



**CARACTERIZACION DE LOS FLUJOS
DE LODO Y ESCOMBROS
QUE AFECTARON LA CABECERA
MUNICIPAL
DE SANTIAGO ATITLAN (Sololá)
EN OCTUBRE DE 2005**

**Gerencia de Riesgo
Secretaría Ejecutiva
Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres
CONRED**

Enero de 2006



CARACTERIZACION DE LOS FLUJOS DE LODO Y ESCOMBROS QUE AFECTARON LA CABECERA MUNICIPAL DE SANTIAGO ATITLAN (Sololá) EN OCTUBRE DE 2005

INTRODUCCIÓN

Como producto de las lluvias generadas por el Huracán Stan en el territorio nacional en los primeros días de octubre de 2005, hubo una extensa generación de deslizamientos¹ en el altiplano occidental del país, en donde se concentra gran cantidad de habitantes. Dentro de estos eventos, se incluyen los flujos de lodo y escombros o “lahares”² generados en las laderas de los volcanes Atitlán y Tolimán, entre los cuáles se encuentra los que afectaron comunidades de Panabaj, Tzanchaj y Pachichaj en el Municipio de Santiago Atitlán, al oeste del Volcán de Tolimán.

De estos eventos, el que más daños causó, fue el que afectó la Comunidad de Panabaj, en donde el evento abarcó un área de más de 220,000 mts², habiendo depositado alrededor de 385,000 mts³ de material, principalmente arena, arcilla con gran contenido de bloques de roca y troncos de diferentes dimensiones. Por su lado, los eventos de Pachichaj y Tzanchaj, fueron eventos de menores dimensiones y generaron diversos daños en las comunidades.

Debido a sus características y a los daños causados (varios cientos de muertos, destrucción y daños en gran cantidad de viviendas y edificios públicos), el evento de Panabaj, se ha catalogado como uno de los fenómenos más destructores generados debido a las lluvias del Huracán Stan.

Posterior al evento y dentro del proceso de rehabilitación post-Stan, se iniciaron las acciones para la reubicación de los habitantes afectados, por lo que se realizaron dos visitas al área, la primera en conjunto con personal del Viceministerio de Vivienda y de la Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia para evaluar preliminarmente el posible sitio de traslado de la comunidad y la segunda para realizar un recorrido detallado de los sitios afectados por los lahares, para recolectar datos que sirvan para realizar una zonificación más detallada del área afectada.

Posterior a los recorridos de campo, se realizó un análisis de la información recolectada, la cuál se complementó con un análisis de fotografías aéreas de la zona, para poder caracterizar las áreas donde ocurrieron los fenómenos y el área donde se piensa reubicar la población de Panabaj que fue afectada por el evento.

¹ En este documento, la palabra deslizamiento identifica cualquier movimiento en laderas, incluyendo flujos, derrumbes, etc. excepto en aquellos casos donde se identifique más claramente el evento o mecanismo ocurrido

² *Lahar*, es una palabra que identifica los *flujos de lodo y escombros* generados en zonas volcánicas, por lo que se usaran indistintamente cualquiera de los dos términos para referirse a los eventos de Santiago Atitlán

FISIOGRAFÍA DEL AREA

La población de Santiago Atitlán se localiza en la base del costado oeste del Volcán Tolimán (**Figura 1**), en una zona compuesta por depósitos de flujos de lava intercalados con capas de materiales piroclásticos que son producto de la actividad de los volcanes del Complejo Tolimán-Atitlán. Aunque la pendiente del terreno es preferentemente de pocos grados, el área está rodeada de cerros y montículos de lava que forman elevaciones en algunos casos sub-verticales.

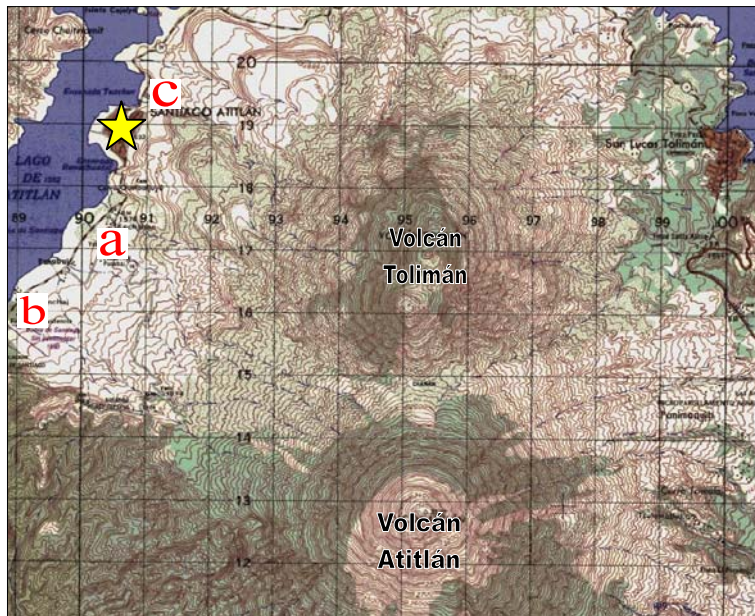


Figura 1. Área sur del Lago de Atitlán, donde se localiza la población de Santiago Atitlán (Estrella amarilla) y las comunidades que fueron afectadas por lahares: **a.** Panabaj; **b.** Tzanchaj; **c.** Pachichaj.

