

Hay varios domos de lava en el sureste del Lago de Amatitlán acompañados con varios flujos de lava. Estos son domos de lava andesítica, formando laderas inclinadas a lo largo de los bordes de los domos. Se pueden observar varias caídas de rocas al borde de los domos.



Foto 2.3.7-35 Laguna de Calderas



Foto2.3.7-36 Depósito en la Parte Sur del Cráter El Durazno



Foto2.3.7-37 Depósito en la Parte Norte del Borde del Cráter El Durazno



Foto2.3.7-38 Domo de Lava Andesítica al Sur-Oeste del Lago de Amatitlán



Foto2.3.7-39 Caída de Rocas en el Borde del Domo de Lava

b) Actividad de Cerro Grande

La actividad de la Etapa III se caracteriza por la caída de escoria presumiblemente desde el Cerro Grande. Varios lóbulos de flujo de lava se extienden desde su edificio cónico al sur y al noreste (Kitamura, 1995).

Se observa un flujo de lava basáltica alrededor de Mesillas Bajas en el noreste de Cerro Grande.



Foto2.3.7-40 Flujo de Lava en Mesillas

c) Flujos de Lava desde el Cráter de MacKenney

La última etapa inició unos 1,500 años A.C. y continúa actualmente. La actividad actual está limitada a aquella del cráter MacKenney, el cual expulsa varios flujos de lava y piroclastos. Los flujos de lava del cráter MacKenney se observan en el oeste y sur del Volcán Pacaya. Desde el observatorio del Cerro Chino se observan los últimos flujos de lava. El 18-9-1998 la lava fluyó entre el Cerro Chino y el Cono de MacKenney cerca de 2km de longitud (Foto2.3.7-41). Cubrió una parte de los flujos de lava antiguos, por ejemplo, el flujo de lava de 1961. En la fotografía la lava más reciente es más oscura. Desde el borde del cráter de Cerro Chino, se pudo observar el flujo de lava de Enero del 2000. Fluyó hacia el flanco del Cono de MacKenney y se paró entre el Cerro Chino y el Cono de MacKenney (Foto2.3.7-42). Todas estas lavas son de origen basáltico. Los flujos de lava se observan también al sur del Volcán Pacaya (Foto2.3.7-43). Estos flujos de lava son más viejos (ej. 1961) que aquellos vistos alrededor del Cerro Chino.



Foto2.3.7-41 Flujo de Lava de la Erupción de 1998

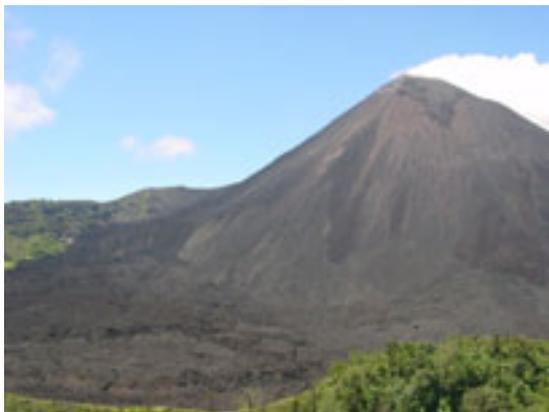


Foto2.3.7-42 Flujo de Lava de la Erupción de 2000 (la parte más oscura)



Foto2.3.7-43 Flujo de Lava Antiguo visto en el Flanco Suroeste (lado cercano)

d) **Avalancha de Escombros**

Cerca del 1,200 D.C. el cono inicial del actual Volcán Pacaya colapsó gravitacionalmente y formó una caldera en forma de herradura abierta hacia el suroeste. El evento fue acompañado por avalancha de escombros que formó montículos de flujo de escombros desde el oeste al flanco sur del Volcán Pacaya. Los depósitos de avalancha de escombros contienen bloques de a lo máximo un par de metros de diámetro. Esos bloques también son observados en la aldea de El Patrocinio, y cerca de la aldea de El Caracol.



Foto2.3.7-44 Montículos de Flujo de Escombros Vistos en el Flanco Oeste del Volcán Pacaya



Foto 2.3.7-45 Bloque visto en El Patrocinio



Foto 2.3.7-46 Bloque visto cerca de El Caracol

10) Antigua Guatemala

A pesar de estar incluida en el área de estudio, en esta zona no se encontró evidencia de grandes deslizamientos. Solamente en zonas montañosas donde las laderas en corte son muy inclinadas tal como en las carreteras CA-1 y la No.10 se encontraron pequeñas caídas de rocas. Una de las razones puede ser que siendo que el área está cubierta de pómez de caída aérea la capacidad de infiltración de los materiales no permite la retención de agua durante lluvias fuertes, y no existe susceptibilidad a deslizamientos debido al bajo peso y gran cohesión de los granos pumíticos.



Foto2.3.7-47 Estratos porosos de pómez de varios a diez metros de espesor que cubren las laderas de las Montañas.

