

ROCAS IGNEAS

GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA

LICENCIATURA EN GESTION AMBIENTAL



ROCAS ÍGNEAS

.(ignis = fuego)

.Se forman por el enfriamiento y solidificación de roca fundida.

.Veremos:

.Origen y características de los magmas

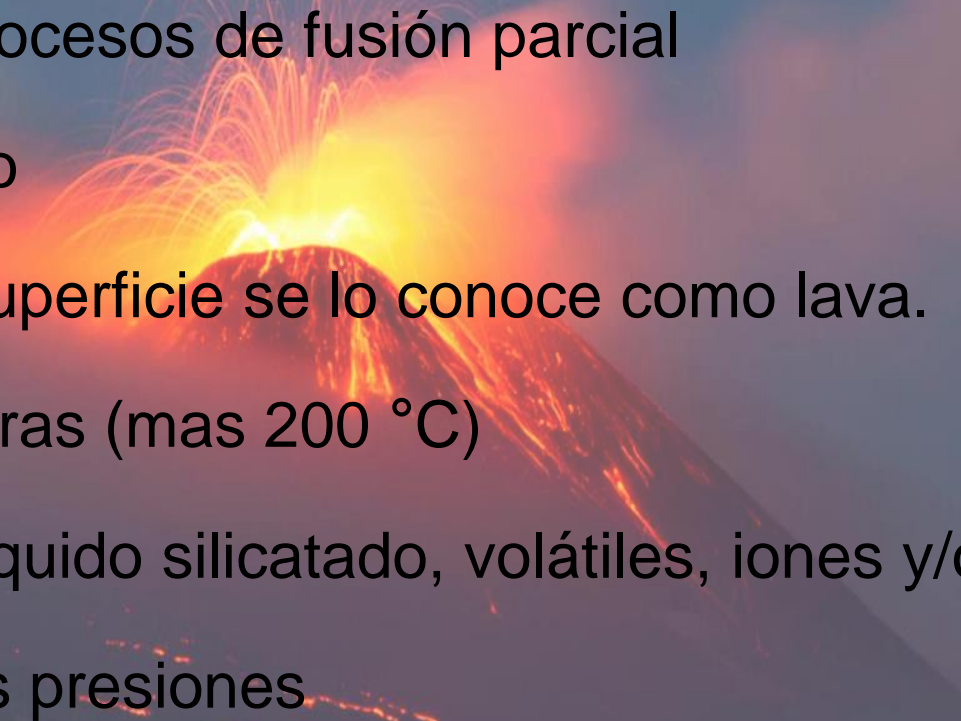
. Clasificación de rocas ígneas

. texturas - mineralogía

Característica de los magmas:

Las rocas ígneas se forman por enfriamiento y solidificación del magma.

Características generales del magma

- .Se forma por procesos de fusión parcial
 - . Ciclo Endógeno
 - .Al alcanzar la superficie se lo conoce como lava.
 - .Altas temperaturas (mas 200 °C)
 - .Composición: líquido silicatado, volátiles, iones y/o cristales
 - .Formado a altas presiones
- 

Tipos de rocas según su origen

Ígneas

Sedimentarias

Metamórficas

Se forman por la solidificación de un magma

Se forman a partir de sedimentos

Se forman a partir de otras rocas sometidas a altas presiones y temperaturas, sin llegar a fundir



