

# MAGMATISMO Y ROCAS MAGMÁTICAS

## I. MAGMAS

### A. Concepto de magma. Fases de un magma

- Un magma es una **masa fundida de silicatos**, que contiene gases y minerales sólidos dispersos, encontrándose a temperaturas entre 700-1200°C.
- En un magma pueden distinguirse tres fases:
  - Fase fundida:** contiene principalmente iones  $\text{SiO}^{4-}$  y, en menor cantidad,  $\text{AlO}^{5-}$ , así como iones metálicos ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ , ...)
  - Fase gaseosa:** gases contenidos a presión. El 90% es vapor de agua, seguido de cantidades menores de  $\text{O}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{Ar}$  y  $\text{H}_2\text{BO}_3$ .
  - Fase sólida:** formada por minerales que ya han cristalizado a la temperatura a la que se encuentra el magma (los de mayor punto de fusión) o restos de roca sin fundir.

### B. Formación de magmas

- Una roca está formada por un conjunto de minerales, cada uno de los cuales tiene un punto de fusión característico. Por lo tanto, una roca no tendrá un punto de fusión, sino un intervalo de temperaturas en el cual parte de la roca está fundida y otra parte sólida.
- El punto de comienzo de fusión de una roca se llama punto de **solidus**, y el de final de fusión punto de **liquidus**; entre ambos la roca estará parcialmente fundida.
- Hay tres sistemas mediante los cuales se puede producir magma en la Tierra:
  - Aumento de la temperatura**, por concentración de elementos radiactivos o por fricción de placas litosféricas.
  - Disminución de la presión**, ya que disminuye el punto de fusión.
  - Adición de agua.** Una roca empieza a fundir antes si contiene agua, debido a que los grupos -OH rompen eficazmente los enlaces Si-O.

### C. Ambientes geológicos de la fusión

- Dos tercios de los magmas producidos en la tierra vuelven a convertirse en roca en el interior de la tierra.
- El 80% del magmatismo se produce en los bordes constructivos de placa, un 10% en los bordes destructivos y el 10% restante corresponde al magmatismo intraplaca (8,5% en los océanos y 1,5% en los continentes).

#### 1. Bordes constructivos

- El magmatismo de las dorsales se debe a la **descompresión** de los materiales del manto debida a la intensa fracturación que existe en estas zonas. Este fenómeno puede verse favorecido por el ascenso convectivo de materiales del manto, que quedan sometidos a una presión menor.

#### 2. Bordes destructivos

- En las zonas de subducción, el aporte de **calor de fricción y compresión** se ve ayudado por la **adición de agua** que se produce con la litosfera que subduce, la cual es expulsada hacia la superficie y rebaja el punto de fusión del material del manto que hay por encima de ella.

#### 3. Interior de las placas

- En el interior de las placas, los fenómenos magmáticos pueden deberse bien a una columna convectiva (**punto caliente**), o bien a una fractura importante en la litosfera (**descompresión**).

### D. Evolución de los magmas

- La mayoría de los magmas no llega directamente a la superficie desde su zona de origen, sino que se aloja en una cámara magmática relativamente somera (1-5 km de profundidad) donde experimenta una serie de procesos que cambian su composición.
- Los magmas formados directamente por fusión de las rocas de la corteza o el manto se denominan **magmas primarios**, y los que resultan de la evolución de éstos son **magmas secundarios**.

- Cuando un magma se enfría, empiezan a formarse en él cristales, empezando por los de aquellos minerales que tienen puntos de fusión más altos. Este proceso se conoce como **crystalización fraccionada**. Frecuentemente, los cristales formados se separan del magma residual, cambiando su composición global.
- El magma puede fundir porciones de la roca encajante, cambiando su composición. Este proceso se conoce como **asimilación magmática**.
- Puede ocurrir **mezcla** de dos magmas de orígenes distintos o, como ocurre más frecuentemente, de un magma ya diferenciado y un magma primario de la misma fuente.

## II. LAS ROCAS ÍGNEAS

### A. Concepto y tipos

- Las rocas ígneas o magmáticas son todas aquellas que se han formado por **solidificación de un magma**.
- Si la solidificación del magma se produce en el seno de la litosfera, la roca resultante se denomina **plutónica**; en cambio, si el enfriamiento se produce, al menos en parte, en la superficie o a escasa profundidad, la roca resultante se denomina **volcánica**; por último, si el magma solidifica en el interior de grietas, la roca se llama **subvolcánica** o filoniana.

### B. Estructuras de las rocas ígneas

#### 1. Plutones

- Las rocas plutónicas son denominadas también intrusivas porque el magma del que provienen se introduce en otras rocas y se consolida entre ellas. El nombre general para cualquier intrusión es el de plutón; un plutón no es más que una cámara magmática enfriada y convertida en roca.
- **Batolito**: es un plutón de grandes dimensiones (cientos o miles de kilómetros cuadrados de extensión).
- **Sill**: es un cuerpo plano de roca intruída en forma paralela a las estructuras encajantes (son concordantes).
- **Lacolito**: tiene la base plana y el techo en cúpula. Son también concordantes.
- **Lopolito**: tiene base y techo cóncavo hacia arriba. También es concordante con las estructuras de la roca encajante.
- **Diques**: son capas tabulares que cortan a las estructuras (no son concordantes).

