

9.5. El Fracturamiento

El fracturamiento local (como se explica en el Capítulo de **Geología Local**), presenta influencia de la Zona de Falla de Mixco y posiblemente por alguna extensión de la Zona de Falla de Pinula. La relación entre el fracturamiento local y la tectónica del Valle de Guatemala es de mucha importancia, ya que las zonas de fallas mencionadas, constituyen potenciales generadores de movimientos como el que se produjo en un sector de la Zona de Fallas de Mixco en 1976, lo cual facilitaría aún mas la concentración de remociones en este lugar. Además, hay que considerar que los escarpes de algunas antiguas remociones en el área, están evidentemente alineados con este fracturamiento, tal y como se observa en el caso de los deslizamientos que generaron el depósito de Santa Cruz Chinautla, cuyos escarpes se encuentran alineados paralelamente a las alineaciones principales del área.

10. ACTIVIDAD ANTROPICA

En el área, se observan los efectos de actividades antrópicas que se realizan en el lugar, aunque también se observan los efectos de actividades realizadas fuera del área. La mayoría de estas actividades alteran las condiciones normales del terreno, acelerando los procesos de remoción que en circunstancias normales llevarían más tiempo en realizarse. Las principales actividades del hombre que desestabilizan las frágiles condiciones geomecánicas locales, son: El sobrepeso aplicado en las laderas y orillas de cañones, el corte de terreno para la construcción de carreteras, la extracción de minerales no metálicos, la descarga de drenajes en las corrientes fluviales, la deforestación y algunos otros que a pesar que son locales y temporales, contribuyen al deterioro del lugar.

10.1. Las Areas Habitadas

En Chinautla, lo que menos abundan son las zonas apropiadas para habitar, ya que la fisiografía local se caracteriza por la presencia de laderas de cañones, además que el terreno se encuentra cubierto por materiales de características geomecánicas deficientes, lo que genera inestabilidad en el terreno. Las zonas adecuadas para construir (zonas planas y alejadas de los cañones), abarcan poca extensión areal y actualmente están muy pobladas. Existen comunidades fundadas sobre depósitos de remociones antiguas, tal es el caso de Santa Cruz Chinautla (el cual tiene más de 300 años de fundación) y la Colonia El Paraíso (de reciente fundación).

Debido a la falta de áreas apropiadas, las construcciones se están realizando en sitios de mayor peligro, como son: orillas de cañones (algunos de los cuales presentan paredes muy abruptos a verticales y que forman antiguos escarpes de remoción); en la ladera de los mismos, los que presentan condiciones variables de estabilidad (Figura 10.1); en la base de escarpes de remoción que a veces forman cortes verticales y en algunos interfluvios del lugar, algunos de los cuales, presentan sección triangular, pero que han sido rebajados hasta formar plataformas sobre las que se puede construir una vivienda mínima (en ocasiones de un sólo cuarto) además de conservar un reducido espacio para el paso de las personas.

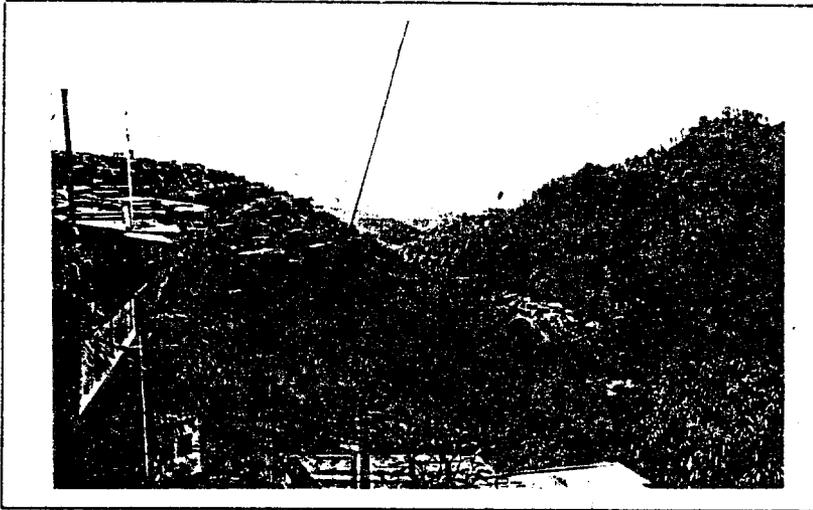


Figura 10.1. Vista parcial del asentamiento de la Colonia Santa Faz, el cual está edificado sobre una ladera de depósitos volcánicos, los cuales son muy susceptibles a la generación de remociones. Márgen occidental del Río Las Vacas, a la derecha se observa la ladera del Cerro Vivo (vista al norte).

La presencia de construcciones en zonas tan inestables, genera problemas ya que el sobrepeso de las viviendas aumenta la presión natural del terreno, debilitándolo y facilitando las remociones en diferentes puntos. Otro problema, se encuentra en los cortes que ocasionalmente deben hacerse para poder construir, los cuales forman nuevas áreas expuestas a la erosión, a la remoción de material y consecuentemente, permiten la

pérdida de las condiciones de estabilidad del talud. Un ejemplo de esto, es la construcción de un edificio escolar que se realiza en Santa Cruz Chinautla, para lo cual se ha cortado parcialmente un cerro que forma parte de un depósito de deslizamiento, y a pesar que estos cortes tienen cuanto mucho un año, ya se han erosionado algunas de las gradas hechas posiblemente para estabilizar el talud.