Granito



Basalto



Obsidiana



Piedra pómez



Arenisca



Caliza



Conglomerado



Mármol



Pizarra

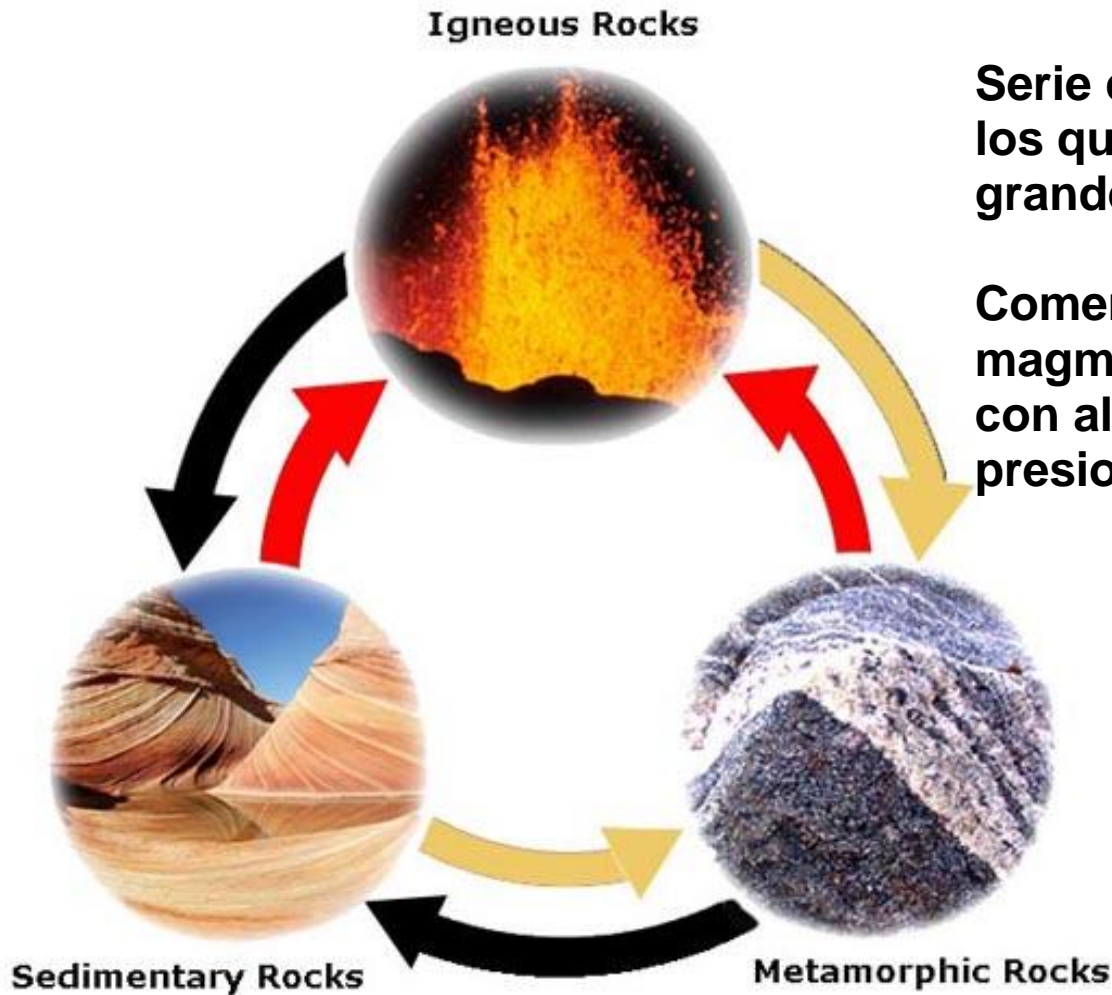


Cuarcita



Gneis

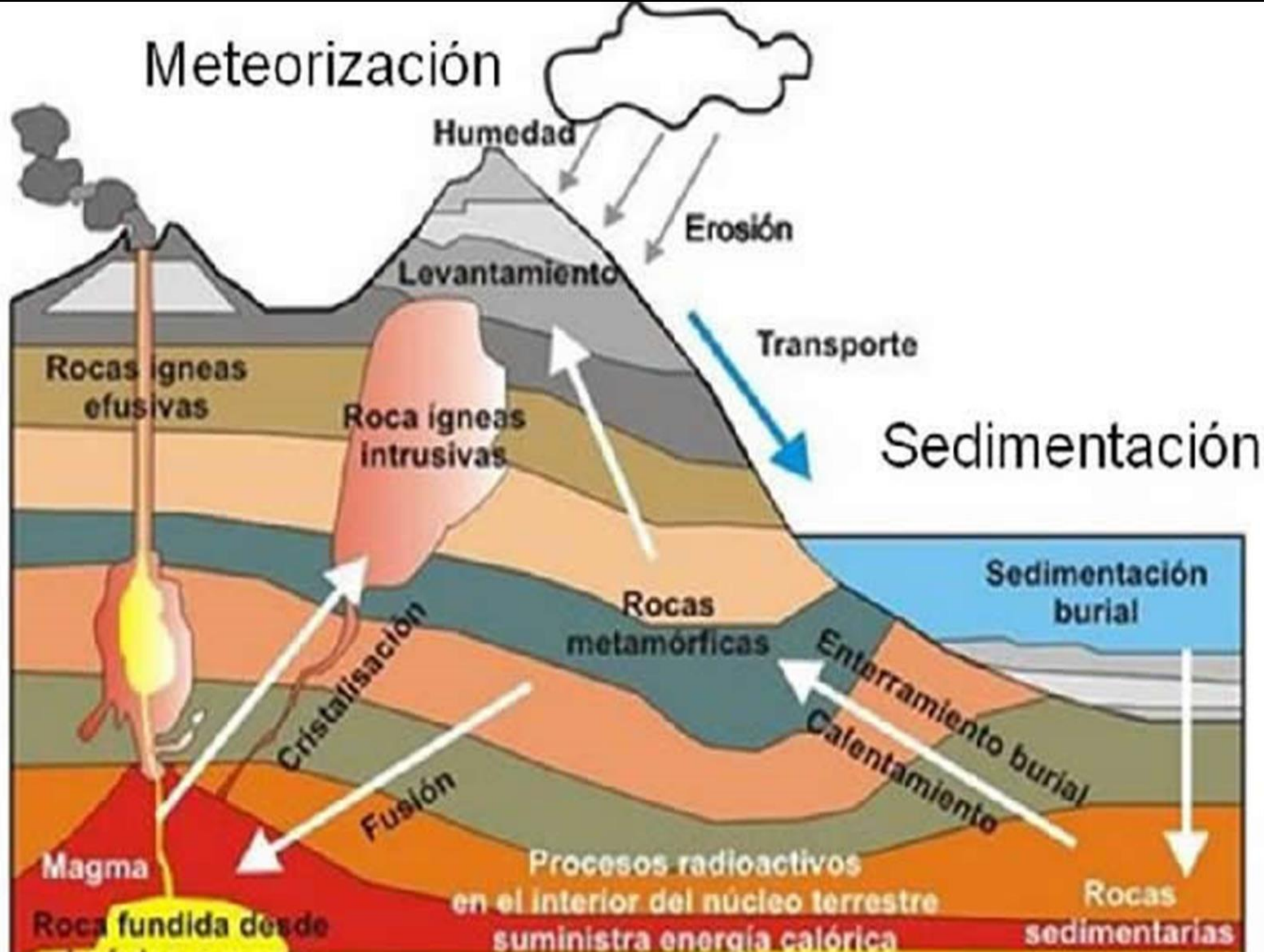
El Ciclo de las Rocas:



Serie de procesos geológicos por los que se generan los tres grandes grupos de rocas.

Comenzando con la generación de magma en el interior de la corteza, con altas temperaturas y presiones.

Meteorización



Características de los Magmas:

Roca completa o parcialmente fundida, que al enfriarse, solidifica y forma una roca ígnea.



