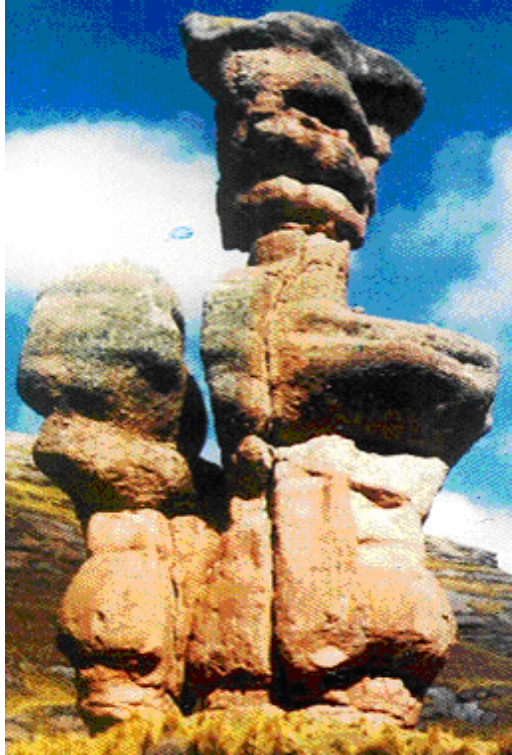


DINÁMICA TERRESTRE Y PROCESOS PETROGENÉTICOS

Las **rocas** son agregados naturales, normalmente sólidos y coherentes, compuestos por una o más especies de minerales.

Vulgarmente se define a una roca



como un material rígido y duro, pero los geólogos también incluyen entre las rocas materiales sólidos, como las arcillas, las sales o el yeso, siempre que se presenten en cierto grado de cohesión. El petróleo se considera una roca por tener un origen natural y acumularse entre otros conjuntos rocosos.

Un **mineral** es una sustancia inorgánica natural sólida caracterizada por poseer una composición química definida, una estructura cristalina y un conjunto de propiedades que permiten distinguirlo de otros.

Su composición depende de la presencia y proporciones en que se encuentran los distintos elementos químicos que lo forman.



La estructura cristalina es la disposición fija, regular y repetitiva que presentan los átomos a lo largo de las tres direcciones del espacio.

Las propiedades de los minerales son un conjunto de características que dependen de su composición química y su estructura cristalina.

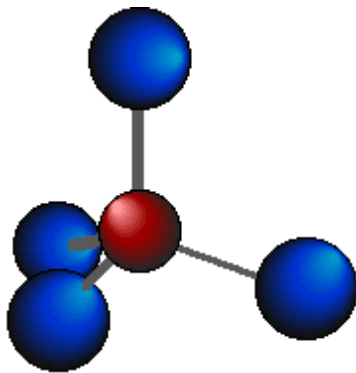
El brillo es el aspecto que presenta la luz cuando se refleja sobre la superficie de un mineral. Suele distinguirse entre el brillo metálico y el no metálico.

El color es la gama cromática visible con la que se muestra un mineral.

La raya es el color del polvo que se obtiene frotando la superficie de un mineral con una pieza de porcelana blanca.

La exfoliación es la tendencia de un mineral a romperse siguiendo planos.

El peso específico indica cuántas veces pesa más un mineral que un volumen idéntico de agua destilada. Es equivalente a su densidad.



LOS MINERALES QUE FORMAN LAS ROCAS

Un 99,9% de la corteza y el manto terrestre está formado por poco más de veinte minerales llamados **minerales petrogenéticos**. Entre ellos destaca el grupo de los silicatos.

LOS MINERALES SILICATADOS son los minerales más abundantes. Tanto es que constituyen un 95% del volumen de la corteza terrestre. Su estructura se basa en una unidad fundamental (SiO_4): cuatro iones de oxígeno rodeando a un ion de silicio.

