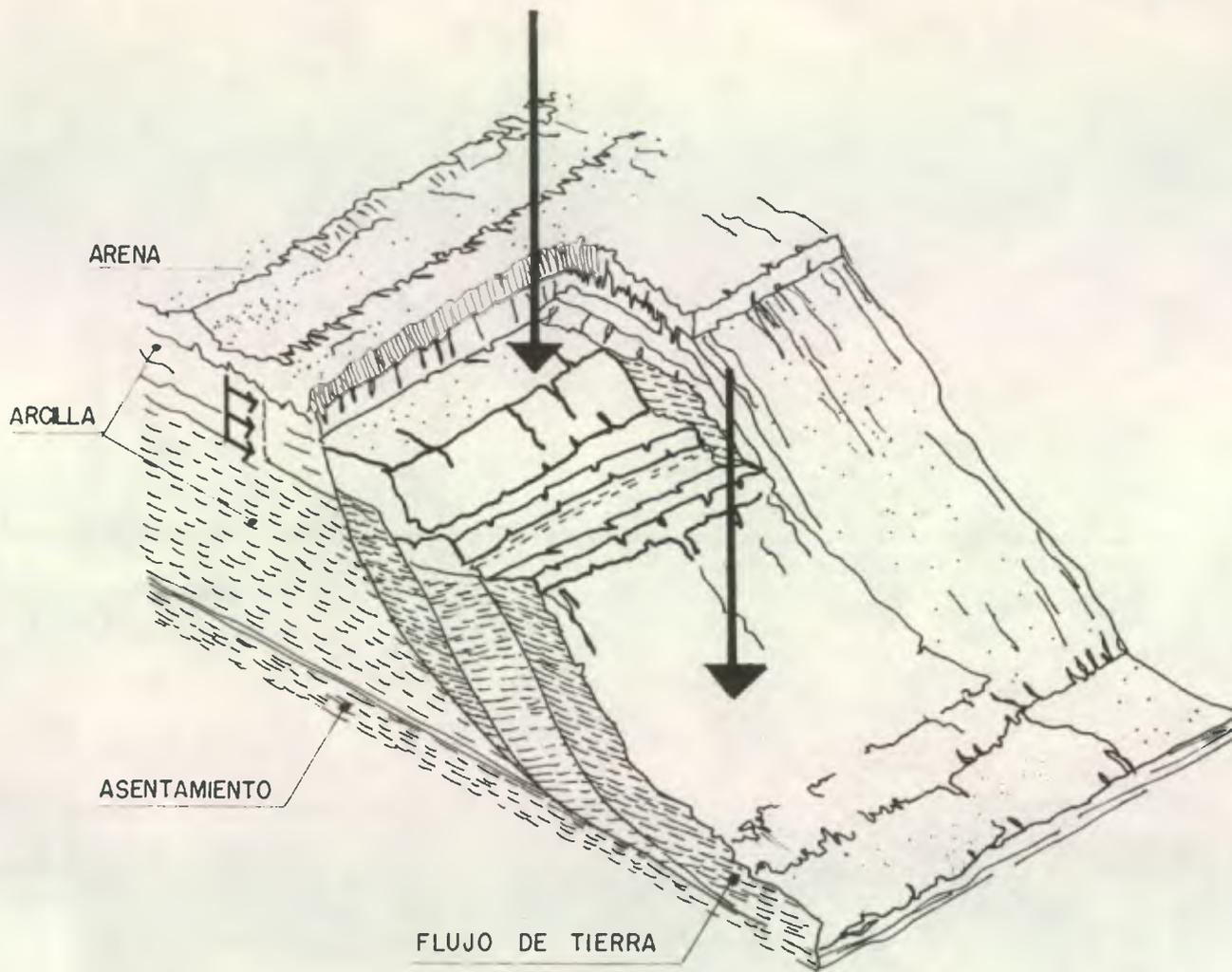
- Peligro según el tipo de suelo
- Peligro por fallas y fracturas
- Peligro por pendiente y relieve del terreno
- Peligro por precipitación pluvial
- Peligro por erosión
- Peligro por actividad sísmica

3.2.3.1 PELIGRO, SEGUN EL TIPO DE SUELO

El tipo de roca constituye un factor de suma importancia durante el desarrollo de un deslizamiento, puesto que, dependiendo de las características físicas de ésta, así se comportará durante el movimiento. Por ejemplo:

Los deslizamientos de tierra se manifiestan como un movimiento que desplaza hacia abajo y hacia afuera, todos los materiales que conforman una ladera. Movimiento que puede ser originado por fenómenos, como actividad sísmica, precipitación pluvial, erosión, así como vibraciones producidas por el hombre en lugares específicos.

La ciudad de Guatemala, al estar fuertemente bisectada por los barrancos formados por los cauces de los afluentes de los ríos Villalobos y Las Vacas, presenta características que, unidas a las escarpas del graben del valle y a la escasa resistencia a la tensión de las partículas que componen su suelo, la constituyen como una



ASENTAMIENTO - FLUJO DE TIERRA

FUENTE
 CAMPBELL, RUSSELL H., VARNES Y OTROS
 FEASIBILITY OF A NATIONWIDE PROGRAM FOR THE IDENTIFICATION AND DELINEATION OF
 HAZARDS FROM MUD FLOWS AND OTHER LANDSLIDES
 DEPARTMENT OF THE INTERIOR U.S. GEOLOGICAL SURVEY OPEN-FILE REPORT 85-276

GRAFICA N.º

10



DESPLOME Y ASENTAMIENTO



DESLIZAMIENTO - CAIDA DE ROCAS

MOVIMIENTOS COMPLEJOS

FUENTE
CAMPBELL, RUSSELL H., VARNES Y OTROS
FEASIBILITY OF A NATIONWIDE PROGRAM FOR THE IDENTIFICATION AND DELINEATION OF
HAZARDS FROM MUD FLOWS AND LANDSLIDES
DEPARTMENT OF THE INTERIOR U.S. GEOLOGICAL SURVEY OPEN FILE REPORT 85-276

GRAFICA N.º

11

zona propensa al desencadenamiento de deslizamientos de tierra.

Durante el terremoto de 1976, se desarrollan una serie de deslizamientos de tierra que se manifestaron, principalmente, a lo largo de los barrancos, laderas y pendientes pronunciadas, cuyas concentraciones variaron en forma irregular, debido a los cambios de densidad dentro de las partículas de un mismo suelo. (Ver Mapa #6)

Al efectuar un análisis comparativo entre este mapa denominado "Concentración de deslizamientos en la ciudad de Guatemala", durante el terremoto de 1976, y el mapa de zonificación de la ciudad de Guatemala, según el tipo de suelo (Mapa #5), es factible establecer una relación directa entre los depósitos llamados "Diamicción", localizados en la parte central del valle, cuya composición litológica presenta un pómez bastante poroso y un mayor porcentaje de arcilla que grava, por lo que reacciona en forma quebradiza ante la presencia de fuerzas laterales y en forma de corriente de lodo al ser sometido a un alto grado de humedad. (Ver Mapa #7)

Por otra parte, las zonas altas de la ciudad cuyos suelos han sido depositados en forma de "Tefra", denotan en su composición porcentajes de arcilla menores al 10%, no así las concentraciones de grava, que alcanzan hasta un 70% del volumen, por lo que están más expuestas a las corrientes de lodo provocadas por precipitación pluvial.

3.2.3.2 PELIGRO POR FALLAS Y FRACTURAS

Los suelos en general, pero, principalmente los compuestos

por rocas, están sujetos a sufrir cambios y movimientos provocados por esfuerzos aplicados a sus superficies, sometiéndolas a alteraciones de desintegración por compresión, tensión y torsión, desarrollándose en cada uno de los movimientos resultantes que actúan directamente sobre la masa de rocas.

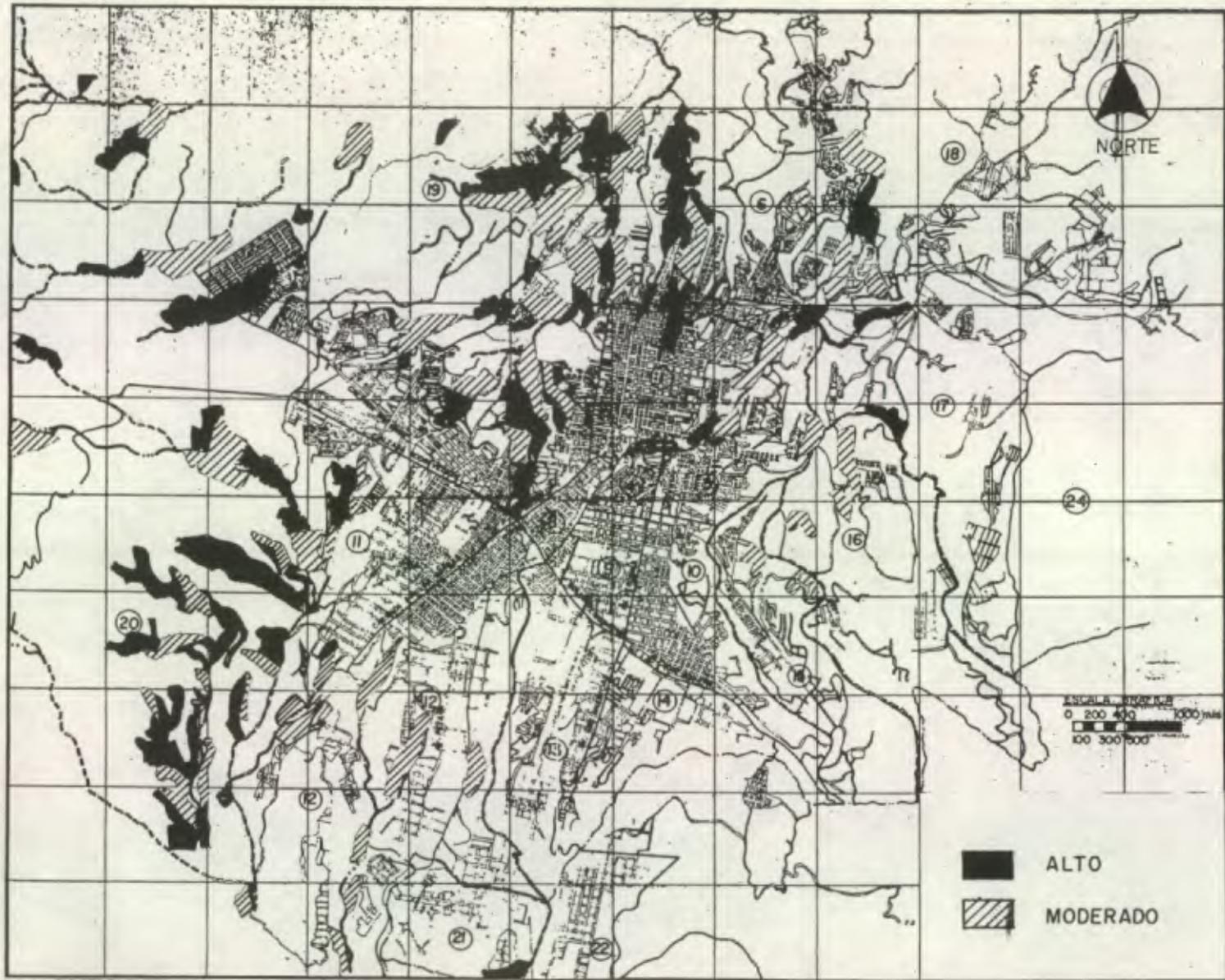
Las rocas, ante el esfuerzo a compresión tienden a romperse y no resisten el estiramiento o tensión como esfuerzo cortante, provocando roturas en movimientos paralelos a la superficie con intensidad mínima.

Si la masa de rocas, en los lados opuestos de la rotura, sufre o es afectada por desplazamientos relativos, entonces se dice que es una falla, definiéndose como, "*La secuencia de movimientos resultantes de compresión, tensión, o bien, rotación, que actúan en una masa de rocas*".⁽⁹⁾

Comúnmente, a lo largo de la falla, se presentan capas continuas sometidas al esfuerzo de corte, que se ven dislocadas paralelamente a la superficie. A esto se le conoce con el nombre de fractura, generalmente en estratos duros y frágiles, y no en superficies plásticas.

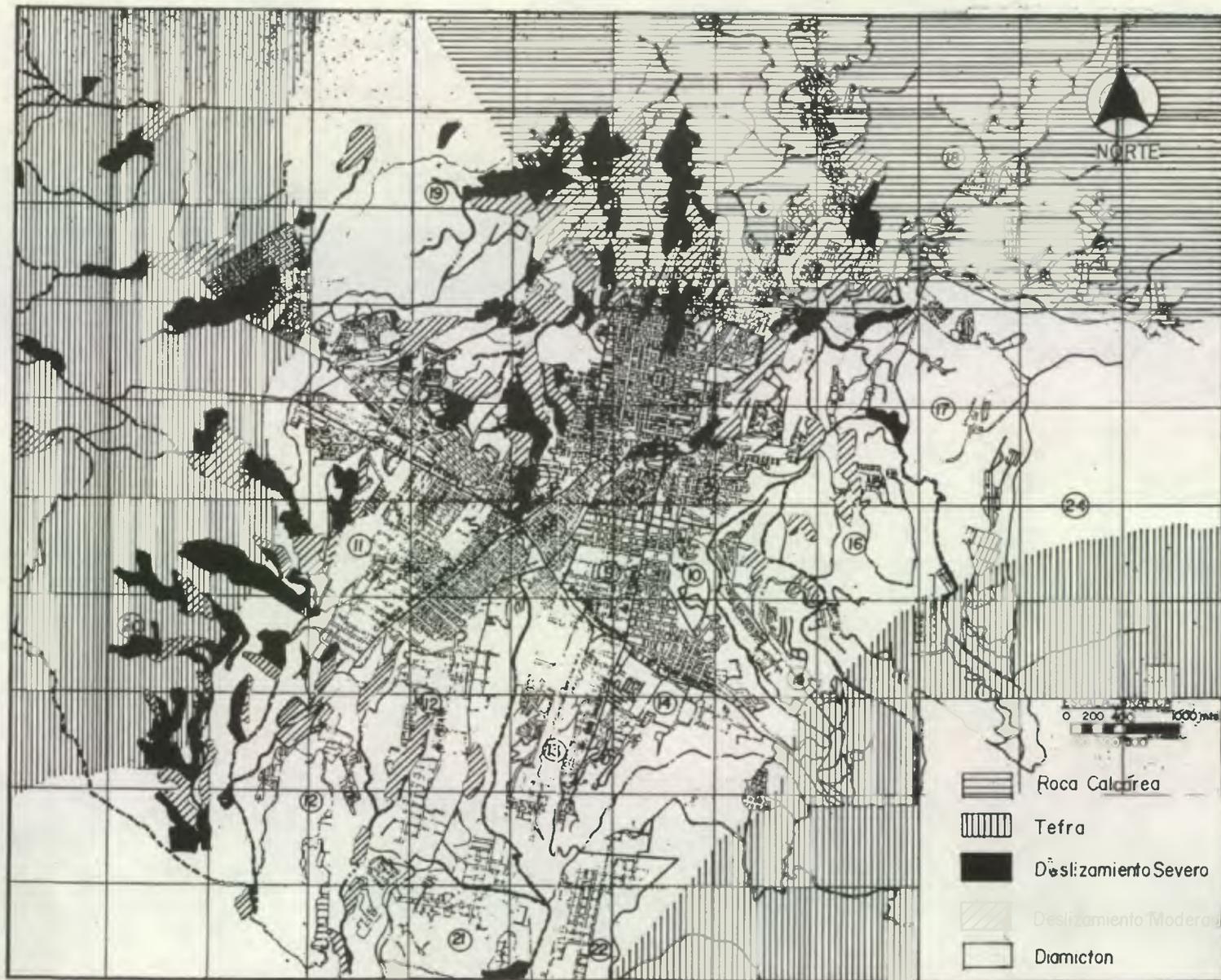
Las fallas comúnmente dependen de eventos climatéricos o sísmicos más que de características geológicas inherentes en las superficies, ya sean planas o en ladera. Sin embargo, la acción del ser humano ha impulsado fuertemente la alteración del medio

(9) Mérida Alva, Carmen Marina
Causas de los Deslizamientos de Tierra y Reducción de Riesgos
Tesis de Ingeniería Civil
USAC, 1986



CONCENTRACION DE DESLIZAMIENTOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA DURANTE EL TERREMOTO DE 1976

FUENTE
 Edwin L. Harp, Raymond Wilson y Gerald F. Wiecezorew
 Landslides From the February 4, 1976. Guatemala Earthquake
 Washington 1981, E.E.U.U.



FUENTE PROPIA BASADA EN:
 MAPA N° 5: Zonificación de la Ciudad, Según el Tipo de Suelo
 MAPA N° 6: Concentración de Deslizamientos en la Ciudad de Guatemala Durante el Terremoto de 1976

CONCENTRACION DE DESLIZAMIENTOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA DURANTE EL TERREMOTO DE 1976, SEGUN EL TIPO DE SUELO

ambiente y, como consecuencia, la aceleración de los fenómenos, en donde podemos mencionar los deslizamientos de tierra, hundimientos, inundaciones y otros.

Por todo esto, el estudio de las fallas señala la importancia de sus efectos físicos y materiales en la estructura, dividiéndose para su estudio y comprensión en sus aplicaciones, en fallas normales y fallas inversas. Si se toma una superficie inclinada o ladera, y se denomina el punto más alto, su respaldo, y el punto más bajo, el piso o borde inferior, si desarrolla un movimiento hacia abajo en relación al respaldo, entonces se dice que es una falla normal, si, por el contrario, el desplazamiento relativo del respaldo superior es hacia arriba, la falla es inversa. ⁽⁹⁾

Las fallas normales se denominan en ocasiones como fallas de gravedad, siendo aplicables únicamente en caso de deslizamientos de tierra con pendientes de 45°, efectuándose bajo una fuerza causal (gravedad) vertical y disminuyendo el movimiento si es mayor el ángulo de la pendiente.

Las fallas de Mixco que delimitan el graben al oeste representan una zona de 4 a 6 kms. de ancho, con un espaciamento de 200 a 700 mts. y con una elevación que varía entre 400 y 500 mts., alcanzada por una serie de pequeños declives. Este sistema de fallas fue dramáticamente reactivado por la sacudida sísmica del 4 de febrero de 1976, dando lugar al apareamiento de numerosas

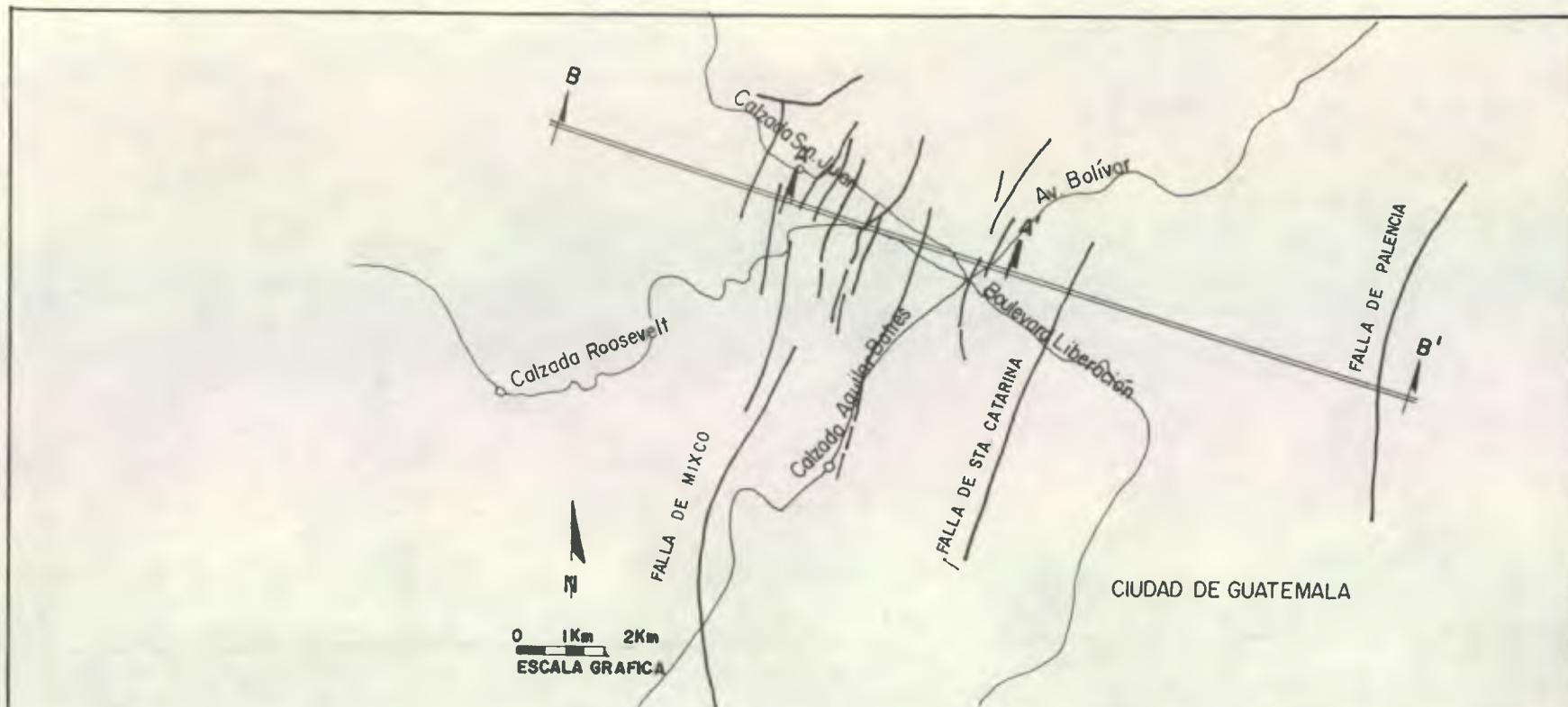
fallas en la superficie, causando fuertes daños en las viviendas y caminos y grandes deslizamientos en las pendientes más abruptas. Muchas de estas fallas significaron la reactivación de antiguos planos de fracturación, alcanzando longitudes que variaron entre 0.1 y 3.5 Kms., con desplazamientos verticales mayores a los 14 cms., presentando hundimientos hacia el este. (Ver Mapa #8 y Mapa #9)

El sistema de fallas de Santa Catarina Pinula, al este de la capital, no fue activado durante el evento sísmico de 1976, a pesar de tener mucho en común con el sistema de fallas de Mixco. Esta zona ha sufrido una rápida urbanización, ubicándose en la escarpa de la falla, localizando en ella viviendas de un alto nivel económico, escuelas, hospitales y una planta de tratamiento de aguas. No se conoce cuáles fueron las causas por las que no se activó este sistema de fallas, pero, se teme la activación de ésta en cualquier momento, lo que significaría una gran pérdida, tanto a nivel humano como material.

