

_____ Guía de Laboratorio

Geología Estructural

Guía de Laboratorio
Geología Estructural

Primera edición digital
Huancayo, 2022

De esta edición

© Universidad Continental, Oficina de Gestión Curricular
Av. San Carlos 1795, Huancayo-Perú
Teléfono: (51 64) 481-430 anexo 7361
Correo electrónico: recursosucvirtual@continental.edu.pe
<http://www.continental.edu.pe/>

Cuidado de edición

Fondo Editorial

Diseño y diagramación

Fondo Editorial

Todos los derechos reservados.

La *Guía de Laboratorio*, recurso educativo editado por la Oficina de Gestión Curricular, puede ser impresa para fines de estudio.

Contenido

Guía de Práctica 1	
Medición de fuerzas. Comportamiento de los materiales	5
Guía de Práctica 2	
La intensidad y tiempo de aplicación de las fuerzas mecánicas, temperatura y presión	10
Guía de Práctica 3	
Compresión de una serie sedimentaria. Formación de pliegues y fallas inversas. Erosión de un pliegue. Discordancia angular	14
Guía de Práctica 4	
Formación de pliegues y fallas inversas. Erosión de un pliegue	20
Guía de Práctica 5	
Discordancia angular	26
Guía de Práctica 6	
Formación de un <i>graben</i> . Formación de fallas normales. Formación de un <i>horst</i> . Colmatación de un <i>graben</i>	29
Guía de Práctica 7	
Formación de una falla de desgarre horizontal	36
Guía de Práctica 8	
Formación de estructuras geológicas	41
Guía de Práctica 9	
Mecánica de rocas	45
Guía de Práctica 10	50
Debate sobre los problemas en minería	50
Bibliografía	56

Guía de Práctica 1

Medición de fuerzas. Comportamiento de los materiales

Sección: Fecha:/...../2022 Duración: 45 min.

Docente: Nélide Tantavilca Martínez

Instrucciones

Leer las indicaciones en el procedimiento y realizar de acuerdo a lo mencionado.

I. Objetivo

Identificar parámetros de relación sistémica de las deformaciones como parte de la interacción entre fuerzas y esfuerzos en las rocas.

II. Fundamento teórico

En esta actividad se analiza el comportamiento de algunos materiales en función de la intensidad y tiempo de aplicación de las fuerzas mecánicas y de la temperatura y presión. Asimismo, se estudian modelos que permiten comprobar los efectos de la compresión y la distensión de una serie sedimentaria, y otro sobre la producción de fallas de desgarre.

Tipos de esfuerzos

Cuando se habla de esfuerzos se hace referencia a la fuerza aplicada a un área determinada de roca.

La unidad de medida más habitual es el kilogramo por centímetro cuadrado (kg/cm^2). En la naturaleza, según la dirección de las fuerzas aplicadas. El esfuerzo puede reconocerse en tres variedades: la compresión, la tensión y la cizalla.

Compresión. Esfuerzo al que son sometidas las rocas cuando se comprimen por fuerzas dirigidas unas contra otras a lo largo de una misma línea. Cuando los materiales se someten a este tipo de esfuerzos tienden a acortarse en la dirección del esfuerzo mediante la formación de pliegues o fallas según que su comportamiento sea dúctil o frágil.

Tensión. Resultado de las fuerzas que actúan a lo largo de la misma línea, pero en dirección opuesta. Este tipo de esfuerzo actúa alargando o separando las rocas.

Cizalla. Esfuerzo en el cual las fuerzas actúan en paralelo, pero en direcciones opuestas, lo que da como resultado una deformación por desplazamiento a lo largo de planos poco espaciados.

III. Equipos y materiales

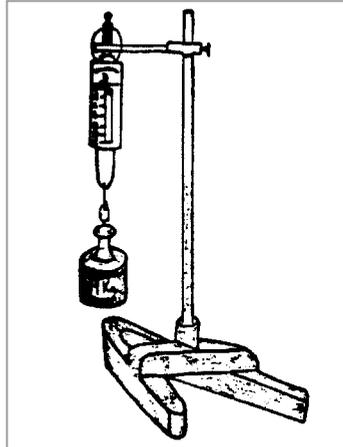
- Dinamómetro
- Muelle metálico helicoidal
- Cronómetro
- Masas marcadas ($m_1 < m_2 < m_3 < m_4$)
- Soporte
- Mechero de alcohol
- Materiales-Prueba 1
- Banda de caucho (o aro de goma)
- Plastilina
- Portaobjetos (de microscopia)
- Cubreobjetos (de microscopia)
- Varilla hueca de vidrio
- Clavo de hierro
- Tira de zinc
- Tira de hojalata
- Arcilla seca
- Arcilla recién humedecida



IV. Procedimiento

1. Colocar el dinamómetro fijo en el soporte. Introducir al mismo tiempo, en la argolla del dinamómetro las masas m_1 , m_2 , m_3 , m_4 (figura 1).

Figura 1. Medición de masas en el dinamómetro.



2. Observar y anotar los valores registrados en la escala del dinamómetro.
3. Repetir la operación A2, asociando esta vez las distintas masas.
4. Colgar el muelle verticalmente a una placa fija (o por ejemplo a un soporte).
5. Colocar en la extremidad del muelle la masa m_1 . Mantener el dispositivo montado durante un minuto.

Observar y registrar los resultados obtenidos

6. Repetir los procedimientos A5 utilizando las masas m_2 , m_3 y m_4 , respectivamente.
7. Colocar la masa m_4 en la extremidad del muelle.
Mantener el dispositivo montado durante: (a) 2 minutos, (b) 5 minutos, (c) 15 minutos y (d) 25 minutos.



Observar y registrar los resultados obtenidos

8. Someter los materiales-prueba, uno de cada vez, a los siguientes test:
 - (a) Fuerza distensiva.
 - (b) Fuerza compresiva.
 - (c) Calentamiento por frotamiento entre las manos y aplicación de una fuerza compresiva.
 - (d) Calentamiento por frotamiento entre las manos y aplicación de una fuerza distensiva.
 - (e) Calentamiento de una varilla hueca de vidrio y del clavo de hierro a la llama del mechero. Aplicación de una fuerza compresiva.
 - (f) Calentamiento de la varilla hueca de vidrio y del clavo de hierro a la llama del mechero (figura 3). Aplicación de una fuerza distensiva.
 - (g) Presión fuerte con la parte posterior de un lapicero (figura 4).

Observar y registrar los resultados

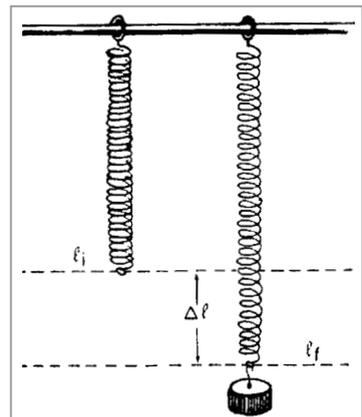


Figura 2. Alargamiento del muelle debido al efecto del peso del cuerpo.

Figura 3. Calentamiento de una varilla hueca de vidrio.

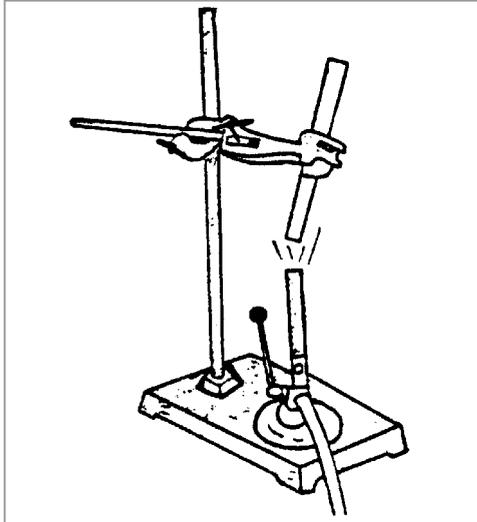
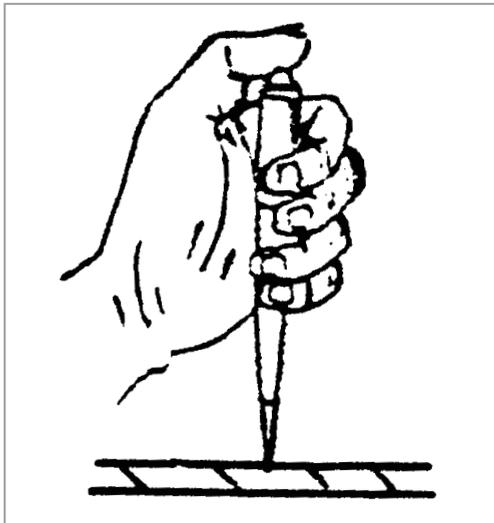


Figura 4. Presión fuerte con la punta de un lapicero.



La intensidad y tiempo de aplicación de las fuerzas mecánicas, temperatura y presión

Sección: Fecha:/...../2022 Duración: 40 min.

Docente: Nélide Tantavilca Martínez

Instrucciones

Leer las indicaciones antes de elaborar el experimento y responder las preguntas de la práctica.

I. Objetivo

Conocer el comportamiento de los materiales.

II. Fundamento teórico

Factores de la deformación

Los factores que controlan el tipo de deformación son: la naturaleza de la roca, presión, temperatura, tipo de esfuerzo aplicado y tiempo de aplicación del esfuerzo. Para comprender el proceso de fracturación, es necesario evaluar todos ellos conjuntamente.

Naturaleza de la roca. No todas las rocas tienen la misma resistencia interna, por lo que su respuesta al esfuerzo es también diferente. En superficie y condiciones ambientales, algunas rocas tienen un comportamiento dúctil (por ejemplo, las arcillas), y otras, un comportamiento frágil (por ejemplo, la caliza).

Presión y temperatura. Son los factores determinantes de la deformación. Como regla general, a mayor presión y temperatura, la roca tiene un comportamiento más dúctil y, por tanto, la deformación es mayor (ver niveles estructurales).

Tipo de esfuerzo aplicado. La compresión provoca acortamiento en los estratos, bien por pliegues o por fallas. Esfuerzos distensivos por tensión estiran y adelgazan los estratos, creando fallas a partir de un límite. Cuando el esfuerzo aplicado es la cizalla, se produce la deformación por desplazamiento a lo largo de planos poco espaciados.

Tiempo de aplicación del esfuerzo. Influye el tiempo de aplicación y la intensidad. Un esfuerzo pequeño aplicado durante un largo periodo de tiempo favorece la deformación plástica. Si el esfuerzo es muy grande pero aplicado puntualmente, se favorece el comportamiento frágil y, por tanto, la fracturación de la roca.

III. Desarrollar la práctica

Un mismo material presenta comportamientos distintos frente a diferentes condiciones

- a) Enunciar los factores de deformación estudiados en esta experiencia.
- b) Relacionar el tipo de deformación sufrida por el muelle con: (a) la intensidad de la fuerza actuante y (b) con el tiempo de actuación de la fuerza.
- c) Caracterizar los distintos comportamientos manifestados por el muelle.
- d) Inferir acerca de la fuerza necesaria para mover una masa determinada.
- e) Completar la tabla posteriormente, utilizando la siguiente clave: E - Comportamiento Elástico; P - Comportamiento Plástico; R - Comportamiento Rígido; F - Comportamiento Frágil. Un mismo material presenta comportamientos distintos frente a diferentes condiciones.
- f) Explicar las condiciones intrínsecas del material que pueden alterar su comportamiento.



