



# Geodinámica interna: Magmatismo y metamorfismo



# Magmatismo y metamorfismo

Nuestro amigo Roberto va a terminar de orientarnos en el último tema sobre dinámica litosférica:



[Imagen de fondo](#) de lava de dominio público, autor: [Vinte](#); [Imagen monitor](#) de volcán de dominio público, autor: G.E. Ulrich.



## 1.- Magmatismo



[Imagen](#) de volcán bajo licencia Creative Commons, autor: [Matthew Landry](#)

- El **magma** se define como un fundido silicatado con una importante fase gaseosa en disolución y cristales en suspensión.
- Cuando el magma alcanza la superficie expulsa su fase gaseosa disuelta y pasa a llamarse **lava**.

### 1.1- ¿Cómo se forman los magmas?

- Para formar magmas es necesario aumentar la temperatura, o bien, descender la presión.
- El agua rebaja considerablemente el punto de fusión de las rocas; su presencia, hace disminuir la temperatura de fusión de los minerales.
- Un magma se genera por la fusión total o parcial de rocas de la corteza interior y/o del manto superior. En ocasiones los materiales de estas zonas se encuentra en condiciones cercanas al punto de fusión, siendo lo más probable que sólo una pequeña fracción del material se encuentre fundido y que la mayor parte de las rocas se encuentren en estado sólido. A este fenómeno se denomina **fusión parcial**.



## 1.2- Evolución magmática



[Imagen](#) de volcán de dominio público, autor: G.E. Ulrich. Animación evolución magmática bajo licencia Creative Commons. Fuente: Proyecto Biosfera

Durante su ascenso a superficie pasa por distintas etapas, agrupadas en tres grandes fases:

### 1- **Ortomagmática** (transcurre principalmente en la cámara magmática y da lugar a rocas plutónicas)

- El magma con el tiempo experimenta procesos que cambian su composición; a partir de un **magma primario** se pueden obtener distintos tipos (**magmas derivados**).
- Los cambios de composición de un magma se producen por los siguientes procesos:
  - Diferenciación magmática:** un magma asciende, se enfría progresivamente, se produce la cristalización de minerales; primero los de mayor punto de fusión (más densos y básicos) y después los de menor (más ácidos y menos densos).
  - Asimilación magmática:** Cuando un magma asciende, se encuentra rocas de composición diferente a la suya. El magma reacciona con estas rocas e incorpora materiales desde la roca al magma.
  - La **mezcla de magmas** se produce cuando un magma se mezcla con otro, originando un magma de composición diferente.



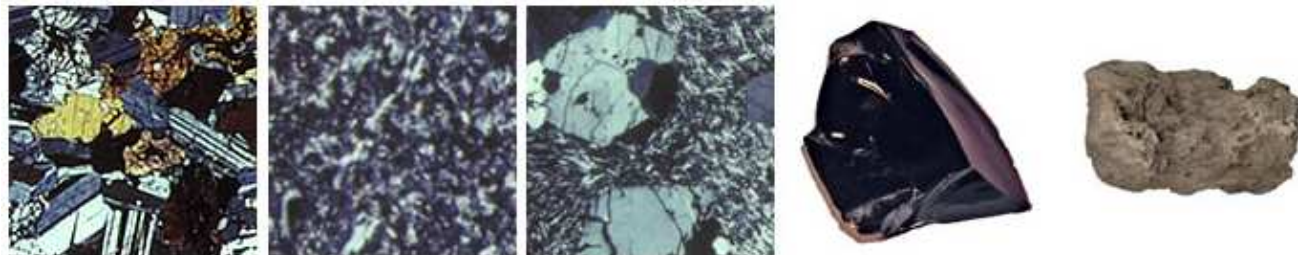
- 2- **Neumatolítica-hidrotermal:** a medida que el magma va cristalizando, va cambiando su composición. En el líquido residual se van concentrando los elementos volátiles, que causan aumento de presión que provoca la penetración de líquidos y gases en fisuras de la roca encajante. Da lugar a los yacimientos filonianos.
- 3- **Volcánica:** esta fase comienza si el magma alcanza la superficie, con expulsión de lava al exterior.

