

TEMA 3. PROCESOS INTERNOS: MAGMATISMO

1. INTRODUCCIÓN

Este tema está dedicado ó magmatismo, é dicir, ós procesos mediante os cales se forman as rochas magmáticas, entre as que están as rochas plutónicas e as rochas volcánicas.

As rochas plutónicas, aínda que quizais o nome non nos soe de todo, son unhas moi vellas coñecidas para tódolos galegos e galegas, xa que boa parte do noso territorio está formado por rochas deste tipo. Os solos que pisamos, as montañas que vemos, as casas que construímos... están formadas por granitos e outras rochas plutónicas.

As rochas volcánicas pola súa banda estiveron o ano pasado de plena actualidade, debido á erupción do volcán Cumbre Vieja, na illa de La Palma, no arquipélago canario. Pero... que sabemos realmente das rochas? Antes de empezar con este tema imos facer un pequeno recordatorio.

Existen tres tipos de rochas:

- Rochas magmáticas: formadas a partir da solidificación dun magma. Un exemplo é un granito.
- Rochas sedimentarias: formadas a partir da acumulación de partículas que proveñen da descomposición de calquera outra rocha, sexa do tipo que sexa. Un exemplo é unha areíscas.
- Rochas metamórficas: formadas pola transformación de rochas magmáticas ou sedimentarias, por incremento da presión ou da temperatura. Un exemplo é unha lousa.

Outra idea importante que temos que ter en conta é o significado dos termos “procesos xeolóxicos endóxenos (ou internos)” e “exóxenos (ou externos)”.

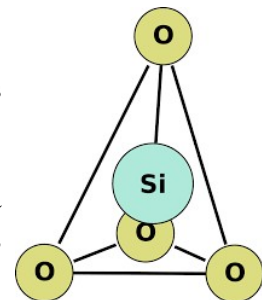
Os **procesos xeolóxicos endóxenos** son aqueles que se producen no interior da Terra e que por tanto están moi relacionados coa calor do interior do planeta e a tectónica de placas. Entre eles están o **magmatismo**, o **metamorfismo** e a **deformación das rochas** polo efecto dos esforzos tectónicos (dobras e fallas).

Os **procesos xeolóxicos exóxenos** son aqueles que se desenvolven na superficie da Terra e por tanto están moi relacionados co clima e co relevo. Entre estes están a formación das rochas sedimentarias, o modelado dos relevos, a formación dos solos....

2. QUE É O MAGMATISMO E QUE É O MAGMA?

O magmatismo é o proceso endóxeno mediante o cal se forman os magmas e as rochas magmáticas.

Un magma é un fundido de composición silicatada que se forma ou ben na codia ou ben na parte alta do manto. Xa sabemos que son a codia e o manto, pero, algunha idea sobre a palabra “silicatado”?



Os silicatos son os minerais máis abundosos da Terra. Están formados por silicio e osíxeno, e a súa

unidade básica é un tetraedro: un átomo de silicio colócase no centro do tetraedro mentres que en cada un dos catro vértices se dispón un átomo de osíxeno. Seguro que boa parte dos minerais que coñeces son silicatos: cuarzo, micas, feldspatos, arxilas, turmalina, ...

Así que un magma é un fundido que está formado por silicatos... algo así como a pasta que obteríamos se metéramos no forno un granito e o quentáramos a máis de 800 graos. É doado visualizar o aspecto dun magma; basta con pensar nas coadas de lavas que saen polos cráteres dalgúns volcáns. Dentro dun magma hai ademais partículas sólidas e gases.

Cando un magma se arrefría, solidifícase e se transforma nunha **rocha magmática**. Se isto sucede no interior da codia falamos de **rochas plutónicas**, pero se sucede no exterior, no contacto coa atmosfera, as rochas que se forman reciben o nome de **volcánicas**.

Pero, de que depende que o magma estea en estado fundido ou que cristalice formando unha rocha? Ou, dito doutro xeito, como se consegue que unha rocha sólida chegue a fundir? Depende destes tres factores:

- **Temperatura:** o aumento de temperatura produce a fusión das rochas. A temperatura á que se funde un mineral é coñecida como “punto de fusión”. Hai que destacar que non tódolos minerais teñen o mesmo punto de fusión.
- **Presión:** canto maior é a presión, máis difícil é fundir unha rocha. Así, podemos dicir que o incremento de presión fai aumentar os puntos de fusión dos minerais.
- A **presenza de auga:** cando un magma contén auga, o punto de fusión dos minerais compoñentes baixa. Isto é o mesmo que dicir que é máis doado fundir unha rocha que ten auga que outra que non a ten.

