

Hay que tomar en cuenta que el índice Rr es el único factor que puede poseer valores de cero para las áreas de poco relieve (planas o casi planas), en tal caso y aunque los otros factores indiquen condiciones adversas, no se desarrollan los deslizamientos por falta de laderas de pendientes suficientes.

A1.1.2. Índice Litológico (L)

La influencia de la litología en la generación de remociones, es muy importante y también es la más difícil de evaluar, debido en ocasiones, a la falta de datos geotécnicos cuantitativos; a pesar de esta limitante, en la clasificación litológica se debería de incluir la mayor información posible (tanto bibliográfica como de campo), y como mínimo es aconsejable obtener información de la resistencia del material (cohesión, grado de alteración, etc.), estructuras (diaclasas, estratificación, etc.), capacidad de drenaje y la profundidad del nivel freático. Entonces, la calificación de la litología deberá de contemplar al menos: El tipo de litología y las características fisico-mecánicas de las distintas unidades, y definiendo en forma subjetiva para cada área de estudio, una tabla haciendo uso de los calificativos y valores utilizados en la **Tabla A1-3**.

Índice Litológico (L)	Calificativo
1	bajo
2	moderado
3	medio
4	alto
5	muy alto

Tabla A1-3. Índices litológicos y los calificativos respectivos (según Mora Castro y Vahrson, 1991).

A1.1.3. Índice de la Humedad del suelo (H)

En el caso de la humedad natural del suelo, lo ideal sería determinarla por mediciones directas de campo, pero en ausencia de ellas, la humedad podría determinarse haciendo uso de la información de la precipitación promedio mensual y de la evapotranspiración potencial mensual en el área de estudio¹⁴¹.

La precipitación promedio mensual se categoriza según la clasificación de la **Tabla A1-4**, se suman los doce valores asignados cada mes en una estación, y se llega a un valor acumulado entre 0 y 24, el cual se clasifica en cinco grupos, según la **Tabla A1-5**.

Precipitación promedio (mm/mes) ¹⁴²	Valor asignado
< 125	0
125-250	1
>250	2

Tabla A1-4. Clasificación de los promedios mensuales de la precipitación (según Mora Castro y Vahrson, 1991).

Valor acumulado	Calificativo	Valor del parámetro (H)
0-4	muy bajo	1
5-9	bajo	2
10-14	medio	3
15-19	alto	4
20-24	muy alto	5

Tabla A1-5. Calificación del factor humedad (H) (según Mora Castro y Vahrson, 1991).

¹⁴¹ MORA CASTRO...

¹⁴² Según MORA CASTRO (1991), el valor de 125 mm, corresponde a una tasa generalizada de la evapotranspiración potencial mensual en América Central. y el valor 250, corresponde al límite de una "humedad muy alta" en el suelo.

A1.1.4. Índice de la actividad sísmica (S)

Con el objeto de establecer los criterios para definir las clases de influencia de la actividad sísmica sobre la generación de remociones en masa, se realiza un análisis retrospectivo de la actividad sísmica en el lugar para determinar cual es el potencial de generación de remociones en masa por parte de los sismos.

La Tabla A1-6 indica la capacidad generadora de remociones en masa de los sismos según su intensidad MM y el valor del factor respectivo. En esta tabla se han definido 10 clases (pesos relativos) para cada situación específica. Es importante recalcar que debido a que la sismicidad es el elemento de disparo más importante, se le ha asignado un valor máximo de 10 para su índice de influencia.

IMM	Calificativo	Valor de S	IMM	Calificativo	Valor de S
III	leve	1	VIII	elevado	6
IV	muy bajo	2	IX	fuerte	7
V	bajo	3	X	bastante fuerte	8
VI	moderado	4	XI	muy fuerte	9
VII	medio	5	XII	extremadamente fuerte	10

Tabla A1-6. Calificación del factor sismicidad (S) (según Mora Castro y Vahrson, 1991).