Compuesto 3 fases:

- Líquida de composición silicatada (iones móviles)
- **Sólidos** (silicatos de cristalización a altas temperaturas)
- **Volátiles**: gases disueltos en el fundido inicial, incluyen vapor de agua (H₂O), dióxido de carbono (CO₂), dióxido de azufre (SO₂), entre otros. Importante papel para algunas propiedades físicas del magma : ***viscosidad***.

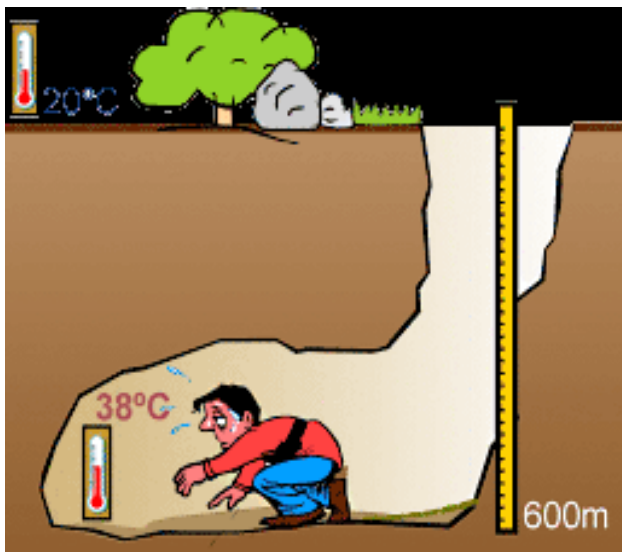
Génesis del magma:

Producto de procesos de fusión parcial de rocas de la corteza y manto superior.

Rol de la Temperatura

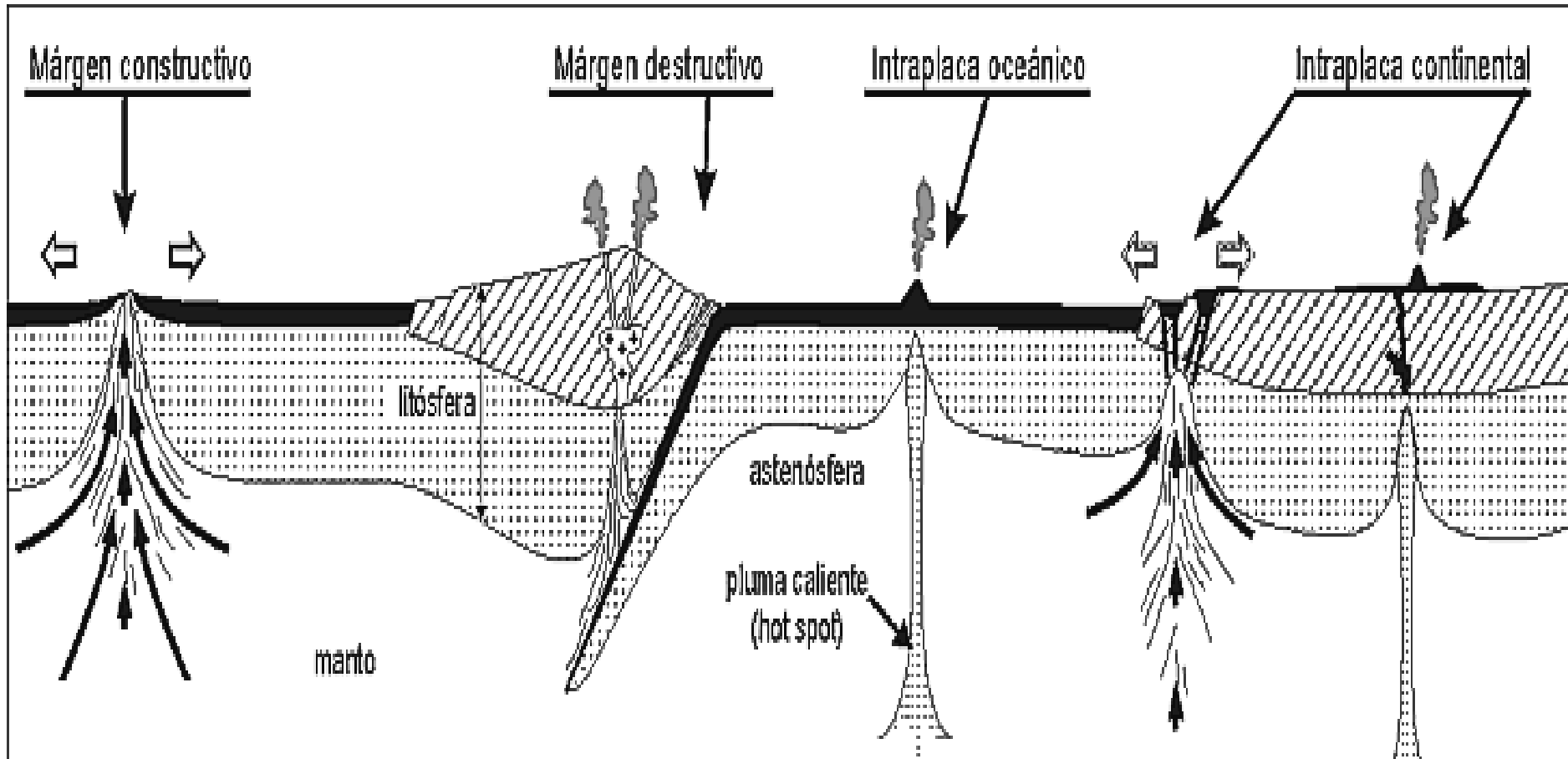
La Temperatura aumenta en el interior de la Tierra (a nivel cortical = gradiente geotérmico)

30°C por kilómetro.