En algunos puntos (colonias Santa Faz y El Paraíso y en sectores de Tierra Nueva), actualmente, las viviendas están siendo edificadas sobre laderas cada vez más abruptas, llegando a construir en laderas de hasta casi 45° de pendiente o en la base de las mismas. La construcción en sitios tan inestables, involucra el corte y aplanamiento del terreno y la acumulación de los rípidos sobre las laderas adenañas. Estas actividades, aumentan la carga sobre el terreno y facilita la erosión de los materiales acumulados, todo lo cual, facilita la activación de fenómenos de remoción. En años anteriores, en los sectores donde las viviendas se encuentran en laderas muy abruptas o en las orillas de cortes verticales, se han generado remociones que han producidos pérdidas materiales y en ocasiones hasta han provocado pérdidas humanas.

En Santa Cruz Chinautla se observa algunos problemas generados por la construcción de edificios en lugares inadecuados: En el caso del juzgado local, el edificio fue construido sobre materiales nada coherentes, lo cual facilitó el hundimiento de la construcción (Figura 6.11). Además, está el caso del Cantón Amatitlancito (al sur del pueblo), el cual se encuentra sobre un bloque que actualmente se desliza lentamente y que ya ha causado la destrucción de algunas casas, la

deformación de tuberías de agua potable, y a pesar que aún no ha dañado la escuela local, el escarpe del deslizamiento atraviesa el patio generando un salto que aumenta de tamaño conforme se mueve el bloque de terreno.

En 1996, la municipalidad chinautleca, inició los trabajos de corte de un cerro al sur de Santa Cruz, el cual será utilizado para trasladar algunas familias afectadas por la erosión del río Chinautla a su paso por el poblado. Para realizar este trabajo, se cortó gran parte del cerro, formándose cortes verticales mayores de 15 metros de altura, los cuales son fuentes potenciales de peligro ya que aumenta la inestabilidad del terreno y facilita el proceso de erosión en los alrededores.

10.2. Extracción de Minerales no Metálicos

Los minerales que se extraen en el área, consisten en arcillas, gravas y arenas, los cuales son utilizados en las industrias de cerámica artesanal y en la industria de la construcción.

Las arcillas se obtienen en las margenes del Río Chinautla en varios puntos de su recorrido, pero dentro del área son explotadas a inmediaciones del puente que comunica la plaza de la población con la carretera que conduce a Guatemala. Estas arcillas son producto de la intemperización del intrusivo que aflora en el cauce del río y forma un frente el cual permanece constantemente húmedo, seguramente por la presencia de aguas subterráneas en el lugar.

Por lo que se observa, la extracción de las arcillas se realiza desde hace muchos años y aún continúa realizándose en forma empírica, lo cual hace que se produzcan derrumbes en el frente de explotación, donde ya se han reportado muertes al derrumbarse el frente de explotación. La cantidad de material extraído parece ser de cierta importancia, si se toma en cuenta que el material es aprovechado no solamente por los pobladores de Santa Cruz, sino que también por los pobladores de otras comunidades más alejadas.

La extracción de gravas, se realiza al sudeste del área en la cantera La Pedrera, en donde se explotan calizas fuertemente fracturadas. La extracción se lleva a cabo en varios frentes que se localizan en la ladera occidental de un cerro de calizas (Figura 10.2). La acumulación de ripios que se obtienen del proceso extractivo, forman escombreras en los alrededores de la cantera, principalmente en las laderas de los alrededores, en la base de los cuales atraviesa la carretera que conduce a Chinautla, y en los últimos años se ha ubicado un asentamiento.

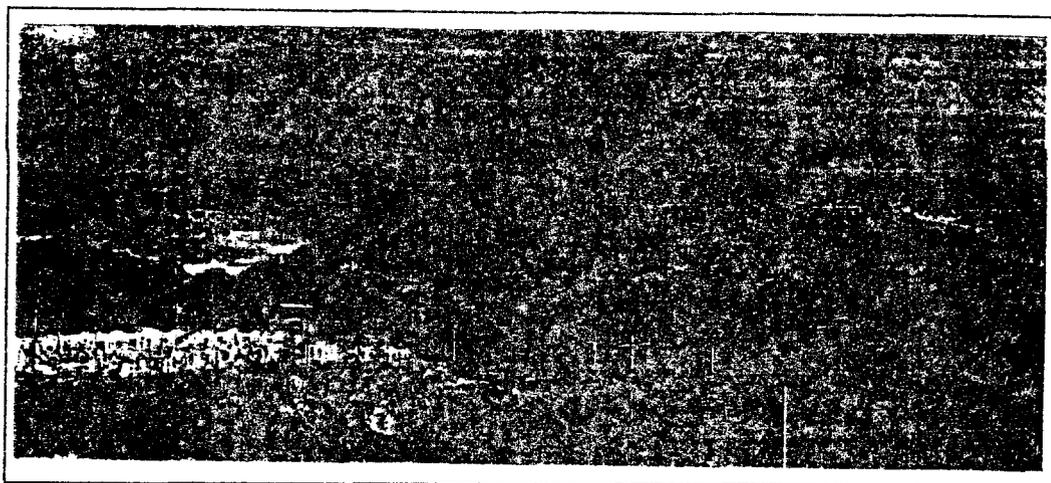


Figura 10.2.