#### 2. Volcanes

- Las estructuras típicas formadas por las rocas volcánicas se denominan volcanes o edificios volcánicos.
- La estructura del edificio volcánico depende, sobre todo, de la viscosidad del magma. Los magmas son más viscosos cuanto más fríos (mayor proporción de cristales) y ricos en sílice (que forman estructuras complejas que aumentan el rozamiento interno).
- Si la viscosidad es baja, el magma fluye de la cámara magmática a través de la chimenea, sale a la superficie por el cráter y se extiende por la superficie formando **coladas de lava** (magma desgasificado), mientras que los volátiles que siempre hay en una cámara magmática se liberan formando fuentes de lava.
- En cambio, si el magma es viscoso, las burbujas de volátiles lo fragmentan al escapar. Estos fragmentos se denominan **piroclastos** y son lanzados al aire por los volátiles.
- Por último, si la viscosidad es máxima, los gases quedan retenidos y, cuando escapan, se deslizan a favor de las pendientes arrastrando fragmentos de magma semisólido y formando lo que se conoce como **nube ardiente** o **colada piroclástica**.
- Tipos de edificios volcánicos

El **volcán en escudo**, está formado tan sólo por coladas (casi siempre de basaltos).

El **volcán compuesto** o **estratovolcán**, está formado por coladas y capas de piroclastos alternantes (frecuentemente de composición andesítica ambos).

Los **conos de escorias** están formados solamente por piroclastos básicos o intermedios.

El **domo** está formado por capas de magma ácido que no llegan a abandonar el conducto, creciendo sobre el (pitón) y liberando ocasionalmente los volátiles en coladas piroclásticas.

Las **calderas** son depresiones de gran tamaño (2-20 km de diámetro) y forma circular o elíptica que se han formado, en la mayoría de los casos, por colapso del techo de una cámara magmática semivacía tras una erupción masiva. En otros casos (casi siempre calderas de menos de 5 km) pueden haberse formado por explosión de la cumbre de un edificio volcánico.

## C. Criterios de clasificación de las rocas ígneas

### 1. Textura

- La textura de una roca hace referencia a la disposición relativa de sus componentes, es decir, su grado de cristalización, el tamaño de los minerales y su disposición
- La textura de una roca ígnea depende fundamentalmente de cómo se haya producido el enfriamiento del magma:
  - En las **rocas plutónicas**, el enfriamiento ha sido lento, por lo que los minerales formados serán todos de tamaño parecido, visibles a simple vista y sin orientación alguna. Estas características definen la textura **holocristalina** o **granuda**.
  - En las volcánicas, la solidificación es rápida, por lo que los minerales que empiezan a cristalizar no tienen tiempo para crecer, o bien, si el enfriamiento es muy rápido, los iones del magma no tienen tiempo para ordenarse formando estructuras cristalinas, por lo que solidifica en estado amorfo o vítreo. Las rocas así formadas pueden tener:
    - + textura **vítrea**, si son totalmente vítreas;
    - + textura **porfídica**, con cristales que se pueden apreciar a simple vista (fenocristales) rodeados de una pasta vítrea o microcristalina.
  - Las rocas **subvolcánicas** pueden presentar textura **porfídica** (pórfidos), como la de las rocas volcánicas, textura **aplítica** (aplitas), formada por cristales que tienen todos, aproximadamente, el mismo tamaño, aunque mucho más pequeños que en las rocas plutónicas, o textura **pegmatítica** (pegmatitas), en la que hay cristales grandes, del orden de centímetros o incluso decímetros, a veces.

### 2. Composición química

- Como el elemento más abundante en las rocas ígneas es el oxígeno, es frecuente que se dé su composición química en forma de óxidos, aunque, como se sabe, los minerales más abundantes de las rocas ígneas son los silicatos.
  - Como el segundo elemento más abundante es el silicio, el contenido de sílice ( $\text{SiO}_2$ ) en una roca es significativo. El contenido global de sílice varía entre el 35 y el 80%.
  - Atendiendo a este criterio se distinguen los siguientes grupos de rocas ígneas:
    - **Silícicas** o **ácidas** (% $\text{SiO}_2$  - > 66%). Más ricas en Na y K, más pobres en Ca, Mg y Fe.
    - Intermedias (% $\text{SiO}_2$  - 52-66%)
    - **Básicas** o **máficas** (% $\text{SiO}_2$  - 45-52%). Más pobres en Na y K, más ricas en Ca, Mg y Fe.
    - **Ultrabásicas** o **ultramáficas** (% $\text{SiO}_2$  - < 45%)
- Los términos ácido y básico no tienen aquí el mismo significado que en química.

### 3. Composición mineralógica

- Los minerales ricos en sílice son de colores claros, por lo que reciben el nombre de **leucocratos**. Estos minerales se denominan también **félsicos** y no contienen Fe ni Mg. Son el cuarzo, los feldespatos y la moscovita. Son abundantes en las rocas ácidas.
- Los silicatos ricos en Fe y Mg (**máficos**) son de colores oscuros, por lo que se denominan **melanocratos**. Son el olivino, los piroxenos, los anfíboles y la biotita. Son más abundantes en las rocas básicas.
- En general, cada roca plutónica tiene su equivalente volcánica, aunque presentan ciertas diferencias debidas a su distinto modo de solidificación. Las rocas plutónicas suelen contener hornblenda y biotita, que no aparecen en las rocas volcánicas, ya que requieren para su formación temperaturas relativamente bajas y presencia de componentes volátiles.
- En los vidrios volcánicos no se pueden seguir criterios mineralógicos para su clasificación.
- Los criterios más frecuentes en la clasificación de las rocas ígneas son:
  - Presencia de cuarzo.
  - Presencia y tipo de feldespatos.
  - Especies presentes de minerales ferromagnesianos.
  - Presencia de feldespatoides.