

MOVIMIENTO EN MASA

Deslizamientos y Derrumbes

Un enfoque para suscripción
y atención del reclamo

VALUATIVE

LÍDERES EN INVESTIGACIÓN Y PROTECCIÓN PATRIMONIAL

Cra. 7 No. 156 – JO Of. 1607 / Edificio Torre Krystal

Bogotá D.C., Colombia

Pbx: +57 (1) 3902846

info@valuative.co



**RISK AND CLAIM ADVISOR
EN ESTE NÚMERO:**

MOVIMIENTO EN MASA – Deslizamientos y Derrumbes
UN ENFOQUE PARA SUSCRIPCIÓN Y ATENCIÓN DEL RECLAMO

PRESENTACION

A través de ésta presentación podremos conocer, estudiar y analizar las condiciones de exposición de las construcciones ante un fenómeno de MOVIMIENTO EN MASA (que incluye materiales como arenas, gravas o bloques de diferentes densidades, colmadas o no por agua y movidas como condición de sismos (lo más corriente), aunque también originadas por otros eventos naturales como lluvias torrenciales, inundaciones y por supuesto la acción del ser humano, bien sea por su actividad o la carencia de ella.

AL referirnos a construcciones, naturalmente la mayor preocupación está enfocada a aquel de tipo de estructuras que albergan personas, pero que de igual manera pueden incluir afectaciones a infraestructuras de alto impacto en caso de daño, en la economía del país, tanto en materia industrial, como la explotación de hidrocarburos, como en infraestructura de servicios públicos básicos, industria o movilidad.

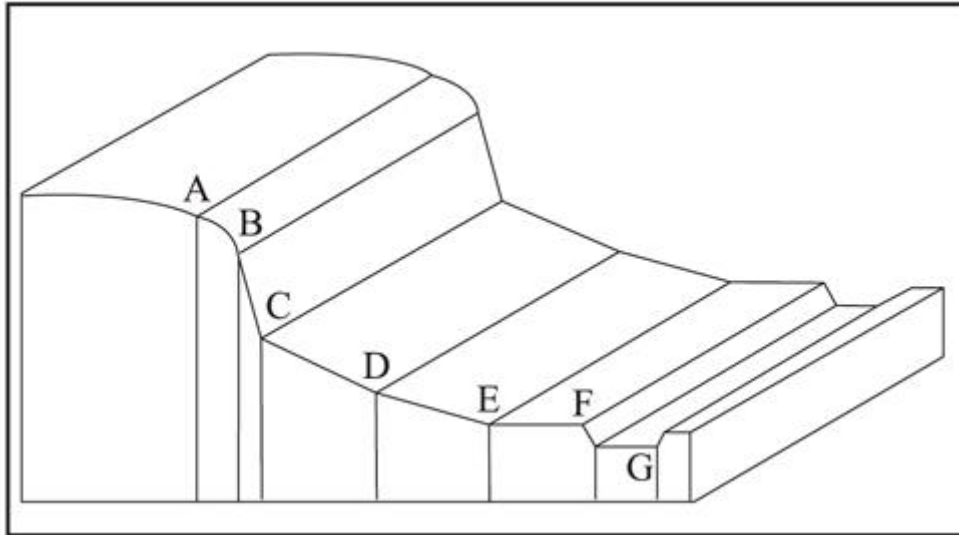
De repente, esa tarde, vísperas de San Pedro, del lado derecho de la quebrada se precipitó el gigantesco derrumbe sobre la montaña de al frente. La tierra rugió como cuando la sacude un temblor. La inmensa masa de material quedó encajonada y provocó una corriente de aire que expulsó los vehículos y personas que se encontraban agolpados 300 metros abajo. Unos volaron al fondo del precipicio y a otros los sacó del área...

**Extracto de Archivo de El Tiempo – Junio 22 de 1999
A propósito de la tragedia de Quebrada Blanca (Un 28 de 1974)**



Los movimientos en masa son aquellos constituidos principalmente por roca y material no consolidado, en respuesta a la atracción de la gravedad, el movimiento de los suelos (sismos), el agua (principalmente los ríos), el hielo o el viento que suelen ser agentes geológicos de erosión, impulsados por fuerzas tectónicas, solares y gravitacionales, actuando en sentido inverso a procesos internos que regeneran el relieve.

