

# GROUND RULES



GEOLOGÍA



**GEOLOGÍA**  
EDAD 11 A 13

# INTRODUCCIÓN

A medida que crece la demanda de minerales extraídos, todos, desde los estudiantes a los mineros, los gobiernos y las corporaciones mundiales, deben comprender cómo trabajar en conjunto para satisfacer esas necesidades y, al mismo tiempo, proteger el mundo donde vivimos.

*Reglas del terreno: Minería adecuada para un futuro sustentable* es un documental producido por Caterpillar y Science North. Sigue el desarrollo de minas nuevas y en funcionamiento a medida que geólogos, ingenieros y administradores de minas abordan problemas complejos. La película utiliza las experiencias y los logros de sitios de minas modernos para ilustrar conceptos creativos y principales del desarrollo sostenible y la responsabilidad social.

Science North desarrolló este conjunto de planes de clases encargado por Caterpillar para complementar la película *Reglas del terreno*. Estos planes son una herramienta para que los docentes examinen aún más los temas y conceptos presentados en la película mediante una serie de actividades “interactivas” en el aula. Les presenta a los estudiantes las diversas fases involucradas en la minería, los diferentes tipos de minas, cómo se procesan los minerales, cómo se forman los depósitos de minerales, cómo las minas modernas pueden funcionar de manera segura y sostenible, y por qué los minerales son importantes en nuestra vida cotidiana. Este material también les presenta a los estudiantes una amplia variedad de profesiones mineras.

Los planes de clases se diseñaron para complementar de manera general los objetivos del plan de estudio para Estados Unidos, Canadá y Australia. Sin embargo, los planes de clases no son específicos de una región y los docentes pueden utilizarlos en todo el mundo. Todos los planes de clases tienen un vínculo estrecho con el plan de estudio de ciencias de la tierra, pero muchas de las actividades incorporan vínculos adicionales con matemática, química, administración de datos, trazado, estudios ambientales, electricidad, magnetismo y solución de problemas. Los planes de clases pueden adaptarse fácilmente para lograr los objetivos específicos de los planes de estudio locales.

En cada plan de clase, se encuentra una sección de introducción que proporciona la referencia adecuada por capítulo de la película y describe los conceptos clave de la clase. Luego, se describen una o dos actividades paso por paso. Estas actividades incluyen experimentos, demostraciones, juegos, actividades de construcción y proyectos de investigación. Los planes de clases finalizan con una sección de análisis que proporciona los posibles temas de seguimiento y preguntas para debatir en clase. Cada plan de clase también incluye vínculos con el plan de estudio, una lista de vocabulario, una lista de materiales y un tiempo aproximado para completar cada sección. Se adjuntan hojas de respuesta del docente u hojas de datos, según corresponda.

Los planes de clases están organizados en cinco temas amplios: geología, minería, procesos de minería, procesamiento de minerales, y minerales y la vida cotidiana. Estos planes se subdividen en tres categorías etarias: de 11 a 13 años, de 13 a 15 años y de 15 a 18 años. En muchos casos, se cubren los mismos temas en cada categoría etaria. Sin embargo, los planes de clases para las categorías etarias mayores tienen actividades adicionales, actividades alternativas de acuerdo con la edad o una mayor complejidad.

## Tema: geología

Este tema aborda los conceptos clave de geología que son relevantes en minería. Los estudiantes más jóvenes aprenderán cómo identificar algunos de los minerales más comunes mediante el uso de cinco propiedades. Los estudiantes mayores aprenderán propiedades adicionales de identificación de minerales y cómo utilizar las pruebas de minerales para distinguir entre muestras similares. Los estudiantes más jóvenes aprenderán cómo el proceso de erosión mueve el suelo y la roca, y expone minerales valiosos en los depósitos subyacentes, como el oro o los diamantes. Todos los estudiantes explorarán la estratificación y las estructuras geológicas en la clase de tectónica con plastilina, con una mayor complejidad para cada grupo etario. Los estudiantes descubrirán cómo se forman las rocas sedimentarias y harán sus propias muestras de arenisca, conglomerado y piedra caliza. Los estudiantes mayores también estudiarán la porosidad del suelo, y crearán y medirán el crecimiento de cristales. Los estudiantes de 15 a 18 años de edad explorarán los procesos involucrados en el reciclaje de rocas.

### *Reglas del terreno* - Visualización en línea y recursos de aprendizaje

Como se señaló anteriormente, estos planes de clases están diseñados para utilizarse con *Reglas del terreno: Minería adecuada para un futuro sustentable*. Hay varias opciones disponibles para aplicar la película en su clase:

- **Encargue una copia gratuita de Reglas del terreno en DVD**, que contiene las versiones de la película en inglés, español y francés del sitio web de Caterpillar, <http://www.cat.com/groundrules>.
- **Vea la versión completa de la película en línea** disponible en los idiomas inglés, español y francés, y también en inglés con subtítulos en chino, en <http://www.cat.com/groundrules>.
- **Vea los capítulos individuales de la película** en inglés, español y francés, tal como se hace referencia a ellos en los planes de clases individuales, en nuestro canal de You Tube, <http://youtube.com/catgroundrules>.

El conjunto completo de planes de clases está disponible en <http://www.cat.com/groundrules>, donde se publicará información y actividades adicionales a medida que estén disponibles.

Finalmente, siga las *Reglas del terreno* en línea. Comparta sus experiencias de clases, comentarios e ideas con nosotros. Publique las fotos de sus proyectos y cuéntenos sobre sus logros.

Facebook: <http://tinyurl.com/yzhxrva>

Twitter: <http://twitter.com/catgroundrules>



### **Acerca de Caterpillar**

Durante más de 80 años, Caterpillar Inc. ha construido una infraestructura mundial y, en asociación con su red de distribuidores a nivel mundial, impulsa un cambio positivo y sostenible en cada uno de los continentes. Con ventas e ingresos en 2008 de \$51 324 millones, Caterpillar es el líder en tecnología y el mayor fabricante de equipos de construcción y minería, motores diesel y de gas natural, y turbinas de gas industriales. Para obtener más información, visite [www.cat.com](http://www.cat.com).



