Tema 5: RECURSOS GEOLÓGICOS

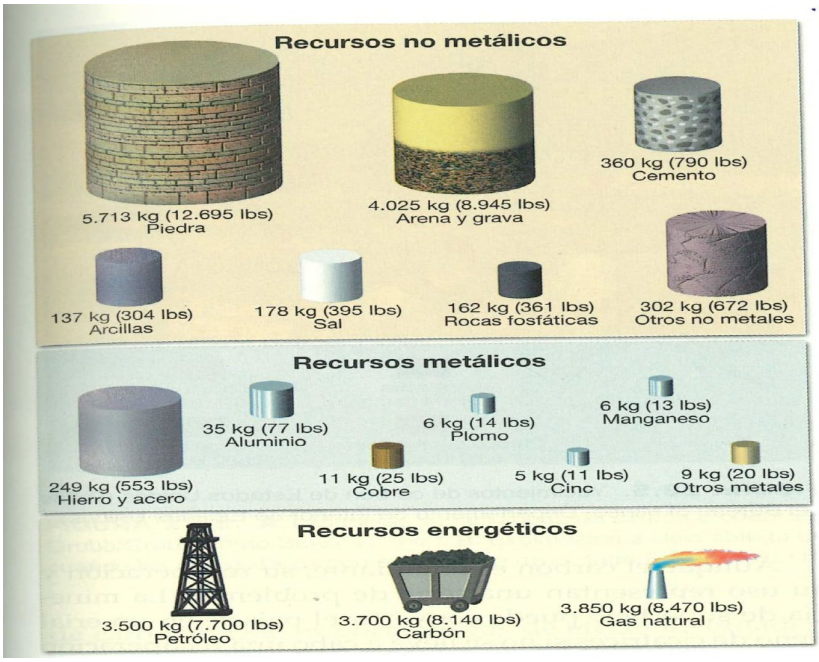
⇒ 5.1. DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN

Los recursos geológicos son los materiales, estructuras y procesos de la Tierra que pueden ser utilizados por la sociedad para obtener un beneficio económico, energético, industrial o social.

Están representados por los recursos minerales (metálicos y no metálicos), los recursos energéticos (hidrocarburos, nuclear, geotermia), recursos hídricos, y, actualmente, tienen mayor importancia los recursos geomorfológicos.

Los recursos geológicos incluyen materiales, estructuras y procesos útiles para la sociedad.

El consumo moderno hace que ningún país sea completamente autosuficiente.



Existen recursos renovables y no renovables. Los renovables pueden recuperarse en tiempos relativamente cortos si se gestionan bien; los no renovables tardan millones de años en formarse y, una vez consumidos, no se reponen a escala humana.

Esta distinción es clave porque condiciona la forma de explotar cada recurso y la necesidad de ahorro, reciclaje o sustitución por alternativas.

→ puntos Importantes:

- Los recursos geológicos incluyen materiales, estructuras y procesos útiles para la sociedad.
- Pueden ser renovables o no renovables según el tiempo que tardan en regenerarse.
- El consumo moderno hace que ningún país sea completamente autosuficiente.

⇒ RECURSOS METÁLICOS



Veamos algún aspecto de los recursos metálicos, es decir, de los minerales útiles que pueden concentrarse en yacimientos explotables.

En este bloque se relaciona la mineralización con procesos ígneos, metamórficos o de meteorización.

La idea central es que un metal se convierte en recurso cuando su concentración, accesibilidad y rentabilidad lo hacen aprovechable con la tecnología disponible.

→ puntos Importantes:

- Una mena (mineral o roca) es un recurso mineral útil cuando puede explotarse con beneficio.
- La concentración del elemento y la tecnología disponible condicionan su aprovechamiento.
- Los recursos metálicos se relacionan con el ciclo de las rocas.

⇒ DEFINICIONES

Los recursos minerales son el conjunto de minerales útiles disponibles comercialmente.

En este bloque se relaciona la mineralización con procesos ígneos, metamórficos o de meteorización.

La idea central es que un metal se convierte en recurso cuando su concentración, accesibilidad y rentabilidad lo hacen aprovechable con la tecnología disponible.

La diapositiva desarrolla algún aspecto de los recursos metálicos, es decir, de los minerales útiles que pueden concentrarse en yacimientos explotables.

Elemento	Concentración media (%)	Cantidad/km^3 (000 mt)	Leyes medias comunes (%)	Factor de enriquecimiento
Aluminio	8,1	250.000	30	4
Hierro	5,4	150.000	53	10
Titanio	0,5	15.000	0,7-15	2-40
Manganeso	0,1	3.000	31	310
Cromo	0,01	300	30	3.000
Niquel	0,008	200	1	130
Zinc	0,007	190	4	570
Cobre	0,005	135	0,5-4	100-800
Cobalto	0,002	60	0,4-2	200-1.000
Plomo	0,001	35	5	3.850
Uranio	0,0003	7	0,3	1.100
Estaño	0,0003	7	0,3	1.200
Molibdeno	0,0002	4	0,2	1.300
Tungsteno	0,0001	3	0,7	5.800
Plata	0,00001	0,2	0,01	1.400
Oro	0,0000003	0,01	0,001-0,0001	300-3.000

→ Para que un mineral se considere valioso, un elemento debe encontrarse en una concentración superior al nivel de su abundancia media en la corteza.

- **Ley**: es la concentración del mineral útil dentro del mineral extraído.
- **Factor de enriquecimiento**: cuánto se ha concentrado un elemento o mineral en un yacimiento respecto a su concentración promedio en la corteza terrestre.

La extracción de un yacimiento puede resultar lucrativa o perder su rentabilidad debido a cambios económicos. Si aumenta la demanda de un metal y los precios se elevan, el estado de un depósito previamente no lucrativo cambia, y se convierte en una mena. El estado de los depósitos no
lucrativos puede cambiar también si un avance tecnológico permite la extracción del elemento útil a un coste menor que antes.

La aparición de recursos minerales valiosos está estrechamente relacionada con el ciclo de las rocas.

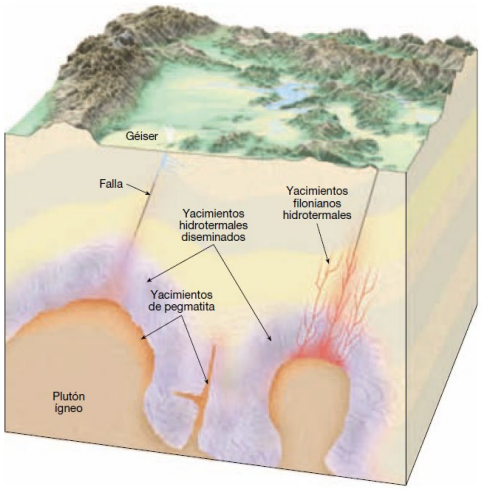
Metal	Menas principales	Contexto geológico
Aluminio	Bauxita	Producto residual de la meteorización
Cinc	Esfalerita	Yacimientos hidrotermales
Cobre	Calcopirita Bornita Calcosina	Yacimientos hidrotermales; metamorfismo de contacto; enriquecimiento por procesos de meteorización
Cromo	Cromita	Segregación magmática
Estaño	Casiterita	Yacimientos hidrotermales; depósitos de placeres
Hierro	Hematites Magnetita Limonita	Formaciones bandeadas sedimentarias; segregación magmática
Magnesio	Magnesita Dolomita	Yacimientos hidrotermales
Manganeso	Pirolusita	Producto residual de meteorización
Mercurio	Cinabrio	Yacimientos hidrotermales
Molibdeno	Molibdenita	Yacimientos hidrotermales
Níquel	Pentlandita	Segregación magmática
Oro	Oro nativo	Yacimientos hidrotermales; depósitos de placeres
Plata	Plata nativa Argentita	Yacimientos hidrotermales; enriquecimiento por procesos de meteorización
Platino	Platino nativo	Segregación magmática, depósitos de placeres
Plomo	Galena	Yacimientos hidrotermales
Titanio	Ilmenita Rutilo	Segregación magmática; depósitos de placeres
Uranio	Uraninita (Petchblenda)	Pegmatitas; depósitos sedimentarios
Wolframio	Wolframita Scheelita	Pegmatitas; yacimientos de metamorfismo de contacto; depósitos de placeres

⇒ RECURSOS MINERALES Y PROCESOS ÍGNEOS

Algunas de las acumulaciones más importantes de metales, como el Au, Ag, Cu, Hg, Pb, Pt y Ni, son originadas por procesos ígneos.