Vista de la Cantera La Pedrera (zona 6), obsérvese a la izquierda, una colonia que actualmente está en construcción. Vista desde la Finca Caleras del Norte.

La mayor escombrera, se encuentra al norte de la cantera, en donde el material se acumula en una pequeña quebrada que corre hacia el Río El Aguacate (tributario del Río Chinautla), donde anteriormente, el material desembocaba sobre la carretera, impidiendo ocasionalmente el paso de vehículos, principalmente durante la época de lluvia cuando el material era arrastrado en grandes cantidades hacia el Río El Aguacate.

La extracción de arena, se realiza principalmente en los cauces de los ríos Chinautla y Tzajá y en la Quebrada Pansigüir. La arena extraída, forma parte de los sedimentos que son erosionados aguas arriba, que son transportados por las corrientes fluviales y que finalmente son depositados en las partes donde disminuye la energía de la corriente. Debido a que la mayoría de las corrientes fluviales que atraviesan el área acarrean grandes cantidades de desechos orgánicos, la calidad de estas arenas posiblemente no sea la adecuada para la industria de la construcción.

Las arenas son extraídas principalmente en forma manual, haciendo uso de palas, excepto en la confluencia de los ríos Chinautla (Figura 10.3) y Tzajá en el Río Las Vacas, donde la extracción está mecanizada. El método manual de extracción, involucra la formación de diques artificiales, en los cuales se acumula el material, pero que obliga a cambiar temporalmente el cauce del río¹³⁰, lo que permite que las corrientes puedan erosionar sus márgenes, que en ocasiones forma cortes verticales de algunos metros de altura y sobre los cuales se han edificado viviendas. Aunque no se conocen los volúmenes exactos de arena extraída en Chinautla, se ha estimado que diariamente salen de la región casi ciento cincuenta

¹³⁰ "Estudio técnico para determinar el impacto de la extracción de arena de río en la población de Chinautla, informe final". Ministerio de Energía y Minas, CONAMA, CONE, INSIVUMEH (1995).

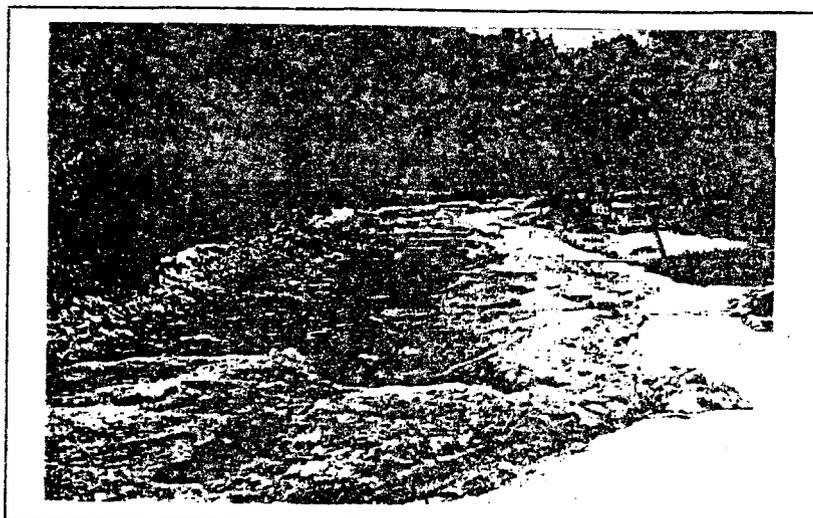


Figura 10.3. Extracción artesanal de arena en el cauce del Río Chinautla. Obsérvese que el cauce principal del río ha sido encauzado a la derecha de la foto, para aprovechar la arena depositada a la izquierda de la misma, donde a causa de la extracción, se han formado algunas terrazas en el cauce normal del río. Vista al norte desde el puente que conduce a la iglesia de la aldea Santa Cruz Chinautla.

camiones cargados de arena (tomando en cuenta la producción generada en la confluencia de los ríos)¹³¹, lo que equivaldría a un volumen considerablemente alto, si se toma en cuenta que la región donde se extrae el material es muy pequeña.

10.3. Las Carreteras y Otras Obras de Infraestructura

Los problemas que se generan en las carreteras que conducen a Santa Cruz Chinautla y a San Pedro Ayampuc, son producto de una ubicación inadecuada de las mismas, ya que los materiales sobre los cuales fueron construidas, son muy inestables y constantemente generan remociones que bloquean temporalmente el paso de vehículos.

La carretera que conduce a San Pedro Ayampuc, fue construida en la ladera del Cerro Vivo la cual presenta pendientes muy abruptas donde predomina la unidad de lavas, y por lo que se observa en algunos cortes de carretera, estas rocas están fuertemente intemperizadas y fracturadas hasta varios metros de profundidad. Debido a las fuertes pendientes del lugar, es muy común la generación de deslizamientos superficiales o de derrumbes, los que constantemente arrastran la regolita y la cubierta orgánica que cubre las laderas.

