

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS FÍSICAS Y NATURALES Y AGRIMENSURA

CARRERA: AGRIMENSURA

DOCENTES:

Profesora Titular: Dra. Geog. Pilar Yolanda Serra – pilarserra@fibertel.com.ar

Jefe de Trabajos Prácticos: Agrimensor Juan Centurión – juncentu@hotmail.com

oooooooooooooooooooooooooooo

UNIDAD 3: MOVILIZACIÓN DE MATERIALES

- 1- El rol de la fuerza de gravedad. Movimiento de sólidos y líquidos. Concepto de erosión y transporte como etapas de un ciclo que culmina en la depositación.
- 2- Causa de los movimientos de rocas: remoción del soporte lateral o inferior, sobrecarga, vibraciones, lubricación, hidratación y cambio en las fuerzas de cohesión intragranulares.
- 3- Clasificación de los movimientos: según su sentido (asentamientos, volcamientos, deslizamientos); velocidad (lentos o rápidos); individualidad (individuales o colectivos) y encauzamiento (masivos o encausados). Los riesgos por movimientos de rocas.

UNIDAD 3 - LA MOVILIZACIÓN DE LOS MATERIALES

1- Causa Primaria de los movimientos: La acción de la gravedad

Para que la roca pueda ser movilizada por acción de la gravedad, es necesario que sufra un proceso de alteración llamado **meteorización**, cuyo origen está en la exposición de cualquier tipo de roca a los elementos meteorológicos.

- ❖ **Meteorización física o mecánica:** Desintegra la roca en partículas menores sin alteración química. Se reconocen dos variedades: 1- desintegración en bloques a partir de las grietas que la fragmentan. 2- desintegración granular, resulta de una pérdida de cohesión entre las partículas individuales de los minerales, que hace que la roca se convierta en una masa granular incoherente (como la arena).

Algunas causas de la **intemperización o meteorización física** son:

1- **Variación de la temperatura o termoclastía.** Las grandes amplitudes térmicas modifican el volumen de la masa rocosa, que se expande al calentarse y se contrae al enfriarse. La continuidad del esfuerzo de tensión y de corte, produce la formación de grietas y fragmentos de bloques o clastos.

2- **Expansión térmica de minerales o haloclastía.** Se produce cuando hay una respuesta diferencial a la temperatura por los minerales, lo cual termina fragmentando la roca.

3- **Expansión térmica por congelación o crioclastía.** Cuando los cambios de temperatura alternan estados de hielo y deshielo alternativamente, actúan efectos desintegradores debido a la fuerza de dilatación al helarse el agua confinada en la roca.

4- **Desgaste, impacto y trituración.** Las rocas pueden romperse también cuando el paso de una masa de roca o hielo pasa sobre otra. Es un caso típico del efecto de los glaciares sobre las rocas de caja.



Figura 1: Fragmentación en bloques o clastos

5- **Exfoliación esferoidal.** Proceso en que las fuerzas físicas internas, separan la roca en grandes fragmentos curvados a manera de costras, dando lugar a la formación de colinas abovedadas llamados **domos de exfoliación** y **bochones**.

6- **Agentes físicos.** Acción del agua en los ríos, del viento, del oleaje y otros agentes que también contribuyen a la reducción del material rocoso a fragmentos cada vez menores.

❖ **Meteorización química.**

Consiste en la alteración de las rocas por modificaciones de la estructura mineral o pérdida de elementos por acción de:

- 1- **El oxígeno** responsable de procesos de **oxidación** por la adición de iones de oxígeno, en especial en las rocas que contienen hierro.
- 2- **El anhídrido carbónico**, responsable de los procesos de **carbonatación** al producir la disolución de carbonatos en el agua bajo la acción de los ácidos.
- 3- **El agua en estado líquido o de vapor**, produce procesos de **hidratación**, por la cual los minerales absorben agua y la adicionan como parte de su estructura molecular.
- 4- **Disolución:** por acción del agua, los minerales susceptibles son llevados por el escu-

rrimiento superficial o subterráneo.

A partir de la roca con algún grado de alteración, se producen las condiciones para que el material pueda ser movilizado hacia niveles más bajos. La fuerza arrancadora del movimiento es la **gravedad**, que actúa directa o indirectamente mediante la intervención del agua, el viento o los glaciares.

