

# GROUND RULES



MINERÍA



**MINERÍA**  
EDAD 15 A 18

# 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: minería

Este tema les enseña a los estudiantes sobre la minería a cielo abierto y subterránea, incluidas las consideraciones sobre la seguridad y el medio ambiente. También les presenta a los estudiantes una amplia gama de profesiones mineras. Los estudiantes construirán modelos de minas a cielo abierto y subterráneas, con una mayor complejidad según cada categoría etaria. Los estudiantes de 15 a 18 años de edad se basarán en estos conceptos para diseñar una mina basada en un diagrama transversal de un cuerpo mineral hipotético. Los estudiantes más jóvenes explorarán los posibles peligros relacionados con la seguridad en las minas, aprenderán a identificar los peligros relacionados con la seguridad y aprenderán también sobre los métodos utilizados por las empresas mineras para mantener seguros a sus trabajadores. Todos los grupos etarios aprenderán sobre la monitorización ambiental de las masas de agua en las minas y evaluarán hasta cuatro parámetros diferentes de calidad del agua mediante actividades áulicas y de campo de acuerdo con la edad.

### *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>.



## CONSTRUCCIÓN DE UNA MINA A CIELO ABIERTO

### Descripción

Los estudiantes construirán una mina a cielo abierto y aprenderán cómo se extraen los minerales de los cuerpos minerales de poca profundidad. Apilarán el destape y lo utilizarán para recuperar la mina luego de la operación. Dibujarán un diagrama transversal de la mina a cielo abierto.

#### VOCABULARIO:

1. Cielo abierto
2. Destape
3. Bancos
4. Pendiente
5. Ruta del camión
6. Recuperación
7. Pila de material
8. Diagrama transversal

#### MATERIALES:

- Película *Reglas del terreno*
- Mezcla de arena y canto rodado
- Papel picado o virutas de madera pequeñas
- Agua
- Herramientas para tallar (palas, cucharas, espátulas, cuchillos de plástico)
- Regla
- Cajas grandes de plástico o de madera
- Camiones pequeños de descarga de juguete y palas
- Tachos o cubetas grandes (tachos con minerales)
- Lápices y papel

### Introducción (duración: 30 minutos)

Vea el Capítulo 2 “Minería moderna” y el Capítulo 4 “Retos de ingeniería” de la película *Reglas del terreno* (es optativo también el Capítulo 8: Reclamación [Recuperación]). El Capítulo 2 muestra una mina de cobre a cielo abierto en Chile, mientras que el Capítulo 4 muestra una mina a cielo abierto de oro y cobre en Papúa, Indonesia. Pause la película para observar la estructura de las minas a cielo abierto presentadas en cada uno de estos capítulos de la película.

¿En qué casos se utilizan las minas a cielo abierto? Pregunte a los estudiantes qué notan en la estructura de estas minas a cielo abierto. Analice la función de los bancos o lados escalonados del pozo. Analice la relación ancho a largo de las estructuras a cielo abierto. ¿Qué sucedería si el pozo fuera más profundo y angosto? Explique que una mina a cielo abierto debe ser más ancha que su profundidad para mantener una estructura segura.

¿Qué equipo se utiliza en una mina a cielo abierto? ¿Cómo se compara el tamaño de este equipo con el que se usa en una mina subterránea?

¿Cuál fue el mayor reto en la construcción de la mina a cielo abierto en Papúa, Indonesia? El cuerpo mineral se encuentra en la cima de la montaña. De alguna forma, esto constituye un gran reto, o aún uno mayor que el de excavar pozos para explotar zonas subterráneas. Analice las diferencias y semejanzas de la minería a cielo abierto en la cima de una montaña contra la explotación de un depósito en la profundidad de la superficie de la tierra (p. ej., un teleférico para llegar a la cima en vez de una jaula y un pozo para llegar al fondo; trasladar los minerales montaña abajo en vez de acarrear los minerales hasta la superficie; construir un camino hacia la cima en vez de abrir un pozo y excavar túneles subterráneos). Los procesos de tronadura y carga para extraer los minerales son similares.



## Actividad (duración: 45 minutos)

El objetivo de esta actividad es construir un modelo de una mina a cielo abierto y luego recuperar el sitio de la mina.