La carretera que conduce a Santa Cruz, fue construida en las laderas del cañón por el que corre el Río El Aguacate y que están constituidas principalmente por depósitos piroclásticos, algunos de los cuales son inestables y en ocasiones forman cortes verticales de hasta casi 20 metros de altura. En su paso por la población de Santa Cruz, la carretera ha sufrido varios

¹³¹ IDEM.



Figura 10.4. Vista parcial de la carretera Arimany-Santa Cruz Chinautla, construida en la ladera de un cerro sobre depósitos volcánicos. Obsérvese el corte de terreno que tiene más de 3 metros de altura. Vista al sureste.

cambios en su trazo original, debido a que algunas remociones han destruido la carretera lo que ha obligado a cambiar su ubicación, pero los nuevos trazos, se encuentran en lugares cada vez de mayor peligro, como se observa donde la carretera pasa en la orilla de un corte de casi 20 metros de altura, la base del cual está siendo erosionado por el Río Chinautla.

Al sur, cuando la carretera atravesaba por la base de una escombrera de la cantera La Pedrera, era común la presencia de corrientes lodosas que transportaban residuos de la actividad extractiva de grava. En 1996, los dueños de la cantera, construyeron un terraplén en el depósito formado por corrientes lodosas anteriores, trasladando a dicho lugar la carretera, pero parece ser que la ladera del terraplén no ha sido tratada adecuadamente, ya que se encuentra sin ninguna protección y posiblemente durante la época de lluvias, el agua provoque la erosión de los materiales que forman este depósito.

La carretera que conduce de la Colonia Arimany hacia Santa Cruz, esta ha sido construida en la ladera de un cerro de sección triangular y pendiente mayor de 40° , sobre los depósitos volcánicos cuaternarios y para su construcción, en algunos tramos, ha sido necesario realizar cortes de terreno que en algunos casos, llegar a tener más de 3 metros de altura (Figura 10.4). Las características intrínsecas de los materiales, ha permitido que durante el invierno se generen cárcavas en la carretera (algunas de las cuales tienen profundidades mayores de 2 metros) y en los cortes de terreno, se erosione el material y se generen algunos eventos de remoción, los cuales llegan a obstaculizar el paso por dicha carretera.

En la ladera que se encuentra al noreste de la colonia Santa Faz, fue construido un canal de desagüe, pero debido a que el lugar escogido para su construcción es poco apropiado, el canal fue destruido parcialmente (Fig. 6.2), ocasionando que en la actualidad, los desagües corran por la ladera del terreno, permitiendo el deslizamiento de los materiales que la cubren, lo

cual produce la destrucción de viviendas, como sucedió en 1995, donde una vivienda del sector, fue arrastrada ladera abajo, causando la muerte a una niña.

10.4. Los Desagües y Los Desechos

Los desagües de gran parte de la Capital son vertidos en corrientes de agua, algunos de los cuales son tributarios de los ríos Tzajá, Chinautla y Las Vacas. Estos aportes involucran drenajes domiciliarios, industriales, pluviales y hospitalarios. Los aportes que reciben los ríos Tzajá y Chinautla, no pueden compararse, ya que los aportes de cada una de ellas dependerá del tipo de actividades que se realiza aguas arriba.

En el caso del río Tzajá, los aportes son principalmente de desagües domiciliarios y pluviales de Tierra Nueva y la Colonia La Florida (zona siete y diecinueve respectivamente), y posiblemente los desechos de algunos basureros clandestinos que se pudieran encontrar en estos lugares. Por el contrario, el río Chinautla recibe aportes más significativos, ya que el área de recepción es mayor, recibiendo gran cantidad de desagües de las zonas 7, 3, 1, 2 y 6, además que en las laderas de los cañones por los que corren sus tributarios, existen algunos asentamientos, los cuales también descargan sus desagües a corrientes que finalmente afluyen en dicho río. En el caso de los asentamientos, los desagües corren a flor de tierra, facilitando la erosión y formando cárcavas que con el tiempo llegan a ser profundas.

Muchas de las industrias que existen en los alrededores, utilizan los tributarios del Río Chinautla, para descargar sus drenajes y desechos. En el caso de la cantera La Pedrera, esta descarga en el Río El Aguacate (tributario del Chinautla) aguas con gran contenido de sedimentos en suspensión que constituyen elementos abrasivos que ayudan a la erosión y que frecuentemente se depositan en los alrededores de Santa Cruz, azolvando constantemente el cauce del río. En el caso del Río La Barranca (que a su vez es tributario del Chinautla), existe un tributario que nace en el llamado relleno sanitario municipal (zona 3), y por lo tanto, arrastra consigo gran cantidad de desechos de todo tipo, los cuales (principalmente en época de lluvias) llegan a depositarse en los alrededores de Santa Cruz, lo cual ayuda en el azolvamiento del cauce del río.

Como se puede ver, los aportes líquidos y sólidos que reciben las corrientes fluviales (principalmente el río Chinautla), como producto de la actividad antrópica, ocasionan problemas en los alrededores de Santa Cruz Chinautla, entre los que se destacan: el aumento en el poder erosivo de las aguas por la presencia de sedimentos en suspensión que funcionan idealmente

como abrasivos y el azolvamiento de los cauces normales del río, lo cual motiva la generación de nuevos cauces y por lo tanto la erosión a las márgenes anteriormente estables del lugar.

