

6 AMENAZAS POR TERRENOS INESTABLES

6.1 Consideraciones generales sobre terrenos inestables

Cuando se habla de terrenos inestables, de manera general y sencilla, se hace referencia a un movimiento del terreno hacia abajo de la pendiente. En particular, se origina cuando en las pendientes naturales decrece la capacidad para resistir las fuerzas de gravedad, las cuales entran en fases de desequilibrio a causa de las modificaciones geométricas del relieve, originadas por factores como la disminución de la cohesión interna, la presión de agua, etc. Los terrenos inestables pueden movilizarse de forma lenta, rápida y extremadamente rápida, según la topografía, el tamaño de la masa de suelo o roca afectada, el modo de falla y la acción del agua, entre otros factores. Pueden activarse o acelerarse a causa de terremotos, erupciones volcánicas, precipitaciones, aumento de nivel de aguas subterráneas, por erosión y socavamiento de los ríos.

El movimiento de terrenos es perceptible y se le llama deslizamiento, colada o flujo superficial, derrumbes etc. Puede presentarse como material en caída libre por los acantilados o en masas fragmentadas o integra que se deslizan por las pendientes de los cerros o en coladas fluidas. Las velocidades de movilización de estos fenómenos pueden variar desde unos centímetros por año hasta alcanzar unos 200 km/hora. Pueden durar unos pocos segundos o algunos minutos, o pueden ser graduales o lentos durante varias horas o años.

Los factores que contribuyen a producir y a disparar un movimiento en masa son múltiples; rara vez actúa uno solo. Hay factores que contribuyen a crear una situación de inestabilidad en una masa de terreno, como puede ser la topografía regional con sus pendientes naturales, la geometría propia de los taludes, la naturaleza de la roca y/o suelo, la presencia de discontinuidades en una masa rocosa y la estratificación de la roca (orientación y ángulo de inclinación de la roca), la presencia de depósitos profundos arcillosos en la secuencia litológica, las características mecánicas de la roca (resistencia a la deformabilidad y a la compresibilidad), el estado de esfuerzo que actúa en el interior de una masa material, el grado de alteración hidrotermal de las rocas, etc.

Otros factores determinantes son las precipitaciones pluviales normales y extraordinarias, la filtración de agua pluvial en el terreno, las variaciones de temperatura, la erosión, la acción humana de deforestación y cortes de taludes, el asentamiento humano en las laderas y otros fenómenos naturales, como sismos, erupciones volcánicas e inundaciones.

Estos factores pueden ser permanentes y variables. Los factores permanentes son las características del terreno como la pendiente y la geología entre otros. La alternancia de litologías con características mecánicas diferentes y la presencia de arcilla, la fracturación de las rocas y la alteración hidrotermal representan un factor de inestabilidad de naturaleza geológica permanente.

Los factores variables son las características del terreno que cambian rápidamente como resultado de algún evento gatillo o acelerador. Entre ellos están la humedad del suelo debido a intensas precipitaciones, la elevación del nivel de aguas subterráneas, vibraciones del suelo etc.

Los deslizamientos rápidos y los derrumbes se incuban durante largos períodos y sólo aguardan un factor desencadenante para producir un episodio catastrófico (sacudidas sísmicas, lluvias intensas, explosiones, cortes de talud u otras intervenciones humanas, etc.). Sin embargo buena parte de los deslizamientos superficiales recientes corresponden al desenlace de un proceso lento y de larga duración conocido como deslizamiento pelicular (que afecta la capa superficial de suelos) y que al

sobresaturarse fluyen como un líquido viscoso. Los deslizamientos rápidos y fenómenos afines están relacionados, en la gran mayoría de casos, con procesos de aceleración de deslizamientos mayores y complejos, pertenecientes a la categoría de deslizamientos lentos y permanentes.

6.2 Clasificación de terrenos inestables

Los movimientos en masa son fenómenos que ocurren generalmente combinados y son de naturaleza compleja, siendo por ello muy difíciles de clasificar; sin embargo algunos autores, entre ellos D.J. Varnes (1978), J.N. Hutchinson (1968), Skempton y Hutchinson (1969) y otros, han propuesto clasificaciones para los movimientos en masa que ocurren con más frecuencia. Existen clasificaciones de deslizamientos atendiendo al tipo de movimiento, al contenido de agua, a la velocidad del movimiento, a la profundidad de la superficie de ruptura, y al estado de la actividad.