11) Región Nor-Oeste (El Quiché, Huehuetenango, San Marcos)

a) Flujo de Escombros en El Paraíso, Depto. de Huehuetenango

Este evento ocurrió en tres pequeñas cuencas de los ríos El Injerto (107 km²), Hoja Blanca (16 km²), y Agua Dulce (45 km²). Dentro de estos el primero que incluye la aldea de El Paraíso fue la más dañada, matando a 30 a 72 personas, según reportes actuales de los vecinos y de los periódicos de aquel tiempo. Las personas desaparecidas hasta cierto tiempo fueron unas 300, y los que permanecieron aislados temporalmente fueron unas 65,000 personas, debido al colapso de 3 puentes importantes en la región.

b) Deslizamiento de Cantzelá, Departamento de Huehuetenango

Este deslizamiento está localizado en la aldea de Cantzelá, perteneciente al Municipio de Aguacatán del Departamento de Huehuetenango. El deslizamiento tiene dimensiones

aproximadas de 300mx300m. Según información de un anciano del lugar ha habido grandes movimientos tan antiguos como desde 1920, y luego el último en 1998 durante el Huracán Mitch. El sitio está localizado en un contacto de la formación Todos Santos (Jurásico-Cretácico), consistente de lutitas, limolitas, areniscas y conglomerados, con la formación Santa Rosa (Pensilvánico-Pérmico?) consistente de pizarras y lutitas pizarrosas. Esta área también está rodeada de muchas fallas locales producidas por la actividad del sistema Chixoy-Polochic. La superficie de deslizamiento parece ser las lutitas de Todos Santos.

Dentro del área de deslizamiento se encuentra una escuela primaria y unas cinco casas, todas con serios daños, especialmente en la escuela, de tal manera que ya se están trasladando a otro lugar.

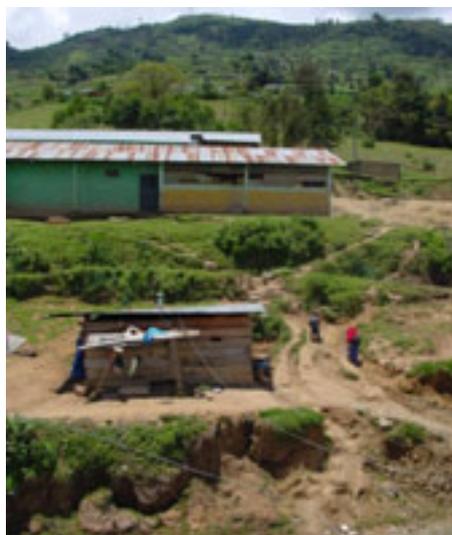


Foto2.3.7-48 La Escuela Primaria dañada por el deslizamiento

c) Deslizamiento en Aldea La Barranca cerca de Aguacatán, Dpto. de Huehuetenango

Este deslizamiento está localizado al margen izquierdo del Río Bucá, unos 3km al oeste de Aguacatán sobre la carretera a Chiantla. En esta área hay grandes masas de serpentinita, de la formación Chochal con estratificaciones masivas de calizas de la formación Chochal (Pc) así como calizas litoclásticas, dolomitas, y dolomita-brecia de la caliza Ixcoy (Kis). Esta área es altamente inestable debido a su geología variable con muchos contactos, y masas de rocas plegadas y fisuradas debido a los antiguos y frecuentes movimientos de la falla Chixoy que corre justo a lo largo de esta área.



Foto2.3.7-49 Deslizamiento en La Barranca

d) Flujo de Escombros en el área de Cuilco, Dpto. de Huehuetenango

En esta área son frecuentes los flujos de escombros a lo largo del Río Cuilco, producidos por laderas inestables aguas arriba. Un primer puente fue construido en 1960, el cual duró 30 años, y fue destruido en 1990. Luego fue construido otro en 1998-9 y fue arrastrado el 15-9-1999, después de 6 meses de haberlo finalizado, durante una inundación

producida por flujo de escombros.

12) Región Central

a) Deslizamiento Los Chocoyos

Está localizado a 15 km desde Tecpán, a lo largo del lado sur del valle del Río Los Chocoyos. El deslizamiento probablemente empezó como un deslizamiento de bloque y se desintegró a una avalancha de escombros que se desplomó al río viajando unos 600m aguas abajo antes de llegar a reposo. El escarpe principal tiene una altura de 50 a 60m, y la masa total que se movió es de aproximadamente 1 millón de m³ de escombros derivados de depósitos pumíticos del Pleistoceno.

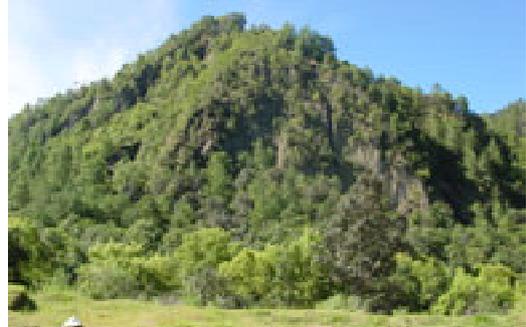


Foto2.3.7-50 Deslizamiento de Los Chocoyos

El deslizamiento mató a unas 6-7 personas. También bloqueó el río y formó un lago que se extendió unos 300m aguas arriba.

b) Deslizamiento a 2.5 km al Oeste de Los Chocoyos

Este es un deslizamiento inminente cerca del anterior y más antiguamente conocido de los Chocoyos. Se le pueden observar dos escarpes, uno en la corona de la ladera y otro a un cuarto de la longitud desde aquél. No puede ser apreciado en las fotografías aéreas debido a la estrechez de las fisuras. Se compone de roca volcánica muy fracturada. Se puede esperar que el talud falle en una futura precipitación fuerte o un relativamente grande terremoto.