La **segregación magmática** es un proceso ígneo por el cual, al enfriarse un gran cuerpo de magma, los minerales más densos y de cristalización temprana tienden a concentrarse en la parte inferior de la cámara magmática.

Este mecanismo puede generar acumulaciones importantes de cromita, magnetita o platino. La idea fundamental es que el propio proceso de cristalización y separación dentro del magma crea concentraciones útiles de minerales.



⇒ SEGREGACIÓN MAGMÁTICA



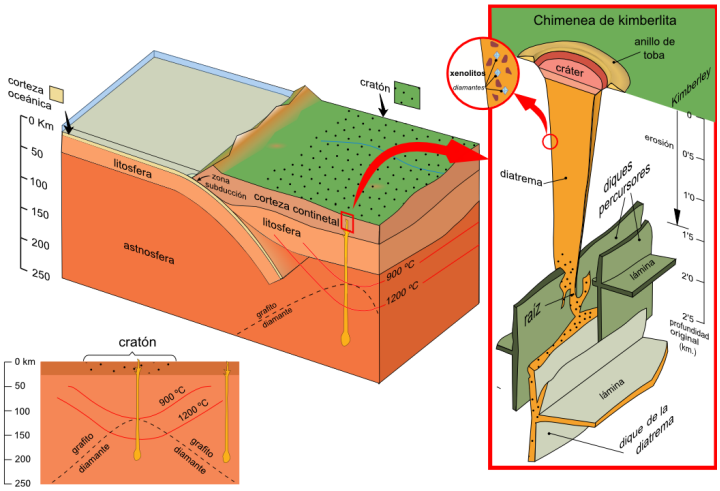
La segregación magmática es un proceso ígneo por el cual, al enfriarse un gran cuerpo de magma, los minerales más densos y de cristalización temprana tienden a concentrarse en la parte inferior de la cámara magmática.

Este mecanismo puede generar acumulaciones importantes de cromita, magnetita o platino. La idea fundamental es que el propio proceso de cristalización y separación dentro del magma crea concentraciones útiles de minerales.

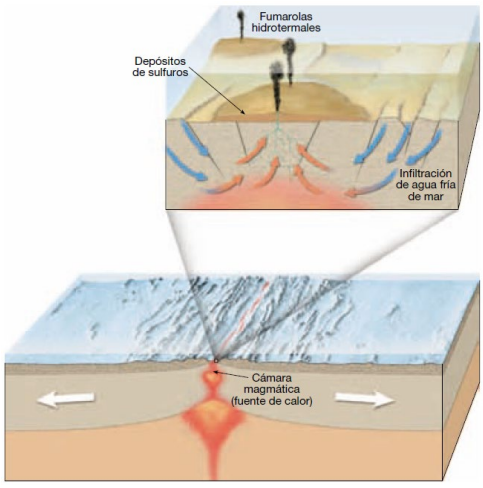
⇒ RECURSOS MINERALES Y PROCESOS ÍGNEOS

La diapositiva explica el origen de los diamantes. Se forman a gran profundidad, en el manto, bajo altas presiones, y ascienden rápidamente hasta la superficie a través de conductos volcánicos llamados pipas diamantíferas.

Es importante entender que el diamante no se forma en la corteza superficial, sino en condiciones extremas del interior terrestre. La ***kimberlita*** actúa como roca transportadora.



⇒ DEPÓSITOS HIDROTERMALES



Los depósitos hidrotermales se originan a partir de fluidos calientes ricos en metales, normalmente ligados a etapas tardías de procesos magmáticos. Estos fluidos circulan por fracturas o planos de estratificación y, al enfriarse, precipitan sulfuros y otros minerales.

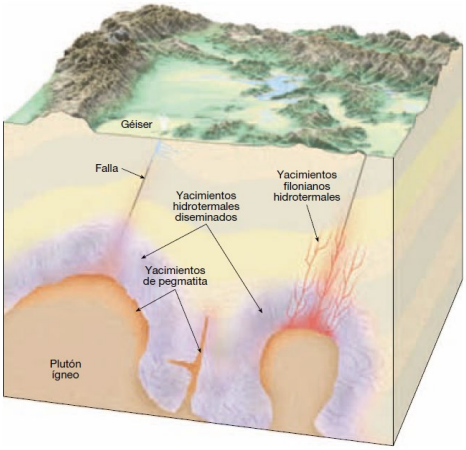
Según cómo se distribuyan pueden formarse depósitos filonianos, cuando se concentran en fracturas, o depósitos diseminados, cuando los minerales quedan repartidos en la masa rocosa.

Algunos depósitos hidrotermales se han generado por la circulación de aguas subterráneas donde el magma estaba emplazado cerca de la superficie. El agua ahora a mayor temperatura intensifica la extracción (disolución) de los iones metálicos de las rocas ígneas intrusivas y los transporta hacia arriba donde pueden depositarse como un cuerpo de mena. Puede crear depósitos filonianos, diseminados o, si alcanza la superficie depósitos superficiales.

⇒ RECURSOS MINERALES Y PROCESOS METAMÓRFICOS

La diapositiva muestra que el metamorfismo también puede generar recursos minerales útiles. En el metamorfismo de contacto, el calor de intrusiones ígneas modifica las rocas vecinas y puede favorecer nuevas concentraciones minerales.

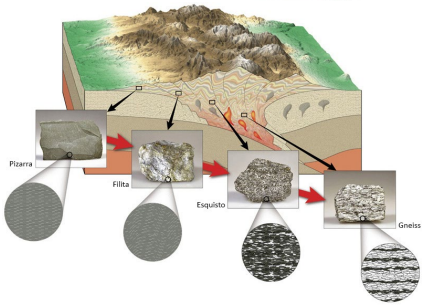
El metamorfismo regional, por su parte, actúa a gran escala bajo presión y temperatura más elevadas, creando a veces minerales o rocas útiles que se aprovechan industrialmente.



⇒ EL METAMORFISMO REGIONAL

Aquí se muestra que el metamorfismo también puede generar recursos minerales útiles. En el metamorfismo de contacto, el calor de intrusiones ígneas modifica las rocas vecinas y puede favorecer nuevas concentraciones minerales.

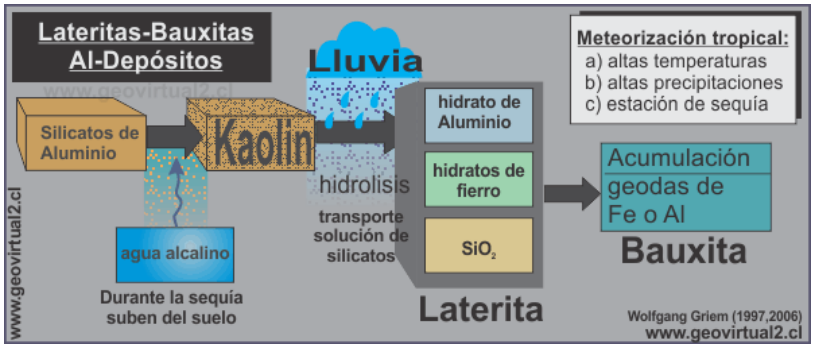
El metamorfismo regional, por su parte, actúa a gran escala bajo presión y temperatura más elevadas, creando a veces minerales o rocas útiles que se aprovechan industrialmente.