La zona está cortada por una red de cauces que drenan el sector oeste del Volcán Tolimán y el sector noroeste del Volcán Atitlán, algunos de los cuales encauzan las aguas hasta que desembocan en los abanicos aluviales y en el Lago de Atitlán. Aunque la parte central de la población de Santiago se localiza en una zona elevada, tanto al norte como al sur existen abanicos aluviales sobre los cuáles existen comunidades que tienen antecedentes de afectación por lahares³.

DESCRIPCIÓN DE LOS FENÓMENOS GENERADOS

Debido a las lluvias de principios de octubre de 2005, en los alrededores de la población de Santiago Atitlán, se generaron algunos flujos de lodo y escombros que se canalizaron en algunos cauces que drenan en los alrededores de la población.

Cantón Panabaj:

Panabaj fue afectado por dos flujos de lodo y escombros, cuyo principal volumen de material, provino de un deslizamiento superficial originado en la parte alta de la ladera oeste del Volcán Tolimán, a inmediaciones del cráter (**Figura 2**), en un área donde el terreno es sub-vertical y estaba cubierto con árboles de grandes dimensiones.

³ Se sabe que en los últimos 100 años, el Cantón Pachichaj ha sido afectado por al menos dos eventos similares, mientras que en Panabaj, se comenta que hace aproximadamente 50 años, sucedió un fenómeno similar al actual. En estos casos, se estima que no se habrían generados daños graves, debido a que en ese entonces, las áreas estaban poco pobladas.



Figura 2. Ladera oeste del Volcán Tolimán, donde se observa el deslizamiento generado en la parte alta de la ladera y el canal del Flujo Norte (*F_n*).

El deslizamiento es producto de sobresaturación del suelo por las intensas lluvias por al menos cinco días, estimándose que podría haber desplazado casi diez mil metros cúbicos de material que habría fluido ladera abajo, desplazándose rápidamente incorporando más materiales en el recorrido, con lo cual se incrementó notoriamente el volumen de material removido.

Más abajo, el flujo se dividió en dos lenguas, las cuáles se habrían canalizado por cauces hasta ingresar en la comunidad como dos flujos con características particulares (**Mapa 1**), lo cual facilitó que se extendieran los daños dentro de la comunidad.

Dentro de la comunidad, y debido a la orientación de las calles y a la pendiente preferentemente con orientación norte y noroeste, algún volumen del material removido se canalizó en ellas, obstruyendo la circulación vehicular y peatonal, además que algunas viviendas fueron invadidas por los materiales arrastrados, alcanzando en algunos casos, más de un metro de altura.

Para los propósitos de este informe, se describe por aparte cada uno de los dos flujos que ingresaron a la población, debido a que cada uno de ellos tuvo sus características propias y los daños generados por cada uno, fueron muy diferentes.

Flujo Sur (F_s):

Aunque se considera que este flujo fue el menor de los dos originados del deslizamiento del Volcán Tolimán, debido a que se encauzó en un canal que acarrea material del Volcán Atitlán, sus dimensiones se incrementaron grandemente, arrastrando principalmente material arenoso, el cuál también arrastró troncos y materiales más gruesos pero no en cantidades tan abundantes.



Figura 3. Extremo oeste del canal del Flujo Sur (*F_s*), en donde el agua se desparramaba y filtraba en el terreno.

Anterior al evento, en el punto donde el cauce que venía encajonado desembocaba en el abanico aluvial, existía un cauce en donde se extraía arena y piedrín y por donde se canalizaba el agua de lluvia (**Figura 3**), la cuál se filtraba en el terreno sin que el cauce cruzara por el camino vecinal y que desembocara en el lago.

El suelo en la desembocadura del cauce en la zona plana, era usado preferentemente para cultivos, por lo que los daños se dieron principalmente por el enterramiento de cultivos de maíz, aunque en su recorrido hacia el oeste, los daños también se extendieron a algunas viviendas y a zonas cultivadas con cafetos.

Debido a la leve topografía del sector, más hacia el oeste, el flujo se seccionó en dos brazos, uno de los cuáles se desparramó hacia el oeste, hasta desembocar en el camino de terracería que bordea el lago y que comunica a Santiago Atitlán con el municipio de San Pedro La Laguna (al oeste del lago). Este brazo del flujo, afectó preferentemente zonas de cultivo, afectando parcialmente algunas viviendas que se localizaban a inmediaciones de una zona de cultivo de café.



