

TEMA 5

METAMORFISMO Y ROCAS METAMÓRFICAS:

Partimos de una zona con sedimentos que con el paso del tiempo se hunden progresivamente (diagénesis) y se transforman en una roca sedimentaria, aumenta la presión y la temperatura, si se hunde más se funde y se produce el magmatismo.

Es un proceso endógeno (en el interior), no importa el lugar geográfico porque se produce en todos los sitios igual.

El metamorfismo es un proceso geológico endógeno mediante el cual las rocas sufren una serie de transformaciones (mineralógicas o texturales-estructurales) d presión y temperatura distintas a las iniciales (más elevadas).

Los procesos metamórficos se desarrollan en estado sólido (cuando se inicia la fusión entonces se inicia el magmatismo).

Es un proceso isoquímico, es decir, no se produce cambio en la composición química global inicial y final. Cuando si varía la composición por la presencia de fluidos el proceso se llama metasomatismo (es igual que el metamorfismo pero no isoquímico).

Los agentes del metamorfismo son: la presión, la temperatura y los fluidos circulantes químicamente activos.

Durante el metamorfismo se forman unos minerales estables a las nuevas condiciones de presión y temperatura llamados indicadores. El paso a estos minerales puede ser debido a un cambio polimorfo y por la reacción entre dos minerales.

Los minerales residuales estables son aquellos que siguen siendo estables en las nuevas condiciones de presión y temperatura (las anteriores al metamorfismo).

Los minerales residuales metaestables son aquellos anteriores al metamorfismo que no son estables a las nuevas condiciones de presión y temperatura pero que permanecen por no haberse transformado todavía (debido a una lenta velocidad de reacción).

Las rocas metamórficas adquieren una textura que las diferencia de las otras.

Efectos de la temperatura:

La temperatura aumenta con la profundidad, esto es a lo que se llama gradiente geotérmico (hasta los 30 kms.).

Un lugar de gradiente geotérmico alto son las dorsales y uno bajo las zonas de subducción.

También puede aumentar la temperatura por estar próxima a una intrusión magmática y por la fricción con una falla.

Algunos minerales, debido a la temperatura, aumentan de volumen, otros expulsan volátiles (CO₂ o H₂O). Se forman minerales a partir de reacciones endotérmicas.

Aumenta la velocidad de reacción cuanto más temperatura

Efectos de la presión:

La presión aumenta con la profundidad.

La presión de confinamiento es la suma de la presión litostática (o de carga de todos los materiales que están encima) más la presión de fluidos (en poros y rocas), suele ser agua y petróleo.

La presión se mide en kilobares (Kb), un bar = una atmósfera.

Para que se inicie el metamorfismo la presión tiene que ser de dos kilobares.

Existe otro tipo de presión; la presión dirigida es aquella producida por esfuerzos tectónicos en una determinada dirección.

Efectos de la presión litostática:

Deshidratación de los minerales: pérdida del agua de la estructura mineral.

Recristalización: se producen en las zonas de menor presión y la cristalización en las zonas de mayor presión por disolución

Formación de materiales más densos.

Efectos de las presiones dirigidas:

Los minerales se orientan de manera perpendicular en la dirección del esfuerzo, aparecen planos de exfoliación, pizarrosidad y esquistosidad (estos dos últimos borran los planos de estratificación).

Se produce recristalización.

Hay una formación de minerales densos pero que están orientados.

Físico-química de los procesos metamórficos:

Un diagrama de fases representa las zonas de estabilidad (presión y temperatura) de las distintas fases minerales.

Los minerales son fases estables en determinadas situaciones de presión y temperatura.

En un diagrama de fases el paso de un mineral a otro puede ser de dos tipos:

A- Por transformación polimórfica.

B- Por reacción de dos minerales.

Los minerales que son muy sensibles al cambio de temperatura se les llama termómetro geológico y los que son muy sensibles al cambio de presión se les llama barómetro geológico.

Termómetro geológico barómetro geológico

La paragénesis mineral es la asociación de varias fases minerales estables en un mismo intervalo de presión y temperatura. Conociendo esta, podemos saber las condiciones de presión y temperatura a la que ha estado sometida la roca.

Según aumenta el metamorfismo va aumentando el tamaño de grano de los minerales que se forman.

PIZARRA → ESQUISTO → GNEIS

La blastesis es el proceso de crecimiento y formación de los cristales.

Se observan dos clases de metamorfismo:

A- **Progresivo**: es igual que el metamorfismo pero sin ser tan alto.

B- **Retrometamorfismo**: es el que se produce al aumentar la serie de presión y temperatura.

Tipos de metamorfismo:

Para clasificar los tipos de metamorfismo se puede hacer mirando las diferencias de presión y temperatura.

Existen básicamente:

Metamorfismo dinámico:

Es aquel que ocurre en zonas poco profundas de la corteza, es esencialmente mecánico. Se produce por la trituración y calentamiento de las rocas a lo largo

De los planos de falla, en los que se producen movimientos relativos entre los bloques.