1. Divida la clase en grupos de 3 o 4 estudiantes. Cada grupo construirá un modelo de una mina a cielo abierto. El objetivo es construir una mina a cielo abierto lo más profunda como sea posible dentro de los límites del ancho de la caja y dejar un espacio para apilar el destape para la recuperación.
2. Llene una caja grande hasta la mitad aproximadamente con la mezcla de arena y canto rodado. Añada un poco de agua y mézclela para lograr una mezcla que pueda moldearse. Esparza la mezcla de manera uniforme y compáctela.
3. Cubra toda la mina con papel picado o virutas de madera. Esto representa la capa de destape y las cubiertas de la superficie (árboles, vegetación).
4. Comience por crear su mina a cielo abierto al quitar la capa de destape y apilarla en algún lugar dentro de su caja. Esto debe conservarse en su lugar hasta que la mina esté lista para recuperarse.
5. Con una variedad de herramientas, comience a excavar la mina a cielo abierto. Cree los bancos a los lados. Use una regla para medir y construir los bancos de altura y ancho uniformes. Recuerde hacer bancos más anchos a fin de que se utilicen para las rutas de los camiones.
6. Coloque el material excavado fuera de la mina en los tachos para minerales.
7. Excave la mina lo más profundo que pueda antes de que los lados se vuelvan demasiado empinados.
8. Use los bancos más anchos para crear una ruta de camiones desde la parte superior de la mina hasta la parte inferior. Utilice los camiones de juguete para determinar los tamaños de las rutas para camiones (deben ser lo suficientemente anchas como para que quepan dos carriles para camiones).
9. Dibuje un diagrama transversal de la mina a cielo abierto (con escala tanto como sea posible). Use una regla para medir las profundidades y los anchos de los bancos, etc.
10. Después de crear todas las minas a cielo abierto y que el docente y otros estudiantes las hayan visto, cada grupo debe recuperar su mina. Recuerde que no hay demasiado destape para llenar el pozo y la estructura del pozo está hecha de rocas, por lo que no se puede aplanar fácilmente. Incentive a los estudiantes a que sean creativos.

## Análisis (duración: 15 minutos)

¿Cuáles fueron los retos implicados en la creación de las minas a cielo abierto? ¿Cuánto tiempo tomó excavar la mina, construir los bancos y las rutas para camiones? Analice cuánto tiempo le hubiera tomado hacer esto con los camiones de juguete y las palas (es decir, cuando la escala del equipo utilizado es proporcional a la mina). Analice la importancia del uso de equipos grandes para aumentar la eficacia del proceso de minería a cielo abierto. ¿Cuáles son los retos de operar esos equipos grandes?

¿Cuáles fueron los retos implicados en la recuperación de la mina a cielo abierto? ¿Dónde decidió cada grupo apilar el destape? ¿Cómo afectó esta decisión en la forma en que se construyó la mina a cielo abierto y su tamaño final? ¿Qué grupo logró crear la mina a cielo abierto más grande? ¿Cómo utilizó cada grupo el destape apilado para recuperar el paisaje? Explique que, en algunos casos, la mina a cielo abierto se llena con agua para crear un lago, o bien se llena con roca estéril, y el destape se utiliza para recuperar las partes del sitio en donde se encontraban construcciones u otras estructuras mineras. Una parte del destape también puede utilizarse para crear curvas seguras en los lados de la mina a cielo abierto y para crear un paisaje que parezca natural.

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.



## CONSTRUCCIÓN DE UNA MINA SUBTERRÁNEA TRIDIMENSIONAL

### Descripción

Los estudiantes construirán un modelo tridimensional de una mina subterránea con un sistema de poleas funcional para operar el cajón y la jaula. Aprenderán cómo se extraen los minerales de los depósitos profundos de minerales.