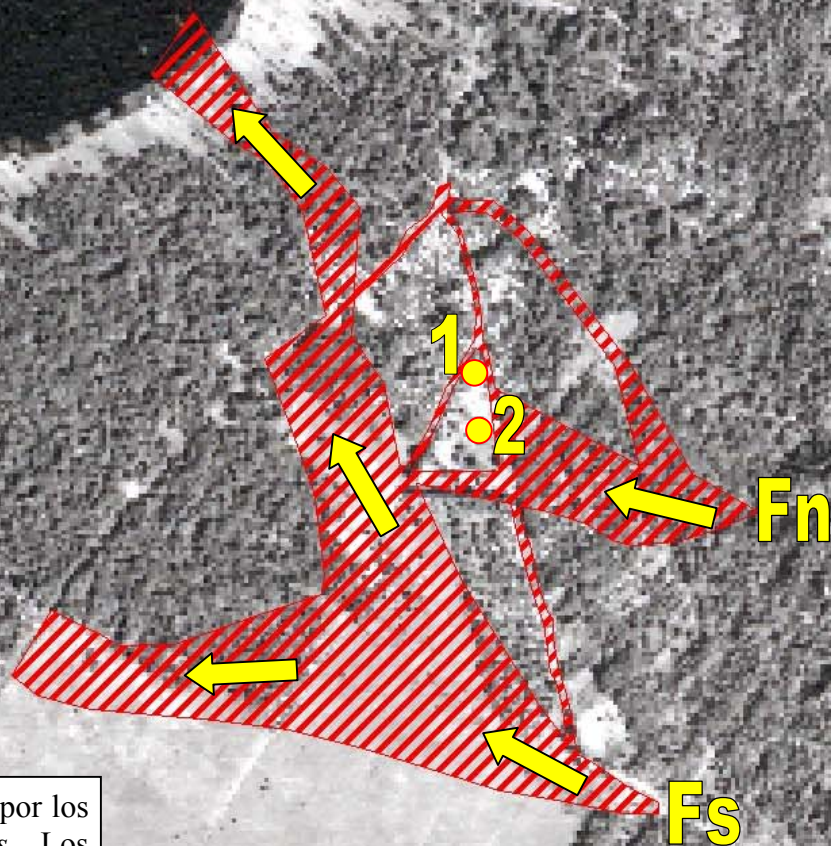
PANABAJ, SANTIAGO ATITLÁN SOLOLA

Escala 1:10,000

0 80 160 320 480 640 Meters

Lago de Atitlán

Santiago Atitlán



Mapa 1. Zona afectada en el Cantón Panabaj, por los materiales depositados por los lahares *Fn* y *Fs*. Los puntos indican los edificios públicos más afectados: 1. Escuela Pública; 2. Hospital y Sede Policía Nacional Civil. Las flechas indican las principales direcciones de flujo de los materiales.

El otro brazo (de mayores dimensiones), se extendió hacia el noroeste, afectando una zona habitada, donde el nivel de arena y lodo alcanzó hasta casi 1.25 metros, en las viviendas que afectó en forma directa, además que ya cerca de la desembocadura en el lago, sepultó parcialmente algunos cafetales. Debido a la cantidad de material arrastrado por este brazo del flujo, en el punto donde el material se descargó dentro del Lago de Atitlán, la playa se extendió más de 10 metros dentro del lago (**Figura 4**).



Figura 4. Desembocadura del brazo noroeste del Flujo Sur (F_s) en el Lago de Atitlán

Flujo Norte (F_n):

Este flujo corresponde al evento de mayores dimensiones que se generó del deslizamiento del Volcán Tolimán, y que se encauzó en pequeñas quebradas de mayor pendiente, que descendían en forma recta desde el volcán hacia la población, por lo que adquirió mayor velocidad, incrementando notoriamente su poder de arrastre y por consiguiente el volumen de material arrastrado, ensanchando y profundizando el canal por el cuál escurrió el material (**Figura 5**).



Figura 5. Desembocadura del canal por donde escurrió el material del Flujo Norte (F_n). Se observan el incremento de dimensiones del canal debido a la abrasión del material arrastrado. Vista al este.

Este flujo se caracterizó por el arrastre de gran cantidad de suelo y materiales arcillosos, por lo que la masa arrastrada habría sido preferentemente lodo, en la cuál se habría incorporado gran cantidad de troncos, bloques métricos de roca y sedimentos de diversos tamaños, habiendo depositado una capa de material que en algunos sitios tiene más de 1.75 metros de altura en el sitio de deposición principal, donde quedaron sepultadas gran cantidad de viviendas, dejando una superficie plana (**Figura 6**).

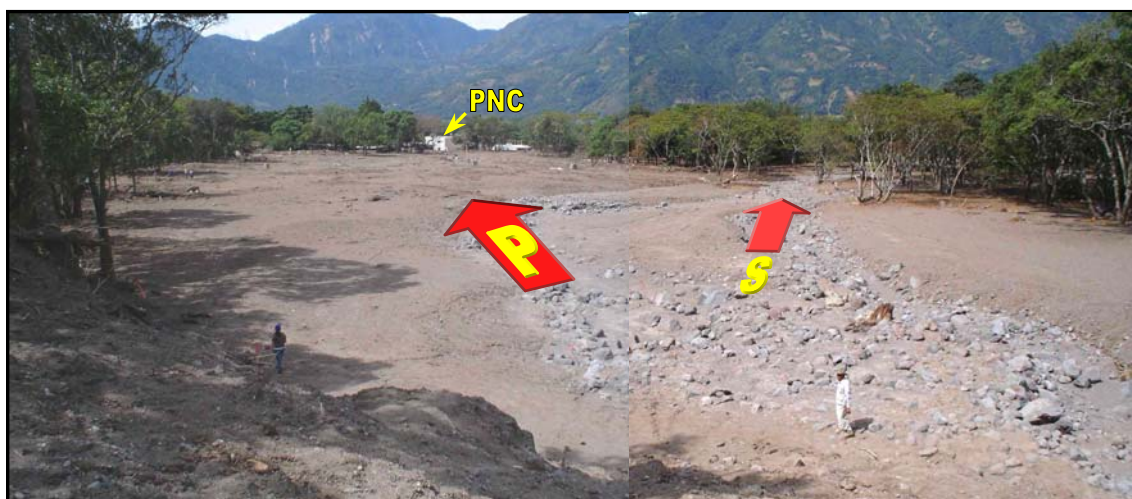


Figura 6. Desembocadura del cauce donde escurrió el material del Flujo Norte (F_n). Se indica la Estación de la Policía Nacional Civil (PNC), que fue impactado en forma directa por el flujo. Las flechas rojas indican la dirección de los flujos principal (**P**) y secundario (**S**). En primer plano se observa el material removido por la escorrentía posterior al evento. Vista al oeste.