El proceso de trituración se llama brechificación o cataclasis. El tipo de rocas que se forman son brechas de falla (roca formada por fragmentos distinguibles unos de otros), puede ocurrir que la roca se triture mucho y quede de un tamaño muy pequeño (como si fuera harina), entonces se le llama milonita de falla. Se forman en el plano de falla. En este tipo domina la presión.

Metamorfismo de enterramiento:

Se produce por la presión de las rocas suprayacentes sobre las rocas enterradas.

La presión no es muy alta pero es suficiente para reorientar a los minerales y en

ocasiones para propiciar el crecimiento de minerales de estructura laminar u

hojosa. Estas rocas tienen una exquisitez de carga.

Metamorfismo de contacto:

Los plutones ascienden atravesando las rocas encajantes provocando un

calentamiento de las mismas, esta elevación de la temperatura llega más lejos

y se mantiene durante mayor tiempo cuanto más grande es el plutón. Cuanto

más abajo este el plutón más grande será la aureola.

Alrededor del plutón se forma unas aureolas metamórficas

Que suelen ser corneanas o cornubianitas.

Se distinguen zonas metamórficas, cada zona se caracteriza por tener un mineral índice.

Las aureolas pueden ser:

Clorita Biotita Andalucita Sillimanita

+ temperatura –

Cada mineral índice marca el comienzo de las zonas metamórficas de la aureola.

Domina la temperatura, también se llama metamorfismo térmico.

Metamorfismo regional:

Tiene varios subtipos de metamorfismos por la acción de la presión y la temperatura.

- **Alta presión y temperatura baja:** se produce en las zonas de subducción, los materiales situados entre las dos placas forman unos materiales mezclados melange. Se forman unas rocas llamadas esquistos azules (glaucoma azul). La temperatura es baja porque en las zonas de subducción la corteza oceánica está ya fría porque hace tiempo que se formó en la dorsal.
- **Alta temperatura y presión baja o intermedia:** se produce por encima del plano Benioff como resultado de los procesos magnéticos derivados de la función parcial de la placa subyacente. Aparecen minerales índice y zonas metamórficas como en el de contacto, sólo que en regiones más pequeñas.
- **Presión y temperatura extremas:** se puede producir la fusión total o parcial de la roca, a esto se llama anatexia. Cuando ha sufrido una fusión parcial al consolidarse de nuevo forma un bandeo en el que se pueden distinguir rocas o partes metamórficas y partes procedentes de la fusión, se le llama migmatita.

Concepto de zona, facies e isógrada:

C = Clorita

B = Biotita

A = Almandino (Granate)

E = Estaurolita

D = Distena

S = Sillimanita

Zona: Los minerales indicadores son estables en unas determinadas condiciones de presión y temperatura que

nos indican el grado alcanzado por el metamorfismo, los cuales delimitan zonas metamórficas. Son regiones cuyas rocas contienen un mineral indicador determinado el cual señala las condiciones de metamorfismo que alcanzaron las rocas de dicha zona.

Isógrada: son superficies de separación de zonas metamórficas consecutivas, representan superficies donde se alcanza el mismo grado metamórfico.

Durante el metamorfismo de rocas distintas (calizas, basaltos) no se forman los mismos minerales indicadores que durante el metamorfismo de las arcillas, aunque las condiciones de metamorfismo hayan sido iguales.

Facies: corresponde a un grupo de minerales pertenecientes a una o varias paragénesis minerales formadas según unas condiciones de presión y temperatura determinadas y una composición química dada.

Esta idea se fue complicando, las facies fueron divididas en innumerables subfacies. Al final se ha pasado de hablar de facies a hablar de grados metamórficos: muy bajo, bajo, medio y alto.

Relación con la tectónica de placas del metamorfismo:

Bordes constructivos: Poca presión y temperatura alta. Hay un metamorfismo regional porque abarca grandes zonas. Transforma rocas básicas (basaltos, gabros) en serpentinitas, a este proceso se le llama serpentización.

Bordes destructivos: presión alta producida en la placa (debajo del plano de Benioff) subyacente con temperaturas bajas. Hay fricción, se forman mezclas y esquistos azules. En la parte superior del plano de Benioff se produce un metamorfismo de temperaturas altas y presión baja o intermedia, es de alta temperatura porque hay magmas.

En Japón es característico que se encuentren cinturones de alta presión y al lado de estos otros de alta temperatura.

Ambos son de metamorfismos regionales. Cuando se produce el cierre completo y hay una colisión, las cordilleras que se forman (Himalaya) tienen rocas metamórficas peor con un metamorfismo dinámico (generado por presión). También puede haber algo de metamorfismo de contacto.

Bordes pasivos: son fallas transformantes, el metamorfismo es dinámico o cataclástico. Puede haber algo de metamorfismo de contacto cuando hay alguna salida de magma.

Interior de las placas: hay metamorfismo de contacto, relacionado con intrusiones de magma, en zonas próximas a la corteza (10 km.). en las zonas profundas hay presión y temperatura alta, se forman granulitas y eclogitas (50 – 60 kms.). en el interior y en algunos límites puede haber metamorfismo de enterramiento, se produce por la gran cantidad de sedimentos acumulados.

5

I

5