

"El documento original contiene imágenes en mal estado"



10. PELIGROS POR RUPTURAS DEL TERRENO:

10.1 DESLIZAMIENTOS

Tal y como se señaló atrás, el término deslizamiento cubre por lo general una amplia variedad de movimientos en masa que bajo la acción de la gravedad, transportan suelo y rocas (40) (Fig. 1).

Todos los deslizamientos involucran la fractura de los materiales de la tierra por la ruptura de la tensión que los une. El inicio del proceso tiene lugar por un lado, en factores que contribuyen a incrementar la posibilidad de ruptura de la tensión por factores que contribuyen a reducir o bajar la resistencia (tensión) de los materiales (41)

Aunque un solo hecho, como la adición de agua a una pendiente, puede contribuir tanto a incrementar la tensión como a decrecer la resistencia, es útil el separar e identificar los aspectos físicos de tal acción.

Los procesos desarrollados en los deslizamientos, así como en otros movimientos de ladera, comprenden una serie de eventos de causa y efecto (42).

Raramente, un deslizamiento puede ser atribuido a una sola causa: Como es demostrado por Zolotarev (43), los procesos que guían el desarrollo de un deslizamiento, tienen su inicio en la formación de la roca misma, cuando sus propiedades físicas básicas han sido determinadas, incluyendo los subsiguientes eventos por movimientos de la corteza terrestre, erosión y exposición a la intemperie. Alguna acción, quizás trivial, pone una masa en movimiento ladera abajo. Ella no puede ser considerada como única causa, aún si ésta fue necesaria en una cadena de eventos.

Sowers y Sowers señalan: "En la gran mayoría de los casos, las causas existen simultáneamente y el intentar decidir cuál finalmente produce la ruptura es no solamente difícil sino incorrecto. A menudo el factor final no es más que el gatillo que pone en movimiento una masa de tierra que estaba ya al borde de la ruptura. Llamando al factor final la causa es como llamar al cerillo que enciende la mecha que detonará la dinamita para destruir un edificio; la causa del desastre"(44).

A continuación, se transcribe al castellano parte de artículos técnicos sobre algunas de las causas que generan los deslizamientos (45).



UNIVERSIDAD NACIONAL

"Campus Omar Dengo"

HEREDIA, COSTA RICA

-30-

10.2 ALGUNOS FACTORES QUE CONTRIBUYEN A INCREMENTAR LA TENSION:

-La remoción de soportes laterales, como los producidos por erosión en ríos, quebradas, glaciares, olas; y a lo largo de corrientes, previo debilitamiento de la ladera. Construcciones humanas como cortes, presas, fosas y canales, en donde paredes son removidas, lagos y reservas de agua con sus niveles alterados.

-Sobrepesos, por agentes naturales y humanos, tales como el peso de la lluvia, granizo, nieve, acumulación de materiales sueltos, aguas subterráneas, construcción de rellenos, edificios, estructuras, trenes, carreteras, etc.

-Vibración por temblores, explosiones, maquinaria, tráfico y cualquier ruido o estruendo.

10.3 ALGUNOS FACTORES QUE CONTRIBUYEN A BAJAR O REDUCIR LA RESISTENCIA DE LA TENSION (46)

-Estado inicial de las características del material - composición, textura, estructura y formas de las pendientes.

-Cambios debido a la acción del tiempo y otras reacciones físico-químicas. (hidratación de arcillas, remoción de cementos por disolución, migración de agua, etc.)

-Cambios en fuerzas intergranulares debidas al contenido de agua y presión en poros y fracturas.