La falla de Jalpatagua es de gran extensión, cubierta en parte por productos volcánicos cuaternarios. En la unión de esta falla con el sistema de fallas de Mixco, está localizado el Volcán de Agua.

El bloque hundido del Valle de Guatemala no es monolítico, ya que se observan en él fallas paralelas a las de fallas del graben formando una serie de pequeños horst y grabens cubiertos por material piroclástico, los cuales, pueden fracturarse de diferente forma al presentarse una sacudida sísmica como en 1976.

(9) Mérida Alva, Carmen Manna
Causas de los Deslizamientos de tierra y Reducción de Riesgos
 Tesis de Ingeniería Civil
 USAC, 1986 - Páginas 20 - 52



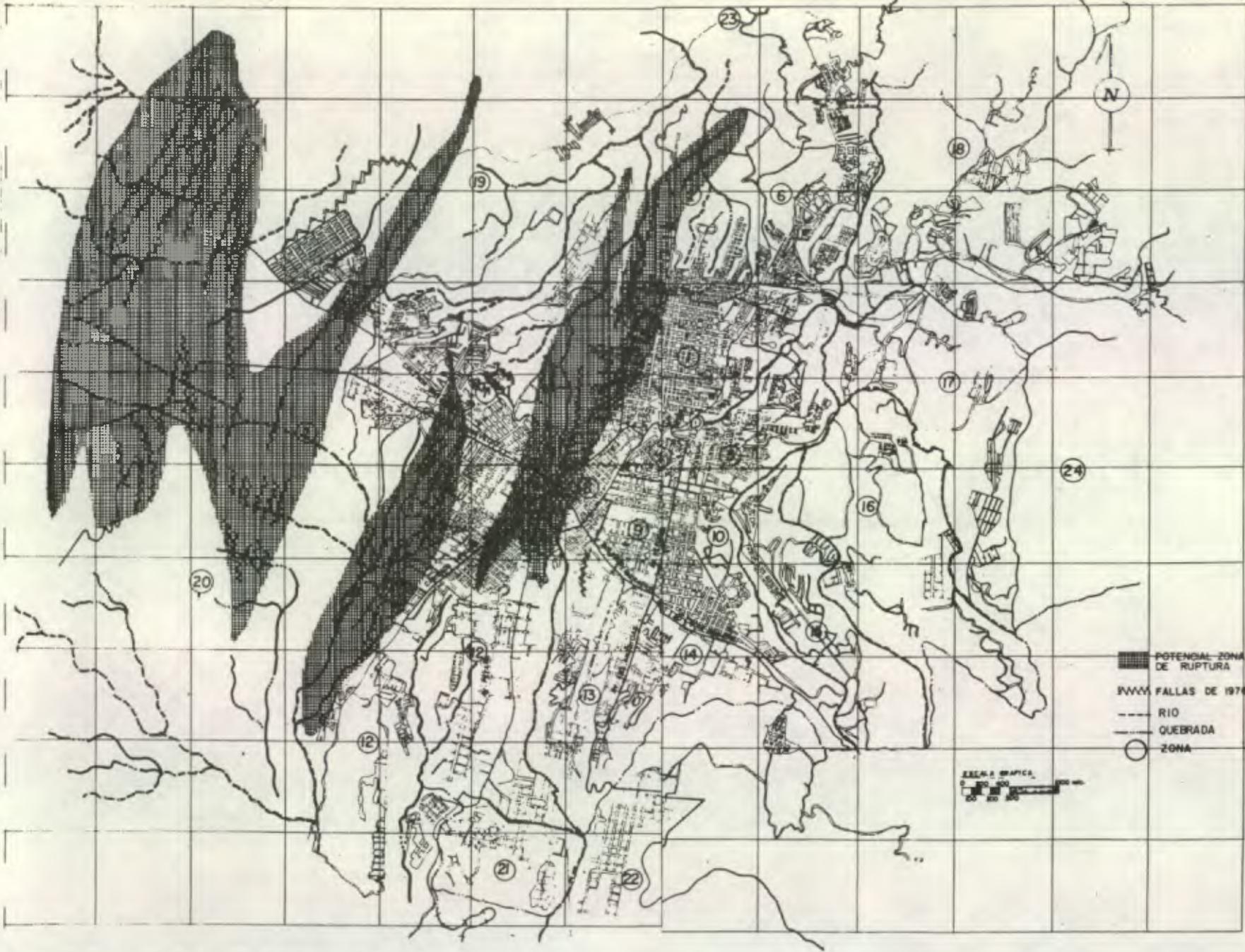
SECCION A-A' RUPTURAS EN LA ZONA DE LA FALLA DE MIXCO DURANTE EL EVENTO DE 1976



SECCION B-B' FALLAS REGIONALES

CIUDAD DE GUATEMALA
TIPOS DE FALLA

FUENTE
WIDHELM BILODEAU, SALLY
URBAN GEOLOGIC PROBLEMS ASSOCIATED WITH MIXCO FAULT ZONE
SIMPOSIUM DEL TERREMOTO DEL 4 DE FEBRERO DE 1976
GUATEMALA, 1976



ZONA DE FALLAS POTENCIALES

FUENTE WIDHELM BILODEAU, SALLY URBAN GEOLOGIC PROBLEMS ASSOCIATED WITH MIXCO FAULT ZONE SIMPOSIUM SOBRE EL TERREMOTO DEL 4 DE FEBRERO DE 1976 GUATEMALA, 1978

3.2.3.3 PELIGRO POR PENDIENTE Y RELIEVE DEL TERRENO

El relieve del terreno es determinado por estructuras pre-existentes, sobre las que se acumula el material que va configurado geométricamente a la superficie, creando, tanto planicies como abruptas pendientes empinadas, en donde, dependiendo del grado de inclinación, se originan y desarrollan deslizamientos, definiendo la clase de mecanismo del transporte, distancia y velocidad del movimiento, así como el grado de disrupción interna de los materiales dentro de las masas en movimiento.

El graben del Valle de Guatemala se encuentra fuertemente bisectado por los afluentes de los ríos Michatoya y Las Vacas, formando profundos barrancos de empinadas paredes que, unidas a la geometría del abismo, ampliaron el movimiento sísmico de febrero de 1976, generando el desbordamiento de rocas y suelos superficiales en taludes oscilantes entre los 30° y los 50° de inclinación.

3.2.3.4 PELIGRO POR PRECIPITACION PLUVIAL

La presencia de agua en los suelos juega un papel primordial en el comportamiento de los mismos y en la generación de deslizamientos.

La humedad puede presentarse por diversos medios en el suelo, siendo el más significativo en la región, la precipitación pluvial, puesto que la República de Guatemala está localizada al Suroeste de la región del Caribe y al norte de las tormentas del Trópico en dirección del Océano Pacífico, constituyéndose en una

zona de gran pluviosidad que provoca desbordamiento en ríos y un elevado índice de erosión en sus cuencas.

Al romperse el equilibrio entre las partículas que conforman el suelo, disminuyendo la capacidad de soporte de sí mismo por la presencia de agua infiltrada; reduciendo el coeficiente de fricción y aumentando el peso de la masa, se han creado las condiciones propicias para el desarrollo de un deslizamiento de tierras.

Unido a este fenómeno, está la erosión de las laderas y los barrancos, lo que propicia la creación de corrientes de lodo que arrastran todo lo que está a su paso, creando verdaderas catástrofes en los barrancos de la ciudad durante los meses lluviosos del año, cobrando vidas humanas así como grandes cantidades de humildes viviendas construidas en zonas de alto riesgo edificadas con materiales de desecho.

3.2.3.5 PELIGRO POR EROSION

Puede contemplarse como una fuerza de desgaste sobre la superficie terrestre, que abarca todos los procesos de desintegración del suelo al trasladar sus partículas a otros depósitos. ⁽¹¹⁾

El desgaste atmosférico modifica el paisaje natural de innumerables formas, en donde fenómenos, como: La lluvia, el viento, el escurrimiento superficial, deslizamientos, etc., efectúan una acción erosiva devastadora, tal el caso de la lluvia intensa y prolongada, que penetra y arranca las partículas de rocas, abre

(11) Ocheita R., Ramiro R.
Estudio de la Susceptibilidad a la Erosión de la Cuenca del Río Villalobos
Tesis de Ingeniería, USAC, 1974

grietas verticales cada vez más profundas en las rocas calizas, etc., así como también el viento ácido segregado por algunas plantas. El calor y la humedad desarrollan efectos en rocas volcánicas y granitos, como parte del proceso constante de la erosión.

A. Erosión Hídrica

Es la erosión provocada por los efectos del agua en forma de flujo, presentándose como la degradación de la superficie de los suelos más importante en todos los procesos de desgaste.

Este tipo de erosión se puede presentar en forma de Erosión Mecánica y Física, que sólo produce fragmentos o degradación de rocas sin cambiar su composición, y erosión en la que intervienen procesos químicos como disolución, carbonatación, etc.

B. Erosión en Barrancos

La pendiente del terreno, así como la remoción de la capa vegetal, crean las condiciones propicias para la generación de profundas incisiones en el terreno, originadas por la acumulación de escorrentía en una zona determinada.

C. Erosión Laminar

Este tipo de erosión se manifiesta por la disgregación de elementos que componen los suelos desgastados por la lluvia y por la escorrentía, corriendo una mezcla de agua y tierra que va limpiando la superficie por capas sucesivas, afectando principalmente las partículas finas.

Esto genera una pérdida significativa del suelo y un notable empobrecimiento de su fertilidad, desarrollándose en superficie de poca cubierta vegetal. Areas propicias para este tipo de erosión, se manifiestan en gran escala en algunos sectores aledaños al AMG.

3.2.3.6 PELIGRO POR ACTIVIDAD SISMICA

Básicamente, un sismo es la liberación casi instantánea de energía, lo que provoca una fuerte sacudida del suelo, que puede ser en forma horizontal, vertical o por la combinación de ambos.

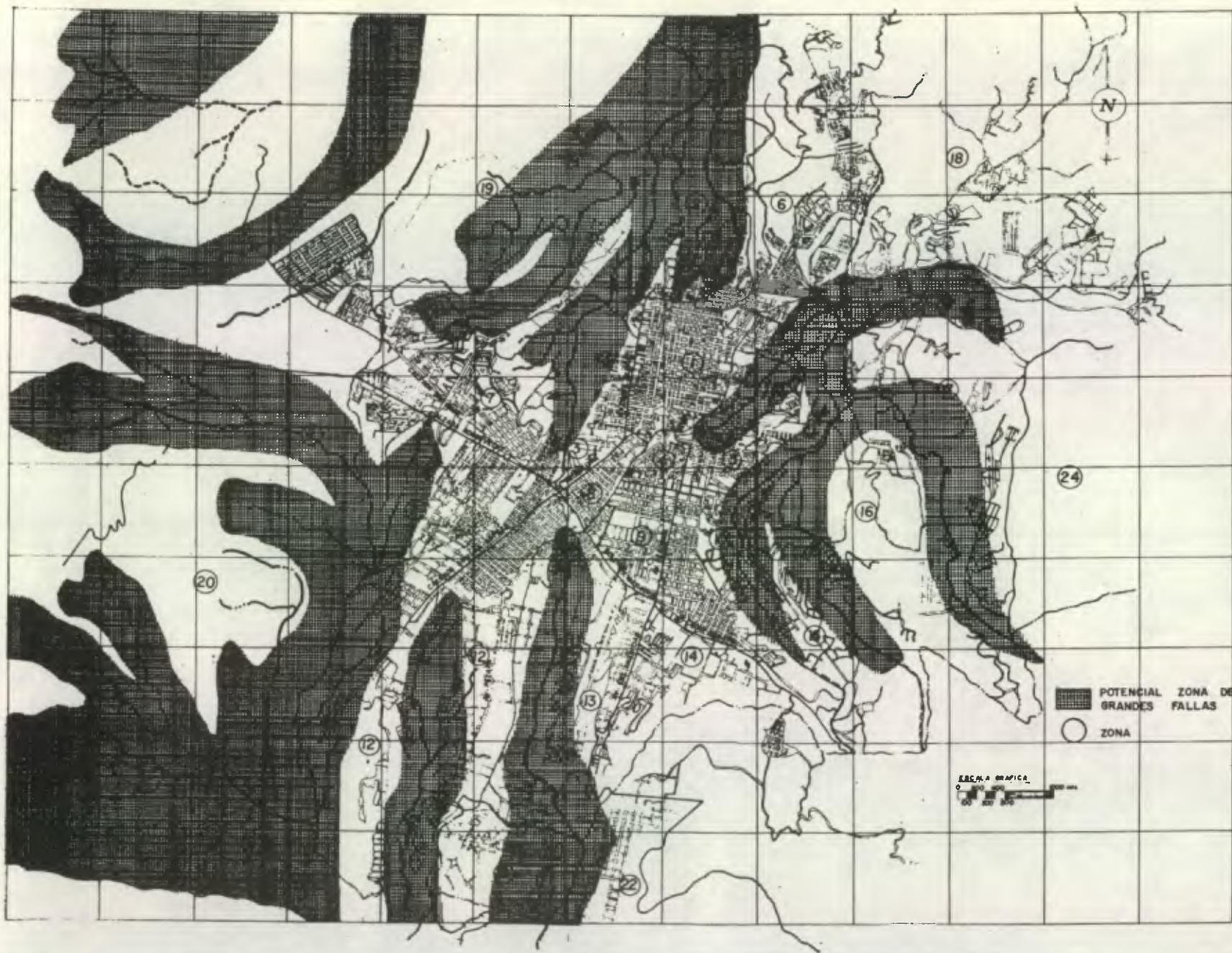
Un suelo de partículas no consolidadas, como el suelo pómez, basa su estabilidad en una alta resistencia a la compresión por fricción, y, o cambio, muy bajos niveles de resistencia a la tensión. Se ve fuertemente afectado al momento de producirse una descarga sísmica, provocando con ello, derrumbes, deslizamientos de tierra en laderas, hundimientos, etc.

Al considerarse el sismo como una fuerza de tipo horizontal, las partículas de pómez pierden la estabilidad alcanzada. Por la sobreposición de sus granos vertical e internamente, trata de alcanzar nuevamente el equilibrio en forma horizontal, el que se ve limitado por las variaciones, tanto en granulometría como en densidad, que se observan en los diferentes tipos de depósito del material. Estas variaciones resultan en diferencias en la resistencia de la roca.

Es así como durante el terremoto del 4 de febrero de 1976, los barrancos de la ciudad de Guatemala se vieron afectados por una gran concentración de deslizamientos (Ver Mapa #6), en donde la amplificación topográfica del movimiento sísmico, se

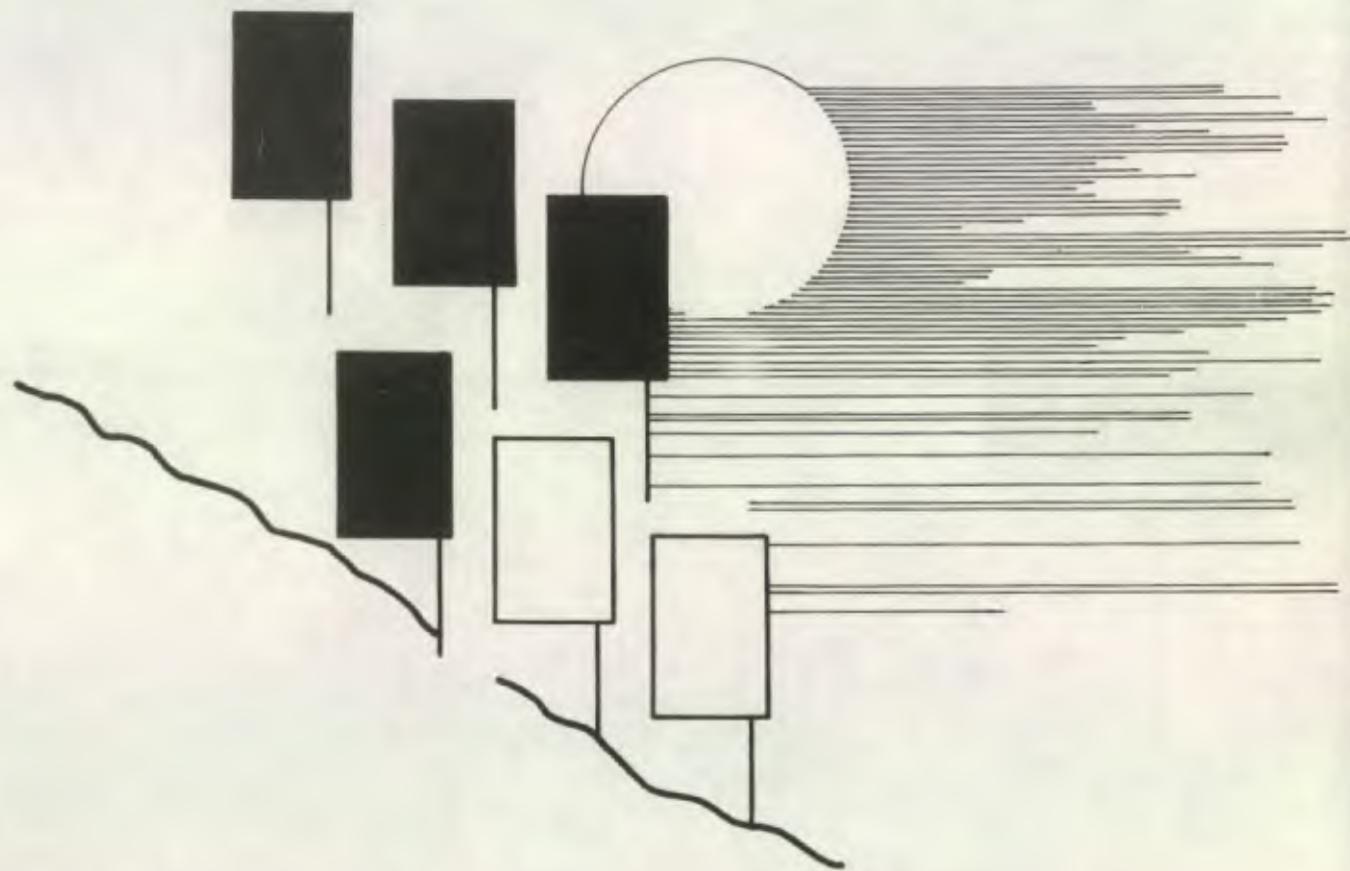
observa especialmente en cañones estrechos y en convexidades topográficas pronunciadas.. (Ver Mapa #10)

El Valle de Guatemala, rodeado por tres fallas sísmicas, se ha visto influenciado por una turbulenta secuencia de eventos sísmicos, cuyas consecuencias han sido plasmadas en la corta vida económica útil de las estructuras, enmarcado dentro de un período de 50 años aproximadamente, así como por las grandiosas pérdidas, tanto humanas como económicas, que ha afectado el área a través de la historia.



ZONA DE POTENCIAL RIESGO SISMICO

FUENTE
 WIDHELM BILODEAU, SALLY
 URBAN GEOLOGIC PROBLEMS ASSOCIATED WITH MIXCO FAULT ZONE
 SIMPOSIUM DEL TERREMOTO DEL 4 DE FEBRERO DE 1976
 GUATEMALA, 1976



VIVIENDA Y AMBIENTE

Capítulo Cuarto

CAPITULO CUARTO

VIVIENDA Y AMBIENTE

4.1 CIUDAD DE GUATEMALA, CONTEXTO URBANO

La ciudad de Guatemala, como centro político-administrativo, ha reunido, a través de su historia como urbe, las características necesarias para constituirse como el mayor punto de concentración de la actividad económica del país; es así como en el 2.0% del territorio nacional (superficie del AMG = 2,126 Kms.²), se encuentra el 50% de la energía eléctrica, se localiza el 63.0% de empresas industriales y se ubica el 74.0% del sector industrial.

Se ha convertido así la ciudad capital, en un atractivo punto de confluencia para las grandes masas migratorias del campo en búsqueda de mejores oportunidades, lo que desencadena un acelerado incremento del volumen poblacional que concentra, así como del espacio físico que ocupa.

“Este crecimiento por integración física, se inicia en la década de los años 1951 - 1960, cuando la ciudad de Guatemala comprendía únicamente el Municipio de Guatemala.

