

Rocas Ígneas: Magmatismo

Introducción

@ Constituyen la mayor parte de la Corteza Terrestre. De hecho, con la excepción del Núcleo Exterior líquido, la porción sólida restante de nuestro planeta es básicamente una enorme roca ígnea parcialmente cubierta por una delgada capa de rocas sedimentarias. Las Rocas Ígneas (del latín *ignis*, o “fuego”) se forman conforme se enfría y solidifica una roca fundida (magma).

¿Por Qué Son Diferentes Las Rocas Ígneas?

- @ Principalmente porque se forman a partir de la solidificación de una material fundido, *magma*, que cuando alcanza la superficie terrestre es llamado *lava*.
- @ Tienen texturas definidas. Resultado de los procesos de enfriamiento y cristalización del magma.
- @ Composición química y mineralógica definida.

El Magma

- @ Es un líquido a alta temperatura, por lo menos 600°C, compuesto principalmente de silicatos, cristales en suspensión y gases disueltos, vapor de agua, que están confinados dentro del magma por la presión de las rocas circundantes.
- @ La mayor parte del magma se compone de iones móviles de los ocho elementos más abundantes de la corteza terrestre. Si, O, Al, K, Ca, Na, Fe y Mg.
- @ Cuando el magma se enfría, los primeros minerales que se forman tienen espacio para crecer y tienen caras cristalinas mejor desarrolladas que los últimos minerales en cristalizar, que rellenan los espacios restantes.

Texturas Ígneas

- @ Textura es la apariencia general o carácter de la roca, que incluye los aspectos geométricos de sus componentes, así como sus relaciones mutuas.
- @ La textura es una característica importante porque revela mucho sobre el ambiente en el que se formó la roca.
- @ Los factores que afectan la textura son:
 - ✓ La velocidad a la cual se enfría el magma,
 - ✓ La cantidad de sílice (SiO_2) presente, y
 - ✓ La cantidad de gases disueltos en el magma

Textura Afanítica



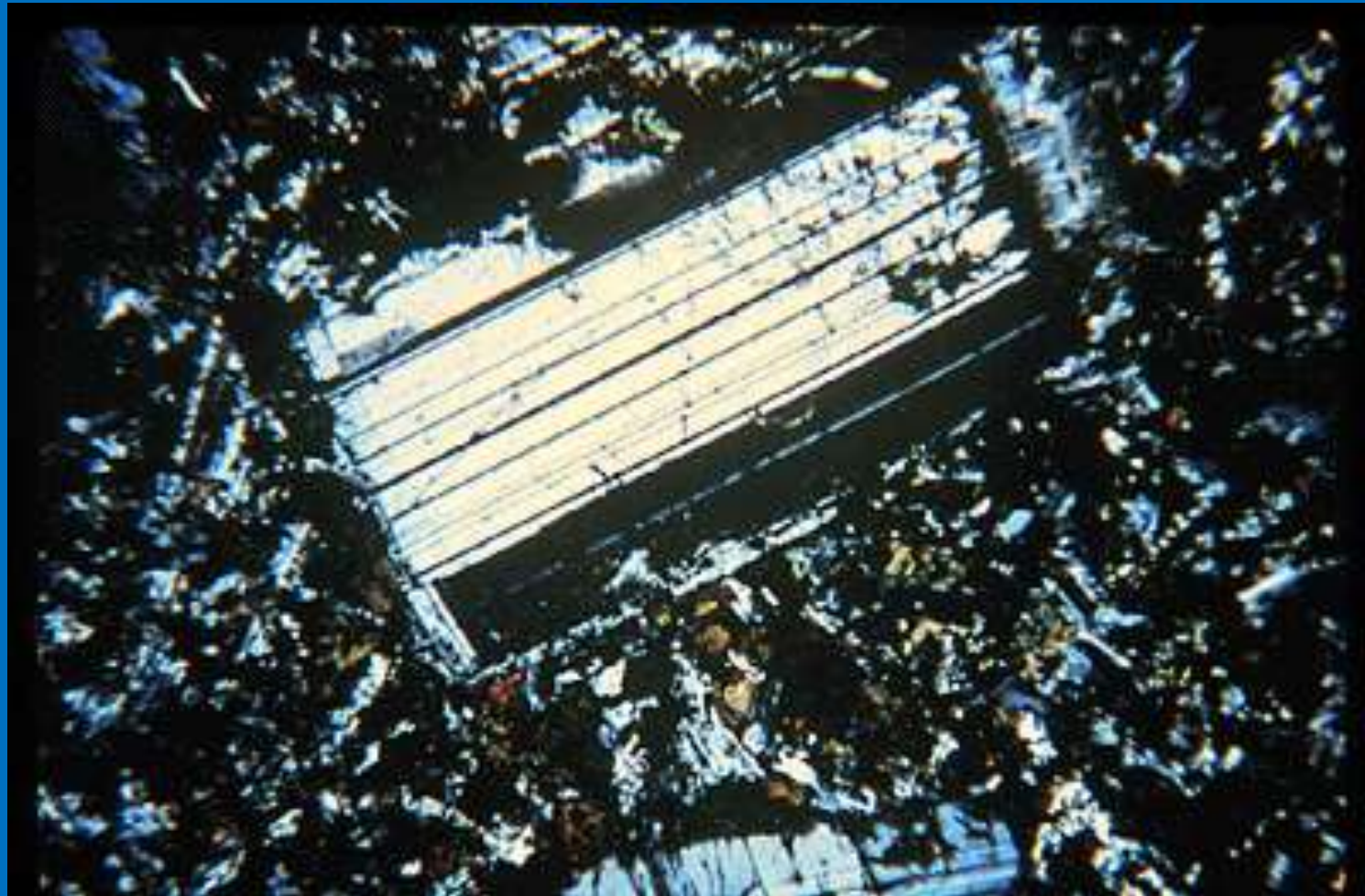
Los cristales son demasiado pequeños para que los minerales individuales se puedan identificar.

Textura Porfídica



Presenta grandes cristales, fenocristales, incluidos en una matriz de cristales más pequeños.

Textura Porfídica Al Microscopio



Dado que los diferentes minerales solidifican a diferentes temperaturas, diferentes fases van cristalizando paulatinamente.