10.4 TIPOS DE DESLIZAMIENTO:

En detalle, existen muchos tipos de deslizamientos que varían grandemente en tamaño, forma y geometría, tipos de movimiento y materiales involucrados (47). El sistema ideado por David Varnes, es el más ampliamente usado en Estados Unidos. Hace énfasis primero en el tipo de movimiento y segundo en el tipo de material. Dentro del primer aspecto, separa 5 grupos principales, caídas, volcados, deslizados, laterales, y fluídos. Un sexto grupo, denominados complejos, incluye combinaciones de dos o más de los cinco principales; los materiales son divididos en cinco clases: roca y suelos, y el suelo, en escombros y tierra. Sin embargo, el tipo, el movimiento y los materiales pueden variar de lugar a lugar y de tiempo a tiempo, con degradación continua en ambos; razón por la que una rígida clasificación no es ni práctica ni deseable (48).



UNIVERSIDAD NACIONAL
"Campus Omar Dango"

HEREDIA, COSTA RICA

-31-

11. IMPACTO ECONOMICO POR DESLIZAMIENTOS:

11.1 INTRODUCCION:

Aunque los deslizamientos individuales distan de ser tan espectaculares y costosos como otros peligros geológicos e hidrológicos, es tal su distribución y frecuencia, que colectivamente causan pérdidas económicas sumamente cuantiosas, sobre todo porque estos sobrevienen en conjunción con otros peligros como terremotos, inundaciones, etc. (49).

Por ejemplo, en los Estados Unidos, los deslizamientos son un problema extendido por todo su territorio. Solo en el renglón de carreteras, los daños anuales están sobre los 100 millones de dólares, señalándose que no han producido mayores pérdidas porque los más catastróficos han tenido lugar en áreas deshabitadas (50). Un cálculo acerca de los costos globales que su presencia produce, lo sitúa conservadoramente en 1 millón de dólares anuales (51), estimándose que las pérdidas a producirse entre 1970 y el año 2000 ascenderán a los 9.9 billones de dólares (52).

11.2 COSTA RICA:

Como los daños que se derivan de los deslizamientos varían de sutiles a dramáticos y a lo largo de períodos variados de tiempo, resulta muy difícil calcular un dato aproximado sobre el monto en pérdidas que causan. Las instituciones encargadas de velar por el mantenimiento de carreteras, por ejemplo, no obstante ser las directamente relacionadas con el problema, no llevan registros sobre los gastos incurridos al sobrevenir estos problemas. Un cálculo conservador hecho en setiembre del año 84, por el ingeniero Jefe del Plantel del Ministerio de Obras Públicas y Transportes en Puriscal, reveló que de 1200 a 1500 colones entre horas hombre-máquina ascendían los costos por limpieza de derrumbes (53).

Otras informaciones emanadas del Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillado en el cantón destacaron que los principales problemas que afrontaban en el sector son precisamente los daños por rupturas de tuberías originados, no solo por desprendimiento de materiales sino destrozos causados por las fuerzas y presiones que los anteceden. Al igual que en el caso anterior no se llevan registros ni estimaciones que permitan cuantificar los montos de esas reparaciones (54).

Es indudable sin embargo, que a lo largo y ancho del país los daños producidos en carreteras y otras obras históricamente afectadas por ellos, como la Carretera Interamericana Sur, son cuantiosos. En setiembre de 1984 solo para efectuar arreglos en esta vía se anunció que se invertirían en reparaciones 100 millones de colones con un gasto parcial de 10 millones únicamente en un deslizamiento localizado en el kilómetro 51 (55).



UNIVERSIDAD NACIONAL
"Campus Omar Dengo"
HEREDIA, COSTA RICA

-32-

En julio de 1983, al sobrevenir el terremoto de Pérez Zeledón, el tramo de la Carretera Interamericana entre Villa Mills y Boquete quedó bloqueado por deslizamientos calculados en 1.180.000 metros cúbicos de tierra y roca. En esta ocasión la vía duró 82 días inhabilitada, costando su apertura 980.000 colones diarios, un personal diario de 95 personas, 30 unidades de maquinaria pesada; para totalizar una suma que superó los 80 millones de colones (56).