## 1.3- Tipos de rocas magmáticas

Para clasificar las rocas ígneas se utilizan dos criterios:

**A. Textura :** es la relación geométrica de los elementos que la forman. Distinguimos dos grandes grupos de rocas: plutónicas y volcánicas. Como resultado de estos procesos podemos obtener distintos tipos de textura:

- **Cristalina:** todos los minerales de tamaño medio-grande y visibles a simple vista. Suelen tener un aspecto brillante. Es el caso de las rocas plutónicas (enfriamiento lento en profundidad).
- **Microcristalina:** todos los minerales de tamaño pequeño, visibles sólo al microscopio. Es el caso de las rocas volcánicas (enfriamiento rápido).
- **Porfídica:** Entramado de minerales pequeños con minerales grandes dispersos. Característica de roca volcánicas.
- **Vítrea:** pasta homogénea amorfa. Característicos de roca volcánicas como la Obsidiana y la Pumita o Piedra Pómez.



Textura cristalina, microcristalina, porfídica, vítrea (Obsidiana y Piedra Pómez).

Fuente bajo licencia Creative Commons y dominio publico, [Isla de las Ciencias](#), [ISFTIC](#), [Dominio Público](#)

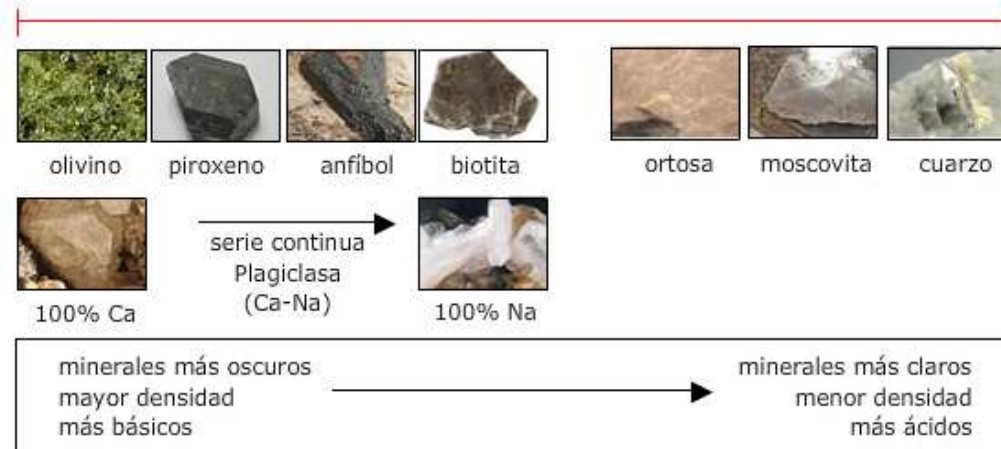


**B. Composición:** desde este punto de vista distinguimos: **ácidas, intermedias, básicas y ultrabásicas.**

La composición química determina el tipo de minerales que nos podemos encontrar:

- Así en las rocas plutónicas ácidas (**granitos**) y en rocas volcánicas ácidas (**riolitas**), destaca la presencia de cuarzo, mica y feldespato sódico-potásico.
- En rocas plutónicas intermedias (**dioritas**) y sus correspondientes volcánicas (**andesitas**) destaca su alto contenido en plagioclasas de términos intermedios (Na-Ca) y la presencia de anfíboles.
- En rocas básicas plutónicas (**gabros**) y volcánicas (**basaltos**), destaca la ausencia de cuarzo y la presencia de plagioclasas cálcicas así como piroxenos y anfíboles.
- En rocas ultrabásicas plutónicas (**peridotitas**) destaca el alto contenido en olivino. Son muy escasos sin embargo los correspondientes términos volcánicos.