Las fuerzas internas son las principales responsables de las formas a gran escala que se observan sobre la superficie del planeta, como cordilleras y depresiones. Aparece aquí la climatología influenciando los agentes geológicos externos que provocan erosión. En las regiones montañosas frías el hielo, en las regiones áridas el viento y por una y otra parte el agua, que es el principal agente modelador de las regiones templadas.



Perfil idealizado de la superficie terrestre y procesos geomorfológicos que en él se generan de forma natural

- A. Pendiente de percolación (lavado interno),
- B. Pendiente convexa de *creep* y desarrollo fluvial erosivo,
- C. Ladera de caída, avalanchas y desarrollo fluvial erosivo,
- D. Talud de transporte y deslizamientos, procesos fluviales erosivo-acumulativos,
- E. Talud de coluvionamiento, *detritos*, flujos de rocas y suelo, procesos fluviales acumulativo-erosivos, inundaciones someras,
- F. Fondo aluvial, hundimientos, fracturamientos y procesos fluviales acumulativos, inundaciones ocasionales y estacionales,
- G. Fondo de canal, procesos de hundimiento, fracturamiento, fluviales acumulativos e inundaciones.

Fuente 1

La Percolación: referida al paso lento de fluidos a través de materiales porosos. Ejemplos de este proceso son la filtración y la lixiviación [Extracción de la materia soluble de una mezcla mediante la acción de un disolvente líquido]. Así se originan las corrientes subterráneas.

Erosión Fluvial: en forma de ríos que discurren sobre la superficie, o de corrientes subterráneas, desgastando los materiales que hay por donde pasan y arrastrando los restos o sedimentos en dirección hacia las partes más bajas del relieve, dejándolos depositados en diversos lugares, formando **terrazas** (pequeñas plataformas sedimentarias o mesetas construidas en un valle fluvial por los propios sedimentos del río que se depositan a los lados del cauce en los lugares en los que la pendiente del mismo se hace menor, con lo que su capacidad de arrastre también se hace menor.) y **conos de deyección** (o abanico aluvial, es una forma de modelado fluvial que en planta se caracteriza por tener una silueta cónica o en abanico y una suave pendiente (entre 1 y 10 grados, dependiendo de la pendiente por la que se desliza). Este depósito de aluviones se genera al final de los valles torrenciales, en las zonas de pie de monte, donde la pendiente de las laderas enlaza con una zona llana. y, en definitiva, modelando el paisaje.

Deslizamientos: que produce cuando una gran masa de terreno se convierte en *zona inestable* y se desliza con respecto a una *zona estable*, a través de una superficie o *franja de terreno de pequeño espesor*. Los deslizamientos se producen cuando en la franja se alcanza la tensión tangencial máxima en todos sus puntos.

Talud: referido a la pendiente que registra el **paramento** de una **superficie**. La idea de paramento, por su parte, se vincula a las caras de una formación.

Flujos de Roca: o Inestabilidad gravitacional, se refiere al movimiento de rocas, suelo, substrato, o regolito cuesta abajo bajo el efecto de la fuerza de gravedad. Incluye rocas volcánicas. Algunas veces se observa una ordenación paralela de cristales tabulares (laminación ígnea) en rocas intrusivas, como resultado del movimiento del magma a través de una fisura o cavidad. El término estructura fluidal se aplica también a rocas metamórficas, especialmente cuando existen láminas micáceas que contornean alrededor de **porfidoblastos**, que son cristales mayores y más o menos **euhedrales** (granos que muestran una forma cristalina completamente desarrollada) de las rocas metamórficas, que crecen durante el proceso de metamorfismo.



