



CENAPRED
MÉXICO



INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM

SCT
SECRETARÍA DE
COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES



CARTILLA DE DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE INESTABILIDAD DE LADERAS



SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN

Miguel Ángel Osorio Chong
SECRETARIO DE GOBERNACIÓN

Luis Felipe Puente Espinosa
COORDINADOR NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL

Dr. Carlos M. Valdés González
DIRECTOR GENERAL DEL
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES

1a. edición, diciembre 2001
Versión Electrónica 2014

© SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN

Abraham González Núm. 48,
Col. Juárez, Deleg. Cuauhtémoc,
C.P. 06699, México, D.F.

© CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES

Av. Delfín Madrigal Núm. 665,
Col. Pedregal de Santo Domingo,
Deleg. Coyoacán, C.P. 04360, México, D.F.
Teléfonos: (55) 54 24 61 00
(55) 56 06 98 37
Fax: 56 06 16 08

e-mail: editor@cenapred.unam.mx
www.cenapred.gob.mx

Grupo de Trabajo MILADERA:

© Autores: Irasema Alcántara y Alonso Echavarría

Revisores: Sergio Alcocer, Carlos Gutiérrez, Carlos
Reyes, Manuel Mendoza, Leobardo Domínguez,
Ignacio Noriega, Martín Jiménez, Teresa Vázquez y
Sergio Saldivar.

Portada: D.G. Demetrio Vázquez y Susana González
Edición: Violeta Ramos Radilla
Responsable de la Publicación: M. en I. Tomás
Alberto Sánchez Pérez.

ISBN: 970-628-597-0

Derechos reservados conforme a la ley
IMPRESO EN MÉXICO. PRINTED IN MEXICO

Distribución Nacional e Internacional:
Centro Nacional de Prevención de Desastres

EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO ES
EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DE LOS
AUTORES.

Contenido



Presentación	3
Los riesgos de vivir en una ladera inestable	4
¿Qué tipo de movimientos puede tener una ladera inestable?	5
Características de las laderas inestables	6
Caídos o derrumbes	6
Deslizamientos	7
Flujos	8
¿Cómo puedo darme cuenta que una ladera es inestable?	10
¿Dónde y cuándo pueden ocurrir estos movimientos?	12
¿Qué tan rápido se pueden mover las laderas?	15
¿Sabías que el ser humano puede afectar la estabilidad de una ladera?	18
¿Cómo puedo vigilar el movimiento de una ladera?	19
¿Qué puedo hacer para no afectar la estabilidad de una ladera y estar fuera de peligro?	21

Presentación

El fenómeno de inestabilidad de laderas es uno de los más recurrentes en el país, en particular en época de lluvias y cuando ocurren sismos. Sin embargo, las estadísticas de su ocurrencia, su estudio y la difusión de medidas preventivas son, quizá, las menos desarrolladas entre los fenómenos perturbadores.

Con base en lo anterior, en el año 2001 se iniciaron los trabajos de la Estrategia Nacional de Prevención y Mitigación del Riesgo por Inestabilidad de Laderas – MILADERA. Los objetivos finales de MILADERA son mejorar la seguridad de la



población expuesta a estos fenómenos, para aminorar los efectos destructivos sobre la infraestructura social y productiva, así como atenuar el impacto ecológico de la inestabilidad de laderas. En una primera fase se ha propuesto desarrollar guías, manuales y material técnico que faciliten la identificación de la amenaza, la capacitación de funcionarios de Protección Civil y la difusión a la población.

A la fecha, participan en el comité técnico de MILADERA las siguientes instituciones: CENAPRED, los Institutos de Geografía e Ingeniería de la UNAM, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y el Comité Administrador del Programa Federal de Construcción de Escuelas (CAPFCE).

Los riesgos de vivir en una ladera inestable

¡Tu vida y la de tu familia son primero !

Una ladera es una superficie inclinada del terreno o un declive propio de las montañas, los cerros, las lomas, etc., que también se conoce como vertiente o falda. En nuestro país existen zonas donde las laderas pueden tener problemas de inestabilidad. Se dice que una ladera es inestable cuando se debilita o pierde su equilibrio y se cae o desliza por efecto de la gravedad. Esto puede ocurrir de manera natural debido a la presencia de fuertes lluvias, de lluvias continuas o a la ocurrencia de sismos. Las zonas más propensas a tener este tipo de peligros son las zonas montañosas; sin embargo, pueden también ocurrir en áreas donde el relieve o la superficie terrestre es más suave. La inestabilidad de laderas ha causado muchas víctimas en distintas partes del mundo, incluyendo México; por esta razón es muy importante que todos los miembros de tu comunidad conozcan las causas que dan origen a este peligro, así como también sepan qué hacer en caso de estar expuestos a este tipo de amenaza.