La migración o movilización de las rocas por acción directa de la gravedad, recibe el nombre de movimiento de masas, desgaste de masas, remoción en masa, remoción de masas o movimientos de laderas.

Se entiende por **movimiento de masas el desprendimiento y transporte ladera debajo de suelos y material rocoso, bajo la influencia de la gravedad.** Pueden tener magnitudes variables en cuanto a la superficie que afectan y a las velocidades de desplazamiento.

Casi siempre se piensa que la caída del material es sorpresiva y que no existen indicios de lo que va a ocurrir, pero los especialistas afirman que siempre existen indicios de los cambios de relación entre las partículas del suelo, las fuerzas de cohesión que las mantienen firmes en las laderas y la fuerza de gravedad que trata de movilizarlas.

Donde la tectónica ha elevado las rocas y cuanto más alto es el relieve, los movimientos de masa son importantes factores de movilización del material. De esta manera el relieve va desgastándose y las alturas tienden a rebajarse. En algunos lugares se estima que este desgaste alcanza valores de 0,80 a 1 metro cada 10.000 años.

El movimiento comienza con pendientes que pueden rondar los 4° a 6°. Cuando más empinado el terreno, más material y a mayor velocidad. Las laderas o flancos de los relieves se van modelando con formas llamadas “**taludes**” o declive que existe entre las mayores y las menores alturas. El **talud** es una pendiente de transporte que asume el ángulo apropiado para mantener un movimiento del terreno cuesta abajo.



Figura 2: Bloques caídos por gravedad

Cuando caen grandes bloques, tienden a desplazarse, tan lejos como se lo permita la energía gravitacional que traen y el tipo de terreno que encuentran, por lo que pueden quedar próximos a la base o bien desplazarse lejos de ella. La continuidad del proceso,

crea un modelo de pendiente que guarda un equilibrio entre el material que llega, los procesos de alteración que lo afectan y el material que es retirado por la erosión. **Figura 2.**

Si predominan los procesos de acumulación por sobre los de erosión, el talud alcanza un equilibrio entre la cima y la base, se cubre de vegetación y suelos dando un modelo ondulado al relieve. Si existen procesos que socavan la base, se movilizan los materiales superiores que reemplazan a los inferiores y desde la cumbre son alimentados por nuevas caídas. Esto mantiene activo al talud, las laderas retroceden, se mantienen empinadas, el relieve se desgasta, se dificulta la instalación de vegetación y la evolución de suelos.

En general, los taludes cubiertos por detritos suelen tener pendientes entre 25 y 40° pero



pueden ser inferiores. Se van modificando en la medida que la meteorización altera los bloques, los reduce en tamaño y los hace susceptibles a ser movilizadas por el agua o el viento. En esos casos, el principal factor del movimiento ya no es sólo la fuerza de gravedad, sino que ella actúa confiriendo energía al agua y al viento.

Figura 3. Talud a 45° en estructura tabular, de cenizas volcánicas

Las pendientes naturales más inclinadas, (que sobrepasan los 40°) son escasas y caen en la categoría de **acantilados**.

La importancia de estudiar los **movimientos de masas** radica en que ellos son: 1- Importantes factores de modelado, 2- Inician el transporte de materiales desde las áreas más elevadas hacia las más bajas; 3- Aportan la mayor parte del caudal sólido transportado por los cursos; 4- Modifican la dinámica fluvial de acuerdo a la carga sólida que aportan.

Si el movimiento o caída de rocas se inicia cuando las fuerzas que se oponen al desplazamiento han sido vencidas. ¿Qué es lo que causa la resistencia cuando están estables?

La **intensidad de la resistencia** varía según la pendiente. Es más leve en las empinadas y el material migra inmediatamente cuesta abajo; si la pendiente disminuye, la resistencia es mayor, el material alcanza niveles críticos variables, a partir de los cuales.

Las principales causas de resistencia en las pendientes son:

❖ **La cohesión:** Propiedad que tienen las partículas de mantenerse juntas. Actúa como una fuerza que resiste el inicio del movimiento, pero tiene poco efecto de frenado una vez que aquél se inicia. Es inversamente proporcional al tamaño de las partículas y

alcanza el máximo en las arcillas. Es directamente proporcional a la capacidad de absorber agua y favorece la cohesión de los granos mientras que los espacios porosos guarden proporción entre su contenido mineral, aire y agua. Pero si, esta proporción se altera y el aire es obligado a salir, se reduce la cohesión y el agua favorece los procesos de fricción.