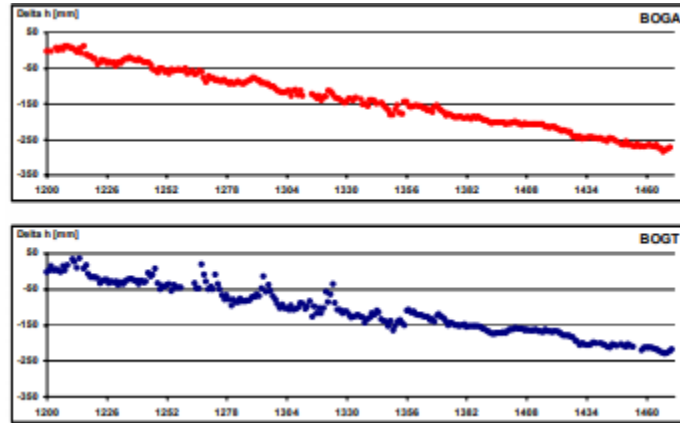
Hundimientos y Fracturamientos: Son producto de la extracción excesiva de agua y construcción en sitios inadecuados; estos fenómenos se colocan en el catálogo de peligros geológicos que afectan a múltiples zonas de Colombia, incluyendo grandes ciudades, especialmente en las grandes urbes que, como Bogotá, son producto de la combinación de la extracción excesiva de agua subterránea y la construcción de edificaciones en sitios no adecuados.

Ambos fenómenos pueden causar desastres tan relevantes como los que provocan los sismos, las inundaciones y las erupciones volcánicas, debido al efecto que tienen en la degradación de la estructura urbana, que generalmente muestra daños graves y de seguridad para los habitantes a mediano y largo plazos; sin embargo, hasta ahora no habían sido considerados en esta categoría. Existen zonas en Bogotá (Como los Mártires), donde la subsidencia alcanza más de 3 centímetros por año.

A partir de la anterior definición básica, debe agregarse la actividad referida a la sobre explotación de acuíferos naturales (caso de alguna zonas del nororiente y occidente de Bogotá, por ejemplo), en las que estamos extrayendo agua subterránea de manera excesiva, y cada vez de zonas más profundas. “Eso tiene fuertes consecuencias, y la principal es la subsidencia”

Las estaciones SIRGAS-CON BOGA y BOGT tienen una marcada variación en sus componentes verticales y son ampliamente utilizadas en las aplicaciones de ingeniería