### **Acerca de Science North**

Science North, que abrió sus puertas en 1984 y está ubicada en Gran Sudbury, es la atracción turística más popular de Ontario del Norte y un recurso educativo para niños y adultos en toda la provincia de Ontario, Canadá. El poder de atracción de Science North radica en su enfoque único en el aprendizaje. El centro de ciencia ha adquirido reconocimiento mundial debido a su estilo único de educación científica interactiva y experiencias de entretenimiento que involucran a las personas en la relación entre la ciencia y la vida cotidiana.

Las atracciones de Science North incluyen un centro de ciencia, el teatro IMAX®, la galería de mariposas, el salón especial de exhibiciones, el planetario digital y Dinamic Earth (Tierra Dinámica), un segundo centro de ciencia que les ofrece a los visitantes una mirada más de cerca a la minería y a las fuerzas geológicas que le dan forma a la Tierra continuamente. Las mismas filosofías utilizadas para enseñar ciencias a los visitantes en Science North se incorporan en cada exhibición en la Tierra Dinámica, que abrió por primera vez en 2003. Este centro de minería y geología combina experiencias de superficie y subterráneas que les permiten a los visitantes trabajar y jugar con equipos y tecnologías de minería reales. Este centro también alberga al famoso Gran Níquel de Sudbury.

Como agencia del gobierno provincial de Ontario, Science North está supervisada por el Ministerio de Cultura provincial. Puede obtener más información en <http://sciencenorth.ca>.



## DEMOSTRACIÓN DE EROSIÓN

### Descripción

Los estudiantes aprenderán cómo el proceso de erosión mueve la tierra y las rocas, y cómo este proceso expone minerales de valor en los depósitos subyacentes, como el oro o los diamantes.

#### VOCABULARIO:

1. Erosión
2. Gravedad

#### MATERIALES:

- Película *Reglas del terreno*
- Bandeja larga (bandeja para hornear galletas, bandeja para jardín)
- Balde de plástico grande
- Dos vasos de mezcla fina y seca de arena y tierra
- Medio vaso de canto rodado (variedad de formas: planos, redondos, puntiagudos)
- Algunas monedas brillantes
- Agua en una jarra o botella

### Introducción (duración: 15 minutos)

Vea el Capítulo 1 “Exploración” de la película *Reglas del terreno*. Concéntrese en la sección en la que los mineros están cribando sedimentos en un arroyo. Pregunte a los estudiantes por qué los geólogos están buscando metales en el lecho del arroyo. Muchos metales valiosos, como el oro, se descubrieron de esta forma. ¿Por qué? La respuesta es la erosión.

Pregunte a los estudiantes qué significa erosión. La erosión es el proceso mediante el cual el movimiento de la gravedad, el viento, los glaciares y el agua desgastan la superficie de la Tierra (suelo, rocas y minerales). Debido a la erosión, la superficie de la Tierra cambia constantemente. Se mueven los materiales y así se exponen materiales previamente enterrados. A veces, estos materiales son minerales valiosos, como el oro o los diamantes.

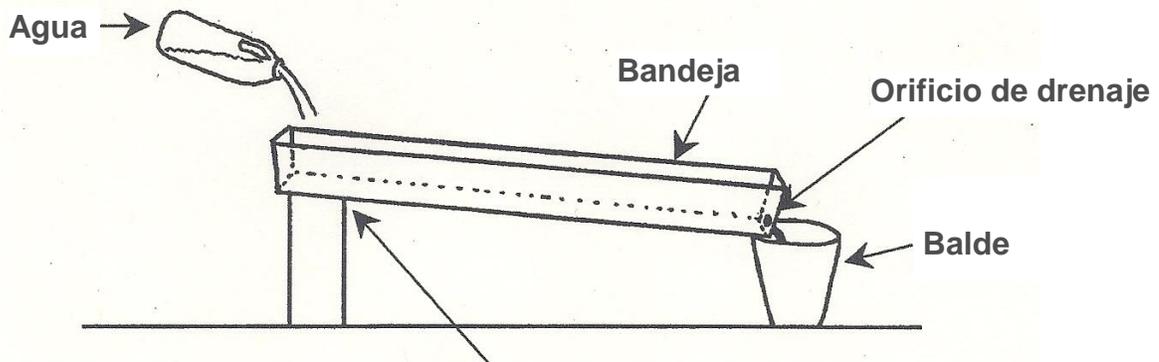
Explique que los estudiantes construirán un modelo de un lecho de arroyo que contendrá algo de oro valioso (representado por las monedas). Simularán el proceso de erosión al agregar agua corriente al lecho del arroyo.

Haga que los estudiantes elaboren hipótesis sobre lo que ocurrirá durante la demostración. ¿Qué materiales se desplazarán de la bandeja hacia el balde? ¿Por qué? ¿Qué materiales se quedarán en su lugar? ¿El tamaño y la forma del canto rodado afecta su reacción frente al movimiento del agua?



## Actividad (duración: 15 minutos)

1. Asegúrese de que la bandeja sea hermética. Haga un orificio grande en un extremo para que el agua y los materiales asociados puedan fluir libremente a través del orificio.
2. Coloque la bandeja a un ángulo de aproximadamente 20°.
3. Coloque el balde debajo del orificio de drenaje para atrapar lo que se derrame.
4. Observe los diferentes tamaños y formas del canto rodado. El tamaño y la forma tendrán un efecto sobre cómo reaccionan a la erosión.
5. Mezcle el canto rodado y las monedas en la mezcla de tierra y arena.
6. Extienda toda la mezcla sobre el extremo elevado de la bandeja. Esto simula un lecho.
7. Vierta lentamente el agua sobre la mezcla y observe lo que ocurre. Es mejor verter el agua con lentitud y firmeza para simular el agua que fluye a través del arroyo.



**Coloca tierra/arena, canto rodado y algunas monedas en la parte superior de la bandeja.**

## Análisis (duración: 15 minutos)

Revise las hipótesis que los estudiantes elaboraron antes de la demostración y hable sobre las observaciones que hicieron durante el experimento.