Ambientes geotectónicos de génesis de magmas .

Procesos de fusión parcial y ascenso magmático



Magma pierde movilidad y cristaliza dentro de la corteza (**Intrusivas o Plutónicas**)
Roca fundida llega a superficie y cristaliza la **Lava (Extrusivas o Volcánicas)**

3 Grandes Grupos de Magmas Primarios:

- Magmas Basálticos
- Magmas Andesítico
- Magmas Graníticos

El material mantélico evoluciona por
Proceso de diferenciación magmática
Generando magmas intermedios



Magma Basáltico:

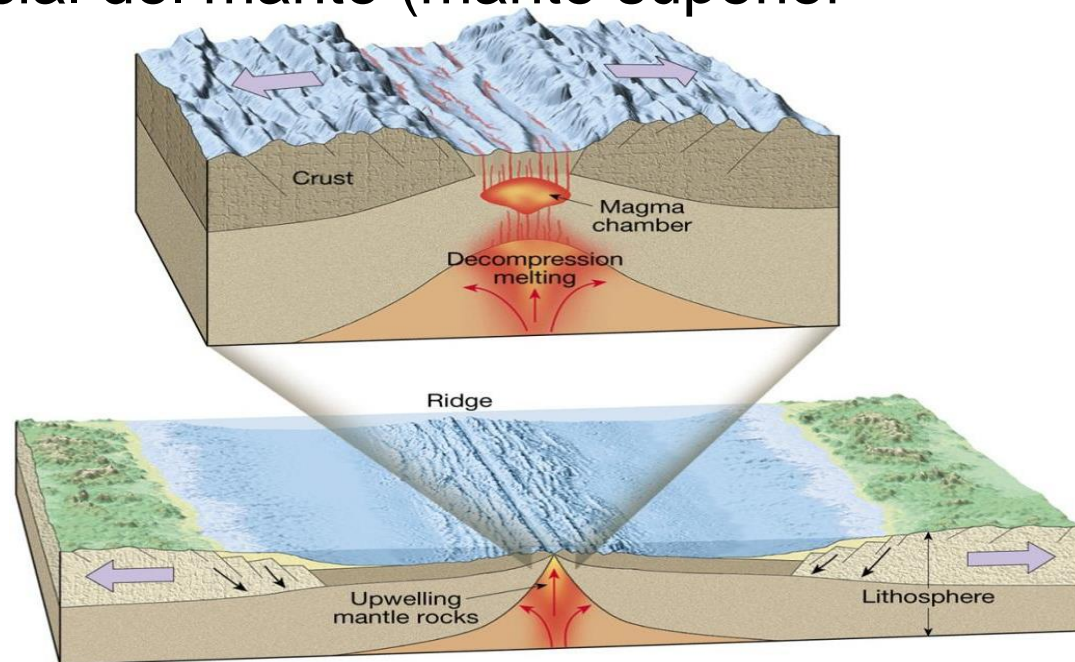
.A medida que el material astenosférico migra hacia la superficie, la presión confinante desciende lo cual produce una disminución en la temperatura de fusión a nivel del manto.

.Se originan por fusión parcial del manto (manto superior = composición ultramáfica)

.Dorsales Meso-Oceánicas

.Zonas de Subducción

(oceánicas o continentales)



PILLOW Lavas:



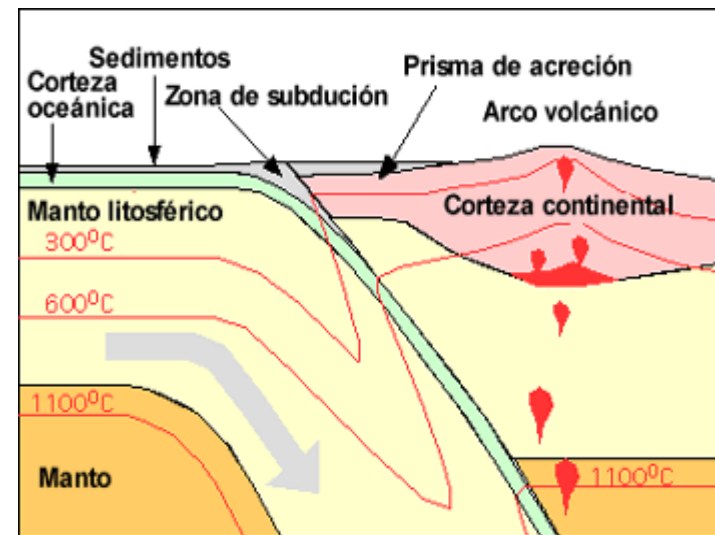
Magmas Andesítico:

- .Procesos de fusión parcial donde interactúan magmas de origen mantélico (basálticos) y rocas más silíceas (corticales) generan magmas con composiciones intermedias = **andesítico**
- .CO subduce por debajo de CC, basaltos y sedimentos liberan H₂O induciendo a la fusión parcial del manto superior y parte de la PO puede fundir.
- .pueden evolucionar para términos más ácidos a través de procesos de diferenciación
- .Factores que actúan en la génesis: P, T y Pfluidos
- .Erupciones explosivas = viscosos



Magmas Graníticos:

- Se forman como producto final de cristalización de magmas intermedios (andesíticos)
- tienen altos tenores de SiO_2 = son los más viscosos = suelen perder movilidad antes de alcanzar la superficie
- Tienden a producir rocas intrusivas



Distribución de temperaturas en una zona de subducción. Las temperaturas, con respecto a las normales a esas profundidades, son inferiores en el contacto de las dos placas y superiores bajo el arco volcánico.

