

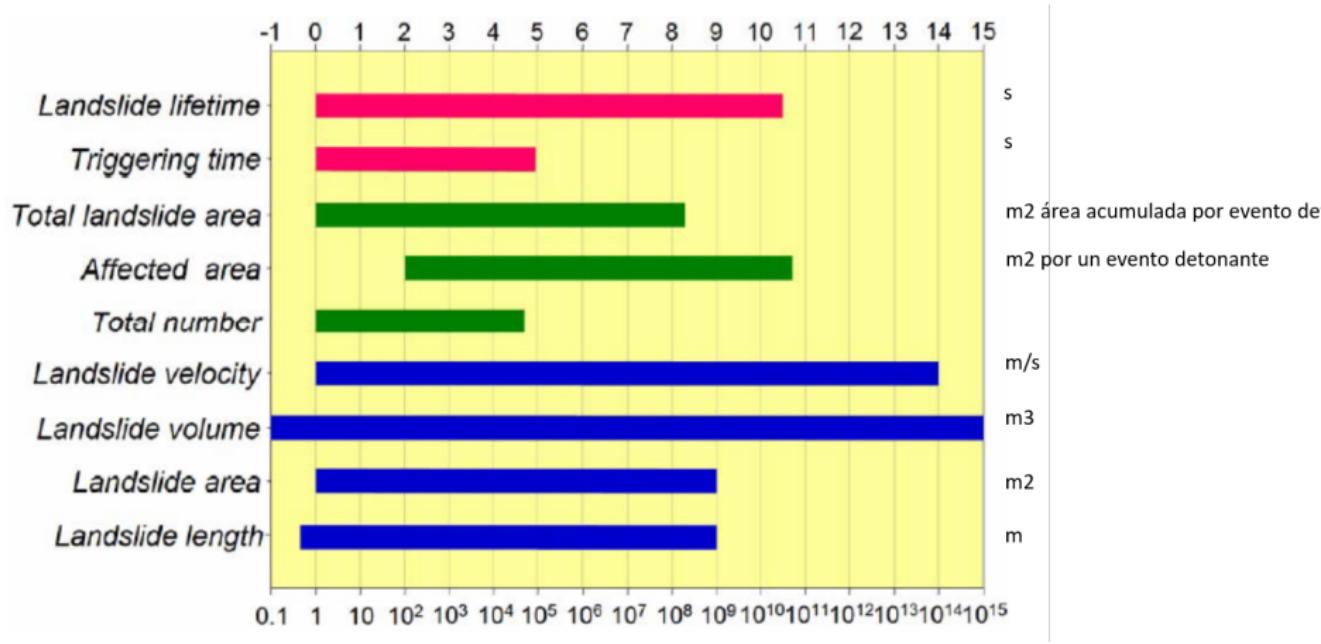
CARTOGRAFÍA GEOTÉCNICA

Edier V. Aristizábal G.

evaristizabalga@unal.edu.co

Version: August 4, 2020





Tomado de Guzzetti (2005)

Términos utilizados

Términos comunes:

Derrumbes,
Volcanes.

Términos mal utilizados:

Avalanchas,
Falla geológica,
Reptación,
Deslizamientos (para todo tipo de eventos).

Términos técnicos:

Deslizamientos,
Movimientos en masa,
Movimientos de ladera,
Remoción en masa.

Definiciones

Varnes (1978) también de la Escuela Norteamericana considera el término slope movement más indicado y lo define como "Movimiento hacia abajo y afuera de los materiales que conforman una ladera bajo la influencia de la gravedad"

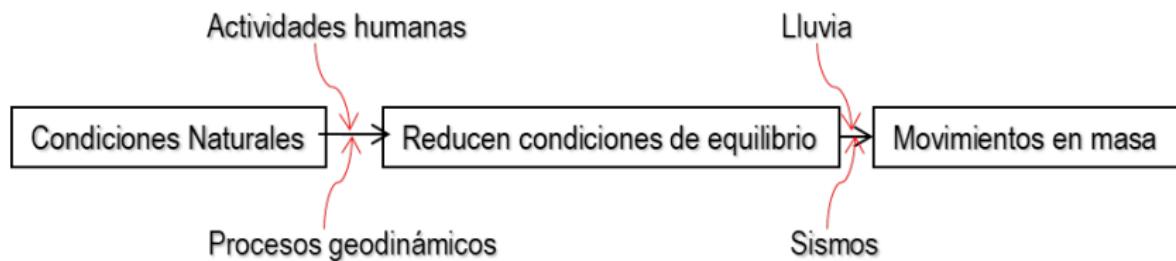
Brunsden (1984) de la Escuela Europea utiliza el término mass movement de acuerdo a Penk (1894), quien lo diferencia del término mass transport por ser un proceso bajo la influencia de la gravedad que no implica un medio de transporte como agua, aire o nieve.

Sheidegger (1998) los define como modificaciones del terreno dentro del ciclo geomorfológico continuo, y que corresponden a la respuesta normal del sistema debido a complejos parámetros exogénicos (meteóricos) y endogénicos (tectónicos).