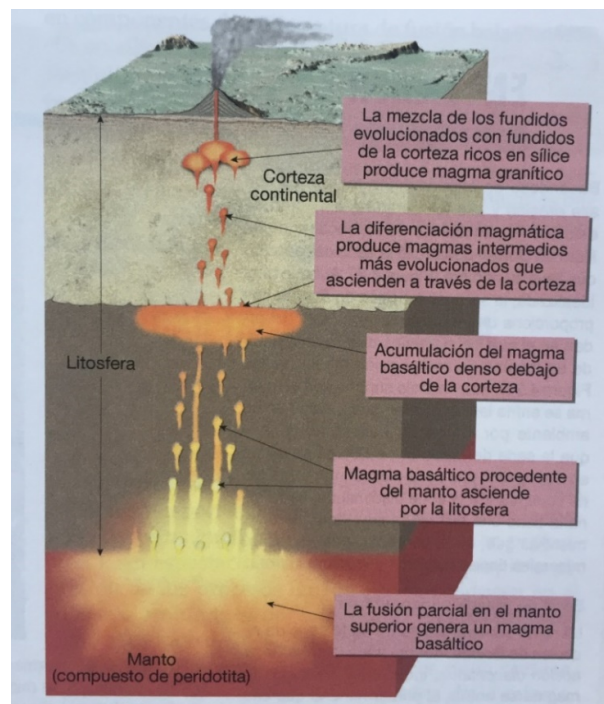


Figura 1. Os magmas créanse a partir da fusión das rochas da parte superior do manto ou da codia. Cando a rocha se funde, os magmas resultantes ascenden e se acumulan en cámaras magmáticas.

3. QUE TIPOS DE MAGMA HAI?

Os magmas clasifícanse segundo o seu contido en sílice:

- **Magmas ultrabásicos.** Con menos do 45 % de SiO_2 . As rochas que se orixinan a partir del teñen minerais de cores escuras (olivina, piroxenos).
- **Magmas básicos ou basálticos.** Teñen unha porcentaxe de sílice (SiO_2) entre un 45 % e un 52 %. Son ricos en piroxenos e olivina, e fórmanse arredor dos 1200 °C. Son moi fluídos.
- **Magmas intermedios ou andesíticos.** Conteñen entre o 52% e o 66 % de SiO_2 . Son algo viscosos e conteñen piroxenos, plaxioclasios e biotita, e se forman entre 900 e 1200 °C.
- **Magmas félsicos ou graníticos.** Son moi viscosos, con mais do un 66% de SiO_2 . Son ricos en cuarzo, plaxioclasios, ortosa e micas, e fórmanse por debaixo dos 900 °C.

Podemos concluír logo que canta máis sílice ten un magma, máis viscoso é. Tamén ocorre que canta máis sílice teña, menos minerais de ferro e magnesio terá (olivina, piroxenos...).

4. CALES SON OS FACTORES QUE DETERMINAN O TIPO DE MAGMA?

A composición dun magma depende tanto da rocha da que procede como dos procesos que sofre dende que se crea.

- Influencia da rocha orixinal

A composición da rocha que se funde determina o tipo de magma que se vai formar. Así, se as rochas que se funden (e forman por tanto magmas) son rochas da codia inferior, os magmas serán ricos en sílice. Pola contra, os magmas formados pola fusión das rochas do manto superior (peridotitas) serán magmas básicos, con pouca sílice e moitos ferromagnesianos.

