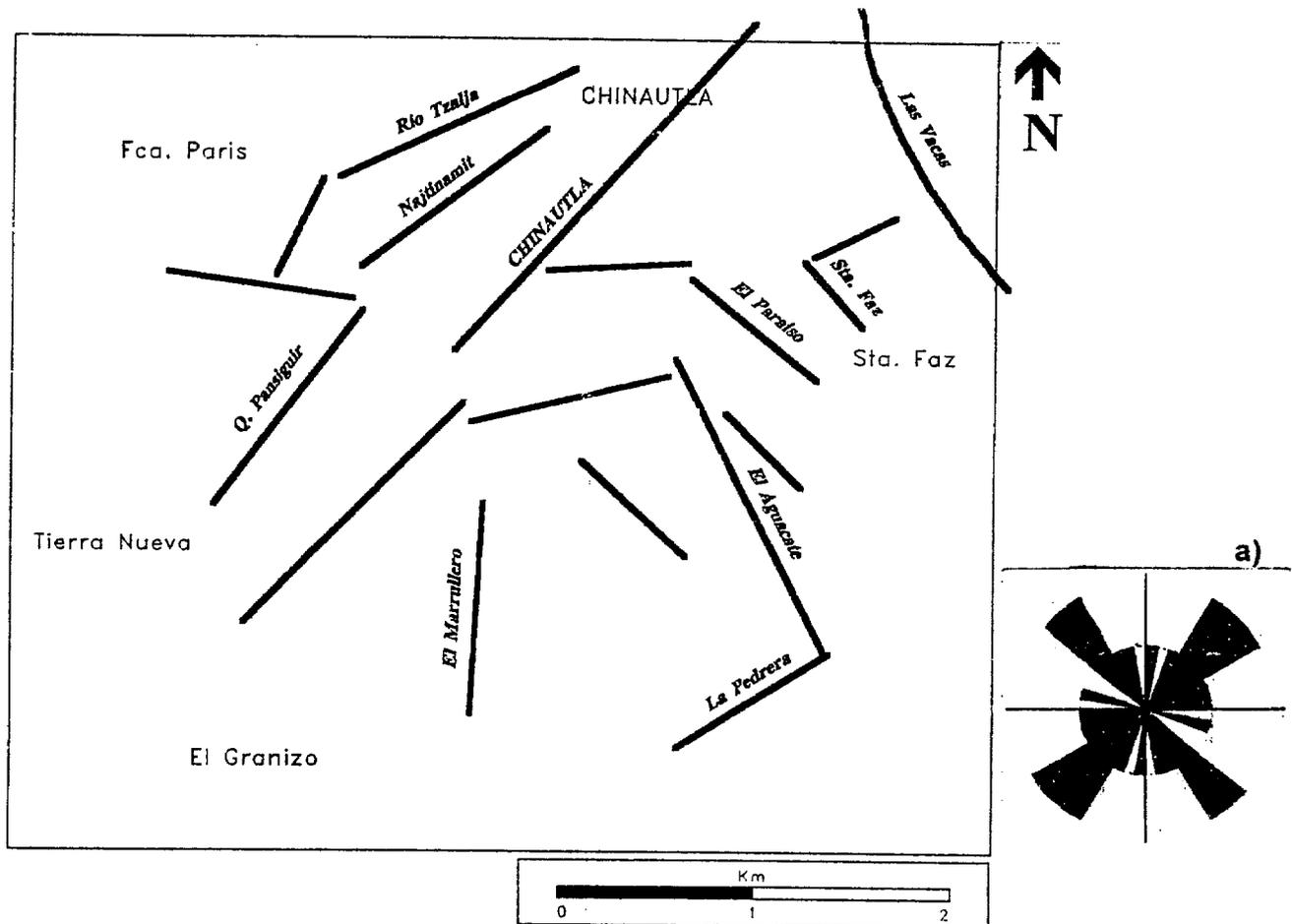


## 5.2. Geología Estructural

La geología estructural local, está influenciada por el comportamiento de las Zonas de Fallas de Mixco y de Pinula (al oeste y este del graben de Guatemala, respectivamente); las cuales se extienden hasta los alrededores de Chinautla (Figura 3.5). Con la fotointerpretación se definió un patrón estructural de tipo bimodal, con orientaciones predominantes perpendiculares entre sí: al noreste (entre 30 y 60°) y al noroeste (entre 30 y 50°) (Figura 5.8).



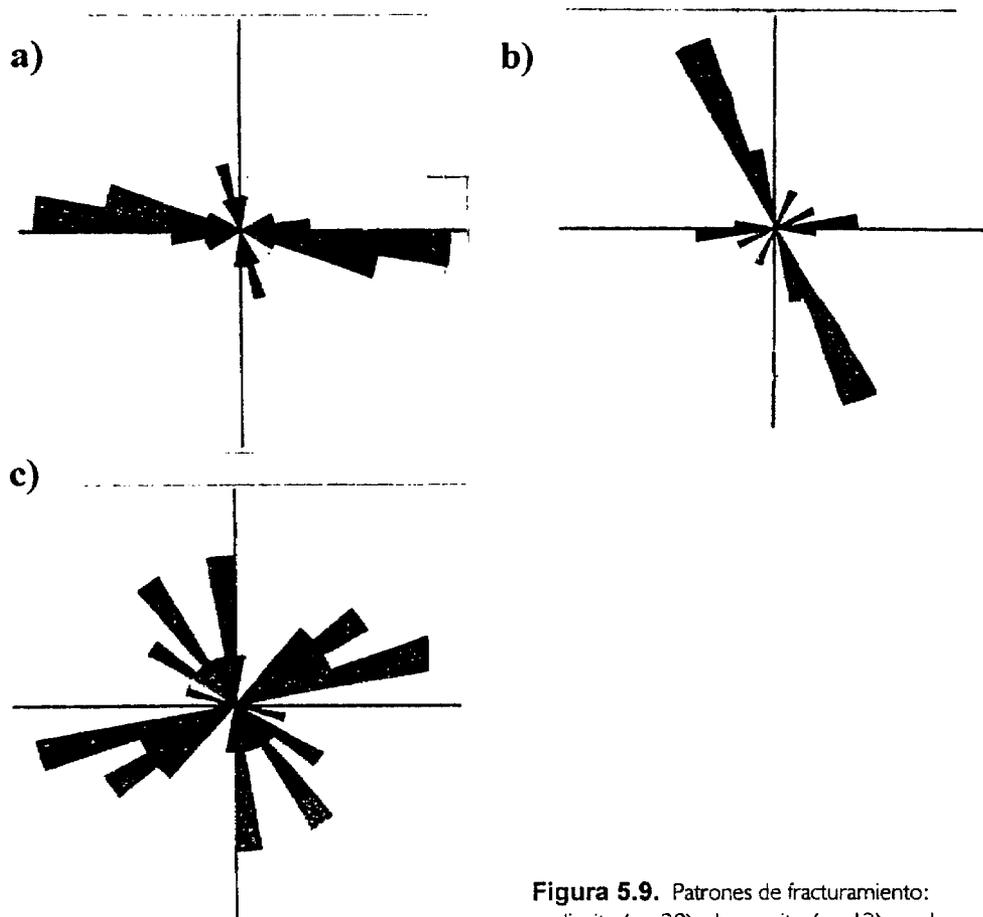
**Figura 5.8.** Principales lineamientos posiblemente estructurales en el área; fotointerpretación a esc.  $\approx 1:11,000$ . a. Diagramación de las lineaciones del área de Chinautla ( $n=18$ )