Foto2.3.7-51 Deslizamiento a 2.5 km al Oeste de Los Chocoyos

c) Deslizamiento en la Aldea de Patzún (Municipio de San Andrés Semetabaj, Sololá)

Este es un deslizamiento de tipo traslacional donde una masa de material profundamente



Foto2.3.7-52 Deslizamiento en la Aldea de Patzún, Sololá

alterado se desliza sobre el plano de estratificación de la roca intacta. La inestabilidad puede haber comenzado desde la construcción de la carretera a media ladera.

d) Gran Deslizamiento en San José Poaquil

En San José Poaquil al nor-oeste de Tecpan Guatemala, tomamos un corto desvío desde la carretera troncal del este hacia el lado del valle para llegar a la cabeza de este deslizamiento. Se encontró un inmenso escarpe del deslizamiento. La parte superior del escarpe del deslizamiento consiste de depósitos de flujo piro clástico Los Chocoyos, el cual esta levemente meteorizado sobre la superficie tornándose café amarillento. La parte inferior del escarpe del deslizamiento consiste de toba soldada. El inmenso deslizamiento tiene mas de 400 m de ancho y 200 m de alto. En la parte frontal del escarpe hay un afloramiento que esta levemente inclinado hacia el lado del escarpe. El afloramiento es un residuo de deposito que se deslizó del escarpe, y ahora se le encuentra hundido e inclinado hacia el lado del escarpe. Este deslizamiento ocurrió siguiendo el terremoto de Guatemala de 1976.



Foto 2.3.7-53 Gran Deslizamiento en San José Poaquil

13) Río Samalá

El Río Samalá se origina en el norte de Quetzaltenango y fluye sobre el lado este del Volcán Santa María, hacia el Pacífico. El problema de inundaciones del Río Samalá resulta de las grandes cantidades de sedimento aportados por los lahares debido a la erupción del Volcán Santiaguito. Por lo tanto, el estudio de campo fue conducido sobre un área de los ríos tributarios Nimá I y Nimá II, hacia los cuales fluyen los sedimentos desde el Volcán Santiaguito hasta la costa. Los informes sobre el estudio de los ríos Nimá I y Nimá II se suministran en la sección sobre volcanes.

a) Desde El Palmar a San Sebastián

El Río Nimá I se une al Río Samalá en el sur de El Palmar. Actualmente no ocurre inundación debido a que el Río Samalá en esta área fluye en un valle profundo y no fluyen sedimentos desde el Río Nimá II. El Río Samalá se une al Río Nimá II al sur de San Felipe, por esta ubicación el río se vuelve más ancho de 100m y la grava se acumula en el cauce. El área circundante al río es una terraza, que no representa peligro de inundación. Alrededor del puente CA-2 en San Sebastián, el Río Samalá llega a tener una mayor

anchura, causando que los sedimentos se acumulen y se eleve el cauce del río. Actualmente, el curso del río se mantiene en esta localización por excavación del cauce. Al lado derecho se usan gaviones para formar bordas de contención para prevenir inundaciones. En ambos márgenes, el relieve cambia de una terraza a un área de tierras bajas. Las inundaciones fácilmente ocurren aguas abajo de este puente. Los residentes de esta zona dicen que, especialmente en la margen derecha donde hay poca diferencia en altura entre el cauce y las tierras bajas, las corrientes de inundación fluyen hacia el río adyacente, el Río Muluá. En efecto, sobre el margen derecho hay remanentes de una gasolinera arrastrada por una inundación anterior.



Foto2.3.7-54 Condición del cauce del río cerca de CA-2

b) Desde San Sebastián a la unión con el Río Oc

El Río Samalá después de separarse del Río Ixpatz, tiene una gran planicie de inundación ya que fluye hacia la cuenca baja.

En particular, los sedimentos aportados desde la cuenca alta se acumulan para elevar el cauce tan alto como el terreno circundante, que usualmente era uno tres metros más alto. Los sedimentos acumulados en la confluencia han embalsado los tributarios formando una laguna. En La Lolita, una laguna formada a lo largo del Río Mesa, elevó el nivel del agua del río, haciendo imposible pasar una carretera a través del mismo. Además los sedimentos fluyendo hacia esta laguna están formando un delta. Se espera que en unas pocas docenas de años, los sedimentos fluyendo hacia esta laguna la llenarán y se creará una planicie de inundación. Por otro lado, el Río Ixpatz no tiene una planicie de inundación tan grande como la del Río Samalá, pero a menudo ocurre una inundación en los pastos a lo largo del río. En Nueva Candelaria, se pudieron observar los depósitos de arena debido a las inundaciones del Río Ixpatz.

c) Desde Río Oc a la costa del Pacífico

El Río Oc también está lleno de sedimentos que le llegan desde cerca de la confluencia. A lo largo de toda la cuenca baja se extiende por un terreno accidentado de laderas ligeramente ondulado (terrace). Este es un viejo abanico aluvial, que el río ha erosionado para formar un valle. La mayoría de este terreno es ya sea milpas de maíz o pastos. El Río Samalá en la cuenca baja tiene un curso con un ancho de 200 a 300 metros.