- g) Identificar condiciones extrínsecas que pueden modificar el comportamiento de un material. 8. Inferir acerca de la manera posible de alterar el comportamiento de los materiales-prueba clavo de hierro o trozo de cinc.
- h) A partir de los comportamientos obtenidos, indicar a qué tipo de materiales se asemejan la mayoría de las rocas.
- i) Relacionar los tests a que fueron sometidos los materiales-prueba, con las condiciones existentes en el medio natural.
- j) Inferir las condiciones naturales que pueden modificar el comportamiento de las rocas.
- k) Ante una misma intensidad de esfuerzo compresivo, inferir el comportamiento de los siguientes tipos de rocas: (a) arcilla, (b) petróleo, (c) caliza y (d) granito.

Ítem	Objetos	Peso	T/M	P/M	Dif.	F. Distenc	F. Comp	Calent
1	Arcilla Seca	83.43	Frágil	14.5	2.5	NO	NO	Sí
2	Banda de Caucho	57.91	Elástico	13.5	1.5	Sí	NO	NO
3	Arcilla húmeda	21.5	Dúctil	16	4	NO	Sí	NO
4	Cubreobjetos	0.5	Frágil	12.1	0.1	NO		NO
5	Tira de cinc	25.46	Dúctil	12.7	0.7	NO	NO	Sí
6	Clavo de hierro	8.6	Rígido	12.2	0.2	NO	NO	Sí
7	Plastilina	14.1	Dúctil	12.4	0.4	Sí	Sí	NO
8	Portaobjetos	5.18	Frágil	12.2	0.2	NO	NO	NO
9	Varilla hueca de vidrio	10.41	Frágil	12.5	0.5	NO	NO	NO
10	Tira de hojalata	25.03	Dúctil	12.2	0.2	NO	NO	Sí
11	Resorte	6.27	Elástica	12.2	0.2	Sí	Sí	Sí

Compresión de una serie sedimentaria. Formación de pliegues y fallas inversas Erosión de un pliegue. Discordancia angular

Sección: Fecha:/...../2022 Duración: 45 min.

Docente: Nélide Tantavilca Martínez

Instrucciones

Leer las indicaciones antes de desarrollar la practica.

I. Objetivo

Material evaluado	Peso	Ítem	Objetos	Peso de la Masa	Descripción
Muelle metálico helicoidal	12 cm	1	Arcilla seca	14.5	Se colocan los objetos al extremo final del muelle metálico helicoidal para poder observar si sufre deformación con los pesos de los diferentes materiales.
		2	Banda de caucho	13.5	
		3	Arcilla húmeda	16	
		4	Cubreobjetos	12.1	
		5	Tira de cinc	12.7	
		6	Clavo de hierro	12.2	
		7	Plastilina	12.4	
		8	Portaobjetos	12.2	
		9	Varilla hueca de vidrio	12.5	
		10	Tira de hojalata	12.2	

Conocer las fuerzas las fuerzas resultantes de las fuerzas compresivas aplicadas.

II. Fundamento teórico

Fisuras de enfriamiento son las que se originan durante el enfriamiento de una roca magmática. Como el material caliente ocupa más espacio que la misma cantidad de materia fría, al enfriarse el magma, se producen fracturas por la diferencia de volumen que se produce.

Fisuras de tensión gravitacional (origen tectónico) sobre estratos inclinados se puede observar bajo algunas condiciones, un deslizamiento de las masas rocosas hacia abajo. Al comienzo de este fenómeno se abren grietas paralelas al talud.

Tipos de fallas

El movimiento en las fallas produce algunas estructuras o rocas especiales llamadas estrías, arrastres, brecha de falla, milonitas y diaclasas plumosas. Estas estructuras se pueden usar como indicadores directos de fallas. Según la dirección del desplazamiento, se pueden distinguir dos grandes grupos de fallas: falla normal y falla inversa.

III. Materiales y equipos

Para la construcción de este modelo necesitamos de algunos materiales, que pueden obtenerse fácilmente en el mercado local.

- Un recipiente de plástico -tipo acuario- (36 cm de largo, 20 cm de alto, 20 cm de ancho, y 0,4 cm de espesor), perforado en seis lugares:
 - a) En las dos paredes laterales de menor longitud, a 3,5 cm de la base, por un orificio de Δ 0,8 cm.
 - b) En la base, en cuatro lugares aleatorios con orificios de mismo diámetro, de forma que una línea imaginaria que los una, forme un cuadrado.
- Una placa de plástico transparente (19 cm \times 14 cm \times 0,4 cm), agujereada a 3 cm de la base, sobre la cual se adaptará una varilla rígida (cilíndrica, con Δ 0,5 cm y 19 cm de longitud) de madera o metal. Este conjunto funcionará como un pistón.
- Una placa de madera o plástico (8 cm \times 8 cm \times 0,4 cm), con una varilla idéntica a la descrita anteriormente, pero con una longitud más reducida (15 cm).
- Esta placa funcionará como un mazo, destinado a compactar el material utilizado.



- Colorantes en polvo: ocre amarillo (± 250 g) ocre rojo (± 250 g), ocre marrón (± 250 g) Azul Ultramar (± 250 g), Negro-Itálico (± 250 g), Amarillo de Metilo (± 250 g), harina (± 500 g).
- Yeso (± 2 kg).
- Arena cribada de 4 granulometrías: (a) grano < 60 mesh; (b) 60 mesh $<$ grano < 25 mesh; (c) 25 mesh $<$ grano < 18 mesh; (d) 18 mesh $<$ grano < 14 mesh - (± 1 kg)3.
- Dos hojas de papel vegetal.
- Cuatro rotuladores para transparencias (azul, rojo, negro y verde).
- Un serrucho de mano.
- Una cuchara sopera.
- Un cuchillo de cocina.
- Una espátula de metal.
- Agua.
- Una máquina fotográfica.
- Una cámara de video y un trípode.

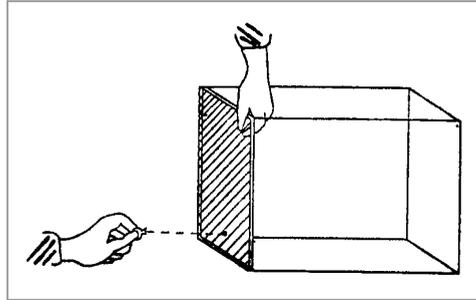
IV. Procedimiento

Montaje del dispositivo experimental.

- a) Colocar la placa de plástico (19 cm \times 14 cm \times $0,4$ cm en el interior de la cubeta y adaptar, a partir del exterior, la respectiva varilla rígida.
- b) Repartir las diferentes granulometrías de arena (con diferentes colores, resultado de la adición de varios colorantes) en capas de espesor regular (aproximadamente un cm) y horizontalmente o alternadas con capas de colorante en polvo. El mazo ayudará a nivelar las capas de arena {compactándolas rápidamente

- c) Fotografiar, grabar, marcar en el recipiente o dibujar (a escala) en papel vegetal, las capas sedimentarias horizontales compactadas, que servirán posteriormente de referencia.

Montaje del dispositivo experimental.



La placa de plástico de 19 cm × 14 cm × 0,4 cm, se coloca en el interior del recipiente y se adapta a la varilla rígida, la cual, una vez controlada desde el exterior, permitirá que el sistema funcione como un émbolo.

Glosario

- Cribado: Separación o selección rigurosa entre cosas o personas el cribado de las muestras.
- Mesh: Lo representa el número de luces de mallas dentro de una pulgada inglesa, equivalente a 25.4 mm.
- Granulometrías: Es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado tal como se determina por análisis de tamices (norma ASTM C 136).
- Mazo: Un mazo o combo es una herramienta de mano que sirve para golpear o percutir; tiene la forma de un martillo.

Estructuras resultantes de fuerzas compresivas

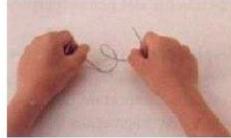
- Afianzar firmemente el recipiente, e imprimir una fuerza compresiva valiéndose de la varilla del pistón. El pistón dentro del recipiente ejerce una compresión sobre las capas de arena
- Marcar en el recipiente, grabar o dibujar (a escala) en papel vegetal, los diferentes momentos y estructuras de deformación, consecuencia de los incrementos de intensidad aplicados.



c) Identificar el tipo de tensión a la que se encuentran sujetos los estratos.



Material elástico

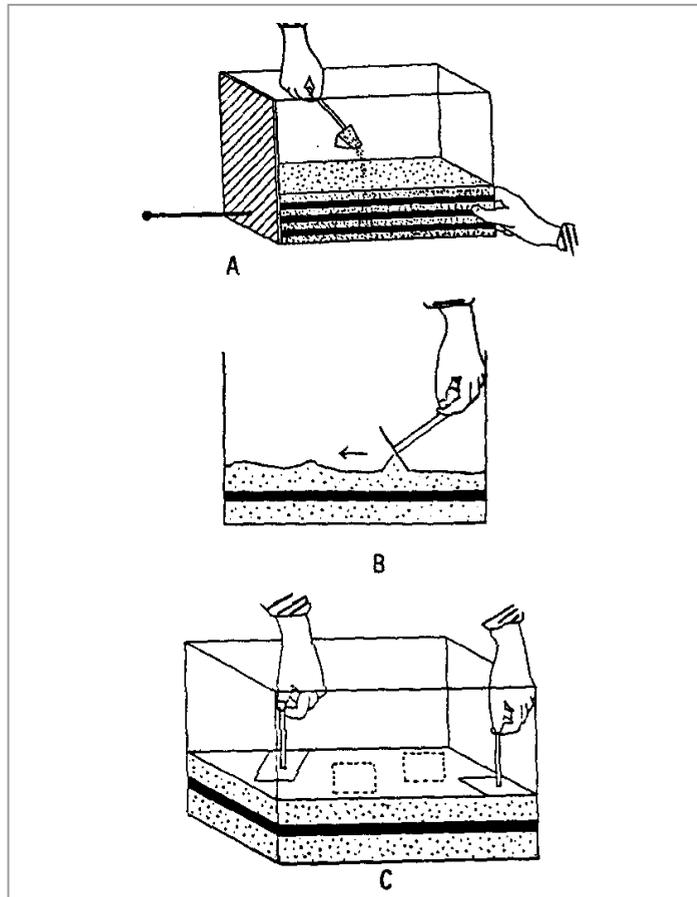


Material plástico



Material rígido

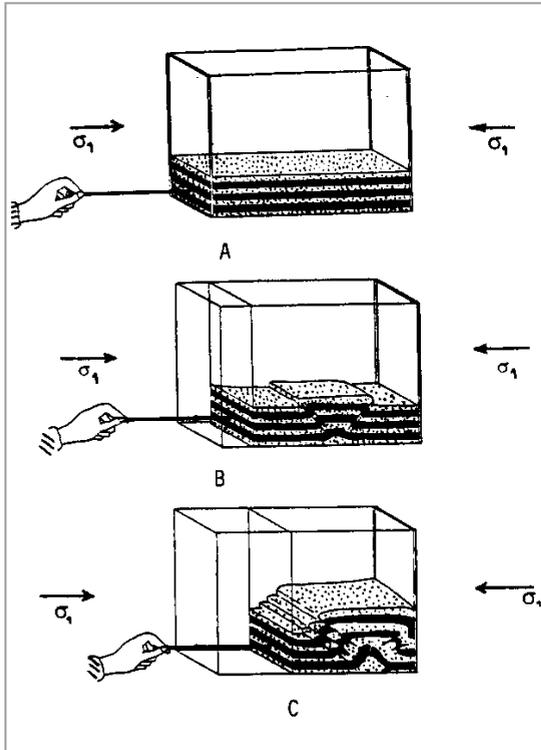
Colocación en el recipiente de plástico de los diferentes tipos de arena.