Los lineamientos de rumbo noreste, coinciden con el rumbo general de la Zona de Fallas de Mixco, que se extiende al sudoeste del área, mientras que las lineaciones de rumbo noroeste, constituyen la evidencia de un posible fallamiento normal con incidencia regional que podría constituir el límite noreste del graben de Guatemala. El control estructural local ayuda a

definir el cauce de los ríos Tzajá y Chinautla y de la Quebrada Pansigüir (que corren paralelos al NE), y que seguramente están influenciados por la Zona de Fallas de Mixco (Figura 7.1).

### a. Fracturas

A pesar de que todas las rocas precuaternarias están fracturadas, las que presentaron la suficiente información para análisis, fueron los intrusivos y lavas que afloran al noreste del área (Figura 5.9).



**Figura 5.9.** Patrones de fracturamiento:  
a. diorita (n=20); b. granito (n=12); c. lavas (n=24).

En el caso del intrusivo del Río Las Vacas, el patrón de fracturamiento varía, principalmente entre N 70 W y W, formando un ángulo de aproximadamente 40° con las lineaciones que han sido estimadas para el mismo lugar (entre 30 y 50° NW). En el caso del granito, debido a que los afloramientos locales se encuentran muy intemperizados, se tomaron los datos de

fracturas obtenidas en el Cerro Vivo (al noreste, fuera del área), en donde el patrón de fracturamiento presentó una orientación entre 10 y 30° NE (Figura 5.9), lo cual coincide con la orientación estimada de las lineaciones para dicho lugar.

Las lavas presentan un fracturamiento bimodal, formando dos familias casi perpendiculares entre sí que varían entre 40 y 80° NE y entre cero y 60° NW (Figura 5.9), y que, coinciden con el patrón bimodal de las lineaciones para el área de Chinautla.

En el caso de los depósitos volcánicos cuaternarios, el fracturamiento tiene un origen más relacionado con el fracturamiento originado por las remociones o como respuesta de los materiales a la aplicación de los esfuerzos de carga a los cuales están sometidos. Esta situación se puede evidenciar en la gran mayoría de los cortes verticales de terreno que existen en el área, donde las fracturas presentan una orientación paralela a la caras libres de los cortes y en algunos casos, donde el fracturamiento se presenta paralelo a los escarpes de antiguas cicatrices de remociones en donde se observa un movimiento de tipo normal.

## b. Fallas

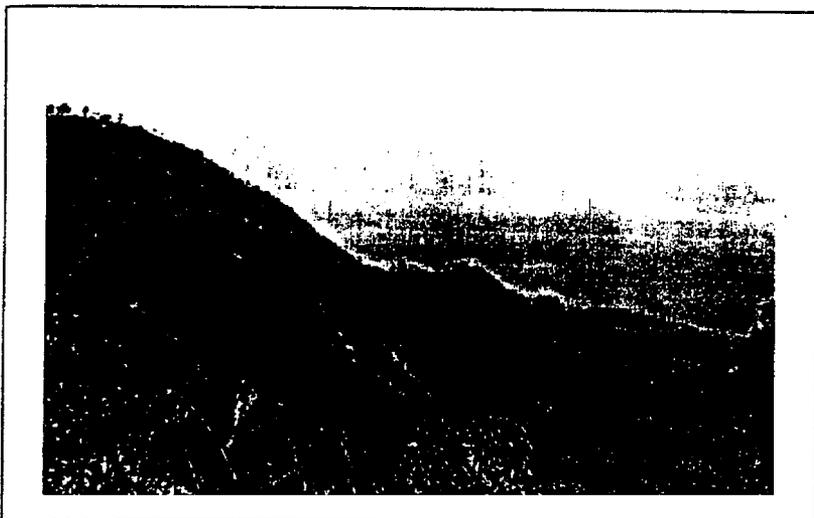
El área está influenciada por fallas de movimiento posiblemente normal de rumbo NE y NW, sobre cuyos trazos corren las principales corrientes de agua del lugar (Apéndice 1).

El Cerro Partido tiene rumbo noreste y seguramente constituye el horst que separa los grabens que forman los valles fluviales de los ríos Tzajjá y Chinautla<sup>115</sup>. En el caso del valle de Santa Cruz Chinautla, los límites estructurales NW y SE del valle son muy evidentes, pero al SW del mismo (en la base del cerro Najtinamit), existe una posible falla con rumbo NWW, la cual limitaría la depresión tectónica en dicha dirección. Más hacia el sudoeste y por la observación morfológica del cauce del Río Chinautla y de la Quebrada Pansigüir, se puede continuar el trazo de las fallas que limitan el Valle de Chinautla.

Por las evidencias morfológicas en el trazo de una parte de la cuenca de los Ríos Tzajjá y El Aguacate, es posible que en algún momento de su historia tectónica, las fallas que limitan el Valle de Chinautla, tuvieran un movimiento de rumbo y

<sup>115</sup> Según el FONDO ARGENTINO DE COOPERACION HORIZONTAL et al., 1995, el poblado de Santa Cruz Chinautla, se encuentra sobre una depresión de origen tectónica.

dirección sinistral que haya seccionado una falla con rumbo noroeste, parte de la cual formaría el límite sur del Valle de Chinautla.



**Figura 5.10.** Vista de la ladera del Cerro Vivo, donde se observa un bloque desplazado por movimiento normal (derecha) con respecto al otro (izquierda) (vista al sudeste de la cuenca del Río Las Vacas)

Por el contrario, la falla del Río Las Vacas tiene un rumbo N20W (aproximado), con un movimiento normal que presenta el bloque caído hacia el SW, como se observa en la ladera del Cerro Vivo (Figura 5.10) y por las estrías encontradas en las márgenes del Río Las Vacas, cerca del Puente de Santa Marta.

### 5.3. Meteorización

La meteorización del granito abarca grandes espesores, como se observa en un corte de terreno en el Cerro Vivo donde se observa que la meteorización alcanza más de 20 metros. Esta intensa meteorización, posiblemente sea producto de la prolongada exposición de la roca a la acción de los agentes atmosféricos (lluvia, temperatura, etc.), mucho tiempo antes de que fuera cubierta por los depósitos volcánicos en el Cuaternario.

