

Mineralogía

Temas 8 y 9. Magmas y Rocas ígneas



Gema Fernández Maroto

Departamento de Ciencias de la Tierra y
Física de la Materia Condensada

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

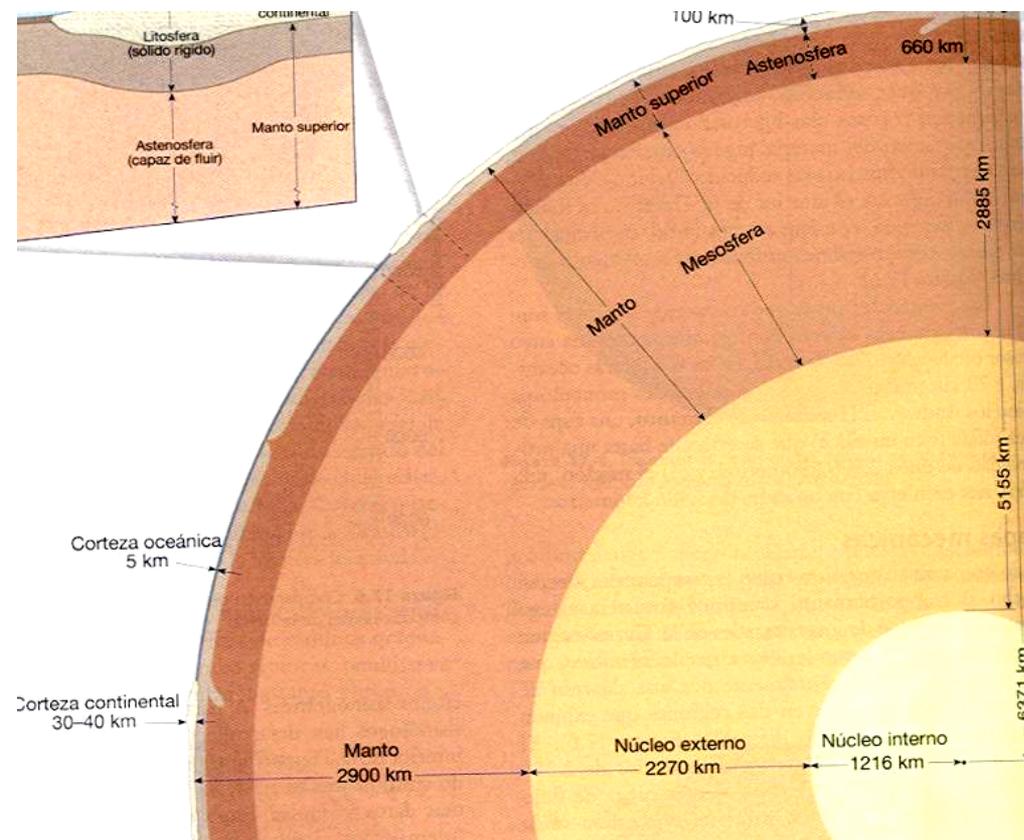


Magma

- Mezcla compleja de materiales fundidos (700° - 1200°C) de naturaleza silicatada en la que coexisten:
 - Una fracción sólida.
 - Una fracción gaseosa.

- Fusión rocas sólidas:

100 - 200 Km.

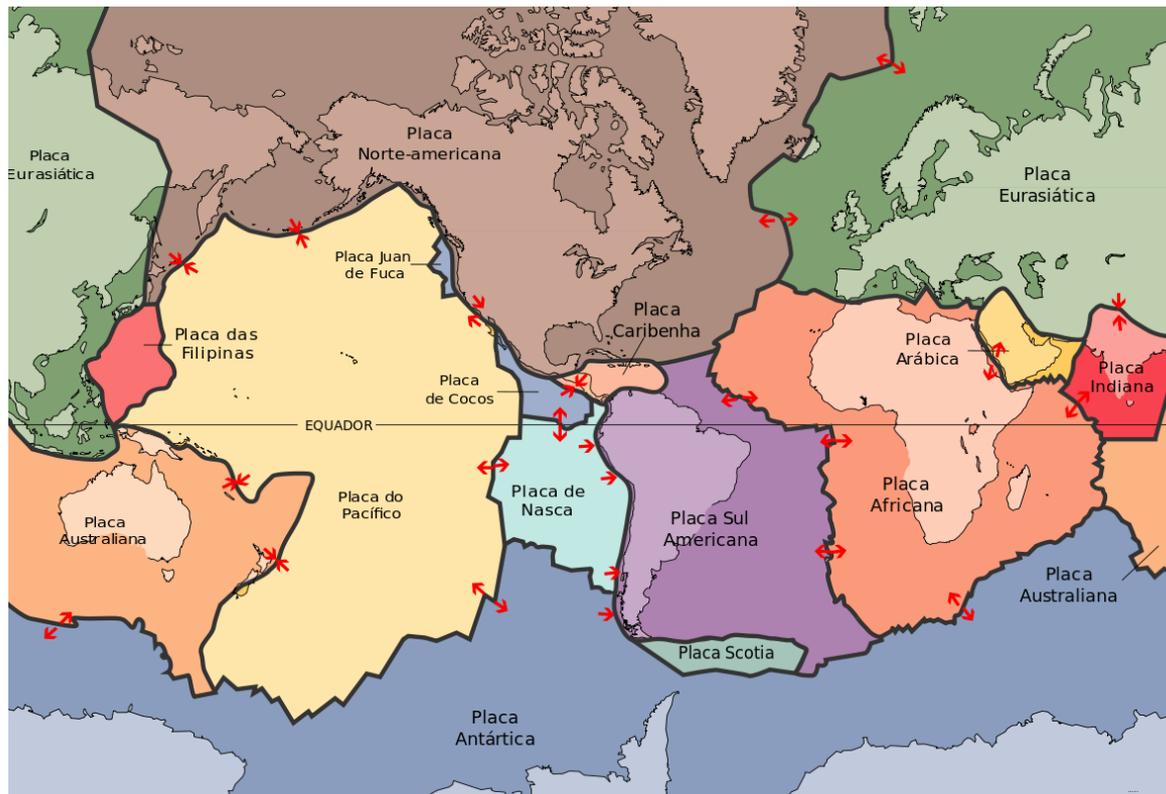


Origen de los magmas

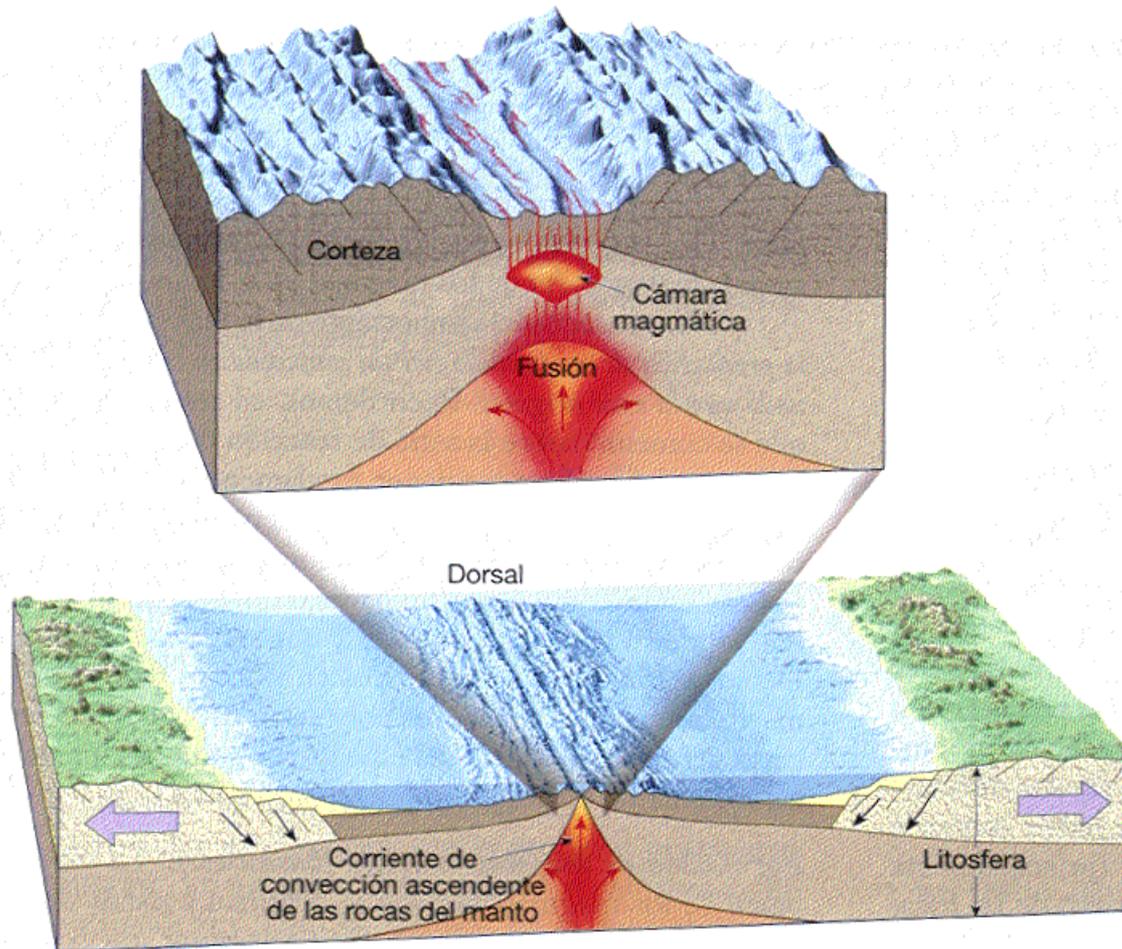
- Aumento de la T^a por encima del punto de fusión.
- Disminución de la P de confinamiento.
- Introducción de sustancias volátiles.
- **Los magmas se generan por:**
 - Fusión parcial del material del manto superior.
 - Fusión parcial o total de materia cortical.
- **La temperatura: gradiente geotérmico.**
100 Km → 1200° - 1400°C.

