

El Manual de Estabilización de Laderas en Ambientes Urbanos de Guatemala, Centro América (Módulo Educativo 7) ha sido producido con el apoyo financiero de la **Comisión Europea** a través del Programa de Preparación ante Desastres -DIPECHO -

**PROYECTO**

**Fortaleciendo las Capacidades de Preparación ante Desastres en asentamientos urbanos del departamento de Guatemala.**

COMISION EUROPEA



Ayuda Humanitaria

Ejecutado por la alianza Oxfam GB – ESFRA – ISMUGUA



Este documento ha sido elaborado y publicado con la contribución financiera de la **Comisión Europea** quien no se hace responsable de las opiniones aquí recogidas ya que no reflejan su posición oficial.

**MÓDULO 7**  
**Educativo**

**ESTABILIZACIÓN DE  
LADERAS EN  
AMBIENTES URBANOS  
DE GUATEMALA,  
CENTRO AMÉRICA.**



## Módulo Educativo 7

# ESTABILIZACIÓN DE LADERAS EN AMBIENTES URBANOS DE GUATEMALA, CENTRO AMÉRICA.

Edición y formato:

Equipo Técnico del Proyecto Oxfam GB – ESFRA – ISMUGUA



Con el apoyo y en coordinación con la  
Secretaría Ejecutiva de la Coordinadora Nacional  
para la Reducción de Desastres / SE - CONRED  
y las Municipalidades de Guatemala y Chinautla



Diseño gráfico y creación:

Lic. Jorge Luis Mérida / Estrategia Publicidad • [jlmestrategia@itelgua.com](mailto:jlmestrategia@itelgua.com)



## CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| Presentación   | 1  |
| Tipos de Deslizamientos  | 2  |
| Caída  | 2  |
| Volcamiento  | 3  |
| Deslizamiento  | 4  |
| Deslizamiento Extensivo  | 6  |
| Flujo  | 7  |
| Topografía de la Zona Metropolitana de Guatemala               | 8  |
| Tierra Nueva II, Chinautla                                     | 12 |
| Las Joyas / La Verbena, zona 7. Guatemala                      | 13 |
| Nuevo Amanecer - Areneras, zona 21. Guatemala.                 | 14 |
| Estabilización de Laderas, Causas de los Deslizamientos        | 15 |
| Estabilización de Laderas, Medidas de Mitigación de Bajo Costo | 17 |
| Soporte y Protección de Taludes                                | 17 |
| Muros de Contención de Gaviones                                | 20 |
| Muros de Contención de Troncos                                 | 21 |
| Manejo de las Aguas Superficiales (Cunetas y Drenajes)         | 22 |
| Modelos Combinados (Mitigación Integral)                       | 23 |
| Nota Final   | 27 |
| Referencias  | 28 |

## PRESENTACIÓN

El área metropolitana de Guatemala ha experimentado un crecimiento demográfico y urbano muy fuerte en las últimas dos décadas. Año con año, grandes extensiones de terreno siguen siendo incorporadas al parque de vivienda, industria e infraestructura. Dentro de dicho crecimiento se reconocen por un lado los desarrollos habitacionales e industriales planificados y ejecutados de una manera técnica y ambientalmente sostenible. Sin embargo, también se siguen poblando las áreas menos aptas para vivienda a lo largo de las laderas de barrancos y quebradas.

Consecuentemente, las comunidades ubicadas en las zonas empinadas son afectadas en forma recurrente por fenómenos erosivos, deslizamientos y flujos de lodo. El agua de lluvia, al infiltrarse a través del suelo y las rocas provoca saturación del material y por tanto favorece la inestabilidad del terreno. Los taludes y cortes de terreno inadecuados también favorecen la inestabilidad de las laderas en mención.

Se hace necesario entonces el diseño e implementación de medidas de mitigación de bajo costo con el propósito de incrementar la estabilidad de las laderas y mejorar las condiciones de vida de las comunidades. Tales medidas de mitigación pueden estar dirigidas a reconfigurar la pendiente del terreno, al manejo del agua de lluvia superficial y a la protección de los taludes inestables. Sirva este folleto educativo para describir e ilustrar las principales medidas de estabilización de laderas que pueden ser aplicadas en la zona metropolitana de Guatemala.

**Ing. Edy Manolo Barillas, M.Sc.**  
Coordinador Proyecto DIPECHO V  
Oxfam GB – ESFRA – ISMUGUA



Oxfam

esfra



COMISION EUROPEA



Ayuda Humanitaria

## TIPOS DE DESLIZAMIENTOS

De acuerdo al tipo de movimiento predominante, los deslizamientos pueden ser clasificados en 5 diferentes tipos: caída, volcamiento, deslizamiento, deslizamiento extensivo y flujo (clasificación de Cruden y Varnes, 1996). Estos tipos de movimiento no necesariamente ocurren en forma independiente ya que en muchos eventos pueden encontrarse dos o más diferentes movimientos ocurriendo sucesiva o simultáneamente.

### Caída

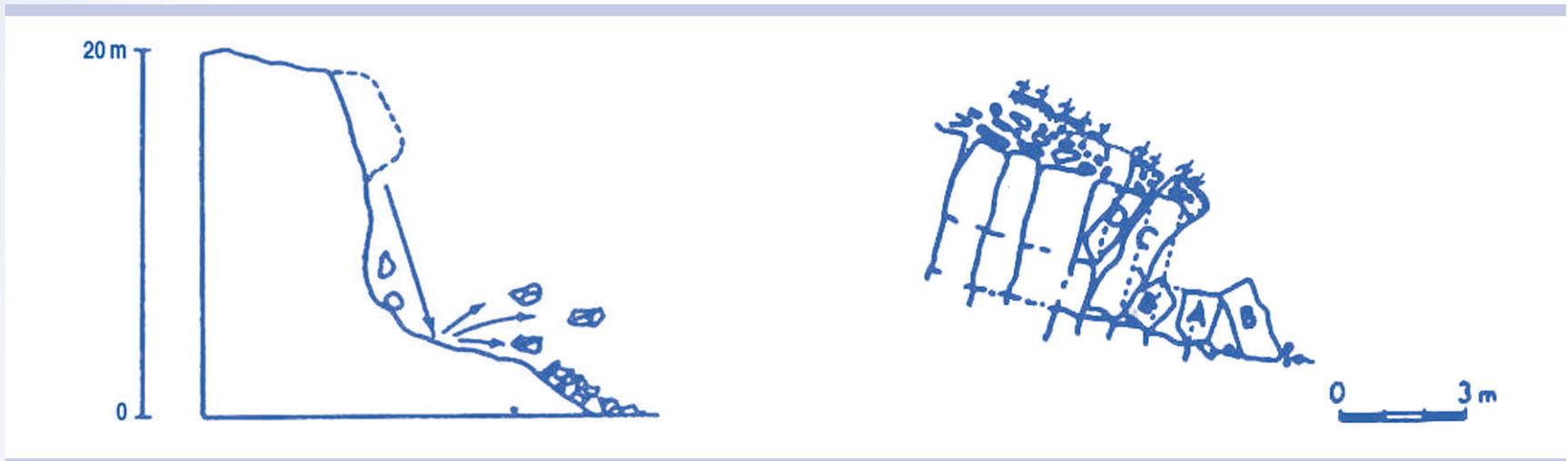
Son desprendimientos de suelo o roca desde la parte alta de una ladera empinada y su posterior desplazamiento a lo largo de la ladera: cayendo, rodando, rebotando o mixto. El principal factor que condiciona el tipo de desplazamiento es la pendiente. Se acepta que en pendientes mayores de 76 grados el desplazamiento principal será la caída libre y el rebote mientras que en pendientes menos pronunciadas (45 grados o menos) y de mayor longitud prevalecerá el rodamiento. En ambos casos, el suelo y roca estarán expuestos a fragmentarse y ese podría ser un factor que modifique el tipo de desplazamiento. La velocidad de ocurrencia de este tipo de movimiento es normalmente entre rápido a extremadamente rápido. En la Figura 1 se muestra un esquema ilustrativo para este tipo de deslizamiento. Muchos de los pequeños deslizamientos que ocurren a lo largo de las carreteras y caminos de los límites oriental y occidental del valle de la ciudad de Guatemala (Ciudad San Cristóbal, Mixco y Carretera a El Salvador, respectivamente) pertenecen a este tipo.