La meteorización predominante en el área es de tipo químico (oxidación), como producto principalmente de la infiltración de aguas meteóricas. El fuerte fracturamiento de las rocas favorece enormemente la infiltración de las aguas, facilitando la meteorización de rocas que en otras circunstancias se encontrarían sanas.



**Figura 5.11.** Fracturamiento en depósitos de remociones de composición tobácea, que ha sido separada por la acción de las raíces presentes en él (carretera de Santa Cruz Chinautla)

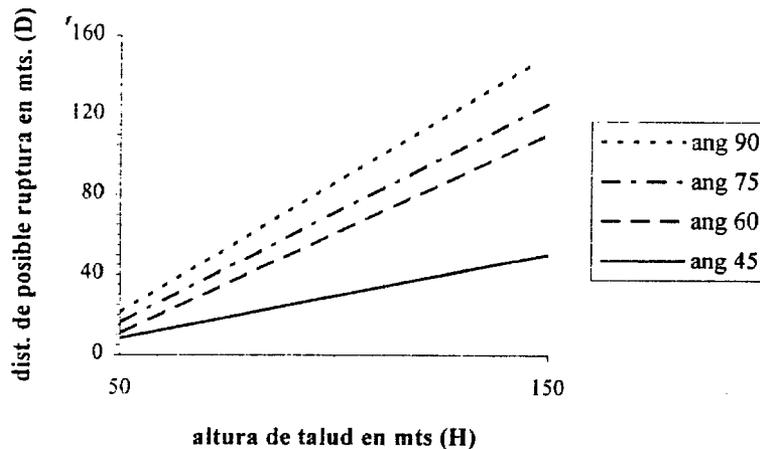
A pesar del predominio de la oxidación, existen evidencias de meteorización mecánica debido a varias causas: En el caso de las rocas precuaternarias, el fracturamiento pudo originarse por la descompresión de estas rocas al ascender a la superficie terrestre, o ser producto de la tectónica; en el caso de los materiales volcánicos cuaternarios, la meteorización es generalmente mecánica, producto principalmente de esfuerzos tensionales, los que facilitan la formación de fracturas, algunas de las cuales son utilizadas por las raíces de árboles para penetrar en las rocas, ayudando a la separación de bloques que pueden ser removidos más fácilmente (Figura 5.11).

## 5.4. Mecánica de Suelos

La mayoría de las rocas precuaternarias presentan características geomecánicas tan deficientes, como las que presentan los depósitos volcánicos, debido principalmente a la meteorización y fracturamiento.

Luego del Terremoto de 1976, KOOSE (1978) realizó pruebas de laboratorio con los materiales de los depósitos piroclásticos que cubren extensamente el valle de Guatemala. Estas pruebas fueron hechas tanto para cargas estáticas, como para cargas dinámicas inducidas por sismos con aceleraciones de 0.10 g (una décima parte de la gravedad). El análisis se efectuó en taludes con pendientes de ángulos variados (45, 60, 75 y 90°) y con alturas de 25, 50, 75, 100 y 150 metros. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: **cohesión = 0.20 Ton/pie<sup>2</sup> y ángulo de fricción interna ( $\phi$ ) = 40°**,

obteniéndose como producto una serie de gráficas, las cuales se resumen en la **Figura 5.12** y que relacionan laderas con pendientes y alturas diversas, con la distancia a la cual se podría generar una posible ruptura del terreno en distintos casos.



**FIGURA 5.12.** Gráfica de distancias de posible ruptura para taludes de diversas pendientes y alturas (Adaptado de KOOSE, F.A. , 1978).

En esta gráfica se observa que en lugares donde las laderas presentan condiciones extremas de altura y ángulo (altura de 150 metros y cortes verticales), la distancia a la cual se podría generar el rompimiento del terreno, es de aproximadamente 160 metros de distancia con respecto al borde del corte. Por el contrario, conforme disminuye la altura y el ángulo del talud, la distancia del posible rompimiento, tiende a disminuir.

Haciendo uso de la **Figura 5.12**, se puede estimar que para el caso de Chinautla, las condiciones son muy adversas, principalmente si se toma la predominancia de los suelos de origen volcánico en la zona, además de observar que la mayoría de los cañones que se encuentran en el área, presentan pendientes  $> 45^\circ$  y alturas de al menos 20 metros, aunque predominan las alturas de más de 50 metros. Hay que tomar en cuenta que debido a estas circunstancias, no sería apropiado construir a distancias de menos de 40 metros del borde del cañón (siempre y cuando la ladera tenga un ángulo máximo de  $45^\circ$  y una altura de un máximo de 150 metros).

## 6. LAS REMOCIONES EN MASA

Las remociones son los mecanismos principales que destruyen los materiales en el área, haciendo retroceder las laderas de los cañones, lo cual permite que se pierdan áreas planas, creando laderas con pendientes algunas veces verticales, las cuales permanecerán en equilibrio hasta que las condiciones de estabilidad sean alteradas, generando nuevas remociones o reactivando las anteriores, con lo cual se continúa con un ciclo constante de destrucción.

A pesar de que la mayoría de las remociones que se generan en Chinautla son producto de factores naturales, hay que observar que ocasionalmente, la intervención del hombre ha sido fundamental, ya que las actividades antrópicas pueden modificar las características naturales del terreno y de los materiales que lo forman, lo cual acelera los fenómenos que en forma natural tal vez requerirían mayor tiempo para realizarse.

El inventario de las remociones en masa para el área de Chinautla, se realizó a través de la interpretación de fotografías aéreas de la región, a una escala aproximada 1:11,000 (con la cual se realizó el mapa de la **Figura 6.1**) y la toma de datos en los recorridos que se hicieron en el campo.