A1.1.5. Índice de las lluvias intensas (LI)

Para la caracterización de la intensidad de las lluvias, se pueden seguir varios métodos, siendo uno de ellos, el siguiente:

Se calcula la precipitación máxima esperada para un período de retorno de 100 años para las estaciones que existen en el área, o se puede utilizar un sistema más práctico y sencillo, que consiste en utilizar los registros de precipitación pluvial de una década, y con ellos calcular el promedio de precipitación pluvial para cada estación meteorológica. Con estos valores de precipitación, se asigna o asignan los valores correspondientes del parámetro lluvia (LI), según la Tabla A1-7.

pp promedio (mm)	Calificativo	Valor del Parámetro (LI)
< 50	muy bajo	1
50-90	bajo	2
90-130	medio	3
130-175	alto	4
> 175	muy alto	5

Tabla A1-7. Clasificación de los valores de lluvias máximas de una duración del día para un periodo de una década (según Mora Castro y Vahrson, 1991).

A1.2. Valores de los Niveles y Clases de Amenaza

Para determinar la amenaza por remociones en masa en un área, se realiza la combinación de los pesos relativos de los valores paramétricos ya descritos, haciendo uso de la Ecuación 1.

$$Ar = (Rr * L * H)(S * LI) \quad (1)$$

donde: Ar= es la amenaza por remociones; H= es el índice de influencia de la humedad usual del suelo
 Rr= es el índice de influencia del relieve relativo S= es el índice de influencia de la intensidad sísmica máxima
 L= es el índice de influencia de las condiciones litológicas LI= es el índice de influencia de la intensidad de las lluvias

La combinación de los factores se realiza considerando que las remociones en masa ocurren cuando en determinada ladera, compuesta por determinada litología, con cierto grado de humedad y con cierta pendiente, adquiere un grado de susceptibilidad (elementos pasivos), y bajo estas condiciones, los factores externos y dinámicos (sismicidad y lluvia intensa), actúan como elementos de disparo que destruyen el equilibrio de las laderas.

Con las combinaciones realizadas para cada unidad de área, se obtiene una serie de rangos y clases que reflejan la amenaza de generación de remociones en masa en determinada zona. En la **Tabla 3.9**, se muestra una clasificación de niveles de amenaza que puede ser utilizada para la evaluación en un área.

Potencial	Clase	Grado de amenaza
0-5	I	muy bajo
6-31	II	bajo
32-161	III	moderado
162-512	IV	mediano
513-1249	V	alto
> 1250	VI	muy alto

Tabla A1-8. Clasificación de la amenaza de remociones en masa (según Mora Castro y Vahrson, 1991).

a. Calificación Geotécnica de Rocas y suelos según sus Propiedades¹⁴³

ALTERACION

Rango (%)	Calificativo	Identificación	Calidad Geotécnica
0-25	Sin alteración evidente (A1)	Minerales brillosos, frescos, buena resistencia al golpe.	Excelente para cimientos y como material de construcción.
20-25	Algo alterada (A2)	Minerales sin brillo, opacos. Color original oculto por alteración. Se rompe con relativa facilidad al golpe.	Buena para cimientos. Requiere limpiar.
50-75	ALTERADA (A3)	Los minerales se presentan pulverulentos y sin brillo. Se rompe fácilmente al golpe.	Regular. Requiere limpiar parte alterada.
75-100	DESCOMPUESTA (A4)	Los minerales presentan alto grado de alteración fisicoquímica. Formación incipiente de suelo. Se preserva la estructura de la roca.	Mala para la construcción. Para fundar poner pilotes.
100	SUELO (A5)	Alteración total de la roca. No se distingue estructura de la roca. Nuevos minerales y otro color como producto de la alteración.	Mala, descartar para fundar. Requiere pilotes o cimiento profundo.

FRACTURAS

Espaciamiento (mts)	Calificativo	Identificación	Calidad Geotécnica
>3.00	MACIZA (F1)	Fracturas bastante espaciadas entre sí (más de 3 metros)	Excelente para fundación de obras.
3.00-1.00	POCO FRACTURADA (F2)	Fracturas espaciadas a veces no distinguibles.	BUENA
1.00-0.30	MEDIANAMENTE FRACTURADA (F3)	Espaciamiento regular entre fracturas.	BUENA
0.30-0.05	MUY FRACTURADA (F4)	Fracturas muy próximas entre sí. Se separan en bloques tabulares.	Regular a mala. Requiere limpiar material fragmentado.
<0.05	FRAGMENTADA (F5)	La roca se muestra astillosa y se separan lascas con facilidad.	Mal a pésima. Descartar uso o limpiar y estabilizar ladera.