Debido a las lluvias intensas o continuas, gran cantidad de agua se infiltra en el suelo llenando los poros o espacios que en él existen. Como consecuencia, el suelo se satura, y aumenta su peso, facilitando que se debilite y se caiga. De igual manera, cuando se presentan sismos fuertes existe el peligro de que alguna ladera que se encuentra debilitada se pueda caer, afectando a la población que vive sobre o en la parte baja de ésta. La inestabilidad de las laderas no sólo se debe a causas naturales, sino también a las humanas, ya que al deforestar se debilita el terreno. Las excavaciones y cortes mal ejecutados pueden también propiciar ciertas inestabilidades.

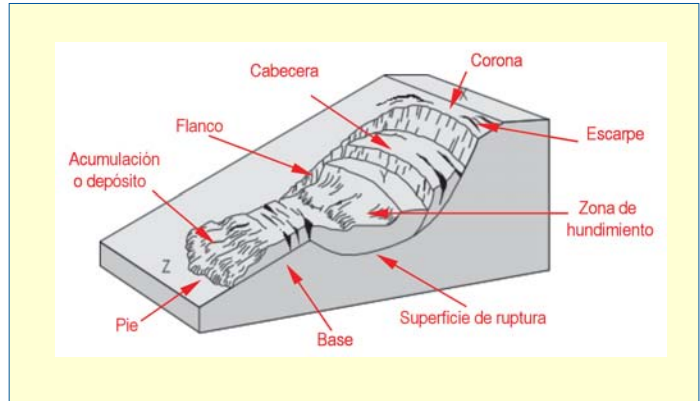
¿Qué tipo de movimientos puede tener una ladera inestable?

La inestabilidad de una ladera provoca el movimiento pendiente abajo de suelos, rocas y vegetación bajo la influencia de la gravedad. Los materiales se mueven a través de diferentes mecanismos: caídos o derrumbes, deslizamientos y flujos.



Características de las laderas inestables

Como puedes ver en el dibujo de la derecha, existen diferentes términos para referirse a los distintos elementos que forman una ladera. El pie de un talud o de una ladera es la parte inferior, la más baja de la ladera.



La corona es la zona superior, y el escarpe es una superficie abrupta que se origina como resultado de un movimiento y se localiza en la arista o borde superior.



Caídos o derrumbes

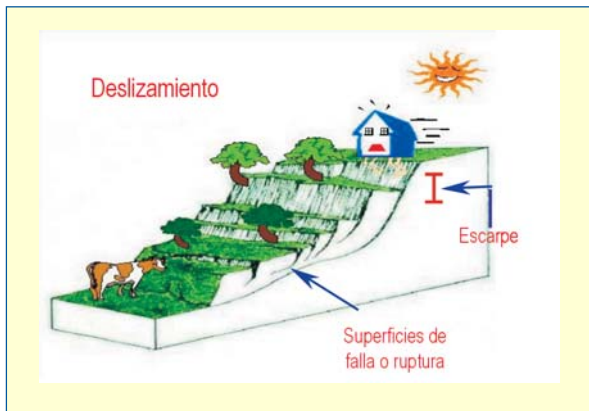
Los caídos o derrumbes son desprendimientos violentos de suelo y de fragmentos aislados de rocas que se originan en pendientes empinadas y acantilados, por lo que el movimiento es prácticamente de caída libre, rodando y rebotando.



En la fotografía se observa el caído de capas superficiales de rocas calizas debido a la excavación del material del pie del talud. Este caído ilustra la influencia que tiene el ser humano en la inestabilidad de laderas, lo cual crea un riesgo para las poblaciones aledañas.

Deslizamientos

Los deslizamientos son movimientos de materiales térreos (rocas, suelo y su combinación) pendiente abajo, delimitados por una o varias superficies de falla o ruptura. Estas superficies de falla pueden ser curvas y/o planas, y son, sobre ellas, que deslizan los materiales colapsados de una ladera.