⇒ METEORIZACIÓN Y YACIMIENTOS DE MENAS

La meteorización puede concentrar minerales útiles mediante enriquecimiento secundario, es decir, acumulando en zonas accesibles elementos que antes estaban dispersos en la roca original.

También puede formar depósitos de placer, donde la selección por agua concentra minerales densos como el oro o algunos minerales pesados. Son ejemplos de yacimientos generados por procesos superficiales.



⇒ RECURSOS INDUSTRIALES



Los materiales de construcción son uno de los grandes grupos de recursos industriales. Los áridos, la arena, la grava, el yeso o la piedra triturada se usan masivamente en edificación y obras públicas.

Su importancia económica es enorme porque se consumen en grandes cantidades. A veces no son espectaculares como otros recursos, pero son imprescindibles para la construcción moderna.



→ puntos Importantes:

• Los recursos industriales son minerales o rocas no metálicos con valor económico.

• Se aprovechan por sus propiedades químicas o físicas.

• Muchos materiales cotidianos proceden de ellos.

⇒ ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES

Aquí vemos ejemplos de recursos industriales. Se trata de materiales no metálicos que se aprovechan por sus propiedades físicas o químicas. La sal, el azufre, el corindón o el granate son buenos ejemplos.

Estos materiales se utilizan en la fabricación de productos químicos y en la producción de fertilizantes.

En otros casos, su importancia está relacionada con las propiedades físicas que muestran. Son ejemplos minerales el corindón y el granate, que se utilizan como abrasivos.

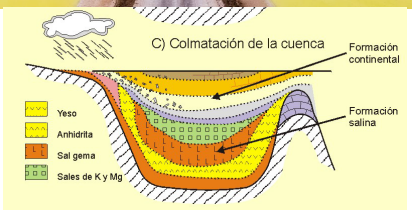
• Fertilizantes: los fertilizantes, sobre todo los compuestos de nitrato, fosfato y K son extremadamente importantes para la agricultura.

Aunque K (potasio) es un elemento abundante en muchos minerales, las principales fuentes comerciales son los depósitos de evaporitas que contienen el mineral silvina.

Lo importante es entender que un recurso geológico no tiene que ser un metal o un combustible. Muchos minerales se valoran porque sirven para producir fertilizantes, ácidos, abrasivos o productos químicos.

⇒ ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES





Vamos a ver algunos ejemplos de recursos industriales. Se trata de materiales no metálicos que se aprovechan por sus propiedades físicas o químicas. La sal, el azufre, el corindón o el granate son buenos ejemplos.

Lo importante es entender que un recurso geológico no tiene que ser un metal o un combustible. Muchos minerales se valoran porque sirven para producir fertilizantes, ácidos, abrasivos o productos químicos.

⇒ AZUFRE



Más del 80 por ciento del Azufre se utiliza para la producción de ácido sulfúrico. Su uso principal es la fabricación de fertilizantes.

Entre sus fuentes se cuentan los depósitos de azufre nativo asociados con domos de sal y áreas volcánicas, así como los sulfuros de hierro común, como la pirita (FeS2).

En los últimos años una fuente cada vez más importante ha sido el azufre extraído del carbón, el petróleo y el gas natural, para conseguir que esos combustibles sean menos contaminantes.

Tabla 21.4 Lugares donde aparecen y usos de los minerales no metálicos

Mineral	Usos	Lugares de aparición
Apatito	Fertilizantes fosfatados	Depósitos sedimentarios
Asbestos	Fibras incombustibles	Alteración metamórfica
Azufre	Productos químicos; fabricación de fertilizantes	Depósitos sedimentarios; yacimientos hidrotermales
Calcita	Agregados; fabricación del acero; acondicionamiento del suelo; productos químicos; cemento; piedra de construcción	Depósitos sedimentarios
Corindón	Gemas; abrasivos	Yacimientos metamórficos
Cuarzo	Ingrediente principal del vidrio	Intrusiones ígneas; depósitos sedimentarios
Diamante	Gemas; abrasivos	Pipas de kimberlita; depósitos de placeres
Fluorita	Fabricación de acero; purificación del aluminio; vidrio; productos químicos	Yacimientos hidrotermales
Grafito	Mina de los lápices; lubricantes; refractarios	Yacimientos metamórficos
Granate	Abrasivos; gemas	Yacimientos metamórficos
Halita	Sal de mesa; productos químicos; control del hielo	Depósitos de evaporitas; domos de sal
Minerales de la arcilla	Cerámica; porcelana	Producto residual de la meteorización
Moscovita	Aislante en aplicaciones eléctricas	Pegmatitas
Silvina	Fertilizantes de potasio	Depósitos de evaporitas
Talco	Polvo utilizado en las pinturas, los cosméticos, etc.	Yacimientos metamórficos
Yeso	Yeso blanco	Depósitos de evaporitas

⇒ MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Los materiales de construcción son uno de los grandes grupos de recursos industriales. Los áridos, la arena, la grava, el yeso o la piedra triturada se usan masivamente en edificación y obras públicas.



Los áridos naturales consisten en roca triturada, arena y grava.

Desde el punto de vista de la cantidad y de su valor, los áridos son un material de construcción muy importante.

Además de los áridos, otros importantes materiales de construcción son el yeso para argamasa y recubrimiento de paredes, la arcilla para los ladrillos y las tejas, y el cemento, que está hecho de caliza y arcilla.



El cemento y los áridos se reúnen en el hormigón, un material que es esencial prácticamente para todo tipo de construcciones.

Su importancia económica es enorme porque se consumen en grandes cantidades. A veces no son espectaculares como otros recursos, pero son imprescindibles para la construcción moderna.

⇒ RECURSOS ENERGÉTICOS

Los recursos geológicos son aquellos que se utilizan para generar energía, pueden ser materiales o procesos naturales que permiten obtener energía aprovechable por la sociedad.

Los podemos dividir según la fuente de energía en:

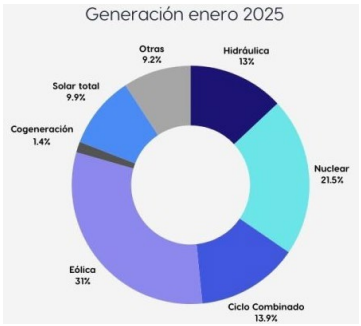
- **Carbón, Petróleo y Gas Natural (Principales)**
- **Arenas asfálticas y Lutitas bituminosas (Alternativos)**
- **Nuclear**
- **Solar**
- **Eólica**
- **Geotérmica**
- **Mareal**
- **Hidroeléctrica**





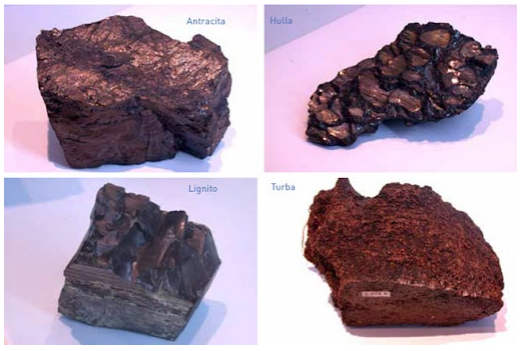
Las arenas asfálticas y las lutitas bituminosas contienen hidrocarburos más difíciles de extraer que el petróleo o gas convencionales y requieren tratamientos específicos.