Cruden (1991) de la Escuela Norteamericana presenta la definición mas simple acogida oficialmente por la WP/WLI de la UNESCO, utiliza el término landslide y lo define como: "Movimiento de una masa de roca, escombros o tierra ladera abajo". Sin embargo en teoría sólo aplicaría para movimientos que se deslizan sobre una superficie.

Definiciones

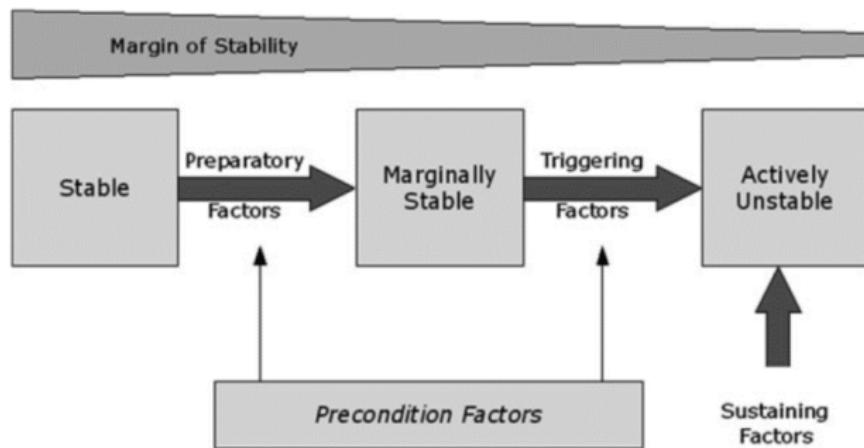
Soeters y van Westen (1996) definen los procesos de movimiento en masa como el resultado de las condiciones naturales del terreno, tales como geomorfología, hidrología y geología, y las modificaciones de estas condiciones por procesos geodinámicos, vegetación, usos del suelo y actividades humanas. Dichas modificaciones activan movimientos lentos, generalmente imperceptibles debido a que las propiedades mecánicas del material o condiciones de equilibrio decrecen gradualmente, y posteriormente, factores como precipitación, sismicidad o cortes de origen antrópico detonan dichos movimientos lentos en rápidos movimientos en masa .



Variables condicionantes y detonantes

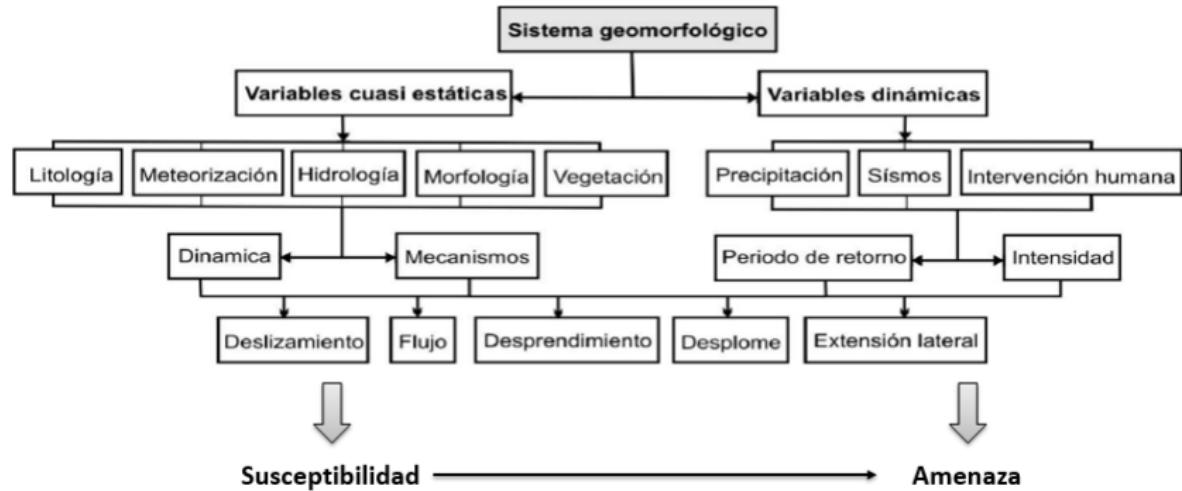
Variables condicionantes (preparatorias, quasi-estáticas): las cuales hacen la ladera susceptible a fallar sin siquiera iniciarse y sin embargo tienden a ubicar la ladera en un estado estable marginal: geología, pendiente, aspecto, elevación, propiedades geotécnicas del suelo, vegetación, y patrones de drenaje de largo plazo y meteorización.

Variables detonantes (dinámicas): las cuales cambian la ladera de una estabilidad marginal a un estado inestable y por lo tanto iniciando una falla en un área de determinada susceptibilidad, tales como lluvias intensas, sismos, deshielo, intervención antrópica.