Los deslizamientos (que son una parte de los llamados movimientos de masa o terrenos inestables) pueden ser clasificados según su actividad en:

Subestabilizados a lentos: cuando presentan movimientos de 0-2 cm/año

Poco activos: cuando presentan movimientos de 2 a 10 cm/año

Activos con fases rápidas: cuando presentan movimientos con velocidades mayores a 10 cm/año.

Atendiendo a la profundidad de la superficie de ruptura los deslizamientos se clasifican como sigue:

Deslizamiento superficial: La profundidad de la superficie de ruptura está entre 0 y 2 m.

Deslizamiento semi-profundo: la superficie de ruptura tiene profundidades entre 2 y 10 m

Deslizamiento profundo: la profundidad de la superficie de ruptura es mayor de 10 m

Una de las clasificaciones más utilizadas para distinguir los terrenos inestables o movimientos en masa se basa sobre el tipo de movimiento (Clasificación de Varnes): **derrumbes o caídas, basculamiento, arrastre, deslizamientos, y flujos o coladas**. De estos los más comunes en Nicaragua son los derrumbes o caídas, los deslizamientos y los flujos o coladas.

1. Derrumbes o caídas:

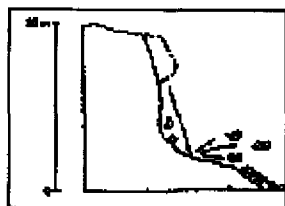


Fig. 12: Derrumbes
(Fuente: Varnes, 1978)

La masa de rocas o el bloque de rocas se desprende de una ladera y cae por acción de la gravedad, sin tener una superficie real de deslizamiento. El material se acumula en la base del acantilado formando una pendiente, lo que generalmente constituye una amenaza adicional, ya que puede removilizarse.

2. Deslizamientos:

Se definen como el movimiento de una masa de rocas o suelos a lo largo de una superficie de ruptura. Implica tanto fenómenos lentos como episodios rápidos. El movimiento puede ser de tipo rotacional, traslacional, plano o complejo. Pueden ser superficiales o profundos.

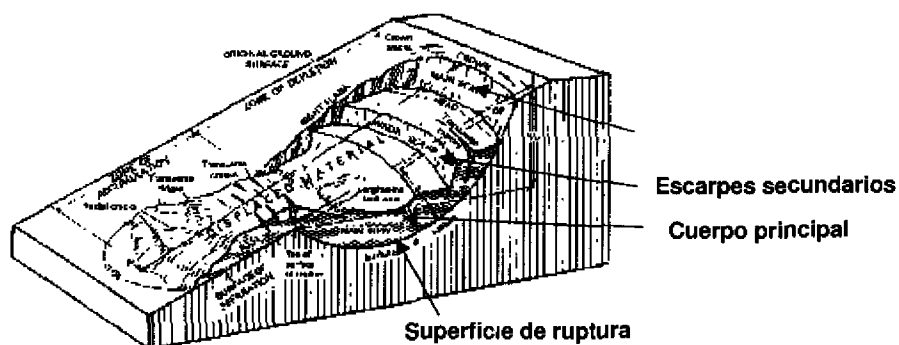
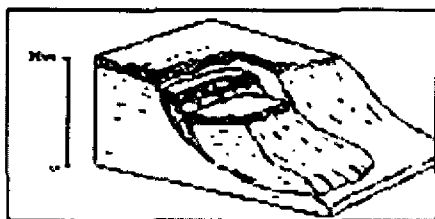


Fig. 13: Esquema de deslizamientos (Fuente: Turner y Schuster, 1996)

Deslizamientos Subestabilizados: Se refiere a masas inestables que tienen una actividad mínima o están estabilizados. Significa que fueron activos en tiempos pasados y que actualmente no se mueven al haber cambiado las condiciones que facilitaban su actividad (cambios climáticos, erosión o profundización de cauces -lo que los ha dejado "colgados"- o por haber alcanzado una pendiente inferior a la de su ángulo de reposo).