Alrededor del río hay una planicie de inundación de unos 500 metros de ancho. La corriente en este río es muy lenta y la profundidad es de solo unos 30 centímetros. Los depósitos del cauce consisten de arena. Sobre estas terrazas hay valles poco profundos y depresiones erosionadas por la corriente. Durante una inundación, el agua que viene del Río Samalá fluye hacia aquí y aumenta la inundación.

En la cuenca baja hay una planicie de inundación de tres kilómetros de ancho. Hay poca diferencia de altura entre el cauce y las áreas bajas adyacentes. En algunas partes, la carretera fue lavada por una corriente. Cuando golpeó el Huracán Mitch, el nivel del agua de la inundación era de 150 centímetros. En el estuario, hay una orilla de playa a lo largo de la costa, detrás del cual hay un pantano en el fondo.



Foto2.3.7-55 Condición de la cuenca baja



Foto2.3.7-56 Carretera lavada en la cuenca baja

14) Río Acomé

El estudio de campo del Río Acomé fue conducido en el área aguas abajo desde la Gomera.

a) Desde Santa Lucía Cotzumalguapa a La Gomera

El Río Acomé tiene un área tributaria muy estrecha en la cuenca alta, siendo solamente una corriente de un metro de ancho en Santa Lucía Cotzumalguapa. El río fluye a través de un abanico aluvial relativamente empinado hasta ocho kilómetros al norte de La Gomera pero a través de un área aguas debajo de allí. En el área de tierras bajas, los tributarios que se desvían del Río Achiguate, río adyacente, fluyen para formar corrientes en forma de red, haciendo los límites de la cuenca confusos. Si una inundación ocurre en esta área baja, no solamente el Río Acomé se desborda sino también muchos ríos lo hacen conjuntamente.

El río forma meandros a través de áreas bajas cerca de La Gomera y se une al Río Agüero en el norte del pueblo. El río tiene unos 5 metros de ancho, y ya que el mismo erosiona el área baja cuando fluye hacia abajo, la tierra baja circundante es una terraza de unos tres metros de alto más alto que el cauce del río. Por lo tanto, las tierras cerca del Río

Acomé han sido inundados, pero el pueblo de La Gomera tiene pocos daños de inundaciones. El Huracán Mitch inundó el área cerca del Río Acomé y la entrada del pueblo a una profundidad de aproximadamente 0.5 metros durante una noche.

El Terreno, en el este de La Gomera fue inundado por el Huracán Mitch a una profundidad de 0.5 metros por tres días. Los residentes dicen que la inundación esta vez procedió del norte al sur, siendo probablemente resultado de inundación del Río Coyolate.



Foto2.3.7-57 Río Agüero cerca de La Gomera



Foto2.3.7-58 La Gomera: La línea azul indica el nivel del agua de la inundación por el Huracán Mitch

b) Desde La Gomera a la costa del Pacífico

En esta zona se cultiva caña de azúcar en las tierras bajas desde La Gomera hasta la costa. El Río Acomé, de unos cinco metros de ancho, fluye dos metros más bajo que el terreno. El Huracán Mitch inundó la mayoría de la aldeas a lo largo del Río Acomé, pero no inundó algunas de ellas. Por otra parte, algunas aldeas fueron sumergidas por tanto tiempo como ser ocho días. Esto parece estar relacionado a la poca diferencia de alturas de las tierras a lo largo del río, y la dirección de la corriente.

Hay dunas sobre la costa. Ya que las dunas son unos cinco metros más altas que las tierras bajas, hay poco peligro de inundación. El Huracán Mitch causó poca inundación en el pueblo de Sipacate o El Paredón Buena Vista cerca del estuario del Río Acomé. De acuerdo a los residentes, La Empalizada, que está frente a la costa fue sumergida no debido a una inundación sino a una gran ola.

En las tierras interiores a las dunas hay una laguna y un pantano. Aún cuando las dunas se extienden uno 30 km, solamente hay un estuario, es decir el del Río Acomé.

Adicionalmente, en el estuario del Río Acomé que fluye lentamente y hace meandros, el agua no es descargada fácilmente debido a las barras de arena. Por lo tanto, si el río tiene un nivel de agua más alto, parece que muchas de las corrientes de los ríos son embalsadas y causan inundación en el área baja detrás de las dunas.

La carretera entre Sipacate sobre la costa y La Gomera está sobre un montículo, así es que no es probable que sea sumergida aún si ocurre una inundación.