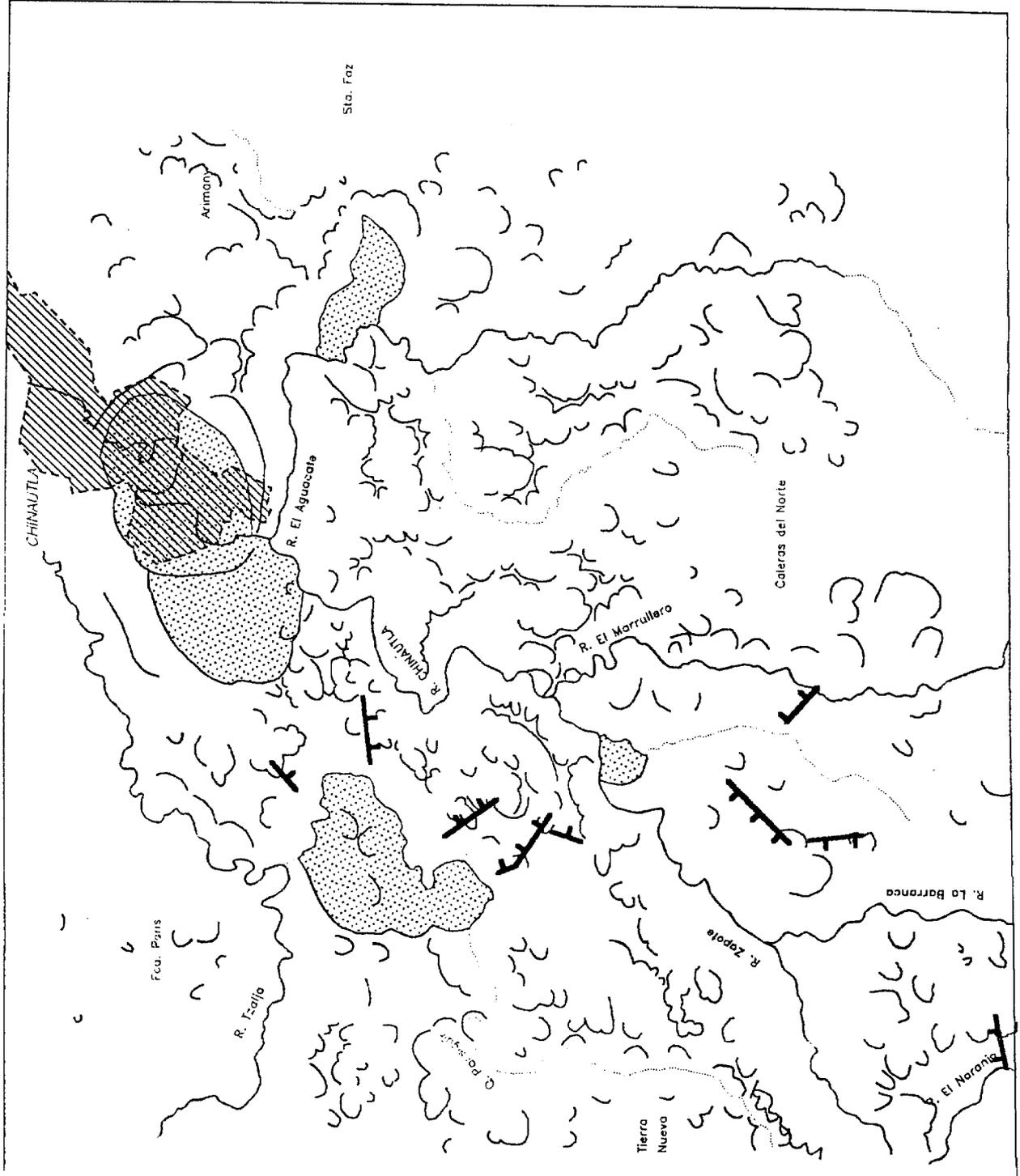
### 6.1. Generalidades

En el área son comunes los escarpes de forma cóncava, que son evidencia de la presencia de cicatrices de remociones antiguas, las cuales en ocasiones han llegado a involucrar el movimiento de grandes volúmenes de material (**Figura 6.1**). Los escarpes cóncavos se observan preferentemente en las partes altas de las laderas, y ocasionalmente en las partes bajas de los cañones y valles, regularmente cortando depósitos de anteriores remociones. Debido a la intensa actividad erosiva en la zona, la mayoría de las cicatrices no se observan claramente, pero con ayuda de fotointerpretación se pueden definir claramente los rasgos de anteriores escarpes de remociones en masa.

Como producto de las remociones, se han formado depósitos coluviales, los cuales llegan a ser muy voluminosos y que en la actualidad se observan en la base de las cicatrices. Estos depósitos están compuestos por materiales muy diversos, los cuales han perdido sus propiedades geomecánicas originales.

# Cicatrices y Depositos de anteriores remociones en el area (Chinautla)

Figura 6.1.



## Leyenda

Antiguos depositos de remocion

CHINAUTLA

Cicatrices de anteriores remociones

Salto topograficos

Quebradas

Rios

Fotointerpretacion parcial del area

1 km.



**Figura 6.2.** Saltos topográficos posiblemente generados por movimientos complejos de deslizamientos rotacionales múltiples. Vista al sudoeste del área.

Al sudoeste del área se presentan algunos saltos topográficos, los cuales posiblemente están relacionados con áreas donde previamente existían fracturas. Estos saltos podrían ser indicadores de movimientos muy complejos de terreno, que posiblemente involucran grandes deslizamientos rotacionales múltiples, los cuales forman extensos escarpes donde se podrían deslizar grandes volúmenes de material (Figura 6.2). En el campo se observa

que las remociones se han generado principalmente en los depósitos cuaternarios, aunque localmente existen evidencias de remociones en los intrusivos y lavas, así como en las calizas al sur del área (Figura 6.3).



**Figura 6.3.** Ejemplo de depósito coluvial producto de la remoción de calizas. Frente de explotación abandonado al sur del área.

## 6.2. Procesos de las Remociones en Masa

La meteorización química forma regolita en las superficies de las rocas Precuaternarias, lo cual es facilitado por el fracturamiento de las rocas. La regolita es fácilmente removida de la superficie cuando supera el esfuerzo de corte que los mantiene en su lugar, y es transportada por acción de la gravedad sobre las superficies rocosas sanas o menos meteorizadas. En lugares donde existen laderas con pendientes muy abruptas o verticales y el fracturamiento es muy intenso, es más probable que se generen derrumbes de fragmentos rocosos de variado tamaño, desde granos de arena, hasta pequeños bloques.

En el caso de los materiales Cuaternarios, la superficie sobre las que se producen los deslizamientos, regularmente está formada por el contacto entre estos materiales y las rocas subyacentes. El movimiento puede ser generado por varias circunstancias, siendo las principales: el exceso de peso sobre los materiales como producto de la saturación por el agua de lluvia, por la construcción de viviendas en las orillas de los cañones y el socavamiento de la base de las laderas por la acción hídrica o por los cortes de terreno hechos por el hombre.

Entre los principales tipos de remociones que se originan en la zona, están los derrumbes (principalmente en rocas Precuaternarias) y los deslizamientos (tanto superficiales como rotacionales), que se presentan preferentemente en los depósitos cuaternarios. Hay que tomar en cuenta la presencia de algunos ejemplos localizados de licuefacción o hundimiento del terreno.