Figura 7. Edificio de la Escuela del Cantón Panabaj donde se observa la capa de lodo que cubrió el patio y el colapso parcial de la estructura metálica de la cancha de básquetbol.

Al igual que en F_s , el material arrastrado también se dividió en dos canales favorecido principalmente por la leve pendiente del sector. El menor de estos flujos secundarios, escurrió hacia el noroeste y fue de menores dimensiones (cuánto mucho 20 metros de ancho), mientras que el otro habría tenido hasta casi 100 metros de ancho.

Debido a su alta densidad de viviendas, este sector fue más afectado, además que en el mismo, se localizaban tres edificios públicos de importancia: La Sede de la Policía Nacional Civil (PNC)⁴, el Hospital y la Escuela Oficial Mixta del Cantón Panabaj, los cuáles sufrieron diversos daños, debido al impacto de los materiales que escurrieron por el sector.

En el caso del edificio de la PNC, el mismo fue impactado directamente por la masa de material (**Figura 6**), habiendo entrado el material dentro del edificio sin que se observen daños estructurales visibles en el mismo, mientras que en los edificios del Hospital y de la Escuela, los daños se generaron por el material que escurrió por la calle que pasa frente a ellos, el cuál habría fluido dentro de los terrenos y botando paredes limítrofes, dejando una capa de lodo y piedras que en algunos sitios podría ser superior a un metro de espesor, habiendo destruido una estructura metálica que cubría la cancha de básquetbol escolar (**Figura 7**).

Aunque mucho del material quedó estancado al este de los edificios públicos ya mencionados, un menor volumen del material escurrió en dirección al oeste en un corredor al sur del CAJ, hasta las inmediaciones de un campo de fútbol, en donde el material se unió al material del Flujo Sur, formando una sola masa de material que se canalizó hacia el lago.

La escorrentía generada de las lluvias posteriores al evento, ha formado un canal que se orienta por el pequeño canal del norte (**Figura 6**), por lo que el agua pluvial, se está canalizando hacia la calle de acceso a la comunidad, por la cuál se escurre el agua de lluvia, hasta drenar en el lago, retransportando los materiales superficiales que se encuentran en el área, esparciendo lodo y materiales finos hasta la calle de acceso a Santiago Atitlán.

Cantón Pachichaj:

Este evento se generó al norte de Santiago Atitlán (**Figura 1**), en un terreno de poca pendiente, en donde se localizan los cantones Pachichaj, Chu'ul y Panul, los cuáles están en la desembocadura de un pequeño cauce que no tiene un canal bien definido, por lo que el agua de escorrentía y los sedimentos que sean arrastrados por el cauce, se canaliza por la calle principal del sector, debido a que ella tiene la misma orientación que la pendiente del terreno.

Debido a la topografía del terreno, las viviendas de Pachichaj, ocupan la zona plana del mismo, que coincide con el área del abanico aluvial donde se derrama principalmente el agua y sedimentos del cauce. Por su lado, las viviendas de los Cantones Panul y Chu'ul, se localizan preferen-

⁴ Localizado en el extremo este del complejo CAJ (Centro de Administración de Justicia), el cuál es un complejo de edificios de reciente construcción

temente en las laderas vecinas, en sitios de topografía más alta, aunque existen algunas viviendas localizadas en el fondo de la quebrada, en la zona de desborde de la quebrada.

Históricamente, se conoce que en al menos dos ocasiones durante el Siglo XX, se generaron eventos similares al de octubre de 2005 y considerando la fisiografía de los alrededores, se estima que la generación de flujos en el lugar, ha de ser muy frecuente⁵.

El evento de octubre de 2005, abarcó un ancho máximo de al menos 200 metros, habiéndose dispersando una distancia de al menos 300 metros de longitud, dejando una capa de sedimentos que habría alcanzado un máximo de casi 1.50 metros de espesor, observándose bloques de roca de hasta casi un metro de diámetro que impactaron viviendas y se depositaron en el terreno.



Figura 8. Vista parcial del material depositado en terrenos del Cantón Pachichaj. Se observa el tamaño de los bloques transportados. La flecha indica la dirección de donde vino el material

Este evento afectó casi 50 viviendas, las cuáles son principalmente del Cantón Pachichaj y algunas viviendas de los otros dos cantones que se ubicaban en el fondo de la quebrada (**Figura 8**). Los daños producidos por este evento, se incrementaron aún más, debido a que las viviendas del sector, se encuentran muy juntas entre sí.