COHERENCIA

Calificativo	Identificación	Calidad Geotécnica
QUEBRADIZO (C1)	Se quiebra con cierta facilidad al golpe de martillo. Deja bordes cortantes.	Buena para fundación.
ALGO QUEBRADIZO (C2)	Se quiebra con facilidad al golpe de martillo	Buena a regular para fundación.
FRAGIL (C3)	Puede ser quebrado por presión de los dedos.	Muy malo para fundación y construcción.
DELEZNABLE (C4)	Se pulveriza al golpe del martillo. Se deshace con la presión de los dedos.	Muy malo.

CONSISTENCIA DE SUELOS COHESIVOS FINOS (Arcilla-Limo)

Calificativo	Identificación	Calidad Geotécnica
MUY BLANDA	Se escurre entre los dedos cuando se aprieta con el puño. Puede aplastarse varios centímetros.	PESIMA
BLANDA	Fácilmente moldeable con los dedos.	MALA
FIRME	Puede ser moldeado con presión fuerte de los dedos.	REGULAR-MALA
RIGIDO	No puede ser moldeado con los dedos sólo con la uña.	REGULAR-BUENA
MUY RIGIDO, DURO	Muy resistente, no se apiasta con la uña. Hasta quebradizo.	BUENA

¹⁴³ Tomado de "Fenómenos Geodinámicos", Medina R., Juvenal.

**DENSIDAD RELATIVA O GRADO DE COMPACTACION NO COHESIVOS
(Limo, Arena fina)**

Den.Rel.	Calificativo	Identificación	Calidad Geotécnica
0.00-0.20	MUY SUELTA	Fácilmente lavados por el agua o removidos por el viento.	MALA
0.20-0.40	SUELTA	Se disgrega ante la menor presión de los dedos.	MALA
0.40-0.70	MEDIANAMENTE COMPACTO	Requiere fuerte presión para disgregarse con los dedos.	REGULAR
0.70-0.90	COMPACTO	Requiere fuerte presión con el martillo para disgregarse.	BUENA
0.90-1.00	MUY COMPACTO	No se disgrega al golpe del martillo.	EXCELENTE