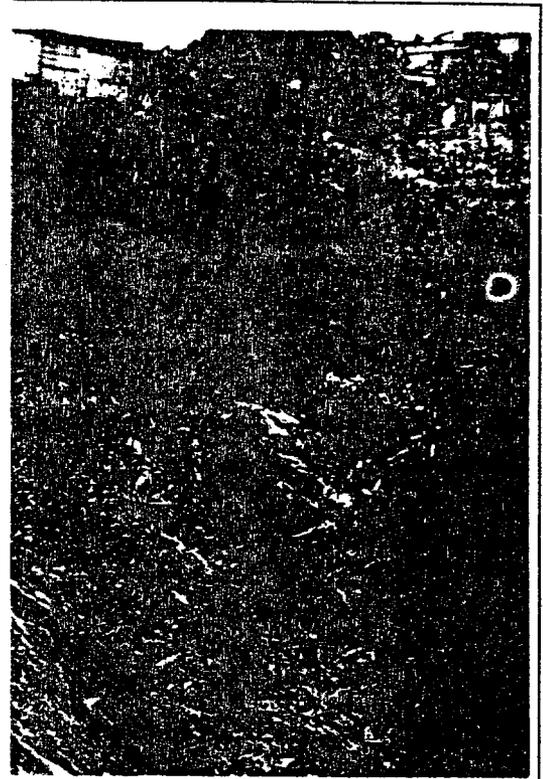
## 6.3. Los Derrumbes

Son los eventos más comunes en las rocas Precuaternarias e involucran pequeñas extensiones, generándose con regularidad en laderas muy abruptas o verticales y en zonas donde aflora el cuerpo rocoso o ha sido removido con anterioridad la cubierta regolítica que la cubría. El principal disparador de los derrumbes es la actividad climática, ya que la mayoría de ellos se genera durante lluvias intensas esporádicas o durante la época lluviosa, aunque existen evidencias de derrumbes producidos por actividad antrópica (cortes de terreno para viviendas, carreteras o frentes de explotación en canteras), donde han modificado o destruido las condiciones naturales de estabilidad de los terrenos (Figura 6.4).

Además de la actividad antrópica, las características geomecánicas de la roca son muy importantes, ya que facilita la remoción de fragmentos de variado tamaño (desde arenas hasta bloques), los cuales generan depósitos de poco volumen, aunque en el caso de las calizas se observa el depósito de un derrumbe de casi 130 metros<sup>3</sup> (Figura 6.3). En ocasiones los derrumbes se generan sobre planos de fracturamiento que constituyen planos preferentes para la movilización de los materiales.

Ocasionalmente se observan derrumbes en los depósitos piroclásticos, principalmente en los cortes verticales donde las raíces de árboles producen el desprendimiento de bloques de variado tamaño, además, en ocasiones se presentan derrumbes en los escarpes (regularmente verticales) de anteriores deslizamientos. En el caso de los cortes producto de la actividad hídrica, existen grietas

generadas por los esfuerzos de tensión que se presentan en las caras expuestas de los cortes y que separan bloques de forma tabular, los cuales son fácilmente removidos cuando las corrientes fluviales erosionan las bases o cuando las presiones en estos puntos aumentan demasiado.



**Figura 6.4.** Obra de infraestructura parcialmente destruida por el derrumbe de escombros de intrusivo meteorizado. Ladera del cañón del Río Las Vacas (Colonia Santa Faz).

## 6.4. Los Deslizamientos

Estos fenómenos son muy abundantes en Chinautla y los tipos más comunes son los traslacionales superficiales (que remueven la regolita que descansa sobre materiales poco o nada alterados) en todo tipo de litología, mientras que los rotacionales se observan exclusivamente en los depósitos volcánicos cuaternarios, algunos de los cuales han removido grandes volúmenes de material (Figura 6.5).

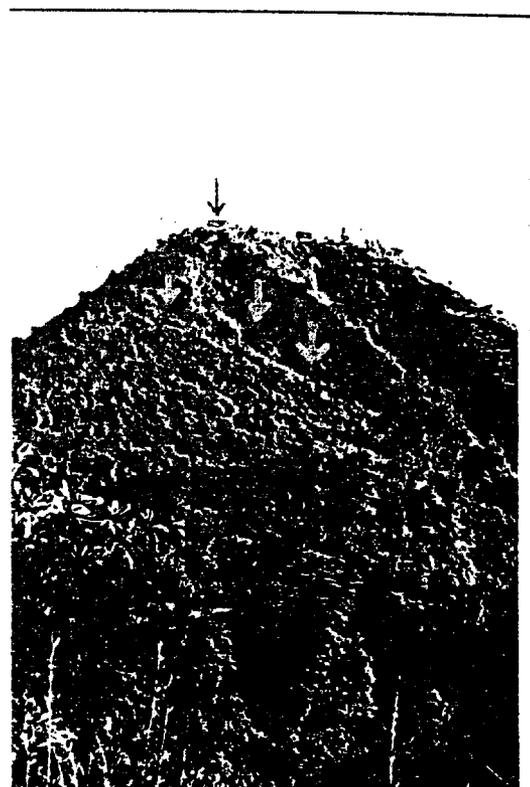
### a. Deslizamientos Superficiales

Son los principales eventos generados durante la época lluviosa o durante los fuertes aguaceros esporádicos. La superficie de rotura está constituida por el contacto entre la regolita y los cuerpos rocosos menos alterados o sanos.

En los depósitos cuaternarios estos deslizamientos son muy comunes, abarcan poca extensión y se generan preferentemente en las laderas con pendiente  $> 45^\circ$  de los cañones formados en estos materiales. El movimiento involucra únicamente las delgadas capas de suelo orgánico y que constituyen la superficie sobre la cual crece la escasa vegetación de raíces poco profundas. Los deslizamientos de suelo en los intrusivos y lavas, se generan sobre las laderas



**Figura 6.6.** Deslizamiento superficial en intrusivo (escarpe  $\approx 50$  mts). Ladera oriental del Río Las Vacas.



**Figura 6.5.** Ejemplo de deslizamiento en la ladera de un cerro. La flecha señala una vivienda que se encuentra en la parte alta del escarpe.

abruptas (pendientes  $> 40^\circ$ ) y pueden llegar a ocupar gran extensión areal (Figura 6.6).

### b. Los Deslizamientos Rotacionales

Este tipo de deslizamiento es el que ha generado los eventos más espectaculares en el área, ya que los grandes depósitos coluviales de la zona, son producto de remociones de este tipo. Sus orígenes seguramente están relacionados con la presencia de aguas meteóricas y/o subterráneas.

La mayoría de estos deslizamientos involucra el movimiento de un solo bloque de material, el cual ha sido transportado sin perder

las estructuras originales de deposición. El único caso donde pareciera ser que hubo un movimiento múltiple (involucrando varios bloques), es el evento generado al oriente de Chinautla, en donde existen varios remanentes muy erosionados que forman distintos niveles topográficos y que podrían ser indicativos de los diferentes bloques transportados.

En los casos observados, el escarpe principal originalmente fue vertical o subvertida, aunque en los deslizamientos más antiguos, los escarpes han sido erosionados con el tiempo. En los grandes deslizamientos, parece ser que se presentan las llamadas "grietas de cabeza", que debido a la erosión a la cual se encuentran expuestas, constituyen actualmente profundos y angostos cañones, los que están alineados con los escarpes principales fuertemente erosionados (Figura 6.7).