A partir de esa fecha, en la ciudad de Guatemala se inicia un proceso de crecimiento por integración física, que se extiende hacia el oeste en el municipio de Mixco, a finales de la década. En 1961, la ciudad absorbe ya parte de los municipios de Mixco, Santa Catarina Pinula, San Miguel Petapa, Amatitlán, Villa Nueva, Villa

Canales y Chinautla, crecimiento que se continúa experimentando en los años subsiguientes como resultado del proceso migratorio hacia esta área geográfica proveniente de prácticamente todo el territorio nacional”.⁽¹⁵⁾

Este flujo migratorio alcanza la cifra del 58.5% de crecimiento del área metropolitana, formando nuevos cordones industriales, principalmente al sur, en la Avenida Amatitlán, y al Noroccidente, a lo largo de las rutas hacia Chimaltenango y Quetzaltenango, creando una demanda creciente de superficie territorial para usos residenciales, productivos, de servicios y de recreación, desencadenando, como proceso lógico un incremento en el costo de la tierra urbanamente aceptable, fenómeno que, unido al deterioro económico creado por la inflación y la especulación, precipita la ocupación de tierras sin un mínimo de vocación urbana, como lo son los barrancos y laderas, para la construcción de sus viviendas, llegando a alcanzar en la actualidad cerca de 281, 193 personas en estas zonas. (Ver Cuadro #2, Pag. 27 A).

La sobrepoblación en las laderas y bordes de los barrancos ha traído como consecuencia, entre otras cosas, un alarmante deterioro de los taludes, provocado por la erosión, producto, tanto de la tala de los bordes y vegetación, así como por la escorrentía del drenaje natural. Como un agravante de esta situación se encuentra la socavación de los cauces de los ríos, creada por la utilización de

(15) INFOM

Lic. Carlos Arturo Soto

Los **servicios básicos y el equipamiento**

X Congreso Centroamericano de Arquitectura

*La Arquitectura, El Urbanismo y la Crisis Centroamericana Actual" - 1984

CUADRO N° 2

ASENTAMIENTOS MARGINALES DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

<u>UBICACION</u>	<u># DE FAMILIAS</u>	<u># DE HABITANTES</u>	<u># DE VIVIENDAS</u>
Zona 1	1,250	7,050	1,099
Zona 2	150	750	75
Zona 3	4,850	27,705	3,912
Zona 5	9,406	34,145	3,233
Zona 6	4,223	20,734	3,090
Zona 7	3,714	18,620	2,866
Zona 10	327	2,635	240
Zona 12	12,676	62,560	7,905
Zona 13	2,095	15,275	1,779
Zona 14	210	1,050	150
Zona 16	1,050	8,750	893
Zona 17	1,410	7,170	930
Zona 18	13,317	72,267	9,086
Zona 19	37	182	25
Zona 21	460	2,300	415
Totales	55,175	281,193	35,698

153 Asentamientos

39% en ladera = 61

FUENTE:

Programa Urbano de Alimentos por Trabajo, Municipalidad de Guatemala, Comité de Reconstrucción Nacional,
 Presidencia de la República
 PLANO DE LOCALIZACION DE AREAS MARGINALES
 Julio de 1989

ASENTAMIENTOS MARGINALES DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

CUADRO N.º

2

éstos como drenaje o flujos de aguas negras, alterando con ello el ciclo natural, pues, el constante paso de las aguas draga el fondo de los ríos, creando nuevos taludes verticales que de un momento a otro, se modificarán en busca de una pendiente más suave, para lo que se hace necesario un desplome del mismo, acarreado consigo toda construcción.

Este peligro no es propio de viviendas de escasos recursos o informales construidas en los taludes de los barrancos de la ciudad, ya que es extensiva a las construcciones formales localizadas en las laderas de la escarpa del graben de Guatemala.

Para hacer más explícito el párrafo anterior, se hace necesario revisar el mapa #5 (*) del tipo de suelos de la ciudad de Guatemala, en donde se observa en la planicie central, un predominio del diamictón, cuyo principal componente lo constituyen los depósitos piroclásticos y de piedra pómez. Se caracterizan por su gran resistencia a la compresión, alcanzada por la angularidad entre sus partículas, pero por una muy baja resistencia a la tensión y fuerzas laterales de origen sísmico, y por la influencia de otros elementos como el agua, desencadenando deslizamientos, desprendimientos, derrumbes y otros, a lo largo de todo el talud.

En los bordes de la escarpa está localizado el depósito denominado Tefra, que deja más expuesta la roca y, por lo tanto, lo convierte en suelo más resistente, apto para la construcción, sin embargo, este tipo de suelo está constituido por un alto porcentaje de arcilla, que lo convierte en un fluido viscoso con la presencia de

agua, provocando avenidas y corrientes de lodo, moviéndose hacia abajo y arrasando con lo que a su paso encuentra.

Es así como la ocupación de las laderas y los barrancos de la ciudad de Guatemala constituyen un gran riesgo a la vida y a la propiedad, por lo que se recomienda tomar las medidas necesarias para, con ello, poder prevenir y mitigar verdaderas y grandes catástrofes, tales como: deslizamientos, desprendimientos y derrumbes.

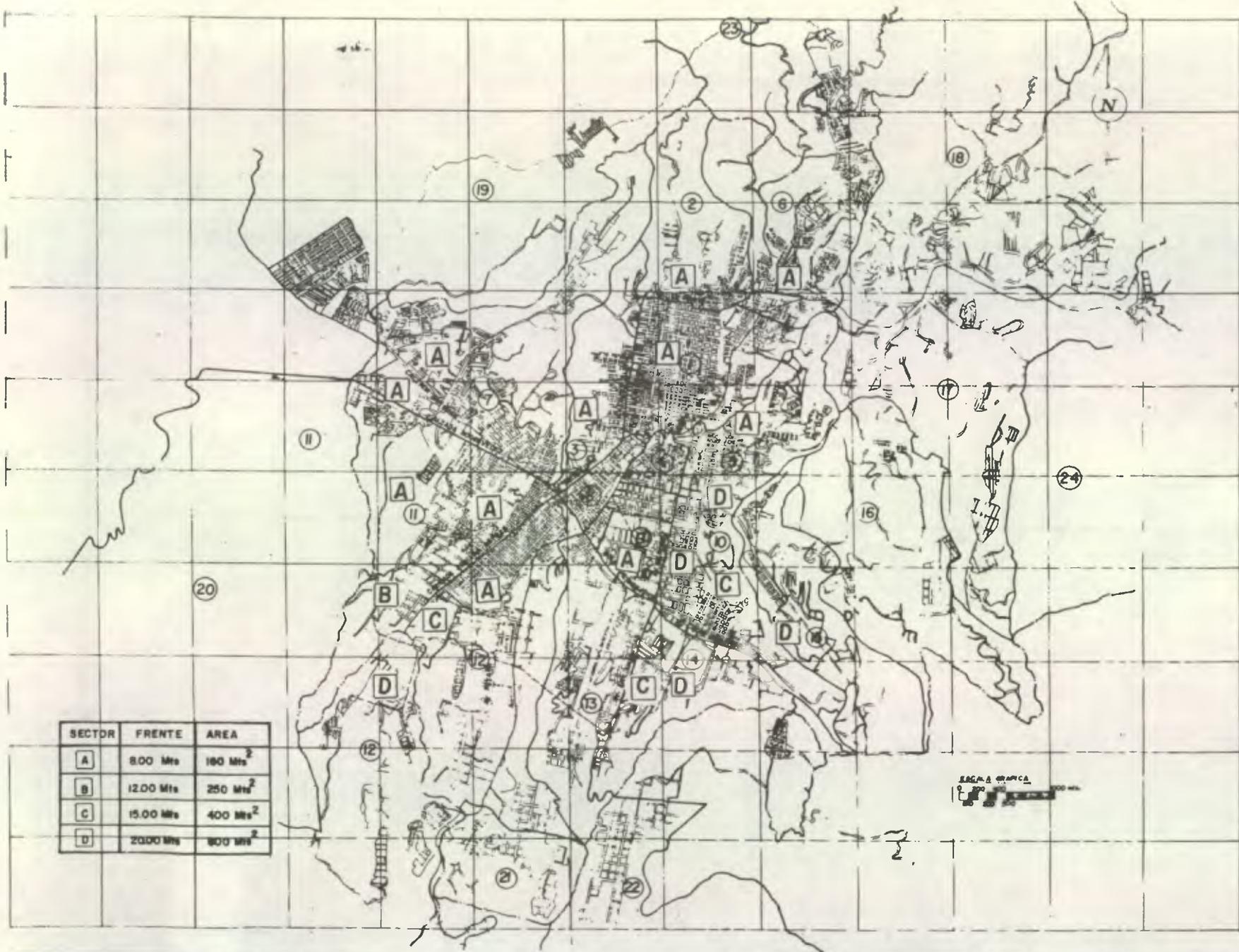
4.1.1 Areas Habitacionales

El Area Metropolitana Guatemalteca está ordenada político-administrativamente en veinte zonas, sin embargo, esta subdivisión no siempre refleja homogeneidad en cuanto a factores determinantes, como: Uso del suelo urbano, accesibilidad, servicios básicos, tipología de vivienda, salubridad, etc., razón por la que no puede ser utilizada esta sectorización, como parámetro de referencia para el establecimiento de rasgos de densidad poblacional y económica.

Es así como en el presente estudio se efectuó una zonificación de la ciudad, basándose en el tamaño de lote mínimo, según el reglamento urbano de la construcción de la Municipalidad de Guatemala, ⁽¹⁷⁾ logrando establecer una clasificación de las áreas en función de la densidad, para lo que fueron creadas cuatro categorías: (Ver mapa No. 11)

(17) Control de la construcción urbana. Dirección de Planificación. "Regulación Urbana de la Construcción". Municipalidad

(*) Página 16 A



SECTOR	FRENTE	AREA
A	8.00 Mts	180 Mts ²
B	12.00 Mts	250 Mts ²
C	15.00 Mts	400 Mts ²
D	20.00 Mts	800 Mts ²

ZONIFICACION DE LA CIUDAD, SEGUN DIMENSIONES DE LOTE MINIMO

FUENTE
 CONTROL DE CONSTRUCCION URBANA, DIRECCION DE PLANIFICACION
 REGULACION URBANA DE LA CONSTRUCCION
 MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

MAPA N.º

11

- A.- Densidad muy alta = 32 mts²/Hab
- B.- Densidad alta = 50 mts²/Hab
- C.- Densidad baja = 80 mts²/Hab
- D.- Densidad muy baja = 120 mts²/Hab.

El área habitacional codificada con el literal A, que corresponde al sector popular de la ciudad, enmarcando la vivienda dentro de 160 mts² de área de terreno, está construida regularmente de materiales, como: Adobe, lámina, block, etc., equipada con los servicios básicos mínimos.

La literal B, integrada por el sector medio de la ciudad, ubica cada unidad habitacional de 250 mts² de terreno, localizándose en su mayoría al sur del área metropolitana, cuyas características constructivas no difieren en forma considerable de la literal "A".

La literal C, formada por la clase media alta, ubica la unidad habitacional dentro de 400 mts², y se caracteriza por el uso casi exclusivo de Sistemas Constructivos Estructurales.

La literal D, constituida por el sector habitacional de más alto rango económico, define cada unidad habitacional en lotes no menores a los 600 mts², utilizando como sistemas constructivos, el mayor nivel tecnológico, y el máximo aprovechamiento del espacio y el factor confort, así como el equipamiento y los servicios de mayor jerarquía en la ciudad.

Sin embargo, existen otros sectores localizados en diferentes áreas de la ciudad, en donde la situación habitacional varía, no solamente en densidad de población, sino también en servicios,

equipamiento, accesibilidad y economía, estableciendo un rango de 30 mts² para familias de hasta 6 miembros. (Ver Mapa #12)

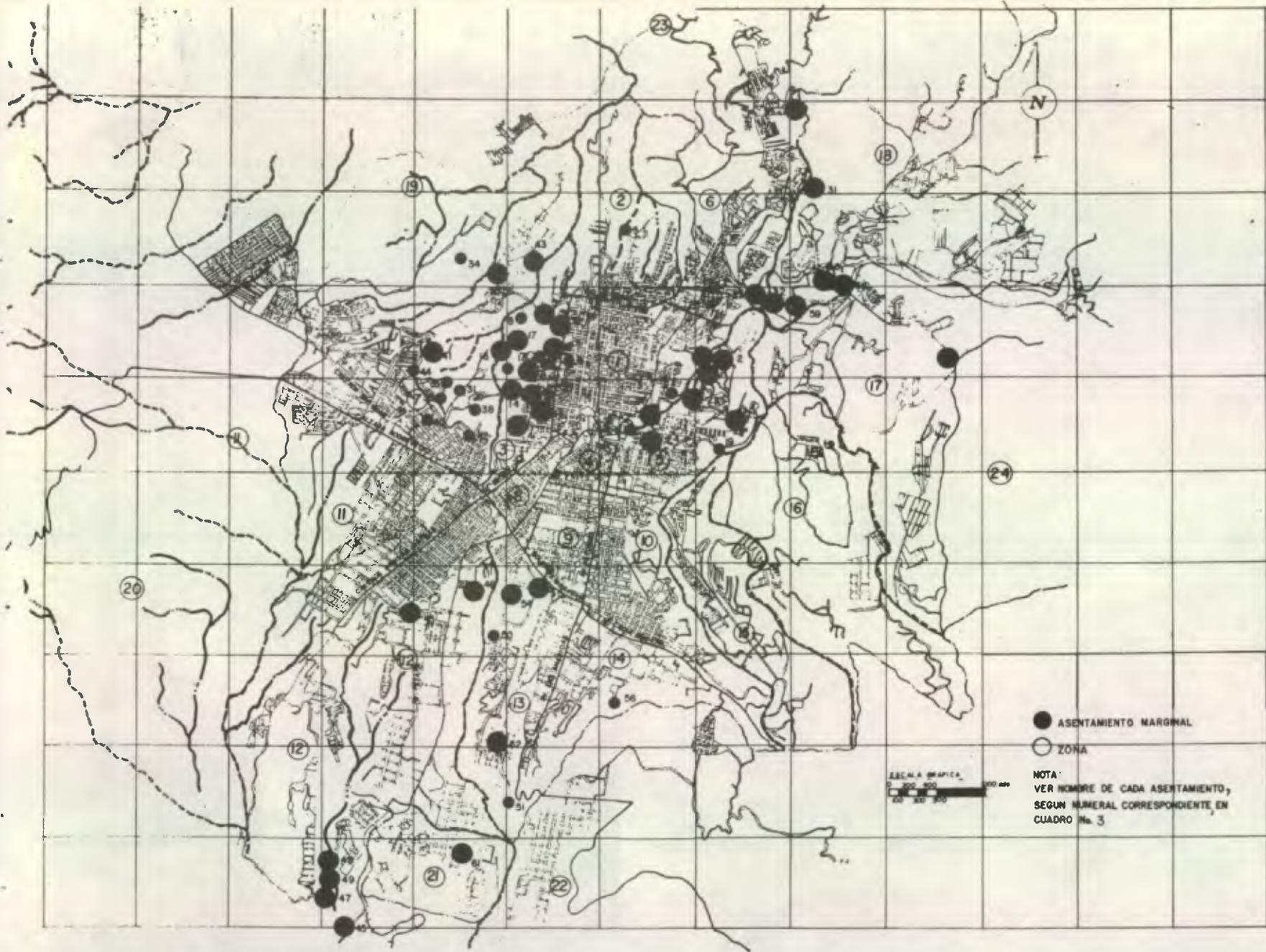
Estos sectores se denominan como áreas marginales, y están localizados generalmente en tres tipos de áreas: ⁽¹⁴⁾

- A.- Terrenos periféricos adyacentes al área metropolitana, de propiedad estatal y casi siempre en pendiente.
- B.- Terrenos céntricos, incluso cercados, generalmente, de propiedad privada.
- C.- Terrenos originalmente destinados a equipamiento, que por muchos años se mantuvieron baldíos y sin usarse para el fin que fueron propuestos.

La urbanización de estos terrenos carece de cualquier tipo de planificación, y son distribuidos por sus ocupantes en el momento de la ilegal toma de posesión, siendo el tiempo que ha transcurrido, el que determinará el grado de evolución de la vivienda.

Para lograr una mayor visualización de la distribución de los diferentes sectores que integran la ciudad de Guatemala, se ha preparado el Mapa # 11, en donde se generalizan las dimensiones de los lotes y usos del suelo urbano, tomando como parámetro la regulación urbana de la ciudad, y el Mapa # 12, en donde se ubica

(14) Jorge Burga B.
 Las Urbanizaciones Populares
 (Folleto de curso, diseño urbano)
 Facultad de Arquitectura
 USAC - 1988



FUENTE
PROGRAMA URBANO DE ALIMENTOS POR TRABAJO, MUNICIPALIDAD
DE GUATEMALA, COMITE DE RECONSTRUCCION NACIONAL, PRESIDENCIA
DE LA REPUBLICA. PLANO DE LOCALIZACION DE AREAS MARGINALES
JULIO DE 1989

ASENTAMIENTOS MARGINALES LOCALIZADOS EN
ZONAS DE RIESGO

MAPA N°
12

los asentamientos humanos de tipo marginal localizados en las laderas del AMG, completándose con la información del cuadro no. 2, que distribuye la población de estas áreas, según la zona.

4.2 Determinación de Areas expuestas a riesgos por Deslizamientos en el AMG

A través del estudio del capítulo anterior, se han analizado los diferentes factores de origen natural que se constituyen en un peligro físico capaz de producir deslizamientos en el Valle de la ciudad de Guatemala. Sin embargo, para poder determinar los riesgos por deslizamiento a los que está expuesta la ciudad, es necesario involucrar dentro del análisis, el factor población (Ver Mapa # 12) en relación directa con cada una de las categorías del peligro natural, sobreponiéndose cada uno de los mapas con el # 12, así:

4.2.1 Riesgo por pendiente y relieve en el terreno

El 30% es la pendiente mínima aceptable para la localización de viviendas en ladera. En el Mapa #12, se ubican los asentamientos humanos marginales en laderas donde las pendientes pronunciadas actúan como agente amplificador del peligro natural y, por lo tanto, del riesgo.

4.2.2 POTENCIAL RIESGO SISMICO

Al considerarse la sismicidad como una vibración periódica de la corteza terrestre, ya sea de origen natural o provocada por obra del hombre, se observa que ésta desarrolla una serie de fenómenos que modifican la estructura, tanto interna como externa, de la corteza terrestre.

Dentro de estos fenómenos, puede considerarse como principal, los deslizamientos de tierra, que se producen en los bordes de los barrancos y laderas, manifestando un elevado índice de riesgo en las áreas donde se presentan.

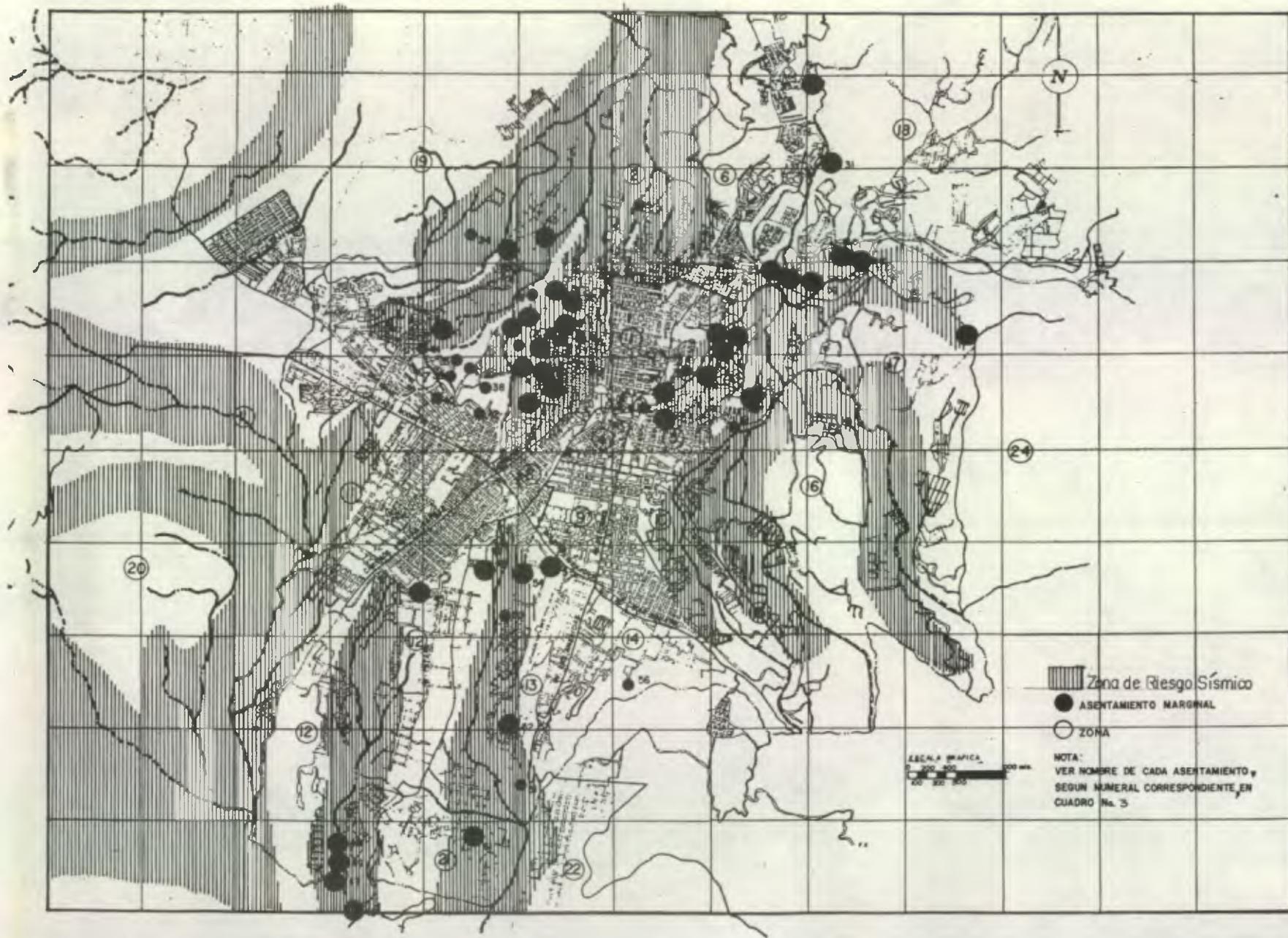
El Valle de la ciudad de Guatemala, por su ubicación geográfica, se encuentra propensa a la actividad sísmica, tanto de origen volcánico, por encontrarse en la zona de influencia del cinturón de fuego que atraviesa el continente, como por los desplazamientos de las placas que convergen e interactúan en el territorio.