Su aprovechamiento suele ser más costoso y con impactos ambientales mayores, lo que explica por qué solo se usan en determinadas condiciones económicas y tecnológicas.



⇒ CARBÓN

El carbón es un combustible fósil de origen vegetal y se diferencia claramente del carbón vegetal. Su valor energético depende de la pureza y del contenido en carbono.



El carbón distingue diversos tipos principales según el grado de carbonización: turba, lignito, hulla y antracita. Cuanto mayor es el contenido en carbono, mayor suele ser su poder calorífico.

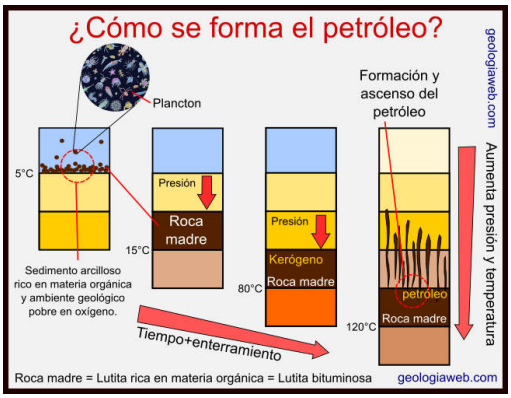
→ Tipos principales de carbón mineral:

- **Turba**: más joven y menos puro, menor poder calorífico. Aprox. 50% de carbono.
- **Lignito**: es un carbón de baja calidad. Contiene aproximadamente un 75% de carbono.
- **Hulla**: es un carbón de mayor calidad, con un poder calorífico más alto que el lignito. Contiene alrededor del 85% de carbono.
- **Antracita**: es el tipo de carbón más antiguo, puro y de mayor calidad. Tiene el mayor poder calorífico y está compuesto principalmente de carbono, hasta un 95%.

⇒ CARBÓN DESCENSO EN SU USO

- Porque no puede trasladarse con la misma facilidad que el petróleo y el gas.
- Contaminación por combustión: se debe a que en su estructura posee cantidades significativas de azufre, que al quemarse genera los nocivos gases de óxido de azufre que en la atmósfera se convierten en ácido sulfúrico, provocando las lluvias ácidas. A su vez la combustión del carbón también genera dióxido de carbono, un gas de efecto invernadero.

⇒ PETRÓLEO Y GAS NATURAL

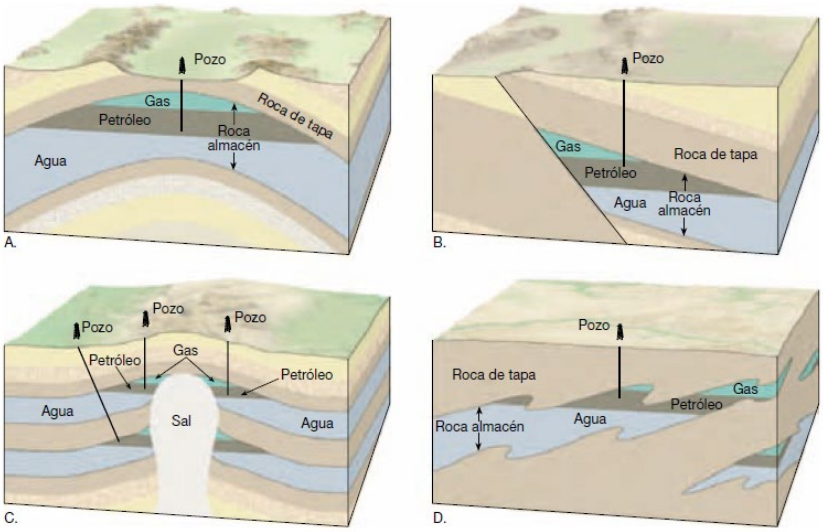


Se encuentran en entornos similares y normalmente aparecen juntos.

Los dos consisten en diversos compuestos de hidrocarburos, que contienen hidrógeno (H) y carbono (C).

Son productos biológicos derivados de los restos de organismos de origen marino (plancton y algas).

⇒ LOS HIDROCARBUROS



Los hidrocarburos son móviles y son sacados fuera de las rocas compactas ricas en fango en donde de originaron (roca madre), hacia las rocas permeables (arenisca) vecinas (rocas reservorio).

También son menos densos que el agua, entonces migran hacia arriba por los poros. Si NO encuentran un obstáculo (roca sello) en su migración ascendente, los fluidos acabarán alcanzando la superficie, perdiendo los componentes volátiles por evaporación.

Trampas petrolíferas: son estructuras geológicas que impiden la migración ascendente y favorecen la acumulación de petróleo y gas.

Requisitos:

• Roca permeable (almacén)

• Roca impermeable (sello)

⇒ ARENAS ASFÁLTICAS Y LUTITAS BITUMINOSAS



Arenas asfálticas: son mezclas de arcilla y arena con agua y cantidades variables de un alquitrán negro, muy viscoso, conocido como bitumen.

El petróleo es mucho más viscoso que el petróleo convencional (de difícil transporte).

El material excavado se calienta a continuación con vapor a presión y el bitumen se ablanda y se puede movilizar. Eliminan las impurezas y luego se añade hidrógeno para que aumente la calidad del crudo.

La extracción y el refinado de las arenas asfálticas requieren una gran cantidad de energía ¡casi la mitad de la que se obtiene del producto final!

Venezuela y Canadá tienen los principales yacimientos del mundo.

Lutitas bituminosas: La lutita es una roca sedimentaria detrítica de grano muy fino, y se llama bituminosas por tener la suficiente abundancia en material orgánico (querógeno) como para producir petróleo a través de destilación, por lo que contienen enormes cantidades de petróleo sin explotar.



La energía calorífica de la lutita bituminosa es sólo una octava parte de la que contiene el petróleo crudo, debido a la gran proporción de materia mineral de las lutitas.

Esta materia mineral añade costo a la producción minera, el procesamiento y la eliminación de residuos.

La minería de superficie produce trastornos generalizados del terreno y plantea problemas significativos de eliminación de residuos. Además, el procesamiento requiere grandes cantidades de agua.