Químicamente, estos se dividen en dos grandes grupos:

Los silicatos ferromagnesianos contienen hierro y/o magnesio. Normalmente presentan colores oscuros. Los más frecuentes son:

- *Olivinos*: colores verde oliva, grisáceo o pardo. Compuesto por manganeso o níquel. Ejemplo: olivino.
- *Piroxenos*: colores oscuros, a veces verdosos o amarillos. En sus minerales pueden aparecer el calcio, aluminio, manganeso, sodio o titanio. Ejemplo: augita.
- *Anfíboles*: composiciones muy complejas en cuya formación puede haber calcio, potasio, plomo, aluminio, litio, cromo o manganeso. Ejemplo: hornblenda.
- *Granates*: colores entre el marrón y el rojo oscuro. Formados por calcio, manganeso, cromo o titanio. Ejemplo: almandino
- *Micas*: se distingue entre micas negras (ferromagnesianas) y el resto (micas blancas, litiníferas y duras). Ejemplo: mica.

Los silicatos no ferromagnesianos son el resto de los silicatos que contienen cantidades variables de aluminio, potasio, sodio o calcio. Suelen presentar colores claros. Los grupos más frecuentes son:

- *Feldespatos*: en su composición química una parte de los átomos de silicio son sustituidos por átomos de aluminio y el resto de su estructura ocupada por potasio, sodio o calcio. Ejemplo: albita.
- *Cuarzo*: es el único mineral formado casi exclusivamente por silicio y oxígeno. Su fórmula química es SiO_2 , es decir, que solo lo integran dos iones de oxígeno por cada ion de silicio. Ejemplo: cuarzo rosa.
- *Arcillas*: grupo muy variado y complejos con estructura laminar. Su unidad básica es el grupo SiO_5 . suelen proceder de la alteración química de otros silicatos. Ejemplo: sepiolita.

LOS MINERALES NO SILICATADOS se encuentran en proporciones mucho más reducidas que los silicatos. Los más importantes pertenecen a los siguientes grupos:

- *Carbonatos*: compuestos formados por una combinación de carbono y oxígeno con otros metales. Los más comunes son la calcita, CaCO_3 , y la dolomita, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$.
- *Sulfatos*: surgidos de la combinación de azufre y oxígeno con otros elementos metálicos o no metálicos. Ejemplos: yeso ($\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$), anhidrita (CaSO_4) y baritina (BaSO_4).
- *Haluros*: combinación de átomos de cloro, flúor, bromo o yodo con elementos metálicos. Algunos constituyen sales minerales solubles en agua. Ejemplos: halita, fluorita (CaF_2)

GRUPOS DE ROCAS

Para estudiar las rocas se investiga sus características y las describen de tres atributos principales:

La **asociación mineral** es la agrupación de minerales presentes en una roca. Aporta información sobre su composición química y condiciones en las que se han formado sus constituyentes. Los componentes de una roca pueden ser homogéneos o heterogéneos.

La **textura** es el aspecto global que presenta la roca por su forma, el tamaño, la ordenación interna, la

cristalinidad o el tipo de contacto de sus componentes. Puede ser granular, orientada, bandeada

La **edad** de una roca es su antigüedad. Se puede establecer mediante procedimientos de datación basados en las características de los minerales o fósiles que la integren.

Las rocas se clasifican en los siguientes grupos según los procesos geológicos que las han originado:

El nombre de ROCA ÍGNEA procede del latín *ignis*: fuego. Estas se forman por el enfriamiento progresivo y la solidificación de una masa de material geológico fundido. También se les llama magmáticas, pues proceden de un magma. Un magma es una mezcla de material rocoso fundido, normalmente silicatado, que puede estar formado por gases disueltos y algunas partículas sólidas en suspensión (cristales y fragmentos de rocas).

Según lo rápido con que el magma ascienda hacia la superficie la roca se enfriará con mayor o menos lentitud. Y según su emplazamiento se distinguen dos conjuntos:

- **Rocas ígneas extrusivas**, llamadas también volcánicas. Estas resultan de la solidificación rápida de un magma en el exterior de la superficie terrestre o muy cerca de ella.
- **Rocas ígneas intrusivas**. Estas se forman a partir del enfriamiento, más o menos lento, del magma a distintas profundidades en el interior de la corteza terrestre. Las plutónicas solidifican a grandes profundidades.