Aún en países con amplia experiencia en este campo, la precisa estimación de costos es difícil, ya que estos deben desglosarse en directos e indirectos. Los primeros, más tangibles, tienen relación con las pérdidas actuales por daños en instalaciones o propiedades, mientras que los indirectos incluyen pérdidas de impuestos por propiedades devaluadas como consecuencia de la disminución del valor real de las tierras afectadas por ellos, pérdida de productividad en la agricultura y en tierras forestales y pérdidas en todas aquellas actividades económicas que en una u otra forma sufren por la interrupción de las vías. (57).

De lo anterior se deduce la dificultad de cuantificar daños por fenómenos que constan por un lado de un impacto inmediato (costo directo) y por otro, de un impacto medible a corto, mediano y largo plazo y cuyos efectos secundarios son considerablemente más elevados (costo indirecto).



12. PROCESOS NATURALES E INFLUENCIA DEL HOMBRE

12.1 EROSION Y OBRAS DE INFRAESTRUCTURA:

La erosión es el desprendimiento de fragmentos o partículas de suelo y roca de su lugar inicial por medio del agua u otros agentes naturales (hielo, viento, etc.) Es pues un proceso natural al que se ven sometidos todos los materiales que afloran en la superficie terrestre y que presupone una desintegración del lecho rocoso terráqueo por procesos climáticos, químicos y mecánicos (58).

Las actividades del hombre sobre la tierra, tales como la agricultura, la silvicultura el pastoreo, así como la construcción de carreteras y edificios afectan los procesos de erosión y por lo general aceleran su ritmo.

Aunque no se conoce en detalle la tasa actual de erosión total del planeta, ni los porcentajes atribuibles a los procesos naturales y a la actividad humana, no obstante, algunos científicos han estimado que el hombre es responsable de más del 50% de la erosión total. Aún cuando esta cifra promedio fuera una estimación más bien aproximada, es evidente que en algunos medios predomina la erosión provocada por el hombre (59).

Dentro del sector que nos ocupa, no es posible hallar grandes edificaciones, típicas de los sectores aledaños a las capitales. Tampoco están presentes grandes núcleos urbanos, a excepción de la cabecera del cantón que cuenta con 26667 habitantes (60). Por consiguiente, el rasgo más relevante en cuanto a infraestructura, lo constituye una carretera asfaltada de dos vías y 21 km de longitud, que comunica a Santiago de Puriscal con la ciudad de San José. Esta vía es un importante eje vial, pues es la ruta más expedita a la capital, y a la que lógicamente, están entroncados la diversa jerarquía de caminos que recorren el área (Véase mapa # 6). A lo largo de casi todo su trayecto, corre por terrenos sumamente quebrados, atravesando en su trecho inicial (Villa Colón-Quitirrisí) (9Kms) la falda occidental de la Formación Pacacua. Al llegar al punto más elevado de la carretera (1240mts), se adentra en la Formación Terraba por espacio de unos 7.5kms. De aquí en adelante, su trazado continúa por la divisoria de aguas y por la Formación Aguacate hasta Santiago.

Desde hace mucho tiempo es conocido por diversos medios, los múltiples problemas que se han originado a raíz de la construcción de dicha vía. Asentada sobre materiales sedimentarios arcillosos, muy meteorizados e inestables, se ve fuertemente afectada por deslizamientos, principalmente en los meses de setiembre y octubre, que es donde se concentran las lluvias más fuertes (61).

III. CONSTRUCCION DE CAMINOS:

La ladera que uno de los factores que influyen en la formación de caminos, no es no sólo la construcción de la carretera principal, sino también las vías secundarias. Éstas por sí mismas representan facilidades de acceso para las explotaciones, las obras auxiliares necesarias para la protección de la carretera, tales como las servidas de drenaje y construcción de taludes, son en muchos casos diferentes o inexistentes. Las aguas de escorrentía no son adecuadamente conducidas, concentrando su potencia erosiva dos o tres metros más allá de la línea para lo que en cuestión de momentos, durante un fuerte aguacero, lava y arrastra el sector de caída de las aguas, sino que se desarrolla una erosión en talud que falsea y destruye la base de la calle.