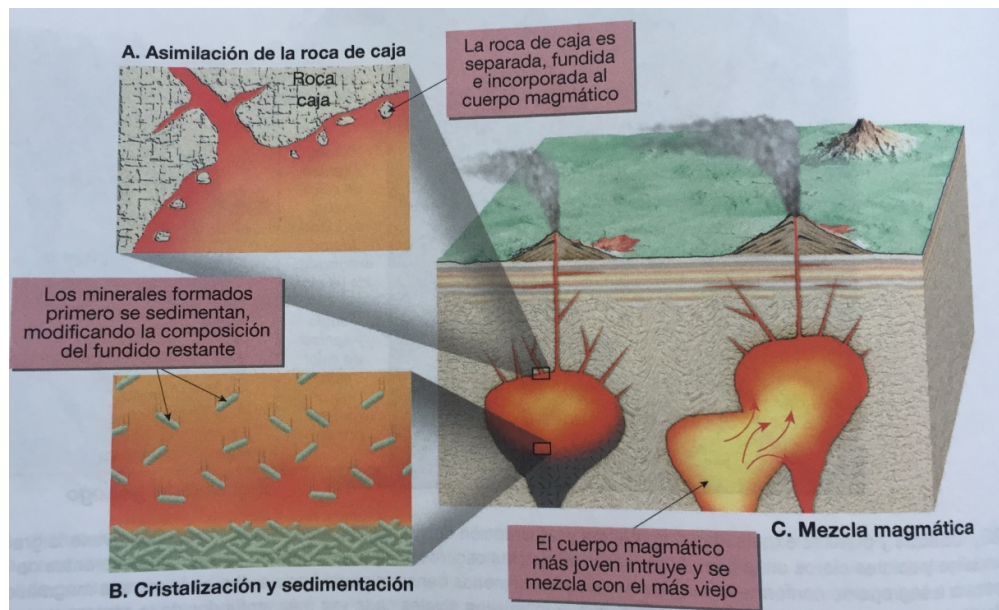
- Evolución do magma

O magma, que é menos denso que as rochas que o rodean, tende a elevarse e acumúlase en bolsas coñecidas como **cámaras magmáticas**. Nestas bolsas pode comezar o arrefriamento lento do magma ou ben o magma pode seguir o seu camiño cara á superficie. Ó longo do seu percorrido, os magmas van variar a súa composición, de xeito que, a partir de un **magma primario**, formado pola fusión directa das rochas da codia ou do manto, pódense formar **magmas secundarios**, que terán unha composición diferente.

Denomínase **evolución magmática** á variación de composición dun magma debido ós procesos que sofre no se seu ascenso: diferenciación magmática, asimilación ou a mestura de magmas.

- **Diferenciación magmática.** A medida que un magma ascende atravesando a codia, a súa temperatura descende e os minerais co punto de fusión máis alto cristalizan separándose do magma, o que enriquece o líquido residual en minerais que son máis lixeiros, que seguen ascendendo (como o cuarzo e a ortosa).

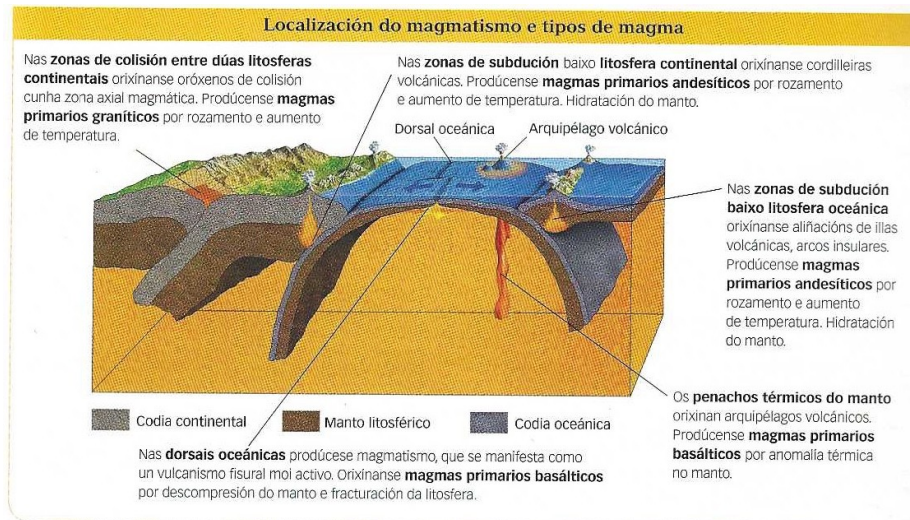
- **Mestura.** A medida que un magma ascende, pode entrar en contacto con outro magma. de diferente composición e temperatura. Ámbolos dous vanse mesturar, creando un magma intermedio.
- **Asimilación magmática.** O magma ascende fracturando a rocha encaixante, da que se desprenden fragmentos que poden ser disoltos (asimilados) polo magma, cambiando a súa composición orixinal. Algúns deses fragmentos non chegan a fundir e permanecen dentro do magma; son os **xenolitos**.