10.5. Agricultura y Deforestación

Desde hace mucho tiempo atrás, Chinautla ha perdido grandes extensiones de bosques de encinos, debido a la tala de arboles para la fabricación de carbón, lo cual a llevado a que las pocas áreas boscosas del lugar, se encuentren en algunos cañones poco accesibles o dentro de terrenos particulares, como es el caso de la Finca El Zapote al sur del área. Los efectos de esta tala inmoderada, se observan claramente, ya que grandes extensiones de terreno, están cubiertos por malezas y arbustos. Durante la época seca del año, los arbustos y malezas, son quemadas, permitiendo que los suelos se encuentren expuestos a la erosión, principalmente cuando llueve.

Los pocos cultivos que se realizan en la zona, son hechos preferentemente en las pocas áreas planas del lugar (principalmente en el valle del río Tzajjá), aunque en ocasiones, se utilizan las laderas, lo cual es otro motivo para que la erosión genere cárcavas en las laderas denudadas por estas actividades.

11. DETERMINACION DE LA AMENAZA POR REMOCIONES EN MASA

La evaluación de la amenaza por deslizamientos, representa un problema difícil de resolver si se considera que no existen parámetros que puedan utilizarse en todos los casos, además que nunca se puede estar seguro de cuales ni donde se activarán estos eventos. Además, hay que considerar la presencia de los agentes disparadores de remociones, algunos de los cuales no son periódicos y que podrían activarlos sin previo aviso. En vista de esto, lo adecuado, es que para cada caso en particular, se efectúen los estudios de las condiciones locales del terreno que permitan la generación de remociones en masa, así como los factores de disparo de estos fenómenos, tales como: las lluvias intensas o prolongadas y/o los sismos.

II.1. Metodología

En el presente caso, para determinar la amenaza por remociones en masa en el área, se utilizó principalmente el método propuesto por MORA CASTRO Y VAHRSON (1991)¹³² el cual pretende darle una valoración relativa a los factores que podrían incidir en la generación de remociones en una "unidad de área"¹³³, con lo cual se realiza un mapa con los distintos valores para cada unidad. Finalmente, se hace una sumatoria de los valores de cada factor por unidad de área, y con ellos se realiza el mapa de amenaza donde se indica la susceptibilidad de cada unidad para la generación de remociones en masa.

Siguiendo esta metodología, se evaluaron los principales factores intrínsecos de los materiales que podrían ser influir en la generación de deslizamientos en el área (relieve relativo, litología y humedad del suelo) y los principales factores de disparo (intensidad de precipitaciones pluviales y sismicidad). Debido a lo pequeño del área y a la falta de información detallada de ciertos factores, únicamente se pudieron realizar dos mapas (Relieve Relativo y Litología), mientras que para los otros factores, se tomaron registros obtenidos de algunos puntos geográficos cercanos donde se obtuvo la información para estimar la valoración de cada parámetro, y que fueron utilizados para determinar la amenaza por deslizamiento.

¹³² El cual se encuentra descrito brevemente en el Anexo 1

¹³³ Para el presente caso, se estimó que la unidad de área, consistiría en una hectárea (10,000 mts²).

II.2. Análisis Paramétrico

a. Índice de Relieve Relativo Local (Rrl)

Para estimar el Rrl, se usaron los rangos de la **Tabla 11.1**, los cuales se estimaron tomando en cuenta los datos de la **Tabla A1-2**¹³⁴. Finalmente, con estos resultados se elaboró la **Figura 11.1**, en donde se indican las variaciones del relieve relativo del lugar.

Rrl	Calificativo	Valor del Rrl
0-19	muy bajo	0
20-44	bajo	1
45-74	moderado	2
75-124	mediano	3
125-200	alto	4
> 200	muy alto	5

Tabla 11.1. Clasificación de los valores de Relieve Relativo Local (Rrl) y los valores asignados para el área de trabajo.

En la **Figura 11.1**, se observa que en el terreno predominan los relieves moderados a medianos, los que concuerdan con las laderas de los cañones que cortan el terreno. Hay que tomar en cuenta, que a pesar del detalle de la escala utilizada (1:10,000), existen lugares donde el relieve relativo es más abrupto que lo estimado para la unidad de área. Dispersos en la zona, principalmente al sudeste, predominan los relieves muy bajos y bajos, los que son indicativos de áreas donde se presentan los remanentes de la meseta del Valle de Guatemala y los Valles Fluviales al norte.

b. Índice Litológico Local (LI)

Para la evaluación del LI, se utilizó la información del Mapa Geológico (**Apéndice A-1**) y la información geomecánica obtenida haciendo uso de las tablas presentadas en el **Anexo 2**, así como la información de campo y bibliográfica previamente obtenida acerca de la región. Con esta información, se clasificó la litología en base a sus características actuales, observándose que existen litologías con buenas condiciones geomecánicas originales, pero debido a factores como meteorización y tectónica (entre otros), sus condiciones actuales son deficientes.