Fuente 3

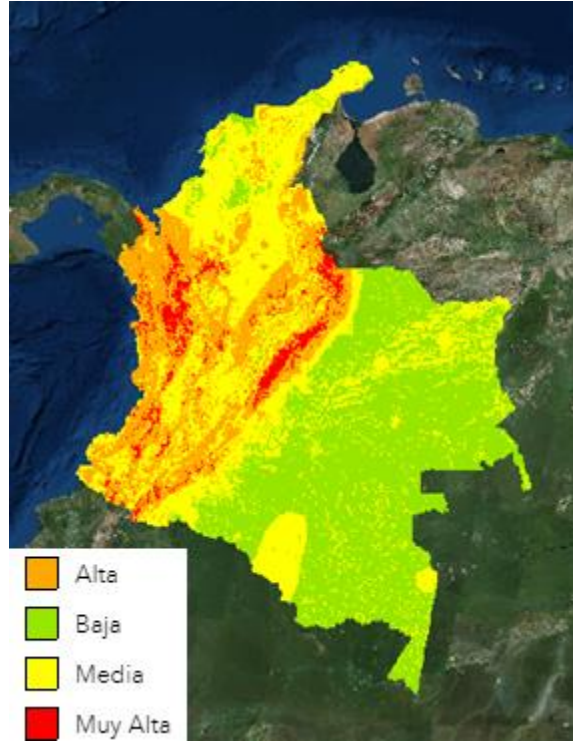


SIRGAS: Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas

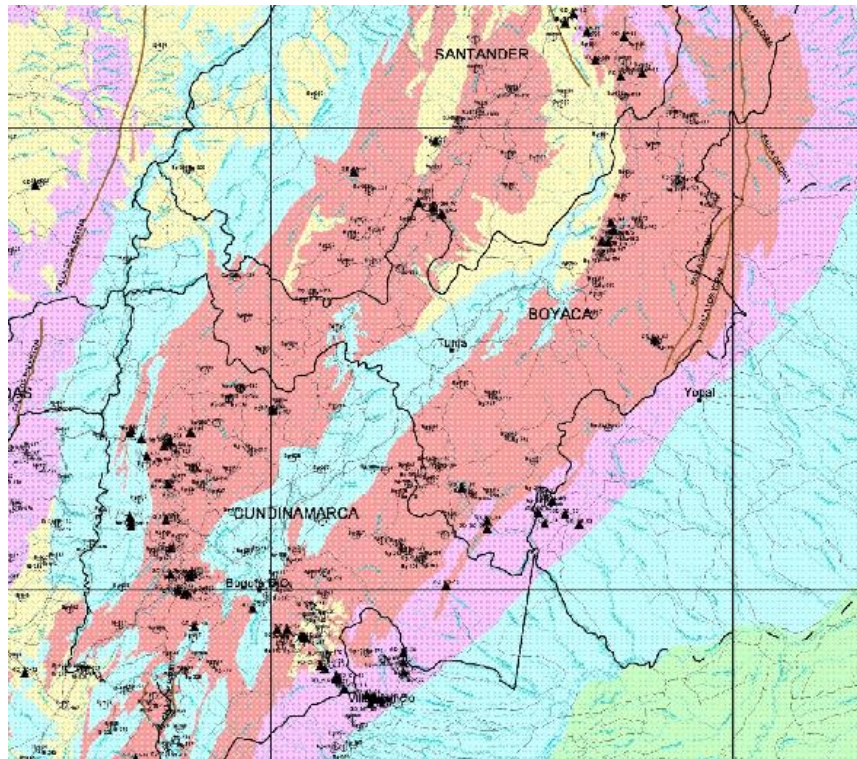
En la estimación de la Subsistencia en Bogotá a partir de mediciones GNSS y nivelación geométrica - REUNIÓN SIRGAS MONTEVIDEO MAYO DE 2008, el comparativo de mediciones de subsidencia de la ciudad, para los periodos 2004 – 2003, 2007 – 2004 y 2007 – 2003, mostró el siguiente cuadro de resultados en las 25 estaciones disponibles para el momento:

Estación	Comparación campañas 2004-2003	Comparación campañas 2007-2004	Comparación campañas 2007-2003
	Δh [mm/yr]	Δh [mm/yr]	Δh [mm/yr]
Bogota1	-10,7 ± 1,2	-11,4 ± 1,0	-14,0 ± 0,9
Bogota2	-12,5 ± 1,1	-9,1 ± 0,9	-8,1 ± 0,8
Bogota3	-26,4 ± 1,4	-35,3 ± 1,3	-32,1 ± 0,9
Bogota4	-7,8 ± 1,7	-10,0 ± 1,6	-8,1 ± 1,7
Bogota5	-7,7 ± 1,5	-9,0 ± 1,1	-8,8 ± 1,2
Bogota6	-13,6 ± 4,4	-15,1 ± 4,4	-14,6 ± 0,9
Bogota7	-13,2 ± 1,4	-6,1 ± 1,0	-8,6 ± 1,2
Bogota8	-21,8 ± 1,2	-28,7 ± 1,6	-23,4 ± 1,5
Bogota9	-98,5 ± 1,3	-96,9 ± 0,8	-97,5 ± 1,2
Bogota10	-14,6 ± 1,6	-10,1 ± 2,8	-11,7 ± 2,7
Bogota11	-21,3 ± 1,9	-16,8 ± 1,0	-19,9 ± 1,8
Bogota12	-15,7 ± 1,6	-18,0 ± 1,2	-13,3 ± 1,2
Bogota13	-14,7 ± 1,4	-18,4 ± 0,9	-13,5 ± 1,3
Bogota14	-10,3 ± 1,8	-9,1 ± 1,3	-11,7 ± 1,5
Bogota15	-21,2 ± 1,3	-17,0 ± 1,0	-20,7 ± 1,2
Bogota16	-5,5 ± 1,6	-2,3 ± 1,9	-3,4 ± 1,9
Bogota17	-11,6 ± 1,6	-13,5 ± 0,9	-10,1 ± 1,5
Bogota18	1,4 ± 1,6	-1,7 ± 1,4	-0,6 ± 1,8
Bogota19	-0,3 ± 2,6	-4,7 ± 2,5	-2,9 ± 1,2
Bogota20	0,3 ± 1,7	-2,2 ± 1,1	-1,1 ± 1,5
BOGA	-48,9 ± 0,1	-58,2 ± 0,1	-54,9 ± 0,1
BOGT	-41,9 ± 0,1	-51,1 ± 0,1	-47,8 ± 0,1
Cazadores	1,2 ± 2,1	1,1 ± 2,0	1,4 ± 1,6
Cruz Verde	3,1 ± 0,8	4,4 ± 0,7	3,8 ± 0,6
Usaquen	1,4 ± 1,6	-0,3 ± 1,6	-1,5 ± 1,0