5. ONDE SE FORMAN OS MAGMAS E AS ROCHAS MAGMÁTICAS?

Cos coñecementos que temos de tectónica de placas xa podemos relacionar os movementos das placas co magmatismo. Os contextos xeotectónicos onde se producen magmatismo e rochas magmáticas son:

- Zonas de bordos diverxentes (dorsais oceánicas e rifts continentais). Nestes bordos fórmanse o 80% das rochas magmáticas da Terra. Os magmas fórmanse ó fundir as rochas da parte alta do manto (peridotitas) debido á baixada de presión. Esa fusión da lugar a magmas que cando solidifiquen serán basaltos.
- Zonas de bordos converxentes (zonas de subdución). Nestas zonas, os materiais que forman parte da litosfera oceánica subducida liberan moita auga, que ascende. Cando se une ás rochas que ten por enriba (base da codia) produce a súa fusión, xa que fai diminuír o seu punto de fusión. Os magmas que se producen son félsicos e intermedios.
- Zonas de intraplaca. En sectores localizados na parte interior das placas, é dicir, lonxe dos seus bordos, tamén se produce magmatismo. Neste caso está provocado polo ascenso de penachos mantélicos, que son columnas de material quente que ascende dende partes profundas do manto. Este é o caso dos magmas que compoñen as illas Canarias.

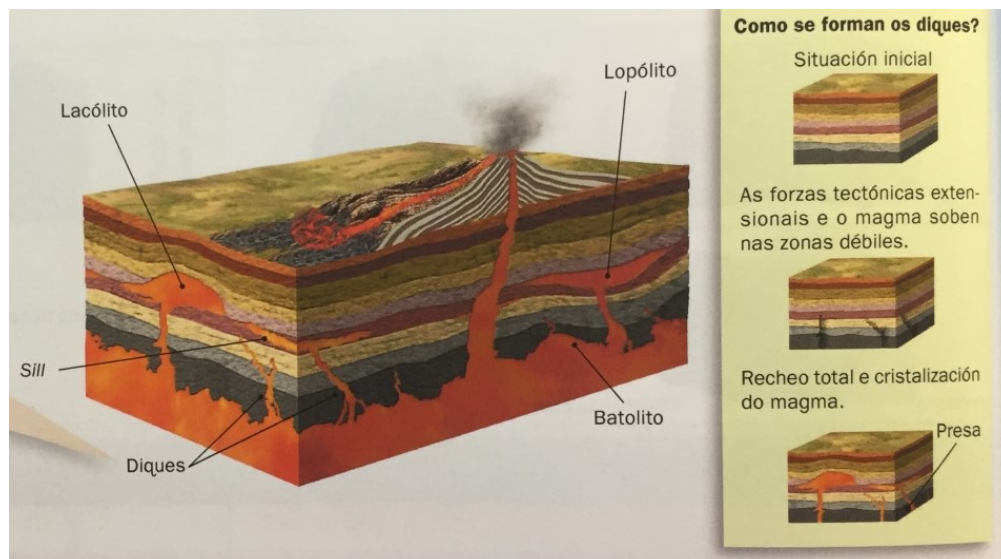


6. MORFOLOXÍAS OU ESTRUTURAS MAGMÁTICAS

Segundo o lugar onde cristalizan, é dicir, onde solidifican, os magmas dan lugar a dous tipos completamente diferentes de estruturas. Se a solidificación é no interior da Terra os magmas forman **plutóns**, mentres que se solidifican no exterior forman **volcáns**.

6.1. Plutóns

As rochas plutónicas forman masas (intrusións) no interior da cordia, chamadas **plutóns**, que só afloran na superficie cando a erosión elimina os materiais que as cubrían. As masas plutónicas adoptan diversas formas: **concordantes** (paralelas ás rochas entre as que se introducen) ou **discordantes** (atravesando as rochas en calquera dirección).