#### VOCABULARIO:

1. Pozo de la mina
2. Castillete
3. Jaula
4. Cajón de extracción
5. Galería
6. Pozo de ventilación
7. Cámara
8. Cuerpo mineral
9. Paso de mineral

#### MATERIALES:

- Película *Reglas del terreno*
- Tubos de plástico de 1 y 2" (piezas rectas, uniones, codos, tubos en T, etc.)
- Cuerda
- Poleas pequeñas
- Lápices y papel
- Cartón
- Marcadores
- Varios objetos artesanales
- Arena o canto rodado pequeño
- Sorbetes, varillas o cucharas angostas con mango largo
- Pegamento (optativo)

### Introducción (duración: 30 minutos)

Vea el Capítulo 5 “Bajo tierra” de la película *Reglas del terreno*. Páusela en la imagen animada de la mina subterránea. Pregunte a los estudiantes cómo se llaman los túneles verticales y horizontales. ¿Cuál es una de las formas (que se muestra en la película) en la que la minería subterránea se ha vuelto más segura en los últimos años? (vehículos a control remoto)

¿En qué casos se utilizan las minas subterráneas? Describa el proceso de la minería subterránea. ¿Cuáles son los componentes de una mina subterránea? ¿Cuál es el objetivo del castillete? Describa el sistema de cables y cabrestante ubicados en el castillete para bajar la jaula de los mineros hacia adentro de la mina y acarrear los minerales hacia afuera en el cajón. ¿Cuál es el objetivo del pozo de ventilación? Explique que el pozo de ventilación también puede utilizarse como una ruta de escape de emergencia.

¿De qué manera los trabajadores acceden al cuerpo mineral del pozo? Analice el proceso de construcción de túneles en la roca para crear galerías a fin de acceder al cuerpo mineral. ¿Qué es una cámara? Analice el proceso de tronadura para aflojar los minerales.

¿Cómo se extraen los minerales de la mina? Analice el uso de los pasos de minerales para trasladar los minerales desde las diferentes galerías hasta la parte inferior de la mina donde pueden triturarse y elevarse a la superficie en el cajón.

Si hay minas subterráneas locales en su área, use estas como ejemplos para ilustrar el concepto de la minería subterránea.



## Actividad (duración: 45 minutos)

El objetivo de esta actividad es construir un modelo funcional tridimensional de una mina subterránea y mostrar todas las características que tienen las minas subterráneas reales.

1. Divida la clase en grupos de 3 a 4 estudiantes. Cada grupo creará un modelo único funcional tridimensional de una mina subterránea.
2. Comience por esbozar el diseño en un papel. Incluya el pozo principal, un pozo de ventilación, al menos 3 galerías, 1 cámara por galería y un paso de minerales que conecte las galerías.
3. Con los tubos de plástico, cree una estructura tridimensional de la mina subterránea esbozada. Cree el pozo de la mina con las tuberías de mayor diámetro. Use las tuberías de menor diámetro para construir las galerías y el paso de minerales.
4. Cree una cámara en cada galería mediante un tubo de unión en T con una abertura que apunte hacia arriba (para simular una abertura en el cuerpo mineral).
5. Con cartón y varios materiales artesanales, diseñe un castillete, una jaula y un cajón. Use una cuerda y las poleas para realizar un sistema funcional de cables y poleas dentro del castillete a fin de levantar y bajar la jaula y el cajón.
6. Cree una puerta en el cajón que pueda levantarse y bajarse con un cable en el castillete.
7. Coloque el modelo verticalmente en un soporte fijo o haga que un estudiante lo sostenga firmemente.
8. Pruebe el modelo al añadirle un poco de arena o canto rodado pequeño (minerales) a una de las cámaras de una de las galerías (a través de la abertura en el tubo de unión en T). Utilice palitos, sorbetes o cucharas con mango largo para empujar o tirar los minerales al paso de minerales en esa galería. Deje caer los minerales hasta el fondo del paso de minerales. Levante la puerta del cajón para que puedan ingresar los minerales. Luego cierre la puerta del cajón y levántelo hacia la superficie.
9. Opcional: pegue las piezas de tubos para realizar un modelo permanente.

## Análisis (duración: 15 minutos)

Cada grupo puede usar su modelo para explicar el proceso de minería subterránea. Deben describir todas las estructuras físicas en su modelo y sus objetivos. ¿Cuáles fueron los retos implicados en la construcción de la estructura subterránea? Cuando se probó cada uno de los modelos, ¿hubo algún área donde se haya bloqueado el paso de minerales? Analice los retos involucrados en la construcción de una mina subterránea real.

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.



## DISEÑO DE UNA MINA

### Descripción

Los estudiantes diseñarán una mina para extraer minerales de un cuerpo mineral hipotético.