❖ **La fricción:** Propiedad que depende de la presión dentro del material alterado y del tamaño de las partículas. A diferencia de la **cohesión** no sólo resiste el inicio del desplazamiento, sino que tiende a retardarlo una vez que se ha iniciado. Es inversamente proporcional al tamaño de los granos y a las superficies de contacto entre ellos. A mayor tamaño de las partículas, más contactos y menores superficies de contacto lo cual disminuye la fricción, mientras que en partículas pequeñas son mayores y por lo tanto la **fricción** aumenta.

❖ **La acción de las raíces:** ejercen una acción mecánica de frenado que depende de la estructura que tengan, de la profundidad a que lleguen, del tipo de terreno y de la capacidad que éste tenga para contener agua.

❖ **Los cambios de volumen:** producen pequeños y reiterados movimientos cuesta abajo debido a contracciones y dilatación: 1- de origen térmico: en caso de grandes amplitudes diarias; 2- hídrico: en la hidratación de arcillas expansivas; 3- criógeno: por el efecto de la congelación y descongelación del agua intersticial.

❖ **La hidratación de un terreno:** cambia la estructura intergranular y el agua actúa como un lubricante, disminuyen la **fricción** y la **cohesión** interna y por lo tanto, la resistencia del material al desplazamiento debido al peso adicional que supone el agua y a su efecto sobre la estructura inter granular.

❖ **La modificación de la vegetación:** cambia la acción retentiva de las raíces, la estructura de éstas, el balance entre la vegetación y el clima y el efecto del sobrepastoreo y el talado.

2- Causas Secundarias de los movimientos de rocas:

❖ **Remoción del soporte lateral o inferior:** por erosión fluvial o glaciár, oleaje marino o en lagos; por meteorización o disolución de materiales; por caída anterior de rocas; por construcción de canales, carreteras, canteras, minas, etc. por alteración de los niveles de agua en ríos, lagos y reservorios.

❖ **Sobrecarga en la ladera:** Por el peso de agua infiltrada, por el peso de construcciones, nieve, torres y de nuevos materiales en los taludes; por el peso de la vegetación;