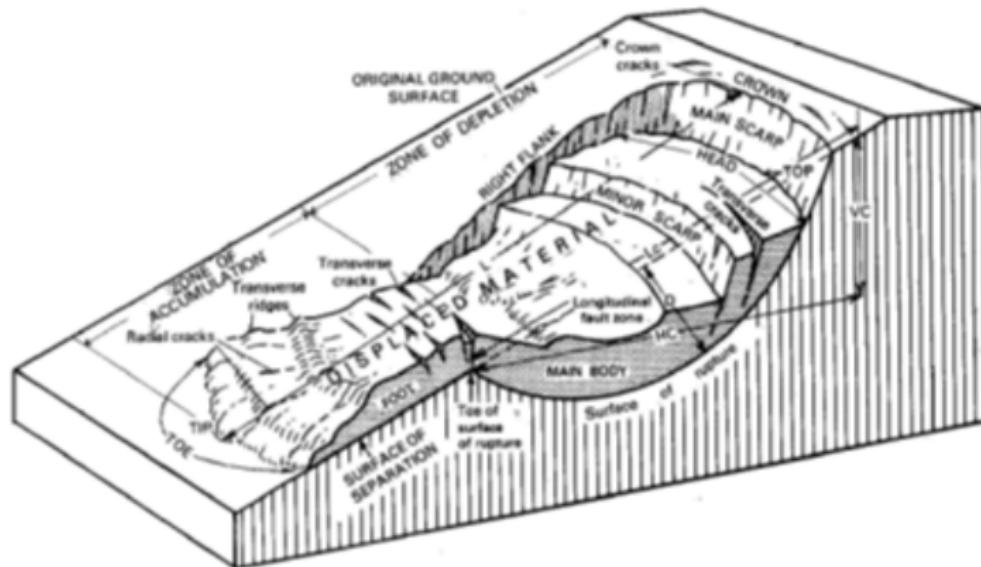
Tomado de Crozier (1989)

Variables

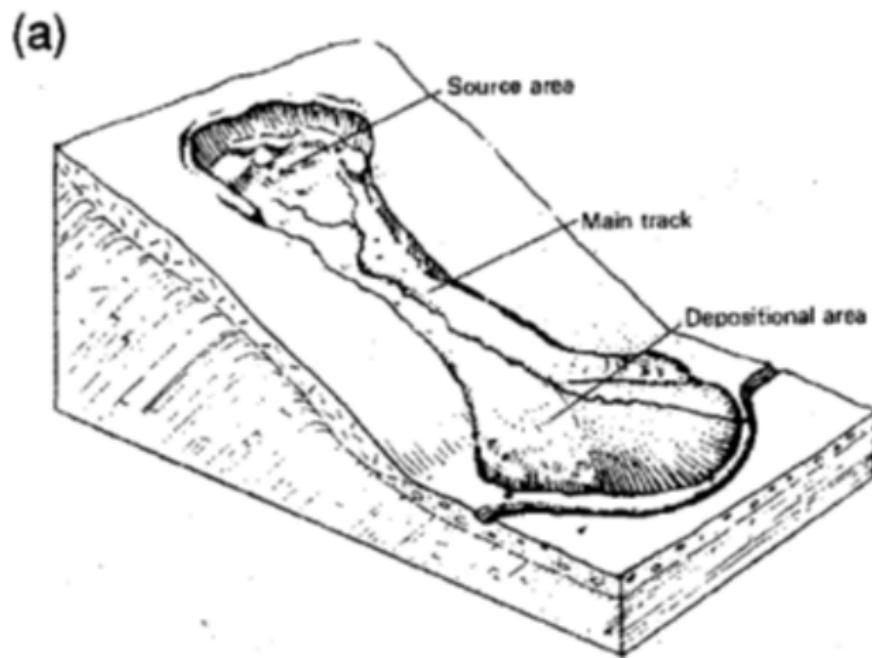


Modificado de Brunsden (2002)

Partes



Partes



Clasificaciones

✓ <u>Blong (1973)</u>	Morfología	Material	Movimiento
✓ <u>Coates (1977)</u>	Material	Movimiento	Velocidad
✓ <u>Crozier (1973)</u>	Movimiento	Morfología	
✓ <u>Hutchinson (1988)</u>		Material	Movimiento
✓ <u>Ladd (1935)</u>	Geología	Detonante	
✓ <u>Sharpe (1938)</u>	Material	Movimiento	Velocidad
✓ <u>Varnes (1978)</u>	Material	Movimiento	Velocidad
✓ <u>Ward (1945)</u>	Clima	Material	Movimiento
✓ <u>Zaruba & Mencl (1969)</u>	Material		Geología

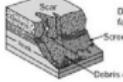
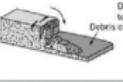
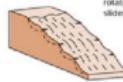
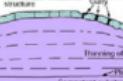
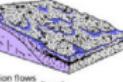
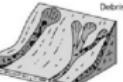
Cruden & Varnes (1996)

Clasificación **mas ampliamente conocida y utilizada** acogida por el [WP/WLI](#). Actualización de la clasificación de [Varnes \(1978\)](#) en el [Reporte Especial 247](#) de la [TRB-NRC](#).