#### VOCABULARIO:

1. Cuerpo mineral
2. Mina a cielo abierto
3. Mina subterránea
4. Pozo de la mina
5. Castillete
6. Galerías
7. Diseño de la mina

#### MATERIAL:

- Película *Reglas del terreno*
- Papel y lápices
- Reglas
- Diagramas transversales de una mina

### Introducción (duración: 30 minutos)

Vea los Capítulos 1, 2 y 5 de la película *Reglas del terreno*. El Capítulo 1 “Exploración” muestra cómo los geólogos trazan el depósito de minerales. El Capítulo 2 “Minería moderna” muestra cómo se extraen los minerales de una mina a cielo abierto. El Capítulo 5 “Bajo tierra” muestra cómo se extraen los minerales de una mina subterránea.

Revise la estructura de las minas a cielo abierto y subterráneas. ¿Cuáles son los criterios principales utilizados para decidir qué tipo de mina se desarrollará? Analice los componentes de una mina subterránea y de una a cielo abierto y revise la terminología.

### Actividad (duración: 30 minutos)

El objetivo de esta actividad es diseñar una mina basada en un diagrama transversal de un cuerpo mineral. Los estudiantes decidirán qué tipo de mina sería la mejor para acceder al cuerpo mineral y cómo esta se debería diseñar.

#### Preparación:

1. Use el diagrama adjunto como ejemplo de un corte transversal de un cuerpo mineral. Prepare una variedad de estos para que los diferentes grupos de estudiantes trabajen.

#### Actividad:

1. Divida la clase en grupos de 2 o 3 estudiantes. Proporcione a cada grupo un diagrama de corte transversal del cuerpo mineral.
2. Cada grupo debe diseñar una mina para extraer los minerales del cuerpo mineral. Deben decidir cuál sería la más eficaz: una mina a cielo abierto o una subterránea, o ambas, a fin de acceder a las diferentes partes del depósito.



3. Si diseñan una mina subterránea, deben dibujar la ubicación del pozo y las galerías de la mina para acceder a los cuerpos minerales.
4. Optativo: también pueden dibujar un diagrama transversal de la mina a cielo abierto para mostrar los bancos y las rutas de los camiones.