Generación de magmas y tectónica global

- Dorsales oceánicas.
- Zonas de subducción.



Dorsales oceánicas



© Tarbuck & Lutgens, 2000.

Gema Fernández Maroto

Composición del magma

- $\text{SiO}_2 \rightarrow 35 - 75\%$
- $\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow 12 - 18\%$
- FeO , Fe_2O_3 , MgO y $\text{CaO} \rightarrow 20 - 30\%$, rocas pobres en sílice.
- Na_2O y $\text{K}_2\text{O} \rightarrow 2,5 - 4\%$ y $0,55 - 5\%$
- TiO_2 , MnO y $\text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow 2\%$
- Li , V , Cr , Co , Ni , Zn , Pb , Sr , Y , Zr , Nb , Ba , Ta , Th y $\text{U} \rightarrow < 0,1\%$
- + Gases y vapores disueltos como volátiles (H_2O vapor y CO_2).

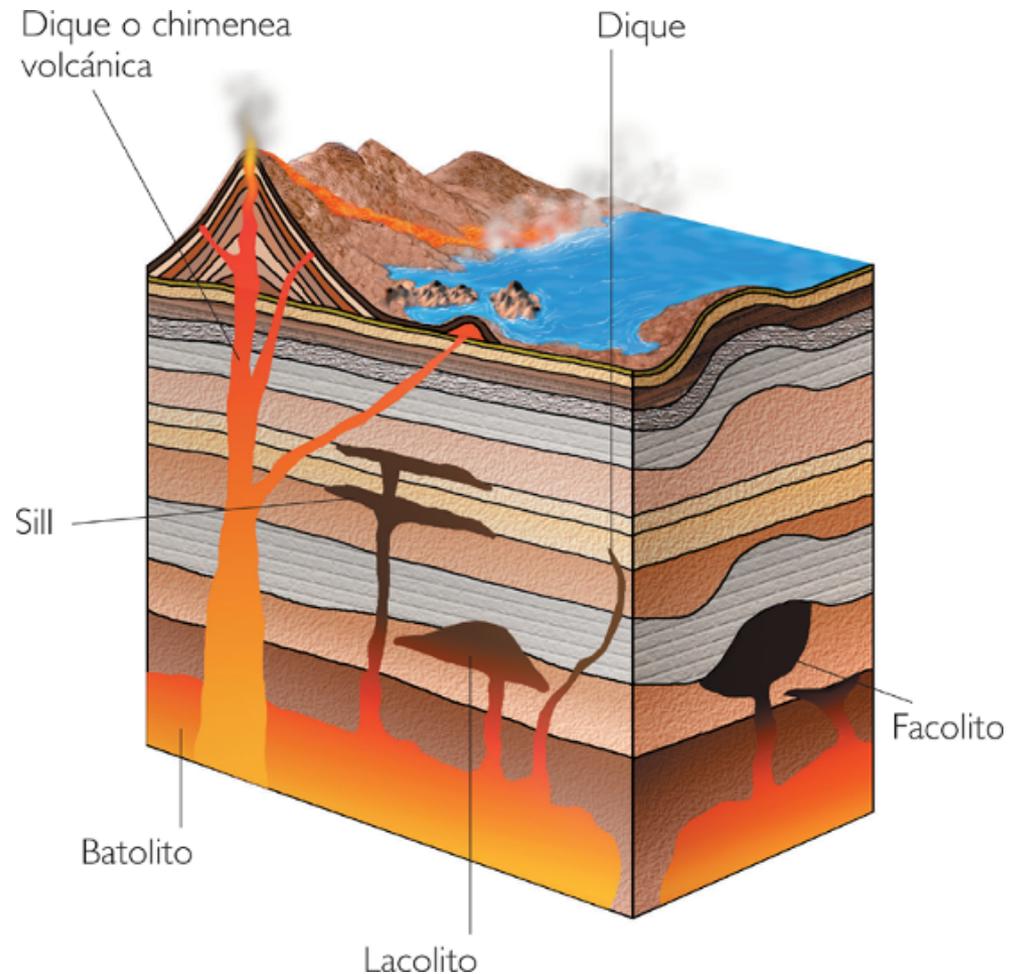
Composición del magma

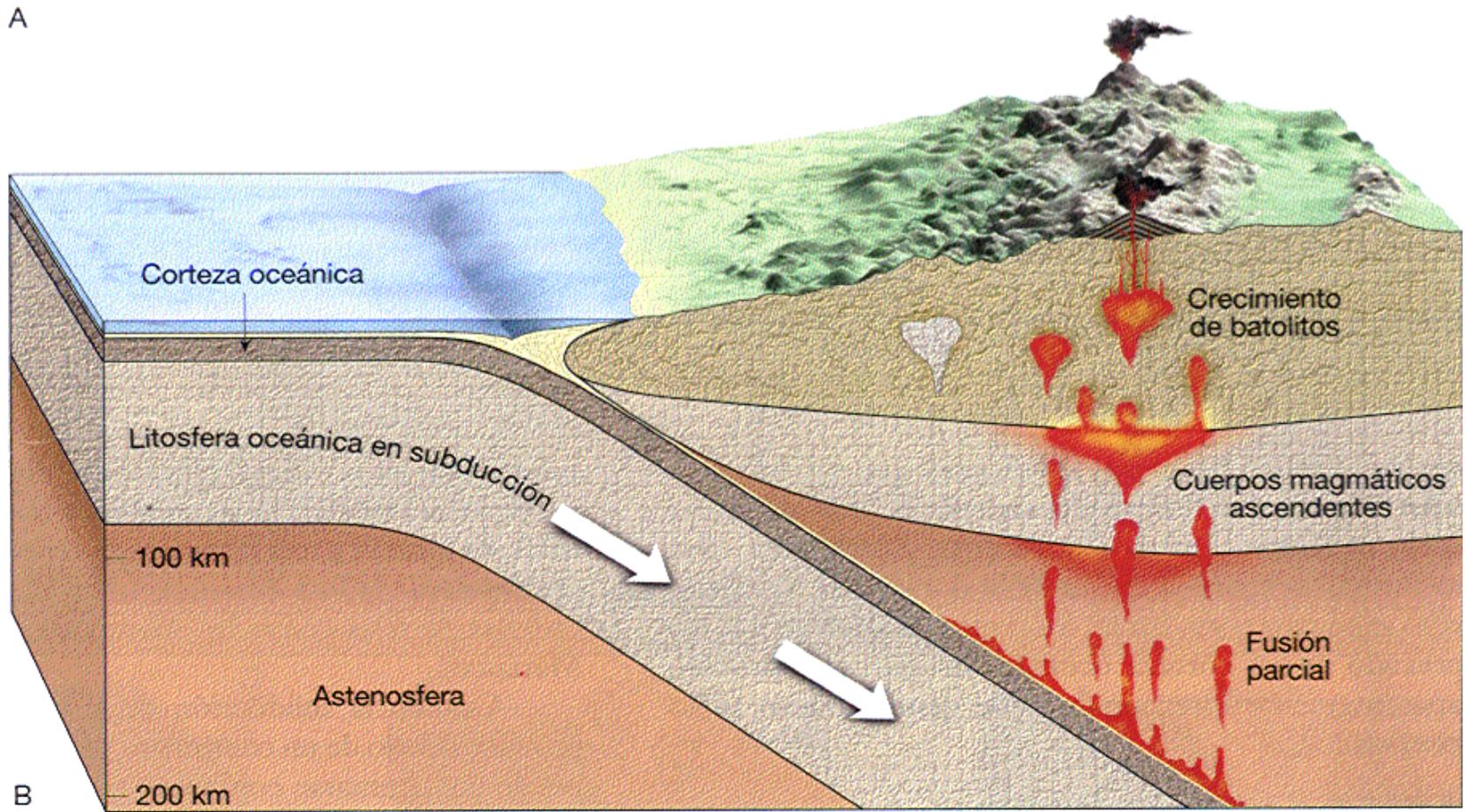
1. Ricos en sílice:

- Extremadamente viscosos.
- $d = 2,4 \text{ gr/cm}^3$.
- $T^{\text{as}} = 700^\circ - 900^\circ\text{C}$.

2. Pobres en sílice:

- Menos viscosos.
- $d = 2,7 \text{ gr/cm}^3$.
- $T^{\text{as}} = 1200^\circ - 1300^\circ\text{C}$.