¹³⁴ Debido a que la **Tabla A1-2** toma en cuenta valores muy altos con respecto a los que se presentan en el área, se hace necesario estimar rangos adecuados para la escala utilizada (1:10,000). Para lograr este objetivo sin variar los porcentajes que presenta dicha tabla, los rangos estimados se calcularon como valores submúltiplos de los presentados en la **Tabla A1-2**.

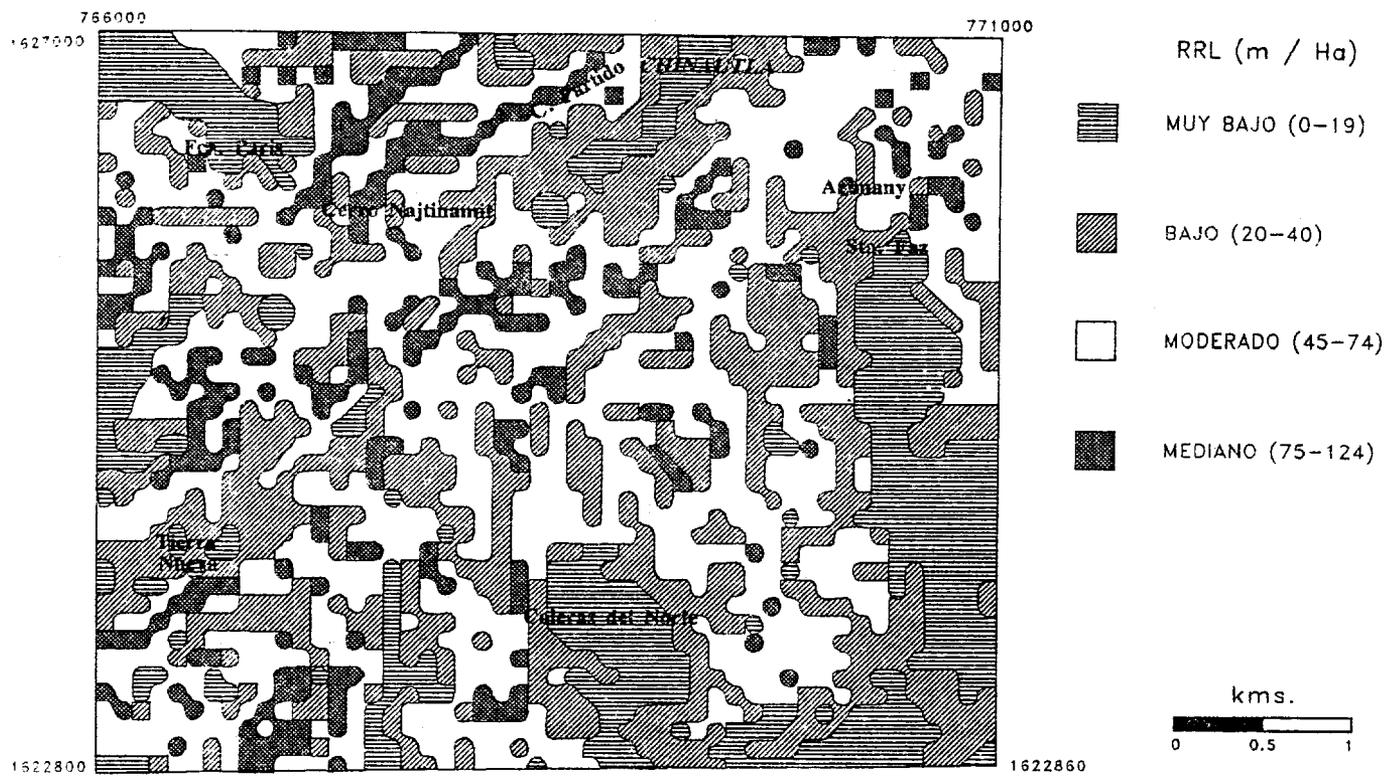


Figura 11.1. Mapa de Relieve Relativo Local (RRL) del área (Chinautla, Guatemala)