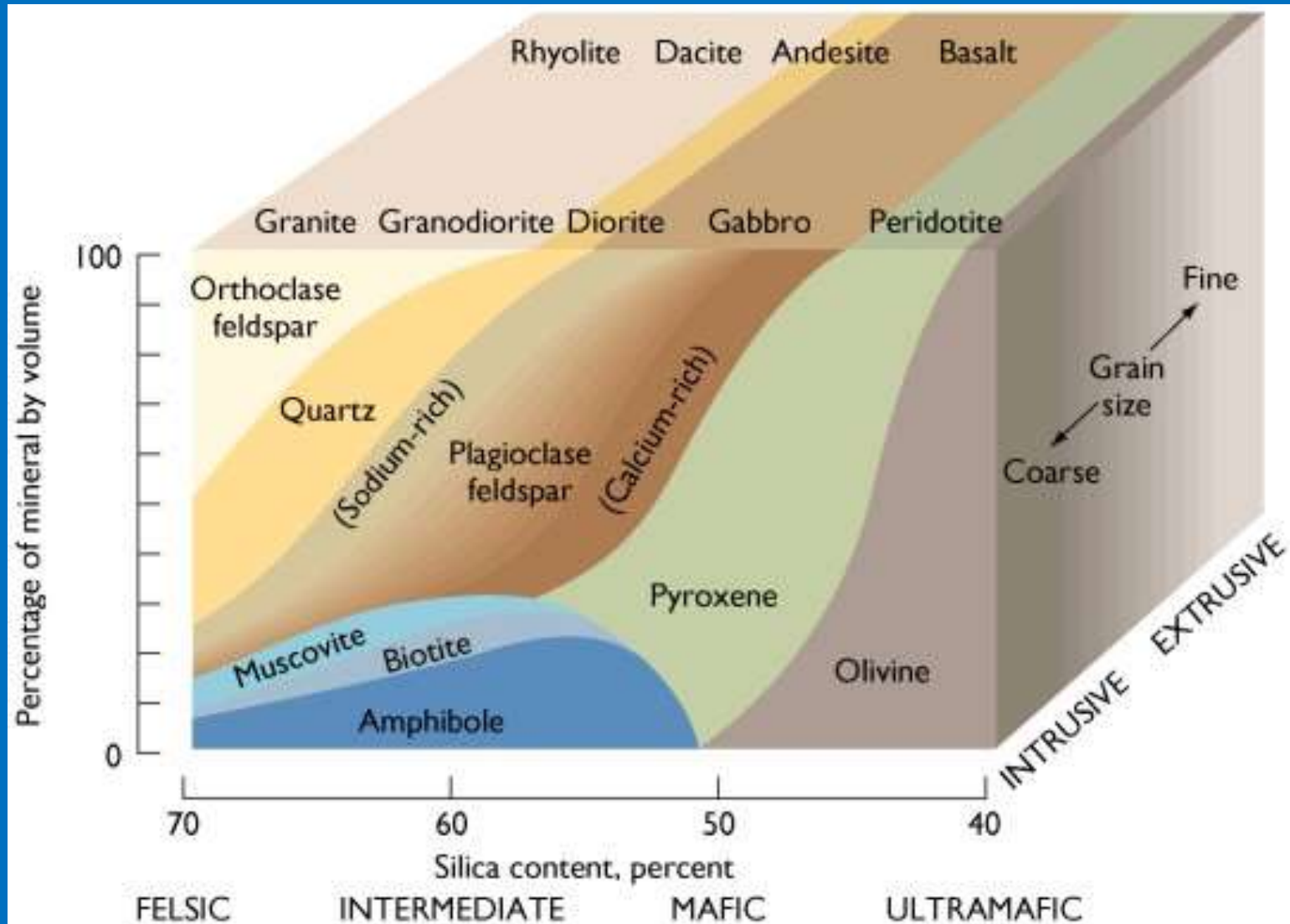
Clasificación De Las Rocas Ígneas

- @ Están compuestas fundamentalmente por silicatos, pero la composición mineral de una roca está determinada por la composición química del magma a partir del cual cristaliza.
- @ Durante la cristalización, dependiendo de su composición, se forman dos tipos de silicatos; los *claros* como el cuarzo y feldespatos, y los *oscuros* como el olivino, piroxeno y biotita (ferromagnesianos).
- @ Por el tipo de silicatos podemos clasificar a las rocas en Félsicas, si contienen silicatos claros, y Máficas, si se componen de silicatos oscuros.

Clasificación Mineralógica

COMPOSITIONAL GROUP	MINERAL	CHEMICAL COMPOSITION	SILICATE STRUCTURE
FELSIC	Quartz	SiO_2	Frameworks
	Potassium feldspar	KAlSi_3O_8	
	Plagioclase feldspar	$\left\{ \begin{array}{l} \text{NaAlSi}_3\text{O}_8 \\ \text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \end{array} \right.$	
	Muscovite (mica)	$\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	
MAFIC	Biotite (mica)	$\left. \begin{array}{l} \text{K} \\ \text{Mg} \\ \text{Fe} \\ \text{Al} \end{array} \right\} \text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	Double chains
	Amphibole group	$\left. \begin{array}{l} \text{Mg} \\ \text{Fe} \\ \text{Ca} \\ \text{Na} \end{array} \right\} \text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	
	Pyroxene group	$\left. \begin{array}{l} \text{Mg} \\ \text{Fe} \\ \text{Ca} \\ \text{Al} \end{array} \right\} \text{SiO}_3$	
	Olivine	$(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$	
			Single chains
			Isolated tetrahedra

Modelo De Clasificación

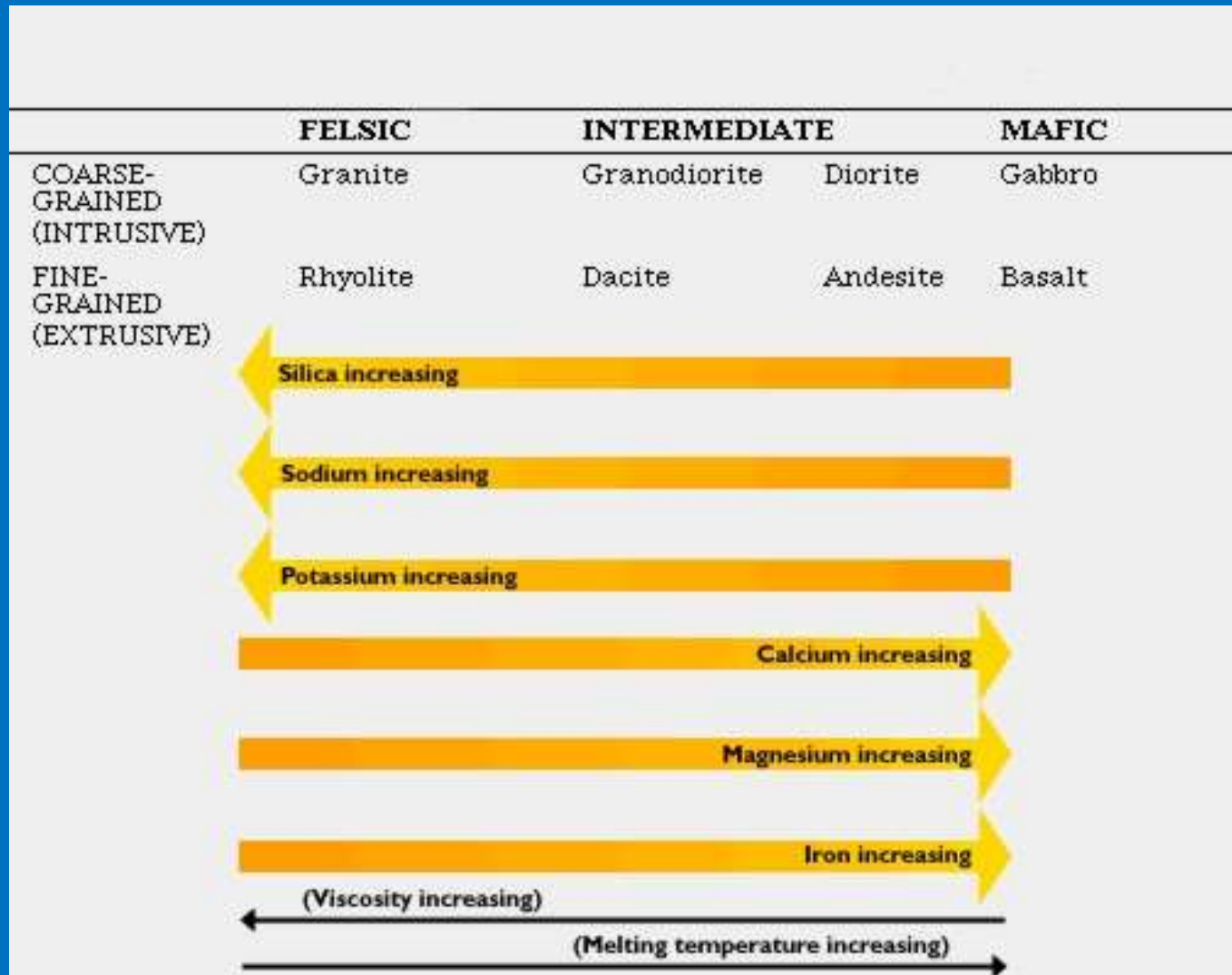


Composición Química

- @ Están compuestas fundamentalmente por silicatos, pero la composición mineral de una roca está determinada por la composición química del magma a partir del cual cristaliza.
- @ Durante la cristalización, dependiendo de su composición, se forman dos tipos de silicatos; los *claros* como el cuarzo y feldespatos, y los *oscuros* como el olivino, piroxeno y biotita (ferromagnesianos).