(a) Deben formar estratos regulares y horizontales,
(b) estar bien nivelados y (c) compactados.



Aplicación de una fuerza compresiva sobre las capas de arena.



(a) Sujetar el recipiente firmemente y la varilla rígida.

(b) Empujar el pistón en sentido opuesto al de la sujeción de la tina.

(c) A medida que la fuerza compresiva alcanza mayor intensidad, se irán obteniendo las estructuras deformadas, haciéndose más evidentes y diferentes.



Formación de pliegues y fallas inversas. Erosión de un pliegue

Sección: Fecha:/...../2022 Duración: 40 min.
Docente: Nélide Tantavilca Martínez

Instrucciones

Leer las indicaciones para desarrollar la práctica. Tenga en cuenta la caligrafía y su ortografía.

I. Objetivo

Identificar las diferentes estructuras secundarias.

II. Fundamento teórico

Deformación dúctil: los pliegues y sus tipos.

Mecanismos de plegamiento

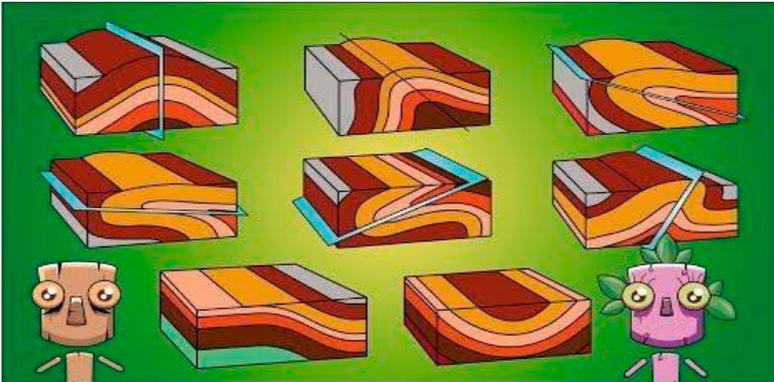
Una roca se pliega cuando una superficie de referencia definida antes del plegamiento como plana se transforma en una superficie curva.

El plegamiento es tanto mayor cuanto más numerosas y fuertes son las variaciones de buzamiento. Las rocas en las que se aprecia el plegamiento con mayor facilidad son las sedimentarias, cuyos planos de estratificación se muestran como buenos planos de referencia. En las rocas ígneas, cristalinas y de aspecto masivo, resulta más compleja la identificación de pliegues por la escasez de estructuras planares de referencia.

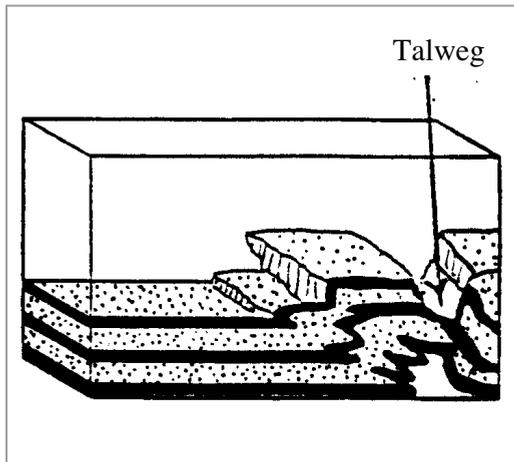


Ver imagen de "Erosión de un pliegue" en la siguiente página.

Erosión de un pliegue.



Talweg excavado en las capas de arena plegadas.



III. Materiales y equipos

- Colorantes en polvo:
 - Ocre amarillo (± 250 g)
 - Ocre rojo (± 250 g)
 - Ocre marrón (± 250 g)
 - Azul ultramar (± 250 g)
 - Negro-Itálico (± 250 g)
 - Amarillo de metilo (± 250 g)

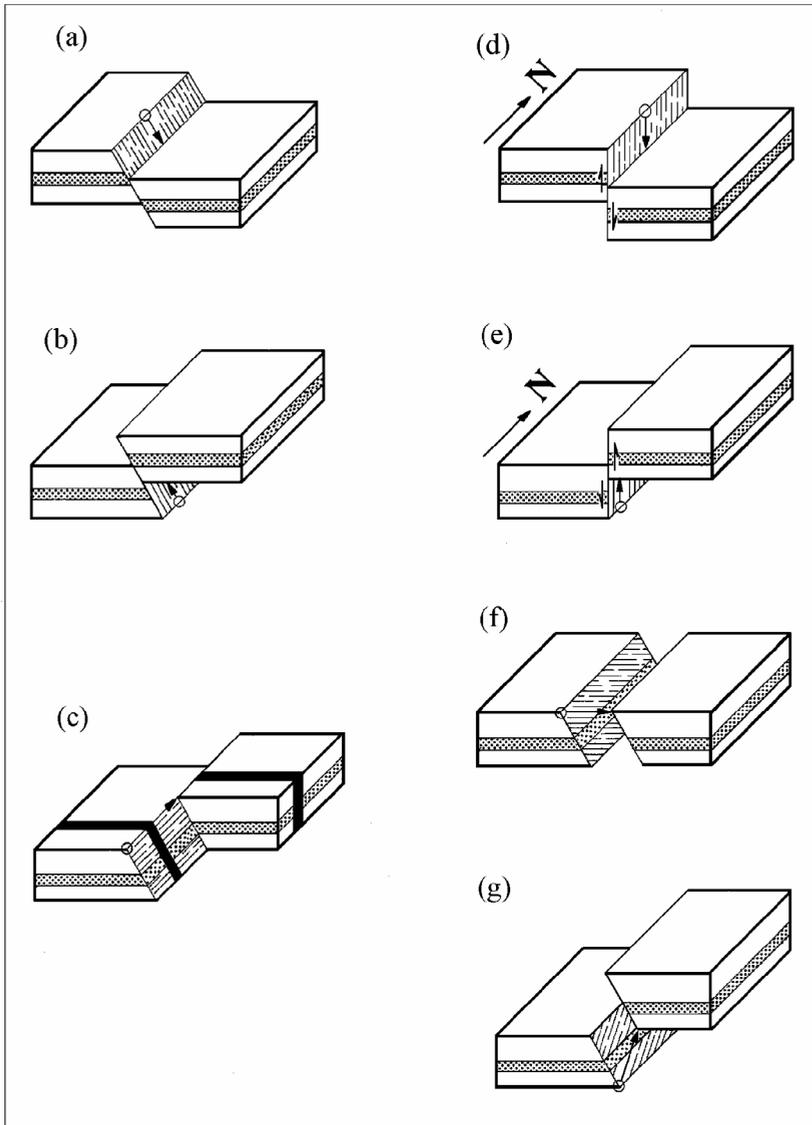


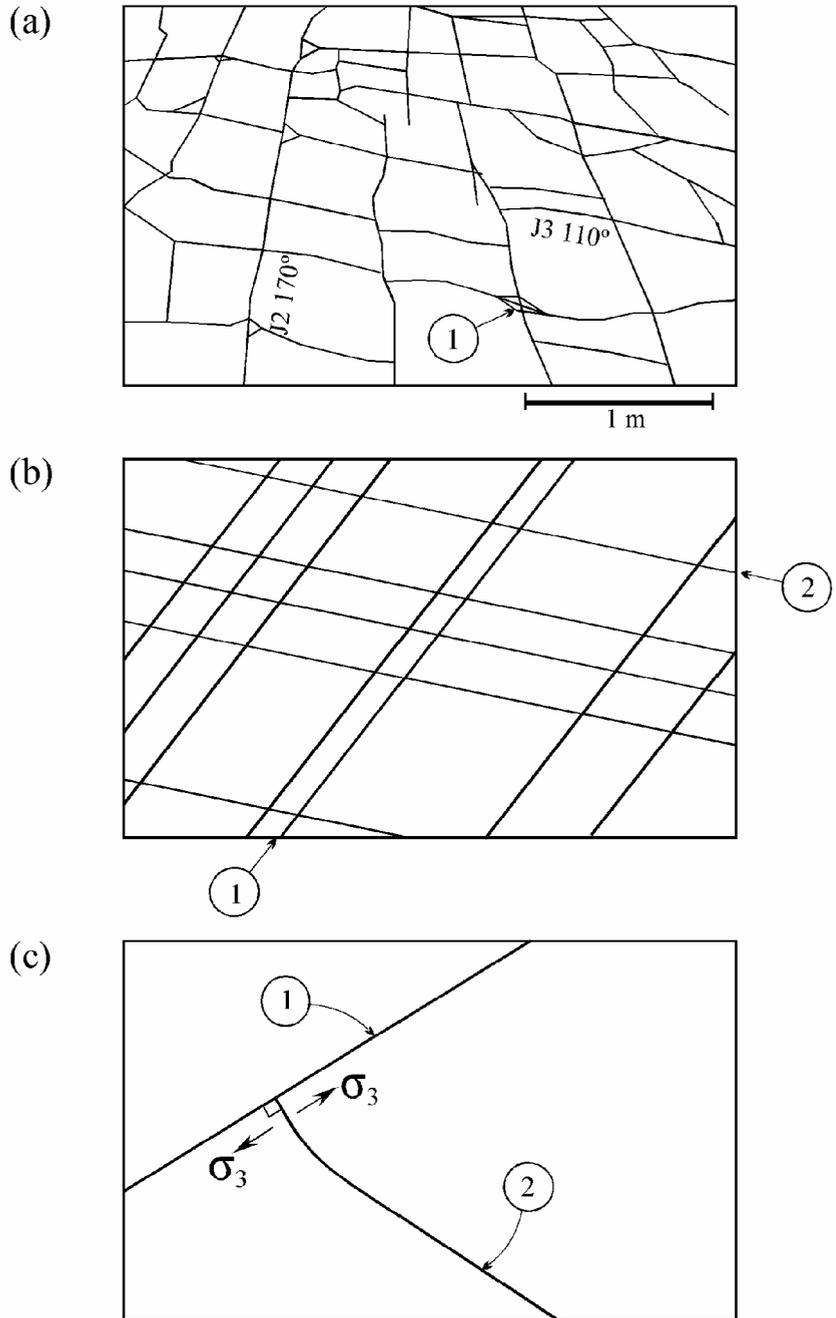
- Harina (± 500 g).
- Yeso (± 2 kg).
- Arena cribada de 4 granulometrías: (a) grano < 60 mesh; (b) 60 mesh $<$ grano < 25 mesh; (c) 25 mesh $<$ grano < 18 mesh; (d) 18 mesh $<$ grano < 14 mesh - (± 1 kg)³
- Dos hojas de papel vegetal.
- Cuatro rotuladores para transparencias (azul, rojo, negro y verde).
- Un serrucho de mano.
- Una cuchara sopera.
- Un cuchillo de cocina.
- Una espátula de metal.
- Agua.
- Una máquina fotográfica.
- Una cámara de video y un trípode.