**Figura 6.7.** Cañón angosto formado en una "grieta de cabeza" muy erosionada. Vista al sur del Cerro Partido.

Al parecer, los grandes deslizamientos rotacionales se encuentran en las márgenes de distintas corrientes fluviales, las cuales posiblemente erosionaron la base de los taludes originales, con lo cual se facilitó el movimiento y que posteriormente tuvieron que desviar su curso normal o cortar los depósitos de las remociones para continuar su curso.

En el caso de uno de los deslizamientos de Santa Cruz (el del oeste del poblado) y en el de la colonia El Paraíso, la superficie de rotura seguramente fue el contacto entre el granito y los depósitos volcánicos. En algunos cortes de terreno cerca a El Paraíso, se observa que el contacto intrusivo-piroclastos se encuentra fragmentado y algo triturado, posiblemente como producto del movimiento del bloque al ser transportado ladera abajo. Aunque no se observan evidencias de la roca subyacente en el depósito que se encuentra en las márgenes del río Tzajá, se supone que podría ser granito, como lo demuestran algunos afloramientos en los alrededores.

La edad de la mayoría de los grandes deslizamientos no se ha podido determinar debido a la falta de datos, pero en 1996 se descubrió el fósil de molar de mastodonte en el sector oriental del depósito de Chinautla, cuya presencia puede darnos

la idea de que este sector del deslizamiento, podría tener al menos 10,000 años<sup>116</sup>, pero hay que considerar que el fósil pudo haber sido depositado antes o después del evento, lo cual dificultaría la datación del fenómeno.



**Figura 6.8.** Vista del escarpe y el depósito del deslizamiento La Culebra en las márgenes del Río Tzajjá, el cual se activó en septiembre de 1995 como consecuencia de las intensas lluvias que cayeron en la zona (Vista al este desde la Finca Paris).

El único deslizamiento con registro histórico, es el Depósito de La Culebra (márgenes del río Tzajjá), el cual constituye el más grande deslizamiento rotacional generado recientemente en la zona (Figura 6.8), ya que se produjo durante el mes de septiembre de 1995<sup>117</sup> durante un fuerte temporal que azotó la región, donde la precipitación pluvial superó en casi cien milímetros al promedio de agua precipitada para dicho mes, lo

cual produjo el aumento en la presión intergranular del material al saturarse de agua, disparando el deslizamiento.

Casi a 500 metros del puente Santa Marta (en la carretera a San Pedro Ayampuc), se presenta un afloramiento formado por fragmentos angulares de lava de diverso tamaño, dentro de una matriz de material arcilloso. Este afloramiento puede ser indicativo de un deslizamiento de escombros, originado posiblemente en las partes altas del Cerro Vivo y cuyo mecanismo de disparo, posiblemente fue algún movimiento tectónico relacionado con la presencia de la posible estructura geológica sobre la que corre el río Las Vacas (Figura 6.9).



**Figura 6.9.** Depósito de remoción de lavas (vista parcial). Antigua carretera a San Pedro Ayampuc.

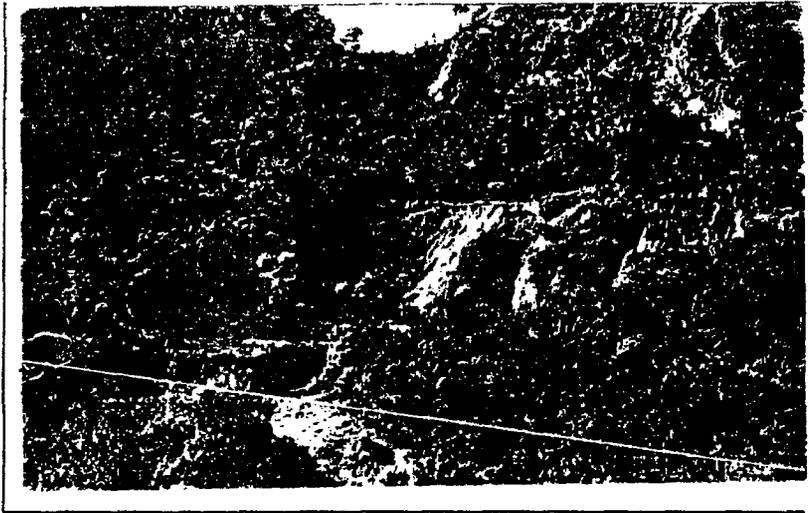
El material sobre el que se fundó la

<sup>116</sup> Edad probable de la desaparición de estos mamíferos según el Licenciado Sergio Ericastilla del INAEH, Comunicación verbal 1997.

<sup>117</sup> Según lo comentado por el señor Marcelino Alvarez (poblador de Santa Cruz Chinautla)

población de Santa Cruz Chinautla, se presenta preferentemente suelto, debido a que constituye parte de un depósito de remociones antiguas. Las deficiencias en las condiciones geomecánicas de estos materiales, facilita la generación de deslizamientos, como producto de la actividad hídrica del río Chinautla, el cual erosiona constantemente la base del depósito y como producto algunas veces del exceso de peso producido por las construcciones hechas cerca de los bordes que existen en las márgenes del río Chinautla.

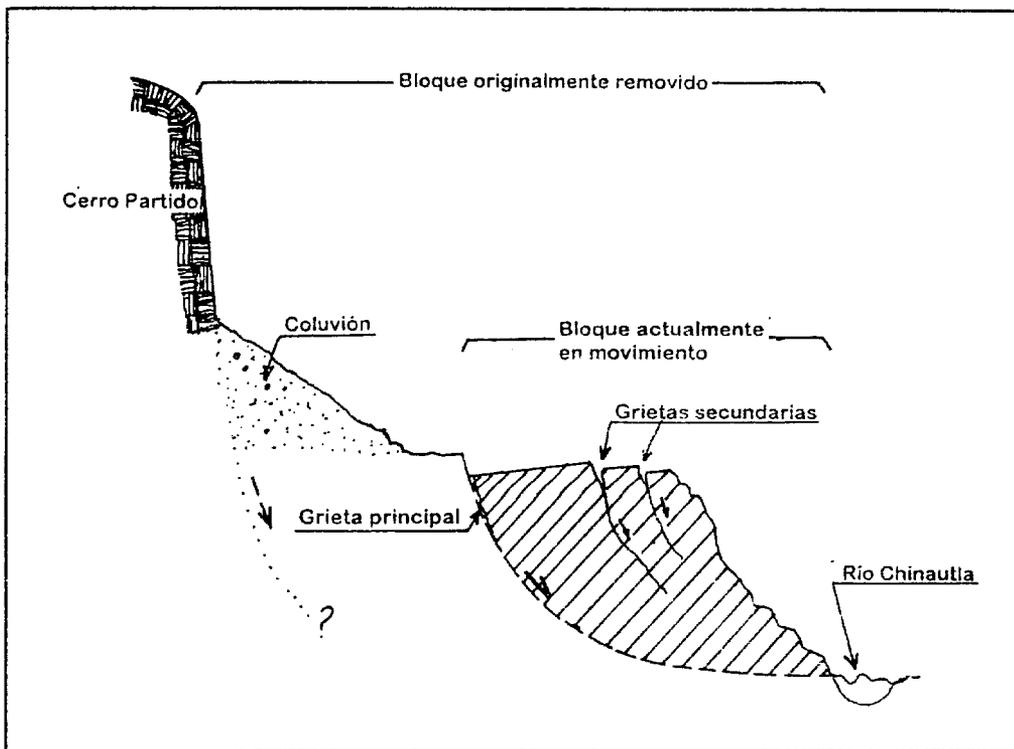
En el caso del cantón Amatitlancito, existe un deslizamiento activo, el cual remueve un bloque del depósito principal de remoción (Figura 6.10). Este movimiento ha generado una serie de grietas en el terreno y la altura del salto que se observa en el campo es variable, desde algunos pocos centímetros (al sur) hasta casi dos metros (al norte), tal y como se observa