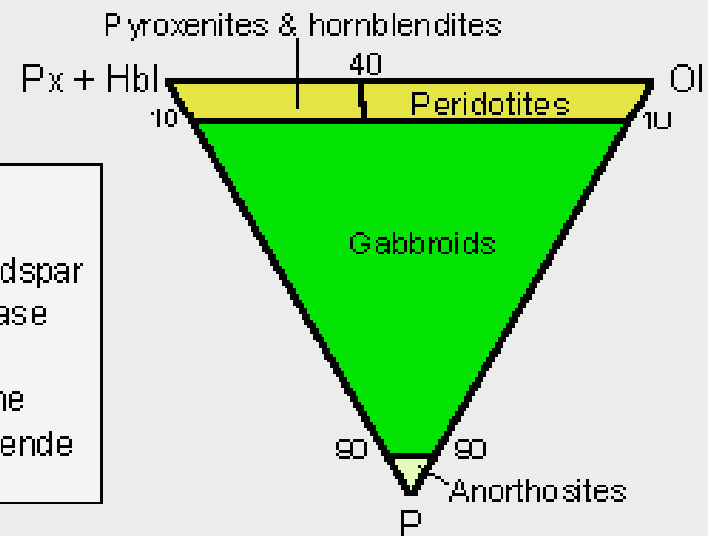
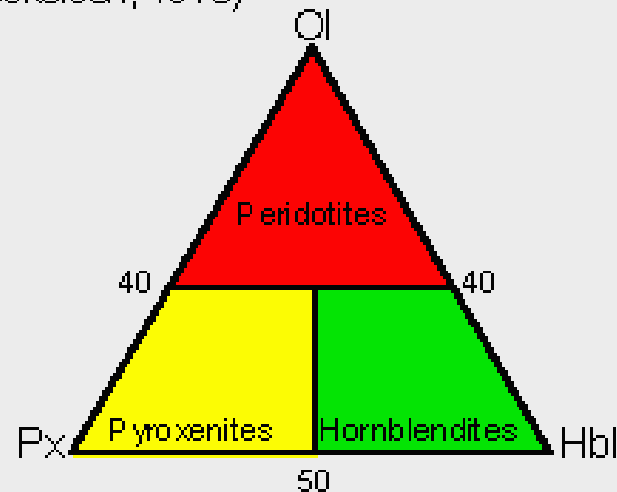
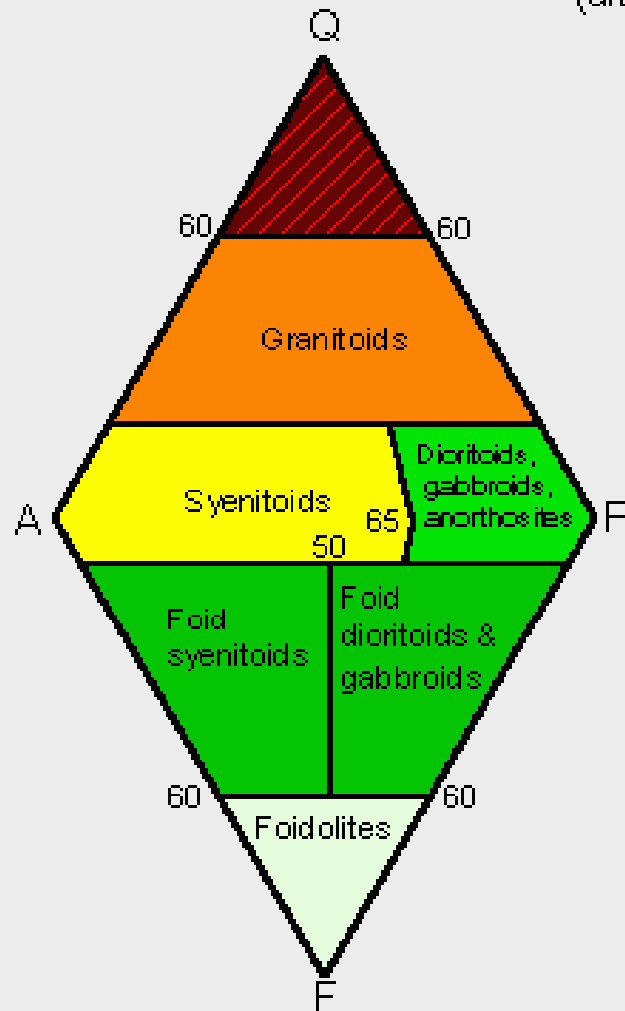
Types of Igneous Rock		
Range of SiO ₂ content	Extrusive (erupted on surface)	Intrusive (solidified below surface)
45-54%	basalt	gabbro
54-62%	andesite	diorite
62-70%	dacite	granodiorite
70-78%	rhyolite	granite

Cambios En Los Elementos Mayores



Clasificación De Campo

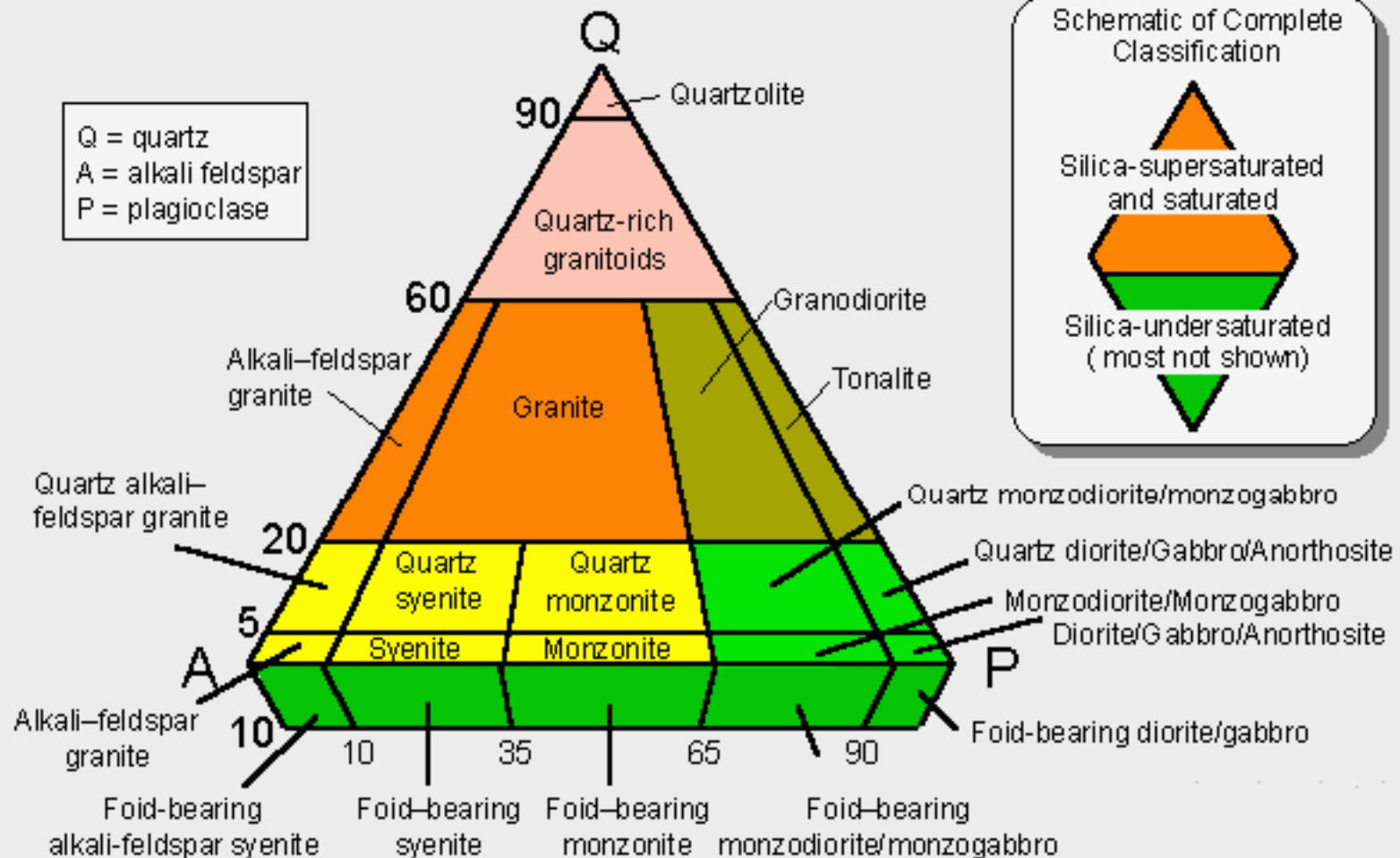
IUGS FIELD CLASSIFICATION OF PHANERITIC (PLUTONIC) ROCKS (after Streckeisen, 1976)