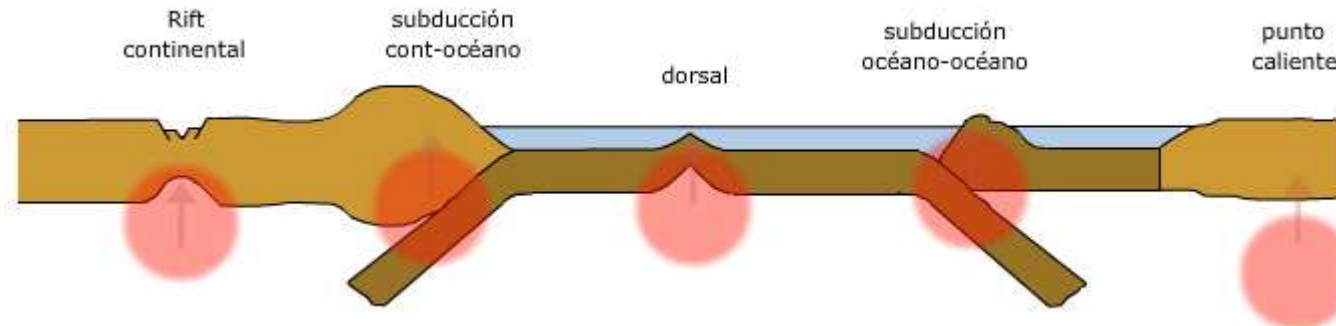
## MINERALES





## 1.4- Magmas y tectónica de placas

La formación de un magma, está directamente relacionada con la tectónica global de placas:



- En los **bordes divergentes** (dorsal y rift continental) se explica por la descompresión del material del manto que asciende, facilitado por las numerosas fracturas. La composición del magma será de carácter básico y formará **basaltos** en superficie y **gabros** en zonas internas.
- En los **bordes convergentes** hay gran actividad magmática por el aumento de temperatura que sufren los materiales que subducen (fusión de corteza oceánica) y por el aporte de agua arrastrada desde la superficie. Los magmas asimilan también rocas encajantes, especialmente en bordes continentales, que le dan un carácter más ácido y viscoso. Se forman gran variedad de rocas, pero sobre todo destacan los **granitos** en profundidad.
- En los **bordes pasivos**, no hay magmatismo relevante.
- En los **puntos calientes** la energía que asciende es capaz de fundir parcialmente la base litosférica y producir magma de tipo básico-ultrabásico.



## 2.- Metamorfismo y factores (2.1 del tema)



A lo largo del tema veremos que efectivamente las rocas pueden transformarse en otras al variar sus condiciones de presión y temperatura. Si recuerdas, una roca se define, (entre otras cosas) por sus minerales. Éstos a su vez pueden transformarse unos en otros al variar las condiciones, por tanto, también las rocas se pueden transformar (aunque su composición química no varíe).

El **metamorfismo** es el conjunto de transformaciones que tienen lugar en estado sólido sobre una roca preexistente cuando es sometida a condiciones de presión y temperatura distintas de las que reinaban durante su génesis.

El **metamorfismo** puede afectar a todo tipo de rocas: sedimentarias, ígneas o incluso metamórficas (basta variar de nuevo las condiciones de presión y temperatura).

Los principales factores que determinan el metamorfismo son la **presión** y **temperatura**.

Imágenes bajo licencia Creative Commons. [Estratos de fondo](#), [rocas metamórficas](#); autor: [Ilgancio Benvenuto](#)

### El aumento de temperatura se debe:

- a) Al gradiente geotérmico. Los sedimentos pueden sufrir un hundimiento (subsistencia) debido al peso de nuevos materiales. Como consecuencia sufren un aumento de temperatura a medida que ocupan posiciones más profundas.
- b) Calor liberado por cuerpos cercanos más calientes, caso de una intrusión magmática.

### El aumento de presión se debe:

- a) Al confinamiento. El peso de los materiales superiores origina una presión uniforme (presión litostática).
- b) A fuerzas unidireccionales, como las que se ponen en juego durante el plegamiento.