Foto2.3.7-59 Pantanos y dunas cerca de Sipacate



Foto2.3.7-60 Río Acomé en la cuenca baja

15) Río Achiguate

El estudio de campo sobre el Río Achiguate fue conducido desde la cuenca alta del Río Guacalate, uno de sus tributarios, hasta el estuario.

a) Desde San Andrés Itzapa hasta La Antigua

San Andrés Itzapa, localizado al pie de una montaña, tiene los ríos Itzapa y Negro a cada lado del pueblo. Ya que estos ríos fluyen a través de un valle, la tierra a lo largo de ese valle puede ser inundada cuando llueve fuerte. Sin embargo, la inundación es probable que solo sea temporal debido a que el área tributaria es pequeña. El Huracán Mitch causó daños por inundación debido a que se desbordó el Río Negro, pero no sucedió lo mismo con el Río Itzapa. Aguas abajo de Itzapa las inundaciones que han ocurrido en las tierras a lo largo del río solamente han sido las del Huracán Mitch.



Foto2.3.7-61 Puente en Pastores

El Río Guacalate fluye a través de un valle profundo en un área montañosa aguas abajo de San Andrés Itzapa. En San Luis las Carretas a lo largo del río, este es de tres a cuatro metros de ancho y de unos dos metros más bajo que el terreno. El Huracán Mitch no causó daños de inundación, pero un aguacero del 20 de Octubre de 1999 elevó el nivel del agua y causó una inundación en el pueblo.

En el puente de la entrada del pueblo de Pastores, localizado en la curva del río, hay un talud fallado que está enterrado por sedimentos. Si ocurre un aguacero en la cuenca alta, es probable que no solamente la corriente del río corra por esa ubicación sino que también el puente embalse al río produciendo una inundación. Aguas abajo de esta ubicación se colocaron gaviones para prevenir que la erosión socave el talud.

b) Cuenca La Antigua

La cuenca donde está localizada La Antigua corresponde a un relieve muy plano. El Río Guacalate tiene unos cuatro metros de ancho, mientras que la zona de unos cinco a diez metros a lo largo del río es de tierra hundida, propensa a inundación. En La Antigua, no el Río Guacalate sino el tributario Río Pensativo a menudo ha producido inundaciones. El Río Pensativo, que presumiblemente había fluído hacia el lado norte de la cuenca, se le cambió su curso hacia el lado sur para ir alrededor del pie de la montaña. Así que a menudo ocurre una inundación en la curva.



Foto2.3.7-62 Río Achiguate en el norte de Escuintla

La Ciudad Vieja al sur de La Antigua es una sección estrecha encajonada entre un área montañosa en el norte y la lava del Volcán de Agua en el sur. Sin embargo, el Río Guacalate es tres a cuatro metros más bajo que el nivel del terreno superficial y no es probable que inunde el área. El río corre a través de un valle profundo al sur de Alotenango. Aunque no hay riesgo de inundación, los sedimentos colapsados desde el Volcán de Fuego fluyen aguas abajo de esta ubicación, así que se acumula grava en el cauce.

c) Desde Escuintla a Masagua

En Escuintla, el río está rodeado por terreno montañoso cerca de unos tres metros más alto que el cauce del río y no es proclive a inundaciones. En la Finca Los Cerritos, un área de tierras bajas en el sur de Escuintla, según los residentes, el Huracán Mitch no causó inundación, pero si las produjo el Huracán Francelia en 1969.

Alrededor de Masagua, la terraza cambia a un área de tierras bajas (planicie de inundación). La tierra ya no es más alta que el río y está propensa a inundaciones. Las tierras aledañas son usadas para pastos o cultivo de caña de azúcar.

En Masagua, el Huracán Mitch sumergió el área alrededor del río. El puente que cruza el Río Guacalate tiene las pilastras socavadas y está en peligro. Los depósitos de cauce alrededor de esta área consisten principalmente de grava desde unos cuantos centímetros a 20 centímetros de tamaño.



Foto2.3.7-63 Puente Masagua en peligro debido a que la fundación de las pilas está socavada

d) Desde Masagua a El Pilar

El Río Guacalate se une al Río Achiguate al sur de Masagua. Aguas abajo de esta ubicación el cauce del río llega a tener un ancho de unos 300 metros, muchas corrientes se separan del río, y la tierra es propensa a inundación. En el sur de Masagua el Río Achiguate hace meandros y erosiona la tierra en taludes socavados. Hay una diferencia de altura de dos a tres metros entre las tierras de alrededor y la superficie del agua. Si llueve fuertemente tal como durante el Huracán Mitch, la tierra puede ser sumergida. En Cuyuta, una corriente de inundación que fluía hacia riachuelos, lavó la carretera y depositó arena en los alrededores. Si el Río Achiguate sube, una corriente de inundación puede fluir hacia estos riachuelos, sumergir relativamente las tierras bajas alrededor, y expandir la inundación más allá.

Los depósitos de cauce en la cuenca media consisten principalmente de arena sin grava. En El Pilar sobre el margen opuesto, las corrientes divergentes expandieron la inundación durante el Huracán Mitch, lo que sumergió el pueblo durante tres días.