## Volcamiento

3

Este tipo de movimiento se define como la rotación hacia el frente de los fragmentos de roca con un eje de rotación imaginario en la base de cada fragmento. Es un movimiento similar al de las fichas de dominó.

En muchas ocasiones, este tipo de movimiento es el detonante para movimientos posteriores de caída o de deslizamiento del material. La velocidad de ocurrencia de este tipo de movimiento varía de extremadamente lento a extremadamente rápido algunas veces acelerándose como producto del propio movimiento. En la Figura 2 se muestra un esquema ilustrativo para este tipo de deslizamiento. En la zona metropolitana de Guatemala no se tienen registros de deslizamientos tipo volcamiento en parte debido a las características litológicas de la pómez y cenizas volcánicas.



**Figura 1.** Esquema ilustrativo de caída de rocas.

Todas las figuras tomadas de Cruden y Varnes (1996).

**Figura 2.** Esquema ilustrativo de volcamiento de rocas.

## Deslizamiento

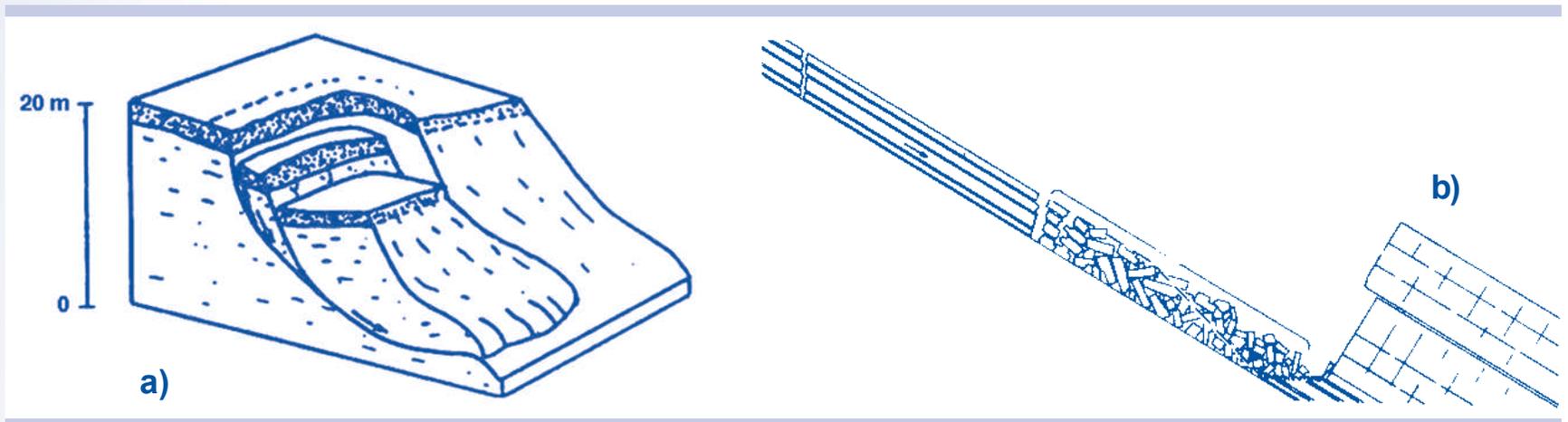
4

Este tipo de movimiento ocurre cuando una masa de roca o suelo se desliza predominantemente a lo largo de una o varias superficies de ruptura. Normalmente, el deslizamiento no inicia sobre lo que eventualmente será dicha superficie de ruptura sino más bien inicia en forma local y luego se extiende en una o varias direcciones. En la mayoría de los casos, las primeras manifestaciones del movimiento son las fracturas o grietas en la superficie de donde luego se podrá formar el corte o frente del deslizamiento. Este tipo particular de movimiento está subdividido en dos categorías en función de las características de la superficie de ruptura.

Los deslizamientos rotacionales son aquellos en donde la superficie de ruptura tiene una forma curva y cóncava. Este tipo de movimiento ocurre más frecuentemente en materiales homogéneos. Normalmente, en la zona alta del deslizamiento observamos "gradas" debido al desplazamiento casi vertical de la masa deslizada. Es muy común encontrar acumulaciones de agua en esta parte alta del deslizamiento lo cual mantiene el material con tal contenido de humedad que el movimiento puede perpetuarse en el tiempo. La Figura 3a es un esquema ilustrativo para este tipo de deslizamiento. El ejemplo clásico de movimiento rotacional lo podemos observar en una ladera de la carretera que de Santa Catarina Pinula conduce a Boca del Monte más o menos 500 metros al sur de El Pueblito en donde pueden observarse las grietas cóncavas de la corona del deslizamiento afectando directamente la carretera.

Los deslizamientos traslacionales son aquellos en donde el material se desliza a lo largo de una superficie de ruptura plana u ondulada. Estas superficies de ruptura (o traslado) normalmente coinciden