Q = quartz
A = alkali feldspar
P = plagioclase
Ol = olivine
Px = pyroxene
Hbl = hornblende

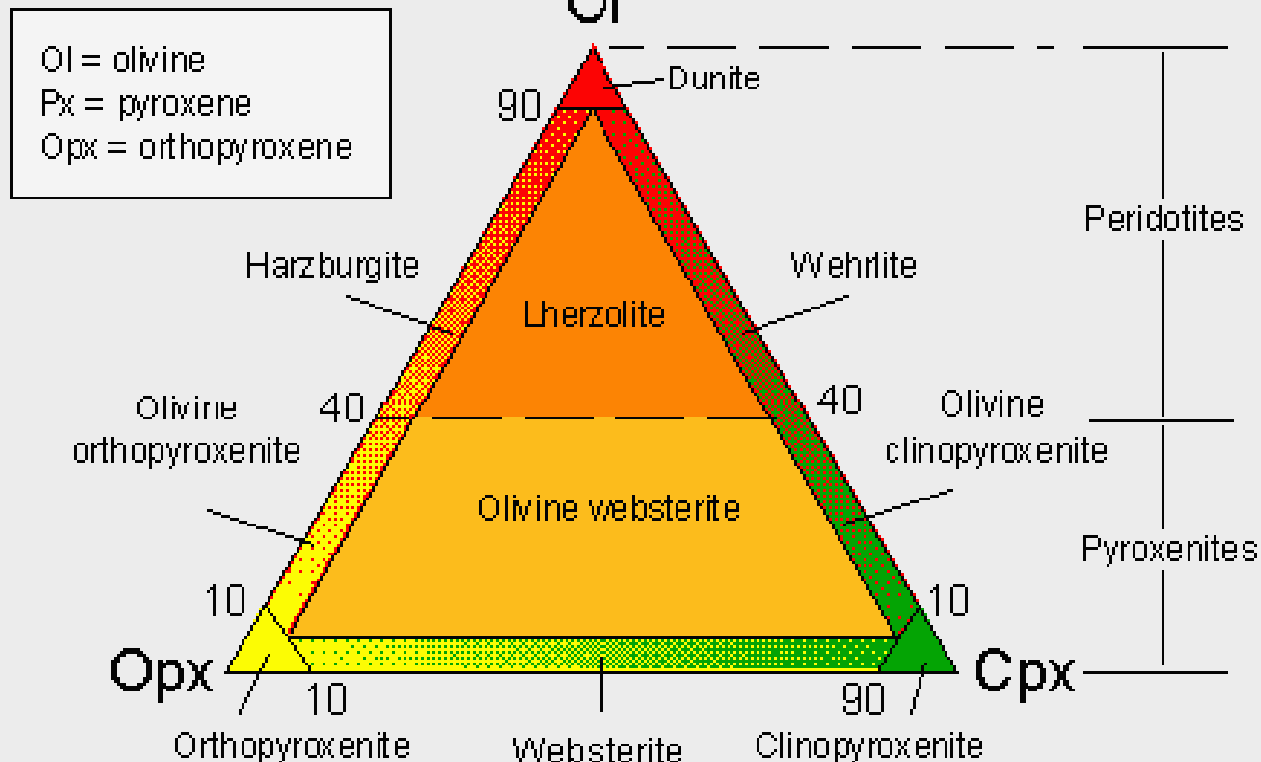
Clasificación De Rocas Faneríticas

PORTION OF IUGS CLASSIFICATION OF PHANERITIC FELDSPATHIC ROCKS
(after Streckeisen, 1973, 1976)

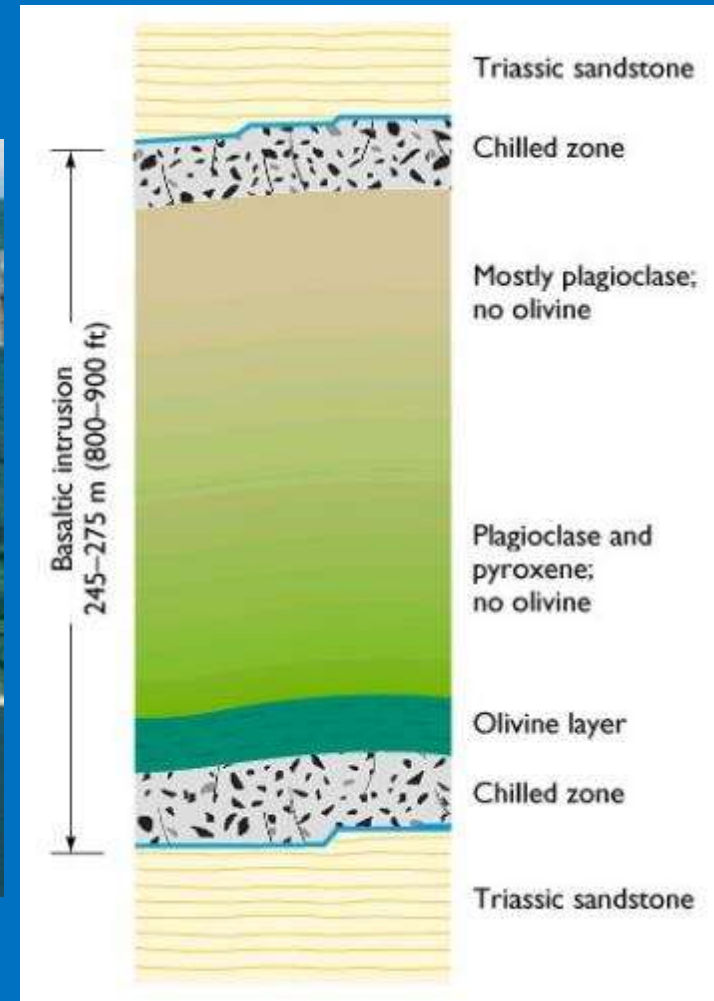


Clasificación De Rocas Ultramáficas

PORTION OF IUGS CLASSIFICATION OF ULTRAMAFIC ROCKS
(after Streckeisen, 1976)