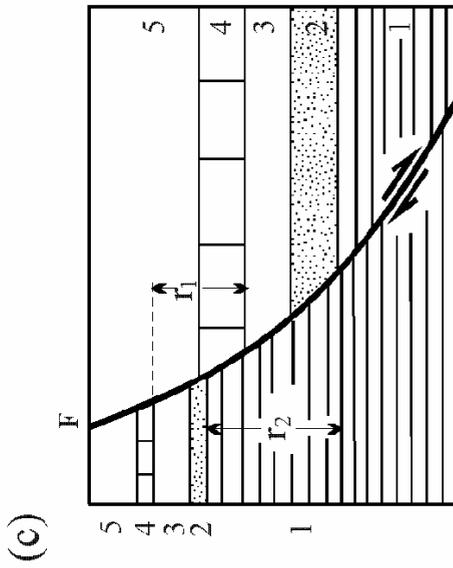
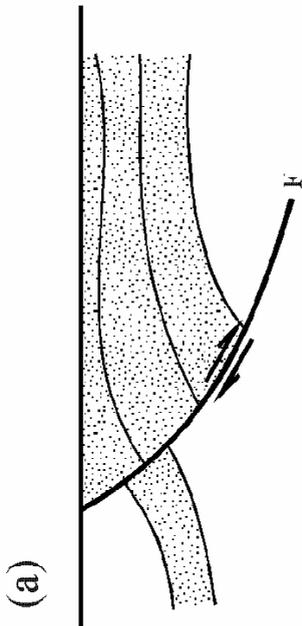
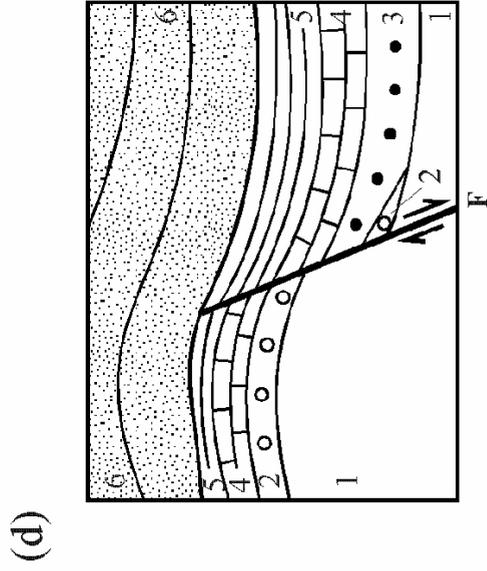
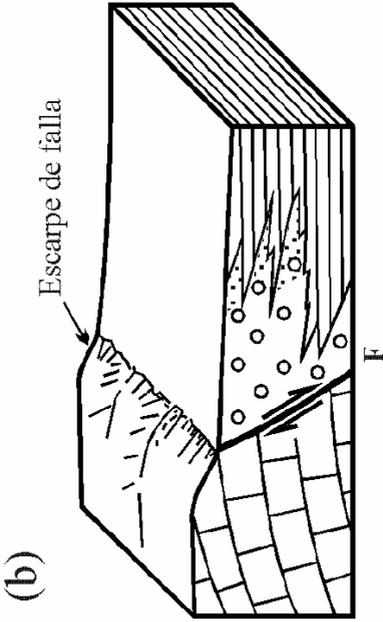
IV. Procedimiento

1. Con la ayuda de una cuchara, excavar un Talweg en el relieve, retirando pequeñas porciones de arena (y colorante).
2. Observar las capas color.
3. Erosión de un pliegue. Con la ayuda de una cuchara, excavar un Talweg en el relieve, retirando pequeñas porciones de arena (y colorante).
4. Observar las capas coloreadas que han quedado al descubierta.
5. Fotografiar, grabar, marcar en el recipiente o dibujar (a escala) en papel vegetal las estructuras producidas en el relieve.
6. Fotografiar, grabar, marcar en el recipiente o dibujar (a escala) en papel vegetal las estructuras producidas en el relieve.

Desarrolla: para cada una de las siguientes figuras, realice las siguientes actividades.







Guía de Práctica 5

Discordancia angular

Sección: Fecha:/...../2022 Duración: 45 min.

Docente: Nélide Tantavilca Martínez

Instrucciones

Leer y escuchar las indicaciones del docente para realizar el experimento.

I. Objetivo

Identificar los tipos de discordancias.

II. Fundamento teórico

Tipos de discordancias

Podríamos buscar ahora una definición formal: Una discordancia es una relación geométrica entre capas de sedimentos que representa un cambio en las condiciones en que se produjo su proceso de deposición. Las hay de varios tipos:

- **Discordancia angular:** Discordancia en la que los estratos más antiguos buzcan (se inclinan) con un ángulo diferente al de los más jóvenes (implica movimientos tectónicos).
- **Discordancia paralela erosional o disconformidad:** Discordancia con estratos paralelos por abajo y por encima de una superficie de erosión, la cual es visible.
- **Discordancia paralela no erosional o paraconformidad:** Discordancia paralela sin superficie de erosión visible.
- **Discordancia litológica o inconformidad:** Discordancia entre rocas ígneas o metamórficas que están expuestas a la erosión y que después quedan cubiertas por sedimentos.

III. Materiales y equipos

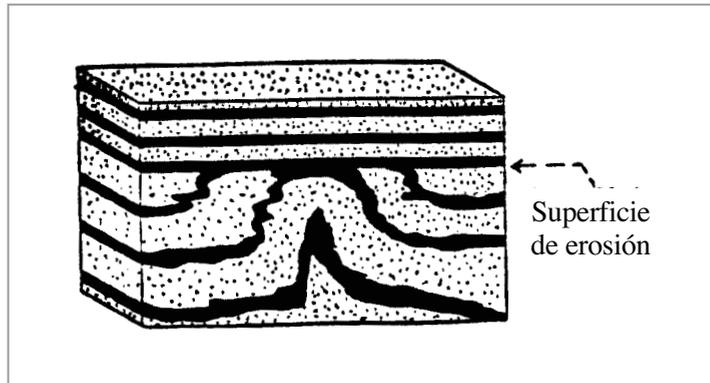
- Colorantes en polvo:
 - ocre amarillo (± 250 g)
 - ocre rojo (± 250 g)
 - ocre marrón (± 250 g)
 - Azul Ultramar (± 250 g)
 - Negro-Itálico (± 250 g)
 - Amarillo de Metilo (± 250 g)
- Harina (± 500 g).
- Yeso (± 2 kg).
- Arena cribada de 4 granulometrías: (a) grano < 60 mesh; (b) 60 mesh < grano < 25 mesh; (c) 25 mesh < grano < 18 mesh; (d) 18 mesh < grano < 14 mesh - (± 1 kg)3.
- Dos hojas de papel vegetal.
- Cuatro rotuladores para transparencias (azul, rojo, negro y verde).
- Un serrucho de mano.
- Una cuchara sopera.
- Un cuchillo de cocina.
- Una espátula de metal.
- Agua.
- Una máquina fotográfica.
- Una cámara de video y un trípode.

IV. Procedimiento

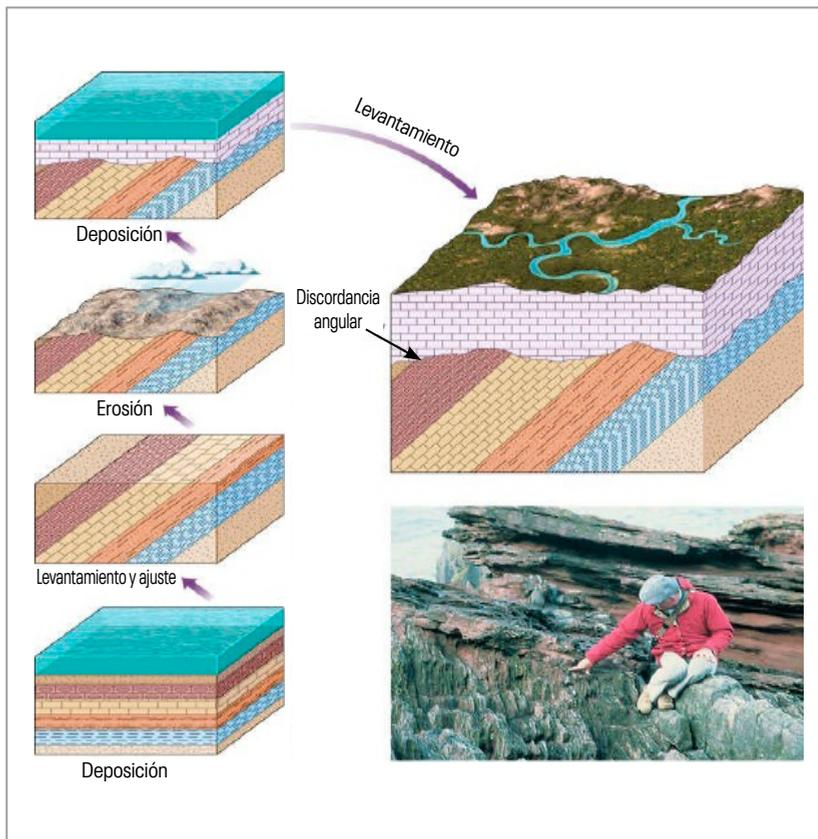
Producción de una discordancia angular

1. Retirar más sedimentos, hasta obtener una superficie plana (penillanura).
2. Depositar encima, varias capas (coloreadas) horizontales de arena o alternadas con colorante. Contacto de las capas por una superficie de erosión (discordancia angular).
3. Fotografiar, grabar, marcar en el recipiente o dibujar (a escala) en papel vegetal las estructuras producidas en el relieve. 

Contacto de las capas por una superficie de erosión (discordancia angular).



Contacto de las capas por una superficie de erosión (discordancia angular).



Guía de Práctica 6

**Formación de un *graben*. Formación de fallas normales.
Formación de un *horst*. Colmatación de un *graben***

Sección: Fecha:/...../2022 Duración: 45 min.

Docente: Nélide Tantavilca Martínez

Instrucciones

Leer y escuchar las indicaciones del docente para desarrollar la práctica.

I. Objetivo

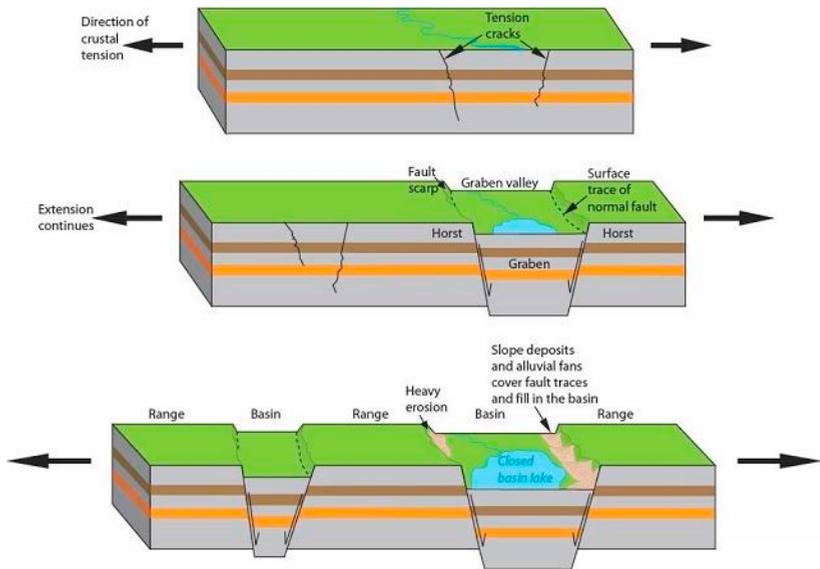
Conocer los movimientos tectónicos.