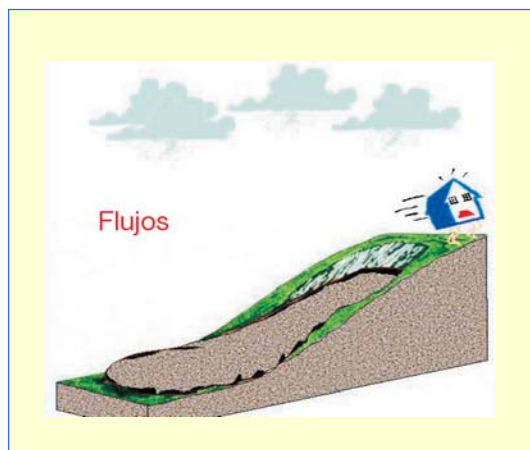


La inestabilidad de esta ladera se puso en evidencia con la aparición de una grieta de 30 cm de ancho y un desnivel o escarpe inicial de 60 cm; en el transcurso de un mes, el movimiento involucró una área de casi 1 km².

Flujos

Los flujos son movimientos de suelo y de fragmentos de rocas pendiente abajo de una ladera, en donde sus partículas se mueven entre sí dentro del volumen que se mueve o desliza sobre una superficie de falla. Los flujos pueden ser muy lentos, o incluso, muy rápidos; la velocidad está determinada por la cantidad de agua existente en el volumen de materiales.

Un sismo desencadenó un gran flujo que sepultó varias decenas de casas y ocasionó la pérdida de más de 300 vidas en la comunidad de Santa Tecla, República de El Salvador, en enero del 2001.



¿Quieres conocer más ejemplos de la ocurrencia en México de los distintos tipos de inestabilidad? Entonces lee el *Fascículo sobre inestabilidad de laderas* editado por el CENAPRED

Puesto que la velocidad depende de la pendiente o inclinación de la ladera, los materiales disponibles y la cantidad de agua, es común que ocurran durante y después de lluvias extraordinarias (precipitación intensa o continua) y en zonas donde las laderas están compuestas de materiales sueltos (no consolidados). Los flujos representan un gran peligro, ya que en cuestión de minutos, pueden transformar por completo el paisaje, e inclusive, nuestras comunidades.



En esta fotografía se puede observar cómo un flujo destruyó algunas construcciones que estaban en la ladera en la colonia Juárez, en Teziutlán, Puebla.

Gran porcentaje de la pérdida de vidas humanas y de bienes materiales por inestabilidad de laderas ocurre debido a este tipo de movimientos. En Teziutlán, Puebla, más de 100 personas perdieron la vida en la colonia La Aurora por la ocurrencia de un flujo desencadenado por las lluvias extraordinarias de octubre de 1999, a pesar de que la pendiente del terreno era muy suave (poca inclinación).

Este tipo de movimientos, involucra un volumen de materiales y agua que, como su nombre lo indica, fluyen a distinta velocidad. Esta mezcla de materiales puede incluir fragmentos de distintos tamaños y de distinto origen, inclusive vegetación. Como consecuencia, estos movimientos tienen gran poder erosivo y prácticamente arrasan o sepultan todo lo que encuentran a su paso.



*Flujo de La Aurora,
Teziutlán, Puebla*

¿Cómo puedo darme cuenta que una ladera es inestable?

Como medida preventiva, es importante familiarizarse con algunas señales y manifestaciones superficiales que nos permitan percibir a simple vista cuándo se está iniciando o se encuentra en proceso franco de desarrollo algún movimiento de ladera.



En las laderas estables, los árboles y postes se encuentran en posición vertical. Por el contrario, cuando hay cierta inestabilidad, éstos tienden a inclinarse en el sentido en que se está moviendo la ladera, tal como lo indican las flechas que aparecen en la fotografía anterior. Otra manifestación es que se presentan abultamientos en las superficies al pie de la ladera, es decir, en la parte inferior (fotografía derecha).



Cuando una ladera es inestable ocurren movimientos o desplazamientos del terreno que se manifiestan a través de la aparición de grietas en la corona (parte superior) y en el pie de la ladera; de haber construcciones en el área en movimiento, puede ocurrir el rompimiento gradual y generalizado de muros, pisos y tuberías.

Otro rasgo característico es la formación de bloques en diferentes niveles, muy similares a escalonamientos o terrazas.