En el mapa #10, se representan las zonas de mayor influencia sísmica durante el terremoto de 1976, en el que se puede observar la relación directa existente entre sismicidad, fallas y topografía del terreno, enmarcándose en forma acentuada en los bordes de los barrancos y laderas, quienes, por su forma, incrementan el desarrollo de fenómenos, tales como: Deslizamientos, hundimientos, derrumbes, etc., así como propician el albergue para un alto porcentaje poblacional. (Ver Mapa #12)

La sobreposición de los mapas 10 y 12 nos señala claramente los riesgos por sismicidad. (Ver Mapa #13)

4.2.3 RIESGO POR FALLA Y FRACTURAS

Una falla se manifiesta como una ruptura de la corteza terrestre, provocada por los deslizamientos relativos, causados por la secuencia de movimientos resultantes de compresión, tensión y torsión, que actúan sobre una masa de rocas.



ASENTAMIENTOS MARGINALES LOCALIZADOS EN
ZONAS DE RIESGO
SISMICO

FUENTE PROPIA BASADA EN

MAPA N° 10 Zona de Potencial Riesgo Sísmico

MAPA N° 12: Asentamientos Marginales Localizados en Zonas de Riesgo

MAPA N°

13

Esta ruptura de la corteza puede generar un elevado índice de riesgo en el área donde se manifiesta, puesto que al activarse por cualquier evento de origen sísmico o climático, tiende a incrementar la separación existente en la masa de roca que atraviesa y, a su vez, constituye el escape de gas y material interno de la misma.

Durante el terremoto de 1976, en el Valle de Guatemala se activó intensamente el sistema de fallas de Mixco, como puede observarse en el mapa #9, que representa las rupturas producidas por esta falla, con una orientación sureste-noreste, en donde se presentan las principales zonas propensas a la aparición de nuevas fallas y fracturas. Es importante señalar que en este mapa de fallas potenciales (#9), no aparece la falla de Santa Catarina Pinula, puesto que no se activa durante dicho terremoto, razón por la que hasta la fecha no se ha realizado.

La sobreposición del mapa #9 y el mapa #12 y 19, que indica el sector población, señala claramente las zonas de potencial riesgo por fallas y fracturas. (Ver Mapa #14)

4.2.4 RIESGO POR INFILTRACION PLUVIAL

La erosión en las laderas y pendientes pronunciadas, trae como consecuencia la pérdida de la capa vegetal, humus y residuos ubicados sobre la roca, permitiendo con ello la infiltración de aguas, sobresaturando los espacios libres y aumentando el peso de la masa, mismo que llega a un punto en que desencadena un deslizamiento.

Este proceso dependerá considerablemente del tamaño, granulometría y propiedades físico-químicas del suelo, así como

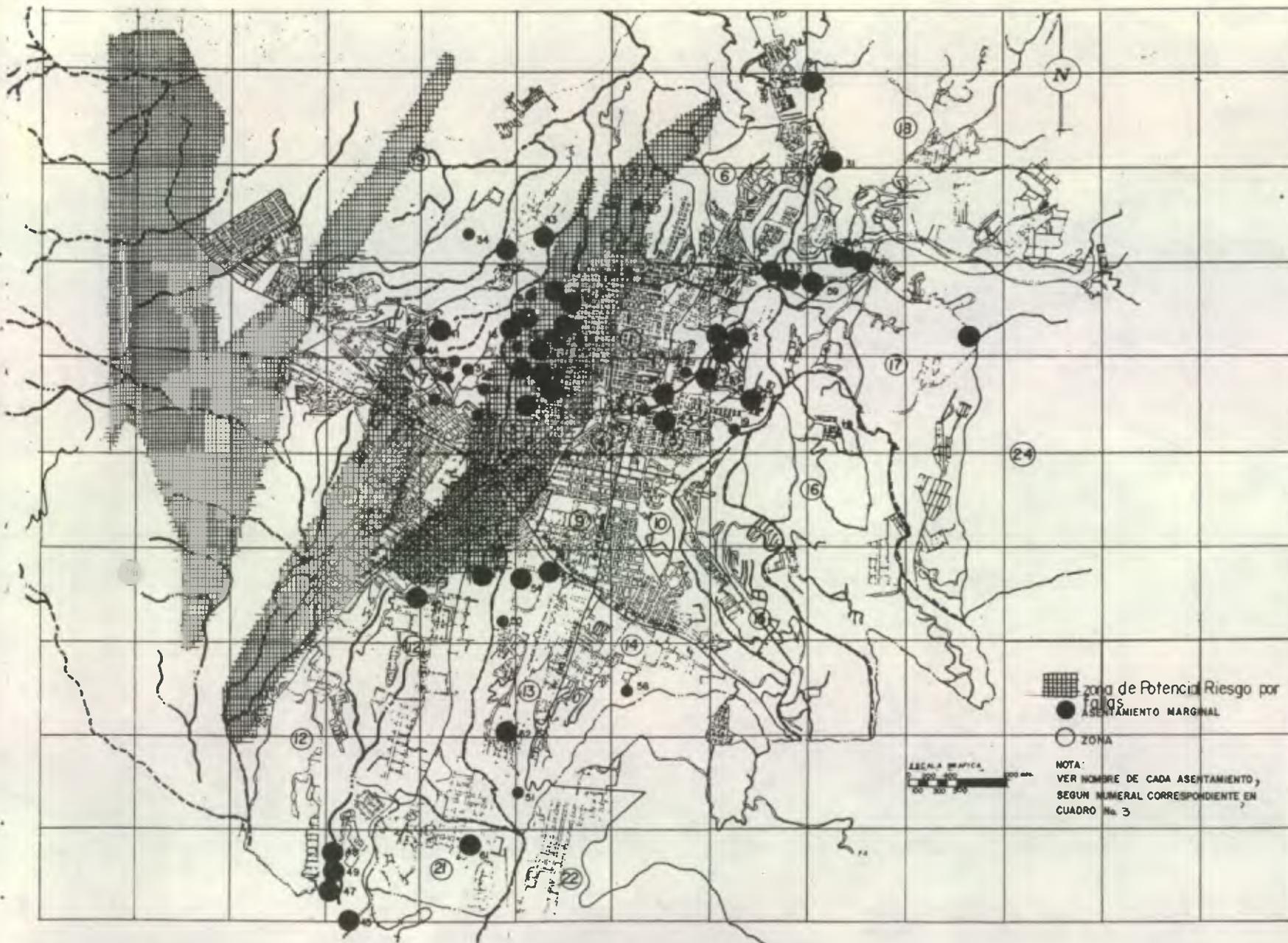
se puede observar que la arcilla y el humus mantienen aglomeradas las partículas de arena y limo, formando agregados de tamaños muy superiores, por lo que se requiere que la escorrentía posea una capacidad de arrastre y transporte excepcional.

La sobreposición del mapa #5 con el mapa #12 nos indica los asentamientos humanos en ladera propensos a este tipo de suceso. (Ver Mapa #15)

4.3 RIESGO DE DESASTRES EN AMG

A manera de síntesis en el cuadro #3 denominado riesgo de desastres en viviendas en laderas, se evalúa la vulnerabilidad de los asentamientos humanos de tipo marginal, localizados en los taludes de los barrancos del AMG, en relación con cada uno de los factores de riesgo a los que están expuestos: Pendiente y Relieve del terreno, riesgo sísmico, riesgo por fallas y riesgo por infiltración pluvial, dando a cada una de estas categorías una cifra simbólica del 20%, para así, unida a la densidad poblacional, lograr determinar el porcentaje de riesgo al que están expuestos. (Ver cuadro #3).

En el mapa #16, se determina gráficamente cuál es el sector que se encuentra más vulnerable a sucumbir ante un deslizamiento de tierras, lográndose a través de la sobreposición de los mapas 13, 14 y 15.



FUENTE PROPIA BASADA EN:

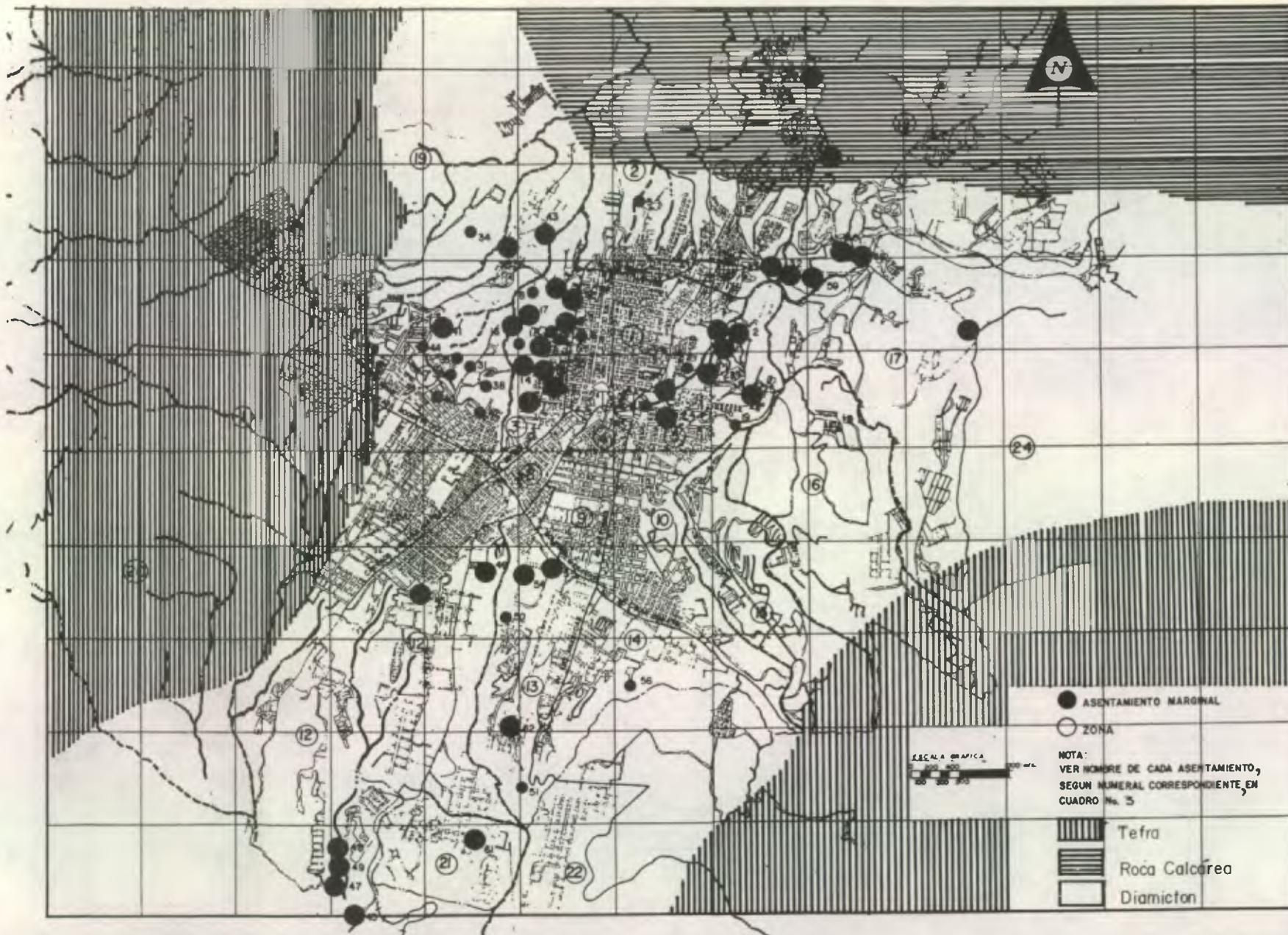
MAPA N° 9: Zona de Fallas Potenciales

MAPA N° 12: Asentamientos Marginales Localizados en Zonas de Riesgo

**ASENTAMIENTOS MARGINALES LOCALIZADOS EN
 ZONAS DE RIESGO
 POR FALLAS Y FRACTURAS**

MAPA N°

14



FUENTE PROPIA BASADA EN:

MAPA N° 5: Zonificación de la Ciudad, Según el Tipo de Suelo

MAPA N° 12 : Asemtamientos Marginales Localizados en Zonas de Riesgo

ASENTAMIENTOS MARGINALES LOCALIZADOS EN
 ZONAS DE RIESGO,
 SEGUN EL TIPO DE SUELO

MAPA N°

15

CUADRO N° 3

RIESGO DE DESASTRE EN VIVIENDAS EN LADERA DEL AMG

ASENTAMIENTO HUMANO EN LADERA		PENDIENTE 20 %		ZONA DE RIESGO SISMICO 20 %		ZONA DE RIESGO POR FALLAS 20 %		ZONA DE RIESGO POR INFILTRACION 20 %		DENSIDAD * 20 %			% DE RIESGO
		∨ 30 %	∧ 30 %	SI	NO	SI	NO	NO	SI	N° VIVIENDAS	N° FAMILIAS	N° HABITANTES	
ZONA 1													
1	COLINAS 1 Y 2	●		●			●	●		99	150	750	80 %
2	EL TUERTO	●		●			●	●		250	300	1500	100 %
ZONA 2													
3	VIVERO MUNICIPAL	●		●			●	●		75	150	750	100 %
ZONA 3													
4	COHETERIA	●		●		●		●		52	70	350	100 %
5	EL INCIENSO	●		●		●		●		559	600	3000	100 %
6	EL ESFUERZO, FINAL 14 CALLE	●		●		●		●		36	50	250	100 %
7	EL ESFUERZO, FINAL 15 CALLE	●		●		●		●		60	80	400	100 %
8	LAS CALAVERAS	●		●		●		●		30	40	240	100 %
9	LA CRUZ	●		●		●		●		22	40	200	100 %
10	LA JOYITA	●		●		●		●		51	60	360	100 %
11	ORALIA	●		●		●		●		150	180	1080	100 %
12	RUEDITA	●		●		●		●		350	600	3600	100 %
13	SAN JORGE	●		●		●		●		23	26	130	100 %
14	SANTA LUISA, EL MLAGRO	●		●		●		●		362	425	2500	100 %
15	SANTA ISABEL	●		●		●		●		42	79	395	100 %
16	SAN JOSE BUENAVISTA	●		●		●		●		300	350	2100	100 %
17	TRINIDAD	●		●		●		●		1500	1700	10200	100 %

FUENTE PROPIA BASADA EN Cuadro N° 2 y Mapas N° 13, N° 14 y N° 15

RIESGO DE DESASTRE EN VIVIENDAS EN LADERA DEL AMG

ASENTAMIENTO HUMANO EN LADERA		PENDIENTE 20 %		ZONA DE RIESGO SISMICO 20 %		ZONA DE RIESGO POR FALLAS 20 %		ZONA DE RIESGO POR INFILTRACION 20%		DENSIDAD * 20 %			% DE RIESGO
		∨ 30 %	∧ 30 %	SI	NO	SI	NO	NO	SI	Nº VIVIENDAS	Nº FAMILIAS	Nº HABITANTES	
ZONA 3													
18	TRES DE MAYO	●		●		●			●	150	200	1000	1 0 0 %
ZONA 5													
19	COVIAS	●		●			●		●	56	70	350	8 0 %
20	EL PUENTE	●		●			●		●	175	200	1000	8 0 %
21	LOURDES 1 Y 2	●		●			●		●	1700	4000	20000	8 0 %
22	EL LIMONCITO	●		●			●		●	70	75	375	8 0 %
23	SAN JOSE EL ESFUERZO	●		●			●		●	425	715	4200	8 0 %
24	QUINCE DE AGOSTO	●		●			●		●	700	4000	7000	8 0 %
25	SANTO DOMINGO LA CHACARA (SUR)	●		●			●		●	107	346	1220	8 0 %
ZONA 6													
26	FINCA EL CARMEN	●		●			●		●	113	150	750	8 0 %
27	JESUS DE LA BUENA ESPERANZA	●		●			●		●	400	450	2250	8 0 %
28	JOYA DE SENAHU 1	●		●		●			●	200	300	1500	1 0 0 %
29	JOYA DE SENAHU 2	●		●		●			●	625	800	4000	1 0 0 %
30	REINITA	●		●		●		●		583	810	4084	1 0 0 %
31	SANTA MARTA	●		●		●			●	125	150	900	1 0 0 %
32	TECUN UMAN	●		●			●		●	500	750	3000	8 0 %

FUENTE PROPIA BASADA EN:
Cuadro N.º 2 y Mapas N.º 13, N.º 14 y N.º 15

Continúa en la siguiente página →

RIESGO DE DESASTRE EN VIVIENDAS EN LADERA DEL AMG

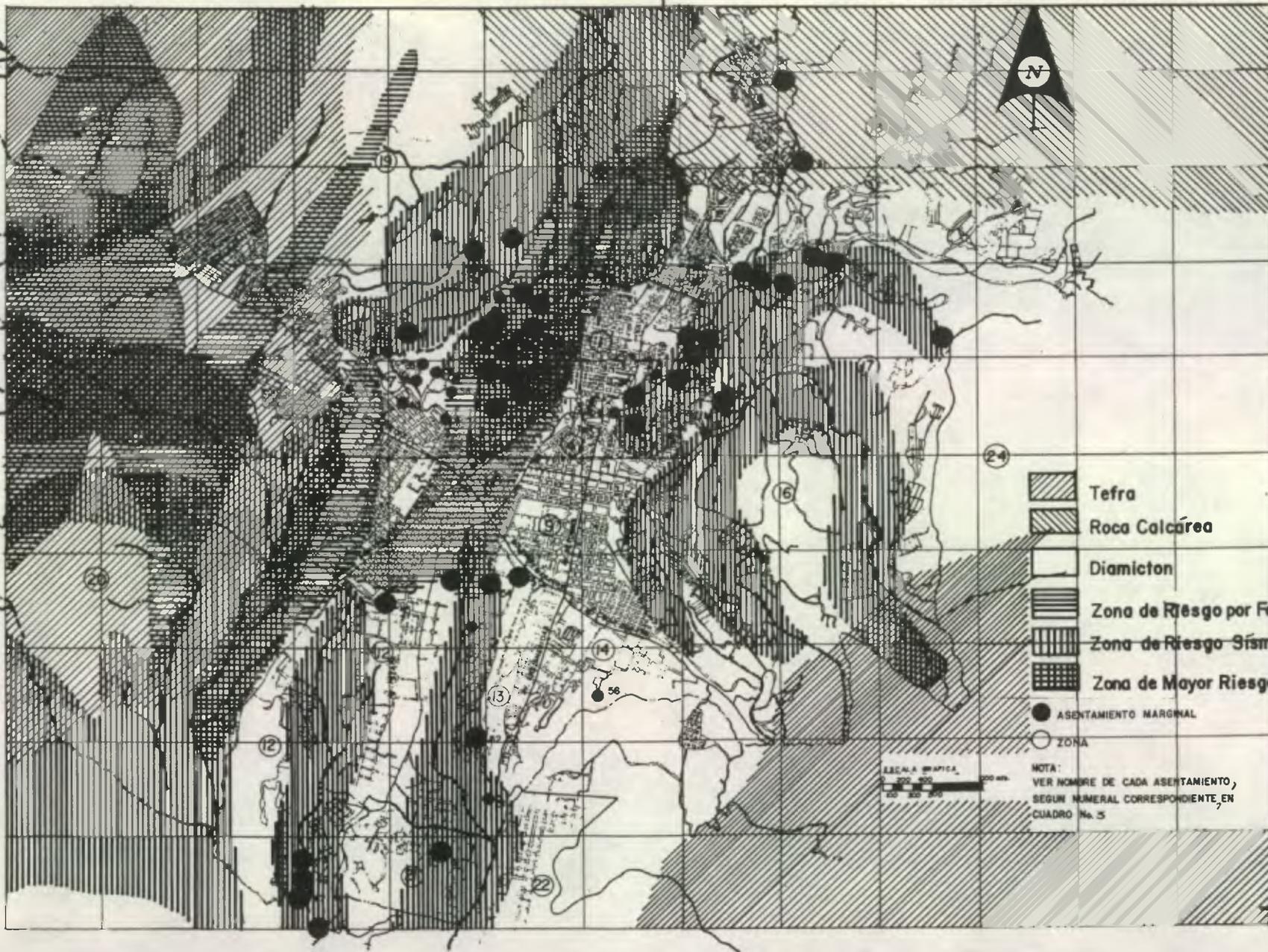
ASENTAMIENTO HUMANO EN LADERA		PENDIENTE 20 %		ZONA DE RIESGO SISMICO 20 %		ZONA DE RIESGO POR FALLAS 20 %		ZONA DE RIESGO POR INFILTRACION 20 %		DENSIDAD * 20 %			% DE RIESGO
		∨ 30 %	∧ 30 %	SI	NO	SI	NO	NO	SI	Nº VIVIENDAS	Nº FAMILIAS	Nº HABITANTES	
ZONA 7													
33	AURA ROSAL Y JOYA CINCO	●		●		●			●	122	137	685	1 0 0 %
34	BETHANIA 1	●		●		●			●	208	300	1500	1 0 0 %
35	BETHANIA 2	●		●		●			●	200	274	1370	1 0 0 %
36	BETHANIA 3	●		●		●			●	222	315	1575	1 0 0 %
37	JOYA 1	●		●		●			●	90	125	625	1 0 0 %
38	JOYA 2	●		●		●			●	198	250	1250	1 0 0 %
39	JOYA 3	●		●		●			●	224	400	2000	1 0 0 %
40	JOYA 4	●		●		●			●	135	150	750	1 0 0 %
41	MARIO JULIO SALAZAR	●		●		●			●	125	140	700	1 0 0 %
42	PALANGANA	●		●		●			●	26	36	180	1 0 0 %
43	OTTEN PRADO	●		●		●			●	110	135	675	1 0 0 %
44	RANCHERIA	●		●		●			●	208	258	1290	1 0 0 %
ZONA 12													
45	EL ESFUERZO	●		●			●		●	290	450	2250	8 0 %
46	EL CARMEN	●		●			●		●	48	56	280	8 0 %
47	MONTE DE LOS OLIVOS	●		●			●		●	200	400	2000	8 0 %
48	EL EXODO	●		●			●		●	800	2000	10000	8 0 %
49	TRES BANDERAS	●		●			●		●	350	400	1200	8 0 %