Intrusións concordantes: o magma introdúcese entre as capas rochosas. Se a masa ten forma plana denomínase **sill**; se presenta forma alomada na parte superior é un **lacólito** e se a súa parte superior é cóncava recibe o nome de **lopólito**.

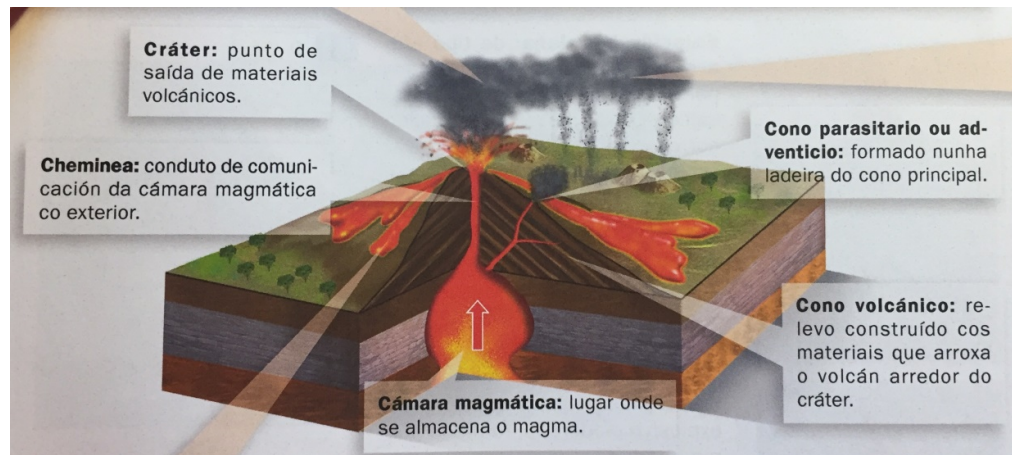
Intrusións discordantes: diques e batólitos. Os diques atravesan as masas rochosas seguindo as fracturas existentes, polo que adoptarán formas planas. Os batólitos son grandes masas intrusivas que corresponden á cristalización de importantes volumes de magmas que ascenden durante os procesos oroxénicos.

6.2. Volcáns

Cando o magma atopa unha saída á superficie prodúcese a emisión de lava e doutros compoñentes, como gases e partículas sólidas (piroclastos). As lavas en contacto coa atmosfera, ou mesmo coa hidrosfera, van solidificar de forma moi rápida, formando as rochas volcánicas.

Se a saída de lavas se produce ó longo dunha fractura o **vulcanismo é de tipo fisural**. Se a saída de lavas se produce nun punto concreto formárase un **cono volcánico**.

As diferentes partes dun volcán amósanse na figura que segue: cráter, cheminea, cono parasitario e cámara magmática.



No relativo ós materiais que se producen nunha erupción volcánica, xa sexa fisural ou a través dun cono, se diferencian:

- Coadas de lava: dependendo da fluidez da lava (da súa composición) as lavas percorreren un camiño máis ou menos longo, e o farán a unha velocidade maior ou menor. Poden adquirir varias formas: lavas cordadas, lavas en bloques, lavas almofadilladas, columnas hexagonais...
- Materiais piroclásticos: son partículas sólidas que se clasifican segundo o seu tamaño: cinzas (diámetro < 2 mm), lapilli (2-64 mm), bloques (diámetro > 64 mm e formas angulosas) e bombas (diámetro > 64 mm e formas redondeadas).
- Gases: vapor de auga, CO₂, ácido sulfhídrico, óxidos de xofre e nitróxeno.