**Figura 6.10.** Vista del Cantón Amatitlancito en Santa Cruz Chinautla (en la base del Cerro Partido), que está siendo afectado parcialmente por un lento deslizamiento rotacional. Vista al oeste.

en la escuela local, donde se observa un salto en el terreno que separa los edificios del patio de juego (Figura 6.11).

A pesar de que no existen datos para estimar la velocidad del movimiento del deslizamiento Amatitlancito, el movimiento no es continuo, como lo demuestra lo erosionado que se encuentra el salto existente en la escuela y que ha destruido los cortes verticales originales. Tomando en cuenta lo anterior, el movimiento posiblemente es estacional, ya que coincide con la estación de lluvias, durante la cual las precipitaciones pluviales permiten con facilidad la saturación del terreno, aumentando el peso sobre el mismo, además porque durante la misma época, aumenta el caudal del río así como la fuerza erosiva de la corriente, lo cual incide enormemente en la remoción de la base del bloque en movimiento y en la erosión de las laderas que forman el bloque.



**Figura 6.11.** Diagrama del bloque de terreno del Cantón Amatitancito (Sta. Cruz Chinautla) que en la actualidad se desliza lentamente.

## 6.5. Otros Fenómenos Observados

Las condiciones de los materiales que forman el depósito de Santa Cruz Chinautla (poca cohesión y compactación), han dado lugar a la presentación de al menos dos casos de licuefacción: La antigua iglesia de Santa Cruz Chinautla y el antiguo edificio del juzgado municipal, siendo este último el más impresionante.

El antiguo edificio del juzgado (ubicado al oriente de la plaza del poblado), fue construido en la convergencia de varias cárcavas que descienden de las partes altas del lugar, las cuales seguramente transportan gran cantidad de sedimentos que forman la base sobre la que se construyó el edificio y por lo tanto, las aguas subterráneas han de ser muy someras, debido al aporte de aguas proveniente de las cárcavas, formando un terreno muy susceptible al aumento de presión, facilitando la generación de licuefacciones (Figura 6.12). Debido a que la información obtenida entre los pobladores es muy confusa, no se pudo precisar cuando sucedió el hundimiento de este edificio, pero al parecer, el fenómeno fue posterior al Terremoto de 1976.



**Figura 6.12.** Estado actual del edificio del Juzgado en Santa Cruz Chinautla, donde la licuefacción permitió el hundimiento casi total del edificio.

## 6.6. Efectos de las Remociones en Masa

En algunos casos, las remociones han generado depósitos coluviales, los cuales involucran materiales volcánicos cuaternarios y en menor proporción, fragmentos de intrusivos, lavas y calizas (Figura 6.3). Estos depósitos son de poca extensión (en ocasiones de algunos pocos metros cuadrados) y regularmente se encuentran en las partes bajas del área, aunque ocasionalmente, es posible encontrarlos en las laderas de los cañones.

Algunos coluviones están compuestos por materiales volcánicos, los cuales forman aglomerados de material tobáceo sin soldar y poseen malas características geomecánicas. En el caso de los coluviones que se encuentran al noreste del área, estos presentan una granulometría variada (desde limos hasta bloques de casi 40 centímetros de diámetro) y una composición litológica que depende principalmente de la roca que aportó el material, y por lo tanto, están formados por fragmentos angulares o subangulares de intrusivo, mezclados con fragmentos de los materiales volcánicos suprayacentes, en ocasiones dentro de una matriz de composición pumítica.

La mayoría de remociones producidas en el área han generado cambios, el más importante de todos podría ser la pérdida de áreas planas como producto del retroceso de las cabeceras de cañones, el apareamiento consiguiente de laderas muy abruptas o verticales y el fracturamiento del terreno, generando ocasionalmente saltos topográficos de tamaño



**Figura 6.13.** Vista del patio de la escuela de Santa Cruz Crinautla, donde se observa el salto del terreno, el cual, en la actualidad alcanza una diferencia de nivel de casi 3 metros.

significativo (Figura 6.13). En general, las remociones no solamente transportan los materiales, sino que llegan a arrastrar obras de infraestructura que hayan sido construidas cerca de las orillas de las laderas en movimiento.

Las modificaciones que se pueden generar en las laderas, como producto de un deslizamiento, pueden ser permanentes o temporales (aunque algunos cambios temporales como el cambio de pendiente, puedan permanecer

durante mucho tiempo después de ocurrido

el fenómeno). En ocasiones, el hombre provoca los cambios permanentes en las laderas, principalmente cuando realiza cortes de terreno para construcción (viviendas, carreteras, frentes de explotación en canteras). Estos cambios debilitan las condiciones de estabilidad de las laderas, facilitando el desplazamiento de materiales como producto de la gravedad, facilitando la destrucción de las obras de infraestructura construidas en laderas con pendientes de casi  $45^\circ$ , como lo que se observa actualmente en Tierra Nueva y la colonia Santa Faz, donde actualmente se utilizan las laderas para construir viviendas.

En el fondo de los cañones, los efectos que podrían generarse como producto de deslizamientos producidos en las laderas de los mismos, están relacionados principalmente con los cauces de los ríos, en donde se podría represar el agua, principalmente en lugares donde los cañones sean más angostos. El represamiento de las aguas, podría generar una serie de problemas en el sentido que facilitaría la saturación de los materiales que se encuentran en las laderas vecinas (principalmente si son depósitos volcánicos), lo cual a su vez aumentaría el peso de los materiales, facilitando la generación de nuevas remociones.