Las filonianas son intrusiones del magma que alcanzan el estado sólido en el interior de grietas o fracturas a profundidades intermedias de la corteza.

Las ROCAS SEDIMENTARIAS se forman por la transformación de materiales geológicos que ya existían en la corteza. Se forman por acumulaciones y consolidación de sedimentos. Estos son materiales que proceden de la alteración, erosión y transporte de rocas preexistentes. Hay dos grupos:

- **Rocas sedimentarias detríticas**. Proceden de la acumulación de fragmentos de minerales y rocas (por el efecto de la gravedad) que derivan de la alteración y disgregación de rocas más antiguas. Ejemplos de mayor a menor diámetro: conglomerados, areniscas, limonitas y arcillitas.
- **Rocas sedimentarias no detríticas**. Formadas por la solidificación, en determinados ambientes favorables, de las sustancias minerales disueltas en medios acuosos. Ejemplos: carbonatadas, fosfatadas, ferruginosas, organógenas...

Las ROCAS METAMÓRFICAS se forman a partir de materiales geológicos preexistentes cuando estos han sufrido cambios en su composición mineral o textura a causa de las variaciones de temperatura y/o presión. Se producen sin que los materiales abandonen su estado sólido. Según el proceso, se distingue entre:

- El **metamorfismo regional** que afecta a grandes volúmenes rocosos y se produce cuando una roca es sometida a grandes presiones cada vez más elevadas. Esto pasa cuando cambia la presión a la que estaba estable por profundizar en su posición de la corteza o por los esfuerzos tectónicos.
- El **metamorfismo local** afecta a volúmenes rocosos más reducidos. Se distinguen tres tipos: *metamorfismo de contacto*, se produce por un aumento de la temperatura; *metamorfismo de disociación*, se da en zonas sometidas a grandes esfuerzos compresivos; *metamorfismo de choque*, se produce en zonas afectadas por la caída de meteoritos.

LOS PROCESOS PETROGENÉTICOS

Todos los minerales que forman las rocas de la Tierra derivan de tres procesos físico-químicos primordiales:

Cristalización (solidificación de una masa fundida). Es el proceso por el cual un material rocoso fundido, un magma, se transforma en un sólido, consiguiendo una ordenada y regular disposición de la materia que constituye sus minerales.

Precipitación de una disolución. Proceso por el cual se originan minerales partiendo de una disolución acuosa, rica en algunos elementos químicos. Puede ser generada por factores físicos, químicos o biológicos.

Los fluidos hidrotermales también pueden formar minerales por precipitación en el interior de grietas. Así es como se forman los filones y masa irregulares de algunos minerales de interés económico.

La cementación de los poros existentes entre las rocas sedimentarias detríticas también se produce por la precipitación de los iones disueltos en los fluidos acuosos que circulan a través de los sedimentos.

Recristalización en estado sólido. Afecta a rocas sometidas a nuevas condiciones físico-químicas. Si las condiciones cambian con el tiempo como en los procesos metamórficos o en la litificación de sedimentos (diagénesis), aumentando la presión, la temperatura o las dos a la vez, los minerales pueden transformarse en otros que serán otra vez estables bajo las nuevas condiciones.

En todos estos procesos se produce una cristalización (formación de cristales). Por eso algunos autores prefieren distinguir los minerales según los ambientes geológicos donde se forman. Así tenemos esta separación: minerales de origen **magmático, hidrotermal, sedimentario, diagenético o metamórfico**.

EL CICLO DE LAS ROCAS

El también llamado ciclo petrogenético es un modelo teórico que define los distintos estadios y procesos a través de los cuales una roca se puede transformar en todas las demás.