Foto2.3.7-64 Río Achiguate cerca de Cuyuta



Foto2.3.7-65 Depósitos por inundación cerca de Cuyuta

e) Costa del Pacífico

En la cuenca baja hay corrientes que se separan del Río Achiguate, corrientes que comienzan de vertientes y de ríos secos. El área es de tierras extremadamente bajas, siendo muy susceptibles a inundaciones. Al este del estuario, el Huracán Mitch elevó el nivel del agua a 1.2 metros y sumergió el área por siete días. Las dunas en la costa fueron sumergidas a una profundidad de 0.4 metros. En Puerto San José, la inundación ocurrió principalmente debido al Río Achiguate.

Cerca del estuario hay poca diferencia de altura entre el río y la tierra circundante, y el río es poco profundo. La inclinación del cauce del río es muy suave y la velocidad de la corriente es lenta. Así, si el agua sube de nivel, se sumerge una considerable área de tierra. La Barrita, cerca del estuario, estuvo sumergida durante el Huracán Mitch por cuatro días.

El lado oeste del Río Achiguate es un área de tierras bajas como el margen opuesto. El Huracán Mitch trajo una corriente de inundación a través de las corrientes divergentes que inundaron el área. Sin embargo, Los Angeles, cinco kilómetros distante desde el Río Achiguate, no fue inundada. No se pudo identificar durante el estudio qué produjo esta diferencia, debido a que este límite no tiene diferencias geomorfológicas distintivas en los alrededores.



Foto2.3.7-66 Nivel de agua de inundación en una aldea en la cuenca baja



Foto2.3.7-67 Río Achiguate cerca del estuario

16) Río María Linda

La cuenca del Río María Linda es una gran área que incluye la mitad sur de la Ciudad de Guatemala. El estudio de campo fue conducido sobre un área desde el Río Villalobos, un tributario del Río María Linda, Lago Amatitlán, y Río Michatoya hasta la costa.

a) Río Villalobos

El Río Villalobos fluye a través de la Ciudad de Guatemala hacia la planicie del valle. El curso del río corre dos a tres metros más bajo que el terreno superficial. No ocurrió inundación durante el Huracán Mitch, pero se encontró erosión lateral. El tributario Río Sucio, una corriente que fluye a través de una ladera empinada, fluye fácilmente debido a que el cauce del río es poco profundo. Ocurrió una inundación en Santa Inés Petapa.



Foto2.3.7-68 Erosión lateral encontrada en Río Pinula



Foto2.3.7-69 Delta del Río Villalobos y Lago Amatitlán

El Río Villalobos fluye hacia el Lago Amatitlán para formar un vasto delta. Este delta ha sido formado en unos 100 años con depósitos de flujos piroclásticos antiguos desde la cuenca alta siempre que llueve. Ya que el curso del Río Villalobos que fluye a través de este delta erosiona tres a cuatro metros hacia el terreno superficial, no hay peligro de inundación donde el río sube de nivel. El Huracán Mitch inundó solamente las zonas bajas.

b) Vecindad del Lago Amatitlán

En Amatitlán, el Río Michatoya fluye desde el Lago de Amatitlán. El Lago de Amatitlán tiene una función de embalsar temporalmente una corriente de inundación y regular su descarga. Así, la inundación del Río Michatoya no es probable que sumerja el pueblo de Amatitlán. El Huracán Mitch elevó el nivel de agua del río por 2.5 metros pero no causó inundación. Sin embargo, el Río Mico un tributario que fluye desde las áreas montañosas en el oeste puede producir inundación cuando llueve fuerte debido a que forma un abanico aluvial y tiene un curso muy curvado. El Huracán Mitch y otros aguaceros causaron que el río se desbordara muchas veces. El Río Michatoya fluye a través de una planicie de valle muy largo al sur de Amatitlán. Aquí, las fábricas y casas son construídas en áreas de tierras bajas que usualmente son pantanos. El Huracán Mitch causó inundación a una profundidad de unos 20 centímetros.

c) Ríos Michatoya y Brito

En la cuenca baja donde el Río Michatoya y el Río María Linda fluyen desde un área montañosa a la planicie, el río corre erosionando la superficie del terreno, formando una terraza de unos cuantos metros de alto. En Brito, en la cuenca media, el Río Michatoya hace meandros violentamente. Aunque el cauce del río está excavado unos cuatro a cinco metros más bajo que el nivel del terreno, el Huracán Mitch elevó el nivel del agua por cinco metros o más que el actual sumergiendo por completo el pueblo de Brito. En



Foto2.3.7-70 Superficie de carretera lavada en Brito



Foto2.3.7-71 Nivel de agua de inundación en Brito

particular, las pilas del puente fueron erosionadas por el talud socavado y la carretera fue lavada. Actualmente están reforzados con gaviones. En cuatro casas localizadas más abajo que las otras, el nivel del agua alcanzó casi el cielo de las mismas, y una de ellas fue arrastrada. En una curva de un río, el agua tiende a correr más lento, entonces el nivel del agua sube, y se produce fácilmente la inundación. La erosión lateral en taludes socavados puede hacer colapsar grandes precipicios.