## 2.2- Procesos metamórficos

Al variar las condiciones de presión y temperatura se originan también variaciones texturales y mineralógicas.

### a) Variaciones Texturales

Las variaciones de presión y temperatura producen variaciones en el tamaño de los cristales y en su disposición espacial.

El **aumento de temperatura** produce generalmente **granoblastos** (cristales de mayor tamaño por reorganización de cristales previos más pequeños) proceso conocido por recristalización.

La **presión dirigida** produce la orientación de los minerales planares (micas) en una dirección perpendicular al máximo esfuerzo. Los granos pueden ser:

- Pequeños (pizarra) (se denomina **foliación** o pizarrosidad).
- Grandes (esquisto) (se denomina **esquistosidad**).

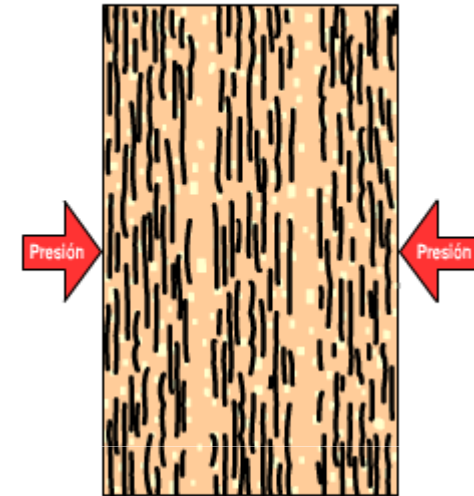
### b) Variaciones Mineralógicas

Cada mineral tiene un rango de estabilidad, si se supera (al variar la presión y temperatura) pasa a ser inestable y se transforma. De esta manera aparecen en la roca nuevos minerales.

Los nuevos minerales pueden originarse:

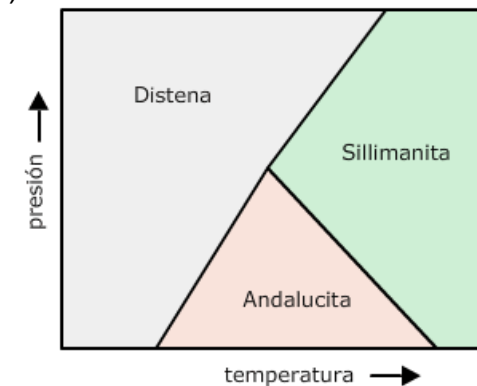
- Por **procesos polimórficos**. El mineral no cambia la composición química, sólo la estructura.
- Por **reacción entre minerales** existentes para dar lugar a nuevos compuestos.

### Esquistosidad



La clorita da paso a minerales como las micas, cuarzo, feldespatos, etc., que se presentan orientados en planos y entremezclados.

Animación de [proyecto Biosfera](#) (ITE)





## 2.3- Tipos de metamorfismo

Desde un punto de vista termodinámico distinguimos tres tipos principales de metamorfismo según predomine la temperatura, la presión o ambos:

- **Metamorfismo dinámico**, dinamometamorfismo o de presión. Predomina presión dirigida sobre temperatura.
- **Metamorfismo de contacto** o térmico. Predomina temperatura sobre presión.
- **Metamorfismo regional**. Producido por un aumento combinado de presión y temperatura

## 2.4- Metamorfismo y tectónica

Existe metamorfismo asociado a fallas y bolsas de magma (dinamometamorfismo y metamorfismo de contacto), ambos procesos (deformación cortical y magmatismo) están a su vez relacionados directamente con la tectónica de placas.

El metamorfismo regional se produce en zonas profundas de la corteza continental donde existe altas presiones y temperaturas. Es especialmente intenso en zonas orogénicas donde el espesor de la corteza es mayor.

El metamorfismo de alta presión y baja temperatura puede afectar también a zonas extensas, como en la zona de contacto entre dos placas en la zona de subducción (fosa oceánica), donde existe un gran rozamiento y escasa profundidad.