b. Clasificación de los perfiles de suelo¹⁴⁴

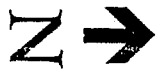
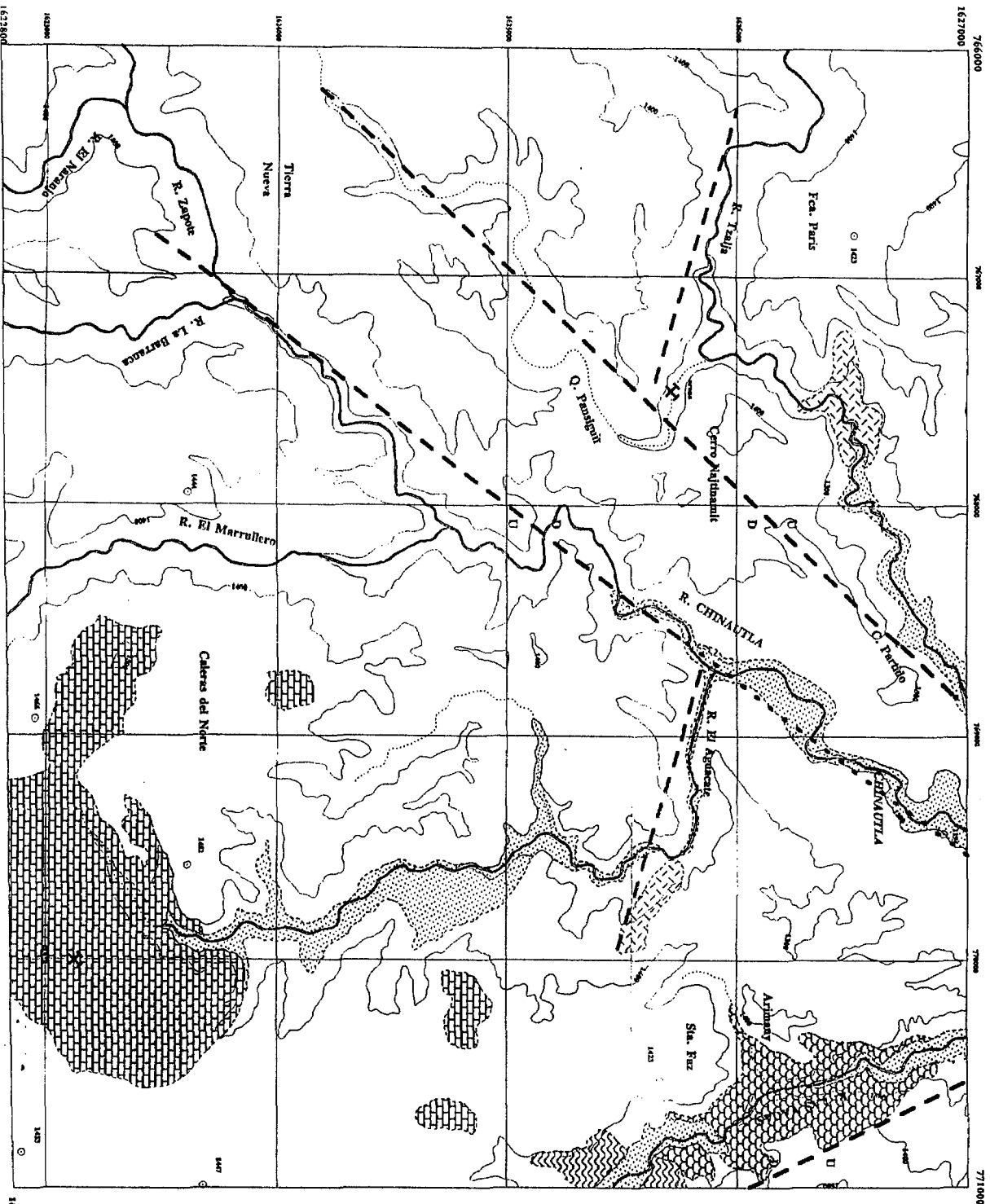
perfil del suelo	Características
S1	<ul style="list-style-type: none"> Roca de cualquier clase; tal material puede caracterizarse por velocidades de onda de corte mayores que 800 metros por segundo; Suelo rígido cuyo basamento rocoso está a menos de 50 metros de profundidad y constituido por cenizas volcánicas, arenas, gravas densas o arcillas firmes
S2	<ul style="list-style-type: none"> Suelo firme, cuyo basamento rocoso está a más de 50 metros de profundidad y cuyos depósitos son cenizas volcánicas, suelos granulares densos, limos densos o arcillas firmes; En general, suelos firmes y estables cuyos perfiles no clasifican como S1 ni como S3.
S3	<ul style="list-style-type: none"> Depósitos de más de 10 metros de espesor de cenizas, arenas o limos desde sueltos hasta de densidad media; Depósitos de más de 10 metros de espesor de arcillas blandas o semi-blandas con o sin estratos arenosos intermedios; En general, perfiles de suelo donde la velocidad de onda de corte del depósito es menor de 200 metros por segundo.

En caso de duda se tomará el resultado más crítico de suponer perfil S2 y S3

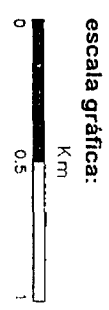
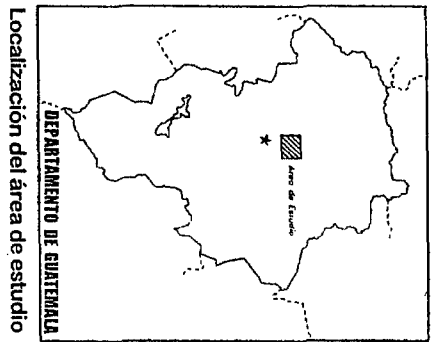
¹⁴⁴ Tomado de "Perfiles básicos de suelo en el Valle de Guatemala; zonificación preliminar", Monzón D., H. y Molina, E. Sin fecha.