 FUENTE PROPIA BASADA EN:
 Cuadro N° 2 y Mapas N° 13, N° 14 y N° 15

Continúa en la siguiente página →

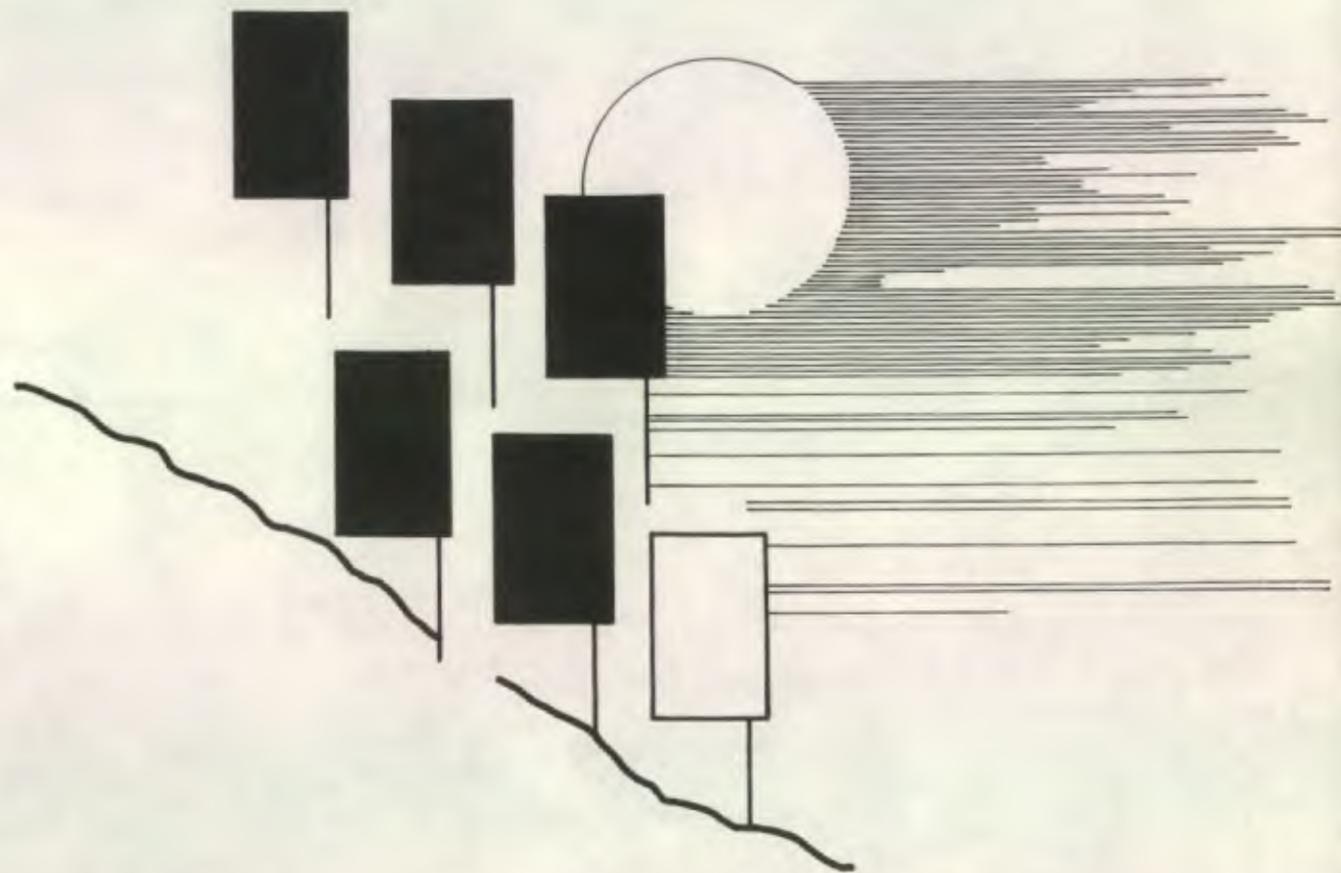
RIESGO DE DESASTRE EN VIVIENDAS EN LADERA DEL AMG

ASENTAMIENTO HUMANO EN LADERA		PENDIENTE 20%		ZONA DE RIESGO SISMICO 20%		ZONA DE RIESGO POR FALLAS 20%		ZONA DE RIESGO POR INFILTRACION 20%		DENSIDAD* 20%			% DE RIESGO
		∨ 30%	∧ 30%	SI	NO	SI	NO	NO	SI	Nº VIVIENDAS	Nº FAMILIAS	Nº HABITANTES	
ZONA 13													
50	LA FORESTAL	●		●					●	95	120	600	80%
51	LA ISLA	●		●					●	18	25	125	80%
52	SANTA FE, SECTOR 1	●		●					●	150	175	875	80%
53	SANTA FE, SECTOR 3	●		●					●	400	432	2160	80%
54	PLAZA DE TOROS	●		●					●	94	99	495	80%
55	REYNA BARRIOS	●		●				●		150	250	1250	80%
ZONA 14													
56	LA TERRONERA	●		●					●	150	210	1050	80%
ZONA 17													
57	LOS PINOS	●		●				●		67	90	450	60%
ZONA 18													
58	RENACIMIENTO SECTOR SUR	●		●					●	85	200	1000	80%
59	RENACIMIENTO MUNICIPAL	●		●					●	550	600	3000	80%
60	MEXICO	●		●					●	26	32	160	80%
ZONA 21													
61	VASQUEZ	●		●					●	325	350	1750	80%



FUENTE PROPIA BASADA EN:
 MAPA N° 5: Zonificación de la Ciudad de Guatemala, Según el Tipo de Suelo
 MAPA N° 9: Zona de Fallas Potenciales
 MAPA N° 10: Zona de Potencial Riesgo Sísmico
 MAPA N° 12: Asentamientos Marginales Localizados en Zonas de Riesgo

**RIESGO DE DESASTRES EN VIVIENDAS EN LADERA DEL
 AREA METROPOLITANA GUATEMALTECA**



PREVENCION Y MITIGACION

Capítulo Quinto

CAPITULO QUINTO

5.1 PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE RIESGOS POR DESLIZAMIENTOS

Considerándose los deslizamientos de tierra como las manifestaciones producidas por los fenómenos sísmicos e hidrometeorológicos que inciden en las laderas y barrancos del Área Metropolitana, se hace necesaria la búsqueda de técnicas que contribuyan a la mitigación de los riesgos a los que se expone la población aquí establecida y a las soluciones a la problemática del actual esquema económico, político y social de Guatemala, para que no se permita la proliferación de asentamientos marginales en zonas de riesgo, como la única medida de prevención válida.

5.2 MITIGACIÓN

La mitigación reduce el daño al momento de producirse el fenómeno, y abarca todas las medidas y protección del talud que puedan aplicarse en áreas ya pobladas, como por ejemplo: ⁽¹⁶⁾ (Ver Gráfica #12)

5.2.1 USO DE ZAMPEADOS Y PEDRAPLEN

Consiste este método en poner un recubrimiento de piedra con mortero de cal o cemento a los taludes; esto evita la infiltración del agua al talud, y con ello, aumenta considerablemente su estabilidad.

(16) Prado Montenegro, Augusto
Principios básicos en la estabilidad de los taludes
USAC - 1971, Pags. 57-75

5.2.2 VEGETACIÓN

La vegetación actúa como agente natural de protección de un talud, puesto que retarda el lavado de la pendiente; se debe usar de preferencia, plantas de la localidad, principalmente, y la denominada caña de carrizo, cuyo desarrollo se da en cualquier clima y clase de tierra.

5.2.3 CUNETAS REVESTIDAS

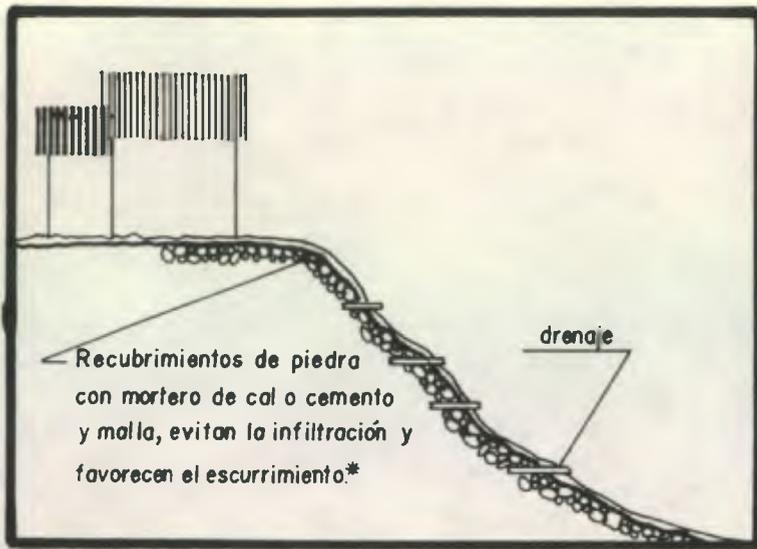
Cunetas revestidas de planchas de concreto o de medios tubos de concreto, colocados al pie o en la corona del talud para, luego, encauzar paralelamente a la pendiente, las corrientes de agua que puedan llegar a ser perjudiciales. (Ver fotos A y B)

5.2.4 APLICACIÓN DE PELÍCULAS BITUMINOSAS

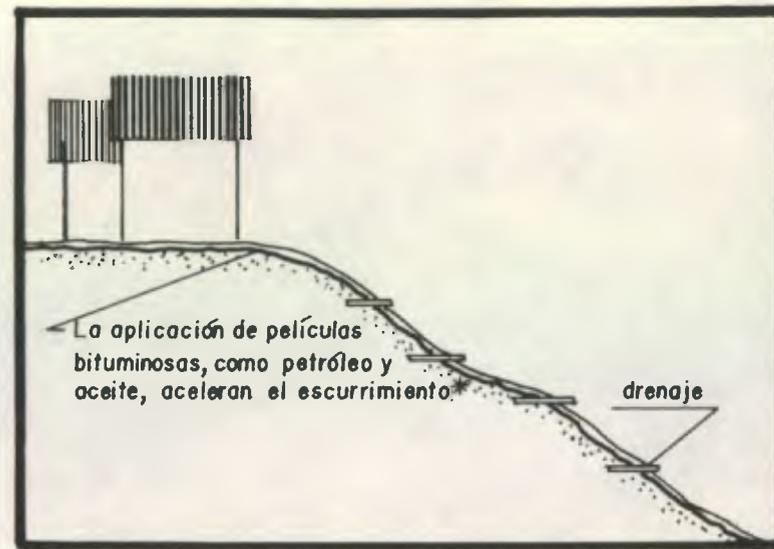
La aplicación de películas bituminosas, como petróleo, aceite, etc., sobreponiendo una capa de arena o pedrín o la aplicación de revestimiento de concreto pobre agarrado con malla, constituyen un buen método de protección de taludes. (Ver fotos C y D)

5.3 PREVENCIÓN

La prevención tiene como fin primordial, la disminución de la ocurrencia de este tipo de fenómenos, reduciendo la probabilidad de que el movimiento cause daño, lo que incluye las medidas de planificación destinadas a la utilización y estabilización del talud, así como las distancias mínimas recomendadas para la construcción de futuras edificaciones, como lo son:



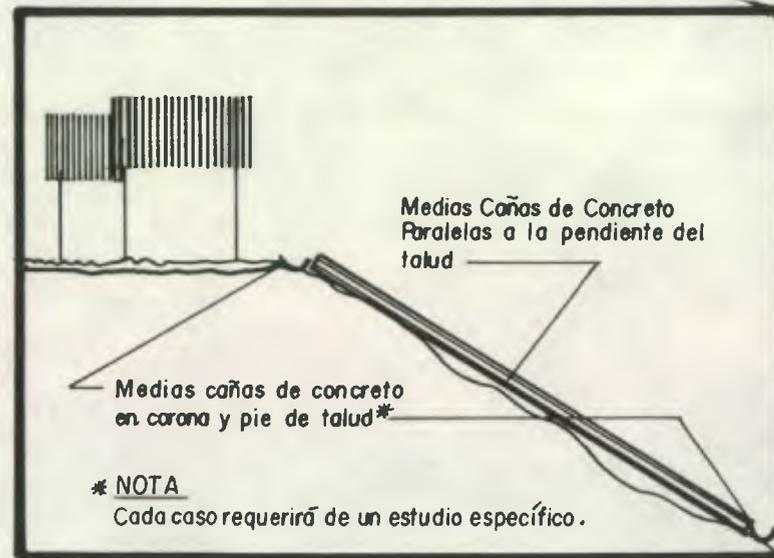
Recubrimientos



Películas



Vegetación



Medias Cañas

PROPUESTA DE
PROTECCION DE TALUDES

FUENTE PROPIA BASADA EN:

Prado Mantenegro, Augusto.

"Principios Básicos en la Estabilidad de los Taludes"

Tesis, Facultad de Ingeniería,
USAC, 1971.

GRAFICA N°

12

MEDIOS TUBOS DE CONCRETO DEBERAN SER COLOCADOS EN PIE Y CORONA DEL TALUD, PARA CONducIR LAS AGUAS PLUVIALES HACIA LAS CUNETAS COLOCADAS PARALELAMENTE A LA PENDIENTE DEL TALUD.



FOTOGRAFIA "A"



FOTOGRAFIA "B"

CUNETAS REVESTIDAS DE PLANCHAS DE CONCRETO O DE MEDIOS TUBOS DE CONCRETO, COLOCADAS PARALELAMENTE A LA PENDIENTE DEL TERRENO, PERMITEN LA FLUIDEZ Y EVITAN INFILTRACION PLUVIAL.

EJEMPLO DE
DRENAJE SUPERFICIAL EFICIENTE

FOTOGRAFIAS A Y B

CIUDAD PERONIA, GUATEMALA

MAYO DE 1989

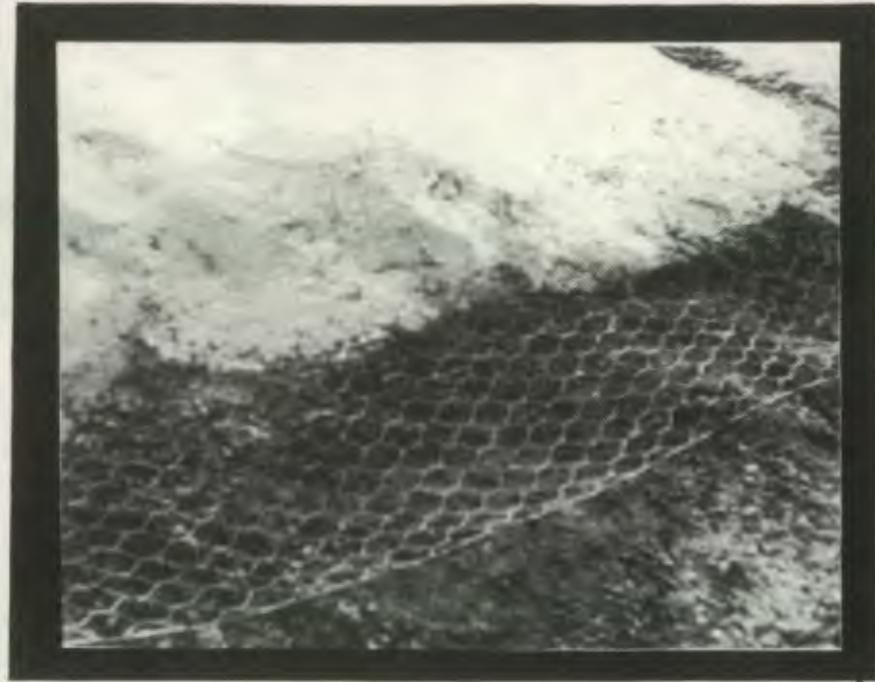
FOTOGRAFIAS

A y B



FOTOGRAFIA "C"

LA APLICACION DE PELICULAS BITUMINOSAS, COMO -
PETROLEO, ACEITE ETC., SOBREPONIENDO UNA CA-
PA DE ARENA O PIEDRIN, CONSTITUYEN UN BUEN
METODO EN LA PROTECCION DE TALUDES.



FOTOGRAFIA " D "

EJEMPLO DE
PROTECCION DE TALUDES

FOTOGRAFIAS C Y D
COLONIA EL PRADO, SANTA CATARINA PINULA
GUATEMALA, MAYO DE 1989

FOTOGRAFIAS

C y D

5.3.1 EMPLEO DE MATERIALES LIGEROS

Consiste este método en colocar como material de relleno, suelos de peso específico bajo que den momentos motores bajos; pueden usarse cajones de concreto huecos o tubos.

5.3.2 EMPLEO DE MATERIALES ESTABILIZANTES

Esta solución consiste en agregar materiales cementantes, asfaltos o sales químicas a los suelos, con el propósito de mejorar las propiedades de resistencia, de adherencia, etc.

5.3.3 EMPLEO DE MUROS Y RETENCION

La cimentación del muro debe quedar bajo la zona de fallas, pues, de lo contrario, podría suceder una falla por rotación que se llevaría al muro. Es necesario que posea un drenaje eficiente.