El principal efecto de este evento en las viviendas, consistió principalmente en la deposición de sedimentos en patios y dentro de las viviendas afectadas, además que el material cubrió parcialmente un campo de fútbol del sector, desbordándose en un sector de la calle de acceso a la población de Santiago.

El cauce por donde corrió el material, aguas arriba del punto donde se produjo el desborde de material, el mismo tiene un ancho de al menos 15 metros, y por las evidencias del terreno, se estima que el material que fluyó por el sector, alcanzó al menos 3 metros de altura (**Figura 9**), observándose que existen acumulaciones de rocas que pueden tener más de dos metros de altura.

Cantón Tzanchaj:

El Cantón Tzanchaj, se localiza al sur de Panabaj (**Figura 1**), en un terreno de baja pendiente, en donde escurre una pequeña quebrada que drena el agua de un sector de la ladera del Volcán Atitlán.

Como efecto de las lluvias del Huracán Stan, en la quebrada que atraviesa el Cantón Tzanchaj, se formó un flujo formado principalmente de arena y bloques decimétricos de roca, con algunos troncos de pequeñas dimensiones que fueron arrastrados, observándose poca presencia de arcilla o lodo en la masa desplazada (**Figura 10**).



Figura 9. Vista de canal de flujo de Pachichaj, donde se observan las marcas del área por donde escurrió el material. Al fondo se observa una acumulación de bloques de roca que podrían ser removidos en el futuro.

⁵ Hay que hacer notar que según la traducción de los nombres indígenas de los cantones Chu'ul y Panul, ambos significan "derrumbe"



Figura 10. Vista de la parte media del cauce de Tzanchaj, tal y como quedó luego del paso de los sedimentos por el área. Se observa la variedad de bloques de diferentes tamaños que afectaron la zona. Vista aguas abajo.



Figura 11. Ejemplo de vivienda en el Cantón Tzanchaj afectada por el lodo que incursionó en la vivienda.

Este material cuándo alcanzó los alrededores de la población de Tzanchaj, el material era preferentemente fino, principalmente arena y troncos de pequeñas dimensiones, los cuáles fluyeron fácilmente dentro del cauce natural, habiendo desbordado en los alrededores, dejando una capa de menos de un metro de espesor en las áreas vecinas al canal, principalmente donde el canal formaba curvas.

Los daños generados por este evento, estuvieron bien definidos en un área de al menos 20 metros a cada lado del cauce, que coincidió con el área donde se desbordó el material, habiendo entrado en viviendas, llenando con una capa de lodo las mismas (**Figura 11**).

ESTIMACION DE LA AMENAZA

Como se ha descrito inicialmente, el Cantón Panabaj se localiza en un abanico aluvial de poca pendiente, en la desembocadura de algunas quebradas que drenan el agua de las laderas del Volcán de Tolimán, en donde las corrientes de agua se filtraban en el terreno, sin que existieran canales bien definidos que desaguaran en el Lago de Atitlán. Respecto a los lahares, se sabe que al menos en una ocasión durante el Siglo XX, la zona fue afectada por un evento similar al ocurrido en octubre de 2005, cuándo las condiciones de lluvia también habrían sido muy similares con respecto a la duración.

Se ha determinado que el origen principal de los lahares, fue un deslizamiento generado en la parte alta de la ladera del volcán, en una zona de alta pendiente y con gran cobertura vegetal, en donde no se observan evidencias de eventos de este tipo sean recurrentes y según los comentarios de los vecinos de la población, es muy probable que existan acumulaciones de materiales de este movimiento, que aún permanecen apilados y que podrían ser removidos en el futuro, dependiendo si se producen las condiciones de lluvia adecuadas (alta intensidad o prolongadas).

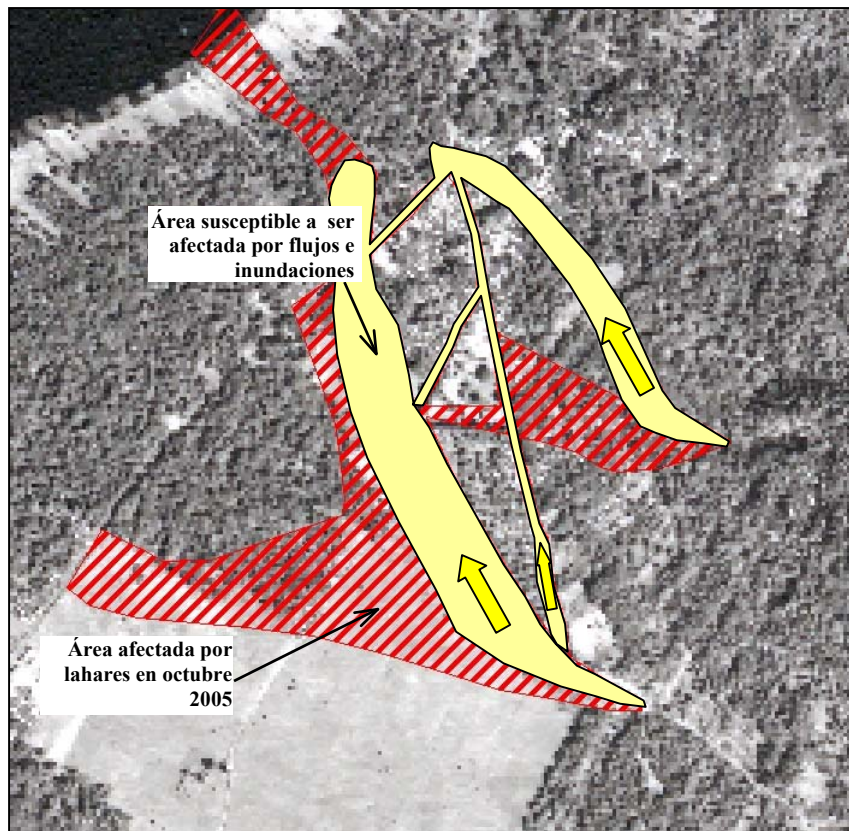
Adicionalmente, es posible que el deslizamiento ya existente, se pudiera reactivar en caso se dieran las condiciones adecuadas, incrementando el volumen de material que podría ser arrastrado o acumulado para el futuro, formando nuevos flujos que podrían desparramar el material en una ma-