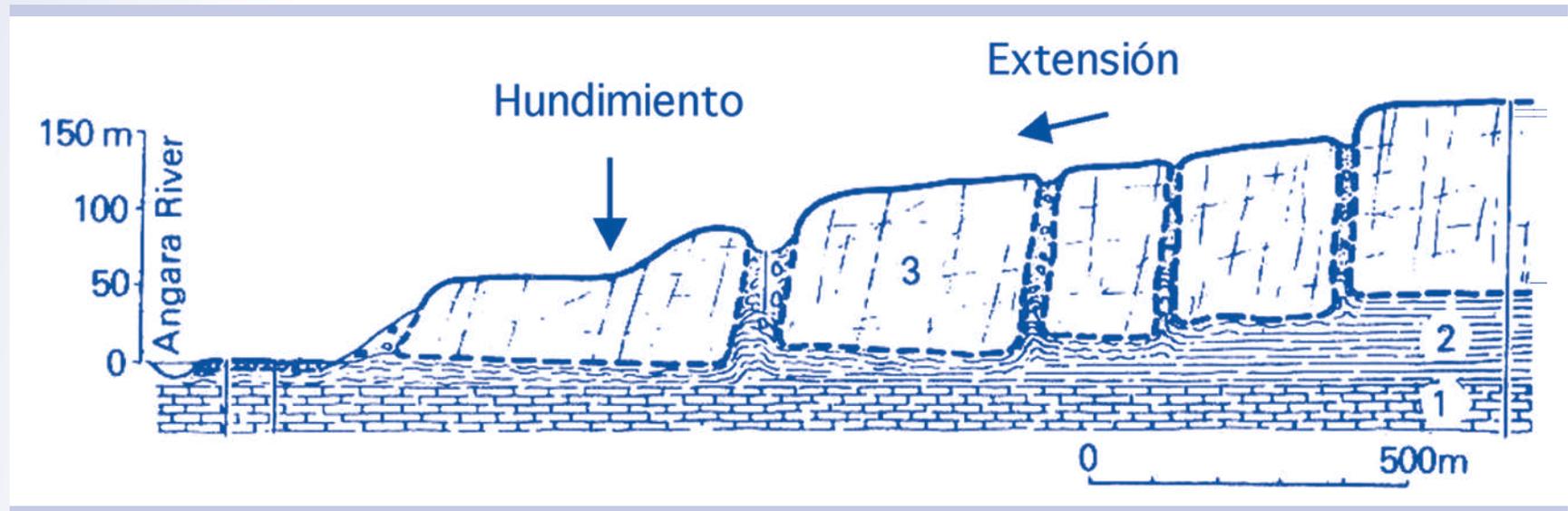
con irregularidades geológicas como fallas, fracturas o planos de estratificación aunque también es normal que se formen a lo largo del contacto entre el basamento rocoso y la capa superficial de suelo o material residual en cuyo caso tendrán una forma irregular. Tan pronto como el deslizamiento traslacional progresa la masa desplazada puede quebrarse, particularmente si su velocidad o contenido de agua se incrementa, y entonces puede convertirse en un flujo de material. La Figura 3b muestra un esquema ilustrativo para este tipo de deslizamiento. Posiblemente, los flujos de lodo que se disparan en la época de invierno en los asentamientos urbanos del área metropolitana de Guatemala puedan ser originados por deslizamientos traslacionales someros y de poco volumen de pómez y/o suelo altamente saturados de agua, que al viajar a lo largo de la ladera se convierten en torrentes fluidos de material.



**Figura 3.** Esquema ilustrativo de deslizamiento: **a)** rotacional y **b)** traslacional.

## Deslizamiento Extensivo

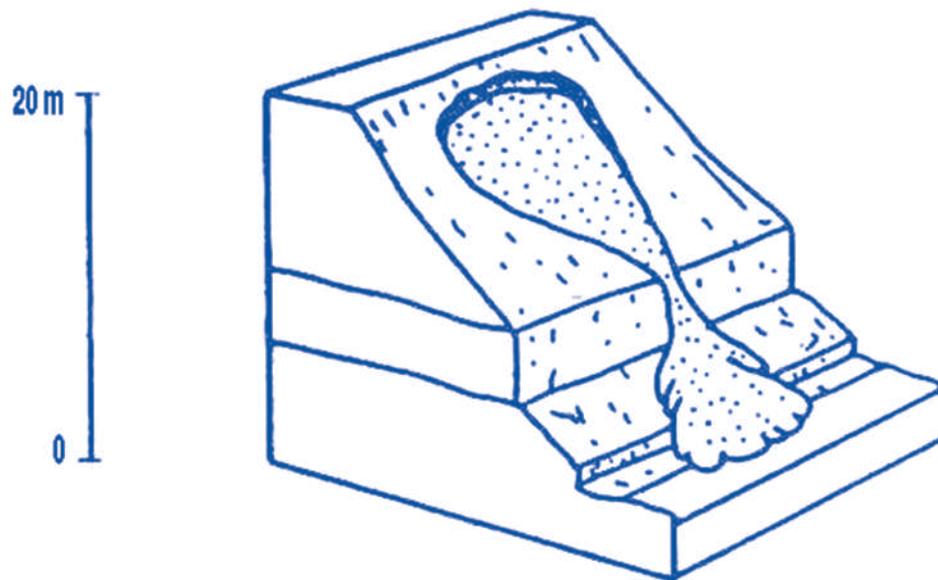
Este tipo de movimiento ocurre en forma de extensión lateral de una masa de material en combinación con un hundimiento general sobre una delgada capa de material suave, húmedo y/o deformable (arena, limo, arcilla, o mixta = "capa mantequilla"). El material superior puede entonces hundirse, moverse por traslación y/o rotación, desintegrarse, o "licuarse" y entonces empezar a fluir. La Figura 4 muestra un esquema ilustrativo para este tipo de deslizamiento. No existen registros de este tipo de movimiento en la zona metropolitana de Guatemala aunque eso no signifique que el fenómeno no se pueda presentar.



**Figura 4.** Esquema ilustrativo de deslizamiento extensivo de material homogéneo y macizo (roca - 3) sobre material suave (arcilloso - 2).

## Flujo

Un flujo es un movimiento continuo en el cual el material se transporta a lo largo de una ladera empinada. En muchas ocasiones los flujos se originan a partir de deslizamientos o caídas de material en función del contenido de agua, movilidad y pendiente del terreno. Normalmente, los flujos de detritos (fragmentos mayores de 2 centímetros) pueden tener velocidades extremadamente altas conforme el material desplazado pierde cohesión, incrementa su contenido de agua o encuentra pendientes más fuertes. La Figura 5 muestra un ejemplo ilustrativo para este tipo de fenómeno.



**Figura 5.** Esquema ilustrativo de flujo a lo largo de una ladera empinada.

Los flujos de lodo son los responsables de la mayoría de los eventos más catastróficos en la historia reciente de Guatemala. Fue aparentemente un flujo de lodo el responsable de la tragedia de doña Beatriz de la Cueva en épocas coloniales en la Antigua Guatemala, fue un flujo de lodo el responsable de la muerte de más de 600 personas en el cantón Panabaj, Santiago Atitlán durante la tormenta tropical Stan y fue un flujo de lodo el responsable de la última gran tragedia del invierno 2007 en la colonia El Edén, zona 5 en ciudad de Guatemala.

El conocimiento y estudio del tipo de movimiento de un deslizamiento es particularmente importante ya que nos permite, entre otras cosas, diseñar e implementar medidas correctivas o de mitigación de una manera efectiva y económica. Por ejemplo, la caída de rocas desde la parte alta de una ladera puede ser mitigada mediante la colocación de barreras de contención a lo largo de la ladera mientras que el volcamiento de esas mismas rocas necesitarían medidas diferentes como el anclaje.