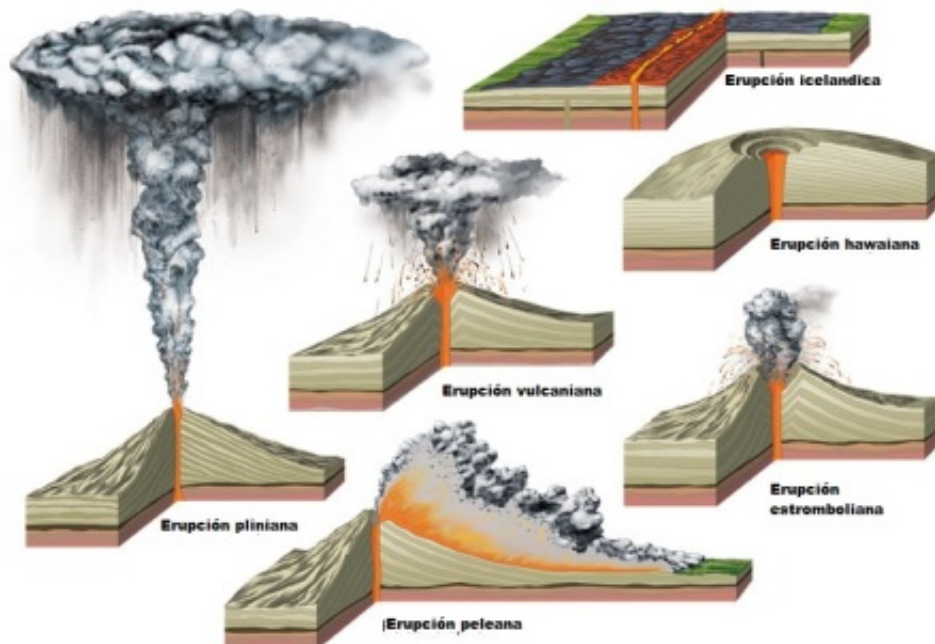
Os magmas que teñen un alto contido en sílice, ó seren máis viscosos, reteñen os gases, polo que aumenta a presión que exercen. Por iso as erupcións de volcáns con lavas ácidas son moi violentas e explosivas. Pola contra, os magmas con baixo contido en sílice son fluídos e por tanto os gases se liberan comodamente, sen explosións; forman erupcións con coladas de lava.

Os **fluxos piroclásticos** son unha mestura de cinzas e gases, que se moven a moi altas velocidades (>100 km/h) e a moi altas temperaturas, canalizados polas ladeiras dos volcáns. Son coñecidas como **nubes ardentes** e son os eventos volcánicos máis destrutivos.

Tipos de erupcións

As erupcións son fenómenos xeolóxicos que se clasifican en base á natureza dos materiais volcánicos que extrúen (lavas máis ou menos viscosas, gases e piroclastos). Deles vai depender o grado de explosividade da erupción. Un mesmo volcán pode pasar por distintas fases ó longo da súa vida. Poden diferenciarse estes tipos de erupción:

- Erupción hawaiana: asociada a magmas moi fluídos, principalmente de composición basáltica. O magma sae a través dun cráter ou dunha fisura, e corre en forma de coladas de lava, sen apenas piroclastos. Da conos moi baixos e anchos, denominados **volcáns en escudo**.
- Erupción estromboliana: os magmas son máis viscosos que na hawaiana, de forma que reteñen máis os gases e por tanto provocan máis explosividade. A maior parte de material expulsado son piroclastos, que se acumulan nas ladeiras do volcán formando conos de piroclastos, alternando coas coladas de lava solidificadas.
- Erupción vulcaniana: as lavas son moi viscosas, de maneira que os gases quedan retidos e son liberados de forma violenta. As explosións producidas poden destruír parte do cono. Soen ser de curta duración (entre segundos e poucos minutos).
- Erupción pliniana: ten un alto nivel explosivo, debido a que os magmas son moi viscosos e ademais conteñen moitos gases. Fórmanse columnas de cinzas e pedra pómez de ata 20 km de altura. As cinzas poden viaxar na atmosfera ó longo de grandes distancias. Poden ter asociadas nubes ardentes.



7. AS ROCHAS MAGMÁTICAS

As rochas magmáticas, tamén chamadas **ígneas**, fórmanse por solidificación dun magma. En función do lugar no que se produce esa solidificación, diferéncianse tres tipos de rochas magmáticas:

- Rochas plutónicas ou intrusivas: formadas por magmas que cristalizaron lentamente no interior da litosfera.
- Rochas volcánicas ou extrusivas: formadas por magmas que cristalizaron rapidamente e na superficie, ó contacto coa atmosfera ou hidrosfera.
- Rochas filonianas: formadas a profundidades intermedias en masas estreitas. Arrefrían a un ritmo máis rápido que as intrusivas, xa que están máis preto da superficie e en lugares estreitos.