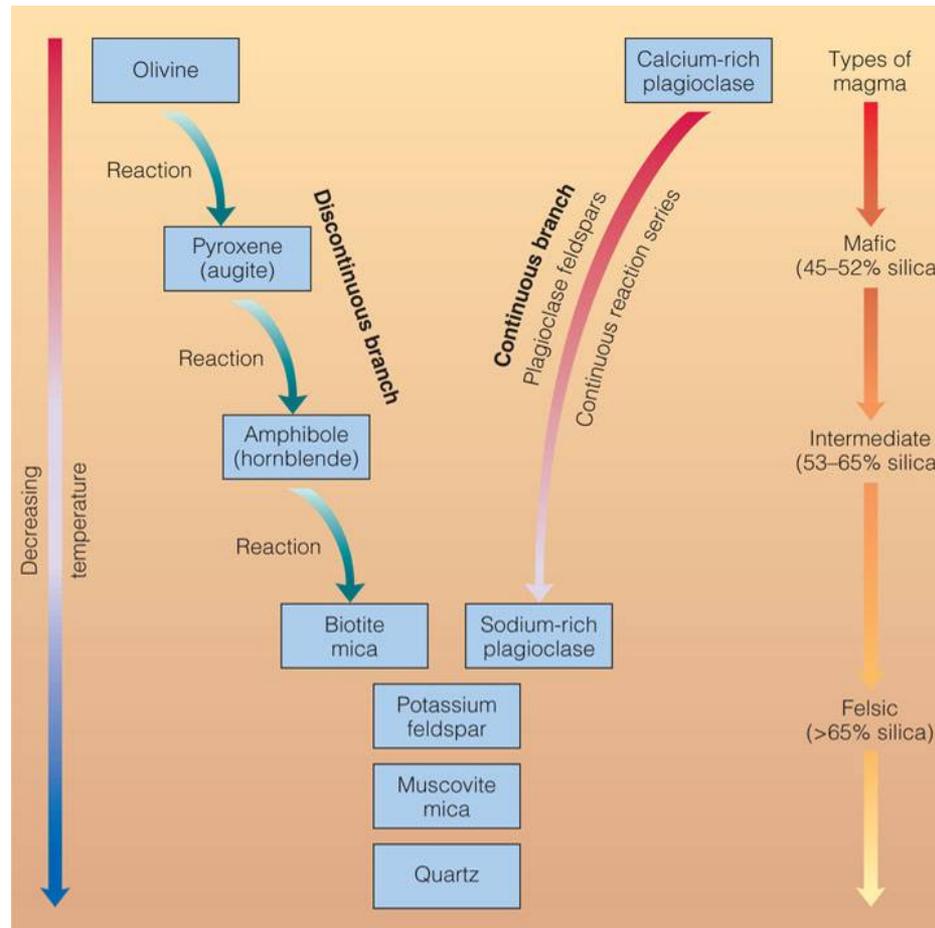




© Tarbuck & Lutgens, 2000.

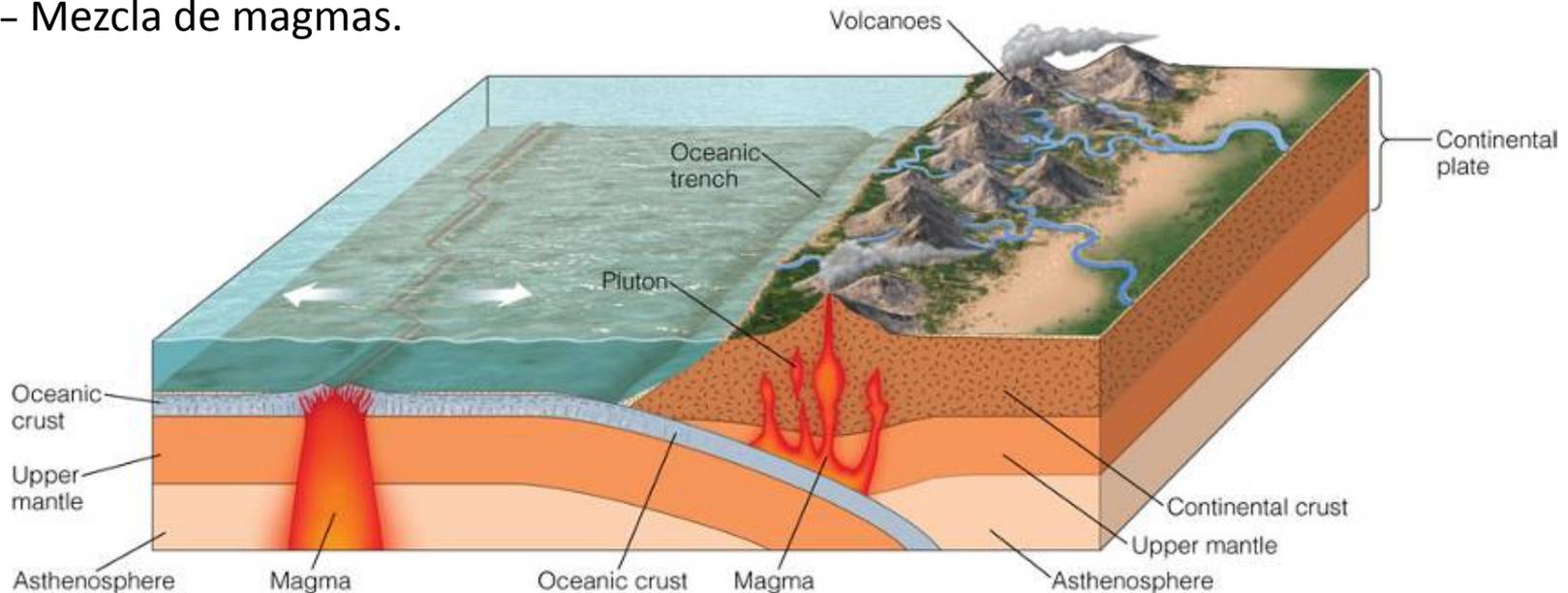
Evolución y diversificación de magmas

Cristalización fraccionada



Evolución magmática

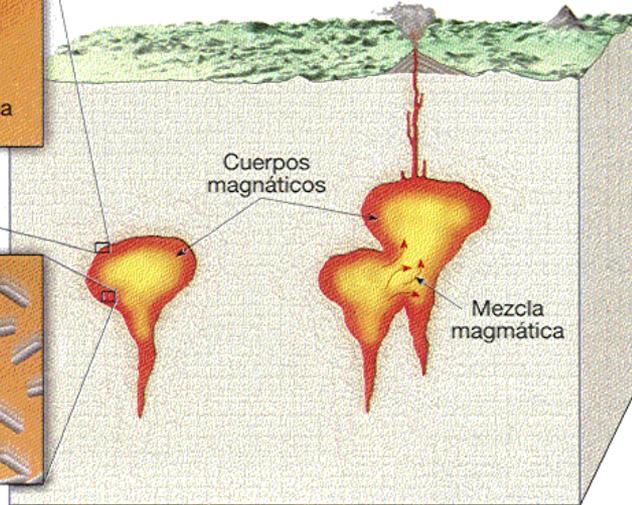
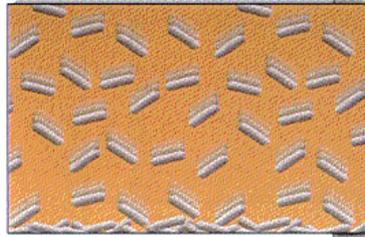
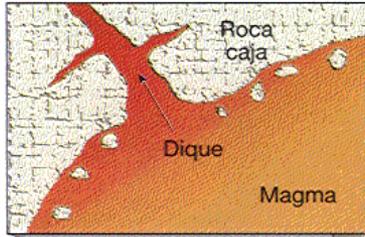
- **Diferenciación:** formación de magmas parciales de distinta composición.
 - Sedimentación cristalina.
 - Diferenciación magmática.
 - Asimilación magmática.
 - Mezcla de magmas.



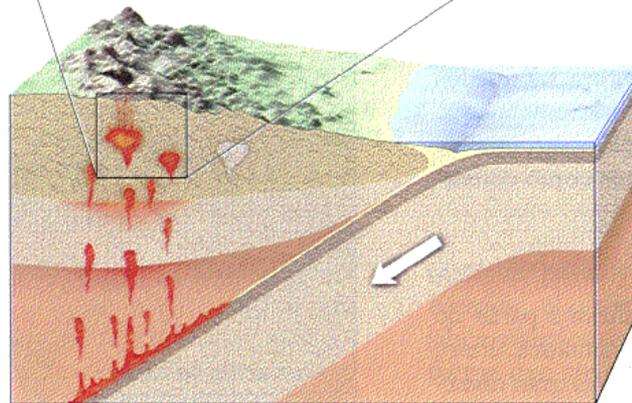
© Brooks/Cole - Thomson, 2006.