## **TOPOGRAFÍA DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUATEMALA**

La configuración topográfica de la zona metropolitana de Guatemala nos muestra un valle central de orientación aproximada norte – sur bordeado por áreas montañosas al occidente y oriente. Esta configuración ha sido interpretada por algunos autores como un hundimiento tectónico o "graben" donde el bloque central se hunde con respecto a los bloques levantados en sus

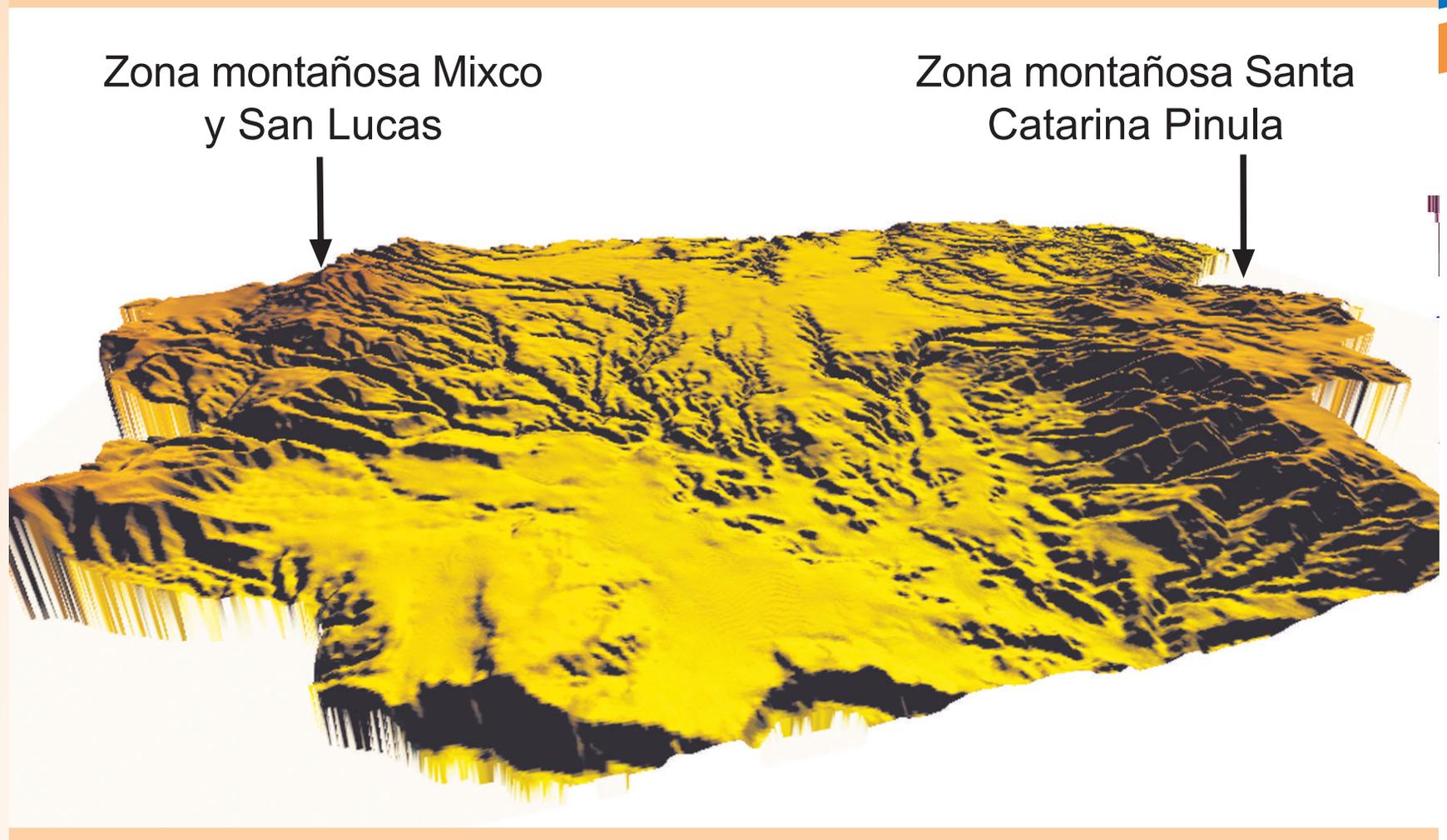
bordes por la acción de la zona de falla de Mixco en el occidente y de la zona de falla de Santa Catarina Pinula en el oriente. Internamente, el valle forma secuencias de planicies y barrancos como resultado de procesos erosivos del tipo fluvial relacionados a ríos, cañadas y quebradas. Los sistemas fluviales más prominentes en el valle corresponden al río Villalobos al sur y a los ríos El Zapote, Chinautla y Las Vacas al norte (ver Figura 6).

La Figura 7 nos muestra la topografía tridimensional de la zona metropolitana de Guatemala (vista desde el Sur). Al occidente se observa la zona montañosa de Mixco y San Lucas Sacatepéquez. En la parte central, el valle principal con sus barrancos y mesetas. Y al oriente se observa la zona montañosa de Santa Catarina Pinula.

A lo largo de la evolución urbanística y demográfica del valle de la ciudad de Guatemala las áreas planas en las mesetas centrales han sido utilizadas para el establecimiento de zonas residenciales, colonias y áreas industriales y comerciales. En contraste, las zonas de los barrancos y laderas han servido para el establecimiento de asentamientos humanos en condiciones precarias con alta susceptibilidad a deslizamientos (Geopetrol, 2007). Frecuentemente, en estas áreas de asentamientos se presentan desastres relacionados a derrumbes y flujos de lodo y tierra en época de invierno.



**Figura 6.** Configuración topográfica de la zona metropolitana de Guatemala (vista de mapa).



**Figura 7.** Configuración topográfica de la zona metropolitana de Guatemala (vista tridimensional).

En las áreas de trabajo del proyecto DIPECHO V, ejecutado por la alianza Oxfam GB, ESFRA e ISMUGUA se observaron las siguientes características topográficas:

### Tierra Nueva II, Chinautla

La zona residencial más segura se encuentra ubicada sobre una meseta alargada paralela a la carretera principal. Los asentamientos con mayor riesgo a deslizamiento se encuentran ubicados laderas abajo en dirección a uno de los afluentes del río Chinautla (Figura 8). El desnivel vertical aproximado entre la carretera y las partes bajas del asentamiento puede alcanzar los 90 metros con pendientes máximas de hasta 38 grados.



principal. Los asentamientos con mayor riesgo a deslizamiento se encuentran ubicados laderas abajo en dirección a uno de los afluentes del río Chinautla (Figura 8). El desnivel vertical aproximado entre la carretera y las partes bajas del asentamiento puede alcanzar los 90 metros con pendientes máximas de hasta 38 grados.

**Figura 8.** Vista aérea de un sector de Tierra Nueva II, Chinautla.

(Todas las fotos aéreas cortesía del Laboratorio SIG del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación)

## Las Joyas / La Verbena, zona 7, Guatemala

La colonia La Verbena se encuentra ubicada sobre una meseta con un máximo de 1 kilómetro de ancho en cuyo borde sur-oriental se ubican las Joyas de la 1 a la 5 (Figura 9). El desnivel vertical aproximado entre la zona residencial y las Joyas en su parte más baja es entre 40 a 50 metros con pendientes máximas de hasta 47 grados.

**Figura 9.** Vista aérea de un sector de las Joyas, Verbena, zona 7.



## Nuevo Amanecer - Areneras, zona 21, Guatemala

El sector de Nuevo Amanecer – Areneras se encuentra ubicado en la parte occidental de la planicie ocupada por los condominios de Nimajuyú (Figura 10). La ladera muestra desniveles de hasta 60 metros con pendientes máximas de hasta 25 grados.