El análisis de un ciclo lo podríamos empezar por cualquier fase. Lo empezaremos por la solidificación de un magma:

Partimos de un **magma fluido** (del interior de la corteza o del manto) que gracias a su temperatura tiene una densidad que le permite **ascender** hacia la superficie haciendo así que se enfríe y se cristalice, es decir, que se **solidifique**. Y según donde tenga lugar ese proceso y la velocidad a la que tenga lugar se dará la aparición de unos tipos de rocas u otros.

Cuando una **roca ígnea** alcance la superficie terrestre experimentará unas transformaciones físicas y químicas gracias a la acción de los procesos atmosféricos, hidrosféricos y biosféricos. Estos cambios facilitan su lenta y progresiva desintegración y descomposición: su **meteorización**. Los materiales que resultan de este proceso pueden ser erosionados y desplazados por la acción de los agentes externos y la gravedad. Todas estas **partículas** son **transportadas** hasta diferentes sitios donde serán **depositadas** finalmente, sedimentos que pueden llegar a convertirse en rocas. A todo este proceso se le llama **proceso de litificación** y da como resultado la formación de una **roca sedimentaria**.

Cuando cualquier roca se desplaza hacia zonas de la corteza cada vez más profundas, el aumento de la temperatura, de la presión y, a veces, de la circulación de fluidos, provocará que sus minerales pierdan su estabilidad. Manteniendo su estado sólido, la roca sufre transformaciones que dan lugar a nuevos minerales que serán más estables bajo estas nuevas condiciones. Estos cambios, si se producen en zonas próximas a la superficie, reciben el nombre de **cambios diagenéticos** y dan lugar a las **rocas sedimentarias**. Si, contrariamente, se producen en cualquier lugar de la corteza y bajo temperaturas y/o presiones más elevadas, se les llama **procesos metamórficos** y darán lugar a **rocas metamórficas**.

Finalmente, cuando una roca abandona el tramo de transformaciones metamórficas, por un aumento de presión o temperatura, dejará de ser sólida y se fundirá parcial o totalmente. A este proceso de fusión se le llama **anatexia** y conduce a la formación de un **magma**.

LAS ROCAS ÍGNEAS

Las rocas ígneas existentes en la naturaleza derivan de varios factores:

Se pueden diferenciar por su modo de emplazamiento, según la geometría que adopten los magmas al solidificar.

Según a la velocidad a la que solidifiquen los magmas, regida por el contenido en sílice, las rocas ígneas adoptarán los distintos tipos de texturas.

Los magmas pueden presentar composiciones químicas muy variadas y cristalizar bajo determinadas condiciones ambientales. En función de las proporciones de sus minerales, las rocas ígneas presentarán una gran diversidad composicional.

MODOS DE EMPLAZAMIENTO

El emplazamiento es el lugar donde se inmoviliza y concluye su solidificación. En las rocas extrusivas, el emplazamiento tiene lugar en el exterior de la superficie terrestre o muy cerca de ella. En las intrusivas, el emplazamiento se produce a gran profundidad, por lo que no se pueden observar directamente. Solo a partir de deformaciones tectónicas y/o procesos erosivos lo podremos observar ya que las hacen aflorar a la superficie.

ROCAS EXTRUSIVAS

La actividad volcánica expulsa hacia el exterior del planeta productos sólidos, líquidos y gaseosos. La mayor parte de los gases se incorporan a los ciclos atmosféricos e hidrosféricos. Sin embargo, los productos líquidos y sólidos, una vez solidificados, pasan a formar parte del registro geológico como **materiales volcánicos**: se convierten en **rocas ígneas extrusivas**.

En los modos de emplazamiento aparición de las rocas volcánicas se suele distinguir entre los materiales masivos y los fragmentarios:

Materiales masivos

Cuando el magma líquido alcanza la superficie terrestre, recibe el nombre de lava. Según su composición, temperatura y viscosidad las lavas se amontonan o fluyen durante cierto tiempo antes de solidificar. Pueden presentar muy diversas geometrías:

Coladas de lava. Son cuerpos rocosos que se disponen adaptándose al relieve existente. Se forman por el emplazamiento de masas fluidas de magma que salen del cráter. En algunos casos, las lavas no surgen de un cráter (**erupciones puntuales**), sino a lo largo de una fractura de la corteza en lo que se denominan **erupciones fisurales**.