Fuente: Cruden & Varnes (1996)

Cruden & Varnes (1996)

Material Movement type	ROCK	DERRIS	EARTH
FALLS	 <p>Rock fall</p>	 <p>Debris fall Scree Debris cone</p>	 <p>Earth fall Talus Colluvium Debris cone</p>
TOPPLES	 <p>Rock topple</p>	 <p>Debris topple Debris cone</p>	 <p>Grate Earth topple Debris cone</p>
SLIDES	 <p>Single rotational slide (slump)</p>	 <p>Crown Head Scarp Minor Scarp</p>	 <p>Multiple rotational slide</p>
ROTATIONAL (PLANE)	 <p>Rock side</p>	 <p>Debris side</p>	 <p>Earth side</p>
	 <p>Normal sub-horizontal structure Gully Gambier slope Dip and fault structures induced by erosion Thinning of beds Plane of detachment Competent substratum</p>	 <p>e.g. cambering and valley bulging</p>	 <p>Earth spread</p>
SPREADS			
FLOWs	 <p>Split-fluction flows (Pingo-glaic debris flows)</p>	 <p>Debris flow</p>	 <p>Earth flow (mud flow)</p>
COMPLEX	 <p>Slurry-surficial flow with rockfall detritus</p>		 <p>e.g. composite, non-circular part rotational/part translational slide grading to earthflow at toe</p>

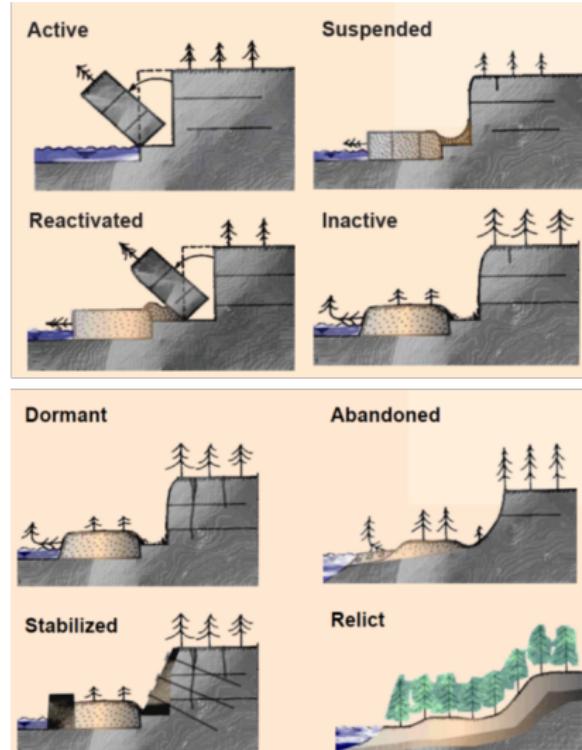
Cruden & Varnes (1996)

Table 1.1 A Glossary for forming names of landslides

<i>State of activity</i>	<i>Distribution of activity</i>	<i>Style of activity</i>	
Preparatory			
Marginal			
Active	Advancing	Complex	
Reactivated	Retrogressing	Composite	
Suspended	Enlarging	Multiple	
Inactive :Dormant	Diminishing	Successive	
:Abandoned	Moving	Single	
:Repaired			
:Stabilized	Confined		
:Relict	Widening		
<i>Rate of movement</i>	<i>Water conditions</i>	<i>Material</i>	<i>Type</i>
Extremely rapid	Dry	Rock	Fall
Very rapid	Moist	Soil :Debris	Topple
Rapid	Wet	:Earth	Slide
Moderate	Very Wet	:Sand	Spread
Slow	Frozen	:Silt	Flow
Very slow	Thawed	:Clay	
Extremely slow			