**Figura 10.** Vista aérea de Nuevo Amanecer, zona 21.



## ESTABILIZACIÓN DE LADERAS

### Causas de los Deslizamientos

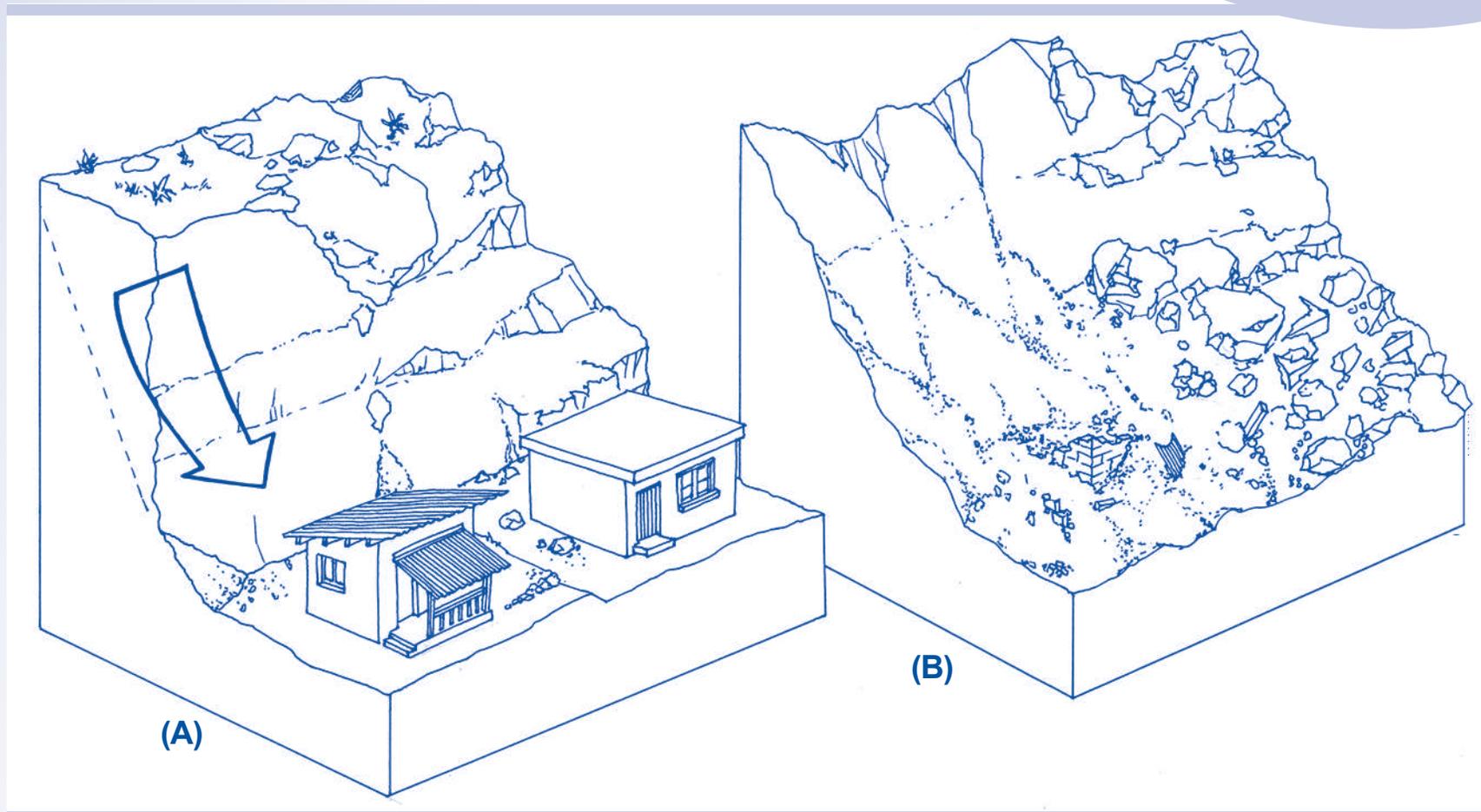
En general, los deslizamientos disparados por lluvias fuertes en los barrancos de la zona metropolitana de Guatemala suceden por la saturación del terreno producida por la infiltración de las aguas de lluvia. El agua infiltrada, en su trayecto hacia niveles más profundos, "rompe" la estructura del suelo o la roca separando sus partículas y por lo tanto, disminuyendo su resistencia al deslizamiento. Los suelos y rocas ubicados en taludes con pendientes fuertes se desestabilizan con mayor facilidad por el efecto del agua de lluvia. Así pues, los dos principales factores que se confabulan para provocar deslizamientos después de períodos prolongados de lluvia son:

- El agua que se infiltra en el terreno y
- Los taludes con fuerte pendiente.

En algunos casos, un tercer factor que contribuiría a la ocurrencia de deslizamientos, aunque en menor medida, podría ser el peso de las construcciones y la infraestructura ubicada en los cortes de terreno. La Figura 11 muestra un escenario común de ocurrencia de deslizamientos en las laderas de la zona metropolitana de Guatemala.

Consecuentemente, las medidas de mitigación que favorezcan el drenaje superficial y eviten la infiltración de agua en el terreno, que disminuyan la pendiente de los cortes en el terreno, que protejan

y sostengan los taludes y disminuyan la carga total sobre el terreno seguramente disminuirán la ocurrencia de deslizamientos y por lo tanto elevarán los niveles de seguridad y condiciones de vida de las familias.



**Figura 11.** Taludes irregulares (A) susceptibles a sufrir deslizamientos catastróficos (B).  
(todas las ilustraciones cortesía de Roberto Solís Mejía)

## **ESTABILIZACIÓN DE LADERAS Medidas de Mitigación de Bajo Costo**

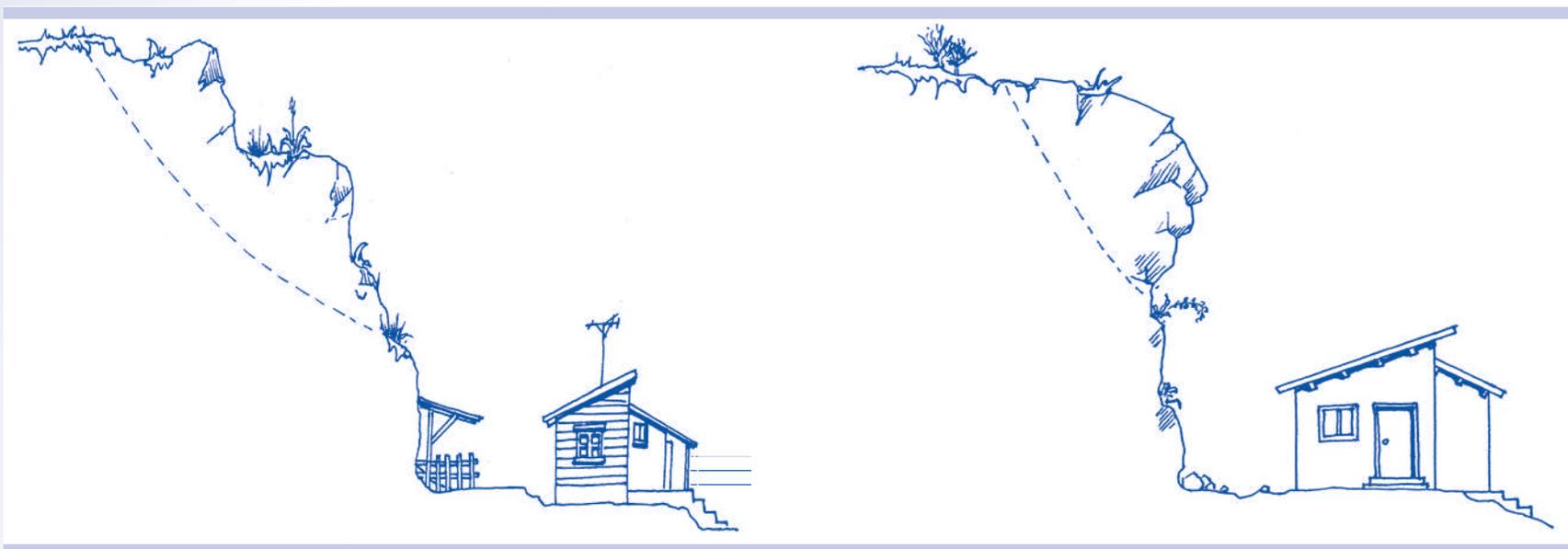
Presentaremos las medidas de mitigación agrupadas de la siguiente manera:

- Aquellas que contribuyen al soporte y protección de los taludes, incluyendo la reconfiguración de la pendiente,
- Aquellas que contribuyen al adecuado manejo de las aguas superficiales y evitan la infiltración (drenajes y cunetas), y
- Un modelo combinado de mitigación integral.

### **Soporte y Protección de Taludes**

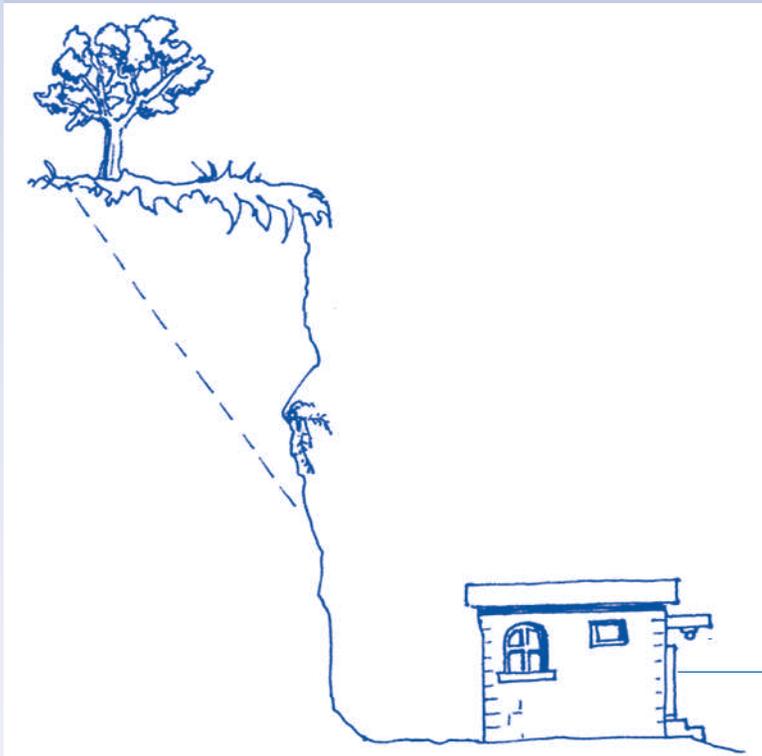
En la mayoría de los casos, las viviendas en los asentamientos urbanos de la zona metropolitana de Guatemala son construidas en cortes de terreno comúnmente llamados "terraplenes". Estos cortes son normalmente realizados en forma escalonada lo cual produce taludes verticales inestables y susceptibles a derrumbarse. Cuando estos taludes verticales son realizados en materiales de pómez, cenizas volcánicas y suelos las probabilidades de que ocurran los deslizamientos aumentan.

En la Figura 12 se observan tres tipos de cortes comunes en las laderas de la zona metropolitana de Guatemala. En los tres casos (12.a, 12.b y 12.c) se tiene una pendiente fuerte con muchas irregularidades o de forma vertical que pone en riesgo la vivienda ubicada en la parte baja. La situación ideal para disminuir el riesgo es tener una pendiente suave, tendida y sin irregularidades o rocas inestables (12.d).

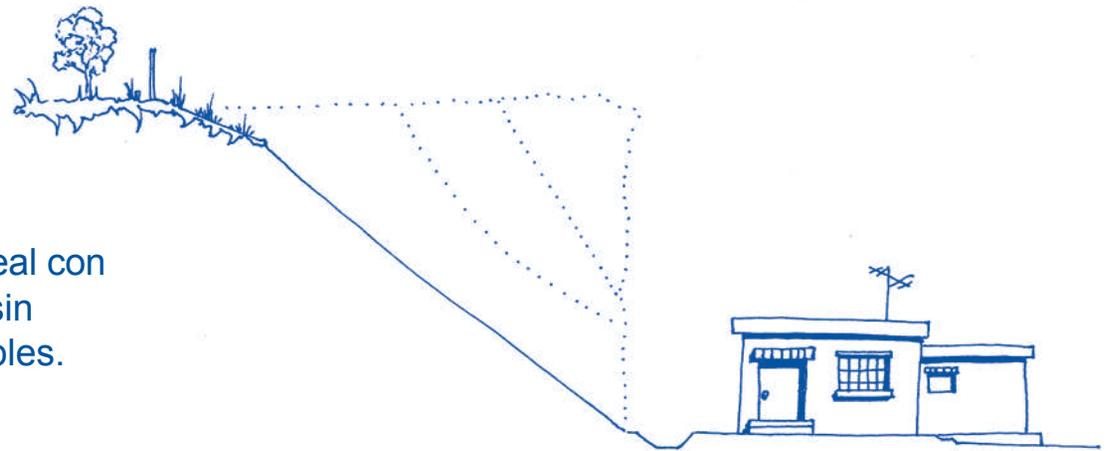


**Figura 12.a.** Corte de terreno con muchas irregularidades y pendiente fuerte.

**Figura 12.b.** Corte de terreno con pendiente fuerte y rocas inestables en la parte alta.



**Figura 12.c.** Corte de terreno con pendiente vertical.



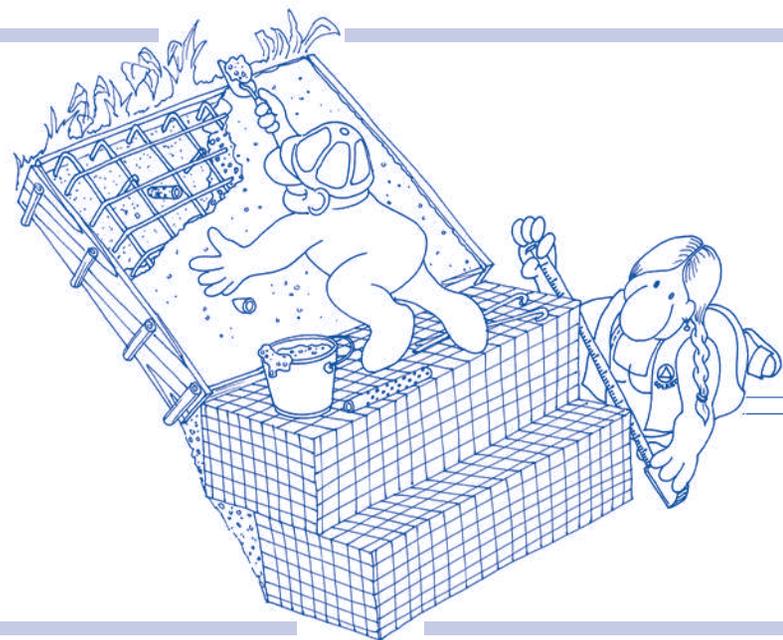
**Figura 12.d.** Corte de terreno ideal con pendiente suave, tendida y sin irregularidades o rocas inestables.