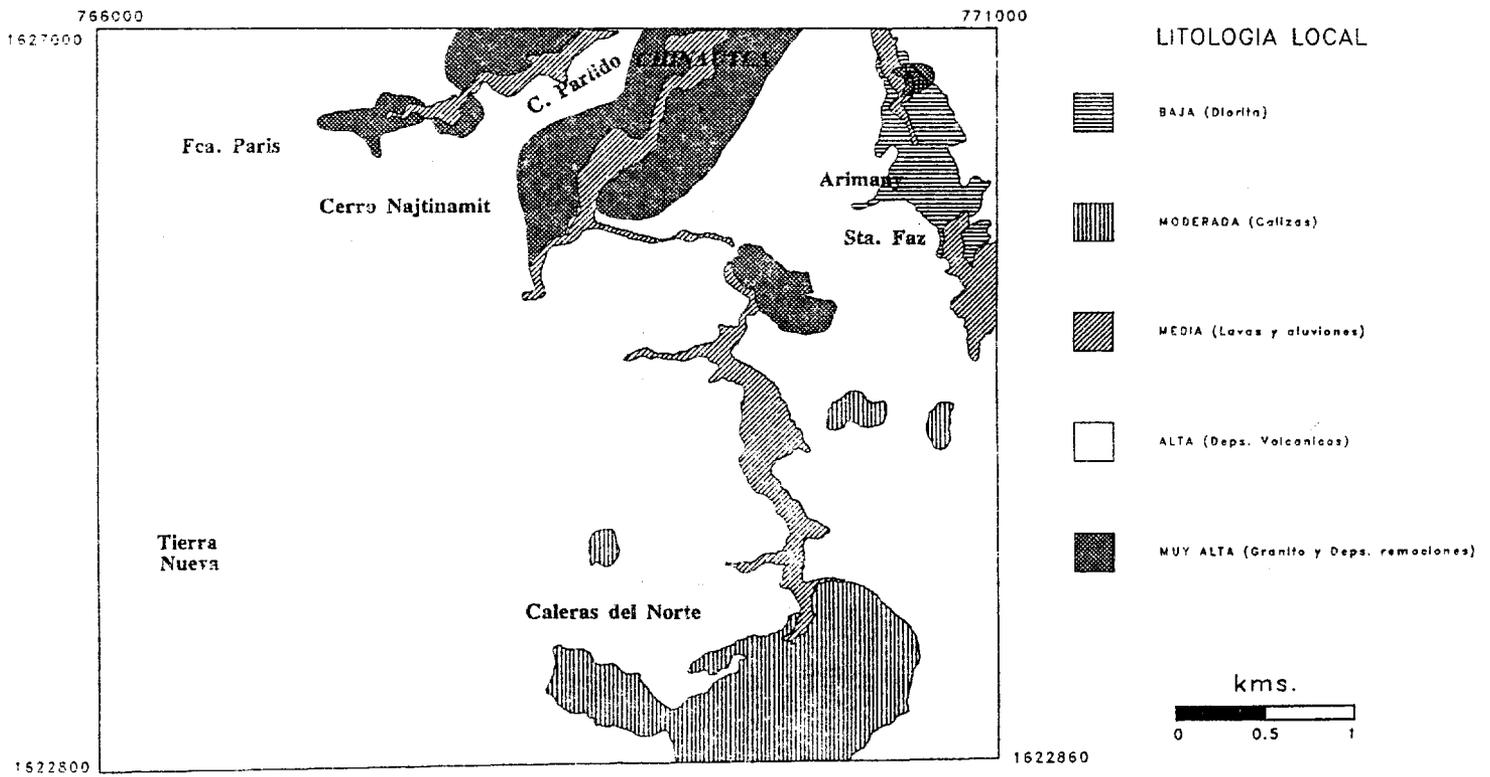


Figura 11.2. Mapa de Litología Local (Li) del área (Chinautla, Guatemala)

La evaluación, permitió estimar cinco categorías, las cuales unificaron litologías con características similares, lo que dio como resultado, unidades con baja susceptibilidad de ser afectados por remociones (Valor=1), hasta litologías con una susceptibilidad muy alta (Valor=5). En la Tabla 11.2 se presentan la calificación y valores de la litología y el mapa se presenta en la Figura 11.2, donde se diagraman los índices litológicos locales.

Litología	Calificativo	Valor de Ll
Diorita: sin alteración evidente, compacto, medianamente a poco fracturado, fracturas mayoritariamente limpias (en muy pocos casos, están rellenas de calcita), regolita de poco espesor (< de 10 cms), permeabilidad secundaria, nivel freático profundo, soporta velocidades de onda de corte mayores que 800 mts/seg.	Susceptibilidad baja	1
Calizas: sin alteración evidente, poco a medianamente fracturadas (algunas fracturas rellenas con calcita), coherente, poca formación de regolita (< de 10 cms de espesor), nivel freático profundo, permeabilidad secundaria, soporta velocidades de onda de corte mayores que 800 mts/seg.	Susceptibilidad moderada	2
Lavas: alteradas, medianamente a muy fracturadas, algo quebradizas, con regolita de poco espesor, fracturas rellenas con material arcilloso, permeabilidad secundaria y nivel freático profundo; aluviones: granulometría gruesa con clastos que se presentan desde sueltos a medianamente compactos, permeabilidad primaria y nivel freático superficial. Soportan velocidades de onda de corte mayores que 800 mts/seg.	Susceptibilidad media	3
Depósitos piroclásticos: sin alteración evidente, poco fracturados a macizos, fracturas limpias, quebradizos a algo quebradizos, permeabilidad primaria, espesores de gran potencia (\approx 120 metros), nivel freático muy somero. Los depósitos de flujo son muy rígidos, mientras que los de caída son medianamente compactas a compactas.	Susceptibilidad alta	4
Granito: descompuesto, medianamente a muy fracturado, algo quebradizo, formación de regolita de gran espesor (en casi todos los afloramientos) con materiales arcillosos rígidos y materiales limosos compactos; depósitos de remociones: poco fracturados a macizos, fracturas limpias, varían desde algo quebradizas a deleznable, los materiales finos son muy blandos y los más gruesos están sueltos, los espesores de estos depósitos varía entre 10 a casi 20 metros; por debajo de estos depósitos existen corrientes subterráneas que provienen de las partes altas de los alrededores, lo cual ayuda a debilitar la superficie de deslizamientos de estos materiales. Velocidades de corte de menos de 200 mts/seg.	Susceptibilidad muy alta	5

Tabla 11.2. Clasificación de los valores Litológicos Local (Ll) y los valores asignados para el área de Chinautla.