El agua se movió desde la elevación alta hacia la elevación baja debido a la gravedad. A medida que el agua se movió, transportó arena y canto rodado. Estos chocaron el uno contra el otro. En la vida real, la arena y el canto rodado se chocarían entre sí y contra el basamento. Esto produce erosión, lo que afecta al canto rodado, las rocas, el sedimento y el basamento.

El agua levanta y transporta los materiales más livianos. Las monedas de cobre son más pesadas, y no es tan fácil que las mueva el agua. El oro y los diamantes también son minerales mucho más pesados. Por eso, el flujo del agua no los transporta con facilidad. Cuando el sedimento se desliza, los minerales pesados quedan al descubierto. Así fue como se hizo el primer descubrimiento del oro.

Visite [cat.com/groundrules](http://cat.com/groundrules) para obtener más información, proporcionar comentarios y ver la película *Reglas del terreno* en línea o solicitar una copia de *Reglas del terreno* en DVD.



## ELABORACIÓN DE ARENISCA, CONGLOMERADO Y CALIZA

### Descripción

Los estudiantes explorarán los procesos que forman las rocas sedimentarias y modelarán diferentes clases de rocas sedimentarias.

#### VOCABULARIO:

1. Clasificación
2. Rocas sedimentarias
3. Arenisca
4. Conglomerado
5. Caliza
6. Tamaño de grano

#### MATERIALES:

- Arena seca
- Solución para cementación (2 partes de agua, 1 parte de sal de Epsom)
- Vasos pequeños de papel y 2 cajas de zapatos
- Varillas para mezclar
- Bolsas de basura y bolsas para emparedado
- Cemento seco
- Agua
- Rocas pequeñas y pedazos de conchas
- Yeso seco
- Lupas
- Muestras de diferentes tipos de rocas sedimentarias y algunas rocas ígneas o metamórficas

### Introducción (duración: 15 minutos)

Muestre una variedad de distintos tipos de rocas sedimentarias (y una o dos rocas ígneas o metamórficas) a la clase. Pregunte a los estudiantes qué clase de rocas son. ¿Son todas del mismo tipo? Pídales que encuentren una o dos rocas que sean diferentes a las demás. Hable sobre las diferencias entre las rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas.

Haga que los estudiantes observen las rocas sedimentarias. Explique que además de las tres clasificaciones de rocas más importantes, también hay formas de clasificar o agrupar tipos de rocas sedimentarias.

Explique que en esta actividad, elaborarán tres tipos diferentes de rocas sedimentarias. También explorarán las formas en las que se pueden clasificar las rocas sedimentarias.



## Actividad I (duración: 30 minutos + 30 minutos unos días más tarde)

El objetivo de esta actividad es hacer una pieza de arenisca, conglomerado y caliza.

### Arenisca:

1. Llene la mitad de un vaso pequeño de papel con arena.
2. Agregue lentamente la solución de cementación hasta que la arena esté completamente húmeda, pero sin que se concentre el agua en un lugar.
3. Coloque la arenisca en un lugar cálido hasta que la parte superior esté seca (durante una noche).
4. Al día siguiente, dé vuelta el vaso sobre una servilleta de papel. Con cuidado, quite el vaso. Todavía estará húmeda, pero debería estar lo suficientemente seca como para que mantenga la forma. No toque la arenisca hasta que esté seca por completo (aproximadamente de 2 a 3 días).

### Conglomerado:

1. Forre una caja de zapatos con la bolsa de plástico para basura.
2. Añada un vaso de cemento seco, un vaso de arena seca y un vaso de agua fría. Mezcle rigurosamente con una varilla.
3. Añada varias rocas a la mezcla y mezcle rigurosamente.
4. Vierta en vasos pequeños forrados con bolsas para emparedados, uno por cada estudiante.
5. Coloque los vasos en un área cálida para que se seque (aproximadamente de 2 a 3 días).

### Caliza:

1. Forre una caja de zapatos con la bolsa de plástico para basura.
2. Añada yeso y agua. Mezcle rigurosamente con una varilla.
3. Agregue las conchas y mézclelas con el yeso.
4. Vierta en vasos pequeños, uno por cada estudiante.
5. Coloque los vasos en un área cálida para que se seque (aproximadamente de 2 a 3 días).

### Seguimiento (2 a 3 días más tarde):

1. Los estudiantes deben quitar el conglomerado y la caliza de los vasos. Deben colocar la arenisca, el conglomerado y la caliza en una fila frente a ellos.
2. Haga una tabla de datos con tres columnas, una para cada tipo de roca. Cada estudiante debe examinar sus muestras con una lupa, y comparar y contrastar las propiedades de los tres tipos de roca. ¿Cuáles son las semejanzas? ¿Cuáles son las diferencias?
3. Dibuje un diagrama tipo borrador de cada muestra de roca.

## Actividad II (duración: 15 minutos)

El objetivo de esta actividad es aprender sobre el sistema de clasificación de las rocas sedimentarias.

1. Divida la clase en equipos de 3 o 4 estudiantes.
2. Entregue a cada equipo varias muestras de diferentes tipos de rocas sedimentarias.
3. Pida a cada equipo que clasifique las rocas sedimentarias en grupos solo según la observación visual y la manipulación de las rocas. Pueden agruparlas de la forma que les parezca que tiene sentido. Pida a cada grupo que explique cómo clasificaron las rocas en grupos. ¿Cuál fue la base de la clasificación? (p. ej., color, tamaño, composición, peso).
4. Luego, pida a cada grupo que clasifique las rocas sedimentarias según el tamaño de grano. Pueden examinar los tipos de roca con una lupa para llevar esto a cabo.

## Análisis (duración: 30 minutos)

### Actividad I:

Hable sobre las observaciones que hicieron los estudiantes. ¿Qué propiedades fueron diferentes entre los tipos de roca? ¿Qué propiedades fueron iguales? Explique que, por lo general, los tipos de rocas sedimentarias se clasifican según el tamaño de grano y la composición.

La arenisca es una roca de grano mediano, con granos de tamaños que varían de 1/16 mm a 2 mm de diámetro. Se forma mediante la cementación de granos de arena.

El conglomerado es una roca sedimentaria de grano grueso, con diámetros de grano superiores a los 2 mm. Se forma mediante la cementación de trozos redondos de grava.