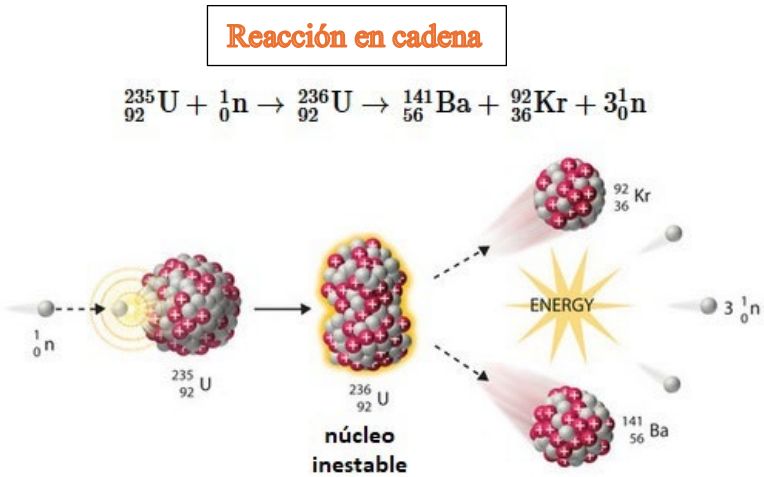
⇒ ENERGÍA NUCLEAR

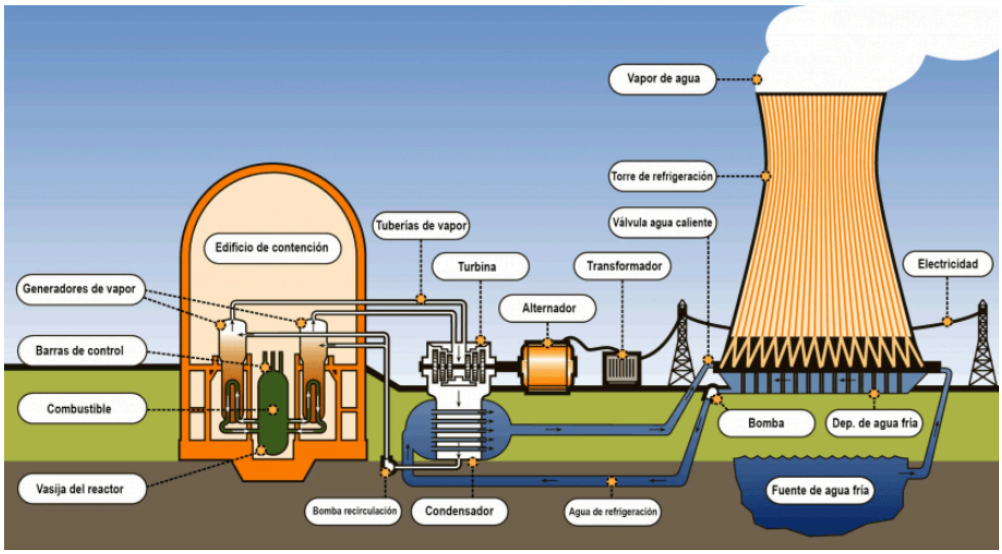
Esta diapositiva se centra en la energía nuclear. La fisión del uranio libera gran cantidad de energía y en una central esa reacción se controla mediante varillas absorbentes de neutrones.

El U-235 es el isótopo natural más fácilmente fisionable y, por tanto, el combustible principal en centrales nucleares. La energía liberada se utiliza para producir vapor y mover turbinas eléctricas.

El combustible para esas centrales procede de materiales radiactivos que liberan energía por el proceso de fisión nuclear.

La fisión se consigue bombardeando los núcleos con neutrones.





Esto hace que los núcleos de uranio se escindan en núcleos menores y emitan neutrones y energía calorífica.

Esa fisión del uranio libera gran cantidad de energía y en una central esa reacción se controla mediante varillas absorbentes de neutrones.

→ puntos Importantes:

- Los recursos energéticos permiten obtener energía aprovechable para la sociedad.
- Incluyen combustibles fósiles, nuclear y energías geológicas o físicas de origen natural.
- Cada recurso energético tiene ventajas, limitaciones e impactos.

https://www.foronuclear.org/actualidad/a-fondo/cuales-son-los-distintos-componentes-de-una-central-nuclear/

⇒ ENERGÍA SOLAR

La energía solar aprovecha la radiación del Sol. Hay dos sistemas de calentamiento:

→ **Colectores solares activos**



Son dispositivos de captación térmica que requieren energía externa (generalmente electricidad para bombas o ventiladores) para circular un fluido y transferir el calor captado hacia su punto de uso o almacenamiento.

El proceso se basa en tres etapas clave:

1. **Captación**: La radiación solar incide sobre la superficie del colector, calentando un fluido (agua, aire o anticongelante) que circula por su interior.
2. **Transporte**: Una **electrobomba** o ventilador impulsa el fluido caliente desde los colectores hacia un intercambiador de calor o tanque de almacenamiento.

Ventajas: Mayor eficiencia, mejor control de temperatura y funcionamiento garantizado en climas adversos.

Desventajas: Mayor coste inicial, complejidad de instalación y dependencia de electricidad para las bombas.

→ **Sistemas fotovoltaicos**



Son instalaciones eléctricas que convierte la radiación solar en electricidad utilizable mediante paneles solares. Se compone principalmente de módulos fotovoltaicos, inversores (para cambiar corriente continua a alterna), estructuras de montaje y, opcionalmente, baterías para almacenamiento.

Existen tres configuraciones principales dependiendo de cómo se gestiona la energía generada:

- **Conectados a la red (On-Grid):** Son los más comunes en zonas urbanas. La energía generada se consume en el momento y, si sobra, se vierte a la red eléctrica general.
- **Aislados (Off-Grid):** No dependen de la red eléctrica. Son ideales para zonas rurales o remotas y requieren obligatoriamente el uso de baterías para almacenar energía y usarla cuando no hay sol.
- **Híbridos:** Combinan lo mejor de ambos mundos. Están conectados a la red, pero también cuentan con baterías de respaldo para asegurar el suministro en caso de cortes de luz o para optimizar el ahorro.

Aunque no es un recurso geológico en sentido estricto como un mineral, en este tema se incluye dentro de los recursos energéticos naturales aprovechables por la sociedad.

⇒ ENERGÍA EÓLICA

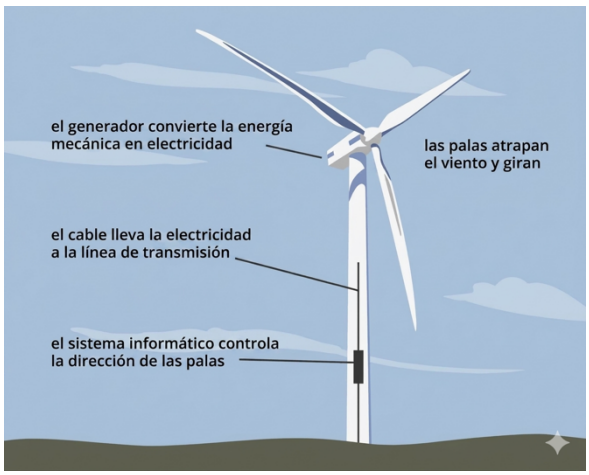


La **energía eólica** aprovecha una pequeña parte de la energía solar transformada en movimiento del aire (recordemos que el aire es una mezcla del 78% de nitrógeno y 21% de oxígeno y pequeñas cantidades de argón, dióxido de carbono y vapor de agua y el viento es el movimiento del aire; el aire se mueve debido al calentamiento desigual de la superficie terrestre por el sol:

- El sol calienta el aire, volviéndolo más ligero y haciendo que ascienda.
- El aire frío y más pesado se mueve para ocupar el espacio libre.
- Este desplazamiento constante de zonas de alta presión a bajas presiones crea el viento.

→ El proceso de transformación se realiza mayoritariamente a través de **aerogeneradores**:

- **Captación:** Las corrientes de aire mueven las palas de la turbina.
- **Transmisión:** El movimiento de las palas hace girar un eje conectado a una caja de cambios (multiplicadora) para aumentar la velocidad de rotación.
- **Generación:** Un generador eléctrico convierte esta energía mecánica en energía eléctrica.
- **Distribución:** La electricidad se evacúa a la red eléctrica para su consumo.