También es de suma importancia informar de la aparición repentina de manantiales o aumento extraordinario del grado de humedad en el terreno.



¿Dónde y cuándo pueden ocurrir estos movimientos?

Los movimientos de las laderas ocurren cuando el pie (parte inferior) o alguna otra parte del cuerpo de los cerros o de las montañas se ven afectadas por causas naturales o artificiales. Entre las causas naturales más comunes se encuentra el reblandecimiento del terreno por el agua de la lluvia, los sismos, la erosión y socavación que causan los ríos al pie de los cerros. Las causas artificiales están, en algunos casos, relacionadas con las excavaciones o cortes que se realizan para extraer materiales, construir carreteras o preparar el terreno para la construcción de casas. Además de estas causas, existen otros factores que determinan la inestabilidad de las laderas; éstos son el clima, el tipo de rocas (geología), la forma del terreno (topografía) y la deforestación.



Influencia del clima

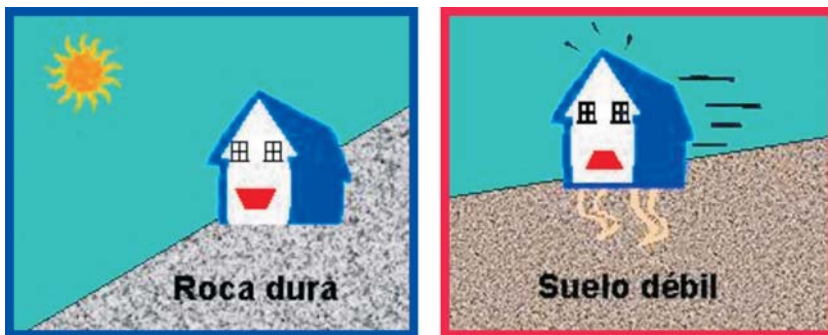
En nuestro país es muy común que los movimientos que afectan las laderas ocurran en la época de lluvias o bien cuando hay un fenómeno meteorológico extraordinario, como por ejemplo un huracán o una tormenta tropical.

Las regiones con pendientes fuertes o gran inclinación favorecen en muchos casos la inestabilidad de las laderas.



Influencia de la inclinación o pendiente

Sin embargo, este desequilibrio que se origina en ellas está determinado por el tipo de materiales que las componen y su resistencia a factores externos.



Influencia de la geología

Las laderas pueden estar formadas por diferentes materiales, tales como rocas, fragmentos de rocas, suelo o una combinación de todos ellos. Estos materiales tienen diferente resistencia por lo que se comportan de manera distinta en las laderas. Los materiales más débiles tienden a caerse con mayor facilidad.



Influencia de la vegetación

Es muy común que las zonas que han sido deforestadas tengan muchos problemas de inestabilidad. ¡No debes talar los árboles ni retirar la vegetación de las laderas!

¿Quieres saber más acerca de cómo se dan estos movimientos? Lee el *Fascículo sobre inestabilidad de laderas* editado por el CENAPRED

¿Qué tan rápido se pueden mover las laderas?

Es necesario conocer cuál es la velocidad de los movimientos porque esto nos permite saber cuál es el posible grado de destrucción que pueden causar en las comunidades cercanas, así como activar oportunamente los mecanismos de alerta. De igual modo, es muy importante considerar el volumen del material inestable, ya que de estos dos factores depende el impacto que se cause a las comunidades.

Velocidad	Interpretación de la velocidad	Posible impacto destructivo
3 - 5 metros por segundo	Extremadamente rápido	Catástrofe de gran violencia
0.3 - 3 metros por minuto	Muy rápido	Pérdida de algunas vidas, gran destrucción
1.5 metros por día a 1.8 metros por hora	Rápido	Posible escape y evacuación, construcciones, posesiones y equipo destruido
1.5 a 13 metros por mes	Moderado	Estructuras bien construidas pueden sobrevivir
1.5 a 1.6 metros por año	Lento	Carreteras y estructuras bien construidas pueden sobrevivir si se les da el mantenimiento adecuado y constante
0.06 a 0.016 metros por año	Muy lento	Algunas estructuras permanentes, construidas con criterios formales ingenieriles no sufren daños y si llegan a sufrir algún agrietamiento por el movimiento, pueden repararse
	Extremadamente lento	No hay daño a las estructuras construidas con criterios formales de ingeniería



Las casas de esta comunidad se destruyeron, pero no hubo pérdida de vidas humanas ya que el movimiento fue de lento a moderado y hubo tiempo de evacuar a las personas e inclusive de sacar sus pertenencias y animales.