¿De dónde proviene el “cemento” en la naturaleza? Las soluciones de minerales disueltos, como el carbonato de calcio, pueden cementar partículas. En el experimento de la arenisca, la sal de Epsom (un tipo de mineral) ocupó el lugar de los depósitos minerales que se encuentran en el agua y que unen el sedimento.

Pregunte a los estudiantes qué diferencia tiene la caliza en comparación con la arenisca y el conglomerado. La caliza no se forma como las otras rocas sedimentarias porque no se cementa. Se une químicamente. Por esta razón, la caliza no se forma en capas. ¿Por qué la muestra de caliza contiene conchas? Explique que la caliza se forma en ambientes acuosos. A menudo se encuentra en aguas cálidas de mar y es un tipo común de roca para encontrar fósiles.

### Actividad II:

Explique que los geólogos clasifican las rocas sedimentarias según el tamaño del grano. Por lo general, se usan las siguientes clasificaciones: lutita, arenisca, conglomerado, grava, carbón, caliza, till y mantillo.

Visite [cat.com/groundrules](http://cat.com/groundrules) para obtener más información, proporcionar comentarios y ver la película *Reglas del terreno* en línea o solicitar una copia de *Reglas del terreno* en DVD.



## IDENTIFICACIÓN DE MINERALES

### Descripción

Los estudiantes explorarán algunas de las propiedades físicas de los minerales y cómo estas pueden usarse para identificar minerales.

#### VOCABULARIO:

1. Mineral
2. Inorgánico
3. Cristal
4. Elemento
5. Dureza
6. Veta
7. Magnetismo

#### MATERIALES:

- Película *Reglas del terreno*
- Respuestas de identificación de minerales (proporcionada)
- Tabla de identificación de minerales (proporcionada)
- 5 muestras numeradas de minerales (buena calidad)
- Algunos minerales diferentes para usar para demostraciones
- Lupas
- Placas de vetas
- Monedas de cobre
- Limas de acero o clavos
- Imanes
- Portaobjetos de vidrio para microscopio

### Introducción (duración: 20 minutos)

Pregunte a los estudiantes qué es un mineral. Los minerales son sustancias sólidas e inorgánicas que se generan naturalmente, y tienen estructuras y composiciones químicas específicas. Los minerales están presentes en rocas y pueden extraerse mediante la minería para fabricar todas las cosas que usamos en nuestras vidas cotidianas.

Vea el Capítulo 3 “Minería y el mundo moderno” de la película *Reglas del terreno*. Hable sobre la importancia de los minerales en nuestras vidas cotidianas.

Pregunte a los estudiantes si saben cómo diferenciar un mineral específico de otro mineral. Puede distinguir minerales al buscar ciertas propiedades. Debido a que cada mineral es único en cuanto a la composición química y la estructura, cada uno tiene su propio conjunto de propiedades físicas, ópticas y estructurales, que ayudan a diferenciarlo. La química hace referencia a las unidades estructurales o elementos básicos que conforman el mineral. Las propiedades ópticas hacen referencia a la apariencia del mineral y lo que ocurre cuando brilla. Las propiedades físicas como la dureza y la veta pueden analizarse con facilidad.



Hable sobre algunas de las propiedades comunes de los minerales que pueden analizarse para identificar un mineral. Estas son el color, el brillo, la veta, la dureza y el magnetismo.

El color es a menudo la primera propiedad que se nota de un mineral, pero quizás no sea la característica que pueda proporcionar un buen diagnóstico. A menudo, el color puede ser engañoso debido a que algunos minerales tienen una variedad de colores. Por eso, se debe aplicar en conjunto con otras características.

El brillo es una descripción de la forma en la que la superficie de un mineral refleja la luz. La distinción más fácil de hacer es si el mineral tiene un brillo metálico o no metálico. Los minerales metálicos tienen un brillo parecido al del papel de aluminio o las joyas. Los minerales no metálicos pueden ser opacos o brillantes, pero no tienen una apariencia metálica. Explique que los minerales no metálicos pueden describirse en más detalle según el tipo de superficie que tienen, pero que no entra en el alcance de esta actividad. Use un par de muestras para exponer las diferencias entre el brillo metálico y no metálico (no use las muestras que se usarán en la actividad).

La veta es el color de las partículas de polvo que quedan cuando se raspa un mineral contra una superficie abrasiva. El color de la veta es más confiable que el color de la superficie como un indicador. El color de la veta es constante, pero el color de la superficie puede variar. Demuestre cómo vetear un mineral y haga que la clase le diga qué color observa.

La dureza es una medida de la resistencia del mineral a los rayones o la abrasión. Se mide mediante la Escala de dureza de Mohs. Esta es una escala que mide la dureza de los minerales en relación con cada uno. La escala varía de 1 a 10, donde 1 es el más blando y 10 el más duro. Un mineral debe poder rayar cualquier mineral con un número de dureza inferior, y un mineral o material con un número de dureza mayor debe poder rayarlo. Las siguientes herramientas simples con valores conocidos de dureza pueden usarse para determinar la dureza de un mineral:

- Uña: dureza de 2 a 3
- Moneda de cobre: dureza de 4 a 5
- Lima de acero/clavo: dureza de 5 a 6
- Vidrio: dureza de 5 a 6

Demuestre cómo determinar la dureza de una muestra de mineral.

El magnetismo identifica minerales específicos ricos en hierro. Solo algunos minerales como la magnetita o la pirrotita son magnéticos.

Explique que estas son solo algunas de las propiedades que se usan para identificar minerales. Los geólogos usan muchas más propiedades para identificar un mineral definitivamente.

## Actividad (duración: 50 minutos)

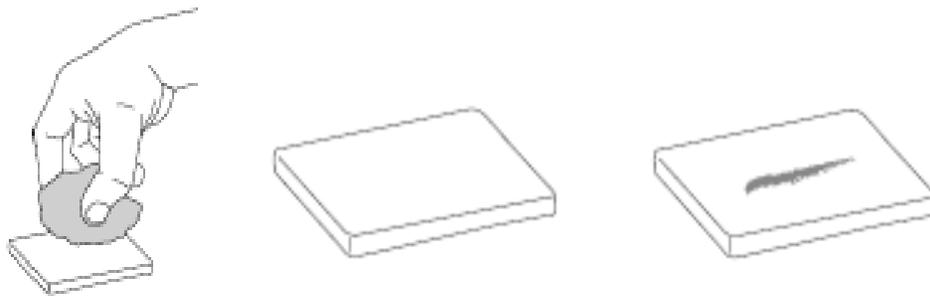
El objetivo de esta actividad es identificar 5 muestras de minerales mediante el análisis de cinco propiedades comunes.