Apéndice 1

MAPA GEOLOGICO



- LEYENDA**
- Alluvion Reciente
 - Depositos Volcanicos
 - Lavas andesiticas
 - Calizas
 - Granito
 - Diorita/gabro
 - Falla izquierda
 - Falla oculta
 - Canteras
 - Rios
 - Quebradas



TESIS DE GRADO:

CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

"EVALUACION DE AMENAZA POR DESLIZAMIENTOS EN EL MUNICIPIO DE CHINAUTLA, GUATEMALA"

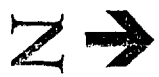
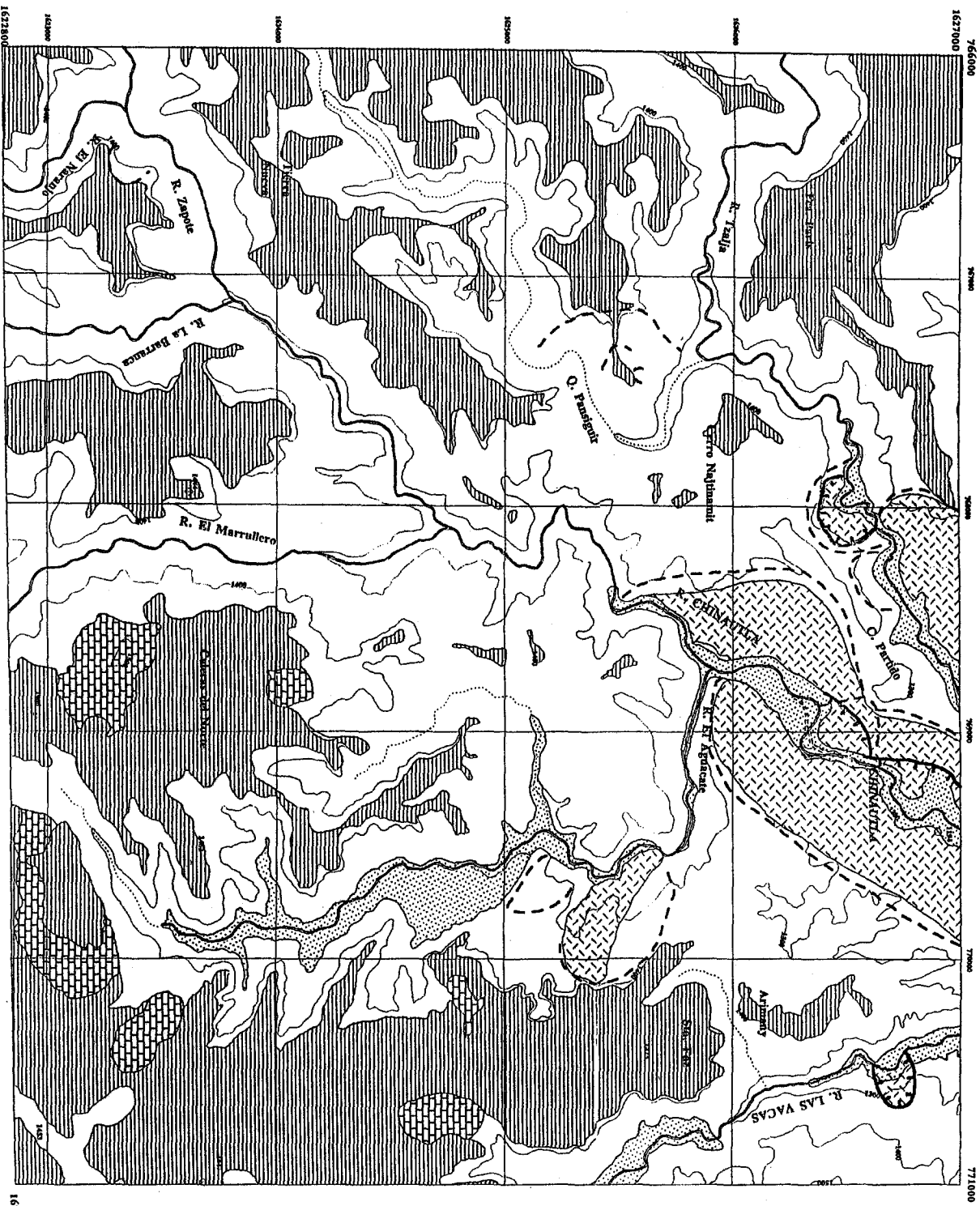
DISEÑADO Y ELABORADO POR: Manuel Antonio Mota Chavarria