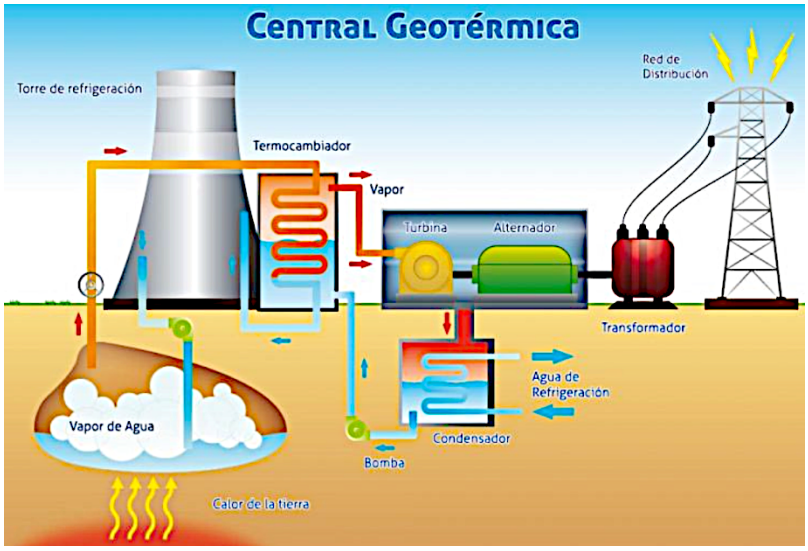
→ **Tipos de energía eólica**

1. **Eólica terrestre (Onshore):** Instalaciones ubicadas en tierra firme, aprovechando zonas con vientos constantes como llanuras o montañas.
2. **Eólica marina (Offshore):** Parques situados en el mar, donde el viento es más fuerte y constante que en tierra.
3. **Minieólica:** Uso de aerogeneradores pequeños para autoconsumo en viviendas o zonas aisladas.
4. **Eólica de gran altitud:** Innovaciones recientes, como turbinas voladoras, que buscan captar vientos más potentes a mayor altura.

→ **Ventajas principales**

- **Inagotable y limpia:** No produce emisiones contaminantes ni gases de efecto invernadero.
- **Bajo coste:** Actualmente es una de las fuentes de generación más baratas, incluso compitiendo en precio con los combustibles fósiles.
- **Eficiencia de espacio:** Los parques eólicos pueden coexistir con actividades agrícolas o ganaderas.

⇒ ENERGÍA GEOTÉRMICA



La energía geotérmica aprovecha el calor interno de la Tierra, especialmente en zonas con actividad volcánica reciente o con gradientes geotérmicos elevados.

Para que un depósito geotérmico sea comercialmente útil se necesita una fuente de calor, agua circulante y rocas o fracturas que permitan almacenar y transmitir ese calor.

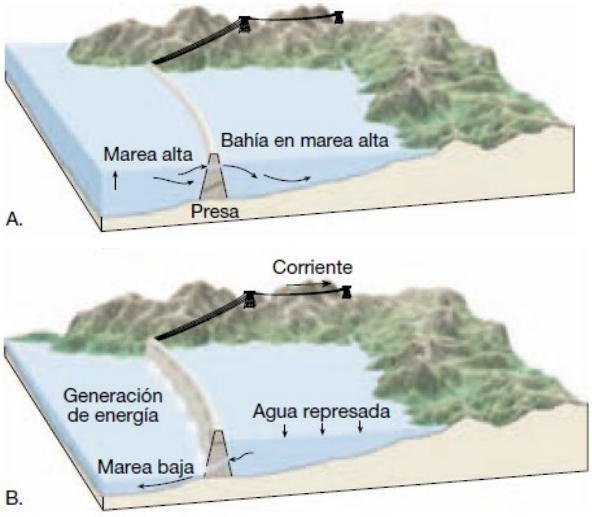
Es decir, el aprovechamiento de la energía geotérmica se realiza explotando los depósitos subterráneos naturales de vapor y de agua caliente. Estos depósitos aparecen en lugares donde las temperaturas bajo la superficie terrestre son elevadas debido a la actividad volcánica relativamente reciente. Se utiliza esta energía de dos maneras: el vapor y el agua caliente se emplean para calentar y para generar electricidad.



Debemos reconocer que la energía geotérmica no es inagotable. La experiencia demuestra que el vapor y el agua caliente de cada pozo no duran normalmente más de 10 a 15 años, de manera que deben perforarse más pozos para mantener la producción de energía. Finalmente, el campo se agota.

⇒ ENERGÍA MAREAL

La **energía mareal** (o mareomotriz) es una fuente renovable que aprovecha el movimiento de ascenso y descenso de las mareas —causado por la atracción gravitatoria de la Luna y el Sol— para generar electricidad.



Se utilizan principalmente tres métodos para capturar esta energía:

- **Generadores de corriente de marea (TSG):** Turbinas similares a las eólicas, pero sumergidas, que aprovechan la energía cinética de las corrientes de agua.
- **Presas de marea:** Se construyen diques en estuarios. Cuando sube la marea, se abren las compuertas para llenar el embalse; al bajar, el agua se libera pasando por turbinas que generan electricidad.
- **Energía mareomotriz dinámica (DTP):** Una tecnología teórica que utiliza largas presas construidas desde la costa hacia el mar para crear diferencias de fase en las mareas.

→ **Principales ventajas**

- **Predecible:** A diferencia del sol o el viento, los ciclos de las mareas se conocen con exactitud años antes de que ocurran.
- **Renovable y limpia:** No emite gases de efecto invernadero y su fuente es inagotable.
- **Eficiencia:** Debido a que el agua es mucho más densa que el aire, una turbina mareal puede generar mucha más energía que una eólica del mismo tamaño.

→ **inconvenientes**

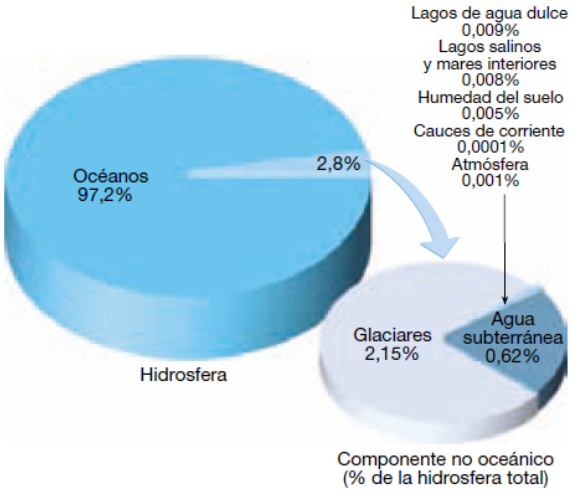
- **Coste elevado:** La construcción y el mantenimiento en entornos marinos corrosivos requieren una inversión inicial muy alta.
- **Impacto ambiental:** Las presas pueden alterar ecosistemas locales, afectando la salinidad y los ciclos de vida de especies marinas.
- **Ubicación limitada:** Solo es viable en zonas costeras específicas donde la diferencia entre marea alta y baja es significativa.

⇒ RECURSOS HÍDRICOS

Los recursos hídricos son todas las aguas disponibles en el planeta que pueden ser usadas por las personas y los ecosistemas.

Incluyen aguas superficiales, subterráneas y el agua almacenada en forma de nieve y/o hielo y la acumulada en la atmósfera.

El agua es un recurso renovable, pero su disponibilidad depende del clima, del ciclo hidrológico y de la gestión humana.



La energía hidroeléctrica aprovecha la energía potencial del agua en movimiento o en caída para accionar turbinas y producir electricidad.

Su desarrollo suele apoyarse en grandes presas, que regulan el caudal y permiten disponer de energía de forma controlada, aunque con impactos ambientales significativos.

Los ríos, lagos y humedales son muy importantes para los seres humanos. Los utilizamos como vías para el desplazamiento de mercancías, como fuentes de agua para irrigación y como fuente de energía.

Sus fértiles llanuras de inundación se han cultivado desde los inicios de la civilización.