### Preparación:

1. Elija 5 especímenes de minerales de alta calidad que pueden identificarse con facilidad según el color, el brillo, la veta, la dureza y el magnetismo. Algunas muestras buenas de minerales para usar son las siguientes: magnetita, hematita, talco (esteatita), cuarzo, chalcopirita, pirita, feldespato.
2. Use las respuestas de identificación de minerales proporcionadas para elaborar su propia respuesta de identificación de minerales que contenga solo los 5 minerales que se evaluarán.
3. Prepare cinco estaciones de identificación de minerales. Cada estación debe tener un mineral con número, una tabla de identificación de minerales (para registrar las respuestas), una placa para vetas, una lupa, herramientas de dureza y un imán.
4. Divida la clase en cinco grupos. Debe haber un grupo por estación al inicio.
5. Cada grupo tendrá 10 minutos para determinar las propiedades de los minerales de la muestra en la primera estación. Luego los grupos rotarán a la siguiente estación y harán lo mismo con el siguiente mineral, y así sucesivamente. La actividad se da por finalizada cuando todos los grupos hayan visitado cada estación.

### Actividad:

1. **Color:** observe el mineral y decida qué colores están presentes en la superficie del mineral. Escriba los colores en el espacio apropiado en la tabla de identificación de minerales.
2. **Brillo:** observe cómo el mineral refleja la luz. Determine si el mineral tiene un brillo metálico o no metálico. ¿Brilla cuando la luz se refleja en la superficie (como papel de aluminio)? ¿Parece metal? Si la respuesta es sí, entonces tiene un brillo metálico. Si es opaco o brillante, pero no como un metal, entonces tiene un brillo no metálico.
3. **Veta:** sostenga la placa para vetas en la mesa con una mano. Agarre el mineral con la otra mano, presiónelo firmemente contra la placa de la veta y empújelo hacia usted para hacer una veta como se muestra a continuación. Si lo presiona débilmente, no se veteará correctamente. Registre el color de la veta en la casilla de vetas de la tabla de identificación de minerales. Si no se puede ver una veta en la placa para vetas, registre "ninguna". Pruebe un par de superficies diferentes del mineral para hacer una veta.



4. **Dureza:** lleve a cabo una serie de pruebas con las herramientas de dureza para identificar la gama de dureza del mineral. Empiece con la herramienta más blanda, la uña, y continúe hasta llegar al vidrio. Cada vez, evalúe si el mineral es más duro o más blando que la herramienta de dureza. Si la herramienta de dureza raya el mineral, el mineral es más blando que esa herramienta. Si el mineral raya la herramienta de dureza, es más duro que la herramienta. Quizás tenga que usar una lupa para ver el rayón. Los rayones reales no se quitan al pasar el dedo. Busque los valores de dureza de las herramientas de dureza (identificados en la introducción) y registre si la dureza del mineral es superior o inferior a esos valores en la tabla de identificación de minerales.
  - a. **Prueba de la uña:** trate de rayar el mineral con la uña. Si la uña raya el mineral, busque la dureza de una uña en la escala de dureza y registre que la dureza del mineral es inferior a ese número en la casilla de la tabla de identificación de minerales; continúe con el paso 7. Si la uña no raya el mineral, vaya al apartado b.
  - b. **Prueba de la moneda:** intente rayar una moneda de cobre con el mineral. Si no se raya la moneda, esta es más dura que el mineral. Busque la dureza de una moneda de cobre en la escala de dureza y registre que la dureza del mineral es inferior a ese número en la casilla de la tabla de identificación de minerales; continúe con el paso 7. Si el mineral raya la moneda, vaya al apartado c.
  - c. **Prueba de la lima de acero o el clavo:** intente rayar una lima de acero o clavo con el mineral, O BIEN intente rayar el mineral con la lima o el clavo. Si el mineral no raya la lima o el clavo, O BIEN si la lima o el clavo raya el mineral, el mineral es más blando que el acero. Busque el número de dureza de la lima de acero o el clavo en la escala y registre que la dureza del mineral es inferior a ese número; continúe con el paso 7. Si el mineral es más duro que la lima de acero o el clavo, vaya al apartado d.
  - d. **Prueba del vidrio:** intente rayar un portaobjetos de vidrio para microscopio con el mineral. Si el mineral raya el vidrio, registre que el mineral es más duro que el vidrio. Si el mineral no raya la placa de vidrio, registre que su dureza es inferior a la dureza del vidrio.
5. **Magnetismo:** sostenga un imán cerca del mineral. Si el imán se mueve hacia el mineral, escriba “sí” en la casilla “magnético” en la tabla de identificación de minerales. Si no, escriba “no”.
6. Vaya a la siguiente estación y repita los pasos 1 a 5. Continúe hasta que se hayan analizado los cinco minerales.
7. Compare los resultados de las pruebas con las respuestas de identificación de minerales y trate de identificar los cinco tipos de minerales.

## Análisis (duración: 20 minutos)

Revise las respuestas con la clase y vea cuántos especímenes determinó correctamente cada grupo. Si hubo algunos especímenes que fueron difíciles de determinar, compare los resultados de las pruebas con las respuestas de identificación de minerales, vea qué propiedades se identificaron incorrectamente y vuelva a analizar esas propiedades.

¿Qué propiedades fueron las más útiles para identificar cada espécimen de mineral? ¿Qué propiedad fue la menos útil? ¿Qué mineral fue el más fácil de identificar?

Vea el Capítulo 3 de la película *Reglas del terreno* otra vez. Use la película para hacer una lista de los objetos que se fabricaron con los minerales que identificó en esta actividad.

Visite [cat.com/groundrules](http://cat.com/groundrules) para obtener más información, proporcionar comentarios y ver la película *Reglas del terreno* en línea o solicitar una copia de *Reglas del terreno* en DVD.