De acuerdo con el GEOPORTAL del Servicio Geológico Colombiano, el Mapa de Amenaza por Movimientos en Masa para el país, se distribuye así:



Y el detalle para el Centro Oriente – Nor Oriente de Colombia [Cundinamarca, Boyacá y Santander], muestra una amenaza centrada así:



Respecto a la Clasificación de los movimientos en masa, estos, según su tipo, clase o naturaleza y velocidad de desplazamiento, son:

	Lento		Rápido	
	<1cm/a	1mm/dia 1km/h	1-5 km/h	>4km/h
Flujo	reptación (creep)	tierra	lodo (escombros saturados de agua)	escombros avalancha de rocas
Deslizamiento		escombros rocas		
Caida				Caida de rocas caida de escombros
		avalancha de tierra		

TIPOS DE MOVIMIENTOS DE TERRENOS

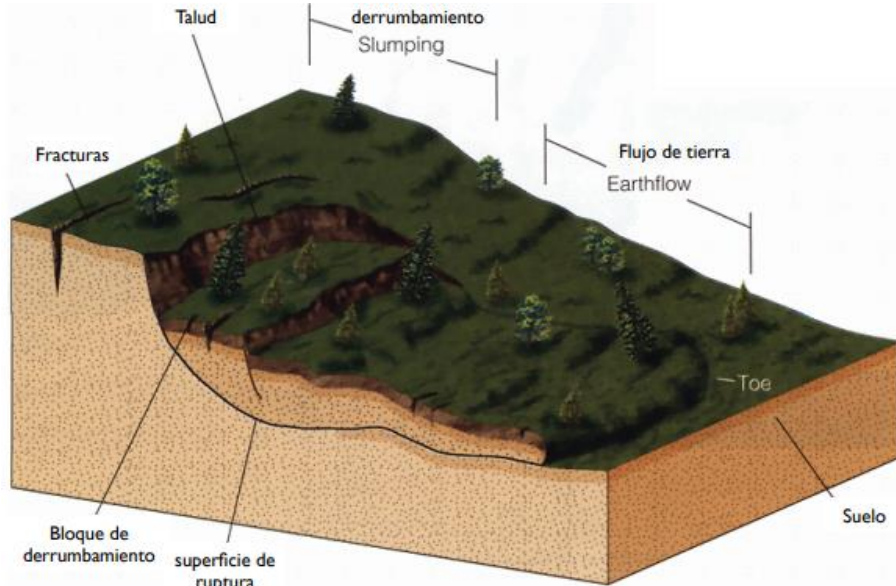
Puede clasificarse el Movimiento en masa en tres grandes grupos y uno especial:

CAIDAS DE ROCAS: DERRUMBAMIENTO

DESLIZAMIENTOS: que incluyen el DESLIZAMIENTO DE ROCAS y el DERRUMBAMIENTO DE SUPERFICIES

FLUJOS: que incluyen el FLUJO DE LODOS, el FLUJO DE ESCOMBROS, el FLUJO DE TIERRA y la REPTACION

MOVIMIENTO COMPLEJO:



Cada una de las tres clasificaciones de Movimientos en Masa, mantiene unas características de Velocidad, Material y Movimiento, a saber:

CAIDA DE ROCAS	
	<p>Velocidad: muy rápida Material: Regolito [Capa de materiales no consolidados, alterados, como fragmentos de roca, granos minerales y todos los otros depósitos superficiales, que descansa sobre roca sólida inalterada] Movimiento: Caída libre</p>
CAIDA DE ESCOMBROS	
	<p>Velocidad: muy rápida Material: Regolito Movimiento: Caída en el espacio</p>
DESLIZAMIENTOS	

<p>deslizamiento translacional</p> <p>deslizamiento rotacional (Derrumbe)</p>	<p>Velocidad: De lenta a muy rápida Material: Masas grandes de roca y escombros Movimiento: En Bloque</p>
---	--

DESLIZAMIENTOS [DERRUMBES]	
	<p>Velocidad: De lenta a muy rápida [hasta 5 kmph] Material: Clastos no consolidados [o detritos, clase de rocas sedimentarias compuestas de fragmentos, -clastos-, de roca y minerales pre-existentes acumulados mecánicamente, que se han consolidado en mayor o menor grado] Movimiento: Como una unidad en un plano curvo</p>

DESLIZAMIENTO TRANSLACIONAL - Basamentos	
	<p>Velocidad: De lenta a muy rápida [hasta 5 kmph] Material: Basamento [rocas ígneas o metamórficas deformadas, más antiguas, que rara vez desarrollan la porosidad y la permeabilidad necesarias para actuar como un yacimiento de hidrocarburos, y por debajo del cual las rocas sedimentarias no son comunes] Movimiento: Como unidades laminares</p>

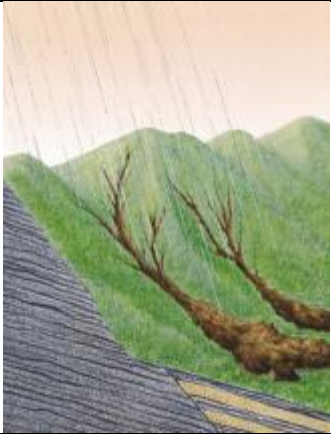
DESLIZAMIENTO TRANSLACIONAL – No Consolidados

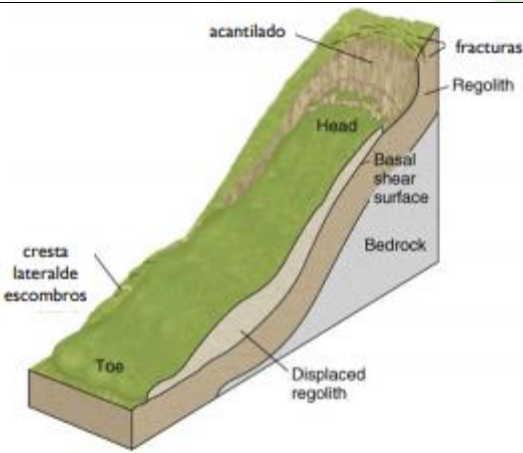
	<p>Velocidad: De lenta a muy rápida [hasta 5 kmph] Material: Suelo no consolidado y Regolito Movimiento: Como unidades laminares</p>
---	---

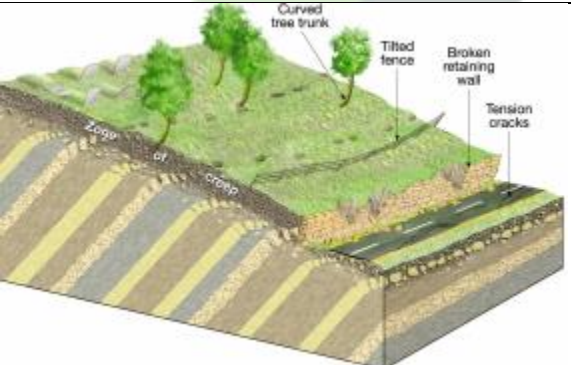
FLUJO DE ROCAS	
	<p>Velocidad: Rápida [> 4 kmph] Material: Basamento no consolidado Movimiento: Como una Masa Canalizada</p>

FLUJO DE ESCOMBROS	
	<p>Velocidad: Rápida [> 4 kmph] Material: Regolito no consolidado, (más grueso que la arena) Movimiento: Como flujo Canalizado</p>