Gema Fernández Maroto

Asimilación de roca huésped



Sedimentación cristalina

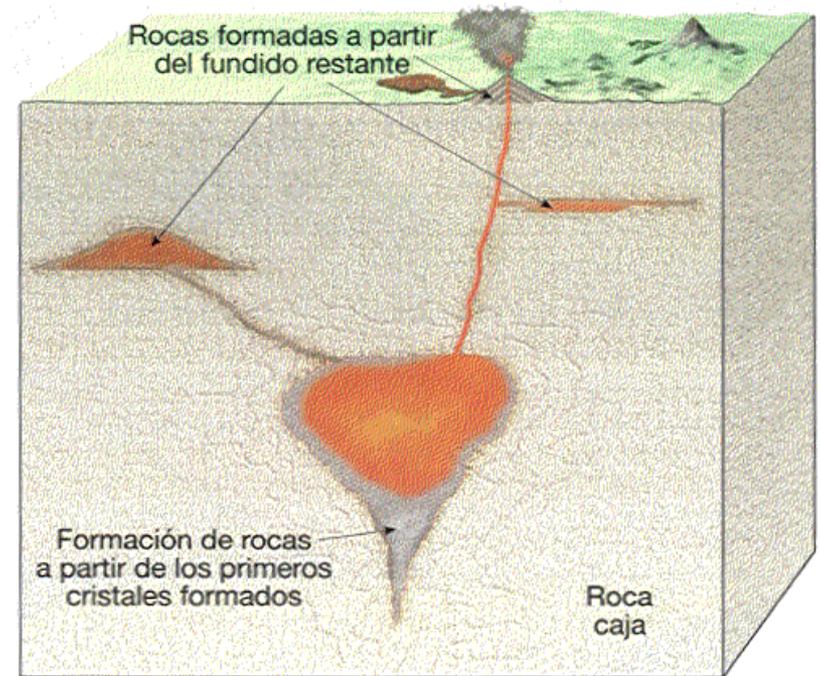
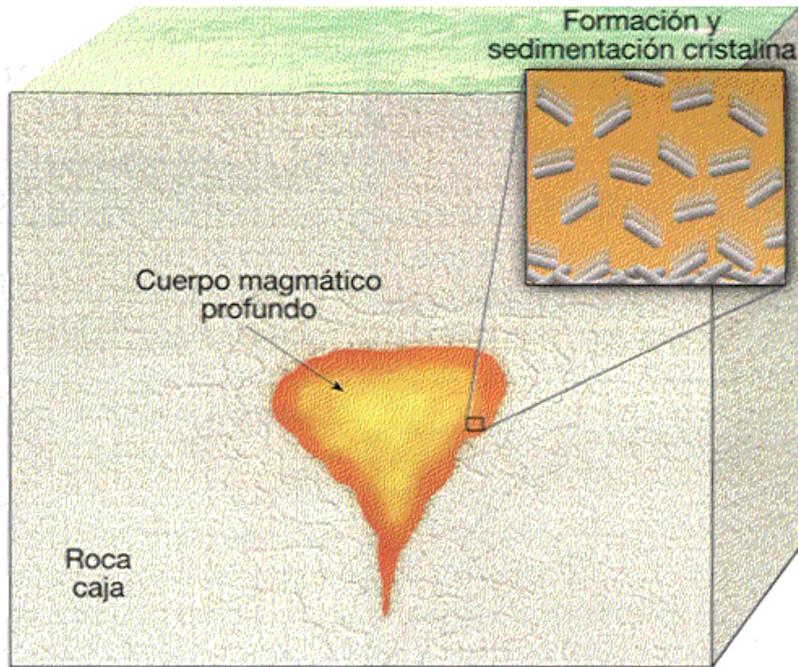


Asimilación magmática

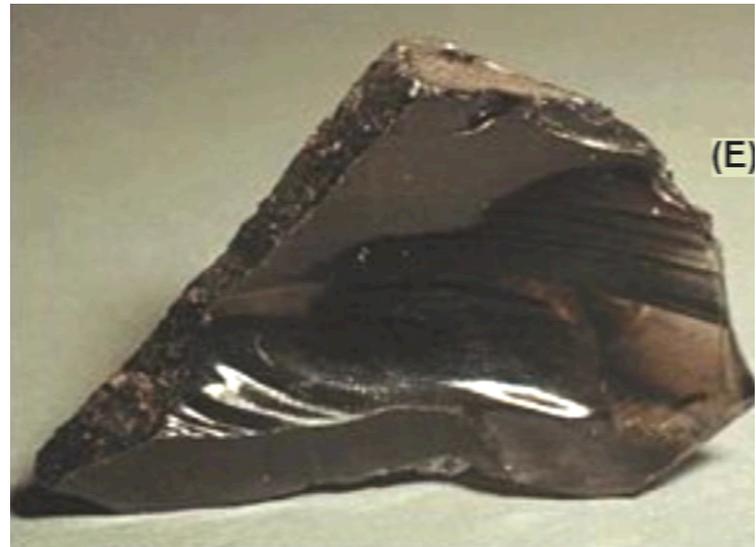
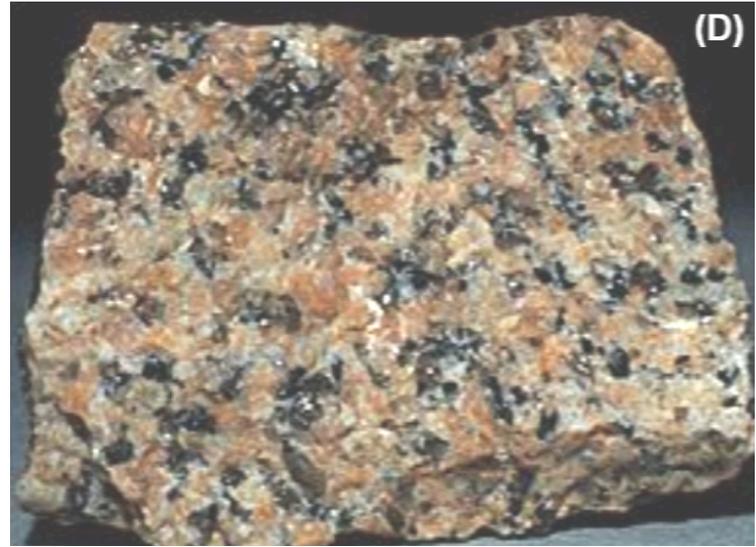
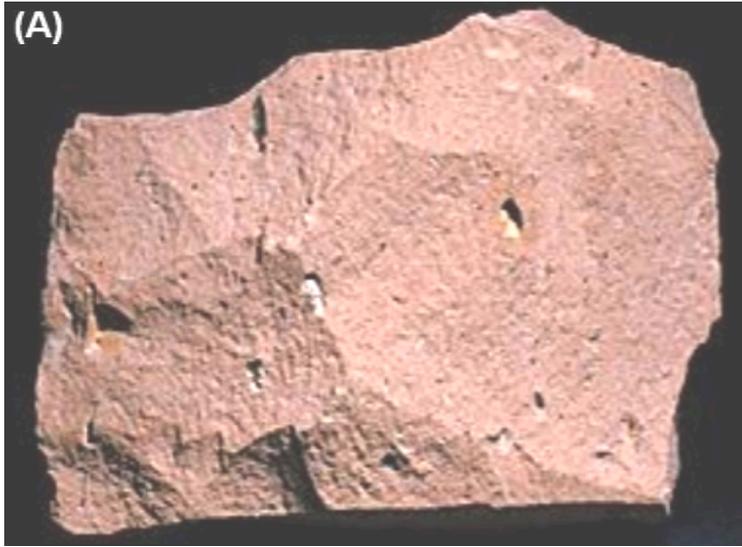
Mezcla de magmas

© Tarbuck & Lutgens, 2000.

Sedimentación cristalina



© Tarbuck & Lutgens, 2000.



© Tarbuck & Lutgens, 2000.

Gema Fernández Maroto

Clasificación de las rocas ígneas en función de su emplazamiento

- Rocas plutónicas.
- Rocas volcánicas.
- Rocas subvolcánicas.

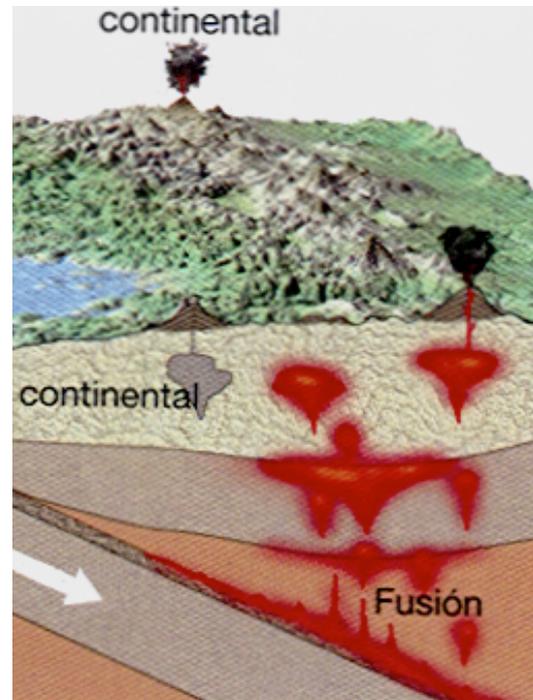
Magma

- V de enfriamiento pequeña y P elevada y multidireccional → Rocas totalmente cristalizadas: rocas ígneas holocristalina o plutónicas o intrusivas.