Algunas coladas de lava pueden alcanzar varias decenas de kilómetros de longitud. Se clasifican en dos grandes grupos:

- *Lavas lisas*, que presentan unas superficies regulares o ligeramente onduladas. Se forman en coladas muy fluidas.

- *Lavas rugosas*, presentan una superficie irregular formada por bloques sueltos y angulosos. Se originan en coladas poco fluidas.

En algunas coladas de lava, la solidificación más rápida de las zonas periféricas permite que el magma siga circulando por las zonas centrales.

Domos de lava o domos volcánicos. Se forman cuando las lavas son muy viscosas o es escaso el volumen emitido y el emplazamiento del magma se limita al mismo centro eruptivo.

Chimeneas y pitones volcánicos. Son los emplazamientos de algunas rocas extrusivas que han solidificado en el mismo conducto volcánico por el que ascendían. Las chimeneas conectan las cámaras magmáticas con las bocas eruptivas de un volcán. Los pitones volcánicos son restos de chimeneas volcánicas que destacan respecto al terreno circundante porque la erosión ha dismantelado total o parcialmente el cono volcánico que las circundaba.

Los materiales volcánicos masivos suelen presentar una estructura interna caracterizada por un arco sistema de fracturas que se origina por la contracción que sufren las lavas al enfriarse o por los movimientos finales de flujo previos a su emplazamiento definitivo.

Materiales fragmentarios

Los materiales volcánicos fragmentarios son acumulaciones de clastos (fragmentos rocosos) producidas por la actividad eruptiva de tipo explosivo. Estas pequeñas explosiones se originan por la llegada de burbujas de gas a la superficie del magma emitido por los volcanes. La liberación del gas es debida a la disminución de presión que sufre el magma al alcanzar las zonas más superficiales de la corteza. En su ascenso, las burbujas se expanden progresivamente y explotan al llegar a la superficie. Cuando revientan, cada una de ellas arranca y dispersa porciones de lava fundida que, en contacto con el aire, se enfrían y solidifican de inmediato. Estos fragmentos reciben el nombre de piroclastos.

Los piroclastos se clasifican según distintos criterios:

La granulometría hace referencia al diámetro de los fragmentos. Según este criterio podemos distinguir entre:

Cenizas, con diámetros inferiores a los dos milímetros.

Lapillis, diámetros entre los 2 y los 64 mm.

Bloques, son piroclastos de diferentes tamaños con formas angulosas.

Bombas volcánicas, cuando presentan aspecto globular o fusiforme.

La naturaleza de los piroclastos los distingue por su origen. Los **piroclastos juveniles** o esenciales proceden del magma emergente solidificado. Los **piroclastos líticos** corresponden a fragmentos de rocas preexistentes.

El mecanismo de transporte o emplazamiento separa los piroclastos en función del proceso que ha permitido su acumulación.

ACTIVIDAD ERUPTIVA Y EDIFICIOS VOLCÁNICOS

La **actividad eruptiva** es el conjunto de procesos relacionados con la expulsión de materiales volcánicos. Hay dos estilos de actividad:

Efusiva: dominada por la emisión pausada de lavas.

Explosiva: caracterizada por la expulsión más o menos violenta de material piroclástico.

La acumulación de materiales masivos y fragmentarios e el exterior de la superficie terrestre es capaz de construir distintos tipos de **edificios volcánicos** y estructuras como conos de cenizas, volcanes en escudo y estratovolcanes.

Las siguientes estructuras aparecen como consecuencia de la actividad hidromagmática, desencadenada cuando el magma expulsado por un volcán interacciona con el agua superficial o subterránea:

Anillos de tobas. En estos se forma un cono de poca altura y escasa inclinación de sus flancos con un cráter de grandes dimensiones.