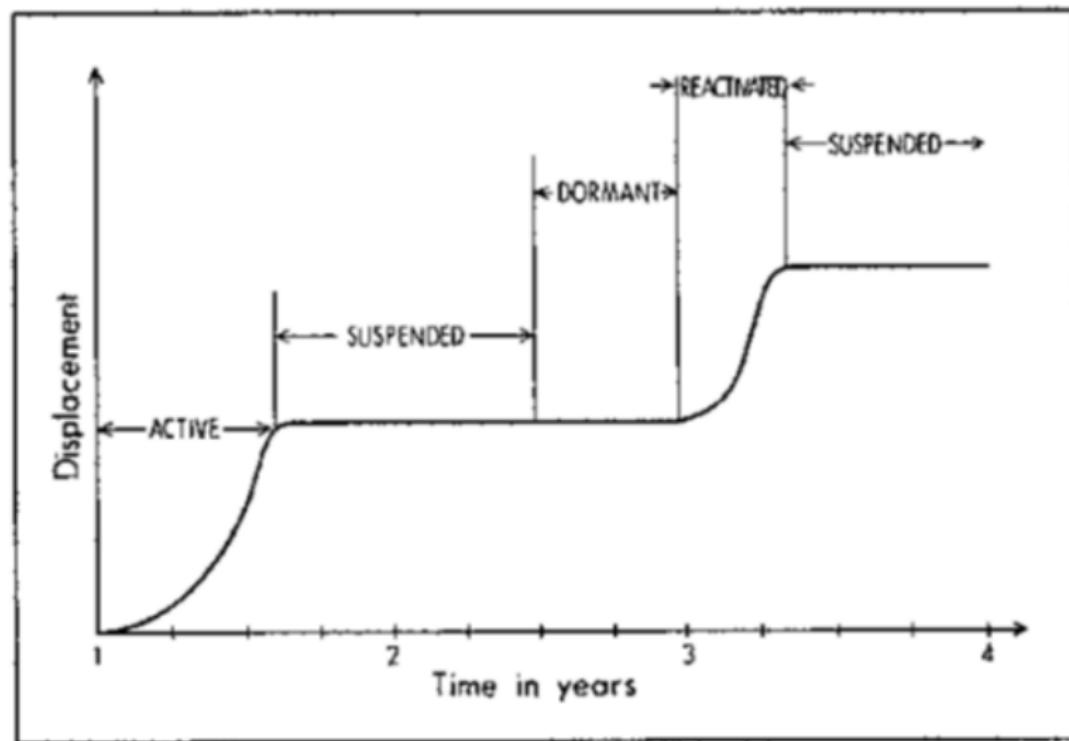
Actividad

Estado



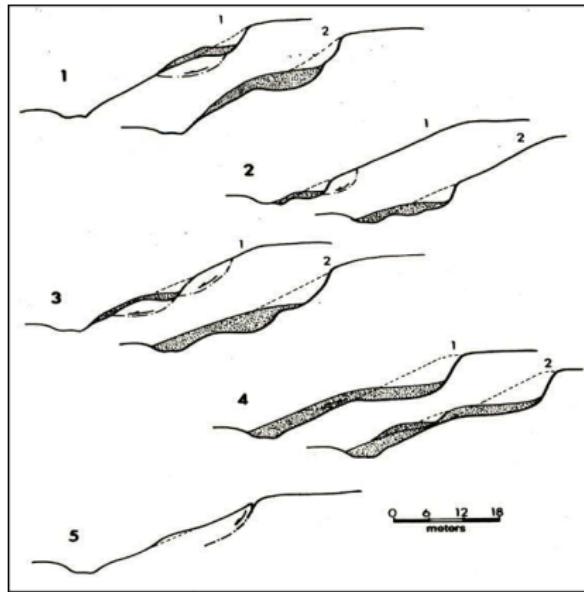
Actividad

Estado



Actividad

Distribución

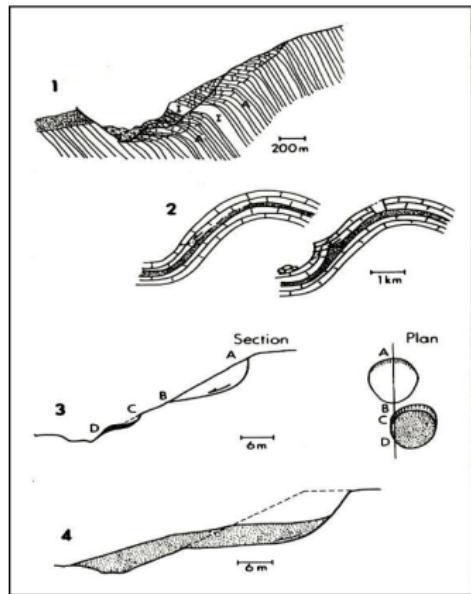


1. **Progresivo** la superficie de falla se extiende en la misma dirección del movimiento.
2. **Retrogresivo** dirección opuesta. **Ampliándose** hacia una u otra de las márgenes laterales
3. **Alargándose** continua agregando volumen de material.
4. **Disminuyendo** el volumen disminuye con el tiempo.
5. **Confinado** tiene escarpe pero no tiene superficie de falla visible en la pata.
Moviéndose el material deslazado continua moviéndose pero la superficie de ruptura no presenta cambios visibles

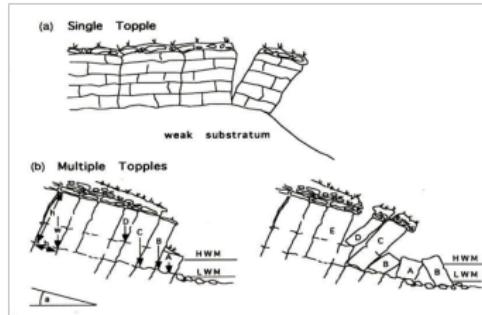
Fuente: Cruden & Varnes (1996)

Actividad

Estilo



1. **Complejo** Una misma partícula de suelo con al menos dos tipos de movimientos, en algunos casos en secuencia.
2. **Compuesto** diferentes tipos de movimientos ocurren en diferentes áreas de la masa desplazada, en algunos casos simultáneamente.
3. **Sucesivos** no comparte material desplazado o superficie de ruptura.
4. **Sencillo** un solo bloque.
5. **Múltiple** repetidos movimientos del mismo tipo.



Velocidad

Velocity Class	Description	Velocity (mm/sec)	Typical Velocity
7	Extremely Rapid	5×10^3	5 m/sec
6	Very Rapid	5×10^1	3 m/min
5	Rapid	5×10^{-1}	1.8 m/hr
4	Moderate	5×10^{-3}	13 m/month
3	Slow	5×10^{-5}	1.6 m/year
2	Very Slow	5×10^{-7}	16 mm/year
1	Extremely Slow		

Fuente: Cruden & Varnes (1996)

Edier Aristizábal (evaristizabal@unal.edu.co)