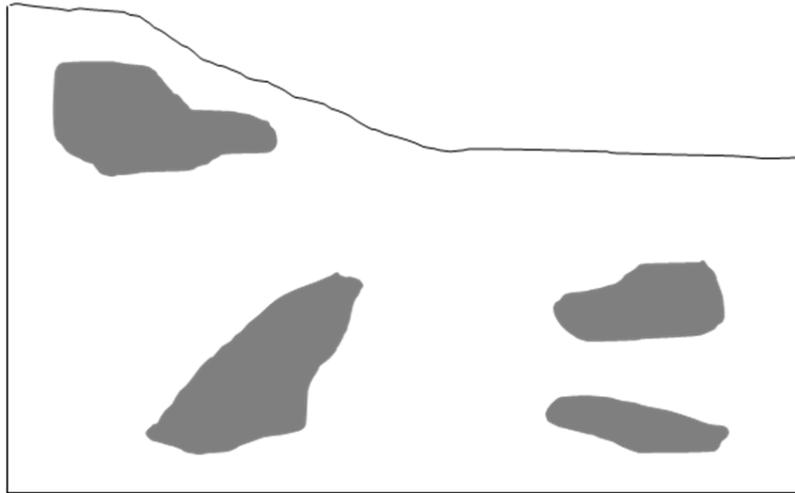
---

## Análisis (duración: 30 minutos)

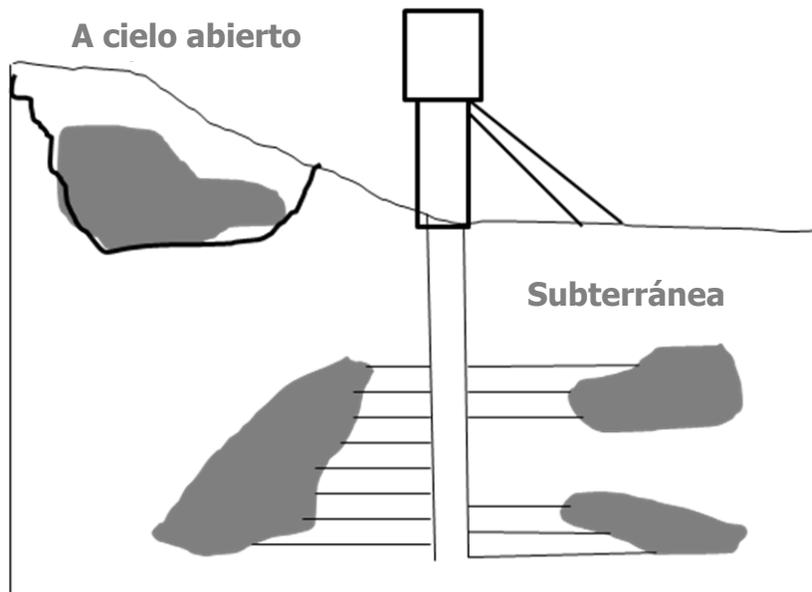
Cada grupo presentará su diseño de la mina a la clase y explicará cómo diseñó la mina para extraer todos los minerales de manera eficaz.

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.

Ejemplo de un diagrama transversal de un cuerpo mineral



Ejemplo del diseño de una mina según el cuerpo mineral





## MONITORIZACIÓN DEL pH, TEMPERATURA, CONDUCTIVIDAD, OXÍGENO DISUELTO

### Descripción

Los estudiantes aprenderán sobre la monitorización ambiental de las masas de agua en las minas. Analizarán los parámetros de calidad del agua (pH, temperatura, conductividad y oxígeno disuelto) en una masa de agua local. En la segunda actividad, explorarán la propiedad de la conductividad en más profundidad a través de un experimento en el aula.

#### VOCABULARIO:

1. Ácido
2. Básico
3. Neutro
4. pH
5. Temperatura
6. Calidad del agua
7. Muestras
8. Lluvia ácida
9. Dióxido de azufre
10. Conductividad
11. Oxígeno disuelto
12. Calidad del agua de referencia

#### MATERIALES:

- Película *Reglas del terreno*
- Sondas manuales para analizar la calidad del agua (pH, oxígeno disuelto, conductividad)
- Termómetro impermeable
- Vadeadores de cadera o de torso, botas de goma
- Chalecos salvavidas
- Anotador
- Botellas pequeñas de plástico con tapas
- Mapas de las masas de agua (pueden estar dibujados a mano)
- Optativo: dispositivo GPS
- Hojas de datos de campo (proporcionadas)
- Dos vasos de precipitado
- Tres pinzas de contacto
- Agua desionizada, sal
- Bombilla de luz con dos lengüetas metálicas en la base
- Batería

### Introducción (duración: 30 minutos)

Vea el Capítulo 7 “Minería y medio ambiente” de la película *Reglas del terreno*. Este capítulo muestra un ejemplo de cómo los posibles impactos ambientales de una mina se minimizaron en la mina del río McArthur en Australia.

Solicite a los estudiantes que nombren algunos de los posibles impactos ambientales de una mina (por ejemplo, en la calidad del agua, calidad del aire, alteración de la tierra, remoción de la vegetación o del hábitat).

¿Cuál fue el mayor reto ambiental que Xstrata tuvo que enfrentar antes de poder abrir la mina del río McArthur? (desvío del río). Analice los desafíos asociados con el desvío del río (mantener la biodiversidad, mantener las características naturales del canal del río, la calidad del agua).

¿Qué es lo que hacen los técnicos ambientales en una mina? Explique que en esta actividad, los estudiantes serán los “técnicos ambientales” de una mina hipotética. Recolectarán muestras de agua y las analizarán en búsqueda de pH, temperatura, conductividad y oxígeno disuelto. Estos son los parámetros más comunes analizados para evaluar la calidad del agua general.