Características de las rocas plutónicas

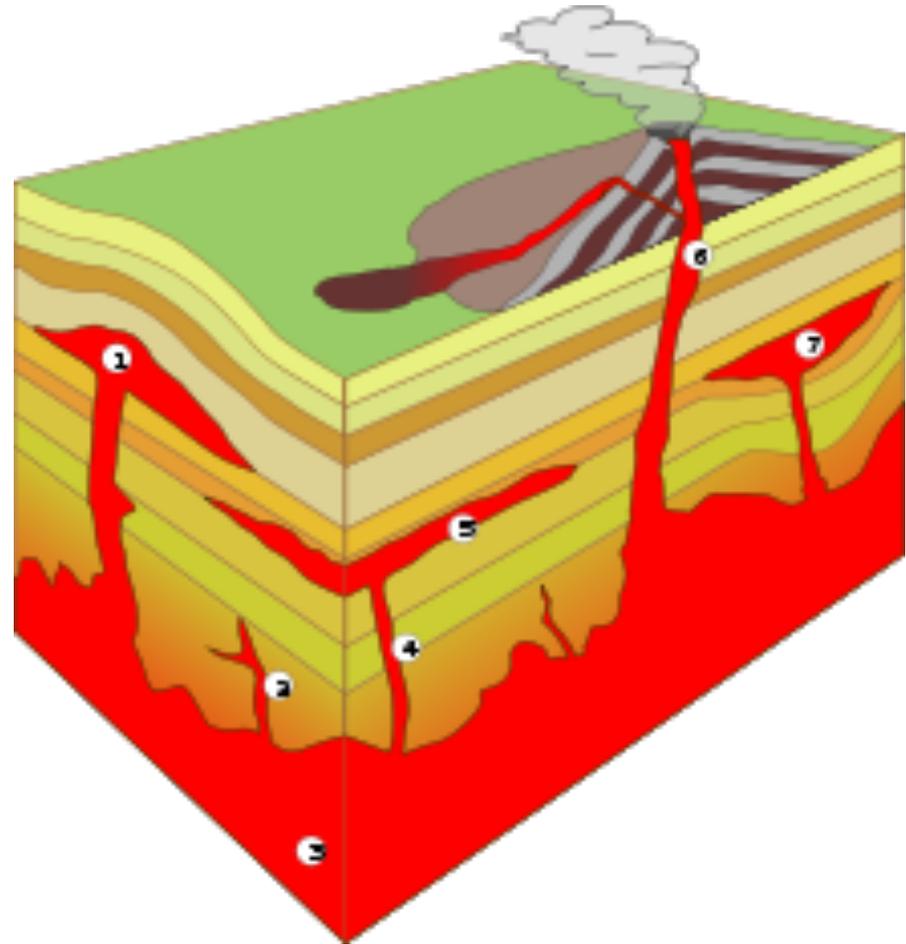
- Cristalización en altas profundidades.
- Enfriamiento lento.
- Cristales grandes.
- Sin minerales amorfos.
- Sin porosidad.
- Textura granudas.



© Tarbuck & Lutgens, 2000.

Modo de ocurrencia de las rocas plutónicas

- **Lacolito**: inclusiones concordantes con las rocas encajantes, con un contacto superior en forma de domo.
- **Lopolito**: intrusiones de techo plano presentando un contacto inferior curvo hacia abajo.
- **Facolito**: intrusión en pliegues.
- **Batolito**: gran masa de roca plutónica.



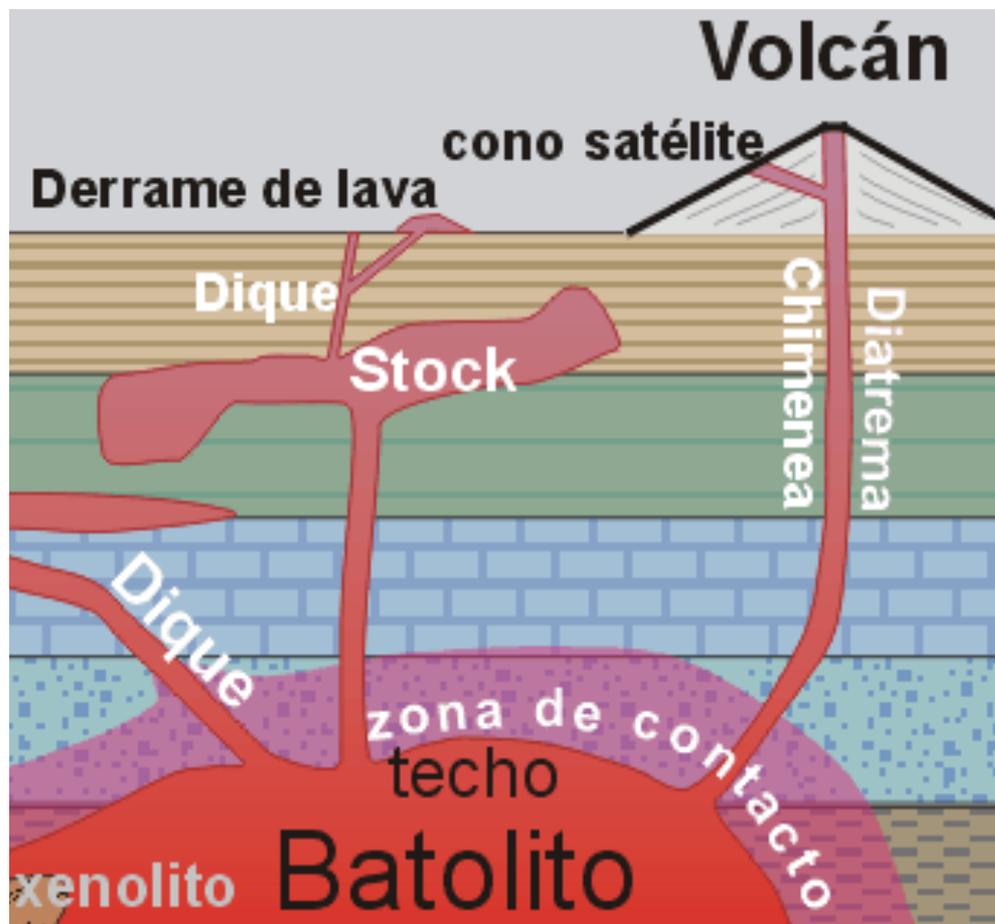
Magma

- V de enfriamiento más rápida, P atmosférica y tiempo de consolidación muy breve → Rocas ígneas: microlítico-vítreas o r. volcánicas o extrusivas.



Características de las rocas volcánicas lávicas

- Cristalización en superficie.
- Enfriamiento rápido.
- Cristales pequeños y fenocristales.
- Con minerales amorfos.
- Textura afanítica o porfídica.



Modo de ocurrencia

- Coladas y Mantos de lava.
- Masa de corriente de lava alargada → Colada.
- Extensión lateral cubriendo una importante superficies → Manto.



Modo de ocurrencia

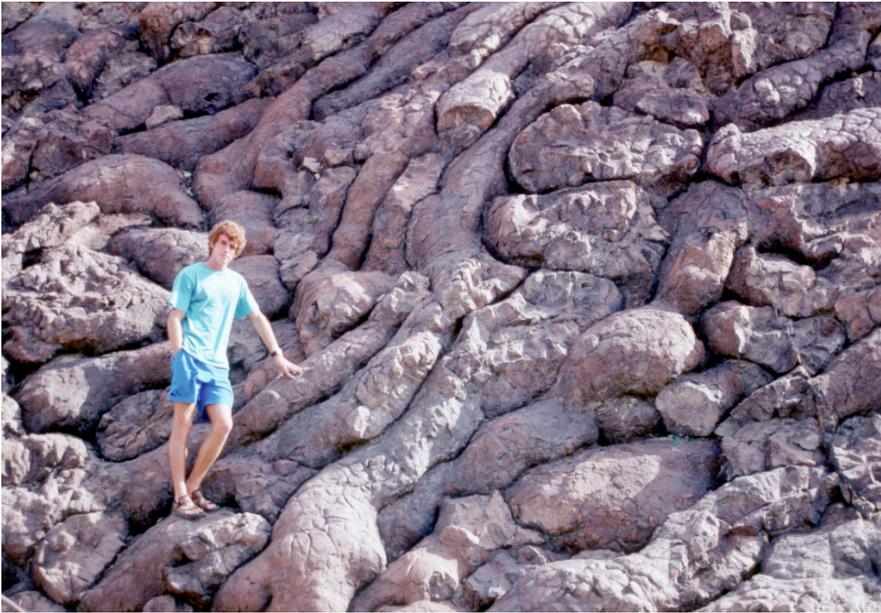
- Lavas «aa»: coladas subaéreas (viscosas) → Coladas de lava en bloques.
- Lavas «cordadas o pahoehoe»: lavas fluidas que corren pendiente abajo.



Diaclasado columnar



Pillow Lavas o Lavas «almohadilladas»: coladas submarinas



Propiedades de las lavas

- a) Temperatura.
- b) Explosividad.
- c) Viscosidad.

- **Lava básica**: baja viscosidad, bajo contenido en volátiles.

$$T^{\text{as}} = 1000^{\circ} - 1200^{\circ}\text{C.}$$

- **Lava ácida**: alta viscosidad, alta explosividad, alto contenido en volátiles.