II. Fundamento teórico

Una fosa tectónica o graben es una larga depresión limitada en ambos lados por fallas paralelas levantadas (*horst*) entre las cuales el terreno se ha hundido por efecto de fuerzas internas.

A pesar de que constituyen a veces el valle por donde transcurre un río (como el Rin entre Basilea y Maguncia), las fosas tectónicas nada deben a los agentes exteriores de la erosión.

Las fallas escalonadas marcan los límites laterales del hundimiento del terreno. Este puede prolongarse durante cientos e incluso miles de kilómetros, como en el Gran Valle del Rift, jalado por los Grandes Lagos de África y que se extiende desde Mozambique hasta los montes Tauro (Turquía); la parte de África que queda al Este de esa fractura está en vías de separarse del continente y esa separación es la que produce el hundimiento de la corteza y la formación de una fosa que acabará por convertirse en un brazo de mar, como ocurrió en la fosa del mar Rojo y del golfo de Adén.



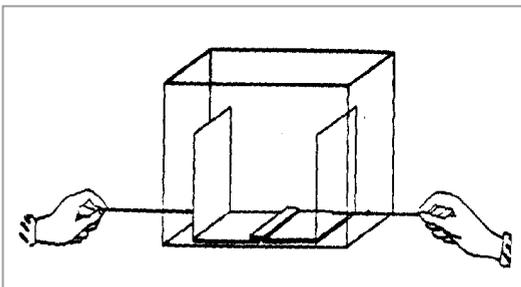
III. Materiales y equipos

- Un recipiente de plástico tipo acuario (36 cm de largo, 20 cm de alto, 20 cm de ancho y 0,4 cm de espesor) perforado en seis lugares.
- En las dos paredes laterales de menor longitud, a 3,5 cm de la base, por un orificio de $\Delta 0,8$ cm.
- En la base, en cuatro lugares aleatorios con orificios de mismo diámetro, de forma que una línea imaginaria que los una, forme un cuadrado.
- Una placa de plástico transparente (19 cm \times 14 cm \times 0,4 cm), agujereada a 3 cm de la base, sobre la cual se adaptará una varilla rígida (cilíndrica, con $\Delta 0,5$ cm y 19 cm de longitud) de madera o metal. Este conjunto funcionará como un pistón.
- Una placa de madera o plástico (8cm \times 8cm \times 0,4 cm), con una varilla idéntica a la descrita anteriormente, pero con una longitud más reducida (15cm).
- Esta placa funcionará como un mazo, destinado a compactar el material utilizado.

- Colorantes en polvo: ocre amarillo (± 250 g), ocre rojo (± 250 g), ocre marrón (± 250 g), azul ultramar (± 250 g), negro-itálico (± 250 g), amarillo de metilo (± 250 g), harina (± 500 g).
- Yeso (± 2 kg)
- Arena cribada de 4 granulometrías: (a) grano < 60 mesh; (b) 60 mesh < grano < 25 mesh; (c) 25 mesh < grano < 18 mesh; (d) 18 mesh < grano < 14 mesh - (± 1 kg).
- Dos hojas de papel vegetal.
- 50 cm de napa blanca.
- Cuatro rotuladores para transparencias (azul, rojo, negro y verde).
- Un serrucho de mano.
- Una cuchara sopera.
- Un cuchillo de cocina.
- Una espátula de metal.
- Agua.
- Una cámara fotográfica.
- Una cámara de video y un trípode.
- Una espátula de metal.

IV. Procedimiento

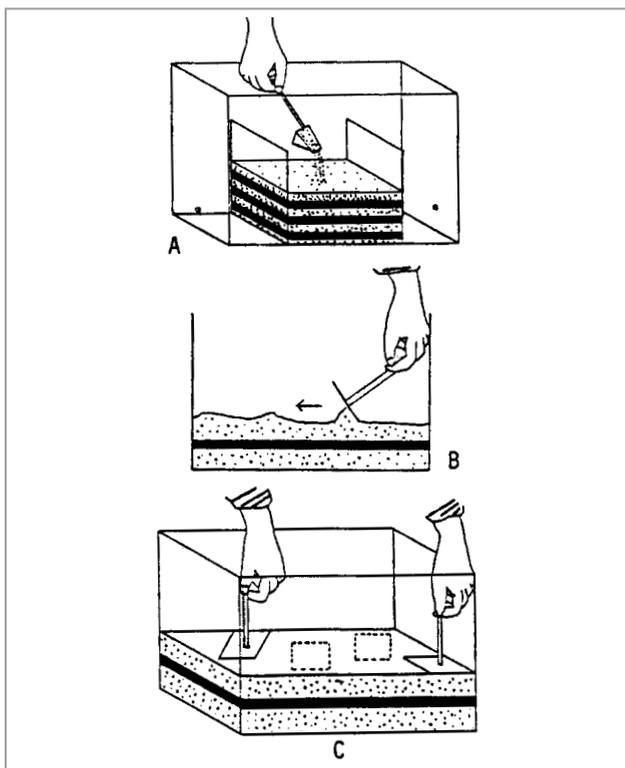
1. Encolar la napa a lo largo del borde terminal horizontal de cada placa en forma de L, en una franja de 4 cm, de forma que solo unos 2 cm queden en contacto con el plástico.
2. Colocar las placas de plástico en forma de L en el interior del recipiente y adaptar, a partir del exterior, las respectivas varillas. Las dos placas deben quedar colocadas, de manera que se solapen ligeramente.



Montaje del dispositivo experimental con las placas de plástico en forma de L.

3. Repartir las diferentes granulometrías de arena (con diferentes colores, resultado de la adición de varios colorantes) en numerosas capas (no menos de 6) de espesor regular (aproximadamente 1 cm) horizontales o alternadas con capas de colorantes en polvo. La arena debe estar bien seca. El mazo ayudará a nivelar las capas de arena, compactándolas enseguida
4. Marcar pequeños orificios circulares en la superficie de la última capa para visualizar mejor las deformaciones a producir.
5. Fotografiar, marcar en el recipiente o dibujar (a escala) en papel vegetal, las capas sedimentarias horizontales compactadas que servirán posteriormente de referencia.

Colocación en el recipiente de las diferentes granulometrías de arena.



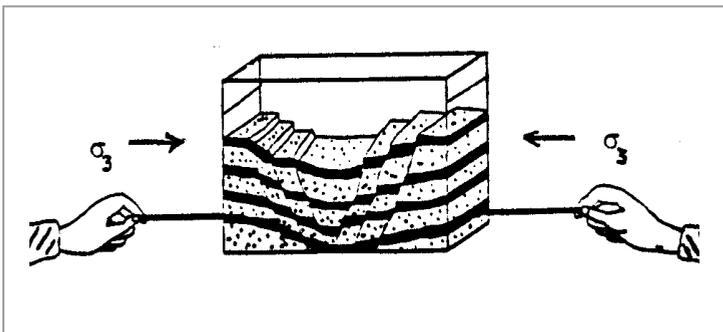
(a) Deben formarse estratos regulares y horizontales, (b) bien nivelados, (c) compactados.



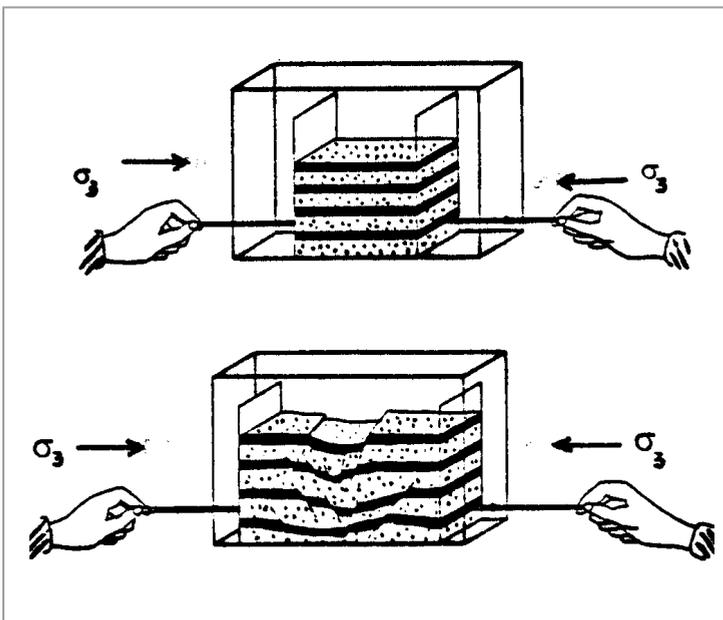
Formación de *grabens* y *horsts*

6. Aplicar, suavemente, una fuerza distensiva sobre las dos varillas que están unidas a las placas que soportan las capas de arena.
7. Fotografiar, marcar en el recipiente o dibujar (a escala) en papel vegetal las estructuras producidas.

Aplicación de una fuerza distensiva sobre las capas de arena.



Formación de fallas normales y *grabens*.



8. Describir el tipo de accidente tectónico sufrido, que simulan los estratos representados
9. Indicar los objetos del dispositivo experimental que simulan:
 - (a) Presión litostática.
 - (b) Presión dirigida.

En vez de arena pueden utilizarse otros materiales, como el lacre, la plastilina o cemento y jabón azul y blanco. Los resultados obtenidos con estos últimos deben ser siempre confrontados con los obtenidos usando arena. Identificamos dos condicionantes de los resultados que pretendemos obtener con este experimento:

- (a) el espesor total de las capas,
- (b) la cantidad de agua retenida en los poros de la arena.

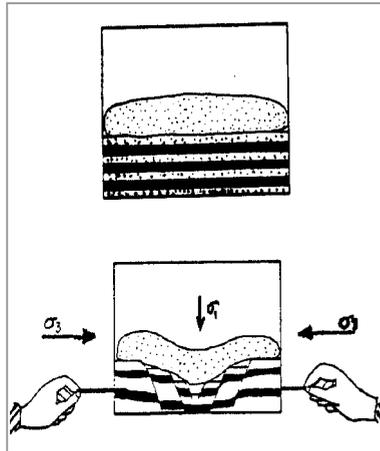
El deslizamiento a lo largo de fallas normales se ve dificultado por un espesor sedimentario global demasiado fino, y por la presencia de agua en los poros de la arena.

Cuando uno de los factores o ambos están presentes en un experimento, pensamos que es siempre conveniente explorar los resultados obtenidos, investigando sus causas. Como solución es posible preparar una carga litostática que facilite el deslizamiento de las capas a través de los planos de falla. Una bolsa fina de plástico con una masa de arena en su interior puede ser suficiente para anular el poco espesor global de las capas de arena, o la presencia de agua. La presión generada por la "carga litostática" debe ser repartida uniformemente a lo largo de toda la superficie de arena. Podemos también procurar obtener dos grabens separados por un horst. Para que se produzca tal hecho, procedemos así:

- Dejar un espacio de 2 cm entre las dos placas en forma de L. Las capas sedimentarias quedarán de esta forma, sobre las dos placas y simultánea y directamente sobre el fondo del recipiente. En estas condiciones se obtendrán dos *grabens*.