por área debido a la falta de capacidad de los cauces naturales debido a su asolvamiento, con lo cuál se ampliaría el área afectada por estos fenómenos, principalmente si el evento generado pudiera tener dimensiones similares o mayores a los producidos en octubre de 2005

Con respecto a los materiales arrastrados por los flujos, ellos han modificado las condiciones topográficas del área de Panabaj, principalmente en algunos sectores de los cauces que drenan el agua de lluvia del área volcánica, los cuáles quedaron azolvados, lo cuál facilitaría el desborde del agua de lluvia en las áreas aledañas, provocando inundaciones.

En caso se produjera un evento más pequeño al de octubre de 2005, se estima que de los canales por donde escurrieron los flujos, el canal que podría representar mayor amenaza para Panabaj, es el canal del Flujo Norte, ya que en este se podrían canalizar con mayor facilidad los materiales acumulados en la ladera, y fluir más fácil y rápidamente en línea recta hacia la base del volcán e impactar en la población.

Debido a los cambios topográficos posteriores al evento de octubre, se estima que los materiales arrastrados en futuros eventos en el *Fn*, escurrirán más fácilmente en el brazo secundario (por donde se ha canalizado la escorrentía de lluvia posterior al evento), por lo que las viviendas que se encuentran en sus alrededores, se verían expuestas a sufrir daños por inundaciones o por el impacto de flujos (**Mapa 2**)⁶.



Mapa 2. Área de Panabaj que fue afectada por el depósito de materiales arrastrados por los lahares, donde se muestran las áreas más susceptibles a ser afectadas por inundaciones y arrastre de materiales en futuros flujos de lodos y escombros. Las flechas indican las direcciones más probables de flujo, siendo muy evidente, que las calles de la población, serían buenos canales para la circulación de los materiales fluidos.

⁶ Debido a que solamente se cuenta con topografía a escala 1:50,000, los límites de la zonificación son muy estimadas, y podrían ajustarse más si se contara con la información topográfica más detallada.

Por otra parte, si el material se canalizara por el cauce del Flujo Sur, se estima que el material podría escurrir principalmente hacia el brazo que tiene dirección noroeste sobre el área que ya ha sido afectada (**Mapa 2**), además que se facilitaría el derrame del material en las calles que corren por el sector, provocando escorrentía de agua y sedimentos por ellas, con los consiguientes daños en las viviendas de los alrededores.

En el análisis de fotografías aéreas del sector, se ha detectado un pequeño cauce que corre más al sur de la zona afectada por el *Fs*, que anteriormente podría haber sido el drenaje principal del sector, y que se cree que podría corresponder con un anterior canal principal de drenaje de la zona (**Mapa 3**), y que podría haber cambiado hacia la orientación que tenía antes del evento de octubre de 2005, debido a la deposición de materiales de un anterior lahar, que podría ser el que reportan los vecinos que ocurrió hace aproximadamente 50 años.

A este respecto, se podría estimar que en caso se generara un evento de mayores dimensiones al generado en octubre de 2005, es probable que el material podría rebalsar el borde del cauce actual, y canalizarse en este pequeño cauce.

En el caso del evento de Pachichaj, debido a que la comunidad se ubica en la desembocadura de la quebrada, la misma se encuentra fuertemente expuesta a futuros eventos, debido principalmente a la concentración de viviendas en la dirección del flujo del cauce y a la falta de un canal adecuado de drenaje que canalice las aguas hasta desembocar en el Lago de Atitlán, tal y como ha sucedido en el pasado, estimándose que el área de mayor amenaza, tiene un ancho máximo de 200 metros al nivel de la calle, el cuál se angosta en dirección de la desembocadura del cauce, en donde existen viviendas de los Cantones Pachichaj, Panul y Chu'ul.