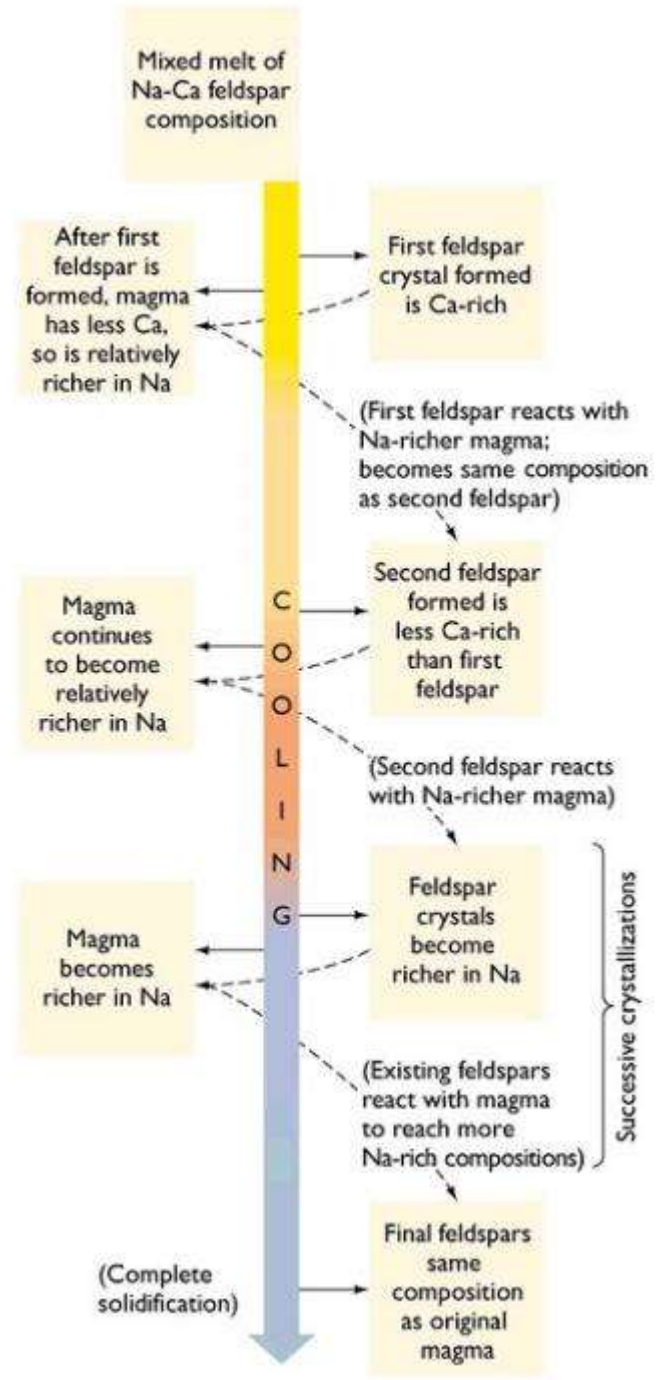
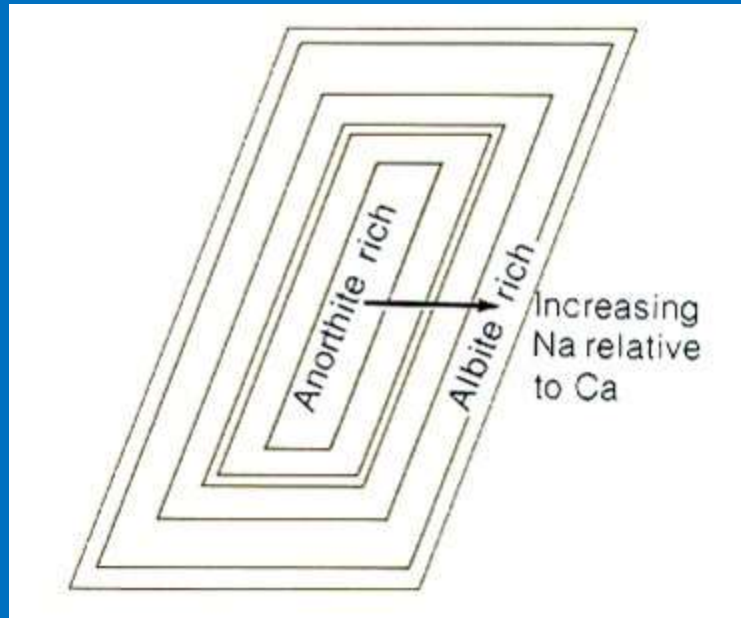


Cristalización Fraccionada

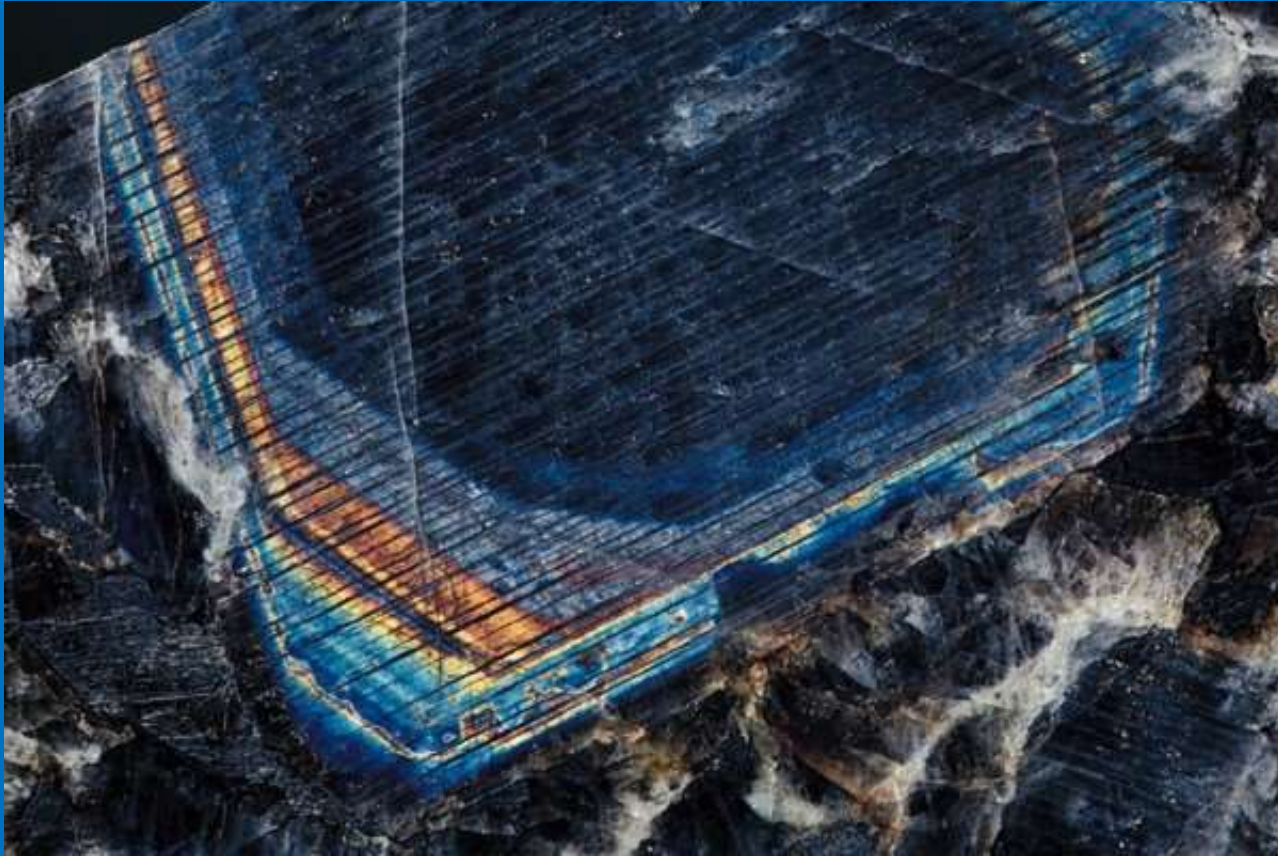


Las Palisades es el resultado de la intrusión de una magma basáltico en una secuencia sedimentaria de 200 Ma, a lo largo del Río Hudson.