Temperatura:

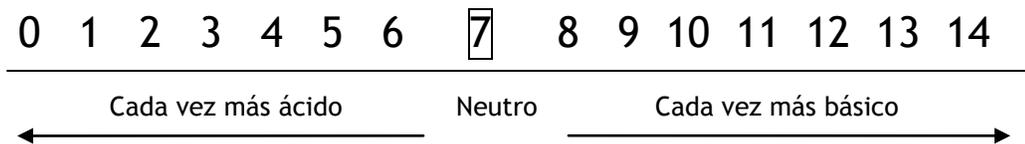
¿Por qué es importante medir la temperatura del agua? El agua que tiene un grado de calor anormal puede reducir la capacidad del agua de mantener el oxígeno disuelto que se necesita para la vida acuática. También se puede medir el oxígeno disuelto directamente con una sonda especial.

pH:

Revise la escala de pH y explique qué es lo que se quiere decir con ácido, básico y neutro. La escala de pH tiene una clasificación de 0 a 14 y el 7 es el neutro. Los números por debajo del 7 son ácidos, mientras que los números superiores a 7 son básicos. La escala de pH es logarítmica, de modo que cada número representa un cambio 10 veces mayor. Por ejemplo, un cambio de pH 7 a pH 6 significa que la acidez de la solución aumentó 10 veces más.

El pH del agua de lluvia normal es ligeramente ácido (pH 5,6) debido a la presencia de gas de dióxido de carbono. El pH de muchas masas de agua varía de 6 a 8. Los peces y organismos acuáticos comienzan a verse afectados cuando el pH disminuye por debajo de 5.

**Escala de pH:**



Conductividad:

Pregunte a los estudiantes si saben qué es la conductividad y por qué se mide para determinar la calidad del agua. La conductividad es una medida de cuán bien un líquido conduce electricidad. El agua pura tiene una conductividad cero. Mientras más iones disueltos haya en un líquido, más electricidad se podrá conducir. El agua de mar tiene mayor conductividad que el agua dulce. Puede utilizarse un medidor de conductividad en la monitorización de la calidad del agua para medir la conductividad eléctrica del agua. Esta es una medición indirecta de la cantidad de iones (sales) disueltos. Por lo general, la conductividad se mide en unidades de  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (microsiemens por centímetro).

Oxígeno disuelto:

Se puede utilizar una sonda especial para medir directamente la cantidad de oxígeno que se disuelve en el agua. El oxígeno disuelto es importante para la supervivencia de los organismos acuáticos. Por lo general, el oxígeno disuelto se mide en unidades de mg/L (mg o gas por litro de agua).

Explique que se lleva a cabo la monitorización de la calidad del agua en una mina para evaluar los posibles cambios producidos como resultado de las actividades mineras. Explique que cada masa de agua tiene una química natural única, por lo tanto, no existe un valor estándar de pH, conductividad u oxígeno disuelto que se considere “normal” para todas las masas de agua. Entonces, antes de que se ponga en desarrollo una mina, se evalúa la calidad del agua en cada masa de agua local sobre la cual podría repercutir la mina, a fines de registrar lo que es “normal” para cada masa de agua. En general, esto se denomina calidad del agua de referencia. Luego, una vez que la mina entra en funcionamiento, se puede analizar el agua regularmente y compararse con los valores de referencia para observar si se ha producido algún cambio en la calidad del agua. Un cambio en cualquiera de estos parámetros puede indicar un cambio en la química de la masa de agua.

## Actividad I (duración: 90 minutos en el campo + tiempo de viaje)

El objetivo de esta actividad es recolectar y analizar muestras de agua de una masa de agua local en búsqueda de pH, temperatura, conductividad y oxígeno disuelto.

1. Siga las instrucciones del fabricante para calibrar los medidores de pH, la conductividad y el oxígeno disuelto en el aula antes de dirigirse al campo.
2. Visite una masa de agua local (lago o arroyo). Por cuestiones de seguridad, evite los ríos caudalosos. Lleve botellas pequeñas de plástico, un termómetro, medidores de calidad del agua, mapas, hojas de datos de campo, vadeadores o botas de goma y chalecos salvavidas.
3. Por cuestiones de seguridad, se debe usar un chaleco salvavidas en todo momento mientras se extraen las muestras de agua.
4. Seleccione entre 5 a 10 zonas para tomar las muestras. De la forma más precisa que pueda, indique cada punto de toma de la muestra en un mapa de la masa de agua. Optativo: use un dispositivo GPS para conocer las coordenadas en cada sitio. Estas pueden utilizarse para indicar de manera exacta la ubicación de la toma de muestras en un mapa topográfico.
5. En cada zona, deje el termómetro en el agua durante un minuto. Registre la temperatura en la hoja de datos de campo. Tome tres lecturas. Registre las lecturas individuales. Cuando regrese al aula, calcule la lectura promedio.
6. Analice el pH, la conductividad y el oxígeno disuelto con las sondas manuales. Tome tres lecturas. Registre las lecturas individuales. Cuando regrese al aula, calcule la lectura promedio.
7. En cada punto de extracción de muestras, registre cualquier observación en la hoja de datos que pueda ser importante para interpretar la información, como la claridad del agua, las posibles fuentes de contaminación cercanas, la escorrentía que ingresa a la masa de agua, etc. Si es necesario, también se pueden indicar las fuentes de contaminación en los mapas.
8. Recolecte una muestra de agua en una botella pequeña de plástico de cada sitio. Ciérrelas bien. Estas se utilizarán en la actividad II.
9. Regrese al aula.
10. Calcule las lecturas de campo promedio y regístrelas en la hoja de datos.