Cando se traballa con rochas, sexan do tipo que sexan, sempre se emprega unha propiedade que é a **textura**. Cando falamos da textura dunha rocha estamos a describir a forma, o tamaño e disposición dos grans minerais que a constitúen. É un parámetro moi importante porque da moita información sobre como se formou unha rocha. **Nas rochas magmáticas estes parámetros dependen da rapidez á que arrefriou o magma: cando o arrefriamento é lento o tamaño dos cristais é grande, e cando é rápido tende a xerar cristais máis pequenos.**

As principais texturas das rochas ígneas ou magmáticas son:

- **Textura afanítica** (gran fino): os cristais que constitúen as rochas son tan pequenos que non se recoñecen a simple vista (mostra de man) e é necesario usar un microscopio para velos. Corresponden a un arrefriamento rápido e por tato son propias das rochas volcánicas. Moitas veces presentan **vesículas**, é dicir, pequenos ocos deixados polas burbullas de gas que escapan a medida que a lava solidifica; nese caso fálase de textura vesicular. Ex: basalto (afanítica) e pedra pómez (pumita, vesicular).
- **Textura fanerítica**: os cristais que constitúen as rochas son de gran groso e por tanto teñen un tamaño que fai posible o seu recoñecemento sen necesidade de usar un microscopio. O aspecto da rocha é unha masa de cristais aproximadamente do mesmo tamaño. Corresponde a arrefriamentos lentos a grandes profundidades. Ex: granito.
- **Textura porfídica**: a rocha está formada por cristais grandes (fenocristais) rodeados por unha masa de cristais máis pequenos (matriz ou pasta). Corresponde a cristalización moi lenta e en diferentes etapas. Ex: granito porfídico.
- **Textura vítrea**: as rochas están formadas por vidro, non teñen grans minerais debido a que o arrefriamento foi moi rápido, xa que corresponden a fragmentos de lava expulsados ó exterior por un volcán. Ex: obsidiana.
- **Textura piroclástica**: a rocha está formada por un conxunto de fragmentos de rocha de diferentes tamaños, expulsados por un volcán nunha erupción violenta. Ex: toba.

Textura afanítica



Textura vesicular



Textura fanerítica



Textura porfídica



Textura vítrea



Textura piroclástica



7.1. Principais rochas plutónicas

Como xa dixemos, boa parte do territorio galego está formado por rochas plutónicas, así que seguro que coñecemos moitas destas rochas, que son as máis abundantes dentro do grupo das rochas intrusivas ou plutónicas. Verémolas no laboratorio (case todas). Están ordenadas de acorodo ó seu contido en sílice (de máis a menos) e en minerais ferromagnesianos (de menos a máis):

- ▶ **Granito.** De cor gris ou rosada. Formada por cuarzo, ortosa, plaxioclasios e micas.. É a rocha plutónica máis abundante e principal compoñente da codia continental.
- ▶ **Sienita.** Rocha de cor rosada, proporcionada pola ortosa, o seu constituínte maioritario. Diferénciase do granito en que non ten cuarzo ou o ten en cantidades moi pequenas.
- ▶ **Diorita.** Rocha de cor gris escuro, constituída principalmente por plaxioclasios.
- ▶ **Gabro.** Rocha de cor escura, composta principalmente por plaxioclasios e piroxenos.
- ▶ **Peridotita.** Rocha de cor moi escura, formada maioritariamente por piroxenos e olivina. Moi pouco frecuente na codia terrestre, constitúe o manto.

7.2. Principais rochas volcánicas

As rochas que aparecen a continuación teñen a mesma composición que as plutónicas que acabamos de citar. A única diferenza entre unhas e outras é que unhas cristalizaron no interior da litosfera e as outras no exterior. Aínda que teñen a mesma composición, unhas e outras terán diferentes texturas:

- Riolita (=granito).
- Traquita (= sienita)
- Andesita (= diorita)
- Basalto (= gabro)

Non temos demasiadas no laboratorio, así que veremos poucas en mostra de man.

Entre as rochas volcánicas de carácter piroclástico están a pumita (pedra pómez) e a tefrita ou toba.

8. RISCO VOLCÁNICO

Veremos esta parte de forma práctica a partir da análise de diversas erupcións. A teoría está no libro (páxinas 330-337)