Serie Continua

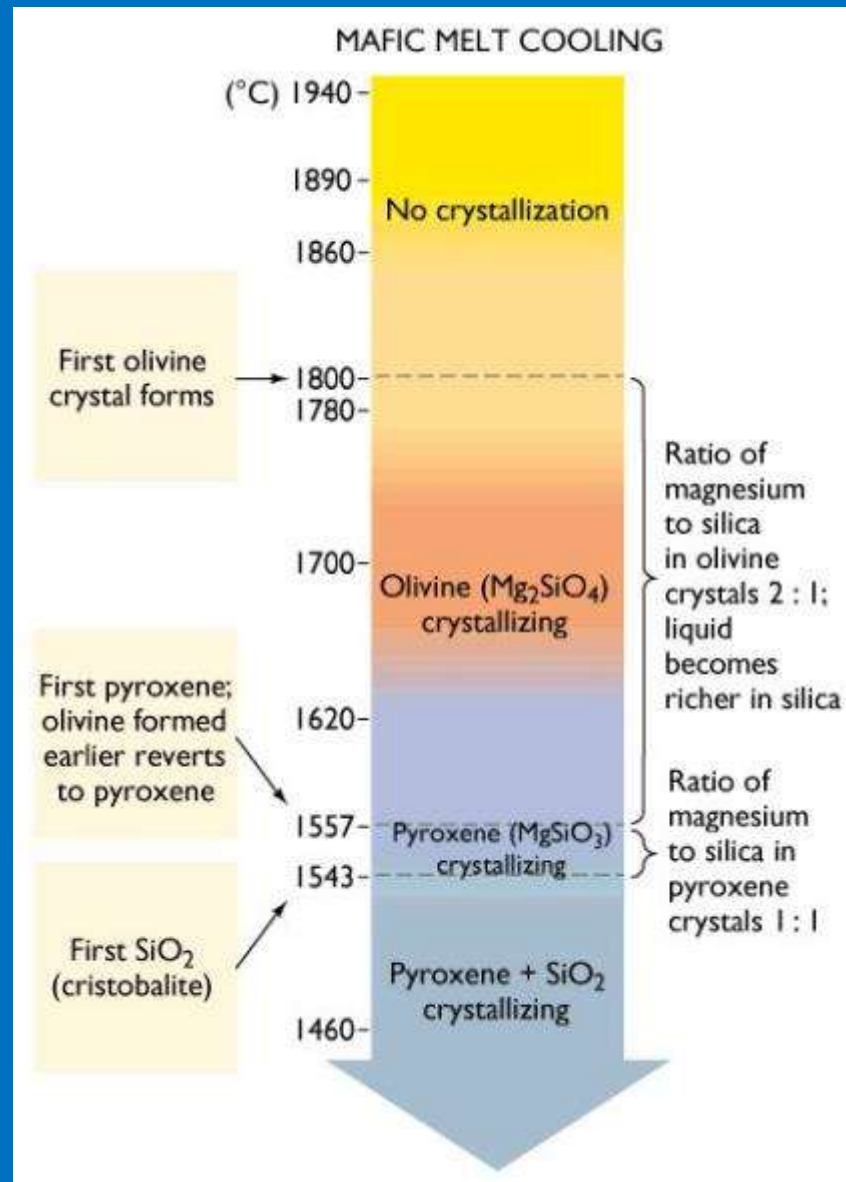


Cristal Zonado

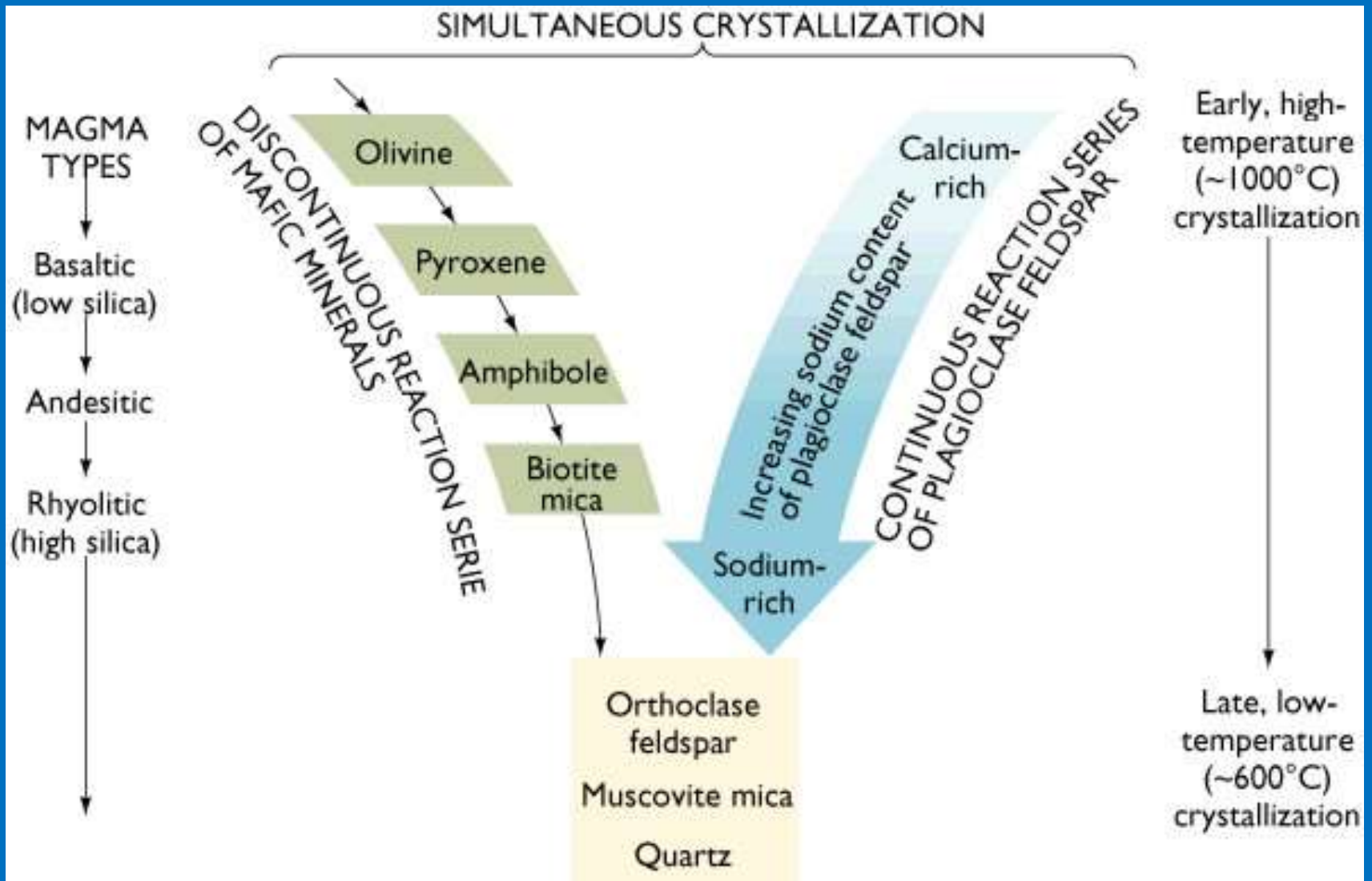


Los colores en el cristal corresponden a diferencias en la composición química en varias zonas dentro del cristal