Conos de tobas. En ellos, el cráter es de dimensiones reducidas.

Sin embargo, las **lavas almohadilladas** se forman en condiciones subacuáticas cuando el magma emergente se enfriado casi instantáneamente por el contacto con el agua, adoptando el aspecto de almohadas.

ROCAS INTRUSIVAS

Proceden de la cristalización de magmas a cierta profundidad en el interior de la Tierra. Cuando un magma pierde movilidad al ascender a través de la corteza, se emplaza y solidifica lentamente entre rocas preexistentes, se habla de una **intrusión**. Las rocas formadas de este modo se denominan plutones. Cada **plutón** constituye un cuerpo rocoso que se ha formado por la cristalización de un único magma. Según los modos de emplazamiento se distinguen:

Los batolitos –del griego *bathus*, que significa profundo– son los cuerpos intrusivos de mayor tamaño.

Los diques –del escocés *dike*, que significa pared de turba o de piedra– son intrusiones estrechas, alargadas y de límites normalmente paralelos que cortan discordantemente las rocas y estructuras preexistentes.

Los placolitos son cuerpos de rocas ígneas plutónicas relativamente delgados.

Los lopolitos –del griego *lopas*, que significa cuenco o plato– son cuerpos intrusivos e gran tamaño y de forma lenticular.

Los facolitos –del griego *phakós*, que significa lentilla– son cuerpos intrusivos que se adaptan a las discontinuidades de las capas en materiales afectados por pliegues.

TEXTURAS DE LAS ROCAS ÍGNEAS

La textura es el aspecto general que ésta presenta en función de la forma, tamaño y disposición de sus constituyentes minerales. Las texturas ígneas se definen mediante varios criterios:

Forma de los cristales, que depende de las condiciones bajo las cuales ha cristalizado un magma y de los patrones de crecimiento propios de los diferentes minerales.

Grado de cristalinidad, que es la relación entre el volumen de cristales y el volumen de vidrio que presenta una roca.

Tamaño de los cristales, que puede ser absoluto, si se consideran aisladamente, o relativo, si se comparan

con el resto de cristales de la roca. La granulidad es la medida absoluta del tamaño de los granos de los cristales o granos de una roca.

Tipos de texturas más frecuentes en las rocas ígneas:

La **textura granular** o **granuda** es la más frecuente entre las rocas plutónicas.

La **textura vítrea** es exclusiva de las rocas volcánicas que se han enfriado súbitamente. No presenta cristales, sino una masa amorfa.

La **textura pegmatítica** se origina bajo condiciones muy favorables de cristalización. Las rocas con esta textura están formadas íntegramente por cristales de gran tamaño.

La **textura aplítica** es de grano muy fino y muy típica de rocas subvolcánicas.

La **textura profídica** tiene unos cristales de mayor tamaño, fenocristales, que destacan sobre el resto de la masa de la roca, matriz, que está formada por cristales mucho más pequeños o por vidrio.

ORIGEN Y NATURALEZA DE LOS MAGMAS

Las rocas ígneas se caracterizan por estar formadas por muchos y diferentes minerales.

Los magmas se originan en la base de la corteza terrestre y en la parte superior del manto. La fusión de las rocas y la formación de magmas no es un fenómeno frecuente ya que para que se produzca son necesarias unas condiciones favorables que tan solo se dan en algunos lugares de la litosfera relacionados con los límites entre placas tectónicas.

En los **límites divergentes** entre placas, los procesos de convección térmica del manto acumulan gran cantidad de calor bajo la litosfera. En estos lugares, dos mecanismos facilitan la fusión de las rocas: el aumento de la temperatura y la disminución de la presión de las rocas.

En los **límites divergentes**, las placas litosféricas se un hunden hacia el interior del planeta. Cuando esta estructura compleja alcanza profundidades superiores a los 100 km, la temperatura es suficientemente alta ara que algunas rocas empiecen a fundirse.