## Actividad II (duración: 30 minutos)

El objetivo de esta actividad es explorar más detalladamente el concepto de conductividad en un experimento en el aula.

1. Configure un probador de conductividad. Sujete uno de los extremos de una pinza de contacto al extremo negativo de la batería y deje el otro extremo suelto. Sujete una segunda pinza de contacto al extremo positivo de la batería y el otro extremo a una de las lengüetas de la bombilla de luz. Sujete la tercera pinza de contacto a la otra lengüeta de la bombilla de luz y deje el otro extremo suelto.
2. Llene un vaso de precipitado con agua desionizada. Coloque las pinzas de contacto sueltas de cada extremo del conductor en el agua. Observe la bombilla de luz. ¿Qué sucede? Registre sus observaciones.
3. En el segundo vaso de precipitado, añada una cucharadita de sal al agua. Coloque las pinzas de contacto sueltas en el agua. Observe la bombilla de luz. ¿Qué sucede? Registre sus observaciones.
4. Añada lentamente más sal en el segundo vaso de precipitado. Registre sus observaciones.

5. Analice la conductividad de las muestras recolectadas de la masa de agua.
6. Por cuestiones de seguridad, desconecte la batería inmediatamente cuando termine con el experimento.

## Análisis (duración: 30 minutos)

### Actividad I:

¿Cómo se compara la calidad del agua entre los sitios a lo largo de una masa de agua? Si hubiera una diferencia, pregunte a los estudiantes cuál es el sitio que creen que está más contaminado. ¿Por qué? ¿Observaron algunas fuentes posibles de contaminación que pudieran afectar la calidad del agua en ese sitio?

¿De qué manera una mina podría afectar la temperatura de una masa de agua cercana? Esto podría suceder si la mina descarga agua tibia en una masa de agua local. Explique que las minas modernas tienen la responsabilidad de proteger el entorno circundante a la mina. Si descargan agua al medio ambiente, deben asegurarse de que la calidad y temperatura de esta sean adecuadas para proteger a los organismos acuáticos y sus hábitats.

¿De qué manera las emisiones de una mina afectan el pH de una masa de agua cercana? Explique que se puede liberar al aire un químico llamado dióxido de azufre durante el proceso de fundición. En la atmósfera, el dióxido de azufre se combina con el agua y produce lluvia ácida. Cuando la lluvia ácida cae sobre una masa de agua, puede hacer que el agua se vuelva ácida con el paso del tiempo. Explique cómo las minas modernas instalan un equipo de control de contaminación para minimizar la cantidad de dióxido de azufre liberado.

¿Cuál es el sitio que posiblemente esté más contaminado? ¿Por qué?

- a) Un sitio con una conductividad alta o un sitio con una conductividad baja
- b) Un sitio con un nivel alto de oxígeno disuelto o un sitio con un nivel bajo de oxígeno disuelto

### Actividad II:

¿El agua desionizada hace que la bombilla de luz funcione? ¿Por qué sí o por qué no?

¿El agua salada hace que la bombilla de luz funcione? ¿Por qué sí o por qué no?

¿De qué manera el aumento del contenido de sal afecta a la bombilla de luz?

¿Cómo se comparan los resultados del análisis de conductividad de las muestras de la masa de agua con las medidas del medidor?

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.