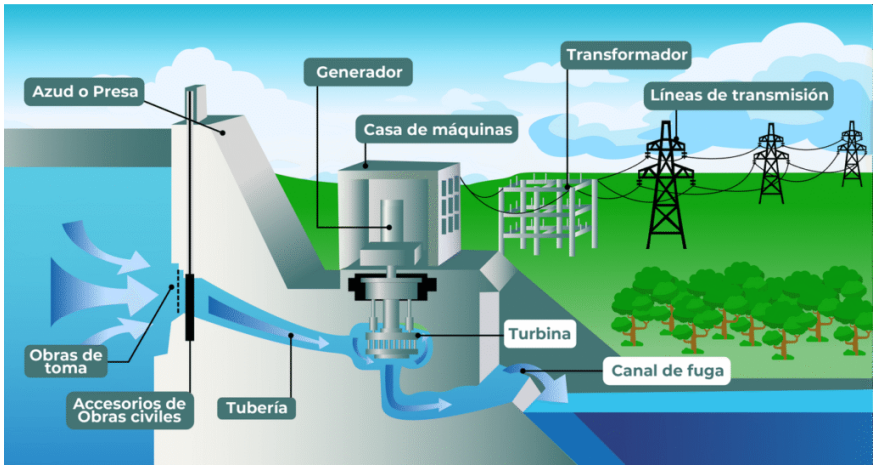
¿Qué ocurre con la precipitación cuando cae en el continente? Una parte del agua penetra en el suelo (infiltración) y se mueve hacia abajo, luego en dirección lateral y, por fin, resurge en los lagos, los ríos o directamente en el océano.

Cuando la velocidad de caída de la lluvia es mayor que la capacidad del suelo para absorberla, el agua adicional fluye sobre la superficie en lagos y corrientes, un proceso denominado escorrentía.

El agua de escorrentía es el agente dominante de la alteración del paisaje (erosión y transporte).

Dado que mucha gente vive cerca de los ríos, las inundaciones se cuentan entre los riesgos geológicos más destructivos.

⇒ ENERGÍA HIDROELÉCTRICA



La energía hidroeléctrica aprovecha la energía potencial del agua en movimiento o en caída para accionar turbinas y producir electricidad.

Su desarrollo suele apoyarse en grandes presas, que regulan el caudal y permiten disponer de energía de forma controlada, aunque con impactos ambientales significativos.

La caída del agua ha sido una fuente de energía durante siglos. En la actualidad, la energía generada por las caídas de agua se utiliza para impulsar las turbinas que producen electricidad.

La mayor parte de esa energía se produce en grandes presas que permiten un control del flujo de agua. El agua estancada represada en un embalse es una forma de energía almacenada que puede liberarse en cualquier momento para producir electricidad.

Aunque la energía hidráulica se considera un recurso renovable, las presas tienen un tiempo de vida limitado (tasa de sedimentación).

La disponibilidad de lugares apropiados es un factor importante que limita el desarrollo de centrales hidroeléctricas a gran escala.

Un buen sitio debe proporcionar una altura significativa para la caída del agua y un caudal elevado.

⇒ AGUAS SUBTERRÁNEAS

Las aguas subterráneas también representan un recurso hídrico. Los pozos y manantiales son formas de acceso o salida del agua almacenada bajo la superficie.

Su importancia es enorme porque muchas ciudades, cultivos, industrias y ecosistemas dependen de acuíferos y de su correcta gestión.

El agua subterránea se mueve lentamente a través de los poros y fisuras del subsuelo, movida por la **gravedad y la presión** desde áreas de mayor energía (recarga) hacia menores (descarga). Sigue flujos locales o regionales, a menudo recargando ríos y océanos, y su velocidad depende de la permeabilidad del material.

→ **Nivel freático**: también conocido como Capa o manto freáticos, es la superficie superior de la zona saturada de agua subterránea, donde la presión del agua iguala la atmosférica. Oscila naturalmente por precipitaciones (aumenta) o sequías (desciende), y artificialmente por bombeo, afectando la cimentación de construcciones, la capacidad de los acuíferos y el drenaje del terreno.

→ **Aparición de manantiales**: este es un fenómeno natural en el que el agua subterránea brota a la superficie terrestre, ya sea de forma constante o temporal. Se originan cuando los acuíferos (depósitos subterráneos) se llenan y el agua busca una salida, a menudo impulsada por la gravedad o la presión.

Partes de la hidrosfera	Volumen de agua dulce (km^3)	Porción de volumen total de agua dulce (%)	Tasa de intercambio del agua
Casquetes polares y glaciares	24.000.000	84,945	8.000 años
Aguas subterráneas	4.000.000	14,158	280 años
Lagos y embalses	155.000	0,549	7 años
Humedad del suelo	83.000	0,294	1 año
Vapor de agua en la atmósfera	14.000	0,049	9,9 días
Agua de los ríos	1.200	0,004	11,3 días
Total	28.253.200	100,000	

⇒ EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y SUS IMPACTOS EN LA MINERÍA

Aquí nos introducimos en los impactos de la minería. Extraer recursos altera el terreno, modifica el paisaje, puede contaminar agua y suelos y afecta a ecosistemas y comunidades si no se gestiona correctamente.

La idea principal es que los impactos no deben tratarse al final, sino desde el diseño mismo del proyecto. La minería moderna necesita prevención, restauración y control ambiental.



→ **Exploración**:

La exploración minera es la fase inicial y fundamental del ciclo minero, centrada en localizar, identificar y evaluar yacimientos de minerales con potencial económico. Utiliza técnicas geológicas, geofísicas y geoquímicas avanzadas, incluyendo perforaciones para determinar la calidad, cantidad y profundidad del mineral antes de la explotación.

Esta división es importante porque un recurso no pasa directamente del descubrimiento al aprovechamiento: antes hay que estudiarlo, medirlo y valorar su viabilidad.

→ **Etapas**

- **a) Prospección regional**

  Busca áreas prometedoras a gran escala. Incluye:

  • **Revisión bibliográfica y cartográfica**: mapas geológicos, informes antiguos, imágenes satelitales.

  • F**otointerpretación / teledetección**: imágenes multiespectrales (Sentinel, Landsat) para detectar alteración mineral, fracturas o estructuras favorables.

  • **Prospección geológica de campo**: reconocimiento visual, identificación de litologías y estructuras.

- **b) Exploración detallada**

  Una vez delimitada un área más pequeña:

  • **Cartografía geológica detallada** (1:10.000 – 1:1.000)

  • **Geoquímica**:
    - Muestreo de rocas, suelos, sedimentos de corriente
    - Análisis de elementos traza para detectar "halos" alrededor de un depósito

  • **Geofísica**: métodos indirectos para identificar anomalías físicas en el subsuelo:
    - **Magnetometría**: detecta variaciones del campo magnético (útil para magnetita,
    - cuerpos máficos).
    - **Gravimetría**: detecta variaciones de densidad (sal, sulfuros masivos).

- **Electromagnetismo** (EM): identifica cuerpos conductores (sulfuros, grafito).
- **Resistividad eléctrica / IP (polarización inducida**): detecta contraste de resistividad; muy útil en sulfuros diseminados.
- **Sísmica (refracción/reflexión):** muy usada en petróleo y gas.
- **GPR (georradar)**: útil para someras

c) Sondeos y pruebas directas

Son la etapa más costosa y decisiva.

• **Sondeos rotativos (carota o "testigo")**: extraen cilindros de roca para análisis detallado.

• **Sondeos a percusión / RC (Reverse Circulation**): más rápidos, producen fragmentos ("chips") para análisis.

• **Pozos y calicatas**: excavaciones superficiales para examinar mineralización.

d) Evaluación del yacimiento

• **Modelos geológicos 3D**

• **Modelos de bloques:** para estimar recursos y reservas

• **Pruebas metalúrgicas:** conocer cómo se comporta el mineral en planta

• **Evaluación económica**: costos, precios, riesgos





→ **Explotación**

La explotación minera es la fase operativa de extracción de minerales y metales valiosos de la corteza terrestre, abarcando métodos a cielo abierto o subterráneos según la ubicación del yacimiento. Implica estudios técnicos, maquinaria pesada y voladuras para obtener recursos (oro, cobre, construcción) para la industria.