Factores que controlan la Fusión Parcial

Temperatura

Las rocas de la corteza inferior y manto superior están próximas a su punto de fusión

Cualquier incremento adicional de calor (proveniente de material que desciende al manto o del propio manto) induce la fusión parcial

Presión

Los incrementos de la presión confinante causan aumentos en la temperatura de fusión o al contrario, la disminución provoca una baja en la temperatura de fusión.

Volátiles

En particular el agua causa la fusión de las rocas a temperaturas menores a las normales.

Los volátiles contribuyen a bajar los puntos de fusión de los distintos minerales

SERIE DE BOWEN:

N.L. Bowen demostró que a medida que el magma se enfría los minerales cristalizan siguiendo un patrón u orden sistemático basado en sus puntos de fusión.

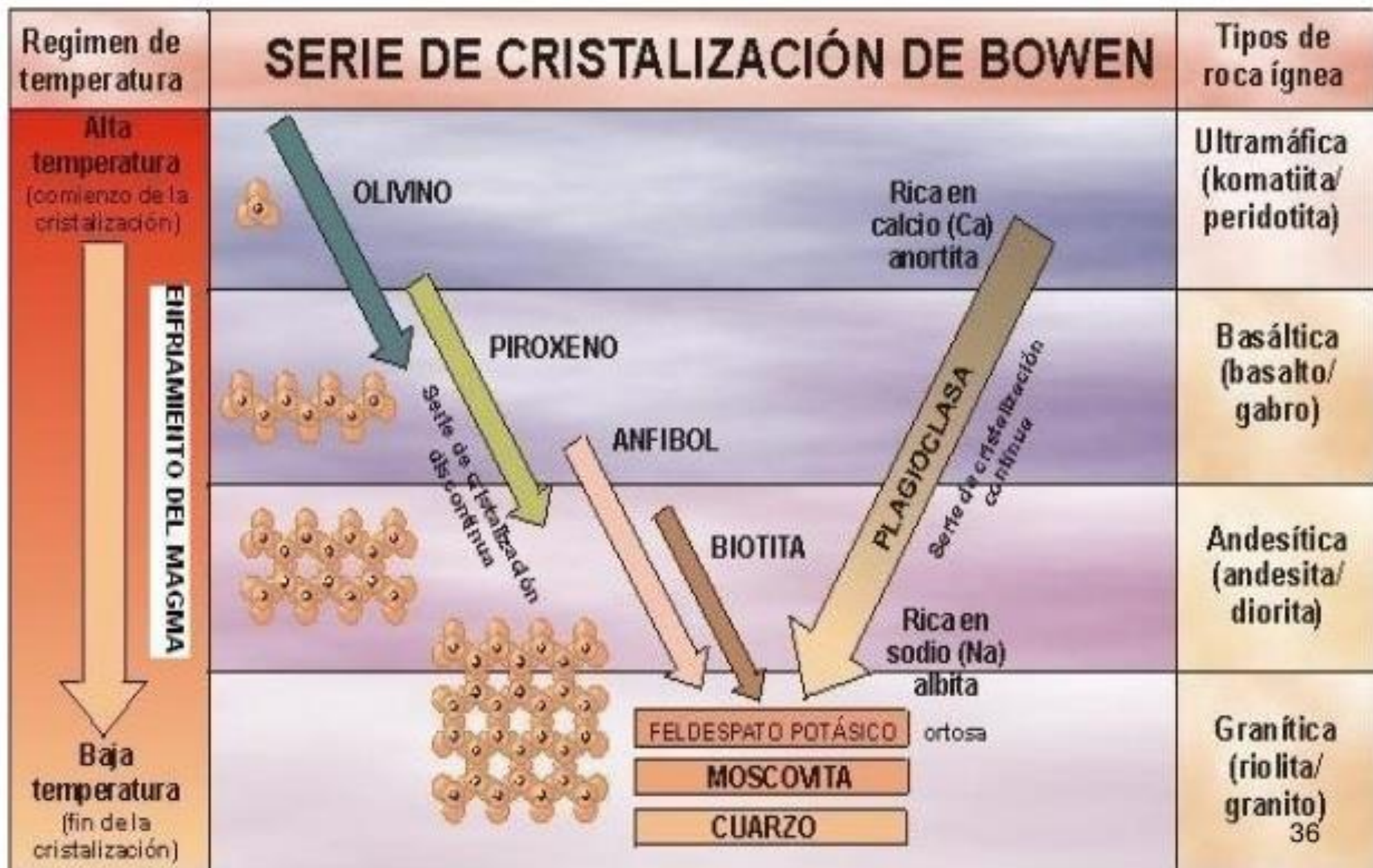
Durante la cristalización, la composición de la porción líquida del magma cambia continuamente

.Se produce remoción de elementos por parte de los minerales formados en las etapas iniciales de la cristalización

.El fundido remanente o residual se enriquece progresivamente en SiO_2 a medida que avanza la cristalización

.Los minerales formados pueden reaccionar químicamente con el líquido residual y ser modificados

SERIE DE CRISTALIZACION MAGMÁTICA DE LAS ROCAS IGNEAS



Diferenciación por cristalización

Temperatura 1300°C

800°C

650°C

Componentes claros

Plagioclasas alcalinas

Plagioclasas intermedias

Plagiocl. acida

Ortoclas

Cuarzo

Tipo de magma

Magma de Gabbro

Magma diorítico

Magma granítico

Componentes oscuros

Olivino

Piroxeno

Anfíboles

Anfíboles

Biotita

roca volcánica

Basalto

Andesita

Traquita

Riolita

roca plutónica

Gabbro

Diorita

Sienita

Granito

Cont. de SiO₂

< 52%

52-65%

> 65%

Fases post-magmáticas

Procesos responsables por las variaciones composicionales del magma durante la cristalización

•Cristalización fraccionada

–Los cristales formados tempranamente se separan del líquido (sin reaccionar) dejando un residuo con composición diferente.