En ambos casos se asume que no representan mayor peligro

Deslizamientos peliculares: el terreno presenta una morfología típica de cáscara de naranja, con pequeñas ondulaciones, con diámetros promedio de hasta 1 metro y profundidades entre 1 y 2 metros. Evoluciona hacia una forma de escalones o rombos que se conoce como *camino de vaca*. Este tipo de deslizamientos afecta fundamentalmente la cubierta edáfica, depósitos aluviales y coluviales finos, generalmente sobre pendientes mayores a 20°. La velocidad de movimiento de este fenómeno es lenta; sin embargo es susceptible a degenerar en coladas y deslizamientos rápidos tipo coladas de lodos y detritos. Es un fenómeno que ocurre mucho en la región Central y Norte de Nicaragua, relacionado fundamentalmente al uso intensivo e inadecuado del suelo. La única forma de detectarlos es por su típica apariencia ondulada (cáscara de naranja y caminos de vaca), especialmente en terrenos de cultivo o pastoreo. Es importante identificarlos, por las coladas que pueden originar.



Deslizamientos rotacionales: Existe una superficie de ruptura cóncava o curvada sobre la cual se mueve la masa inestable. Se puede originar en terrenos cohesivos, isotrópicos u homogéneos y rápidamente evoluciona hacia mecanismos más complejos.

Fig. 14: Esquema de deslizamiento rotacional (Fuente: Turner y Schuster, 1996)

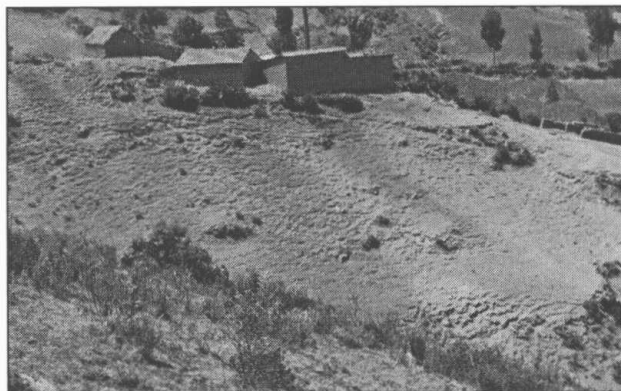


Fig. 15: Cáscara de naranja



Fig. 16: Caminos de vaca (Fotografías: R. Carreño)

Deslizamientos traslacionales: la masa se desplaza a lo largo de una superficie de ruptura planar o ondulada. Son relativamente mas cortos que los deslizamientos rotacionales. Ejemplo de ello se observa en la foto abajo presentada.



Fig. 17: Deslizamiento rotacional

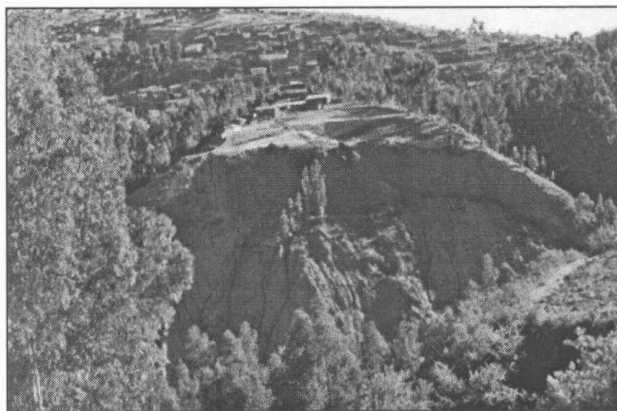


Fig. 18: Deslizamiento traslacional (Fotos: R. Carreño)

Coladas: son el resultado del movimiento de una masa de material sobresaturado, casi en estado líquido, de carácter rápido y generalmente formando un perfil longitudinal alargado con un cono terminal. La superficie de corte o ruptura usualmente no se preserva. El material en movimiento generalmente corresponde a los primeros niveles de suelo o a la cobertura vegetal. Si este material llega a un curso de agua podría contribuir a la formación de flujos de lodo y escombros y otros procesos torrenciales combinados.

En dependencia del tipo de material desplazado y de la cantidad de agua involucrada puede haber coladas de lodo, de tierra y de detritos o de escombros.

- a) Coladas de lodo: el material en movimiento es una mezcla de material de granulometría fina como arcilla con abundante agua.
- b) Coladas o flujos de detritos: son flujos de material granular y escombros que presentan una matriz areno-arcillosa que en su conjunto se movilizan a través de canales preexistentes o formados por el mismo flujo. Frecuentemente presentan altas densidades con un 80% de sólidos por peso. El material grueso forma, a los lados del canal, estructuras conocidas como levees (producto de la fricción), mientras que el material fino continúa su movimiento hacia abajo.