Cuando ya no es posible reconfigurar la pendiente original para volverla suave y tendida entonces habrá que recurrir a las estructuras de soporte. Las más comunes, de bajo costo y relativamente fáciles de implementar son:

### Muros de Contención de Gaviones

En este caso se construyen dos o tres hileras de gaviones en la base del talud para darle un soporte adicional y evitar el deslizamiento. Las cajas de gaviones deben ser de acero galvanizado para aumentar la resistencia del muro. Para el llenado de las cajas se sugiere el uso de piedra bola volcánica de río (color negro), de 6 a 10 pulgadas de diámetro, por su mayor peso y resistencia (Figura 13).

Si el talud de interés no alcanza a ser cubierto por dos o tres hileras de gaviones se recomienda recubrir la parte más alta con un repello de mezcla de cemento y arena. Inicialmente se "clava" una plancha de electro-malla de 1/8 de pulgada y encima se le recubre con una capa de una o dos pulgadas de repello (ver Figura 13).

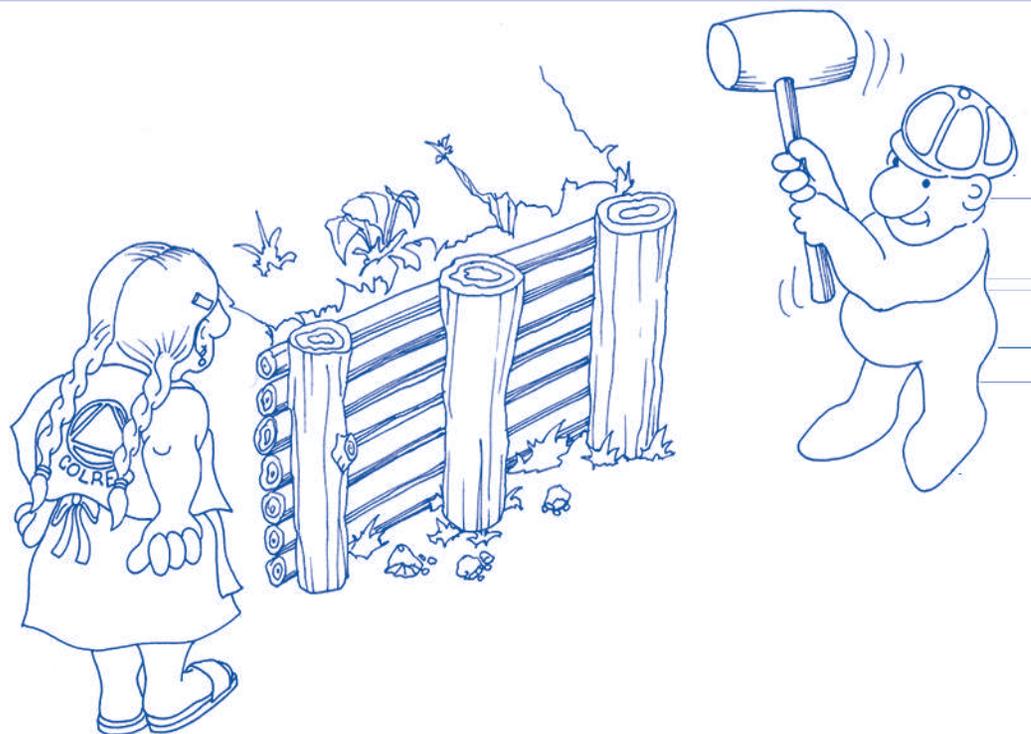


**Figura 13.** Muro de contención con gaviones combinado con electro malla y repello en la parte superior.

## Muros de Contención de Troncos

Cuando no es posible construir los muros de gaviones pueden utilizarse troncos de árboles de al menos 5 pulgadas de diámetro (Figura 14). Estos troncos deben ser adquiridos en un aserradero y por ningún motivo deben cortarse los árboles de la comunidad. Idealmente, se deben tratar los troncos con sustancias que eviten la pudrición de la madera, las plagas (polillas y gorgojos) y que los protejan del nacimiento de hongos o musgos.

**Figura 14.** Muro de contención de troncos de árboles.



## Manejo de las Aguas Superficiales (Cunetas y Drenajes).

Otra medida de mitigación muy efectiva y de bajo costo para evitar la ocurrencia de deslizamientos es la construcción de cunetas para drenar las correntadas de agua superficial generadas por las lluvias. Cuando nuestras viviendas no cuentan con canales y canaletas en los techos entonces el agua de lluvia escurrirá en todas direcciones humedeciendo las paredes y formando charcos y correntadas en los alrededores de la vivienda. Se recomienda entonces la colocación de canales, canaletas y bajadas de agua en los techos para evitar que el agua de lluvia se escurra hacia el terreno.

En cada una de las bajadas de agua deberán construirse cajas receptoras del agua de lluvia las cuales deberán drenar hacia las cunetas del sistema de drenaje de la comunidad.