En la Figura 11.2, se observa que la mayor parte del área presenta una litología con una susceptibilidad alta, mientras que al este del área, mejoran las condiciones litológicas, presentando materiales que varían de susceptibilidad desde baja a media, y que corresponden al intrusivo del Río Las Vacas, calizas, lavas y aluviones, los cuales presentan condiciones más estables, debido a las características geomecánicas de las rocas y por los pequeños espesores de los aluviones.

Al norte, existen lugares donde la litología presenta condiciones adversas, y por lo tanto, la susceptibilidad de generación de remociones es muy alta. En estos puntos aflora el granito y depósitos de antiguas remociones, las cuales

presentan condiciones geomecánicas deficientes, llegando en ocasiones, a encontrarse el material fuertemente meteorizado (en el caso del granito) o totalmente disgregado (en el caso de los depósitos de remociones).

c. Índice Local de Humedad del Suelo (HI)

Para valorizar el HI, se utilizó la **Tabla 11.3**, donde los rangos se estimaron utilizando los valores de **Evapotranspiración (EPT) Potencial Mensual local**¹³⁵, y el límite estimado para una "humedad muy alta" en el suelo¹³⁶

Precipitación promedio (mm/mes)	Valor asignado
< 137.2	0
137.2-250	1
>250	2

Tabla 11.3. Clasificación de los promedios mensuales de precipitación pluvial para el área de Chinautla

Con la información de la **Tabla 11.3**, se valoraron los datos de precipitación promedio mensual para la década 80-89 de la Estación Pluviométrica San Antonio Las Flores (estación meteorológica más cercana al área), los que se presentan en la **Tabla 11.4**.

Mes	pp (mm)	Valor	Mes	pp (mm)	Valor
Enero	2.98	0	Julio	102.90	0
Febrero	7.63	0	Agosto	144.30	1
Marzo	23.06	0	Septiembre	253.68	2
Abril	22.65	0	Octubre	147.10	1
Mayo	73.64	0	Noviembre	37.56	0
Junio	143.60	1	Diciembre	7.64	0
Σ de valores =					5

Tabla 11.4. Datos de precipitación pluvial promedio mensual (pp) para la estación pluviométrica San Antonio Las Flores durante la década 1980-89, y la valoración de cada uno de ellos.

La sumatoria de los valores de la **Tabla 11.4**, dio como resultado que el HI para el área, posee un calificativo de **BAJO**, con una valorización final de **2** (según la **Tabla A1-5**).

¹³⁵ Para lo cual se utilizó el valor estimado para la Estación Meteorológica de San Pedro Ayampuc, el cual es de 137.2 mm. Información proporcionada por la Sección de Agrometeorología del INSIVUMEH.

¹³⁶ El cual es de 250 mm. Según MORA Y VAHRSON (1991).

d. Índice Local de Actividad Sísmica (SI)

Como no existe información detallada respecto a los grados de intensidad sísmica que puede generar deslizamientos en Chinautla, se utilizaron los valores que presenta el estudio hecho por **HARP et al (1981)**, acerca de los deslizamientos generados durante el Terremoto de 1976. En este estudio, se mencionó que los deslizamientos generados en la Capital durante el tiempo que duró el movimiento, se concentraron en áreas donde las intensidades sísmicas alcanzaron grado VI (MMI) o más. Tomando este criterio, se estimó que para el área en cuestión, la intensidad sísmica que puede generar deslizamientos, es la misma. Considerado lo anterior y utilizando los calificativos y valores de la **Tabla A1-6**, para el caso del área en cuestión, el SI, se puede calificar como **MODERADO**, con una valoración de **4** para toda el área.

e. Índice Local de Lluvias Intensas (LII)

Para estimar el LII, se utilizó la información proporcionada por el pluviógrafo de la estación meteorológica de San Pedro Ayampuc, de donde se obtuvieron los "valores máximos diarios anuales" de precipitación pluvial durante el período 1973-78¹³⁷, con los cuales se estimó que el valor promedio máximo diario anual para esta estación es de 64 mm. Tomando en cuenta este valor como representativo para el área, el calificativo del régimen de lluvias intensas, es de **BAJO**, con una valoración de **2** (según la **Tabla A1-7**).

II.3. Amenaza por Deslizamientos para el área de Chinautla

Según el método propuesto por **Mora y Vahrson**, para estimar la amenaza local por deslizamiento, se debería de utilizar la **Ec. 1 del Anexo 1**, la cual serviría para evaluar en cada unidad areal, los valores obtenidos del análisis paramétrico. Este análisis tiene el inconveniente de que sólo toma en cuenta los parámetros más comunes y generales del terreno (litología y relieve), además que la valorización relativa de los mismos, podría no reflejar la injerencia de otras condiciones que afectan el área evaluada.

Por lo anterior, hay que considerar que en el presente caso, el área está influenciada por factores hídricos y antrópicos, los que influyen en la generación de remociones en lugares donde las otras condiciones del terreno podrían ser propicias, lo cual hace variar el resultado de la evaluación. Tomando en cuenta lo anterior, se elaboró el mapa del **Apéndice 3**,

¹³⁷ El rango de tiempo fue estimado tomando en cuenta que solamente para estos años hidrológicos existía la información necesaria.