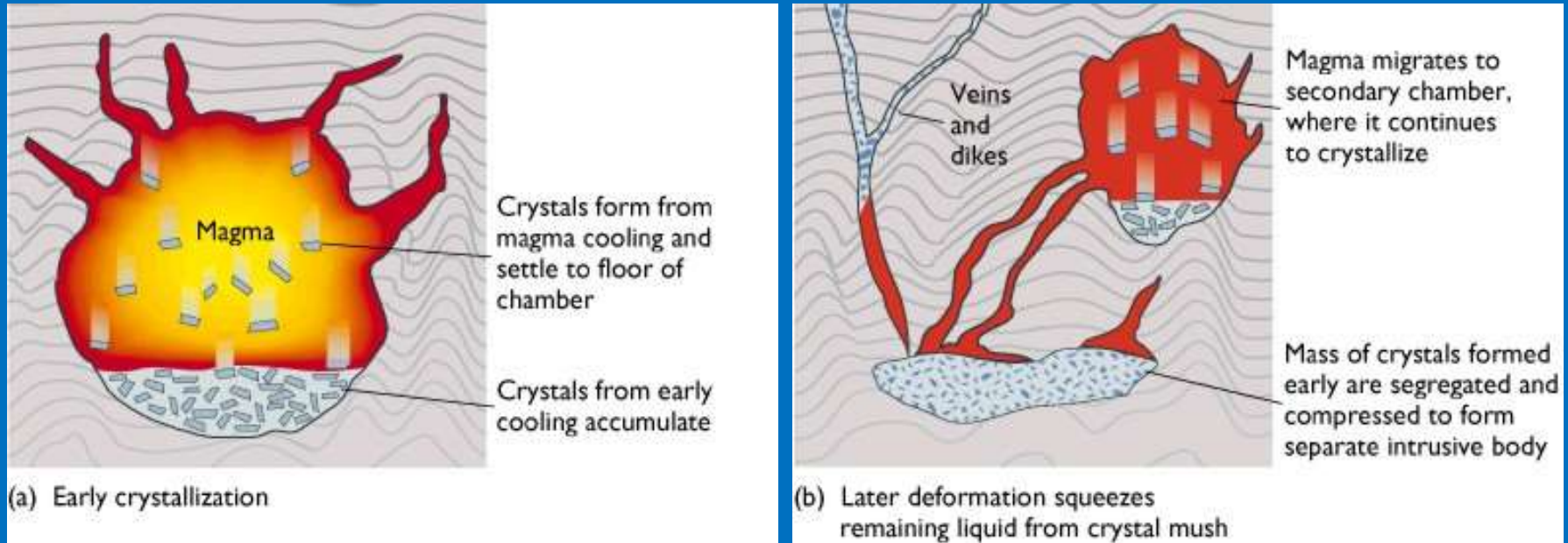
Serie Discontinua



Serie de Reacción de Bowen

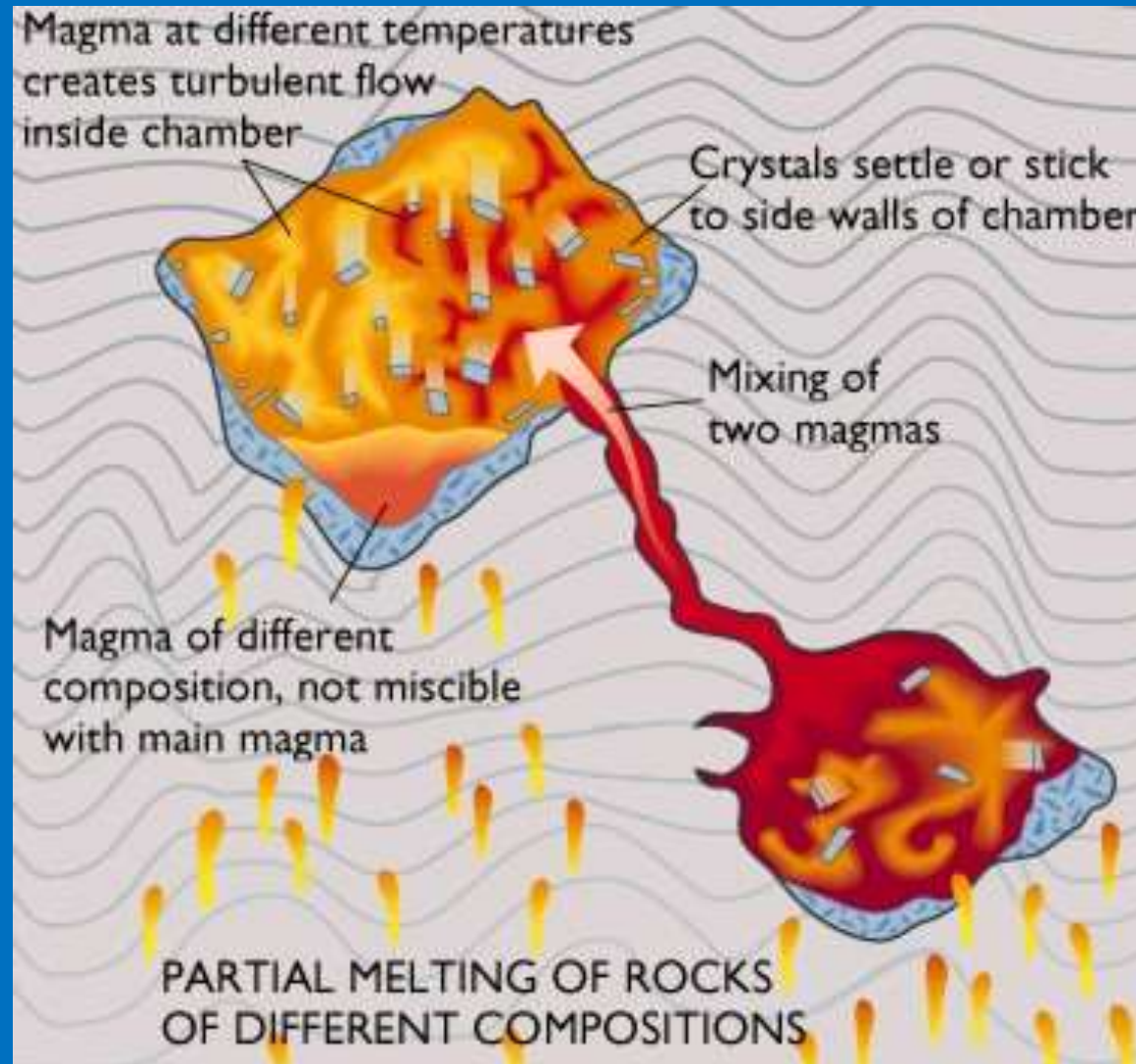


Evolución De Un Magma



En (a) los primeros cristales en formarse son precipitados al fondo del reservorio, y en (b) el líquido magmático es separado por vetas, diques y otras cámaras magmáticas a nuevas locaciones donde continua la cristalización.

Diferenciación Magmática



Teorías Modernas

- @ El principal problema a resolver era el origen del granito.
- @ Diferentes materiales dan lugar a diferentes magmas.
- @ La diferenciación magmática puede actuar por la fusión parcial de rocas del manto o la corteza en un rango variado de temperatura y contenido de agua.
- @ Los magmas no se enfrían uniformemente.
- @ Las diferencias en temperatura pueden causar una diferencia en la composición química del magma.
- @ Unas cuantas mezclas magmáticas son inmiscibles, por lo que forman sus propios productos de cristalización.
- @ Algunos magmas que son miscibles tienen patrones de cristalización diferentes.

Origen De Los Magmas

- @ La Corteza y el Manto están compuestos fundamentalmente de roca sólida, no fundida.
- @ Cerca de la superficie las rocas graníticas inician su fusión a 750 °C, mientras que los basaltos a 1,000°C.
- @ Papel del Calor: El gradiente geotérmico oscila entre 20 y 30 °C/km. Fuentes de calor son la fricción, la conducción y el ascenso de material caliente.
- @ Papel de la Presión: La fusión se produce a temperaturas más altas en profundidad, debido a la presión de confinamiento.
- @ Papel de los Volátiles: Los volátiles hacen que la roca se funda a una menor temperatura, además, el efecto de los volátiles se incrementa con la presión.

¿Qué es una roca?

Una roca es un compuesto de minerales.

Y, a su vez, los minerales son compuestos químicos que pueden tener distinta composición y propiedades físicas.

Y, no todas las rocas son iguales.

Están las rocas:

- ígneas,
- sedimentarias
- metamórficas.



Roca



Roca



Roca

¿Cómo se forma la roca ígnea?

La roca ígnea se forma cuando material rocoso fundido, que llamamos magma, se enfría y se solidifica.

Se puede formar a varios niveles de profundidad en la corteza y en la parte superior del manto.



Roca plutónica

Si se forma muy profundo el proceso dura miles de años, las rocas se llaman plutónicas, como el granito. Se denomina roca plutónica. Está al interior de grandes montañas.



Roca basáltica

Rocas que se exhiben en el
Museo La Plata. Argentina

Si se forma a baja profundidad, por ejemplo, cuando emerge magma en erupciones volcánicas, como el basalto. Se denomina roca volcánica. Están el lecho oceánico.