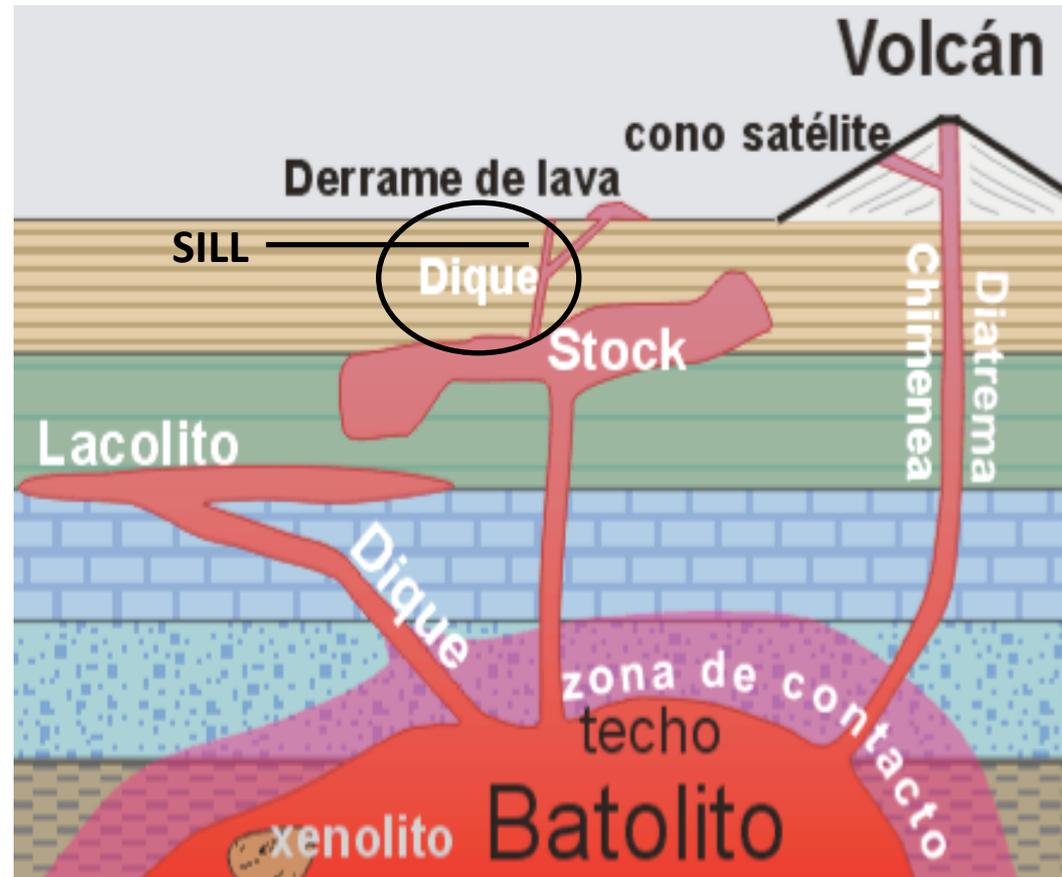
$$T^{\text{as}} = 800^{\circ} - 1000^{\circ}\text{C.}$$

Magma

- Cristalización intermedia o presentan una composición muy particular:
Microcristalinas o R. Hipoabisales.
- **Características de las rocas hipoabisales:**
 - Cristalización en bajas profundidades.
 - Enfriamiento mediano.
 - Cristales grandes y pequeños.
 - Baja % de min. Amorfos.
 - Baja porosidad-nula.
 - Textura porfídica.
 - Cristales hipidiomórficos y/o fenocristales idiomórficos.

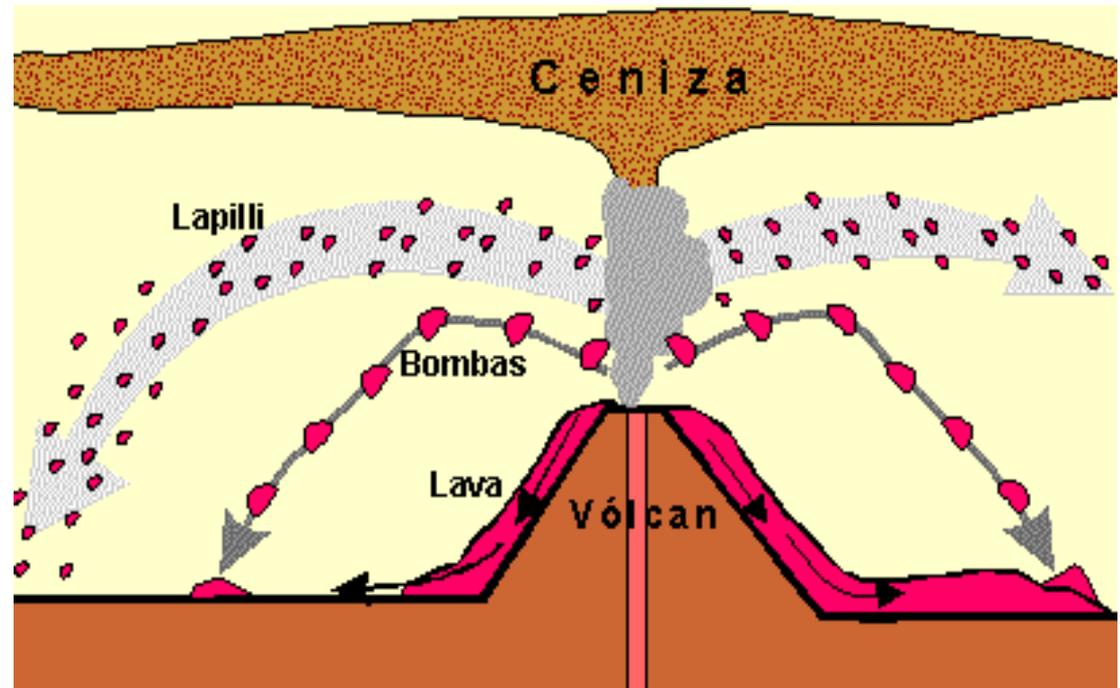
Modo de ocurrencia

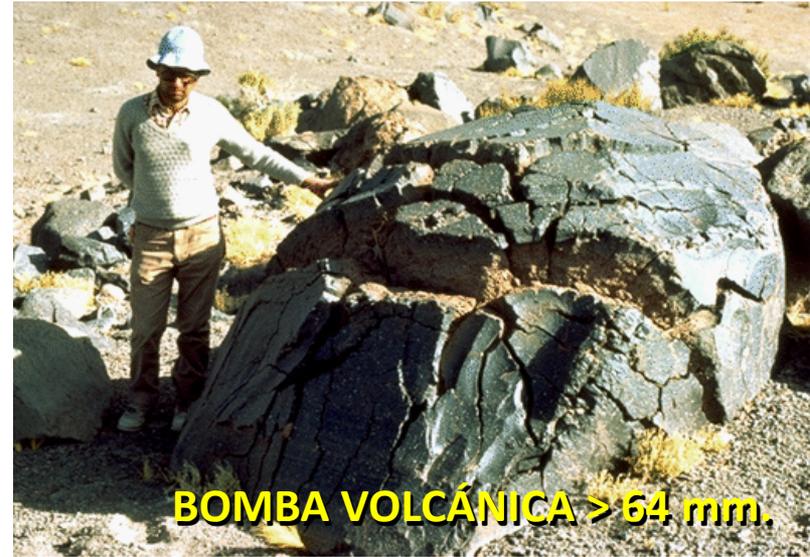
- **Dique:** intrusión de R.I. de forma tabular y discordante con la roca encajante.
- **Sills:** intrusiones de R.I. de forma tabular concordantes con la estratificación de la R. Sed. encajante.



Características de las rocas volcánicas fragmentales

- Cristalización superficial o en la atmósfera.
- Enfriamiento muy rápido.
- Cristales pequeños.
- Con minerales amorfos.
- Grano fino.





BOMBA VOLCÁNICA > 64 mm.



LAPILLI : 2 - 64 mm.



CENIZAS: < 2 mm.

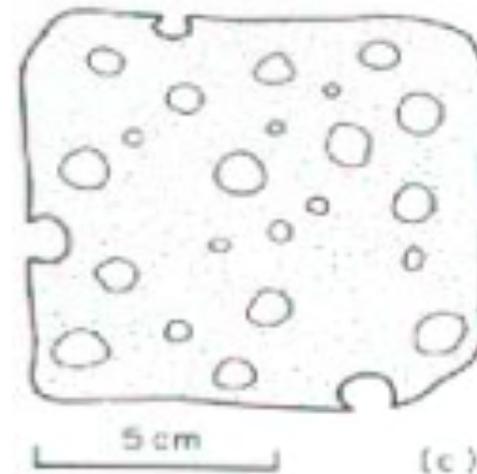
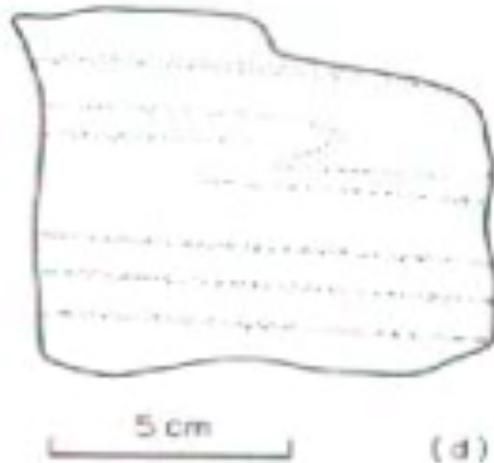


© Tarbuck & Lutgens, 2000.

Gema Fernández Maroto

Estructuras de las R.I.