Cerca del frente está un talud socavado. La parte descolorida de asfalto es donde la carretera fue lavada. En el pié de una persona a la derecha está la sección reforzada.

d) Las Flores

En Las Flores, el cauce del Río María Linda tiene unos cuatro metros más bajo que el terreno circundante y los precipicios en ambos márgenes. El río tiene unos 20 metros de ancho y 0.5 metros de profundidad y fluye muy lentamente. Aquí hay una estación hidrométrica del INSIVUMEH, que hace mediciones del nivel durante dos veces al día. Esta estación usa radio para comunicarse con el INSIVUMEH. El Huracán Mitch elevó el nivel del agua por 5 metros y sumergió la vecindad a una profundidad de cerca de un metro. En esta área en 1969 durante el Huracán Francelia se produjo una inundación, antes del Huracán Mitch, pero no hubo inundaciones en el período intermedio. Algunas secciones son montículos de CA-2 que pasa esta sección, deberá considerarse el control de la expansión de una inundación. La tierras en esta área se usan para cultivos de caña de azúcar y para pastos.



Foto2.3.7-72 Río María Linda en Las Flores

e) Desde la confluencia del Río Michatoya a la región de pantanos

El área desde la cuenca media hasta la costa es mayormente de tierras agrícolas donde se cultiva caña de azúcar y se pastorea ganado.

En esta área, de tierras bajas los pantanos y lagunas están diseminados, y las corrientes y canales fluyen en una cadena. Encontramos también un bordo de contención construido a lo largo del río de acuerdo a la experiencia de



Foto2.3.7-73 Confluencia entre el Río María Linda y el Río Michatoya

desastres en el pasado, y es usado como carretera. De acuerdo a los residentes, el Huracán Mitch sumergió toda la tierra circundante a una profundidad de un metro.

En la confluencia del Río María Linda y el Río Michatoya, una inundación causada por el Huracán Mitch erosionó el talud socavado del río por unos 20 metros. En esta localización también fue construido el bordo después de la inundación causada por el Huracán Mitch.

En la Hacienda Guisoyol, cerca de un kilómetro distante del Río María Linda, la inundación causada por el Huracán Mitch fue de 0.8 metros de profundidad e inundó el pueblo por ocho días. En la cuenca baja, una inundación tiende a mantener el nivel de agua sobre la tierra por un largo tiempo.

f) Costa del Pacífico

En el área costera hay una zona de dunas de unos 100 metros de ancho a lo largo de la costa. En el área interior de las dunas, los ríos que divergen del Río María Linda y Achiguate fluyen como corrientes en red y son bloqueados por la zona de dunas para formar pantanos y lagunas. Así la tierra es fácilmente sumergida cuando ocurre una inundación. El Río María Linda fluye hacia el Pacífico en el este de Iztapa. Las áreas bajas a lo largo del río no tienen diferencias significativas de altura respecto a la superficie del agua y son altamente proclives a inundación.

El pueblo de Iztapa está localizado entre dunas de arena. Estas dunas constituyen terrenos de unos cuantos metros más altos que el área de tierras bajas, y generalmente no son propensos a inundaciones. Sin embargo, el Huracán Mitch elevó el nivel del agua de las lagunas en las dunas de arena desde el Río María Linda a Monte Rico y causó que el agua se desbordara de las dunas de arena y alcanzara la línea de costa. El área donde hay una carretera desde Iztapa a Puerto San José está localizado en una duna de arena de 200 a 300 metros de ancho y no es propensa a inundación.



Foto2.3.7-74 Río María Linda cerca de Iztapa

g) Puerto San José

El Puerto San José está a doce kilómetros distante del Río María Linda y tiende a ser influenciado por las inundaciones del Río Achiguate. La mayoría del pueblo está en tierras bajas, donde los daños por inundaciones han ocurrido muchas veces en el pasado. Especialmente el Huracán Mitch inundó el área a una profundidad del tres a cuatro metros por unos cuantos días.

En la parte este del pueblo, hay una zona de dunas de arena de 600 metros de largo, y 150 metros de ancho, que es pocos metros más alto que el área de tierras bajas y no es propenso a inundaciones.



Foto2.3.7-75 Puerto San José (El Huracán Mitch causó un inundación hasta la línea azul).



Foto2.3.7-76 Canales y calles de Puerto San José

(3) Pruebas de Suelos para Estudio de Deslizamientos

Se muestrearon suelos en el área de la Ciudad de Guatemala y Chinautla en Agosto de 2001. Las muestras fueron tomadas por un grupo de laboratoristas de la Dirección General de Caminos, y las pruebas de granulometría y Límites de Atterberg se realizaron en ese Laboratorio. Las pruebas restantes (triaxial, permeabilidad, etc.) fueron realizadas en el Laboratorio de Suelos del Centro de Investigaciones de Ingeniería, (CII) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Aunque se tuvo el debido cuidado para tomar muestras inalteradas en el campo, las pruebas se realizaron como remoldeadas, debido a que la elaboración de especímenes no alterados se dificultó por el alto contenido de granos del tamaño de grava (entre 4% a 13% según USCS y 8% a 21% según AASHTO) más grandes que el tamaño permitido para tales pruebas (2mm). Por tanto, fue imposible conformar las muestras apropiadamente.