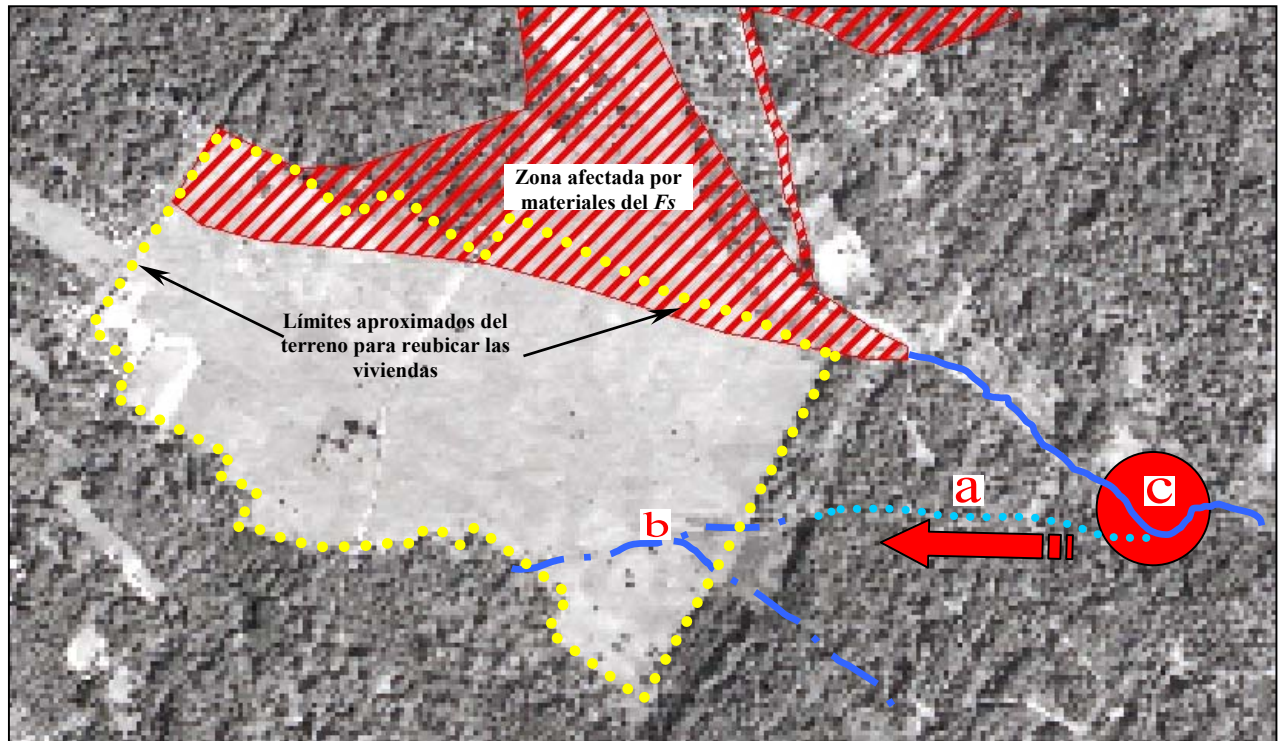
En Tzanchaj, el principal problema lo representa el asolvamiento del cauce, lo cuál facilita que en futuro, la zona de mayor exposición al problema de desborde e inundación, corresponda a la que fue afectada en esta ocasión, debido a que ella corresponde a la llamada “planicie de inundación” del cauce de drenaje natural de la zona, en donde sería muy común el desborde, no solo del agua, sino de los sedimentos que puedan ser arrastradas por la corriente.

AREA DE TRASLADO

El sitio que se ha seleccionado para la reubicación y reconstrucción de las viviendas destruidas, es un terreno localizado inmediatamente al sur del límite del Flujo Sur (**Mapa 3**) con una pendiente muy suave y que es atravesado en el extremo sur, por un canal que tiene una dirección oeste, por donde drena el agua de lluvia que escurre de los cultivos del este del sector y que podría ser la extensión del cauce que antiguamente servía de drenaje principal del área, que habría cambiado de dirección posteriormente.

Topográficamente, la mayor parte del terreno es levemente más alto que los cauces de los alrededores, observándose que las partes más bajas, corresponden a los límites norte y sur, que corresponden al límite del depósito del *Fs* (al norte) y un canal de drenaje (al sur).

Del análisis de fotointerpretación, se estima que el canal ubicado al sur, en caso se produjera un flujo de mayores dimensiones al que se produjo en octubre de 2005, podría canalizar materiales y sedimentos que podrían rebalsar del canal actual, afectando el terreno y la infraestructura que exista sobre ella.



Mapa 3. Área de Panabaj afectada por la deposición de materiales arrastrados por el **Flujo Sur (Fs)** y localización del terreno para la reubicación de las viviendas destruidas en octubre de 2005. Se muestra la dirección del cauce donde se canalizan las aguas de lluvia (**b**) dentro del terreno, la posible dirección del anterior cauce (**a**) que podría haber sido desviado del canal principal (**c**) por el depósito de materiales en un evento anterior.

CONCLUSIONES

A principios de octubre de 2005, como producto de las intensas lluvias que cayeron en la zona de Santiago Atitlán, se produjo una serie de flujos de lodo y escombros, en las faldas de los Volcanes Tolimán y Atitlán, los cuáles fluyeron por los cauces naturales de la zona, y debido a la ubicación de algunas comunidades en la desembocadura de estos canales naturales, las mismas fueron afectadas por los materiales que arrastraron los flujos.

Las comunidades que fueron más afectadas en esa ocasión, fueron los cantones Panabaj, Pachichaj, Panul, Chu'ul y Tzanchaj, y los daños fueron muy diversos, habiendo generado la muerte de varios cientos de personas, daños en gran cantidad de viviendas y afectación en varios edificios públicos. Aunque cada comunidad tuvo diversos daños, la más fuertemente impactada, fue la población de Panabaj, por haber sido impactado por dos flujos originados de un deslizamiento de regulares dimensiones que se inició en la parte alta de la ladera oeste del Volcán de Tolimán, y que fue donde más muertes y destrucción de viviendas y edificios se generó.