•Asimilación magmática

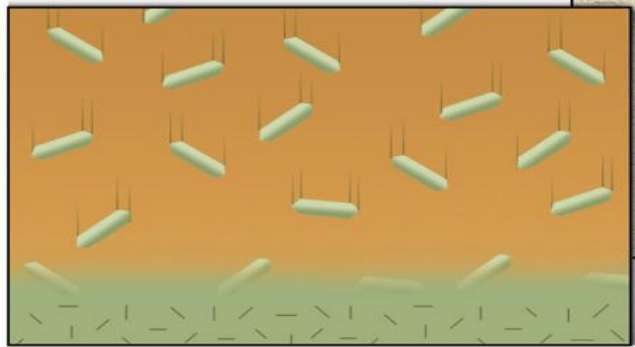
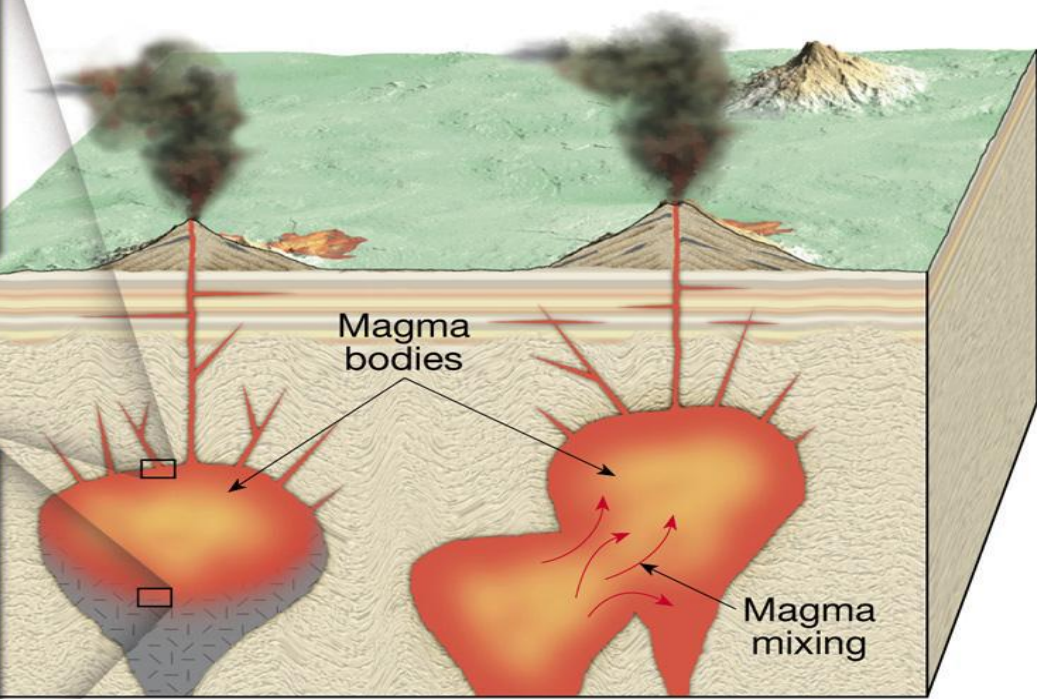
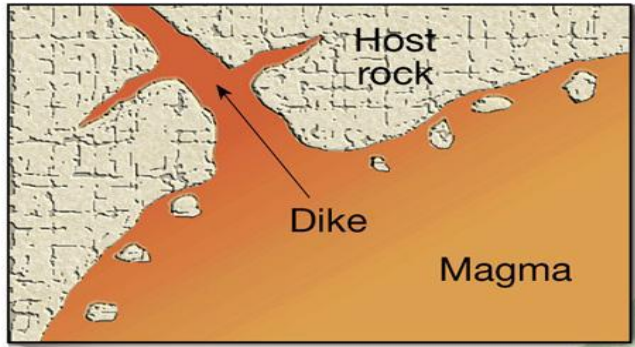
–Cambios en la composición del magma por la incorporación de materiales extraños en el mismo (rocas encajantes)

•Mezcla de magmas

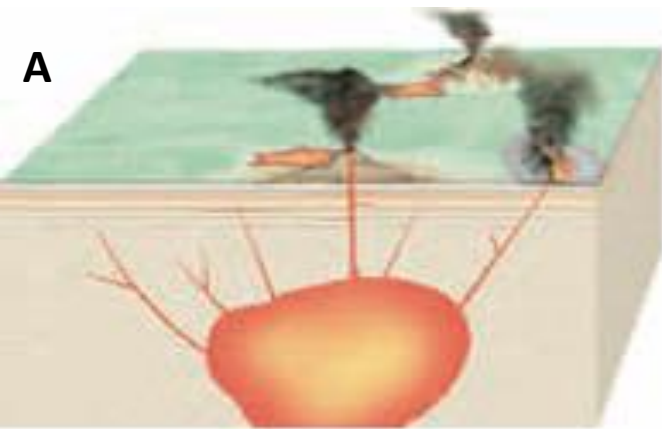
–Dos magmas químicamente diferentes pueden generar un producto híbrido o intercambiar elementos en el momento de la mezcla (completa o incompleta)