5.3.4 DRENAJES

La presencia del agua y su movimiento en el interior de la masa de suelo, hace del empleo de drenaje un elemento apropiado para poder estabilizar taludes. Las estructuras comunes, tales como: Cunetas, contracunetas, alcantarillas, etc., han sido indispensables en su uso (Ver inciso 5.2.3). En otras ocasiones, es preciso pensar en estructuras especiales del tipo de pantallas de drenes protectoras o en tuberías perforadas que penetren convenientemente en la masa de suelo. También se usan drenes, empleando bombas u otros métodos muy especiales. (Ver Fotografías A y B)

5.3.5 REDUCCION DE PENDIENTE

Según el tipo de material, se puede reducir la pendiente del talud haciendo, ya sea un corte o un relleno, conservando las siguientes proporciones:

Para corte en tefra, puede variar de 1/3; 1, para material cementado de 2:1, para la combinación arena, arcilla y en el diamictón de 1/2:1, para roca quebrada a 1:1, para roca suelta, para relleno; 2:1 diamictón y 1:1 tefra. (Ver Gráfica #13)

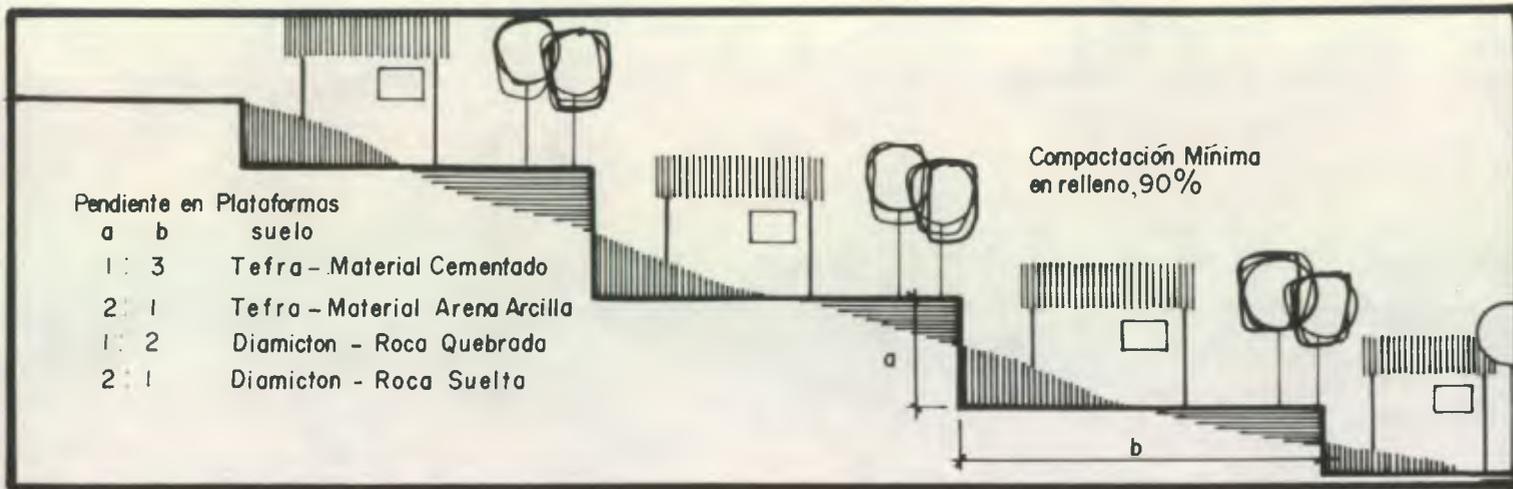
5.3.6 PLATAFORMAS Y TERRAZAS

El desarrollo de terrazas mediante el sistema de corte y relleno, es el más factible para la reducción de pendientes, de acuerdo a la clase de terreno. (Ver inciso 5.3.5)

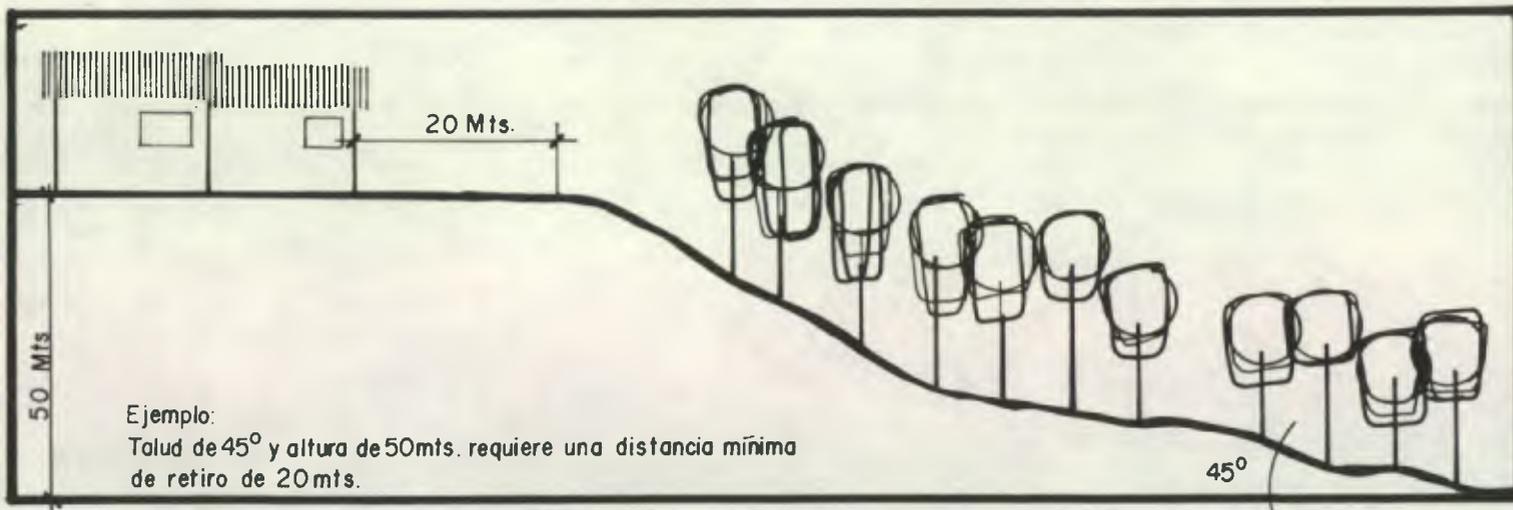
Para lograr la estabilización de un relleno, se hace necesario, previo a su aplicación, la total remoción de toda materia orgánica, considerándose el tamaño máximo de la roca 2 cms.² o la compactación mínima del 90% de material de relleno. Durante la etapa de planificación de un proyecto habitacional en laderas, las plataformas constituyen una solución segura, permitiendo así un máximo aprovechamiento del terreno. (Ver Gráfica #13 y fotografía E y F)

5.3.7 SELLADO DE GRIETAS

Para evitar una infiltración profunda a través de grietas y fracturas, se hace necesario el sellado de éstas, para lo que se recomienda hacer una zanja de 0.50 mts. de profundidad por 0.50



CORTE Y RELLENO



DISTANCIA MINIMA RECOMENDADA

PROPUESTA DE
CONSTRUCCION EN LADERAS

FUENTE PROPIA BASADA EN :

PRADO MONTENEGRO, AUGUSTO

"Principios Básicos en la Estabilidad de los Taludes"

Tesis, Facultad de Ingeniería

USA C, 1971.

KOOSE, FEDERICO

"Estudio de Deslizamientos de los Taludes de los Barrancos, en la Ciudad de Guatemala"

Symposium Sobre el Terremoto del 4 de Febrero de 1976 Guatemala, 1978

GRAFICA N°

13



FOTOGRAFIA "E"

DURANTE LA ETAPA DE PLANIFICACION DE UN PROYECTO HABITACIONAL EN LADERA, LAS PLATAFORMAS CONSTITUYEN UNA SOLUCION SEGURA, PERMITIENDO ASI UN MAXIMO APROVECHAMIENTO DEL TERRENO.



FOTOGRAFIA "F"

EJEMPLO DE UTILIZACION DE PLATAFORMAS EN LA PLANIFICACION DE ASENTAMIENTOS EN LADERA

FOTOGRAFIAS E Y F
CIUDAD PERONIA, GUATEMALA
MAYO DE 1989

FOTOGRAFIAS

E y F

mts. de ancho a todo lo largo de su desarrollo, fundiendo en el fondo una capa de concreto de 0.50 x 0.80 mts. de espesor, y rellenándola con el material excavado bien compactado.

5.3.8 TALA DE ARBOLES

En la parte superior de los taludes, es recomendable quitar los árboles que quedan a una distancia aproximada de 2 a 5 metros, ya que, muchas veces, el viento hace mover los árboles y las raíces de los mismos cuando están muy cerca del talud, dando lugar a que se provoquen deslizamientos. ⁽¹⁶⁾

5.3.9 USOS DEL TALUD

Al definir los patrones para el uso de la tierra, deberán reservarse las zonas de mayor riesgo, como espacios libres, zonas verdes, vías de acceso y áreas de recreación en zonas urbanas. (Ver Gráfica #14)

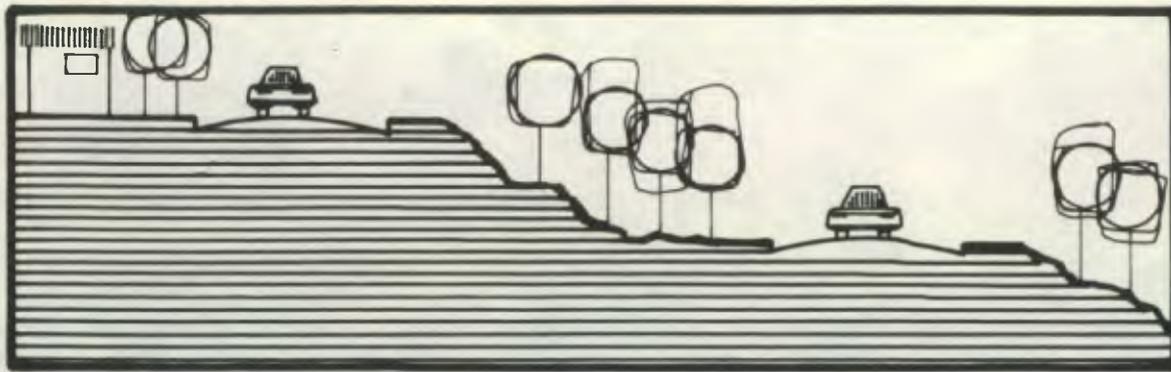
5.4 FACTORES DE SEGURIDAD EN VIVIENDAS EN LADERAS

Previo a la planificación de todo tipo de proyecto habitacional a desarrollarse en el borde de los barrancos y laderas, es indispensable tomar en cuenta distancias mínimas de riesgo, así como establecer los límites, a partir de los cuales, la construcción de las viviendas en las orillas de los barrancos podría considerarse segura.

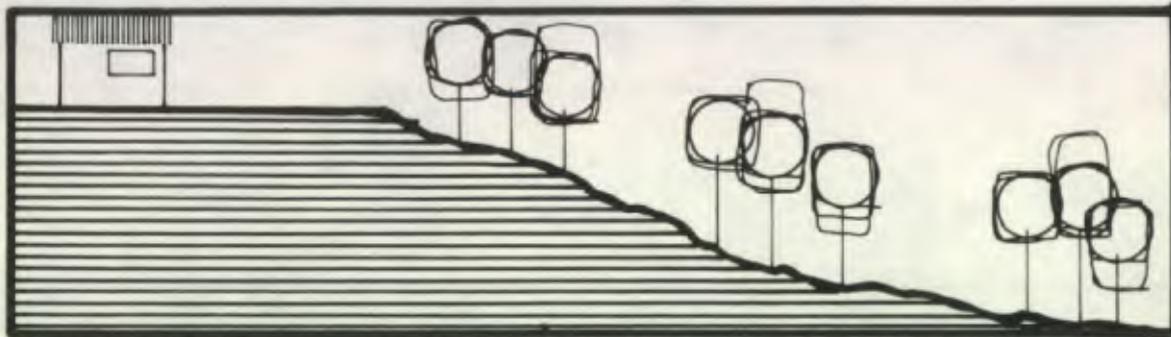
Para determinar el grado de riesgo a que se encuentra expuesta una unidad habitacional localizada en el borde de un barranco, es necesario tomar en cuenta factores, como: Pendiente, grado de erosión, frecuencia de deslizamientos, así como la composición del suelo.

En la tabla No. 1 y Gráficas 15 a 18, se recomiendan distancias que definen las zonas de riesgo y seguridad, en base a la altura y a la pendiente de los taludes de los barrancos del Area Metropolitana Guatemalteca, generalizando las particularidades de la composición del suelo. Al aplicarse a construcciones nuevas no pueden considerarse las distancias aquí recomendadas como definitivas, pues, cada caso requiere de un estudio específico.

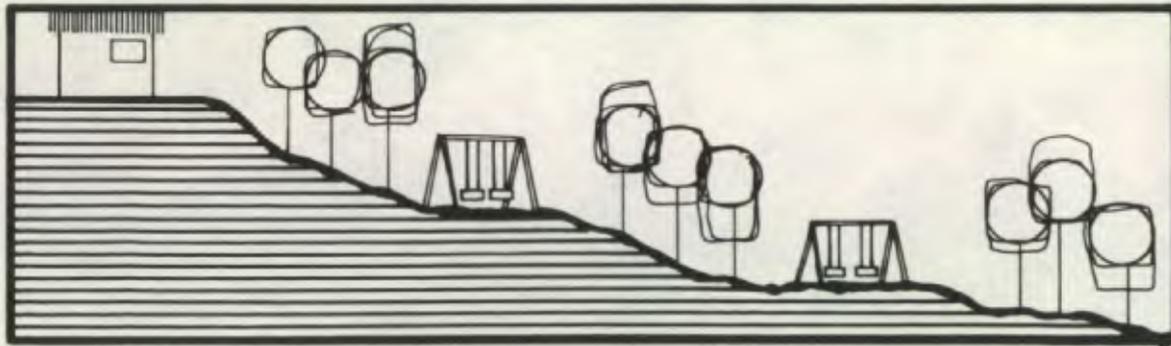
(16) Prado Montenegro, Augusto
Principios básicos en la estabilidad de los taludes
USAC - 1971, Pags. 57-75



VIAS DE ACCESO *



AREAS VERDES *



AREAS DE RECREACION *

NOTA*
Cada caso requerirá de un estudio específico.

PLANIFICACION EN LADERAS
CONSIDERADAS ZONAS DE ALTO RIESGO

FUENTE PROPIA BASADA EN:
Prado Montenegro, Augusto.

"Principios Básicos en la Estabilidad de los Taludes"

Tesis de la Facultad de Ingeniería

USAC, 1971

Koose, Federico

"Estudio de Deslizamiento de los Taludes de los Barrancos en la Ciudad de Guatemala Simposium Sobre el Terremoto del 4 de Febrero de 1976 Guatemala, 1978

TABLA N° 1

ANALISIS DE DESLIZAMIENTOS EN BARRANCOS. FACTORES DE SEGURIDAD.

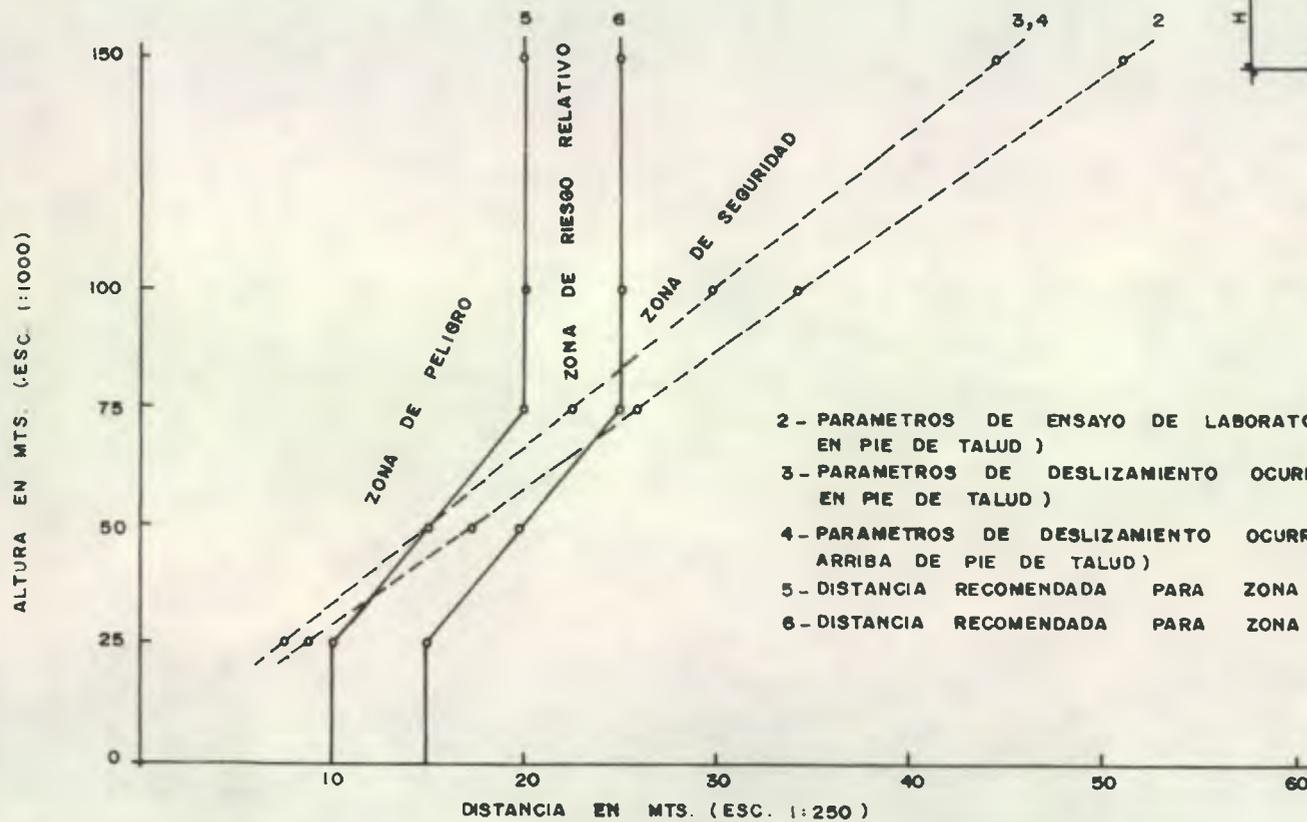
PENDIENTE	FALLA EN PIE DE TALUD CON PARAMETROS ENSAYOS DE LABORATORIO C=0.2 TON/PIE ² φ=40°				FALLA EN PIE DE TALUD CON PARAMETROS PRACTICOS C=4.4 TON/PIE ² φ=40°				FALLA EN PIE DE TALUD CON PARAMETROS PRACTICOS C=1.1 TON/PIE ² φ=40°			FALLA LOCAL ARRIBA PIE DE TALUD CON PARAMETROS PRACTICOS C=4.4 TON/PIE ² φ=40°			DISTANCIA PELIGROSA	DISTANCIA DE CONSTRUCCION SEGURA
	F.S.S.	DIST.S.	F.S.	DIST.	F.S.S.	DIST.S.	F.S.	DIST.	F.S.S.	F.S.	DIST.	F.S.S.	F.S.	DIST.		
ALTURA = 25 M. O INFERIOR																
90°	0.99	21.50	1.07	21.50	1.00	21.50	2.04	21.50	1.74	1.05	16.20	2.26	2.32	7.25	20.0	25.0
75°	1.00	16.50	1.13	16.50	2.06	16.50	2.28	16.50	2.05	2.20	12.50	2.12	2.23	7.33	15.0	20.0
60°	1.10	10.85	1.20	10.85	2.62	10.85	2.00	10.85	2.65	2.85	8.70	2.63	2.84	8.75	10.0	15.0
45°	1.22	8.60	1.34	8.60	3.17	8.60	3.49	8.60	2.74	2.99	7.50				10.0	15.0
ALTURA = 50 M.																
90°	1.05	46.50	1.05	45.66	1.51	46.50	1.56	45.66	1.16	1.24	52.40	1.34	1.38	14.50	30.0	40.0
75°	0.99	38.80	1.00	35.00	1.51	38.80	1.60	35.00	1.35	1.44	25.60	1.35	1.40	14.66	25.0	35.0
60°	0.98	29.80	1.03	21.70	1.81	29.80	1.78	21.70	1.54	1.65	17.00	1.69	1.82	17.50	15.0	25.0
45°	1.02	17.20	1.12	13.00	2.02	17.20	2.22	13.00	1.81	1.96	15.00				15.0	20.0
ALTURA = 75 M.																
90°	1.01	73.45	1.02	68.48	1.32	73.45	1.36	68.48	1.00	1.02	52.00	1.02	1.05	21.75	35.0	45.0
75°	1.00	60.0	1.00	58.0	1.30	60.0	1.36	58.0	1.10	1.18	38.40	1.06	1.11	22.0	30.0	40.0
60°	0.98	47.25	1.07	44.70	1.38	47.25	1.52	44.70	1.33	1.44	26.10	1.36	1.47	26.25	20.0	30.0
45°	1.05	29.80	1.14	25.80	1.49	25.80	1.66	25.80	1.50	1.67	22.50				20.0	25.0
ALTURA = 100 M.																
90°	1.00	97.72	1.00	91.21	1.23	97.72	1.25	91.21	0.99	1.00	79.20	1.02	1.09	54.00	40.0	50.0
75°	1.00	80.0	1.02	77.60	1.28	80.0	1.31	77.60	0.99	1.06	48.40	1.00	1.05	32.00	35.0	45.0
60°	1.00	68.0	1.00	59.60	1.26	68.00	1.38	59.60	1.08	1.16	34.0	1.20	1.29	35.00	25.0	35.0
45°	1.00	34.40			1.24	34.40	1.50		1.34	1.46	30.0				20.0	25.0
ALTURA = 150 M.																
90°	1.05	147.60	1.00	140.0	1.18	147.60	1.18	140.0	1.05	1.44	137	1.05	1.11	90.0	45.0	60.0
75°	1.00	124.50	1.00	116.40	1.18	124.50	1.20	116.40	1.05	1.11	105.0	0.98	1.05	76.30	40.0	55.0
60°	1.00	107.50	1.00	96.60	1.21	107.50	1.21	96.60	0.99	1.07	52.20	1.05	1.11	52.50	25.0	40.0
45°	0.98	51.60			1.21	51.60	1.34		1.18	1.28	45.0				20.0	24.0

NOMENCLATURA

F.S.S. = FACTOR DE SEGURIDAD CON SISMO
 DIST.S. = DISTANCIA CON SISMO
 F.S. = FACTORES DE SEGURIDAD SIN SISMO

DIST. = DISTANCIA SIN SISMO

CALCULO
 ING. F. KOOSE S.
 ING. J. ALVARADO



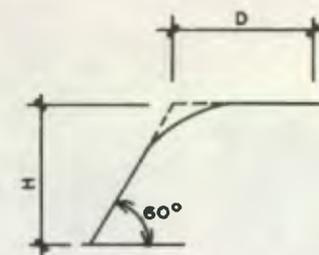
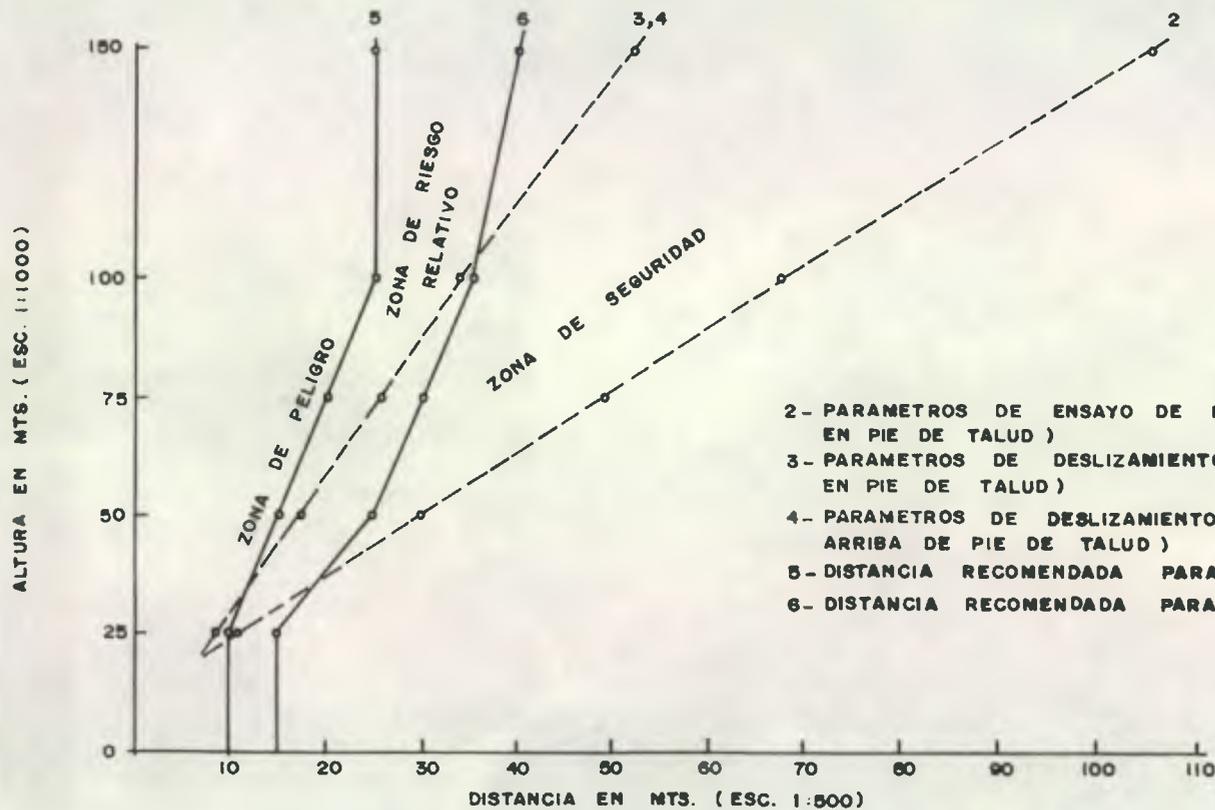
- 2 - PARAMETROS DE ENSAYO DE LABORATORIO (CIRCULO EN PIE DE TALUD)
- 3 - PARAMETROS DE DESLIZAMIENTO OCURRIDO (CIRCULO EN PIE DE TALUD)
- 4 - PARAMETROS DE DESLIZAMIENTO OCURRIDO (CIRCULO ARRIBA DE TALUD)
- 5 - DISTANCIA RECOMENDADA PARA ZONA DE PELIGRO
- 6 - DISTANCIA RECOMENDADA PARA ZONA SEGURA

LAB. SUELOS
ING. F. KOOSE

FUENTE
KOOSE FEDERICO
ESTUDIO DE LOS DESLIZAMIENTOS DE LOS TALUDES DE LOS BARRANCOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA
SIMPOSIUM SOBRE EL TERREMOTO DEL 4 DE FEBRERO DE 1976
GUATEMALA, 1978.