En otros lugares de la Tierra también pueden formarse magmas. Los **penachos térmicos** –o **plumas del manto**– originan temperaturas anormalmente altas en determinados puntos situados por debajo de la litosférica. Bajo la corteza oceánica, estas zonas reciben el nombre de **puntos calientes**.

Según el contenido de sílice podemos distinguir entre:

Magmas ácidos. Presentan un alto contenido en sílice superior a 65% en peso. Su temperatura suele ser inferior a los 800 °C y su viscosidad es elevada.

Magmas básicos. Caracterizados por un contenido en sílice inferior al 52% y superior al 45%. Su temperatura es muy alta y se sitúa entre los 900 y los 1.200 °C. Su viscosidad es baja.

Magmas intermedios. Tiene un contenido en sílice entre el 65 y el 52%. Su temperatura va desde los 950 hasta los 1.200 °C y su viscosidad es inferior a la de los magmas ácidos y superior a la de los básicos.

Magmas ultrabásicos. Tienen menos del 45% de sílice. Las temperaturas y las densidades son la más elevadas de todos los tipos de magmas, y las viscosidades son las más bajas.

LAS SERIES DE REACCIÓN DE BOWEN

Bowen que un magma inicial básico podía evolucionar para dar paso a magmas intermedios o ácido. Sus series constan de dos ramas convergentes que explican el orden de cristalización de distintos minerales.

Rama discontinua. La serie recibe este nombre porque cada mineral formado desaparece para dar lugar a una nueva especie a medida que disminuye la temperatura.

Rama continua. Esta transformación es continua porque supone un cambio de composición química pero no implica ninguna variación de la estructura cristalina.

ACTIVIDADES

Página 53.

CUESTIONARIO 3

- **¿Por qué los silicatos son los minerales petrogenéticos más abundantes en la corteza?**

Porque están formados por oxígeno y silicio, y estos dos elementos son los más abundantes en la corteza terrestre. Tanto es, que representan casi tres cuartas partes de la masa de la corteza.

- 3. ¿Por qué los feldespatos forman parte de muchos tipos de rocas?**

Son tan abundantes porque se pueden formar en un intervalo muy amplio de temperaturas y presiones.

- 4. Indica a qué grupos pertenecen los siguientes minerales:**

Plagioclasa: feldespatos. En este mineral domina la presencia de sodio y calcio. Minerales más comunes en las capas externas del planeta.

Hornblenda: anfíboles. Se originan a temperaturas más bajas que los piroxenos y se presentan en rocas de la corteza continental.

Biotita: mica. Es una mica negra (ferromagnesiana).

Augita: piroxenos. Se forman a altas temperaturas y son comunes en rocas de la corteza continental y manto superior.

Piropo: granates.

- **Busca algunos nombres del grupo de la arcilla.**

Caolinita, esmectita, sepiolita, talco.

- **Busca los siguientes minerales en una enciclopedia e indica cuáles de ellos pertenecen al grupo de las arcillas y cuáles no. Especifica a qué grupo pertenecen los que no son arcillas.**

Arcillas: sepiolita, caolinita, vermiculita, montmorillonita, saponita.

No arcillas: – pirita: grupo sulfuros.

– pirolusita: grupo óxidos e hidróxidos.

– siderita: grupo carbonatos y nitratos.

Página 61.

CONCEPTOS

- **Relaciona la formación de los minerales con el proceso físico/químico y el tipo de origen.**

- Formación de un sulfuro en un filón – precipitación – origen hidrotermal.
- Transformación de aragonito en calcita – recristalización – origen diagenético.
- Transformación de yeso en anhidrita – recristalización – origen diagenético.
- Formación de un cloruro (depósito de sal) – recristalización – origen sedimentario.
- Formación de micas a partir de arcillas – recristalización – origen metamórfico.
- Formación de un cristal de olivino – cristalización – origen magmático.
- Formación de una hornblenda – cristalización – origen diagenético.
- Formación de feldespatos a partir de calizas – recristalización – origen magmático.
- Formación de un caparazón de calcita – precipitación – origen sedimentario.