## Hoja de datos de campo

### Sitio 1

Parámetro	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Promedio
Temperatura				
pH				
Conductividad				
Oxígeno disuelto				

Observaciones:

Optativo: coordenadas del GPS \_\_\_\_\_

### Sitio 2

Parámetro	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Promedio
Temperatura				
pH				
Conductividad				
Oxígeno disuelto				

Observaciones:

Optativo: coordenadas del GPS \_\_\_\_\_

### Sitio 3

Parámetro	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Promedio
Temperatura				
pH				
Conductividad				
Oxígeno disuelto				

Observaciones:

Optativo: coordenadas del GPS \_\_\_\_\_

### Sitio 4

Parámetro	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Promedio
Temperatura				
pH				
Conductividad				
Oxígeno disuelto				

Observaciones:

Optativo: coordenadas del GPS \_\_\_\_\_

Sitio 5

Parámetro	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Promedio
Temperatura				
pH				
Conductividad				
Oxígeno disuelto				

Observaciones:

Optativo: coordenadas del GPS \_\_\_\_\_



## PROFESIONES MINERAS

### Descripción

Los estudiantes explorarán los diferentes tipos de profesiones disponibles en el sector minero. Identificarán las profesiones que se muestran en la película *Reglas del terreno* y escribirán las descripciones de los trabajos. Experimentarán el proceso de solicitar un trabajo a su elección en la industria minera.

#### VOCABULARIO:

1. Profesión
2. Geólogo
3. Ingeniero
4. Inspector de seguridad
5. Técnico
6. Oficios
7. Obrero
8. Aprendiz
9. Descripción del trabajo
10. Habilidades
11. Currículo
12. Carta de presentación

#### MATERIAL:

- Película *Reglas del terreno*
- Lapiceras y papel
- Libros de consulta o acceso a Internet
- Optativo: invitados de una empresa minera local
- Optativo: ejemplos de currículos y cartas de presentación

### Introducción (duración: 45 minutos)

Mire toda la película *Reglas del terreno* de un capítulo por vez (excepto el Capítulo 3). Cada capítulo explora un aspecto único de la minería y de los oficios mineros:

Capítulo 1: Exploración

Capítulo 2: Minería a cielo abierto y procesamiento de minerales

Capítulo 4: Ingeniería y minería a cielo abierto

Capítulo 5: Minería subterránea

Capítulo 6: Relaciones comunitarias

Capítulo 7: Aspectos ambientales de la minería

Capítulo 8: Recuperación

(tenga en cuenta que el Capítulo 3 no incluye específicamente ningún oficio minero)

Pause la película luego de cada capítulo para permitir a los estudiantes escribir sus respuestas. Solicíteles que indiquen la mayor cantidad de trabajos en minería que puedan por cada capítulo (aquellos que aparecen en la película y otros que se les ocurran). Revise las respuestas y haga una lista general de las posibles profesiones mineras en el pizarrón. Analicen la cantidad y variedad de puestos disponibles.

Revise los componentes de un currículo y de una carta de presentación. Analice la información que debe incluirse y cómo utilizar estas herramientas para convencer a los empleadores de que es el mejor candidato para el puesto.



### Actividad I (duración: 30 minutos)

El objetivo de esta actividad es identificar las habilidades necesarias para una profesión minera que le interese a cada estudiante y preparar un currículum y una carta de presentación a fin de solicitar trabajo en una empresa minera ficticia.

1. Haga que cada estudiante identifique una profesión minera que le interese.
2. Mediante libros de consulta, acceso a Internet o conversaciones con amigos y familiares que trabajen en la industria minera, cada estudiante debe identificar lo siguiente:
  - a. Las actividades diarias involucradas en este puesto.
  - b. Las habilidades necesarias para realizar las tareas laborales.
  - c. La educación y capacitación necesarias para este puesto.
  - d. La capacitación de seguridad necesaria para este puesto.
3. Según la información recopilada en el paso No. 2, prepare un currículum y una carta de presentación para solicitar un puesto en una mina local.

---

### Actividad II (duración: 30 minutos)

El objetivo de esta actividad es aprender sobre las profesiones mineras específicas locales.

1. Si es posible, invite a una persona que trabaje en la industria minera local para que visite el aula.
2. Antes de que llegue esta persona, los estudiantes deberán preparar una lista de 5 preguntas que les gustaría preguntar al invitado para descubrir más sobre el tipo de trabajo que hace.

---

### Análisis (duración: 15 minutos)

Analice la variedad de opciones de trabajos disponibles en la industria minera.

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.