10. Fotografiar, grabar, marcar en el recipiente o dibujar (a escala) en papel vegetal las estructuras producidas.

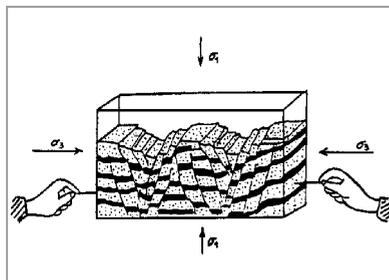
Aplicación de una carga litostática (bolsa con arena) para compensar el reducido espesor global de las capas sedimentarias del modelo y/o la presencia de agua en los poros de la arena.



Formación de dos *grabens*.

Colmatación de un *graben*

- Aplicar sobre el graben generado, arena de color diferente (aún no utilizada), procurando dejar visibles los bordes de la fosa.
- Fotografiar, grabar, marcar en el recipiente o dibujar (a escala) en papel vegetal, las estructuras, que servirán posteriormente de referencia.
- Aplicar, a continuación, una fuerza distensiva en las varillas de las placas en L.
- Volver a llenar la depresión producida con arena de otro color.
- Repetir los pasos A12 y A13 hasta donde se quiera (o sea posible).
- Fotografiar, grabar, marcar en el recipiente o dibujar (a escala) en papel vegetal, las estructuras producidas.



Formación de dos *grabens*.

Formación de una falla de desgarre horizontal

Sección: Fecha:/...../2022 Duración: 45 min.

Docente: Nélide Tantavilca Martínez

Instrucciones

Leer y escuchar las indicaciones del docente para realizar el experimento.

I. Objetivo

Identificar las fallas geológicas.

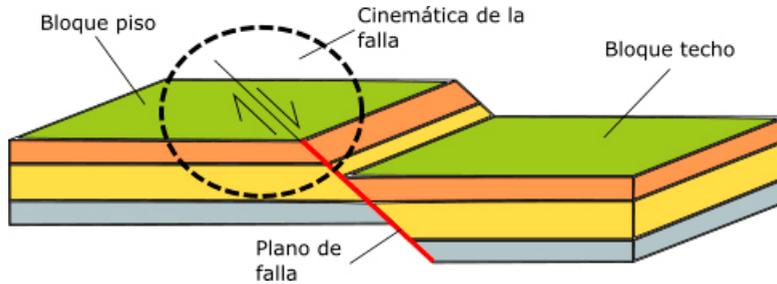
II. Fundamento teórico

Las fuerzas terrestres actúan sobre la zona de falla. Por ello, los bloques rocosos a ambos lados de ella tienden a desplazarse. Esto dicho como el plano de la fractura no es liso ni está lubricado para que los bloques resbalen suavemente, sus asperidades (protuberancias) frenan el movimiento, lo que genera una acumulación importante de energía en el sitio. En determinado momento, la asperidad no soporta más presión, se rompe, se da un deslizamiento brusco de un bloque a lo largo del plano de la falla y la energía acumulada en el sitio se libera en forma de ondas sísmicas, lo cual, finalmente, genera el temblor.

Partes de la fallas

Una falla geológica va a tener un bloque piso (es el bloque de roca que se mantiene estable), un bloque techo (es el bloque de roca que se desplaza) y un plano de falla (es el plano por donde se desliza el bloque de roca con respecto al otro bloque).

Partes de una falla geológica: bloque techo (el que se mueve), bloque piso (el que se mantiene) y plano de falla.



III. Materiales y equipos

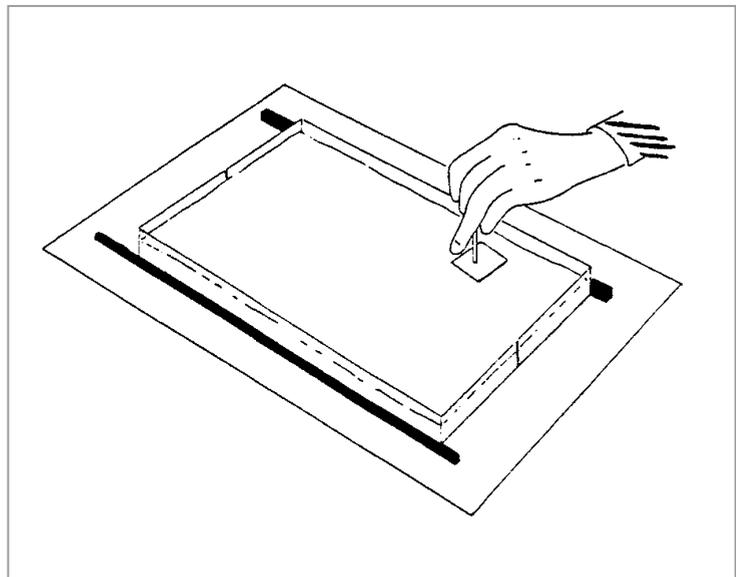
- Un dinamómetro.
- Un recipiente de plástico o de vidrio tipo acuario (vg. 50 cm de largo, 6 cm de alto, 30 cm de ancho, y 0,4 cm de espesor) cortada longitudinalmente por el medio.
- Una placa de plástico transparente (19 cm × 14 cm × 0,4 cm), agujereada a 3 cm de la base, sobre la cual se adaptará una varilla rígida (cilíndrica, con Δ 0,5 cm y 19 cm de longitud) de madera o metal. Este conjunto funcionará como un pistón.
- Una placa de madera o plástico (70cm × 50 cm × 1 cm).
- Dos listones de madera (50 cm × 1 cm × 0,5 cm).
- Arena cribada de 4 granulometrías; (a) grano < 60 mesh; (b) 60 < mesh < grano < 25 mesh; c) 25 mesh < grano < 18 mesh; (d) 18 mesh < grano < 14mesh (\pm 1 kg).
- Plastilina.
- Arcilla (\pm 3kg).
- Clavos para madera.
- Una cámara fotográfica.
- Una cámara de video y un trípode.



IV. Procedimiento

1. Trazar sobre la placa de madera, líneas transversales equidistantes a 0,5 cm, de 50 cm de longitud.
2. Clavar longitudinalmente los dos listones, de forma que quede entre ellos el recipiente de plástico (50 cm × 30 cm × 6 cm).
3. Unir las dos mitades del recipiente y colocarlo entre los listones.
4. Depositar varias capas de arena, compactadas con el mazo (figura 16), o una capa espesa (de 2 a 3 cm) de arcilla.

Colocación de capas diferentes de arena, compactadas por un mazo.

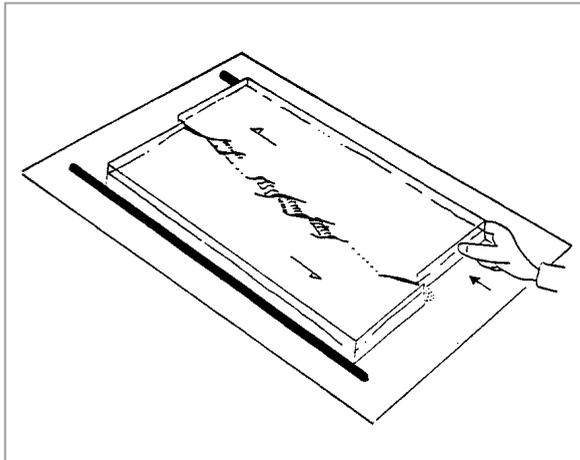


Formación de fallas de desgarre horizontal

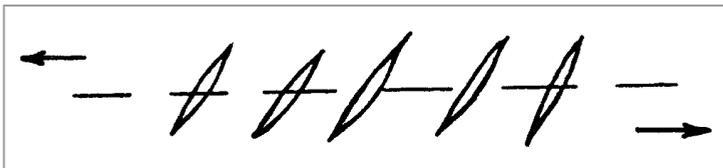
5. Aplicar una compresión horizontal progresiva y gradual en una de las mitades del recipiente, deslizándola lentamente sobre la placa de madera.
6. Fotografiar, grabar, o dibujar (a escala) en papel vegetal las estructuras sucesivamente producidas.



Ejemplo del resultado de una experiencia de desgarre izquierdo.



Al aplicar una compresión horizontal en una de las mitades del recipiente de plástico, surgen pequeñas fracturas, denominadas hendiduras o fisuras de tracción.



La gran falla aparece después de las pequeñas fracturas en escalonada por la unión de una sucesión de rupturas aisladas, torcidas, producidas en cascada.

7. Explicar los comportamientos detectados al aplicar fuerzas de tracción.
8. Comparar los comportamientos observados en dos, con los obtenidos con los materiales usados en las experiencias 3 y 4, en cuanto a la duración de la deformación sufrida.
9. Comentar las siguientes afirmaciones: "En cuanto las presiones exceden el límite de elasticidad de las rocas surge una ruptura en un punto: el foco". "Las fallas resultan siempre de la actuación de tensiones compresivas".



10. Comparar los espesores máximos de los estratos en el estadio inicial y durante los demás momentos, con la formación de cadenas montañosas.
11. Calcular, en porcentaje, los saltos verificados en los estratos, comparando el número de fallas que surgen después del comienzo de la compresión con aquel inmediatamente anterior al estadio final.
12. Comparar las estructuras formadas dentro del recipiente de plástico con un corte simplificado del cabalgamiento de la Carrapateira (orla occidental del Algarve).
13. Descubrir los parámetros que diferencian las experiencias de laboratorio de los fenómenos geológicos.
14. Explicar la inclinación y la disposición de las capas a un lado y otro de la superficie de erosión.
15. Comentar las siguientes afirmaciones: "En los sedimentos, es posible encontrar rocas volcánicas. A menos de 10 km de profundidad, la temperatura de fusión de las rocas podrá ser suficiente para que ocurran incursiones astenosféricas en una zona de adelgazamiento". "A lo largo de las fallas existen fuentes termo minerales gaseosas, consideradas como manifestaciones volcánicas".
16. Explicar el adelgazamiento progresivo de la corteza continental y la separación de los dos márgenes continentales.
17. Relacionar los movimientos compresivos y distensivos con la disposición cronológica de los estratos en un anticlinal y en un sinclinal.
18. En un valle cuyas vertientes presenten 45° de pendiente, aflora un estrato horizontal. El espesor de la capa en el afloramiento es de 4 m. Calcular el espesor del estrato.
19. Indicar si en una falla normal el ángulo formado entre el muro y el plano de falla es mayor o menor de 90° . ¿Y en una falla inversa?



Guía de Práctica 8

Formación de estructuras geológicas

Sección: Fecha:/...../2022 Duración: 45 min.

Docente: Nélide Tantavilca Martínez

Instrucciones

Leer y escuchar las indicaciones del docente para realizar el experimento.

I. Objetivo

Identificar una falla geológica.

II. Fundamento teórico

Las fuerzas terrestres actúan sobre la zona de falla. Por ello, los bloques rocosos a ambos lados de ella tienden a desplazarse. Esto dicho, como el plano de la fractura no es liso ni está lubricado para que los bloques resbalen suavemente, sus asperezas (protuberancias) frenan el movimiento, generando una acumulación importante de energía en el sitio. En determinado momento, la asperezas no soporta más presión, rompe, se da un deslizamiento brusco de un bloque a lo largo del plano de la falla y la energía acumulada en el sitio se libera en forma de ondas sísmicas generando el temblor.