© 2009 Caterpillar Inc.

## Respuestas de identificación de minerales (algunos minerales comunes)

Mineral	Color	Brillo	Veta	Dureza	Magnético
Bauxita	rojo, marrón, amarillo	no metálico	marrón claro, blanco	1-3	no
Calcita	varía <sup>(1)</sup>	no metálico	blanco	2.5-3	no
Chalcopyrita	amarillo dorado	metálico	negro verdoso	4	no
Dolomita	varía <sup>(2)</sup>	no metálico	blanco	3.5-4	no
Feldespato	varía <sup>(3)</sup>	no metálico	blanco	6	no
Fluorita	varía <sup>(4)</sup>	no metálico	blanco	4	no
Granate	blanco a gris oscuro, rojo	no metálico	ninguna	6.5	no
Hematita	marrón rojizo, gris, negro	metálico	marrón rojizo	5-6 <sup>(6)</sup>	no
Hornblenda	verde oscuro, negro	no metálico	ninguna	5-6	no
Magnetita	negro	metálico	negro	6	sí
Pirita	amarillo dorado	metálico	negro verdoso	6	no
Pirrotita	amarillo dorado	metálico	gris oscuro, negro	3.5-4.5	sí
Cuarzo	varía <sup>(5)</sup>	no metálico	blanco	7	no
Talco	gris, blanco	no metálico	blanco	1	no

- (1) blanco, incoloro, marrón, negro verdusco  
 (2) blanco, incoloro, rosa, marrón, gris  
 (3) rosa, gris, blanco, rojo, verde, azul, incoloro, negro  
 (4) blanco, incoloro, púrpura, rosa, amarillo, marrón  
 (5) verde claro, púrpura, amarillo, incoloro  
 (6) puede parecer más blando

Tabla de identificación de minerales

Propiedad	Número de muestra				
	1	2	3	4	5
Color					
Brillo					
Veta					
Dureza					
Magnético					
Tipo de mineral					



## TECTÓNICA CON PLASTILINA

### Descripción

Los estudiantes explorarán estructuras geológicas, entre ellas los estratos horizontales, los anticlinales, los sinclinales y las fallas. Obtendrán conocimiento sobre el orden en el que se depositan las capas de roca. Desarrollarán habilidades para dibujar mapas y cortes transversales a escala.

#### VOCABULARIO:

1. Estrato
2. Cañón
3. Erosión
4. Pliegue
5. Sinclinal, anticlinal
6. Falla (normal, inversa)
7. Columna estratigráfica
8. Corte transversal

#### MATERIALES:

- Película *Reglas del terreno*
- Plastilina (4 colores)
- Papel encerado
- Cuchillos de plástico
- Lápices de colores (que coincidan con los colores de la plastilina)
- Reglas
- Palos de amasar
- Hoja de columna estratigráfica (proporcionada)
- Optativo: fotografías del Gran Cañón y estructuras de rocas con pliegues/fallas

### Introducción (duración: 15 minutos)

Pregunte a los estudiantes si alguna vez vieron un corte de roca (el lugar en el que se hizo explotar la roca o se cortó para que se vea el perfil vertical). ¿Qué notaron?

Hable sobre cómo se depositan las capas de roca. La capa más antigua se deposita primero y la más joven se deposita arriba de todo. Las capas se denominan estratos. Los depósitos minerales pueden encontrarse en una o más capas de roca. Si hay capas de roca encima del depósito mineral, deben quitarse antes de poder extraer los minerales. A veces las capas suprayacentes se denominan destape. Este material debe apilarse mientras la mina está en funcionamiento. Cuando se finalizó la extracción, el material se esparce sobre la tierra de nuevo durante la fase de recuperación.

Vea el Capítulo 4 “Retos de ingeniería” de la película *Reglas del terreno*. Concéntrese en la operación de minería a cielo abierto (mina Grasberg) en la cima de la montaña. Pregunte a los estudiantes si saben cómo se forman las montañas. Hable sobre el proceso de pliegue. ¿Cómo llegó el cuerpo mineral a la cima de la montaña? ¿El cuerpo mineral es más joven o más antiguo que la roca en la base de la montaña?

¿Cómo hicieron los mineros para acceder a las capas de depósitos minerales? Hable brevemente sobre el proceso de minería a cielo abierto.



## Actividad (duración: 60 minutos)

El objetivo de esta actividad es modelar una variedad de estructuras geológicas y preparar mapas y cortes transversales a escala.

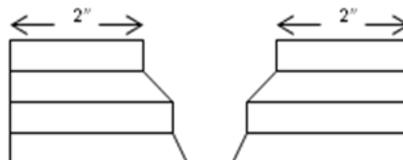
### Estratos horizontales:

1. Estire una hoja de papel encerado (al menos 5" por 10") sobre la mesa.
2. Elija un color de plastilina. Quite aproximadamente 2/3 de la plastilina del recipiente y colóquela sobre el papel encerado. Extienda la plastilina para formar un rectángulo que tenga un espesor de aproximadamente 1/4" y aproximadamente 3" de ancho por 6" de largo.
3. Repita el proceso con los otros tres colores de plastilina.
4. Apile las capas cuidadosamente, una arriba de la otra, y recorte la plastilina para que los bordes queden parejos.
5. Gire el modelo para que el lado de 6" quede frente a usted. Mantenga el modelo en esta orientación en todo momento.
6. Con los lápices de colores, llene los cuadrados en la hoja de columna estratigráfica. Las casillas coloreadas deben coincidir con los colores en el modelo de estratos, con la capa más antigua en la parte inferior y la capa más joven en la parte superior.
7. Dibuje un diagrama de corte transversal del lado de 6" del modelo de estratos. Primero dibuje un rectángulo con las mismas dimensiones del modelo. Dibújelo a una escala de 1:1 (es decir, 1" en el papel equivale a 1" en el modelo). Use una regla para dibujar con precisión la profundidad de las capas. Etiquete el estrato más antiguo y el más joven.