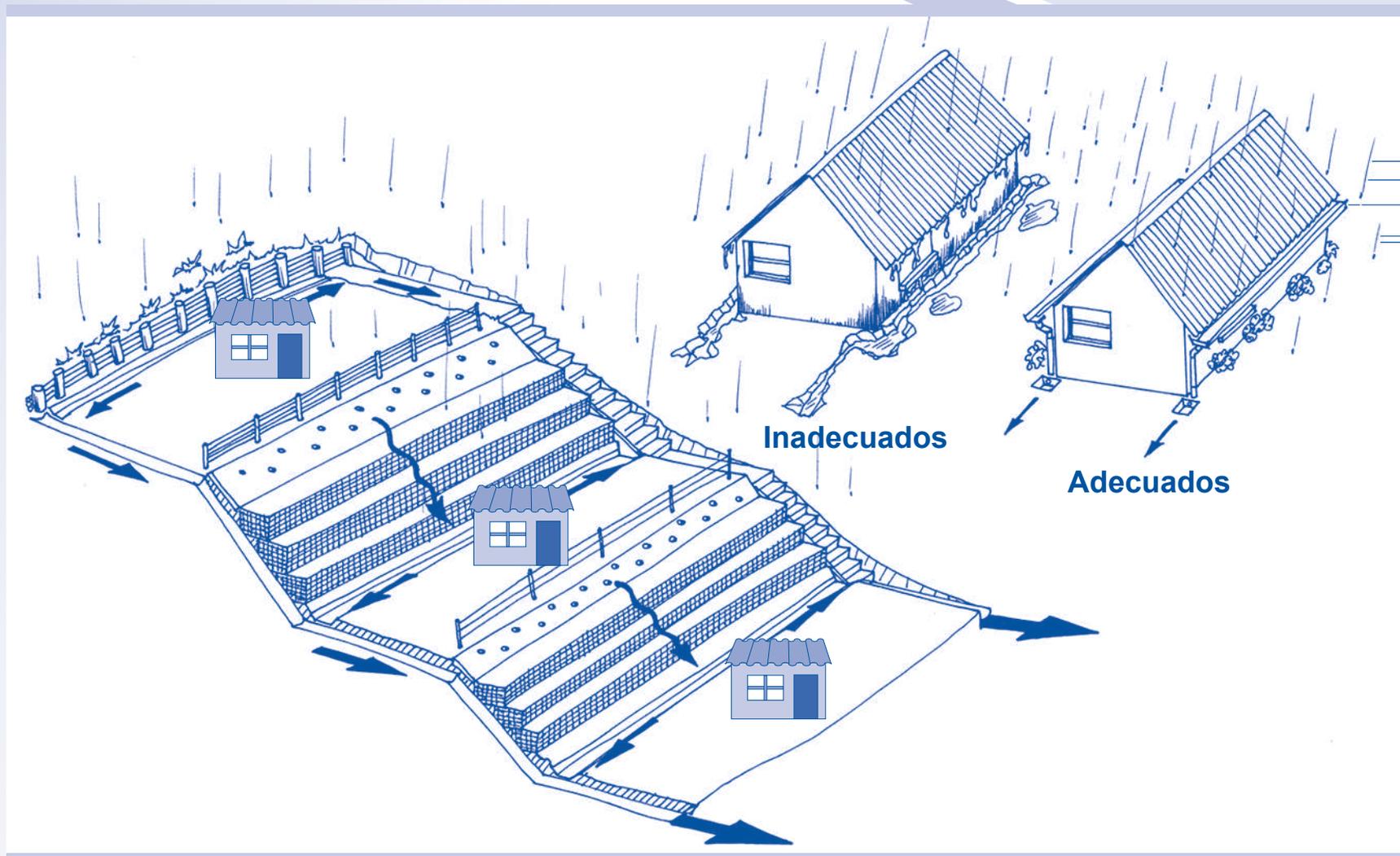
Adicionalmente, deberán construirse "cunetas transversales" en la base de cada talud las cuales colectarán toda el agua que escurre a lo largo del talud. Estas cunetas deberán drenar en forma lateral hacia las cunetas laterales del drenaje.

Estas cunetas laterales, que normalmente están ubicadas a lo largo de las gradas de acceso, deben construirse de un tamaño adecuado para colectar y drenar la mayor cantidad de agua de lluvia. Deberán mantenerse limpias y libres de arena, basura y obstáculos principalmente durante la época lluviosa.

Para disminuir al máximo la ocurrencia de deslizamientos en los asentamientos de la zona metropolitana de Guatemala se sugiere la utilización de modelos combinados de mitigación. Por un lado, se construirán los muros de contención (gaviones o troncos) en la base de los taludes problemáticos. Adicionalmente, se instalarán canales, canaletas y bajadas de agua en las viviendas las cuales drenarán hacia las cajas de drenaje y cunetas. Las "cunetas transversales" se construirán en la base de los muros de contención para recolectar y drenar el agua que fluye a través de los muros. A ambos lados de cada terreno se construirán cunetas laterales o se conectará todo el sistema hacia las cunetas principales de la comunidad (Figura 15).

En todos los casos, se deberá buscar asesoría técnica por parte de la Municipalidad, la COLRED o instituciones nacionales encargadas de la reducción de desastres.

Este es el modelo de mitigación que se está implementando en dos sectores de la comunidad Tierra Nueva II en el municipio de Chinautla. En ambos casos se están probando diferentes diseños y configuraciones de muros de contención, cunetas, canales y sistemas de drenaje para obtener un diseño ideal que funcione apropiadamente para las condiciones topográficas y las características de los terrenos. Hay que hacer notar que este modelo funcionará más efectivamente en aquellas laderas de configuración escalonada (cortes y terraplenes) y cuando el espaciamiento entre cada vivienda permite la implementación de las obras. En las Figuras 16 y 16a. se incluyen fotografías con muros de contención realizados en Tierra Nueva II en Chinautla.



**Figura 15.** Modelo combinado de mitigación integral sugerido para la estabilización de laderas en los asentamientos de la zona metropolitana de Guatemala.



**Figura 16.** Ejemplos de muros de contención en Tierra Nueva II, Chinautla.



**Figura 16 a.** Ejemplos de muros de contención en Tierra Nueva II, Chinautla.

## Nota Final

En el modelo combinado de mitigación implementado en Tierra Nueva II se reconstruyeron algunas viviendas destruidas por deslizamientos ocurridos durante el invierno 2007. Para estas viviendas se utilizaron materiales prefabricados livianos con el objeto de reducir el peso final de la vivienda y por lo tanto, la carga vertical al terreno que también puede contribuir a la ocurrencia de deslizamientos.

### Para información adicional contactar a:

Oxfam Gran Bretaña, Oficinas Guatemala:  
6ª. Ave. 6-92 zona 9, Ciudad de Guatemala.  
[info@oxfam.org.uk](mailto:info@oxfam.org.uk)

Edy Manolo Barillas, Oficial de Preparación ante Desastres, Oxfam GB  
[embarillas@oxfam.org.uk](mailto:embarillas@oxfam.org.uk)

Fundación EcuMénica Esperanza y Fraternidad (ESFRA)  
Tel. (502) 2220-1064  
[esfra@intelnett.com](mailto:esfra@intelnett.com)

Instituto para la Superación de la Miseria Urbana (ISMUGUA)  
Tel. (502) 2254-2303  
[ismugua@itelgua.com](mailto:ismugua@itelgua.com)

## Referencias

**Cruden, D.M. and Varnes, D.J., Landslides Types and Processes in Turner, A.K and Schuster, R.L. (eds.),**

1996, Landslides Investigation and Mitigation, Special Report 247, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 672 p.

**Geopetrol S.A.**

2007, Estudio hidro-geológico para el establecimiento de un sistema de alerta temprana ante deslizamientos en asentamientos urbanos del departamento de Guatemala, reporte técnico, 57p.

**Instituto Geográfico Nacional (IGN)**

Hojas Topográficas y Geológicas San Juan Sacatepéquez, Guatemala, San José Pinula y Amatitlán, escala 1:50,000

## Créditos

**“Manual de Estabilización de Laderas en Ambientes Urbanos de Guatemala, Centro América”**

**Autor:**  
Geopetrol, S.A.



**Co-autor:**  
Edy Manolo Barillas  
Coordinador Proyecto DIPECHO V  
Oxfam Gran Bretaña

**Fotos de portada e interiores:**  
Edy Manolo Barillas

**CON EL APOYO DEL EQUIPO  
TÉCNICO DEL PROYECTO  
DIPECHO V**

**Olga Cerritos** / Directora de ESFRA  
**Elvira Sánchez** / Directora de ISMUGUA

**Maribel Carrera** / Gerente Oxfam GB Guatemala

**Manolo Barillas y Virginia Herzig** / Oxfam GB

**Milvia Guevara & Luis Osorio**  
**Julieta López & Cristian Reutiger**  
**Francisca Soza & Alvaro Ramírez**

Oficiales de Campo

**Sandy Barrientos**

Logística

Guatemala, Noviembre 2007