Las fallas de desplazamiento de rumbo son un tipo de falla en la cual el movimiento general es paralelo al rumbo de la superficie de falla y los bloques se desplazan lateralmente uno respecto al otro. Usualmente las evidencias que se buscan en el campo para encontrar estas fallas son filas de árboles desplazados, cauces de ríos desplazados, cercas desplazadas lateralmente, entre otros. Un caso curioso son las ciudades de Los Ángeles y San Francisco en California, Estados Unidos, situadas a uno y



otro lado de la llamada falla San Andrés. San Francisco se mueve hacia el Este mientras que Los Ángeles es desplazada hacia el Oeste, de manera que, conforme pasa el tiempo, las ciudades se acercan una de la otra.

Conservación de los modelos

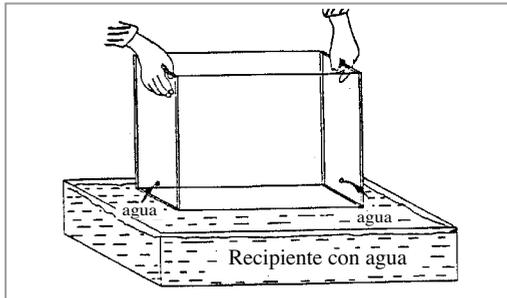
Para conservar el modelo (para estudios o ilustraciones posteriores), podemos añadir cemento y agua a la arena del recipiente, formando argamasa. Sin embargo, este método tiene algunos inconvenientes desagradables:

- a) La manipulación del cemento, para algunas personas, produce reacciones alérgicas, por lo que es necesario una mascarilla para protegernos del polvo.
- b) En cuanto endurece la argamasa, surgen trazos blancos del cemento, habiendo necesidad de envolver todo muy bien con agua, destruyendo obviamente las estructuras.
- c) El tiempo de secado de la argamasa es largo.
- d) El modelo después de seco, difícilmente se presta al aserrado.

Para evitar estos inconvenientes, usamos yeso, menos incómodo en la manipulación, y más fácil de aserrar, aun estando algo húmedo, con ayuda de un vulgar serrucho. A parte de esto, el fino espesor del polvo de yeso y su color blanco, permiten desarrollar estructuras muy precisas. Los procedimientos descritos anteriormente, respecto a la disposición de las capas de arena, deben seguirse con igual cuidado cuando aplicamos yeso. Los colorantes deben usarse en la proporción 4 cucharas de colorante para 1 kg de yeso.

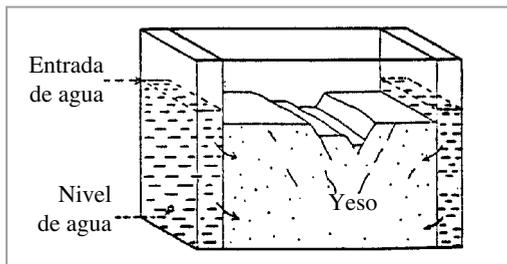
Después de la realización de las diversas experiencias, el recipiente con el modelo se sumerge en otro recipiente mayor, o en una pila con agua, de forma que las dimensiones de estas últimas sean superiores a la del recipiente inicial. El agua se infiltra en el yeso a través de los orificios laterales y basales del recipiente de plástico, expulsando el aire contenido en los poros del modelo.

Inmersión del modelo en yeso en una tina con agua.



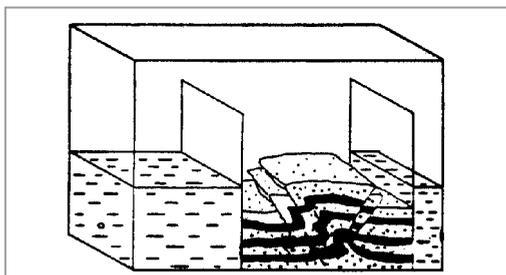
El nivel del agua debe subir gradualmente para evitar la erosión de la superficie por inundación. Debido a las dos placas en forma de L del modelo de las estructuras distensivas, el agua se infiltra fácilmente en el yeso a partir de los lados

Infiltración del agua en el modelo en yeso.



(a) Nivel del agua, (b) entrada del agua, (c) agua y (d) yeso.

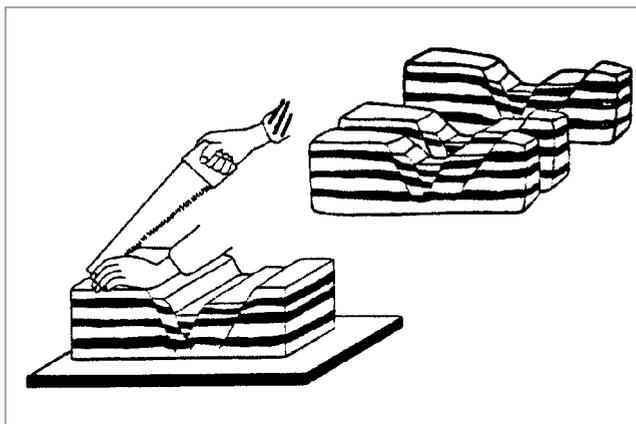
Aplicación de un segundo pistón al modelo de estructuras compresivas, evitando el contacto inicial directo del agua con el yeso.



En el modelo de estructuras compresivas debemos aplicar una segunda placa (un segundo pistón o placa) en el lado opuesto, evitando de esta forma, que el agua al entrar por el orificio del recipiente contacte directamente con el yeso, corriendo el riesgo de causar daños al modelo, aumentando aún el tiempo de inmersión necesario.

El tiempo de inmersión necesario es aproximadamente de 20 minutos. Después de ese tiempo, el recipiente más grande (o la pila) con agua debe vaciarse, o ante la imposibilidad de tal operación, elevar el recipiente que contiene el modelo, emergiendo del agua, dejando secar cerca de dos horas. Una vez seco, el modelo se extrae fácilmente del recipiente que lo contiene. Podemos girar la parte superior del recipiente 180°, para que quede con la abertura para abajo, y por acción de la gravedad, el modelo se desprenderá. El yeso puede después aserrarse fácilmente en bloques paralelos. El aserrado debe ser suave y delicado, sosteniendo los dos bloques con la mano libre. Si el serrucho se clava en el yeso, podemos mojarlo regularmente con agua, facilitando el ejercicio.

Corte en bloques del modelo en yeso.



Guía de Práctica 9

Mecánica de rocas

Sección: Fecha:/...../2022 Duración: 45 min.
Docente: Nélide Tantavilca Martínez

Instrucciones

Leer las indicaciones para realizar la práctica dirigida.

I. Objetivo

Reconocer y utilizar correctamente los materiales y el equipo necesario para Mecánica de roca.

II. Fundamento teórico

Mecánica de rocas es la ciencia teórica, aplicada al comportamiento mecánico de rocas y de macizos rocosos. En geología, es la rama de la mecánica en relación a la respuesta de rasgos litológicos a los campos de fuerzas de su ambiente físico. La mecánica de rocas forma parte de geomecánica, disciplina relativa a las respuestas mecánicas de todos los materiales geológicos, incluidos los suelos.

La finalidad de la mecánica de rocas es observar, conocer y predecir el comportamiento de los materiales rocosos al ser sometidos bajo fuerzas internas y externas que se ejercen sobre ellos, para posteriormente elaborar el diseño adecuado de las estructuras para obras en ingeniería.

La litología y propiedades del macizo rocoso, la estructura geológica y las discontinuidades, el estado de esfuerzos, así como el grado de alteración o meteorización y las condiciones hidrogeológicas a las que está sometido el material son factores geológicos que controlan el comportamiento y propiedades mecánicas de los macizos rocosos.

Conocer la roca permitirá tomar decisiones correctas sobre diferentes aspectos asociados a labores mineras, entre otras, será factible establecer la dirección en la que deben avanzar las excavaciones, el tamaño de estas, el tipo de sostenimiento a utilizar y el momento en que este debe ser instalado. Las limitaciones a las cuales están sometidos los conceptos de mecánica de rocas comprenden la determinación de ciertas propiedades como: la porosidad, permeabilidad, cohesión de partículas, resistencia de la roca a la humedad, a consecuencia de la carencia de instrumentos, cabe mencionar que estas propiedades pueden ser calculadas indirectamente, pero los resultados no son absolutos.

Martillo de Schmidt

El Martillo de Schmidt o por rebote consiste en un pistón de acero que se impulsa por un resorte contra la superficie de la roca a medir. El rebote de este pistón sobre la superficie define un valor adimensional entre dureza y resistencia de la muestra. Este rebote se mide como el cociente entre la velocidad del pistón al impactar la superficie y la velocidad al regresar del golpe sobre la superficie (HR).

Peine de Barton

Dependiendo de la escala se habla de aspereza o de rugosidad propiamente dicha. A pequeña escala (milimétrica o centimétrica), la aspereza de una junta puede ser rugosa, suave o pulida.

A mayor escala (decimétrica o métrica), la rugosidad puede ser plana, ondulada o escalonada. Así, dependiendo del problema, la rugosidad debería calcularse teniendo en cuenta el factor de escala existente entre la muestra y el macizo.



Ver en la siguiente página: muestras de Peine de Barton.

Muestras de peine de Barton.

Descripción	Perfil	J_r	JRC 200mm	JRC 1 m
Rugosa		4	20	11
Suave		3	14	9
Pulida				
	Escalonada	2	11	8
Rugosa		3	14	9
Suave		2	11	8
Pulida				
	Ondulada	1.5	7	6
Rugosa		1.5	2.5	2.3
Suave		1.0	1.5	0.9
Pulida				
	Plana	0.5	0.5	0.4

III. Materiales y equipo

- Equipo para extracción de testigos.
- Equipo cortador y esmerilador de testigos.
- Equipo cortador de bloques.
- Cartilla de colores de rocas.
- Rugosímetro de 30 cm.
- Martillo tipo Jack Leg.
- Peine de Barton.



IV. Procedimiento

Equipo para extraer testigos de diferentes diámetro con protector acrílico grande, protector acrílico mediano, sujetador de núcleos, brazo metálico de presión para bloques, rosca de ajuste (2), varilla delgada metálica, columnas para carga (2).

1. Engrasamos la máquina para poder sacar el testigo de la roca. Equipo de forma cuadrangular con columna de ajuste (2), base tipo V (2), base de apoyo (1), apoyo en L (1), espaciadores (2), Oring.
2. Ajustamos la máquina y pusimos la roca dentro de la máquina.
3. Sacamos el testigo la cual se rompió porque había una fracturación y nos dimos cuenta que el testigo era rugoso y ni liso.

Dependiendo de la escala, se habla de aspereza o de rugosidad propiamente dicha. A pequeña escala (milimétrica o centimétrica), la aspereza de una junta puede ser rugosa, suave o pulida. A mayor escala (decimétrica o métrica), la rugosidad puede ser plana, ondulada o escalonada. Así, dependiendo del problema, la rugosidad debería calcularse teniendo en cuenta el factor de escala existente entre la muestra y el macizo.