Se señala al agua como la causa más frecuente en el activamiento de deslizamientos, ya sea como lluvia o en otra forma, el agua realiza un doble efecto en las fuerzas que trabajan en la ladera. Primero, el suelo húmedo es más pesado que el suelo seco y al agregar peso significa menos estabilidad. Segundo, cuando el nivel de la tabla de agua se eleva, se reduce la fricción que actúa como un sostén de las partículas en el lugar (62). En una ladera estable, la resistencia de los materiales a la quiebra es mayor que la fuerza gravitacional que actúa allí. Pero cuando esta relación es inversa la fuerza gravitacional excede la resistencia de la ladera a quebrarse - los deslizamientos ocurren (63).

Así la estabilidad de la ladera, está en directa relación con la cohesión y adhesividad del suelo y los materiales rocosos. Una o más formas de modificación por humedad pueden resultar cuando esta cohesividad es destruida. La pérdida de la fuerza de tensión residual, cuando la atracción con los poros de la tierra es débil o ausente. Cuando agua y aire ocupan los intersticios del suelo, la película de agua tiende a unir las partículas. Pero el completo relleno de los espacios por el agua, destruye los enlaces. También la presencia de grases y oleones de agua incrementa la presión de los poros (presión hídrica) al reducirlo el que partículas se separen (64).

Los efectos que el hombre ha hecho sobre las laderas, son precisamente aquellos que fomentan su inestabilidad. Con la construcción de caminos, se han removido las porciones bajas de la pendiente y se ha excedido en los taludes el ángulo de reposo, que es definido como el ángulo en el cual el material permanecerá estable (65).



UNIVERSIDAD NACIONAL

"Campus Omar Dongo"

HEREDIA, COSTA RICA

-35-

Si los efectos son graves en superficies asfaltadas, como consecuencia del poco énfasis que se le da al drenaje acá, situaciones más serias se presentan en caminos rurales no pavimentados. Frecuentemente éstas vías no cuentan con desagües transversales, y longitudinales, o si los poseen no están revestidos por materiales resistentes que se prolonguen lo suficiente, como para evitar el lavado de la base de la calzada (66).

En algunos casos, las tuberías del alcantarillado quedan expuestas y en precaria suspensión, al preocuparse los encargados de momento en evacuar aguas a como dé lugar, los efectos luego, son doblemente severos, porque no solo se evacuaron las aguas sino que éstas erosionaron las laderas adyacentes, se llevaron la tubería y destruyeron la obra vial que pretendían proteger. Estos caminos a menudo son verdaderos detonantes, pues la remoción, traslado y relleno que implica la apertura y ampliación de la vía, hace que se exponga al sustrato rocoso que es el componente más frágil. Desde las primeras lluvias, estos caminos se convierten en desagüeros, propiciando el lavado de los agregados que forman la superficie de rodamiento. Además, las aguas sin control concentran su flujo en materiales de relleno, sin consolidar, generando la formación de profundas cárcavas en los taludes (67), que ensanchadas por el socavamiento y desplome lateral evolucionan hacia formas complejas en donde cárcavas y deslizamientos coexisten.

12.3 USO DEL SUELO:

El ritmo de erosión del suelo guarda estrecha relación con el uso de la tierra. Se considera, por lo general, que en la erodabilidad del suelo, la ordenación y uso del territorio influye más que cualquier otro factor aislado. A menudo, la erosión del suelo altera el equilibrio natural del paisaje, porque se erosiona más cantidad de terreno del que se puede reproducir y los agentes de acarreo no bastan para reemplazar todo el material erosionado (68).