Se han reportado en varias fuentes dificultades similares para obtener muestras no alteradas de tales materiales, así como también se han hecho intentos para correlacionar la condición remoldeada con la no alterada, con el propósito de superar tales dificultades.

No obstante, las muestras de laboratorio para este estudio se elaboraron tratando de obtener la densidad natural de los suelos. De esta manera, los resultados servirán como una referencia a grosso modo de las condiciones de campo.

1) Resultados de Pruebas en Suelos Pumíticos (Área de Ciudad Guatemala)

Los suelos muestreados fueron aquellos de los depósitos pumíticos en el área de Ciudad Guatemala y alrededores. Aunque un estudio de mapeo de amenazas usualmente no realizaría

un estudio geotécnico detallado, se selecciono este tipo de suelos debido a que según estudios relativos al terremoto de Guatemala de Febrero/1976 (Harp y otros, 1981,2), cerca del 90% de todos los deslizamientos (incluyendo derrumbes) ocurrieron en este tipo de suelos (depósitos pumíticos del Pleistoceno). La porción restante de deslizamientos sucedió en rocas volcánicas del Terciario, cerca del 10%, y un 1% en rocas calizas del Cretácico y rocas metamórficas del Paleozoico. Así se torno necesario conocer las características mecánicas de los suelos, que son mas susceptibles a deslizamientos en caso de terremotos.

Sucede también que la misma clase de suelos son los que forman los barrancos o cárcavas en la Ciudad de Guatemala, y son responsables por derrumbes durante la época de lluvias y especialmente en condiciones de lluvias prolongadas producidas por huracanes o tormentas tropicales.

Los suelos muestreados en el área de Ciudad Guatemala mayormente corresponden a arenas limosas (SM), teniendo una resistencia cortante expresada por valores promedio de cohesión $C_u=5.94 \text{ t/m}^2$, y ángulo de fricción $\phi=34^\circ$ (Tabla 2.3.7-7).

¹ E.L. Harp et al, 1978. Earthquake-induced Landslides from the February 4, 1976 Guatemala Earthquake and their Implications for Landslide Hazard Reduction. International Symposium on the February 4th, 1976 Guatemalan Earthquake and the Reconstruction Process.

² E.L. Harp et al, 1981. Landslides from the February 4th, 1976, Guatemala Earthquake, Geological Survey Professional Paper.

Tabla 2.3.7-6 Resumen de Resultados de Pruebas de Suelos, Ciudad Guatemala

(Analizadas en Dirección Gral. de Caminos y Laboratorio de Univ. de San Carlos)

Muestra No.	1	2	3	4
Fecha Muestreo	06/08/2001	06/08/2001	06/08/2001	07/08/2001
Profundidad (m)	0.30-0.60m	0.30-0.60m	0.30-0.60m	0.30-0.60m
Clasif. Unificada (USCS)	SM	SM	SM	SM
Clasif. AASHTO	A-2-4(0)	A-2-4(0)	A-2-4(0)	A-2-4(0)
Lugar	50m derecha est. Bombeo EMPAGUA, Hincapié	200m Gasolinera, Arenera Villalobos, ruta San Cristobal	150m abajo de Puente Villalobos	Escarpe deslizamiento Amatitlancito
Tamiz (Pulgadas/No.)	% Passing	% Passing	% Passing	% Passing
3/8"(9.5mm)	100	100	100	100
Grava, (Unificada) No.4(4.75mm)	87	95	96	94
Grava, (AASHTO) No.10(2mm)	79	89	92	87
No.40(0.42mm)	54	64	66	58
No.100(0.15mm)	35	41	56	41
Arena, No. 200(0.075mm)	26	28	31	31
Porciones (USCS)				
Grava	13	5	4	6
Arena	61	67	65	63
Finos	26	28	31	31
Total:	100	100	100	100
Porciones (AASHTO)				
Grava	21	11	8	13
Arena	53	61	61	56
Finos	26	28	31	31
Total:	100	100	100	100
Limite Liquido (LL) (%)	NL	NL	NL	NL
Indice Plástico (IP) (%)	NP	NP	NP	NP
Gravedad Especifica (Gs)	2.245	2.428	2.490	-
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.285	1.385	1.475	-
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.38	1.623	1.648	-
Coef. Permeabilidad, k(cm/seg)	1.75E-05	4.79E-05	6.26E-05	-
Prueba Triaxial, UU (Remoldeada):				
Cohesion, Cu (T/m ²)	-	5.63	6.25	-
Angulo Fricción, Phi (Grados)	-	34.0	34.0	-
Descripción	Arena pómez limosa	arena pómez	arena pómez	arena pómez
Color	gris	gris	gris	gris

Los valores relativamente altos de la cohesión en estos suelos arenoso-limosos (sin plasticidad) se atribuyen a la trabazón y cementación entre granos dentro de estas masas de suelos.

El coeficiente de uniformidad (CU=D60/D10) en promedio es de 15, lo que significa un suelo bien graduado, con un gran rango de tamaño de partículas, que permite un buen contacto