Movimientos en masa

Intensidad vs Magnitud

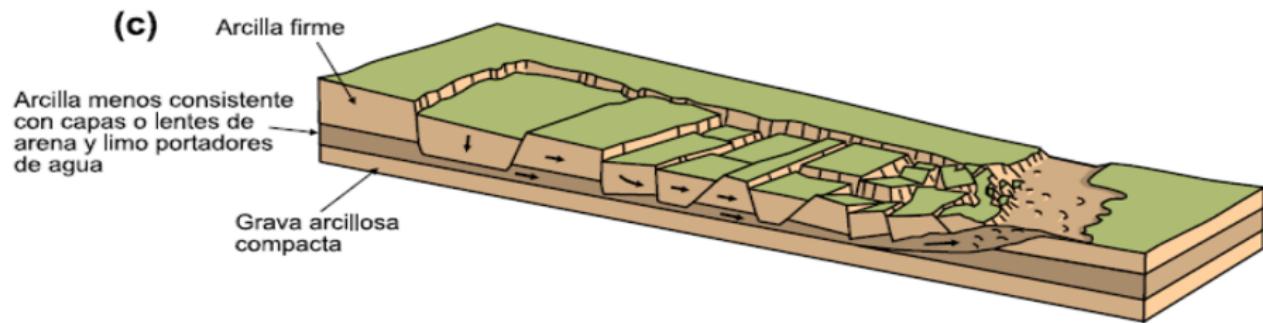
Intensidad del deslizamiento: un grupo de parámetros distribuidos espacialmente relacionados con el poder destructivo del deslizamiento. Los parámetros pueden ser descritos cuantitativamente o cualitativamente y pueden incluir:

- La velocidad máxima del movimiento,
- El desplazamiento total,
- El desplazamiento diferencial,
- La profundidad de la masa desplazada,
- El pico de descarga por unidad de ancho, la energía cinética por unidad de área.

Magnitud del deslizamiento: la medida del tamaño del deslizamiento. Este puede ser cuantitativo o puede ser descrito por su volumen o indirectamente por su área. Los descriptores pueden referirse al escarpe del deslizamiento, al depósito del deslizamiento o ambos. Fuente: AGS (2007), Corominas et al. (2014)

Propagación lateral

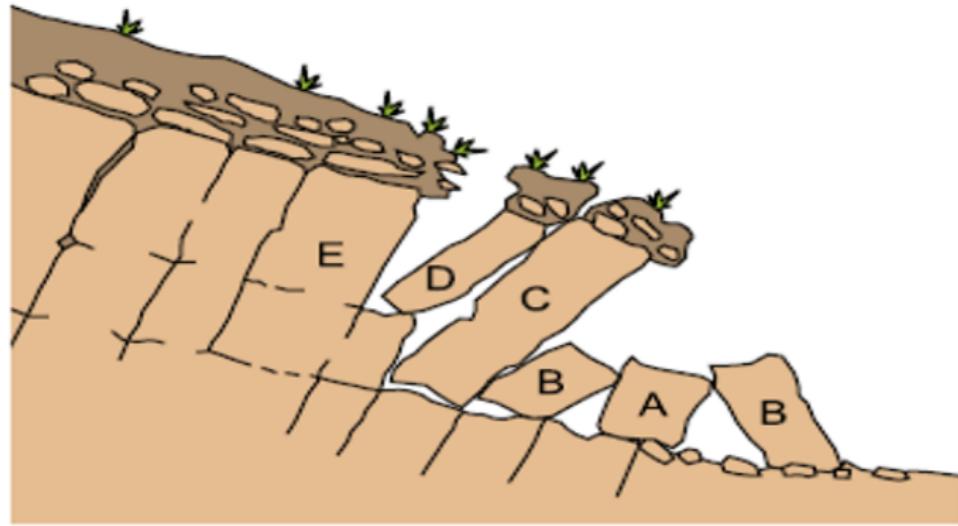
Lateral spreading



Fuente: Cruden & Varnes (1996)

Volcamiento

Toppling



Fuente: Cruden & Varnes (1996)