Los métodos dependen del tipo de yacimiento, su geometría, profundidad y propiedades mecánicas.

a) Métodos de explotación a cielo abierto

Se usan cuando el mineral está cerca de la superficie.

I. Minas a cielo abierto

- Eliminación de "estéril" (roca sin valor)
- Excavación en bancos o terrazas
- Ha de ser muy eficiente y económica
- Común para: Cu (Cobre), Fe (Hierro), Au (Oro), Carbón, U (Uranio)

II. Canteras

Para rocas industriales: caliza, mármol, granito, áridos. Se extrae el recurso de forma técnica y económicamente viable.

Los métodos cambian según la geometría del yacimiento, su profundidad, su ley y las características mecánicas del terreno.

Las operaciones son por bancos descendentes.



III. Dragado

En ríos, playas, fondos marinos. Esto es para arenas minerales, estaño, oro aluvial

b) Métodos de explotación subterránea

Se usan cuando el mineral está profundo o el volumen de estéril es demasiado grande.

I. Cámaras y pilares (room and pillar)

Se dejan pilares de roca para sostener el techo. Es muy común en carbón, sal y minerales planos



II. Corte y relleno (cut and fill)

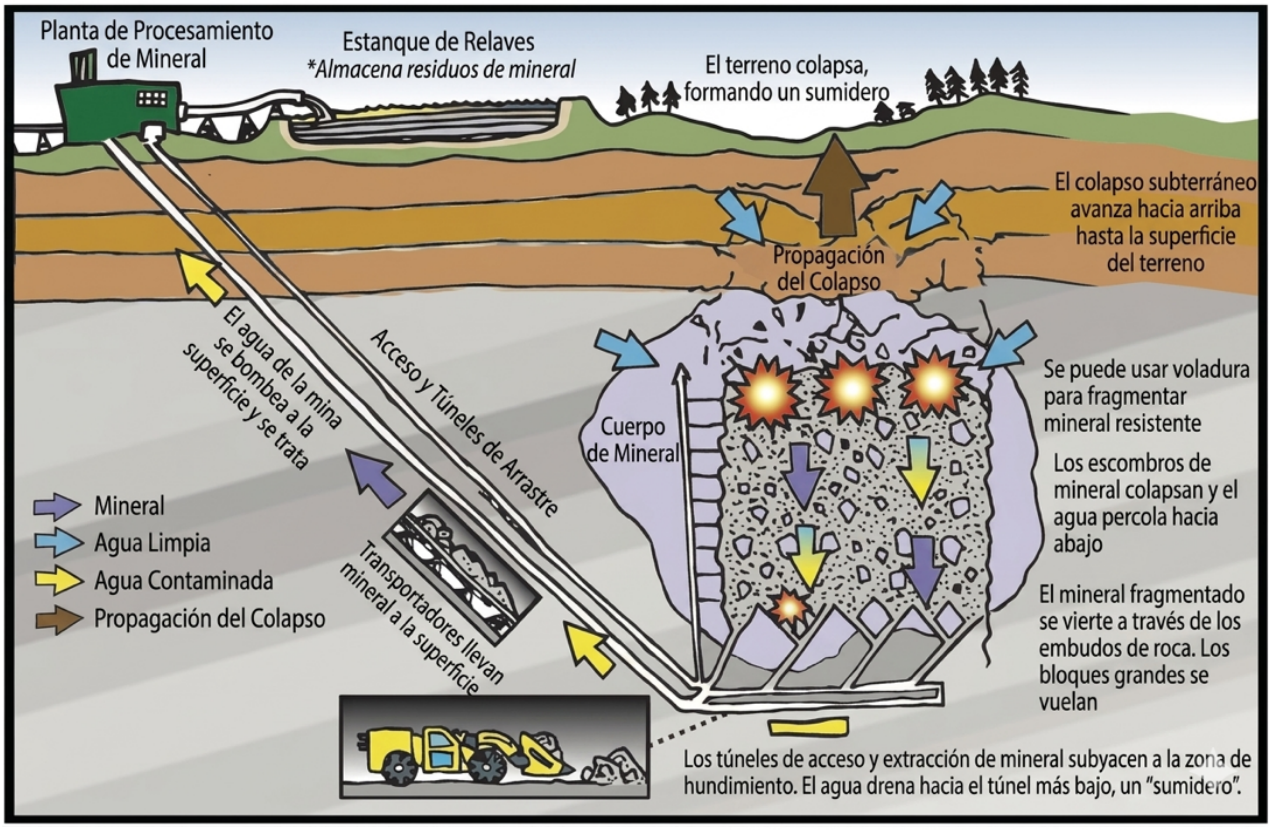
Se excava un bloque y se rellena con material para sostener el túnel.

Ideal para vetas estrechas o yacimientos irregulares.

III. Hundimiento por bloques (block caving)

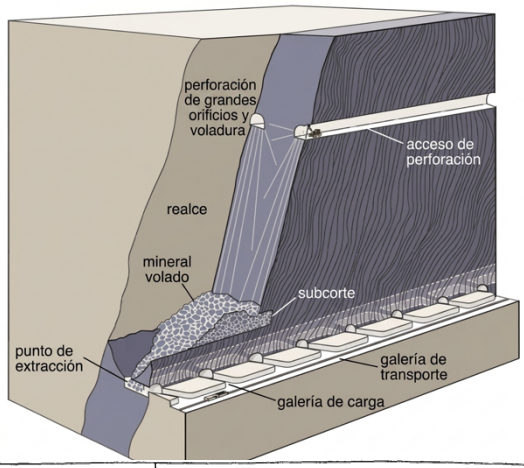
Se permite el colapso controlado del yacimiento

Muy eficiente para grandes cuerpos de baja ley (p.ej., cobre porfídico).



IV. Avance por subniveles (Sublevel stoping)

Método selectivo, usado en vetas verticales de buena ley.



⇒ IMPACTOS DE LA MINERÍA

Extraer recursos altera el terreno, modifica el paisaje, puede contaminar agua y suelos y afecta a ecosistemas y comunidades si no se gestiona correctamente.

La idea principal es que los impactos no deben tratarse al final, sino desde el diseño mismo del proyecto. La minería moderna necesita prevención, restauración y control ambiental.

SUELO — Cambio de morfología: — Ocupación del suelo:	• Alteración del paisaje. • Pérdida del suelo por erosión. • Pérdida de comunidades vegetales. • Alteración de poblaciones animales.
AGUA — Alteración de la red de drenaje natural:	• Contaminación del agua superficial. • Inundación de áreas próximas.
AIRE — Cambios temporales en la calidad del aire:	• Alteración de la vida silvestre y afectación de la vegetación de áreas cercanas.

⇒ RESUMEN GENERAL DEL TEMA

El tema explica qué son los recursos geológicos y cómo se clasifican, y estudia después recursos metálicos, industriales, energéticos e hídricos. También muestra que la existencia de un recurso depende de su concentración, de la tecnología disponible y de la rentabilidad económica.

Finalmente, dedica un bloque a la exploración, a los métodos de explotación minera y a los impactos ambientales. En conjunto, el tema enseña que aprovechar un recurso geológico exige tanto conocimiento del origen del yacimiento como gestión responsable de su extracción.

→ puntos Importantes:

• Los recursos geológicos incluyen materiales y procesos naturales útiles para la sociedad.

• Un recurso puede dejar de ser rentable o volver a serlo según cambien la economía o la tecnología.

• La explotación de recursos exige exploración previa y control de impactos.

• La geología aplicada une conocimiento científico, utilidad económica y responsabilidad ambiental.