FECHA: julio de 1997

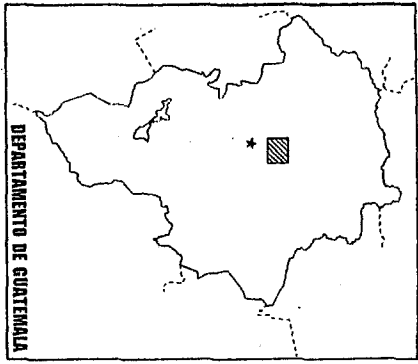
ESCALA: 1:20,000

MAPA GEOMORFOLOGICO

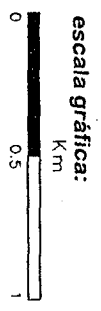
Apéndice 2



- LEYENDA**
- Valles Fluviales
 - Depositos de remociones
 - Canones Fluviales
 - Planicie Estructural (Remanentes)
 - Elevaciones calizas
 - Meandros abandonados
 - Escarpes Remociones Recedentes
 - Escarpes Remociones Antiguas
 - Rios
 - Quebradas



Localización del área de estudio



CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

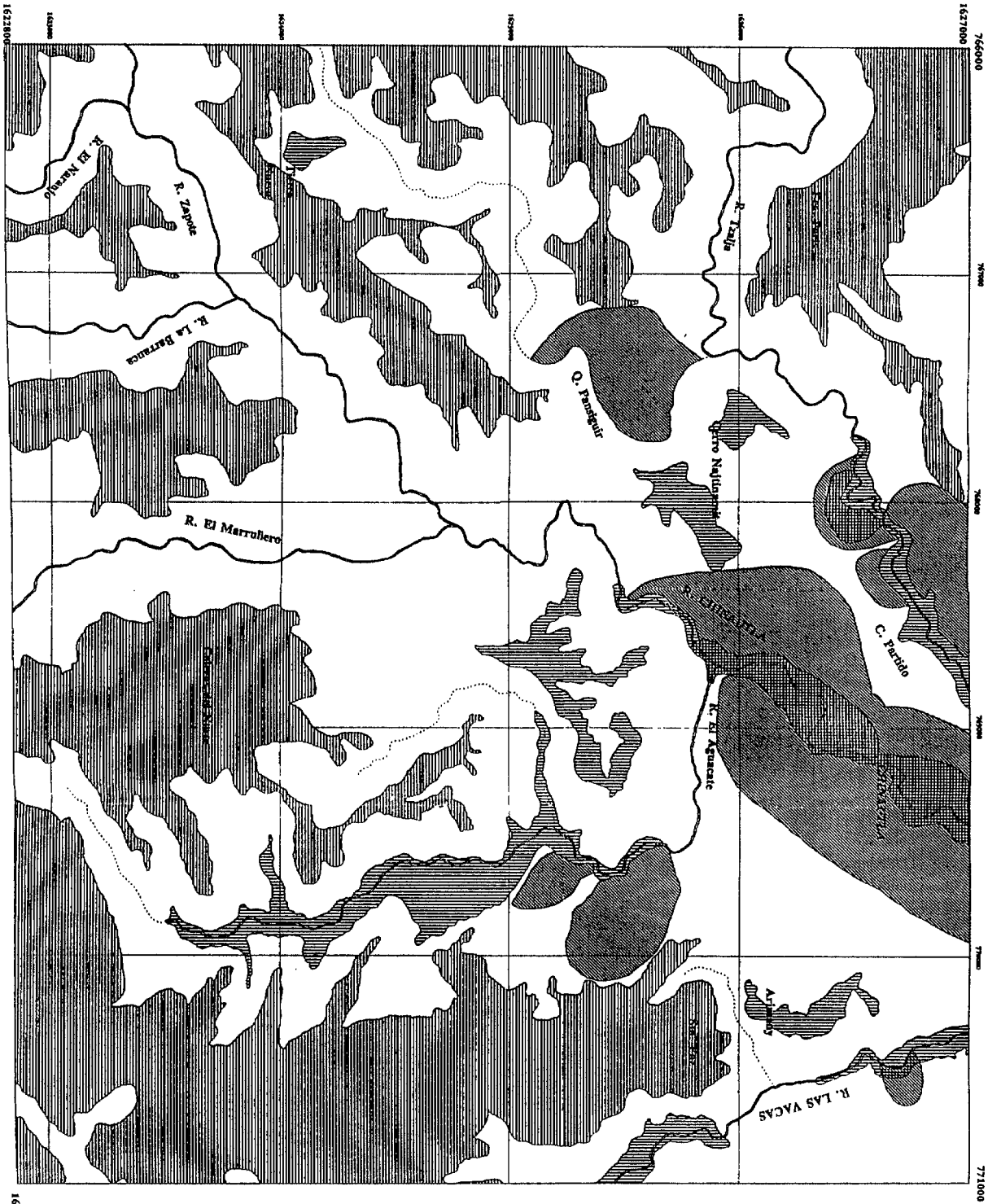
TESIS DE GRADO:
"EVALUACION DE AMENAZA POR DESLIZAMIENTOS EN EL MUNICIPIO DE CHINAUTLA, GUATEMALA"