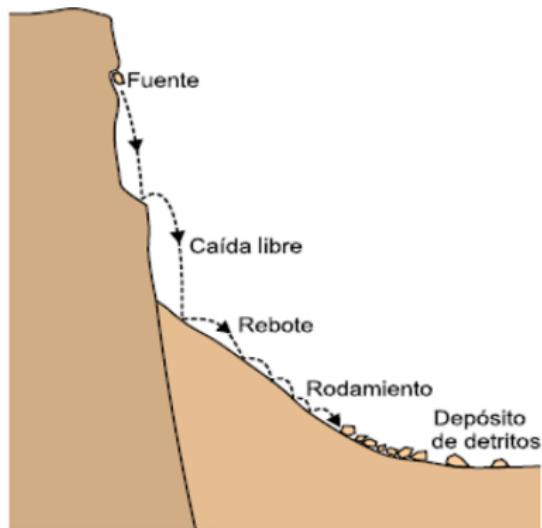
Volcamiento

Toppling



Caida

Fall



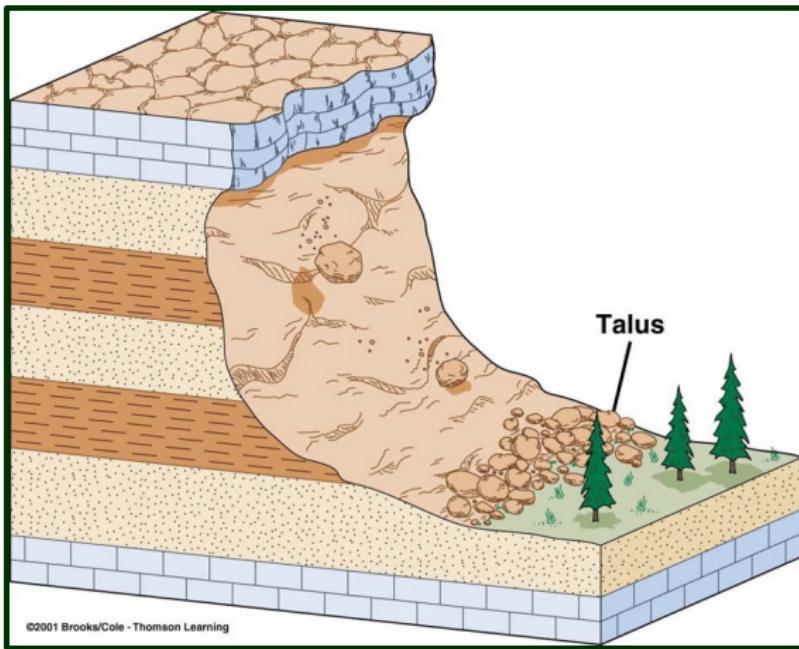
Caída

Fall



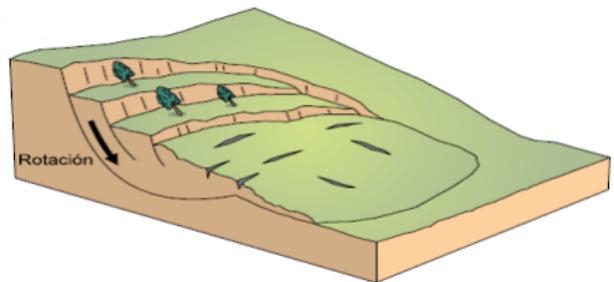
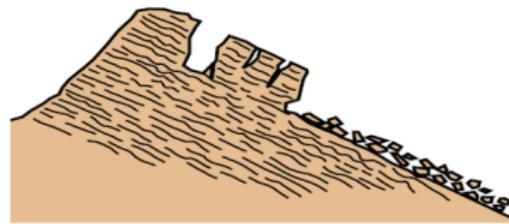
Caída

Depósitos de vertiente: Talus



Deslizamiento

Planar & Rotacional



Deslizamientos rotacionales

Slides



Deslizamientos rotacionales

Slides



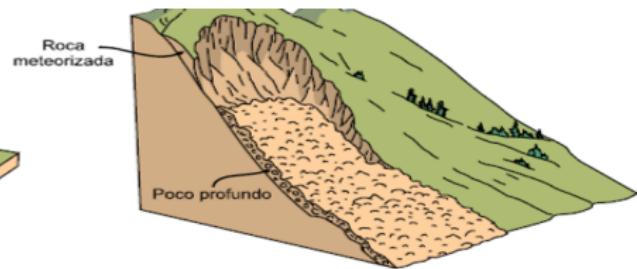
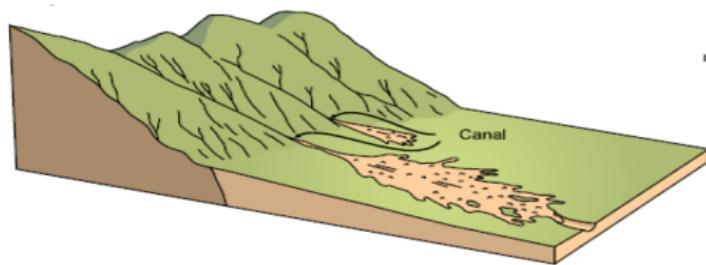
Deslizamientos planares

Slides

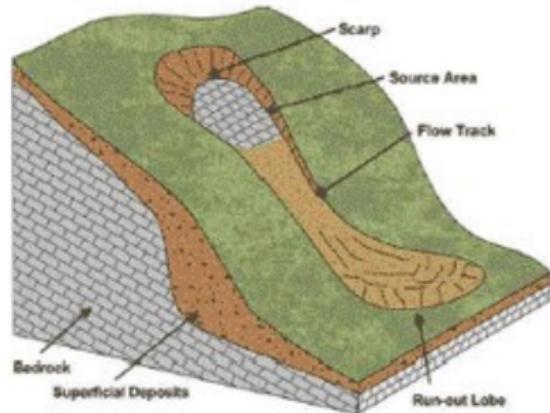


Flujos

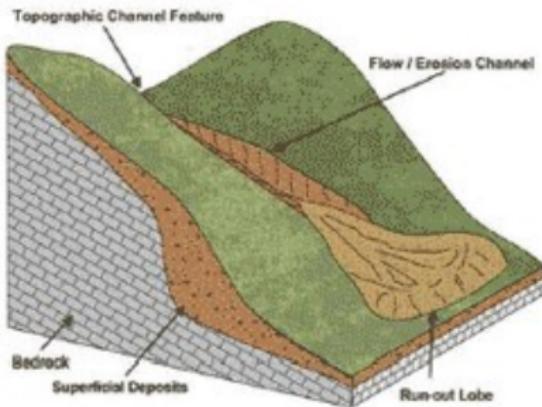
flows



Flujos canalizados vs Flujos de ladera



a) Hillslope Debris Flow



b) Channelised Debris Flow

Fuente: Nettleton et al. (2005)