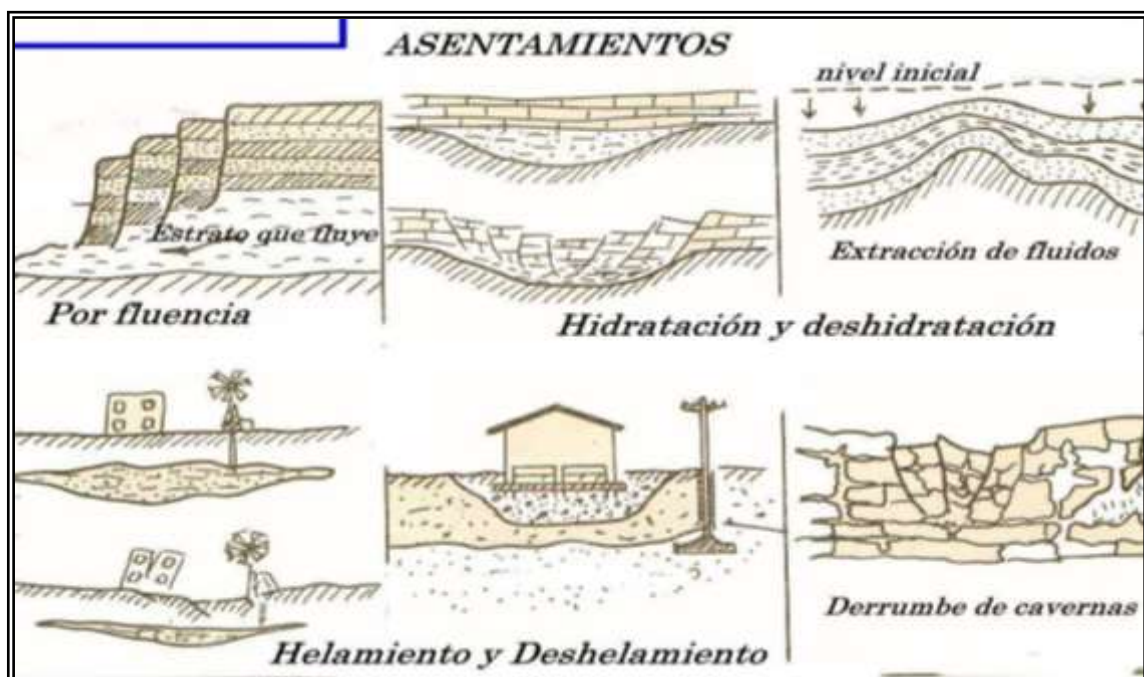
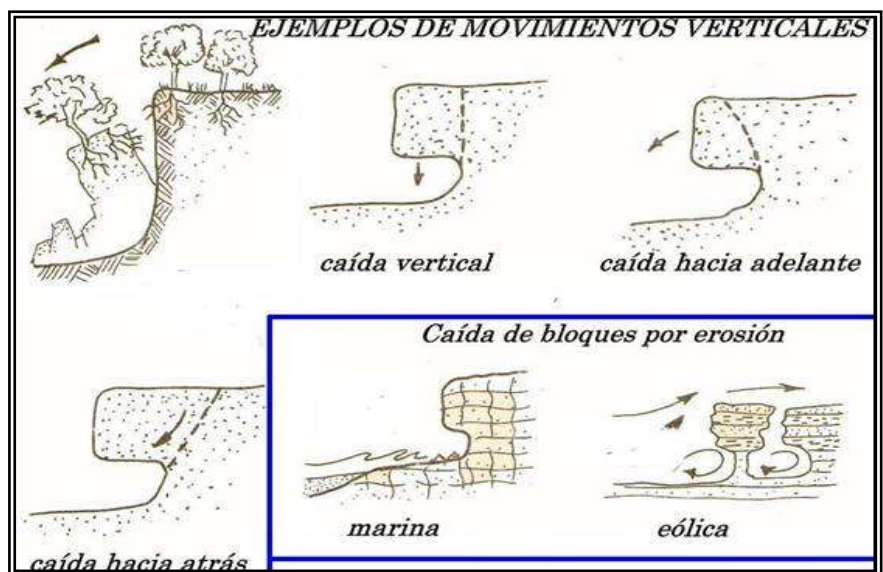
- ❖ Cambio en las fuerzas de cohesión intra granulares: por vibraciones (de maquinarias, del tráfico, sismos, erupciones, explosiones, etc.; por mecido de los árboles por el viento (continuo o esporádico en huracanes, etc.; por compresión o descompresión brusca en sedimentos profundos, por acción del hielo- deshielo, expansiones por descarga y por hidratación;

- ❖ Discontinuidades: litológicas o estratigráficas, orgánicas (cuevas, madrigueras, raíces, etc...)

3. CLASIFICACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS

Según el sentido del movimiento:

1. **VERTICALES**: caída: de rocas, suelos o detritos. asentamiento- hundimiento: por disminución de fluidos, compactación diferencial, por disolución, fluencia, por derrumbes. elevaciones o expansiones: por hidratación, congelación expansión por descarga.



2. LATERALES: Según la velocidad del movimiento:

1- LENTOS:

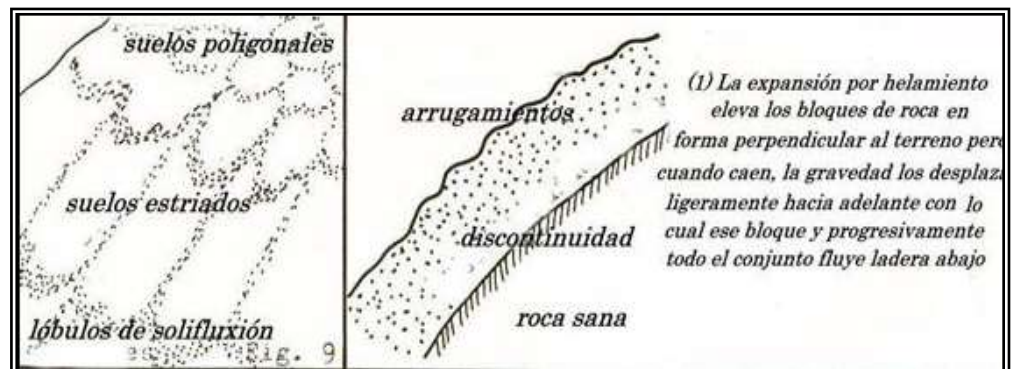
- ❖ **Reptación:** movimiento de la capa superficial del relieve, en la cual no puede definirse una superficie neta de corte entre la parte que se mueve y la que está en reposo. Afecta a pendientes aún inferiores a 5° y el material se “arrastra” o “repta” ladera abajo y como un todo homogéneo se amolda a las irregularidades del terreno.