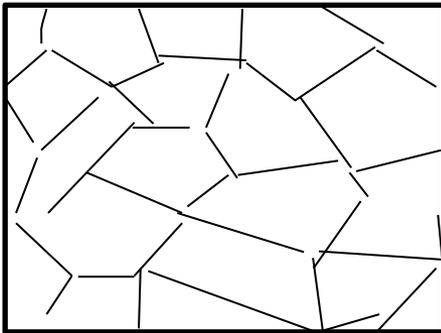
- **Estructura:** conjunto de rasgos y características generales que presenta una roca a escala macroscópica:
 - Estructura tabular ó planar.
 - Estructura lineal ó fluidal.
 - Estructura pumítica y cavernosa.



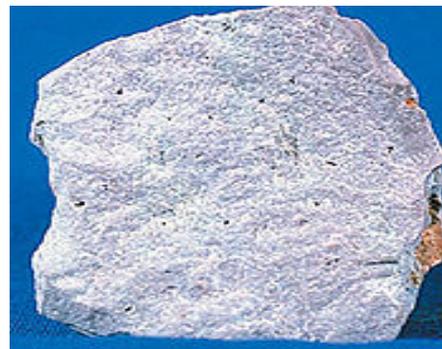
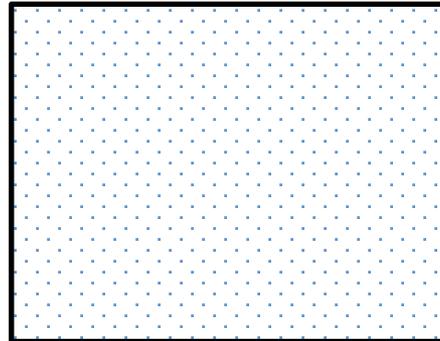
Texturas de las R.I.

- **Textura:** relaciones existentes entre los distintos minerales que conforman la roca y su distribución espacial, atendiendo a parámetros: forma de los cristales, tamaño de grano y distribución, hábito...

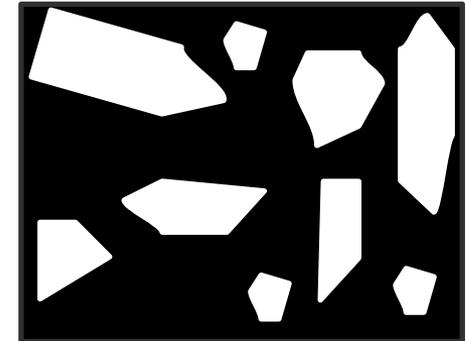
FANERÍTICA



AFANÍTICA



PORFÍDICA



Muestra de mano

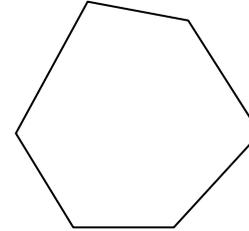
- Textura fanerítica.
- Textura afanítica.



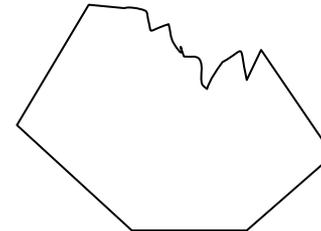
- Texturas holocristalinas: todos los componentes de la roca son granos cristalinos.

Según la forma de los cristales

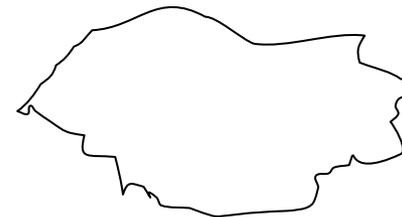
- Texturas idiomórficas.



- Texturas hipidiomórficas.



- Texturas alotriomórficas.



Según la forma de los cristales

- Grano fino: < 1 mm.
- Grano medio: 1 - 5 mm.
- Grano grueso: 5 - 30 mm.
- Pegmatítico: > 30 mm.



(a) Rhyolite



(b) Granite

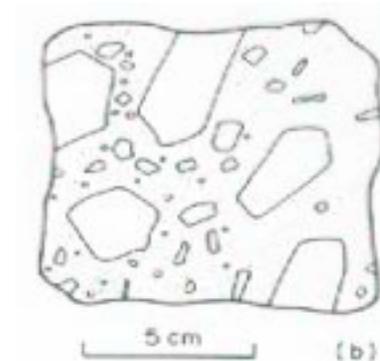
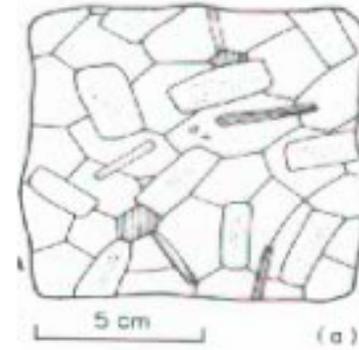
Según la distribución de los tamaños

- Texturas equigranulares.

- Texturas heterogranulares.

- Texturas porfídicas:

- Fenocristales.
- Matriz.



Temas 8 y 9. Magmas y Rocas ígneas



- **Textura vítrea**: enfriamiento rápido del magma.
- **Textura piroclástica**: formada por la consolidación de piroclastos. Contiene cenizas muy finas, gotas fundidas, grandes bloques angulares.
- **Textura pegmatítica**: cristales interconectados > 1 cm.



© Tarbuck & Lutgens, 2000.

Relación textura/tipo de roca

- Textura fanerítica: Rocas Plutónicas.
- Textura afanítica: Rocas volcánicas.
- Textura porfídica: R. Volcánicas y Subvolcánicas.
- Textura piroclástica: Rocas Piroclásticas.

Composición de las R.I.: Minerales

- **Mineral esencial:** > 5% → Tipo de rocas.
- **Mineral accesorio:** < 5%.
- **Minerales accidentales.**
- **Minerales secundarios.**
- **Máficos/Félsicos:**
 - Minerales máficos: silicatos ferromagnesianos.
 - Minerales félsicos: no tienen en su composición ni Fe ni Mg.
- **Atendiendo al color:**
 - Minerales leucócratos: de colores claros → Félsicos.
 - Minerales melanócratos: de colores oscuros → Máficos.

Clasificación de las R.I.

• Por el % en minerales máficos:

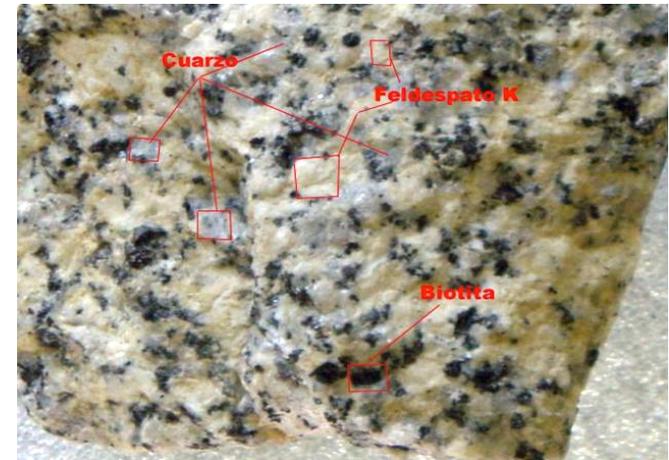
- Rocas félsicas: < 15% m.m.
- Granito: 25 - 35% Q y > 50% FTO
K + PLAG rica en Na.
- Moscovita, Biotita, Anfíbol.
- Riolita: = composición granito.
Textura afanítica, con fragmentos vítreos y huecos.

• Rocas félsicas:

- Obsidiana: vidrio volcánico. Lava rica en SiO₂.
- Pumita: roca volcánica de textura vítrea. Masa gris porosa (escape grandes cantidades de gases).

• Por el contenido en SiO₂:

- Ácidas: > 65%.
- Intermedias: 65 - 52%.
- Básicas: 52 - 45%.
- Ultrabásicas: < 45%.



Granito: roca ígnea de color claro y grano grueso compuesta de cuarzo, feldespato alcalino y mica (biotita y/o moscovita).

Clasificación de las R.I.

• Por el % en minerales máficos:

- Rocas intermedias: 15 - 40% m.m.
- Andesita: R. Volc. color gris, tex. Porfídica (Plg u Hornblenda).
- Diorita: R. Plut. de grano grueso. Tex. Granuda. Plg-Na, Anfíbol y Biotita.
- Rocas máficas: = + 40% m.m.
- Basalto: R.Volc. Grano fino. Tex. Afanítica ó Porfídica. Px, Plg-Ca, Olivino y Anfíbol.
- Gabro: . Plut. Color verde muy oscuro-negro. Text. Fanerítica. Px y Plg-Ca.
- Rocas ultramáficas: + 90% m.m.
- Peridotita: formadas sólo por Px y Olivino. Constituyente principal del manto.



Andesita: roca volcánica de grano fino compuesta por plagioclasa, ortopiroxeno y hornblenda. Química y mineralógicamente es similar a la Diorita.

Clasificación de las R.I.

• Rocas piroclásticas:

- Toba volc.: diminutos fragmentos del tamaño de cenizas que se cementaron después de su caída.
- Brechas volc.: variedad de fragmentos (volcánicos) de diversos tamaños.

• Rocas subvolcánicas:

- Pórfido: textura porfídica. Q, Plag, Ftos.
- Aplita: dique blanco con cristales muy pequeños. Q, Ortosa y Plag.
- Pegmatita: Q y Ftos de tamaños > 1 cm hasta 10 cm.