Asimilación y Diferenciación Magmática

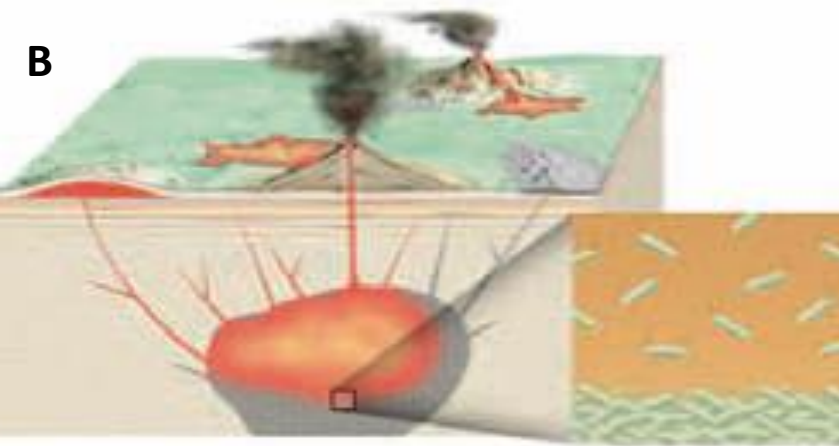
Assimilation of country rock



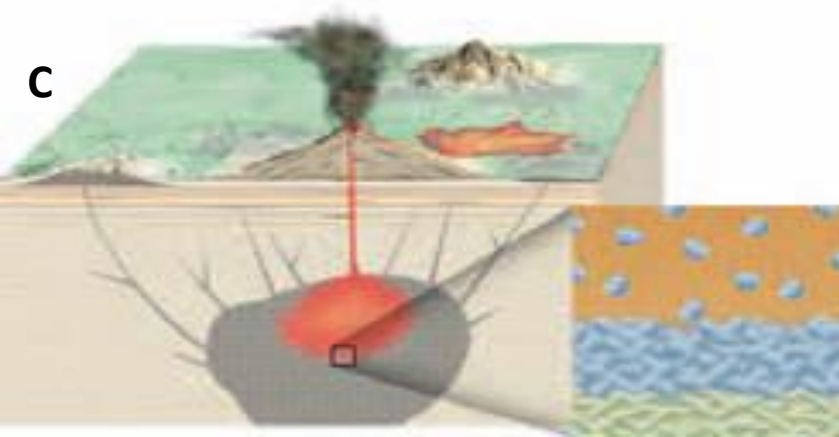
Crystallization and settling



La evolución del magma: los minerales formados primero (hierro, magnesio y calcio) cristalizan y sedimentan en el fondo de la cámara magmática, dejando el fundido restante más rico en Na, K y (SiO_2) .



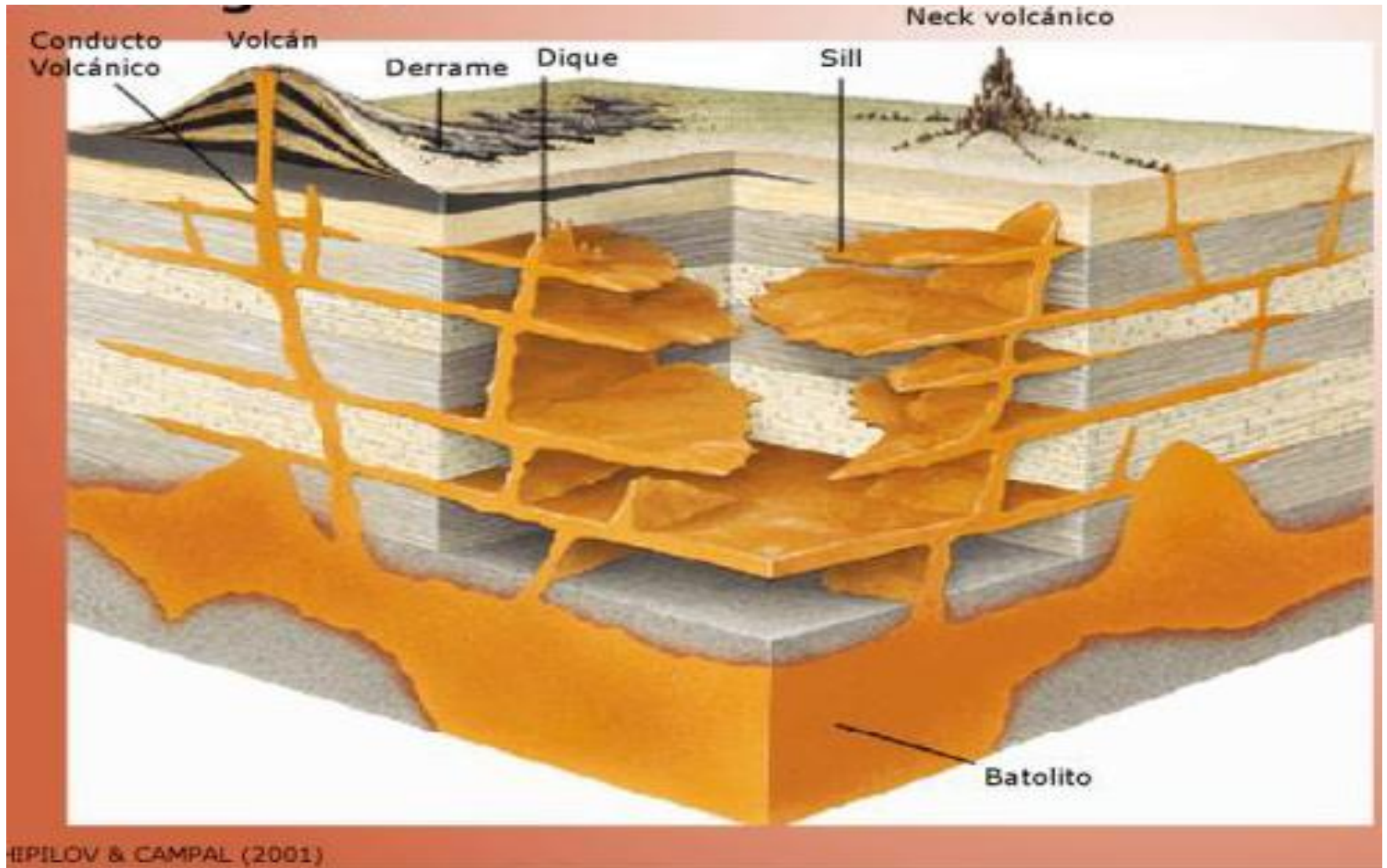
A. La localización de un cuerpo magmático y la actividad ígnea asociada genera rocas con una composición similar a la del magma inicial.