### Erosión:

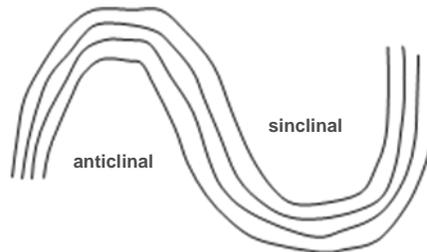
Corte a través de las capas de plastilina para simular la erosión de un cañón, como se explica a continuación:

1. El cañón se colocará en el medio del lado de 6" y se extenderá a lo largo del ancho de 3" del modelo.
2. Con un cuchillo, corte la capa superior verticalmente a 2" de cada extremo. Con cuidado, quite el pedazo de plastilina y déjelo a un costado (no lo aplaste).
3. Corte la 2<sup>da</sup> capa en una pendiente leve en dirección al centro. Con cuidado, quite el pedazo de plastilina y déjelo a un costado.
4. Corte la 3<sup>ra</sup> capa verticalmente. Con cuidado, quite el pedazo de plastilina y déjelo a un costado.
5. Corte la 4<sup>ta</sup> capa en una pendiente leve en dirección al centro. Con cuidado, quite el pedazo de plastilina y déjelo a un costado.
6. Dibuje un mapa de la topografía que ve si mira hacia abajo desde la parte superior del modelo. Use una regla para medir con precisión el ancho de cada capa expuesta en cada extremo del cañón que creó. Etiquete la capa más joven y la más antigua.
7. Dibuje un corte transversal a lo largo del lado de 6" que muestra el cañón. Etiquete la capa más joven y la más antigua.



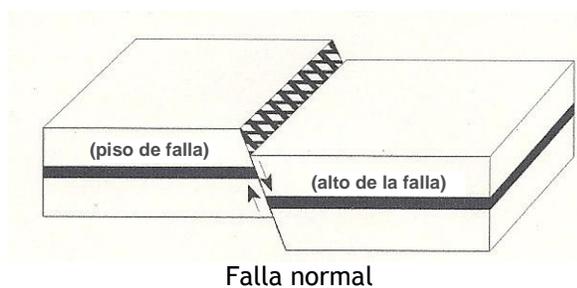
## Pliegues anticlinales y sinclinales:

1. Llene el cañón con los pedazos de plastilina que se quitaron en el modelo de erosión, para que se vea exactamente como la primera vez que se construyó.
2. Coloque las manos en los extremos de 3" del modelo y únalos horizontalmente con cuidado. Deje que el papel encerado se deslice con el modelo. Debe obtener un pliegue anticlinal y uno sinclinal. Modele con las manos según sea necesario.
3. Añada un pedazo adicional de plastilina debajo de la capa inferior de la anticlinal para estabilizar las capas plegadas.
4. Haga un corte transversal del modelo plegado a una escala de 1:1. Etiquete la capa más antigua y la más joven. Etiquete la anticlinal y la sinclinal.
5. Mida la longitud del modelo. ¿Es más corto o más largo que el modelo original?



## Falla normal:

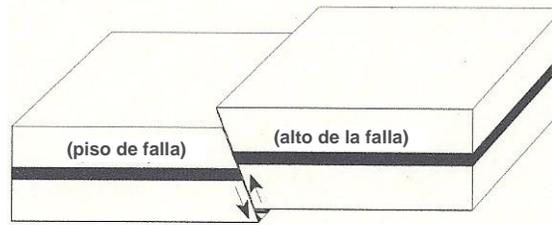
1. Vuelva a colocar el modelo en la posición de estratos horizontales (es decir, deshaga el pliegue).
2. Con un cuchillo, realice un corte inclinado desde la parte superior hasta la parte inferior de la plastilina a través del ancho de 3". Separe las dos partes.
3. Eleve la parte izquierda levemente y coloque algo de plastilina adicional debajo para que se mantenga elevada. Empuje la parte derecha hacia la izquierda hasta que apenas se toquen. Acaba de crear una falla normal.
4. Dibuje un corte transversal de la falla a una escala de 1:1. Etiquete la capa más antigua y la más joven.
5. Mida la longitud del modelo. ¿Es más corto o más largo que el modelo de estratos horizontales?



## Falla inversa:

1. Separe las dos partes de la falla normal con cuidado.
2. Quite la plastilina adicional debajo de la parte izquierda y colóquela debajo de la parte derecha, para que la parte derecha sea más alta que la izquierda.
3. Empuje la parte izquierda hacia la parte derecha para que apenas se toquen. Acaba de crear una falla inversa.
6. Dibuje un corte transversal de la falla a una escala de 1:1. Etiquete la capa más antigua y la más joven.

4. Mida la longitud del modelo. ¿Es más corto o más largo que el modelo de la falla normal? ¿Es más corto o más largo que el modelo de los estratos horizontales?



Falla inversa

## Análisis (duración: 30 minutos)

Revise cada estructura geológica modelada. Pida a algunos de los estudiantes que muestren sus diagramas de corte transversal a la clase.

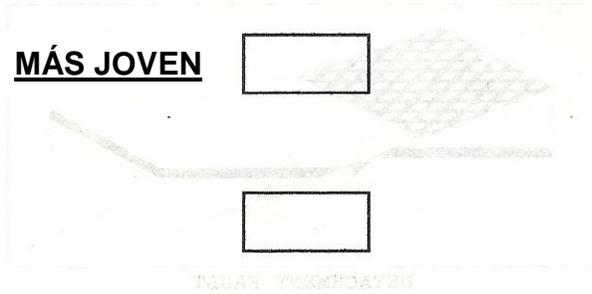
Hable sobre por qué un cañón tiene una topografía “escalonada”. Algunas capas de roca quizás sean más o menos resistentes a la erosión, así que no todas las capas de rocas se erosionarán de la misma forma que la capa superior. ¿Por qué un cañón tiene una forma en “V”? Las capas superiores tuvieron más tiempo para erosionarse, por lo que el cañón es más ancho en la parte superior que en la base. Muestre algunas fotografías del Gran Cañón para mostrar la topografía escalonada.