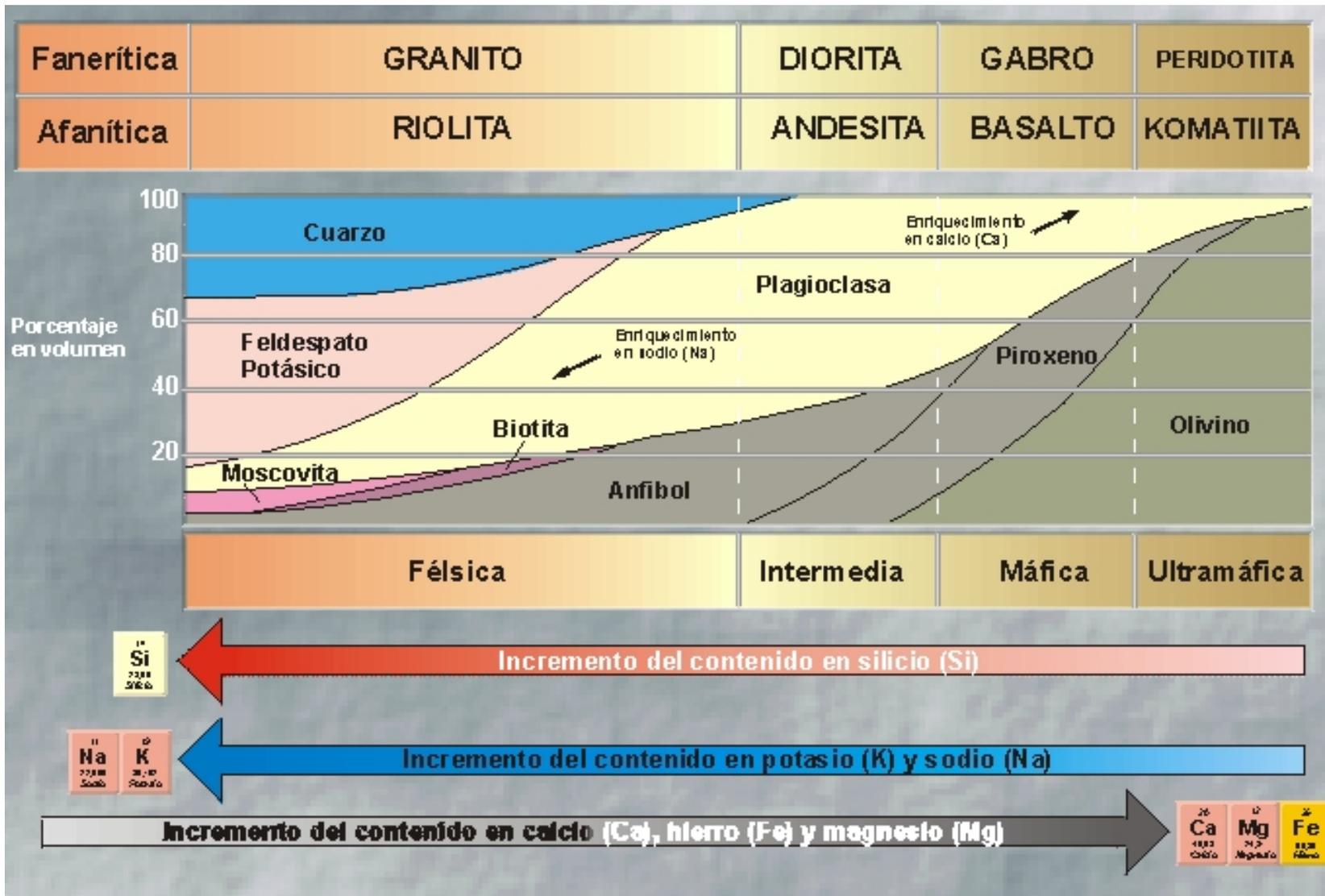


Diagrama de Streckeisen

ROCAS PLUTÓNICAS

ROCAS VOLCÁNICAS

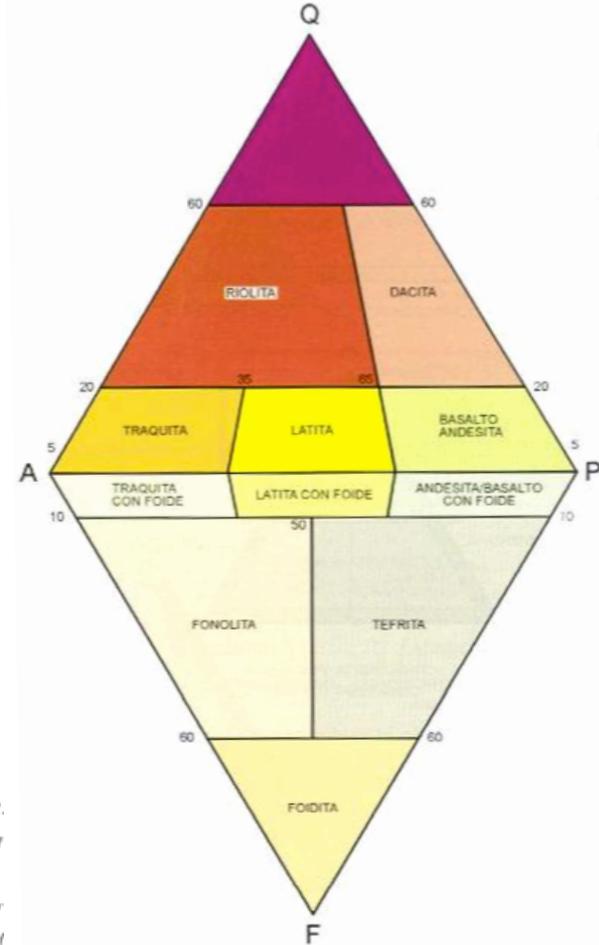
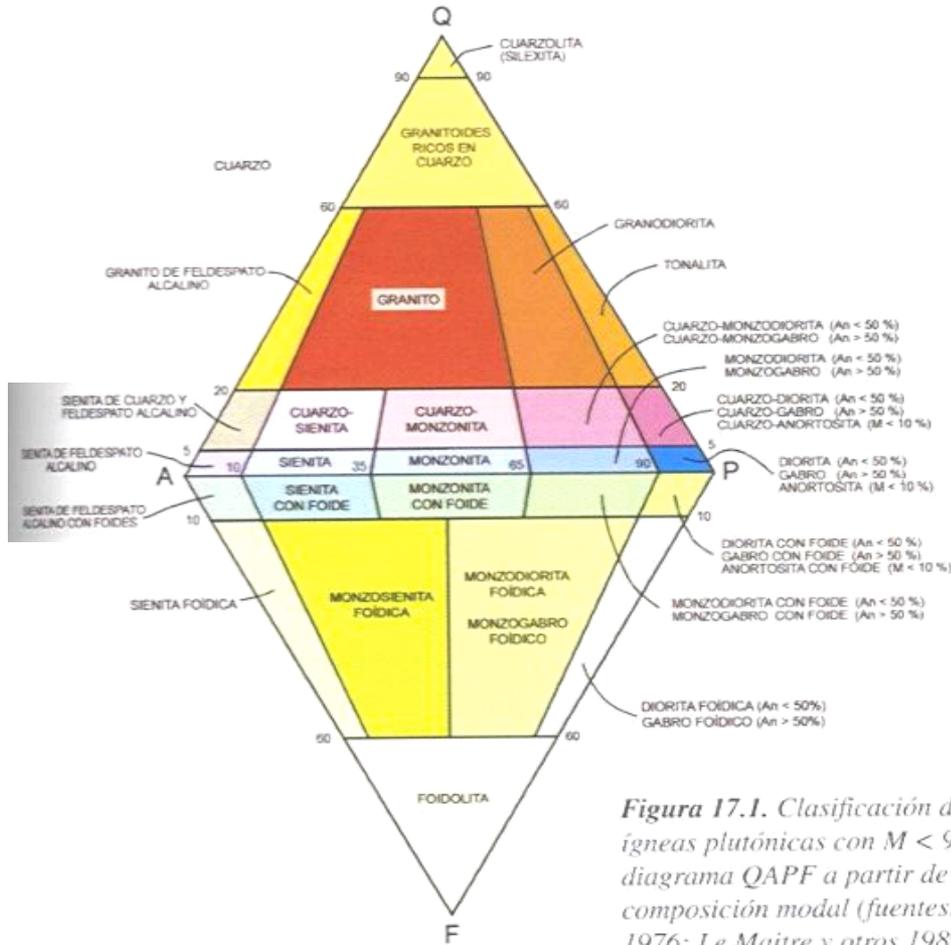


Figura 17.1. Clasificación de la ígneas plutónicas con $M < 90$ en diagrama QAPF a partir de su composición modal (fuentes: Str 1976; Le Maitre y otros 1989, 21)

Patrón textural

- **Las Rocas ígneas se describen según su:**
 - Grado de cristalinidad.
 - Tamaño de grano.
 - Textura general.

- **Características interesantes de las Rocas ígneas como material de ingeniería:**
 - Estructura masiva (sin estratificación)
 - Planos de discontinuidad (diaclasas). Estructura en bolos.
 - Permeabilidad nula. Posible permeabilidad secundaria por fracturación.
 - Alteración de la roca según su mineralogía (meteorización del cuarzo y del feldespato).