Las características de uso del suelo en este sector, tienen una íntima relación con los patrones históricos de ocupación del espacio en el país. La fachada oeste o pacífica de Costa Rica gozó de la preferencia de los primeros colonizadores, gracias a la alternabilidad de períodos secos y lluviosos; la fachada este o atlántica desde la época colonial en comparación, no ha gozado de esa predilección debido entre otros factores, a la ausencia de un período seco marcado (69). De ellos dan fe, no solo el que los primeros asentamientos se ubicaran de preferencia en el sector central y pacífico, sino que la posterior evolución y desarrollo del sector urbano tiene como asiento principal estas regiones. Esta marcada ocupación del espacio hacia el oeste, da como obvio resultado, entre otras causas, el que los problemas más graves de erosión se sitúan en la vertiente pacífica, que ocupa 27.107 km² (53% del país). (70).



UNIVERSIDAD NACIONAL

"Campus Omar Dengo"

HEREDIA, COSTA RICA

-36-

12.4 ANALISIS GLOBAL:

Tal y como ha podido deducirse, en el área confluyen una serie de aspectos físicos que configuran un marco de relaciones que deben ser analizados en conjunto. Las tres formaciones que dominan el paisaje aquí son de origen sedimentario y poseen una constitución litológica basada en lutitas, areniscas y conglomerados. Esta composición rocosa exhibe como propiedad importante el carecer de texturas granulares que faciliten la infiltración y almacenamiento de las aguas pluviales, lo que acrecienta por efecto de las lluvias, la erosión y el lavado de los suelos de por sí fuertemente meteorizados. Además la presencia de lutitas, agrega un factor de inestabilidad de laderas, ya que tienen la tendencia en áreas de alta precipitación a moverse por gravedad y ocupar superficies relativamente inestables. (38)

Brindan a su vez poco apoyo cuando se convierten en base para construcción de carreteras, pues la cobertura de lutitas arcillosas obstruye el escape de la humedad y también por acción capilar, la hace subir desde profundidades considerables. Por consiguiente, la arcilla se ablanda y no da soporte adecuado a este tipo de superficies, por lo que se afirma que los derrumbes y el agrietamiento en el pavimento son muy comunes en zonas en donde ella predomine (71).

Asimismo, el que montos pluviométricos mayores se ubiquen precisamente en los sectores de mayor altitud (Véase mapa # 4) refuerza el criterio empleado por Mendizabal (72) según el cual las lluvias aumentan con la altitud hasta un momento en que son máximas, descendiendo posteriormente. Este aspecto además, ilustra cómo la acción de las precipitaciones en las cimas, agrava su efecto en el suelo, pues por un lado es mayor la cantidad de agua caída y por otro es mayor el área a recorrer pendiente abajo.

La condición de divisoria mayor de aguas en terrenos caracterizados por fuertes pendientes en ambos flancos, favorece la escorrentía superficial al ser eliminados rápidamente grandes volúmenes de agua; que a su vez no encuentran los mecanismos amortiguadores naturales suplidos por el follaje y las raíces de los árboles del bosque.

A ello se suman patrones históricos, culturales y climáticos, que provocado un mayor impacto poblacional en las tierras situadas en la fachada oeste de Costa Rica. Terrenos en donde a diferencia del sector atlántico -con su humedad perenne, estimuladora del crecimiento e inhibidora de incendios- se han arraigado prácticas de uso y desmonte que no guardan ninguna consideración racional con los caracteres prevalecientes en el paisaje físico.



UNIVERSIDAD NACIONAL
"Campus Omar Dengo"
HEREDIA, COSTA RICA

-37-

Sectores muy quebrados, en donde el pastoreo en laderas es regla, muestran suelos agrietados por el continuo paso del ganado; dando lugar a la formación de planos de debilidad que por la acción del agua, se ensanchan y profundizan; originando en combinación con las variables citadas, las más variadas gamas de erosión y - deslizamientos. (39)