En algunos casos, debido a la orientación de las calles dentro de las poblaciones, se permitió que los flujos pudieran fluir más fácilmente por ellas, ampliando aún más los daños en las zonas aledañas.

De los lahares que afectaron Panabaj, el que más daños causó fue el llamado Flujo Norte (F_n), el cuál escurrió directamente sobre un sector de la población en donde existía una alta concentración de viviendas y donde se localizaba el edificio de la Estación de la Policía Nacional Civil, el Hospital y la Escuela Local. Por su lado, el Flujo Sur (F_s), tuvo mayores dimensiones pero produjo menos daños personales, debido a que el material se dispersó en un área de cultivo, y luego fluyó en dirección al lago, afectando viviendas y bloqueando calles en su recorrido.

En el caso de Panabaj y debido al asolvamiento de los cauces existentes previos al evento, se estima que las futuras escorrentías y flujos de sedimentos de eventos menores al de octubre de 2005, serían encauzados en dos nuevos canales que se abrieron en ese evento (**Mapa 2**), afectando las viviendas e infraestructura que este en su paso en dirección a su desagüe natural en el Lago de Atitlán y los materiales podrían escurrir también por las calles, afectando edificios, viviendas e infraestructura localizada en los alrededores.

En caso de un evento de dimensiones similares o mayores al generado en octubre de 2005, se estimaría que los materiales podrían ocupar nuevamente el área ya afectada, y podría extenderse con mayor facilidad en los alrededores, debido a que ahora el terreno ya no tiene los canales naturales por donde podría canalizarse parte del material y en el caso del Flujo Norte, sería posible que el material impactara nuevamente en la Estación de la Policía Nacional Civil y en el Hospital.

En el caso del flujo de Tzanchaj, si en el futuro se generan eventos similares al actual, la zona que fue afectada en esta ocasión, es la más expuesta a sufrir daños por el desborde de material, debido a la falta de un cauce de dimensiones adecuadas para canalizar adecuadamente el agua y sedimento por lo que se esperaría que el daño se genere en esta misma área.

Debido a que las viviendas del Caserío Pachichaj y algunas de Chu'ul y Panul, se localizan exactamente en la desembocadura del cauce, la zona de afectación en viviendas y construcciones, es muy extensa, exponiendo a los habitantes a sufrir daños por eventos futuros, principalmente considerando que existe gran cantidad de sedimentos acumulados en la quebrada, que pueden fácilmente ser desplazados en el futuro.

Respecto al área donde se están realizando los trabajos de traslado de las viviendas, la mayor parte del mismo se encuentra levemente más elevado que las zonas donde escurrió el material de octubre de 2005 por lo que se estima que las áreas más elevadas topográficamente, son las que tienen mejores condiciones para ser ocupadas ante la posibilidad que se generen eventos de menores dimensiones al generado recientemente.

Ante la posibilidad que en futuros eventos donde se canalicen grandes volúmenes de material por el cauce del Flujo Sur, existe la posibilidad que se produzca un rebalse del material sobre una pequeña quebrada identificada en fotografía aérea y que corre por la parte sur del terreno de traslado, y podría afectar ese sector del área y las construcciones que en ella se encuentren.

RECOMENDACIONES

Conformar canales dentro de las áreas donde escurrieron los Flujos Norte y Sur dentro de Panabaj, para conducir las aguas de lluvias que escurran desde las laderas del volcán hacia el Lago de Atitlán, y que a su paso por Panabaj no desborden en los terrenos aledaños y considerar la construcción de puentes de dimensiones adecuadas sobre los tramos del camino que conduce a San Pedro

La Laguna que son atravesados por estos canales para evitar que los mismos puedan obstruir el paso vehicular o peatonal por el sector.

Para realizar una zonificación más detallada de la zona de amenaza en cada uno de los eventos, es recomendable hacer una campaña topográfica del área para ajustar en mejor forma los límites de las áreas.

Realizar estudios para la construcción de obras de protección (muros, obras de desvío de sedimentos, etc), en el punto de la quebrada del Flujo Sur de Panabaj, por donde el material pueda desbordarse sobre el pequeño cauce que cruza al sur del terreno de traslado, para evitar que fácilmente afecte ese sector de la nueva comunidad.

Evitar la construcción de obras de infraestructura de suma importancia (escuelas, refugios, tanques de agua, etc.) en las partes más bajas del terreno donde se reubicará la comunidad, para evitar que puedan sufrir daños en caso se generen escorrentías caudalosas o flujos en las próximas temporadas de lluvia.

Realizar estudios para la construcción de obras de infraestructura en las partes medias de los cauces por donde escurrieron los sedimentos del evento de octubre de 2005, para evitar el acarreo de grandes volúmenes de material hacia las partes pobladas de las comunidades que fueron afectadas por los flujos.

Vo. Bo.

Ing. Geol. Manuel Antonio Mota Chavarría
Encargado de Amenazas
Gerencia de Riesgo
Secretaría Ejecutiva - CONRED

Ing. Geol. Otto Galicia
Gerencia de Riesgo
Gerente
Secretaría Ejecutiva - CONRED