4. Con el martillo de SCHMIDT pudimos observar la resistencia de la roca.

Peine de Barton

Dependiendo de la escala se habla de aspereza o de rugosidad propiamente dicha. A pequeña escala (milimétrica o centimétrica), la aspereza de una junta puede ser rugosa, suave o pulida. A mayor escala (decimétrica o métrica), la rugosidad puede ser plana, ondulada o escalonada. Así, dependiendo del problema, la rugosidad debería calcularse teniendo en cuenta el factor de escala existente entre la muestra y el macizo.

5. Y, por último, con el peine de Barton observamos la rugosidad de la roca.

Martillo de Schmidt

El martillo de Schmidt o por rebote consiste en un pistón de acero que se impulsa por un resorte contra la superficie de la roca a medir. El rebote de este pistón sobre la superficie define un valor adimensional entre dureza y resistencia de la muestra. Este rebote se mide como el cociente entre la velocidad del pistón al impactar la superficie y la velocidad al regresar del golpe sobre la superficie (HR).

Trabajo para realizar en el campo

Se ubicará el macizo rocoso luego se procede a realizar el trabajo:

1. Identificar las discontinuidades.
2. Orientación: rumbo y buzamiento.
3. Medir el espaciamiento.
4. Medir la apertura.
5. Relleno.
6. Contacto litológico.
7. Persistencia.
8. Rugosidad.
9. Resistencia.



Debate sobre los problemas en minería

Sección: Fecha:/...../2022 Duración: 45 min.

Docente: Nélida Tantavilca Martínez

Instrucciones

Leer las indicaciones del docente para realizar la práctica.

I. Propósito

Debatir sobre los problemas en minería.

II. Descripción o presentación del caso

Se desea vender una mina en las alturas del Huaytapallana, con vetas de oro, leyes altas, a un precio cómodo favorables para el comprador, donde se describe cada veta. La veta Milagros se ubica en la parte central del sistema con rumbo N 40° W y buzamiento 70°-75° Este; hacia el Este se ramifican las vetas Milagros Centro y Milagros Este (nivel 2600), al Oeste la veta Maricruz, y hacia el sur se ramifica una veta conocida como Milagros Split. La veta Milagros viene a ser el eje principal del sistema siendo esta la de mayor desarrollo y explotación.

Se encuentra emplazado en rocas comúnmente andesitas a dacitas subáreas, sus equivalentes intrusivos sub volcánicos.

Su característica principal es la sílice oquerosa, que es un producto residual de lixiviación ácida.

Esta estructura ha tenido su mayor desarrollo en la charnela de un pliegue en abanico en el nivel 2765 logrando alcanzar una longitud de 800 metros y 440 metros en la vertical desde el nivel 2870 hasta el nivel 2430 (túnel Horizonte), el cual se presume una continuidad estructural en profundidad.

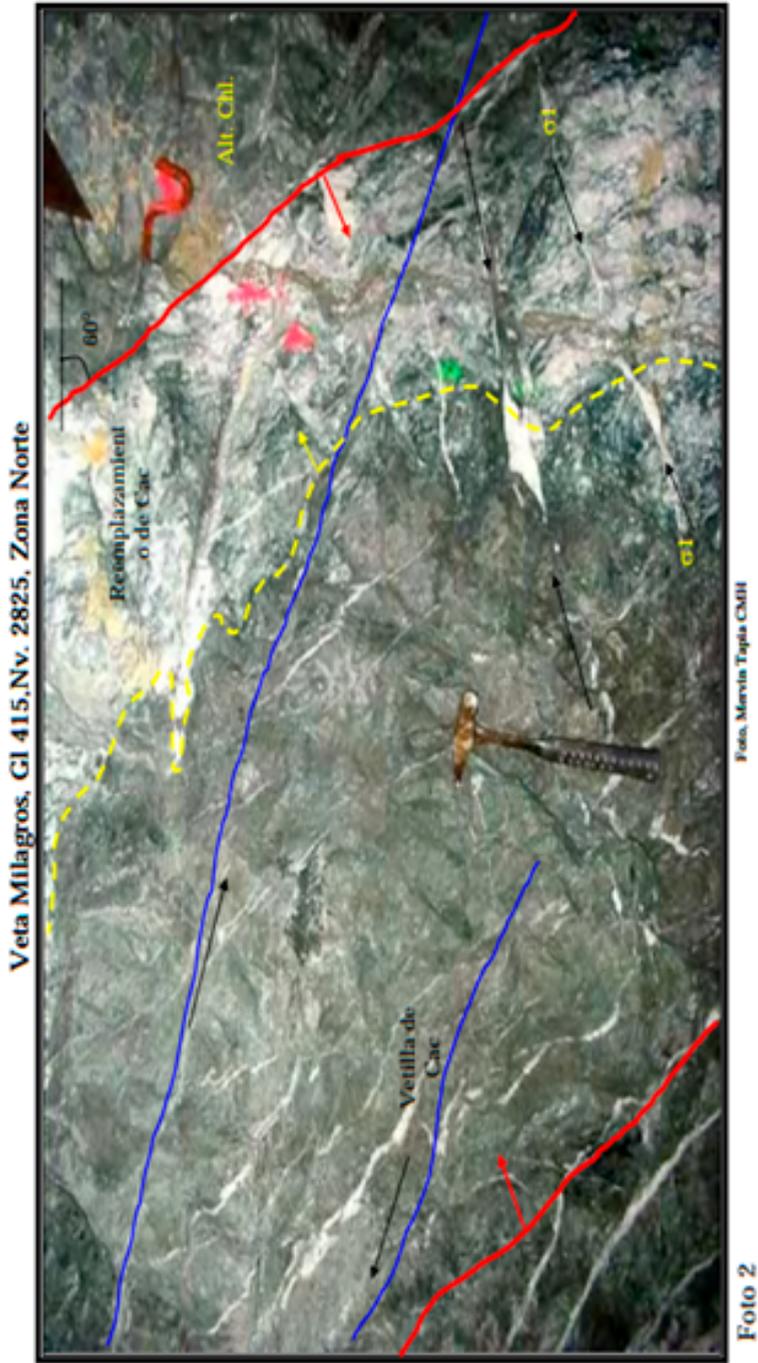
En el nivel 2870 se encuentra la veta Milagros presenta una estructura de 2.5 metros de potencia y leyes mayores a 15 g/tm de Au cuyo buzamiento es contrario a las demás vetas (75° al Oeste), esta se proyecta hasta superficie y que vendría a ser la proyección de la veta Maricruz reconocida en el nivel 2765.

Cabe resaltar que la importancia de este análisis ha permitido la continuación en las exploraciones de Milagros al Norte, la cual en su momento se descartó por la presencia de ramales rellenados de calcita que daba la apariencia de un límite natural.

Pero esta teoría se descarta al corroborar la presencia de una estructura al oeste en el nivel 2825 de cuarzo piritita y enargita, oro, electrum, que en un momento se denominó Milagros Oeste, analizando el ensamble mineralógico, alteración argílica avanzada y silíceo y su correlación estructural en rumbo y buzamiento se determina que es la continuación de la misma Veta Milagros emplazado en rocas subvolcánicas y está limitado por fallas normales.

Ver en las siguientes páginas: veta Milagros.





CORTE DE VETA MILAGROS SUR A LA ALTURA DEL NV 2480

Zona de falla con Py molida
Y fuerte cloritización

Veta masiva, compacta de cuarzo
con pirita en vetillas y en textura
brechada



**ESTE ES EL INTERCEPTO MINERALIZADO DE MAYOR PROFUNDIDAD DEL SISTEMA
A LA ALTURA DEL NIVEL BALCÓN (2430) POR LO TANTO LA MINERALIZACIÓN ES PERSISTENTE A LO LARGO
DEL YACIMIENTO**



III. Consignas o preguntas reflexivas o actividades de resolución

a) ¿Cuál sería tu análisis e interpretación de la lectura?

b) ¿Cuáles son las estructuras que se encuentra en el yacimiento?

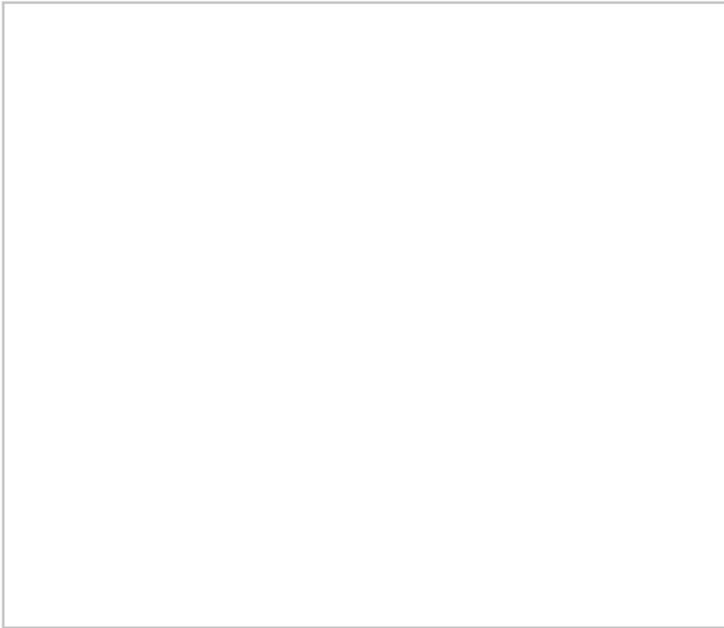
c) ¿Cuáles son las características del yacimiento?

d) ¿Compraría la mina?, ¿por qué?

e) ¿Cuáles son las estructuras geológicas favorables para la deposición del fluido mineralizante?



f) Grafica el yacimiento



g) ¿Qué tipo de yacimiento es?

h) ¿Cuál es la roca huésped donde se encuentra el yacimiento?, explica.

IV. Conclusión

Sustentar las soluciones.



Bibliografía

- Bonito, J (1996). *As atividades práticas no ensino das geociências. Contributos para o ensino das deformações das rochas no ensino secundário*. [Tesis de maestría]. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- Dercourt, J. & Paquet, J. (1986). *Geologia: objectos e métodos*. Coimbra (Portugal): Livraria Almedina. (Trabajo original en francés publicado en 1981)
- Hodson, D. (1985). Philosophy of science, science and science education. *Studies in Science Education*, 12, 25-57.
- Jacobson, W. & Bergman, A. (1991). *Science for children: a book for teachers*. (3rd ed.). Prentice Hall.
- Lucas, A. & García-Rodeja, I. (1989). Contra las interpretaciones simplistas de los resultados de los experimentos realizados en aula. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), 11-16.
- Mattauer, M. (1973). *Les déformations des matériaux de l'écorce terrestre*. París: Hemann.
- Melendez, B. y Fuster, J. (1991). *Geología*. (5.ª ed.). Madrid: Editorial Paraninfo.
- Price, N. y Cosgrove, J. (1990). *Analysis of geological structures*. Cambridge University Press.
- Sousa, M. (1985). *A deformação das rochas*. *Geonovas*, 8/9, 17-30.
- Strahler, A. N. (1992). *Geología física*. Barcelona: Ediciones Omega. (Trabajo original en inglés).
- Park, C. y Macdiarmid, R. (1981). *Yacimientos minerales*. Omega
- Tumialán, P. (2003). *Compendio de yacimientos minerales del Perú*. INGEMMET. <https://cutt.ly/NYMVzOR>