La velocidad del material que repta es mayor en superficie y menor en profundidad por el efecto de rozamiento. Pueden ser: 1- reptación de suelos; 2- de rocas; 3- de taludes.



- ❖ **Soliflucción:**

flujo lento de suelos o regolita por estar saturadas de agua proveniente del derretimiento de nieve o hielo del

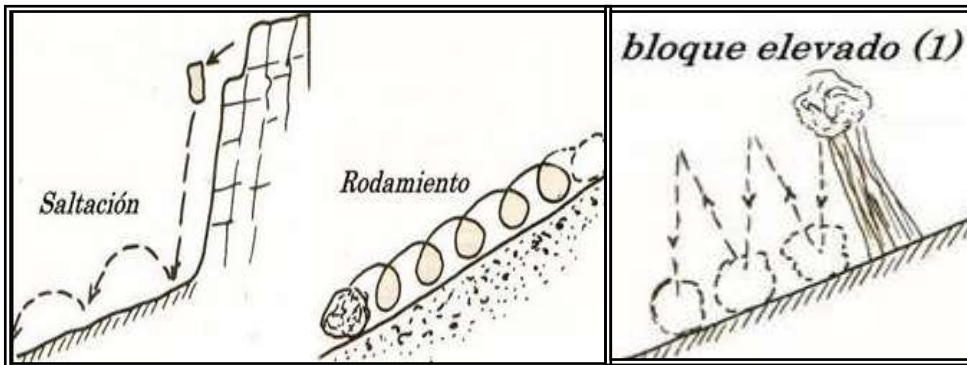


suelo; puede darse en laderas sin vegetación o cuando el subsuelo está congelado en forma permanente también llamado permafrost.

- ❖ **Corrientes de barro o de fango:** Similar a la soliflucción pero, el material meteorizado y muy hidratado, no se desplaza sobre un suelo siempre helado, sino sobre roca sana, casi siempre arcillosa. La dificultad de infiltración produce una discontinuidad, a lo largo de la cual se desplaza el material. Son propias de áreas tropicales húmedas.

2. RÁPIDOS

Movimientos individuales: Se caracterizan por un cambio instantáneo de posición de



bloques, detritos o granos. Pueden originarse en forma espontánea, por sacudidas sísmicas, por vibraciones, explosiones etc.

En todos los casos, los materiales llamados “**derrubios**” conforman el “**talud de derrubios**”. Al caer dan lugar a la **saltación, rodamiento o en pip crake (1)**

Movimientos Colectivos: La diferencia esencial con los anteriores es que toda una ladera entra en colapso y se moviliza masivamente. Pueden distinguirse dos grandes grupos:

- ❖ **Encauzados:** Las rocas se orientan y se desplazan por una depresión. Hay varios subtipos: **coladas de barro**, propios de áreas con gran espesor del material meteorizado, **corrientes de detritos o derrubios**. Tienen gran capacidad de erosión y al producir el desprendimiento de materiales de las laderas y los valles, el peso adicional los moviliza a favor de la gravedad.
- ❖ **No encauzados:** Son movimientos masivos de las laderas, sin un cauce definido: Pueden distinguirse:
 - Los **deslizamientos rotacionales** producidos a partir de una superficie curva de corte y desprendimiento, presentan 1 o varios escalones inclinados hacia atrás en la parte superior y una zona de depositación hacia la base. **Figura 6.**
 - **deslizamientos trasnacionales** también llamados “en lajas” se ven favorecidos por discontinuidades litológicas, planos de estratificación, diaclasas.

[Revisa el impresionante momento del alud en Italia](#)