## 7. FISIOGRAFIA LOCAL

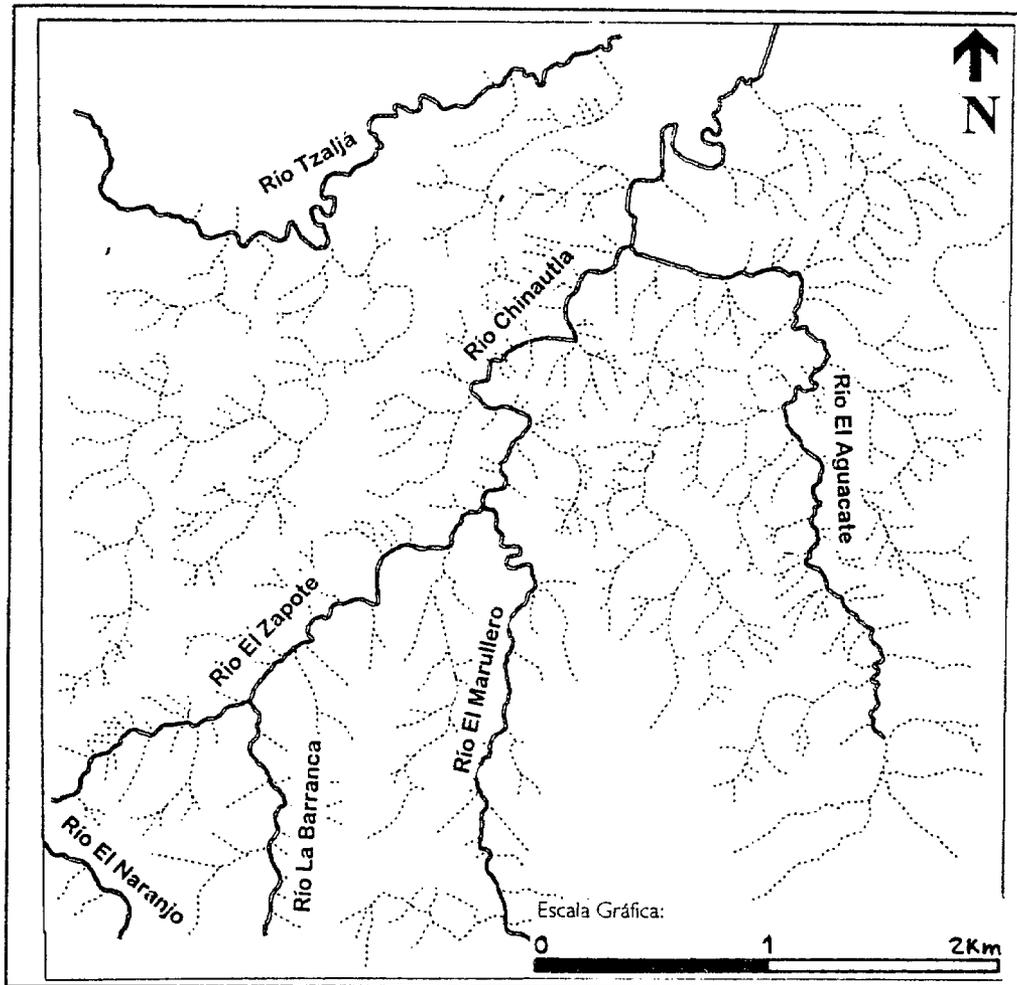
El área se puede dividir en dos regiones fisiográficas principales: La región de la planicie que aflora al sur del área y que forma parte de la meseta del Valle de Guatemala y la región de profundos cañones y pequeños valles que cubre la mayor parte de la región y que constituye la red de drenaje del norte de la capital. La presencia de una densa red hidrográfica local, ha sido fundamental en la generación de la fisiografía en la zona.

### 7.1. Hidrografía

La hidrografía presenta una red muy densa con dos corrientes importantes (ríos Chinautla y Tzajjá), hacia las cuales desaguan las otras y que desembocan en el Río Las Vacas que cruza al noreste del área (Figura 7.1). La red hidrográfica es de tipo **dendrítico subangular**, siendo más joven hacia el sur, lo que se caracteriza por la presencia de corrientes bastante rectas en profundos cañones con paredes muy abruptas a verticales, mientras que al norte la red es más madura, como se observa por la presencia de pequeños valles fluviales donde los ríos desarrollaron un comportamiento meándrico.

El río Chinautla nace al oeste del área con el nombre de Río Molino (colonia La Florida) y recibe aportes de las quebradas La Barranca (que inicia en el relleno sanitario municipal de la zona 3), El Marrullero (que inicia cerca del Hipódromo del Norte) y El Aguacate (que inicia al sur, cerca de La Pedrera). En la actualidad, la mayoría de los afluentes del río Chinautla son utilizados para la descarga de los desagües de un sector muy grande de la Ciudad Capital, lo cual también contribuye en los aportes de caudales de agua que recibe este río. El río cruza el área en dirección noreste y atraviesa la población de Santa Cruz Chinautla, hasta desembocar en el río Las Vacas (casi a un kilómetro al norte del área). El río ha cortado grandes espesores del material volcánico cuaternario que cubre extensivamente el área y en los alrededores de Santa Cruz, se observa que el lecho del río yace sobre el granito.

El río Tzajjá también nace al oeste del área (en la colonia La Florida), formado por los ríos Salayá y Guacamayas y constituye el principal colector de los desagües de algunas colonias de la zona 19; el principal aporte de agua a este río, proviene de la Quebrada Pansigüir, hacia la cual caen los desagües de algunos sectores de la Comunidad Tierra Nueva (zona 7).



**Figura 7.1.**

Mapa de la hidrología del área de estudio (Chinautla, Guatemala). Foto-interpretación a esc.  $\approx 1:11,000$ .

Este río corre al noroeste, paralelo al río Chinautla, y hacia el norte, desemboca en el río Las Vacas. Al igual que el río Chinautla, el Tzaljá ha formado su cauce al cortar grandes espesores de los materiales volcánicos cuaternarios y al oeste de Santa Cruz, el lecho del río se encuentra sobre el granito.

El río Las Vacas se forma al sudeste del área y recibe los desagües de gran parte de las zonas 6, 17, 1, 5 y 16. Localmente, al sudeste, el río ha cortado un cañón muy profundo y angosto en el intrusivo que aflora en el lugar, mientras que hacia el norte, corta los grandes espesores de los depósitos volcánicos cuaternarios.

Las corrientes tributarias de los ríos que cruzan el área, están constituidas por pequeñas quebradas (algunas permanentes), que son utilizadas para canalizar los desagües de un gran sector de la Capital.

Todas las corrientes son predominantemente torrenciales, debido a lo abrupto de las laderas y a los constantes aumentos en el aporte de aguas negras generados por los desagües domésticos e industriales que allí son descargados. Los