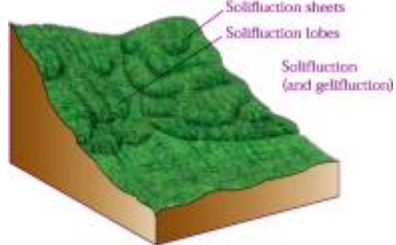
FLUJO DE LODOS

	<p>Velocidad: Rápida [> 5 kmph] Material: Escombros saturados de agua) Movimiento: Como flujo Canalizado</p>
---	---

<p>FLUJOS DE TIERRA</p>	
	<p>Velocidad: Lenta [1 mm/día a 1 kmph] Material: De Limo a Arena Fina (Limo: sedimento clástico incoherente transportado en suspensión por los ríos y por el viento, que se deposita en el lecho de los cursos de agua o sobre los terrenos que han sido inundado; barro, lodo, restos vegetales o inorgánico: con inclusión de polvo de rocas) Movimiento: Como Flujo Canalizado</p>

<p>REPTACION</p>	
	<p>Velocidad: Lenta [< 1 cm/año] Material: Regolito no Consolidado Movimiento: Como Translacional</p>

<p>SOLIFLUXION [Flujo]</p>

	<p>Velocidad: Muy Lenta Material: Escombros saturados de agua Movimiento: Translacional Irregular con deshielo</p>
---	---

EVALUACION Y CONTROL DE LOS RIESGOS

Fuente 5

Peligro de deslizamientos de tierra: representado por la susceptibilidad, que es la probabilidad de la ocurrencia de un deslizamiento de tierra potencialmente dañino en una determinada área.

Vulnerabilidad: es el nivel de poblaciones, propiedades (y/o del Predio individual evaluado), actividad(es) económica(s), incluyendo los servicios públicos, etc., en riesgo en determinada área como resultado de la ocurrencia de un deslizamiento de tierra de determinado tipo.

Riesgo (específico): el monto de las pérdidas esperadas por causa de un fenómeno particular de deslizamiento.

Los Factores de Control están definidos para dos grandes actores: Los Físicos y Los Climáticos; éstos se resumen así:

FACTORES FISICOS

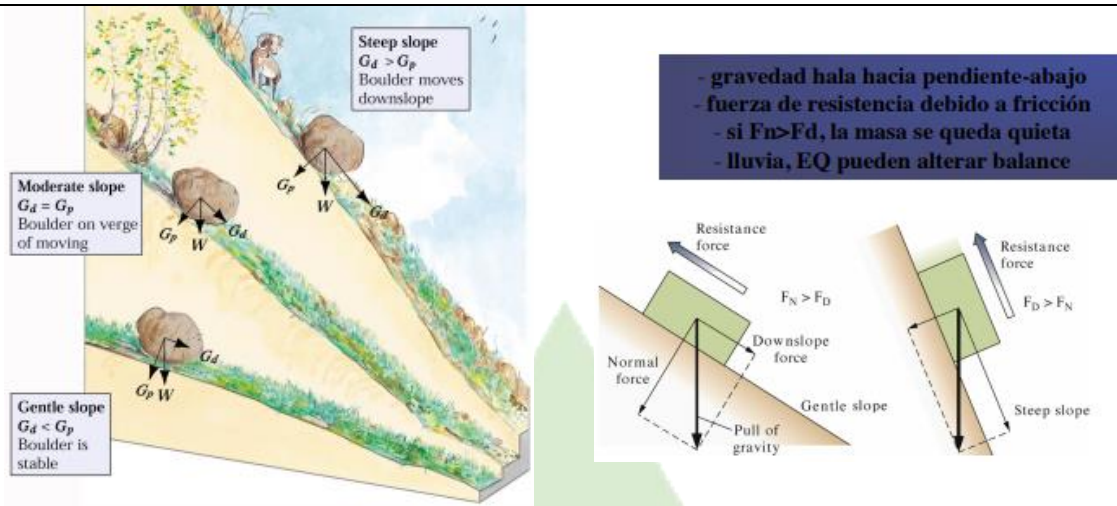
CONTROL	ESTABILIDAD	INESTABILIDAD
Angulo de pendiente	Pendientes bajas	Pendientes altas o verticales
Relieve local	Relieve bajo	Relieve alto
Grosor de escombros y suelo sobre el basamento	Delgado	Grueso
Orientación de planos de debilidad del basamento	Planos de debilidad perpendiculares a la pendiente	Planos de debilidad paralelos a la pendiente