DISTANCIAS RECOMENDADAS PARA ZONAS DE SEGURIDAD Y PELIGRO, PARA ANGULO DE TALUD 45°

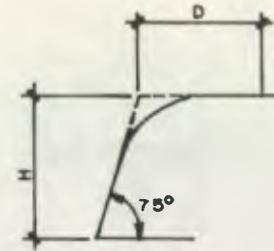
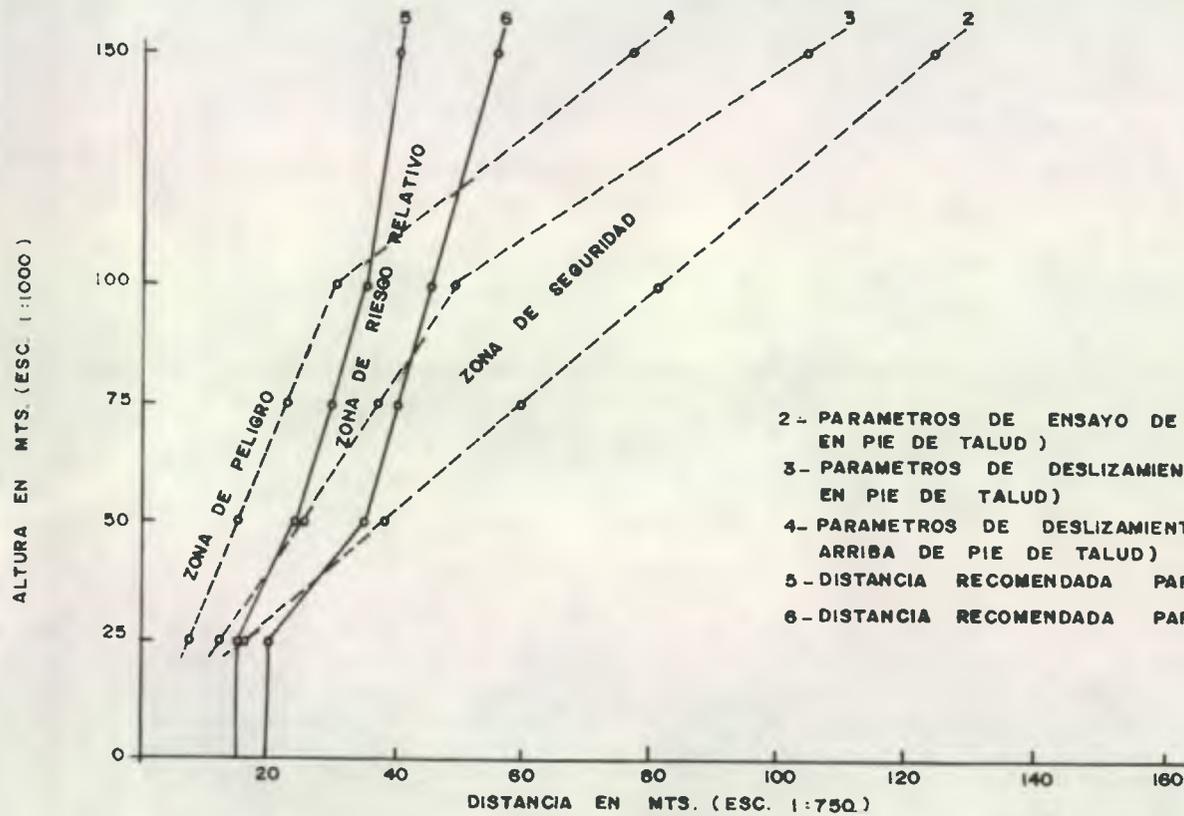
GRAFICAN



LAB. SUELOS
ING. F. KOOSE

FUENTE
KOOSE, FEDERICO
ESTUDIO DE LOS DESLIZAMIENTOS DE LOS TALUDES DE LOS BARRANCOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA
SIMPOSIUM SOBRE EL TERREMOTO DEL 4 DE FEBRERO DE 1976
GUATEMALA, 1978

DISTANCIAS RECOMENDADAS PARA ZONAS DE SEGURIDAD
Y PELIGRO, PARA ANGULO DE TALUD 60°



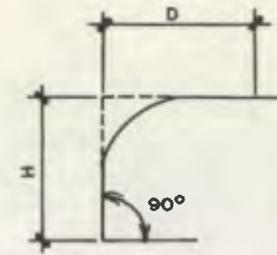
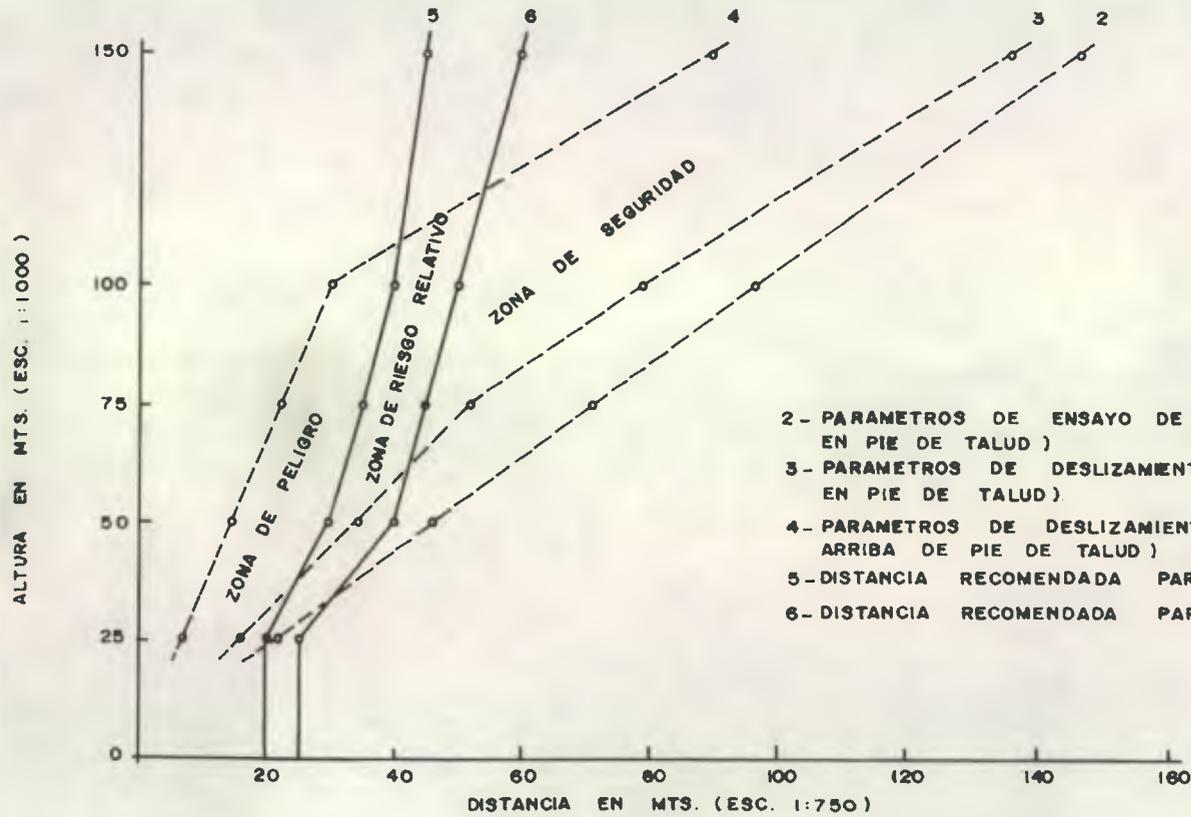
LAB. SUELOS
ING. F. KOOSE

FUENTE
KOOSE, FEDERICO
ESTUDIO DE LOS DESLIZAMIENTOS DE LOS TALUDES DE LOS BARRANCOS EN
LA CIUDAD DE GUATEMALA
SIMPOSIUM SOBRE EL TERREMOTO DEL 4 DE FEBRERO DE 1976
GUATEMALA, 1976.

DISTANCIAS RECOMENDADAS PARA ZONAS DE SEGURIDAD
Y PELIGRO, PARA ANGULO DE TALUD 75°

GRAFICA N.º

17



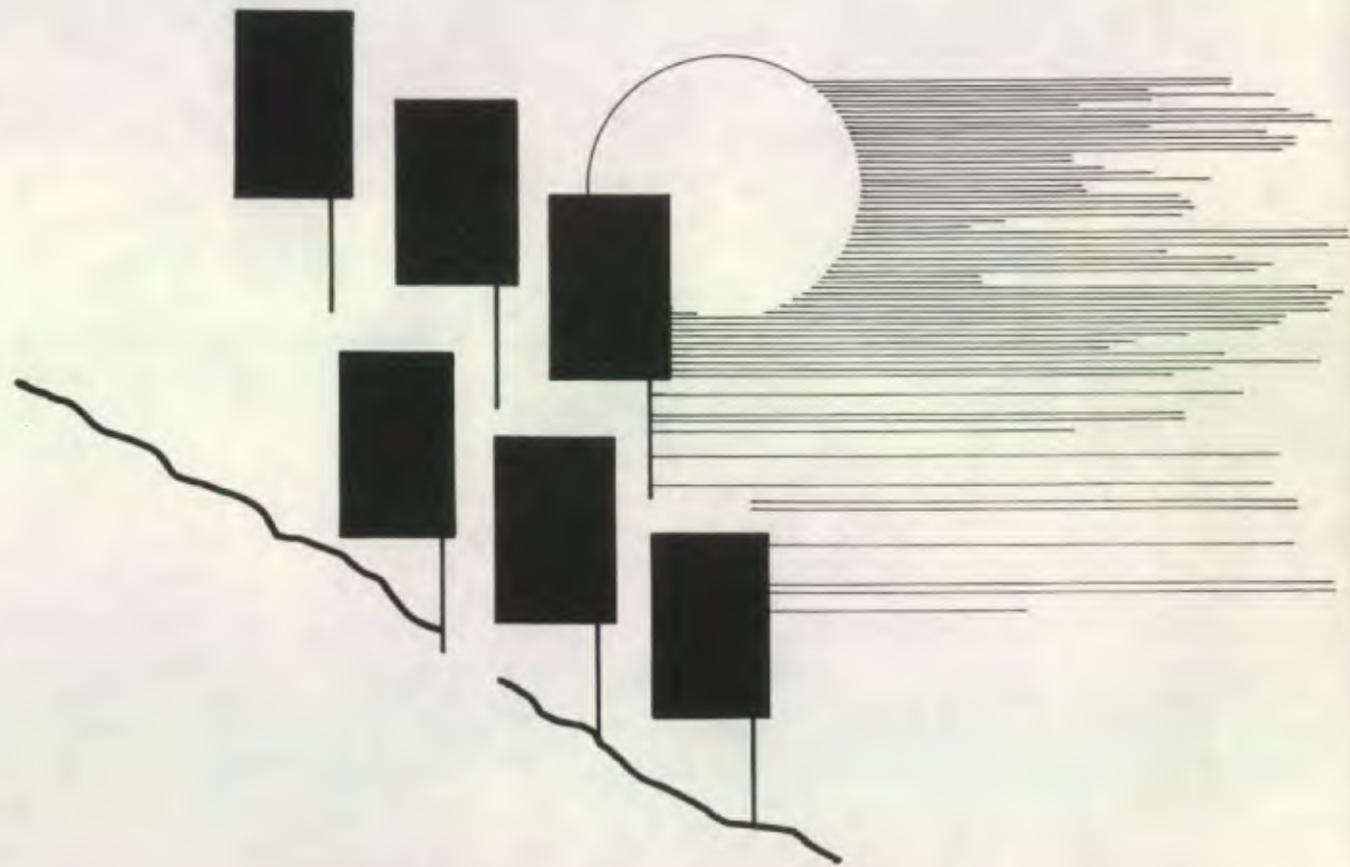
FUENTE
 KOOSE, FEDERICO
 ESTUDIO DE LOS DESLIZAMIENTOS DE LOS TALUDES DE LOS BARRANCOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA
 SIMPOSIUM SOBRE EL TERREMOTO DEL 4 DE FEBRERO DE 1976
 GUATEMALA, 1978.

LAB. SUELOS
 ING. F. KOOSE

GRAFICA N°

18

DISTANCIAS RECOMENDADAS PARA ZONAS DE SEGURIDAD
 Y PELIGRO, PARA ANGULO DE TALUD 90°



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Capítulo Sexto

CAPITULO SEXTO

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- 6.1.1 El 93% de los deslizamientos producidos por el terremoto del 4 de febrero de 1976 en la ciudad de Guatemala, se localizó en las laderas de los barrancos ubicados en el centro del Valle, en el depósito llamado diamictón, y el otro 7% se produjo en el depósito denominado tefra, en la escarpa de Mixco; en la escarpa de Santa Catarina Pinula no se registró ningún deslizamiento.
- 6.1.2 La zona tres, con una población marginal en ladera de 25,805 habitantes, es la más propensa a desastres por deslizamientos, al localizarse en el área de mayor influencia sísmica, fallas, fracturas e infiltración pluvial, así como la total carencia de planificación urbana, construcción con materiales temporales y una elevada densidad poblacional.
- 6.1.3 El 39% (61) de los 153 asentamientos marginales de la ciudad de Guatemala, están ubicados en laderas con pendientes mayores a 30°, albergando 120,679 habitantes en 15,556 viviendas de construcción informal.
- 6.1.4 Las viviendas localizadas en las laderas del centro del Valle, presentan un mayor riesgo de desastre por deslizamientos

que las ubicadas en las escarpas, debido al alto índice de densidad poblacional, a la escasez de sistemas constructivos adecuados y a la total ausencia de planificación urbana.

- 6.1.5 La problemática de los asentamientos marginales espontáneos localizados en las laderas y barrancos del Area Metropolitana guatemalteca, deberá buscar una solución, cambiando su actual esquema económico, político y social, de tal manera que no permita la proliferación de este tipo de conglomerados poblacionales.

6.2 RECOMENDACIONES

- 6.2.1 Se debe evitar construir viviendas y edificios en general, en laderas propensas a deslizamientos, a menos que el riesgo para los ocupantes sea aceptable y que la construcción se justifique desde el punto de vista socio económico.
- 6.2.2 Las laderas de los barrancos de la ciudad de Guatemala ocupadas por asentamientos marginales, deberán ser tratados según las medidas de protección de taludes expuestas en la sección de mitigación, en el capítulo No. 5 de este estudio.
- 6.2.3 Durante la planificación física del espacio, los riesgos por desastres naturales deberán introducirse como parámetros de restricción y prevención.
- 6.2.4 Se deberán adoptar medidas de carácter político, que propicien la descentralización económica, y que conlleven la creación de nuevos núcleos poblacionales.



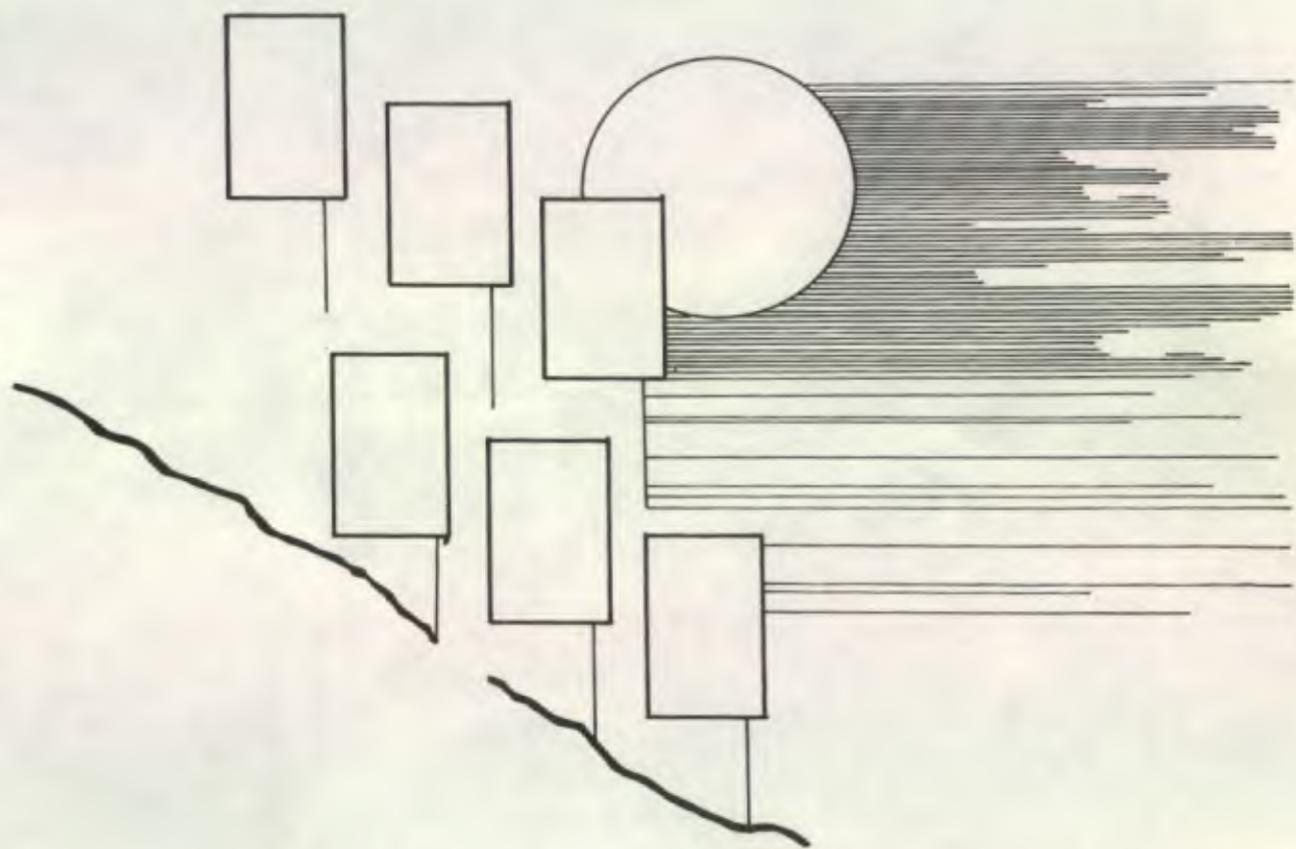
GLOSARIO

GLOSARIO

- 1.- **Andesita:**
Roca ígnea extrusiva de textura fina constituida de plagioclasa, anfíboles, mica y piroxenos.
- 2.- **Basalto:**
Roca volcánica de color negro o verdoso y muy dura, compuesta principalmente por feldespato y piroxeno o augita; se emplea en construcciones y en el empedrado.
- 3.- **Calizas:**
Roca compuesta principalmente de carbonato de calcio. Es un sedimento químico, en el cual, el material ha sido transportado en solución y, luego, precipitado por procesos químicos o bioquímicos.
- 4.- **Cohesividad:**
Propiedad de un suelo, mediante la cual, conserva su estabilidad debido a sus fuerzas internas.
- 5.- **Cretáceo:**
Tercero y último período de la era Mesozoica. Se sitúa entre 110-65 millones de años de la historia de la tierra.
- 6.- **Cuaternario:**
Dícese del terreno sedimentario más moderno en que aparecen los primeros vestigios de la especie humana.
- 7.- **Deslizamiento:**
Procesos que dan como resultado el movimiento hacia abajo y hacia afuera de todos los materiales que forman las laderas. (Ver figura #9)
- 8.- **Detritos:**
Suelo superficial, roca fragmentada que contiene gran cantidad de material grueso. (Partículas mayores que 2 mm.)
- 9.- **Diamictón:**
Se denomina a depósitos no clasificados, no estratificados, de espesor variable, compuestos de bloques, bombas y lapilli de pómez en una matriz fina de ceniza de fenocristales y de fragmentos líticos, distribuyéndose según el relieve topográfico al momento de la efusión.
- 10.- **Dolomita:**
Roca formada por carbonato doble de cal magnesia.
- 11.- **Escarpa:**
Declive del Terreno.
- 12.- **Estratigrafía:**
Disposición en capas. Es la característica estructural más importante y universal de las rocas sedimentarias.
- 13.- **Falla:**
Secuencia de movimientos resultantes de compresión, tensión, o bien, rotación, que actúa en una masa de rocas.