Pregunte a los estudiantes cómo hicieron para plegar el modelo de roca. En la naturaleza, ¿de dónde provienen las fuerzas de compresión? Hable sobre cómo chocan las placas. Pregunte cuántos estudiantes pudieron crear un pliegue perfecto solo mediante la aplicación de presión (sin necesidad de modelar con las manos). Hable sobre el hecho de que las capas de roca que se pliegan en la naturaleza rara vez son perfectas. ¿Qué pasaría si empujara con más fuerza desde una dirección que la otra, o bien si empujara las capas inferiores de roca con más fuerza que las capas superiores? Muestre algunas fotografías de rocas con pliegues.

Pida a algunos de los estudiantes que compartan sus observaciones sobre la longitud del modelo de las actividades de pliegue y falla. ¿Qué estructuras geológicas obtuvieron una mayor longitud en comparación con el modelo de estratos horizontales? ¿Cuáles obtuvieron menor longitud?

Visite [cat.com/groundrules](http://cat.com/groundrules) para obtener más información, proporcionar comentarios y ver la película *Reglas del terreno* en línea o solicitar una copia de *Reglas del terreno* en DVD.

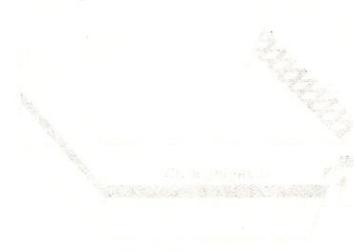
## COLUMNA ESTRATIGRÁFICA



Reverse faults are dip-slip faults in which the hanging wall moves up relative to the footwall. Reverse faults are the result of compression (forces that push rocks together).

The Sierra Madre fault in California is an example of reverse-fault movement. There the rocks of the San Gabriel Mountains are being pushed up

Normal faults are dip-slip faults on which the hanging wall moves down relative to the dip of the fault surface. Normal faults are the result of extension (forces that pull rocks apart).





## FORMACIÓN DE ROCAS SEDIMENTARIAS

### Descripción

Los estudiantes aprenderán que las rocas sedimentarias se forman con el material que depositó el agua.

#### VOCABULARIO:

1. Sedimentaria
2. Ígnea
3. Metamórfica
4. Depósitos minerales
5. Magma
6. Sedimentos
7. Mantillo

#### MATERIALES:

- Película *Reglas del terreno*
- Muestras de rocas sedimentarias (caliza, arenisca, conglomerado, yeso)
- Frasco reciclado de aproximadamente un litro (frasco de pepinillos o frasco de conserva)
- 4 cucharadas de arena gruesa
- 4 cucharadas de arena fina
- 4 cucharadas de canto rodado pequeño
- Agua

### Introducción (duración: 15 minutos)

Vea el Capítulo 1 “Exploración” de la película *Reglas del terreno* . Concéntrese en la sección en la que los geólogos están cribando en búsqueda de minerales en el humedal de Nueva Guinea.

Hable sobre cómo las rocas se clasifican en tres grupos principales: ígneas, metamórficas y sedimentarias. Los depósitos minerales también se clasifican en estos tres tipos.

Las rocas ígneas se forman cuando los volcanes hacen erupción. El magma hirviendo sale a la superficie de la tierra, se enfría y se convierte en roca sólida. El magma se enfría muy lentamente, pero de esa forma también se endurece en gran medida.

¿A qué suena la palabra metamórfico? Suena a metamorfosis, que significa un cambio en la forma. Las rocas metamórficas se forman cuando la corteza de la tierra se mueve y hace que la roca se comprima tan fuertemente que produce un calor intenso. Este calor cambia la forma y la estructura de la roca. Las rocas metamórficas son el tipo menos común de todos los tres tipos de depósitos minerales.



El tipo de depósito mineral más común son los depósitos de roca sedimentaria. Los depósitos minerales sedimentarios se crean mediante la erosión. Cuando las montañas se forman por primera vez, son picudas y altas, parecidas a las Montañas Rocosas en la costa oeste de Canadá y Estados Unidos. Con el tiempo, estas montañas dejan de ser tan picudas y pasan a ser más redondeadas. La erosión es el proceso en el que la lluvia y el hielo desgastan la roca y la arena. Los pedazos pequeños de roca que se desmoronan se denominan sedimentos. Estos sedimentos a menudo caen en arroyos y ríos que fluyen montaña abajo. Una vez que disminuye la velocidad de la corriente, los sedimentos se instalan en el fondo de la fuente de agua. Al pasar los años, los sedimentos crean capas de distintos fragmentos de roca mezclados con barro y arena en el fondo de la fuente de agua. Así es como se forman las rocas sedimentarias. Las capas de roca que se encuentran en la parte superior de un depósito son más jóvenes que las que se encuentran abajo.

Haga circular algunas muestras de diferentes tipos de rocas sedimentarias.

---

### Actividad (duración: 15 minutos + 10 minutos de seguimiento)

El objetivo de esta actividad es mostrar cómo se forman las rocas sedimentarias.

1. Coloque la arena, la tierra fina y el canto rodado pequeño en el frasco.
2. Llene el frasco con agua, coloque la tapa y sacúdalo.
3. Apoye el frasco y vea lo que ocurre. El canto rodado va hacia el fondo inmediatamente. La arena cae para formar una capa. Luego, la arena y los pedazos grandes de tierra caen encima de eso. En la parte superior, se deposita una capa de la tierra más fina.
4. Deje el frasco en un lugar donde no se lo mueva por varios días. Durante este tiempo, la mayoría de los materiales se asentarán y el agua se tornará casi transparente.
5. Haga que los estudiantes realicen las observaciones finales luego de que todos los materiales se hayan asentado.

---

### Análisis (duración: 20 minutos)

Hable sobre lo que ocurre cuando el agua transporta las partículas de minerales a lagos u océanos. A medida que la velocidad de la corriente disminuye, el material se asienta y los pedazos más pesados se depositan primero. Los pedazos más livianos permanecen encima y se forman capas. La caliza y la lutita son minerales que típicamente se forman de esta manera. Esta también es la razón por la que los mineros a menudo quitan el mantillo temporalmente para llegar a un depósito mineral que está enterrado debajo.

Visite [cat.com/groundrules](http://cat.com/groundrules) para obtener más información, proporcionar comentarios y ver la película *Reglas del terreno* en línea o solicitar una copia de *Reglas del terreno* en DVD.