FACTORES CLIMATICOS

CONTROL	ESTABILIDAD	INESTABILIDAD
Hielo	Temperatura > 0° C	Congelamiento y Descongelamiento
Agua	Películas de agua alrededor de partículas finas	Saturación de escombros con agua
Precipitación	Frecuente pero ligera	Periodos largos de sequía con episodios raros de precipitación fuerte

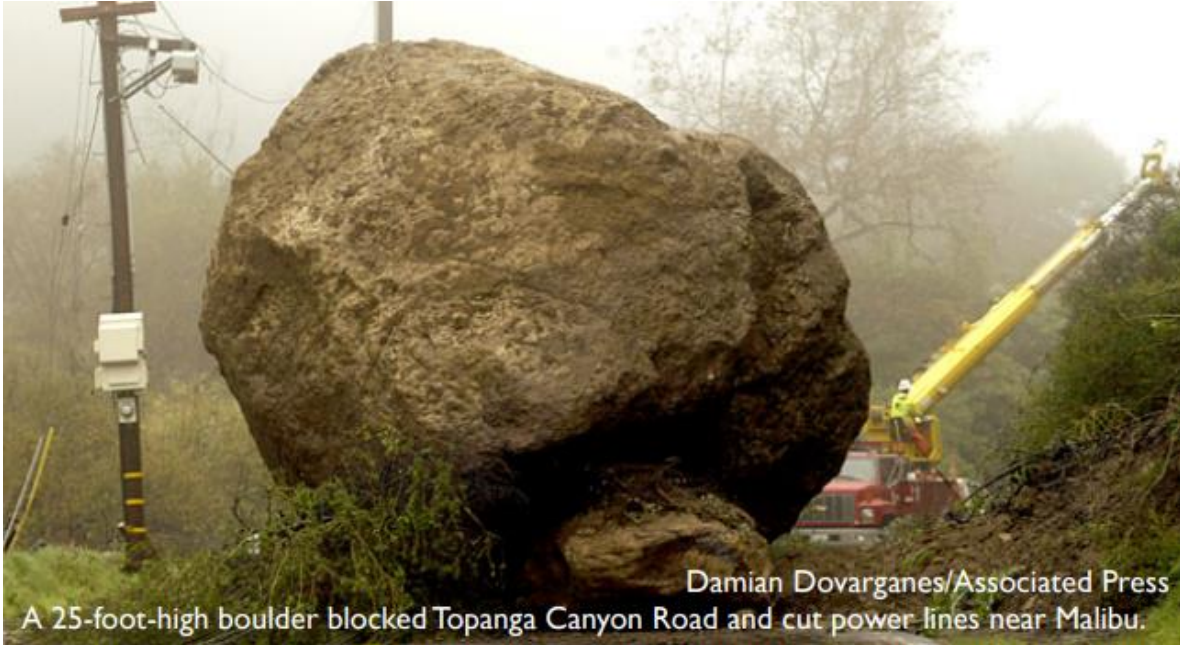
Vegetación	Abundante	Escasa
-------------------	-----------	--------

CONTROL DE PENDIENTE DEL TERRENO – El Papel de la Gravedad



FUENTES:

1. Ciencias de la Tierra y de la Atmósfera – El relieve, factor para la génesis desarrollo y gestión del riesgo
2. Gonzalo Duque Escobar – Universidad Nacional de Colombia – Manual de Geología para Ingenieros
3. Estimación de la Subsistencia en Bogotá a partir de mediciones GNSS y nivelación geométrica
4. Inestabilidad Gravitacional - Uniandes
5. Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado



Damian Dovarganes/Associated Press
A 25-foot-high boulder blocked Topanga Canyon Road and cut power lines near Malibu.