DISEÑADO Y ELABORADO POR: Manuel Antonio Mola Chaverria
 FECHA: Julio de 1997
 ESCALA: 1:20,000



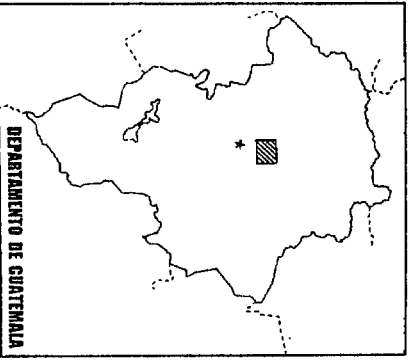
MAPA DE AMENAZA POR DESLIZAMIENTOS

Apéndice 3

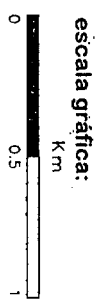


GRADO DE AMENAZA

- BAJA
- MODERADA
- MEDIA
- ALTA
- MUY ALTA
- Rios
- Quebradas



Localización del área de estudio



CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

TESIS DE GRADO:
"EVALUACION DE AMENAZA POR
DESLIZAMIENTOS EN EL MUNICIPIO DE
CHINAUTLA, GUATEMALA"

DISEÑADO Y ELABORADO POR:
Manuel Antonio Mola Charvattia

FECHA:
julio de 1997

ESCALA:
1:20,000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



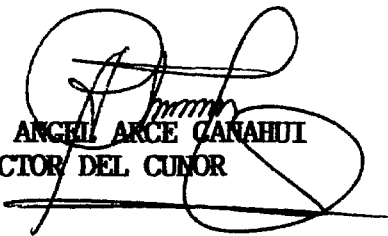
Centro Universitario del Norte
"CUNOR"

Apto. Postal N° 55. Telefax 0511064-0513645
Cobán, A. V., Guatemala, Centroamérica


T.U. MANUEL ANTONIO MOTA CHAVARRIA

IMPRIMASE:




ING. ANGEL ARCE CANAHUI
DIRECTOR DEL CUNOR