Flujos



Flujos

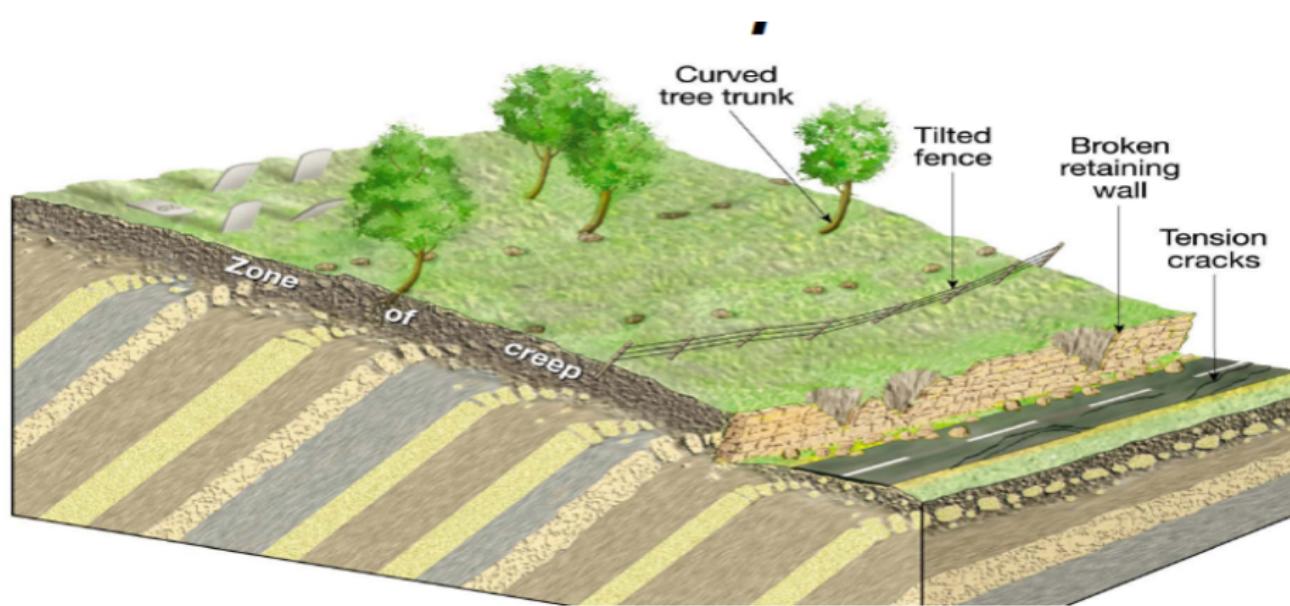


Flujos canalizados



Reptación

Creeping



Reptación

La reptación de suelos ha sido tradicionalmente considerada como un conjunto de movimientos en masa lentos (continuos y estacionales), causado por el clima (temperatura y condiciones de humedad) y biota, y balanceado por la topografía, procesos de meteorización de la roca y tasa de producción del suelo.

La reptación de suelo (creeping of the surface soil, Davis (1982)) fue inicialmente descrito como el resultado de la gravedad, fluctuaciones de la temperatura y la acción de la biota (crecimiento y decaimiento de raíces, actividad de gusanos, hormigas y otros fauna del suelo), retrabajado en un fenómeno permanente de dilatación y contracción en climas tropicales.

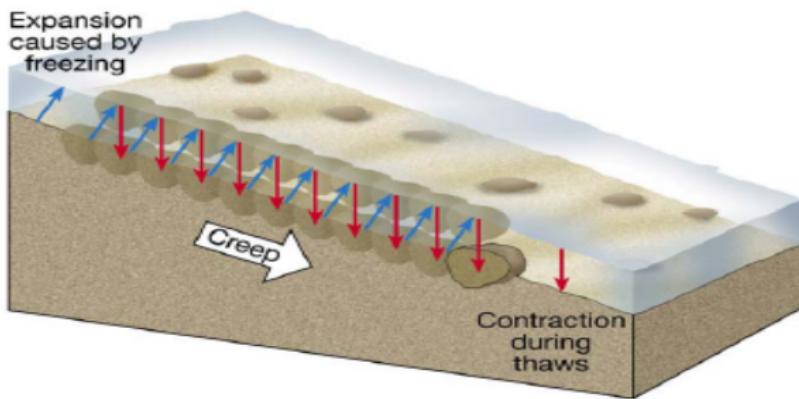
Davison (1889) propuso que durante el congelamiento y cabio del nivel freático: (i) expansión del suelo normal a la superficie, pero (ii) contracción vertical, y (iii) la cohesión del suelo previene desplazamientos paralelos a la superficie durante la expansión

Movimiento tipo difusivo (diffusion-like) movimiento aleatorio de las partículas del suelo resultando en al dispersión desde regiones de alta concentración (densidad) a regiones de baja concentración (Kirkby, 1967).

Los **flujos** implican movimientos mucho mas rápidos que la reptación, es decir pueden ser **perceptibles**, mientras que la **reptación** definitivamente es **imperceptible**. Fuente: Pawlik & Samonil, 2018)

Reptación

Erosión



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.