¿Cómo se forma la roca sedimentaria?

Rocas preexistentes son meteorizadas (se desintegran) y son desplazados por el viento, la lluvia o el hielo glacial.

Los restos desplazados se acumulan y van formando capas aproximadamente planas. Estos son llamados sedimentos, y pueden convertirse en rocas por:

- a) Compactación, ocurre debido al peso de las mismas capas de sedimentos.
- b) Cementación, cuando el agua con sustancias disueltas se filtra en los sedimentos acumulados.

Otro procedimiento de formación de rocas sedimentarias es de carácter químico. La caliza es un tipo.

Las rocas sedimentarias son aproximadamente el 5% de la capa de la corteza que cubre los primeros 16 km de profundidad, pero son claves para conocer la historia del planeta Tierra.

Éstas se acumulan en capas en la superficie de la Tierra.



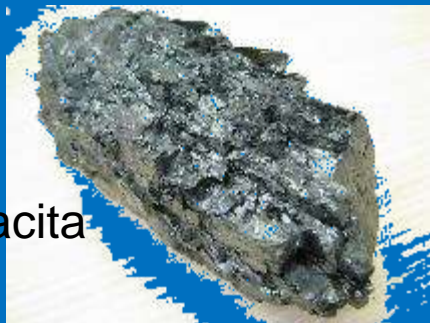
Formación de la roca metamórfica

Su origen es muy diverso, puede provenir de una roca ígnea, una sedimentaria e incluso de otra roca metamórfica. La roca de la que proviene se denomina “roca madre”, la que experimenta una transformación.

Para que una roca pase por el proceso del metamorfismo se requiere condiciones que se dan en la profundidad de la corteza o en la parte superior del manto:

- alta temperatura, pero tal que la roca madre no se funda.
- alta presión.

Las rocas metamórficas son comunes en los grandes cinturones montañosos.



Antracita



Pizarra



Caverna de **mármol** en el lago General Carrera. Aysén. Chile.

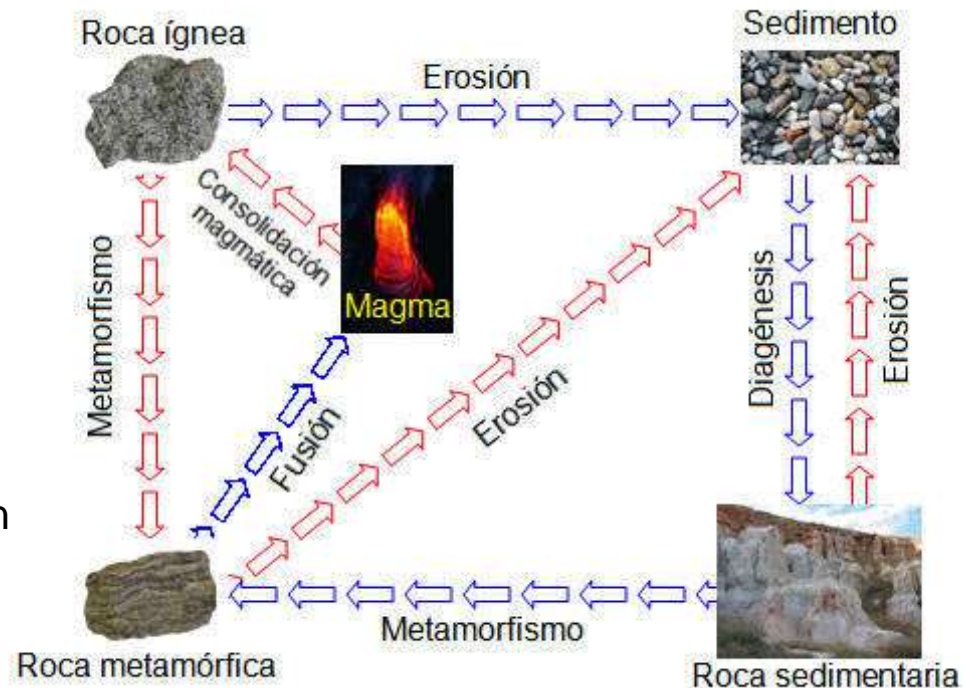
Ciclo de la roca

- ↑ El magma que asciende se enfría y se forman las rocas ígneas.
- ↑ La roca ígnea a través de procesos de erosión, meteorización, y transporte, se convierte en sedimento.
- ↑ Otra parte de la roca ígnea, por presión y calor se convierte en roca metamórfica.
- ↑ El sedimento se compacta y da lugar a la roca sedimentaria.
- ↑ La roca sedimentaria, por meteorización se vuelve a convertir en sedimento. Y por calor y presión, otra parte se convierte en roca metamórfica.
- ↑ La roca metamórfica se funde y se integra al magma. Otra parte asciende convirtiéndose en sedimento.
- ↑ Se vuelve al comienzo, y así sucesivamente.

Las fases del ciclo de la roca, han existido desde que se formó la Tierra, y en cada fase transcurren millones de años, pero son simultáneas.

Es un proceso de reciclado permanente.

Su causa se explica con la tectónica de placas.



¿Hay diferencia entre una roca y una piedra?

Los joyeros trabajan con piedras preciosas.

Para un geólogo, las piedras preciosas son minerales, por lo tanto son un tipo de roca.

Algunas piedras preciosas son de carácter orgánico.



En una cantera hay piedras, que para un geólogo son rocas sedimentaria en gran parte.

En estricto rigor, roca y piedra se refieren a lo mismo.

Sin embargo, para los geólogos la roca es casi un signo de identidad, ellos no utilizan el término piedra.

Formación de minerales

Su formación corresponde, principalmente, a los ciclos de la roca:

Minerales de origen magmático: por enfriamiento del magma.

A medida que el magma se enfría, sobre el manto superior, se van formando los cristales que dan origen a los minerales. En este proceso concurren fenómenos químicos y físicos.

Si el proceso de enfriamiento es lento, da lugar a grandes cristales de distinta forma y estructura atómica.



Minerales 1



Minerales 2

Minerales de origen metamórfico: por la presión y alta temperatura en las rocas.

Minerales de origen sedimentario: por erosión mecánica y modificación química.

Un mineral está compuesto por átomos ordenados, en una formación cristalina determinada.

Hay alrededor de 4000 minerales, algunos son puros y otros son compuestos.

Algunos minerales

Mineral	Origen
Asbesto	Metamórfico
Azufre	Sedimento
Cuarzo	Sedimento
Diamante	Magmático
Grafito	Metamórfico
Talco	Metamórfico



Asbesto



Azufre

Dia



Diamante



Cuarzo



Talco



Grafito

Rocas fosilizadas

El estudio de los fósiles se denomina **paleontología**.



La formación de fósiles ocurre en alguna etapa del ciclo de la roca.

Allí se “captura” material orgánico proveniente de la vegetación o de algún ser vivo y queda al interior de lo que en el futuro será una roca.

¿Cualquier resto orgánico puede fosilizarse?

No. Para que ocurra deben darse ciertas circunstancias, y las principales son dos:

- Un enterramiento muy rápido. Sepultación por lodo por ejemplo.
- Que el cuerpo orgánico posea partes duras. Las blandas se descomponen con facilidad.

Con el estudio de fósiles se puede conocer parte del pasado de la Tierra.

Formación de fósiles

Un ser orgánico, planta o animal, queda atrapado en alguna cavidad, y en forma rápida es cubierto por sedimentos o rocas.

El proceso es suficientemente rápido para que el ser orgánico no alcance a ser presa de una descomposición que lo haría desaparecer.



Con el paso del tiempo, sedimentos van cubriendo la zona en donde quedó atrapado el resto orgánico, y al cabo de miles de años, la presión convierte al sedimento en roca sedimentaria, y allí queda el resto orgánico, adherido en la roca.

En ocasiones el espacio del resto orgánico es sustituido por cristales y minerales que adopta la forma del mismo.