Es importante tener presente que aunque los movimientos se detengan, la zona colapsada ya es inestable y no se podrá utilizar porque representa un peligro inminente para ser habitada de nuevo.

En Zapotitlán de Méndez, Puebla, ocurrió un deslizamiento rápido que se convirtió en flujo debido a las intensas lluvias de octubre de 1999. El material que fluyó sepultó algunas casas. Afortunadamente, no hubo decesos que lamentar pues la población estuvo alerta y desalojaron la zona a tiempo.

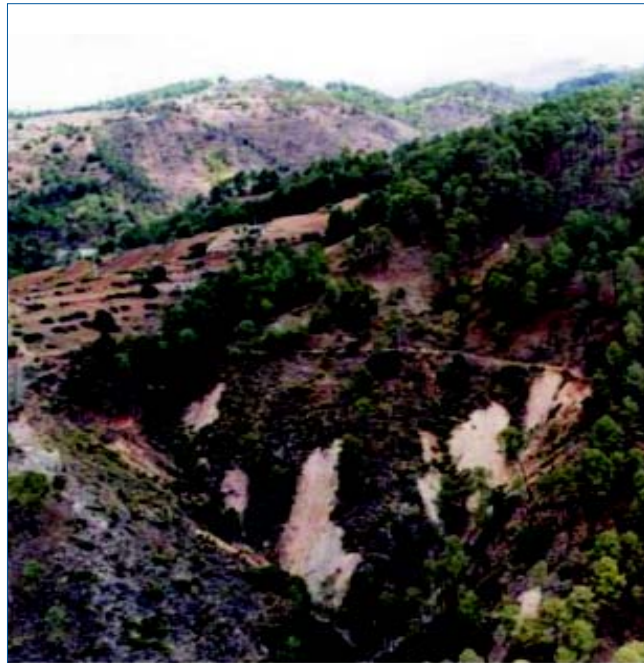


En Teziutlán, un deslizamiento de material volcánico con alto contenido de agua, se transformó en un flujo muy rápido que arrasó distintas casas, en ocasiones sepultándolas por completo como se puede apreciar en la fotografía.



¿Sabías que el ser humano puede afectar la estabilidad de una ladera?

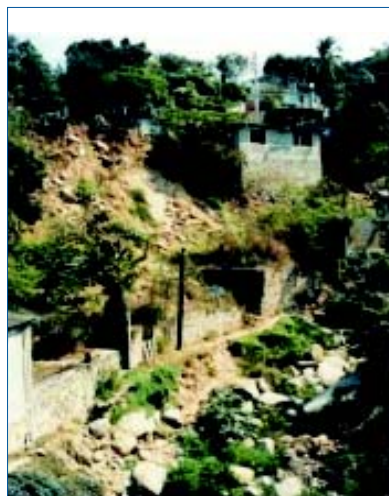
Los seres humanos también afectan las laderas incrementando su inestabilidad con la deforestación, al hacer cortes verticales o inclinados que se utilizan para construir carreteras o casas, así como cuando se excava el material al pie (parte inferior) de la ladera.



Muchos movimientos tienen lugar en zonas desprovistas de vegetación o que han sido deforestadas.

La inestabilidad de laderas frecuentemente ocurre en zonas de asentamientos irregulares cuando éstos se localizan en terrenos inclinados y los habitantes deterioran las características de resistencia de los materiales, al reblandecerlos con las descargas de los drenajes y la construcción de fosas sépticas. Por esta razón, es importante evitar este tipo de asentamientos, ya que son zonas de alto riesgo en las que pueden ocurrir desastres considerables.

Los asentamientos irregulares son muy susceptibles de tener problemas por inestabilidad de laderas.

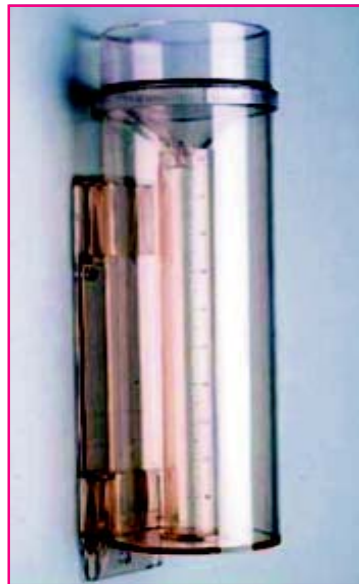


Si vives en una zona de este tipo, busca otro lugar más apropiado para vivir y participa en la detección oportuna de este tipo de peligros. Recuerda que para prevenir desastres es muy importante la toma inmediata de decisiones por parte de autoridades, especialistas y público en general, así como poner en práctica los planes de evacuación y salvamento previamente diseñados para cada localidad.