- 14.- Graben:**
Depresión topográfica de origen tectónico.
- 15.- Granito:**
Mezcla granuda de cuarzo, feldespato y mica, a veces con hoblenda o aguita y con numerosos minerales accesorios.
- 16.- Hidrometeorológico:**
Fenómenos climatológicos con presencia hídrica.
- 17.- Horst:**
Elevación topográfica de origen tectónico.
- 18.- Lapilli:**
Material de proyecciones volcánicas, de 3 a 30 mm. de diámetro.
- 19.- Licuefacción:**
Cuando se incrementa la presión intersticial en un suelo, éste pierde repentinamente su resistencia; se comporta como un líquido, y fluye.
- 20.- Litología:**
Parte de la Geología, que estudia las piedras.
- 21.- Magma:**
Masa formada por rocas fundidas, que se encuentra en bolsas, en el interior de la corteza terrestre. La naturaleza y aspecto de un magma, depende de los elementos constituyentes, aunque todos contienen silicatos. Cuando una masa magmática comunica con el exterior de la corteza, se constituye en un fenómeno volcánico.
- 22.- Meteorización:**
Erosión producida en una roca por los agentes atmosféricos, los cambios de temperatura y, en general, por la intemperie.
- 23.- Onda Sísmica:**
Forma de expansión de un movimiento telúrico.
- 24.- Placas Tectónicas:**
Grandes plataformas que conforman la corteza terrestre; en la actualidad se tiene conocimiento de la dirección del movimiento de 17 de ellas.
- 25.- Pleitoceno:**
Primera época del período cuaternario, que comprende las glaciaciones y los interglaciares.
- 26.- Precario:**
Carente de condiciones mínimas de habitabilidad y confort.
- 27.- Rocas Igneas:**
Rocas producidas por la acción del fuego.
- 28.- Rocas Fossilíferas:**
Rocas que contienen fósiles en su composición.

- 29.- Sedimentos Fluviales:**
Suelos que presentan características propias al fondo de los ríos.
- 30.- Sedimentos Lacustres:**
Suelos que presentan características propias al fondo de los lagos y lagunas.
- 31.- Suelos Residuales:**
Suelos superficiales que contienen materia orgánica.
- 32.- Talud:**
Inclinación del parámetro de un terreno.
- 33.- Tefra:**
Producto de cenefas volcánicas transportadas por el viento. Presenta dura resistencia a la tensión más baja que las tobas volcánicas.
- 34.- Terciario:**
Período geológico que se sitúa en 65 millones de años. Se caracteriza por una importante actividad.
- 35.- Vocación Urbana:**
Zona propicia para el desarrollo de un área urbana, con características de seguridad, vías de acceso, factibilidad de servicios, etc.



BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- A.1.- Consejo Nacional de Planificación Económica
Bases para una Política de Descentralización Económica y Administrativa
 X Consejo Centroamericano de Arquitectura
 - 1984 -
- A.2.- Consejo Nacional de Planificación Económica
Bases para una Política de Integración Territorial en Guatemala
 X Consejo Centroamericano de Arquitectura
 - 1984 -
- 1.- Aguilar Arrivillaga, Eduardo
Estudio de la Vivienda Rural en Guatemala
 Universidad San Carlos de Guatemala, 1980
 - 1984 -
- 2.- Gándara Gaborit, José Luis, y Otros
La Vivienda Popular en Guatemala y Evaluación de la vivienda antes y después del Terremoto de 1976
- 3.- Harp Edwin, Willson Raymond, Wieczorec Geral
Landslides from the february 4, 1976, Guatemala Earquark Geological Survey Professional pappel 1204-A
 Departament of the Interior U.S. Printing Washington, 1981
- 4.- INFOM
Los Servicios Básicos y el Equipamiento Comunal
 X Congreso Centroamericano de Arquitectura
 La Arquitectura el Urbanismo y la Crisis Centroamericana Actual
 - 1984 -
- 5.- INSIVUMEH
Informe Final Estudio de Aguas Subterráneas en el Valle de Guatemala
 Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas
 Guatemala, noviembre 1978
- 6.- Koose, Federico
Estudio de Deslizamientos de los Taludes de los Barrancos en la Ciudad de Guatemala
 Simposium sobre el terremoto del 4 de febrero de 1976
 Guatemala, 1978
- 7.- M. Assar (MSSE)
Guía de Saneamiento en Desastres Naturales
 Organización Mundial de la Salud
- 8.- Memorias del Simposium sobre el Terremoto de 1976
 Guatemala, 1978

- 9.- Mérida Alva, Carmen Marina
Causas de los Deslizamientos de Tierra y Reducción de Riesgos.
Tesis de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala, 1986
- 10.- Ocheita R., Ramiro R.
Estudio de la Susceptibilidad a la Erosión de la Cuenca del Río Villalobos.
Tesis de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala, 1974
- 11.- Organización de Naciones Unidas (ONU)
Declaración de Barcelona sobre la Población y el Futuro Urbano
1986
- 12.- SEGEPLAN
El sistema de Centros Urbanos en Guatemala
Junio 1981
- 13.- Solorzano, Valentín
Evolución Económica de Guatemala
Guatemala 1963
- 14.- Sally, Windhelm Bilodeau
Urban Geologic Problems Associates with the Mixco Fault Zonea
Simposium del Terremoto del 4 de febrero de 1976.
Guatemala. 1978
- 15.- X Congreso Centroamericano de Arquitectura
La Arquitectura, El Urbanismo y la Crisis Centroamericana
Guatemala, Noviembre 1984



ANEXO

ANEXO

TITULARES DE PRENSA 1969 - 1989

- * *El Imparcial, 25 de agosto de 1969*
Grietas derriban árboles y rompen conductores eléctricos en zona 12.
- * *El Gráfico, 3 de julio de 1976*
Chinautla, Guatemala
Hundimientos a causa de las lluvias han cortado caminos y casas; se hunde la tierra como consecuencia de las lluvias y pequeños sismos; se evacúa a la población.
- * *El Gráfico, 21 de agosto de 1976*
Colonia La Ruedita a punto de ser devorada por grietas en barrancos.
- * *El Gráfico, 11 de octubre de 1987*
Veintidós mil personas amenazadas por desprendimiento del cerro "Piedrecitas", zona 6.
- * *El Gráfico, 31 de agosto de 1978*
Por lluvias, se hunde tramo de calle contiguo a Anillo Periférico, zona 12.
- * *El Gráfico, 2 de julio de 1979*
Dos muertos, un centenar de viviendas dañadas, interrupciones viales, derrumbes y hundimientos en la capital.
- * *El Gráfico, 9 de julio de 1979*
Chinautla, Guatemala
4,000 habitantes se encuentran aislados por destrucción del puente.
- * *El Gráfico, 22 de mayo de 1980*
A causa de lluvias, se produjo hundimiento al final del Anillo Periférico, zona 12.
- * *El Imparcial, 2 de octubre de 1980*
Un muerto y cinco heridos en un derrumbe que soterró una vivienda en la zona 5.
- * *El Gráfico, 14 de octubre de 1981*
Correntadas de piedras y lodo provocan daños en calles y avenidas.
- * *El Gráfico, 21 de octubre de 1982*
Chinautla termina por hundirse entre las aguas negras.
- * *El Gráfico, 30 de octubre de 1986*
Chinautla, Guatemala
Continuidad de daños materiales, con un promedio de casa por día.

- * *El Gráfico, 6 de octubre de 1986*
Zona 2
Varias casas agrietadas y desplomadas, una iglesia evangélica dañada.
- * *El Gráfico, 10 de octubre de 1986*
Colonia El Milagro, zona 6, Mixco
Reporte de la presencia de 22 viviendas agrietadas, así como el temor de que con las últimas lluvias ocurra otro deslizamiento.

HURACAN FRANCELIA

- * 7 de abril de 1969 pag. 2
"Niños soterrados, uno muere y dos golpeados."
Al sorprenderlos un derrumbe mientras ellos jugaban cerca de sus casas, en la zona 7.
- * 14 de abril de 1969 pag. 43
"Lluvias causan estragos."
Las fuertes lluvias que han caído, están dejando algunos estragos en ciertas partes de la ciudad.
- * 19 de mayo de 1969 pag. 8
"Lluvias causan daños."
Fuertes inundaciones causaron ayer las lluvias que azotaron la ciudad.
- * 16 de junio de 1969 pag. 2
"Por Aguaceros, se Inundan Varias Zonas."
Diversos sectores fueron inundados por lluvias con viento.
- * 17 de junio de 1969 pag. 8
"Lluvias causan daños."
Paredes derrumbadas, casas destechadas, árboles caídos y múltiples inundaciones, ocurrieron ayer por fuerte chubasco que azotó en horas de la tarde varios sectores de la capital.
- * 20 de junio de 1969 pag. 19
"Deslave en Palín"
Dos familias campesinas estuvieron a punto de morir soterradas bajo una lava de lodo, cuando sus viviendas fueron arrasadas por un deslave.
- * 25 de junio de 1960 pag. 15
"Daños en la ciudad"
Graves y costosos, daños materiales, como consecuencia de fuertes lluvias caídas ayer en la ciudad.
- * 3 de julio de 1960 pag. 40
"Sufren Estragos."
Las torrenciales lluvias caídas ayer en las vertientes del Pacífico, causan fuertes daños.

- * 4 de julio de 1960 pag. 17
 "Población alarmada"
 Impresionantes torrentes descienden de las montañas en Ciudad Vieja, y temen que sufran otra catástrofe como la de 1941.
- * 8 de julio de 1969 pag. 12
 "Lluvias causan derrumbe en la Carretera Roosevelt."
 Varios derrumbes originados por fuertes lluvias caídas en el tramo carretero.
- * 4 de agosto de 1969 pag. 44
 "Derrumbe interrumpió el tránsito de la Carretera a El Salvador."
 En la Carretera Roosevelt, tramo oriental entre los kilómetros 24 y 25, a consecuencia de un derrumbe de piedras y lodo, el tráfico quedó paralizado más de 12 horas.
- * 5 de agosto de 1969 pag. 4
 "Daños a la propiedad"
 Siete zonas afectadas por inundaciones; numerosas viviendas resultan perjudicadas. También es afectada una granja de la zona 12 de esta ciudad, de donde desembocan las aguas pluviales de un amplio sector.
- * 9 de agosto de 1969 pag. 15
 "Lluvias hacen estragos."
 Fuertes lluvias causaron la tragedia que ocurrió en el barranco de la colonia Lourdes.
- * 18 de agosto de 1969 pag. 14
 "Trágico derrumbe"
 Se produjo derrumbe en el cerro Jurún Marinalá; la hidroeléctrica no sufre daños, se informó.
- * 25 de agosto de 1969 pag. 12
 "Hundimiento en la zona 14"
 Se abre grieta de 100 metros de longitud, aproximadamente.
- * 26 de agosto de 1969 pag. 8
 "Medidas Preventivas"
 Construirá la Municipalidad un puente en el lugar del hundimiento, en la zona 14.
- * 27 de agosto de 1969 pag. 8
 "Geólogos estudiarán causa del hundimiento."
 Pudieran tener origen en los numerosos pozos que han sido abiertos, dice el director de Obras Públicas.
- * 30 de agosto de 1969 pag. 4
 "Copioso invierno"
 Desde hace 32 años, no se sabía de un mes tan lluvioso como agosto, dice la meteorología nacional.
- * 1 de septiembre de 1969 pag. 8
 "Nuevo hundimiento"
 Agrandó la cavidad que ya se había abierto, causando gran alarma a los vecinos del sector.

- * 6 de septiembre de 1969 pag. 2
"Camioneta soterrada"
Por derrumbe ocurrido en el km. 17 1/2, Carretera Roosevelt.
- * 9 de septiembre de 1969 pag. 37
"La catástrofe de 1949"
Datos sobre el temporal que azotó hace 20 años, durante 40 días.
- * 22 de septiembre de 1969 pag. 2
"Chinautla se hunde."
Río de aguas negras socava terreno de la población.
- * 23 de septiembre de 1969 pag. 6
"4 mueren soterrados."
Se cubrían de la lluvia en una cueva de la zona 3.
- * 24 de septiembre de 1969 pag. 8
"600 personas evacuadas."
Habitantes de tres colonias de la zona 6, temen que las lluvias destruyan sus viviendas.
- * 24 de septiembre de 1969 pag. 13
"Seguirá temporal."
Encuentro de vientos alisios con fríos polares causan las lluvias fuertes que azotan a la ciudad.
- * 29 de septiembre de 1969 pag. 13
"Evacuan campamento."
610 personas llevadas otra vez al edificio de la Cruz Roja.

- * 29 de septiembre de 1969 pag. 53
"Chaparrón ayer"
Casas de diversas zonas, afectadas por chubasco.
- * 3 de octubre de 1969 pag. 17
"Geólogo estudia causa de los hundimientos de la zona 14"
Se cree que es por los pozos abiertos cerca del lugar, y se usará material selecto para cubrir la grieta, que ha alcanzado 5 metros de profundidad y 200 de longitud.
- * 4 de octubre de 1969 pag. 2
"Evaluación de las lluvias"
El observatorio Meteorológico rinde informe, y nos dice que la precipitación pluvial es tan alarmante, que sólo el 4 de septiembre, en un área determinada, cayeron tres millones de metros cúbicos de agua, y una de las causas fue el huracán Francelia.

ZONAS INUNDADAS

- * 6 de julio de 1973 pag. 24 Prensa Libre
Daños en el sur de la capital causó ayer una fuerte lluvia, árbol cae sobre un automóvil, tránsito interrumpido y familia queda aislada en la zona 12.

LA TIERRA AVISA CUANDO TIEMBLA

- * 6 de julio de 1973 pag. 23 Prensa Libre
Un recuento de los terremotos que han ocurrido en Guatemala, y todos llegan a coincidir que antes de que se produzca el terremoto, han habido una serie de temblores previos a él.

TERREMOTO, FEBRERO DE 1976

- * “La meta en Vancouver: Mejorar la calidad de vida del hombre”
4 de mayo de 1969 pag. 16 Prensa Libre
La próxima reunión de Naciones Unidas, en Vancouver, Canadá, tiene su génesis en el convencimiento del problema prioritario de la humanidad, que es la baja calidad de los asentamientos humanos.

DRAMATICAS ESCENAS POR INUNDACIONES

- * 7 de mayo de 1,976 pag. 4 Prensa Libre
Las lluvias de ayer provocaron inundaciones en las zonas 3, 8 y 11, pero, también afectaron a cientos de familias de otras áreas marginales.

El doctor Mariano Rodríguez Genis dice a La Nación: “Los únicos que pueden anticipar terremotos son los perros y los gatos.”

9 de mayo de 1976 pag. 10 La Nación
Es un análisis del origen del terremoto y un estudio profundo del mismo.

EL TERREMOTO OBLIGA A LLEVAR ADELANTE UN PLAN DE DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD

- * 16 de mayo de 1976 pag. 24 Impacto
La Municipalidad de Guatemala y el Centro de Estudios Urbanos y Regionales de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el estudio del plan, contemplan las medidas a tomar en el futuro ante posibles desastres.

GRIETAS CAUSADAS POR EL TERREMOTO, REPARA RECONSTRUCCION DE ASFALTOS

- * 18 de mayo de 1976 pag. 2 Impacto
Intenso trabajo de resello e impermeabilización en toda la ciudad, previo a las lluvias.

A LOS 100 DIAS, RENACE CHINAUTLA

- * 18 de mayo de 1976 pag. 2 Impacto
Población recibió el golpe de la muerte el pasado 4 de febrero, vuelve a la vida.

TERREMOTO 76

- * 30 de mayo de 1976 pag. 22 Impacto
Es una crítica de la catástrofe del terremoto del '76.

SEVERIDAD DEL TERREMOTO DEL 4 DE FEBRERO

Parte I

- * 20 de septiembre de 1976 pag. 5 El Gráfico
Condensando el informe preliminar realizado por el U.S. Geological Survey. Hablándonos en ese informe de la severidad del terremoto del 4 de febrero, daños producidos por el mismo, y la intensidad que obtuvo.

SEVERIDAD DEL TERREMOTO DEL 4 DE FEBRERO

Parte II

- * 21 de septiembre de 1976 pag. 5 El Gráfico
La distribución de los daños en las construcciones de adobe.

123 INUNDACIONES OCASIONARON LAS LLUVIAS DE AYER

- * 30 de septiembre de 1976 pag. 3 El Gráfico
Diversas zonas capitalinas sufrieron los rigores de los violentos aguaceros, llegando a un total de 123 inundaciones que se produjeron ayer en esta ciudad, preferentemente en

áreas alojadas del centro de la ciudad, y los cuerpos de servicio laboraron hasta la entrada de la noche para prestar el auxilio en el caso de los damnificados.

ASPECTOS TECTONICOS RELACIONADOS CON EL TERREMOTO DEL 4 DE FEBRERO DE 1976 EN GUATEMALA

- * 19 de abril de 1976 pag. 20 Prensa Libre
Continuación del resumen del artículo publicado en la revista Science, el 24 de septiembre de 1976.

SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE EL TERREMOTO, INAUGURADO AYER

- * 15 de mayo de 1978 pag. 5 Diario de Centro América
Es un recuento de los terremotos ocurridos en los últimos tiempos, haciendo énfasis en el terremoto del '76, el cual, ha sido observado bajo el lente de la ciencia.

TERREMOTOS PROVOCADOS PARA EVITAR CATASTROFES

- * 5 de julio de 1981 Suplemento Horizontes
Diario Impacto
Reportaje sobre la provocación de ciertos temblores que ayudan a retener un movimiento sísmico.

CORRENTADA ARRASTRO VIVIENDAS Y UN PARQUE EN LA ZONA 13 ABAJO DEL AEROPUERTO

- * 9 de julio de 1,981 Diario Impacto
Grandes correntadas de agua arrastraron algunas pequeñas
viviendas y destruyeron un parque en la colonia Santa Fe, de
la zona 13.

DECLARAN ESTADO DE EMERGENCIA

- * 20 de septiembre de 1,982 pág. 2 Prensa Libre
Temporal se agudizará en todo el territorio.

LLUVIAS Y FUERTES VIENTOS CAUSARON DAÑOS EN LA CAPITAL

- * 20 de septiembre de 1,982 pág. 2 Prensa Libre
Calles anegadas de agua y lodo, árboles derribados por los
vientos fuertes que han azotado en esta capital.

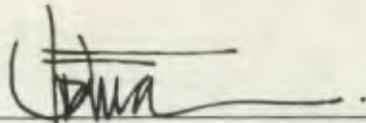
TEMPORAL PODRIA PROLONGARSE 72 HORAS MAS DICE INSIVUMEH

- * 20 de septiembre de 1,982 pág. 2 Prensa Libre
Las lluvias y lloviznas intermitentes provocadas por la
presencia en la costa del pacífico de la depresión tropical,

podría prevalecer de un 48 a 72 horas más, informó el
INSIVUMEH.

COMITE DE EMERGENCIA ACTUA

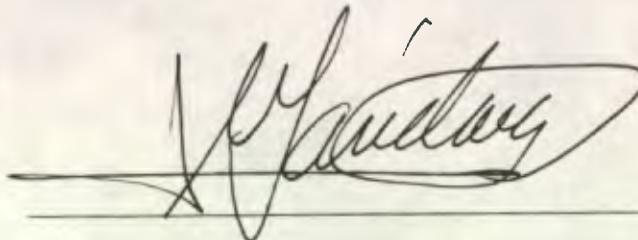
- * 20 de septiembre de 1,982 pág. 4 Prensa Libre
Los fuertes aguaceros acompañados de vientos huracanados
que azotan el territorio nacional, derribaron trece humildes
viviendas.



JUAN FERNANDO ARMAS BORJA
SUSTENTANTE



MAGDA LISSETTE MEJIA GUILLEN
SUSTENTANTE



Vo. Bo. ARQ JOSE LUIS GANDARA GABORIT
ASESOR

IMPRIMASE:



ARQ. FRANCISCO CHAVARRIA SMEATON
DECANO