¿Cómo puedo vigilar el movimiento de una ladera?

En las zonas identificadas como potencialmente peligrosas por la inestabilidad de laderas, es importante implementar medidas de vigilancia permanente, tales como:

- 1 Conocer la cantidad de lluvia: una manera sencilla de conocer la cantidad de lluvia que cae en un día es por medio de un dispositivo en forma de probeta graduada (como el que aparece en la ilustración) el cual se utiliza en el campo para saber cuánto ha llovido.



Si te interesa conocer más acerca de la importancia de la lluvia en este tipo de peligros, consulta el folleto *El papel del clima en la inestabilidad de laderas* editado por el CENAPRED.

Las autoridades de Protección Civil y de la Comisión Nacional del Agua te pueden asesorar sobre la cantidad de lluvia que cae normalmente en tu comunidad. Si ésta es mayor que lo normal, hay que estar alerta. No olvides que aunque las autoridades estén encargadas de medir la cantidad de lluvia, es indispensable tu participación.

- 2 Detectar movimientos en las laderas y agrietamientos en la superficie.
- 3 Medir directamente el crecimiento de dichas deformaciones y agrietamientos. Cuando algún problema de inestabilidad de laderas se presenta en forma lenta y paulatina en una zona habitada, se puede detectar oportunamente la aparición de grietas en muros y pisos de las construcciones. Por esta razón, es importante que los habitantes estén al tanto del desarrollo y la evolución de estos cambios.
- 4 Estar al pendiente de la inclinación de árboles y postes para identificar zonas inestables.

Para conocer más detalles de la medición de inestabilidad consulta la guía *Monitoreo de laderas con fines de evaluación y alertamiento* editado por el CENAPRED.

¿Qué puedo hacer para no afectar la estabilidad de una ladera y estar fuera de peligro?

Con la finalidad de reducir el peligro por inestabilidad de laderas, en particular en zonas montañosas o inclinadas, es recomendable que:

1. No cortes los árboles, ni destruyas la vegetación de la región.
2. No excaves las laderas. Evita, especialmente, excavar al pie de éstas.
3. No permitas que el agua de los drenajes se infiltre en el terreno. En caso de que detectes alguna fuga de agua, deberás dar aviso inmediato a las autoridades de Protección Civil para que ellas se encarguen de agilizar los trabajos de reparación. Así evitarás que se reblandezca el terreno.



¡Tu vida y la de tu familia son primero!

4. Estés atento a las indicaciones de las autoridades de Protección Civil de tu comunidad, sobre todo durante la temporada de lluvias.
5. Revises constantemente las paredes, pisos y techos en busca de posibles grietas, hundimientos, expansiones del terreno y formación de escarpes (escalonamientos). Si éstos se presentan, avisa inmediatamente a las autoridades de Protección Civil de tu comunidad.
6. Estés alerta sobre la inclinación de postes y árboles en las laderas.
7. Antes de iniciar alguna construcción, o hacer alguna excavación o instalación, consultes a las autoridades de Protección Civil.
8. Si encuentras alguna grieta en la superficie del terreno, sobre la ladera en donde vives, en la parte superior del cerro, o al pie de éste, avises de inmediato a las autoridades de Protección Civil de tu localidad.

Tú tienes la última palabra...

“Cartilla de diagnóstico preliminar de inestabilidad de laderas”

Se terminó de imprimir en marzo de 2007, en XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXX XXX México, .D.F. La edición en papel lustrolito de 150 grs. en
interiores y portada en cartulina sulfatada de 14 puntos- consta de XXXX
ejemplares más sobrante para reposición.

SEGOB
SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN



SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN
COORDINACIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

Av. Delfín Madrigal No.665,
Col. Pedregal de Sto. Domingo,
Del. Coyoacán,
México D.F., C.P. 04360

www.cenapred.gob.mx
www.proteccioncivil.gob.mx