B. Después de un período de tiempo, la cristalización y la sedimentación modifican la composición del fundido y a la vez generan rocas con una composición bastante diferente de la del magma original.

C. Una mayor diferenciación magmática tiene como consecuencia otro fundido altamente evolucionado con sus tipos de roca asociados.

Geometría de Cuerpos Ígneos:



Sill – Salt River Canyon, Arizona.



Vulcanismo:



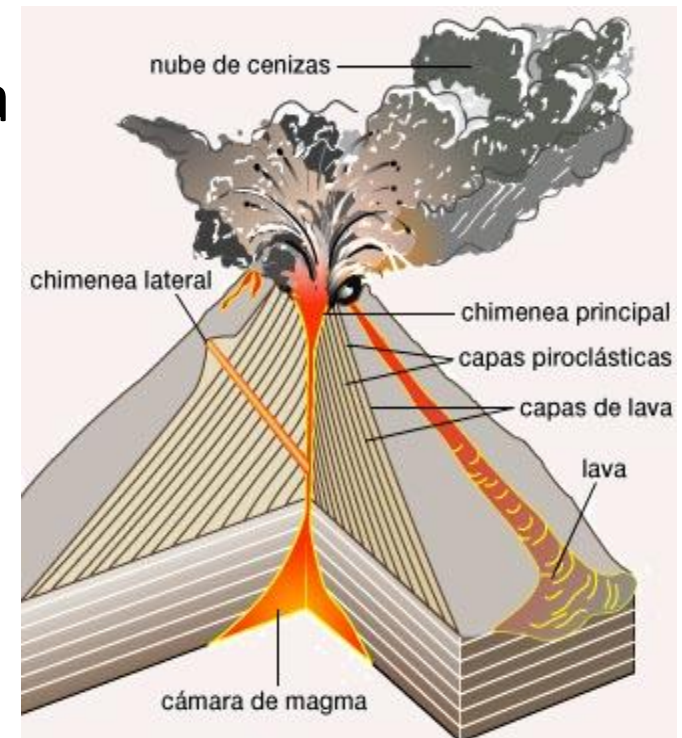
Morfología de los Volcanes:

.Orificios en el tope del volcán

–Cráter - depresión abrupta en el tope, generalmente menor a 1 km de diámetro

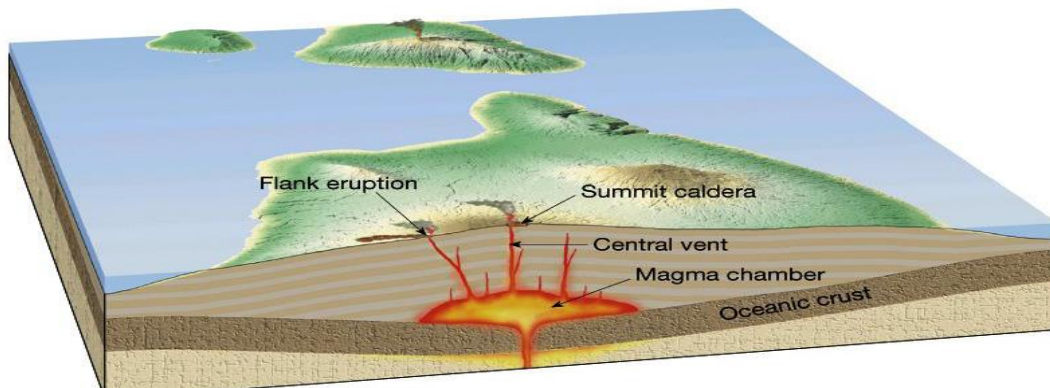
–Caldera - depresión mayor (superior a 1 km de diámetro) colapso de paredes y seguida por una erupción masiva.

.Conducto – conexión con la cámara magmática a través de un “pipe”



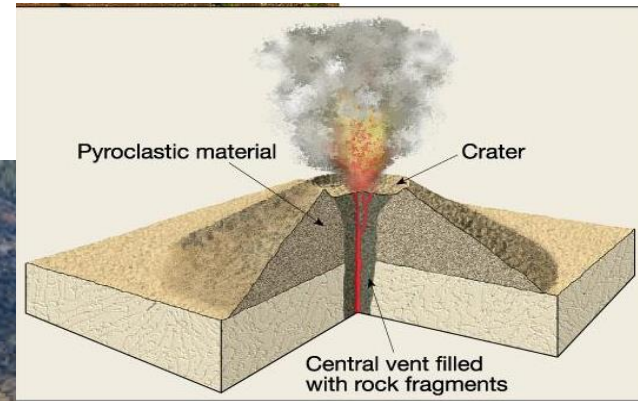
Volcanes tipo Shield:

- .extensos, con formas levemente dómicas
- .Compuestos predominantemente por lavas basálticas
- .Producidos por erupciones calmas con grandes volúmenes de lava
- .Mauna Loa en Hawaii (1984)



Cinder Cone:

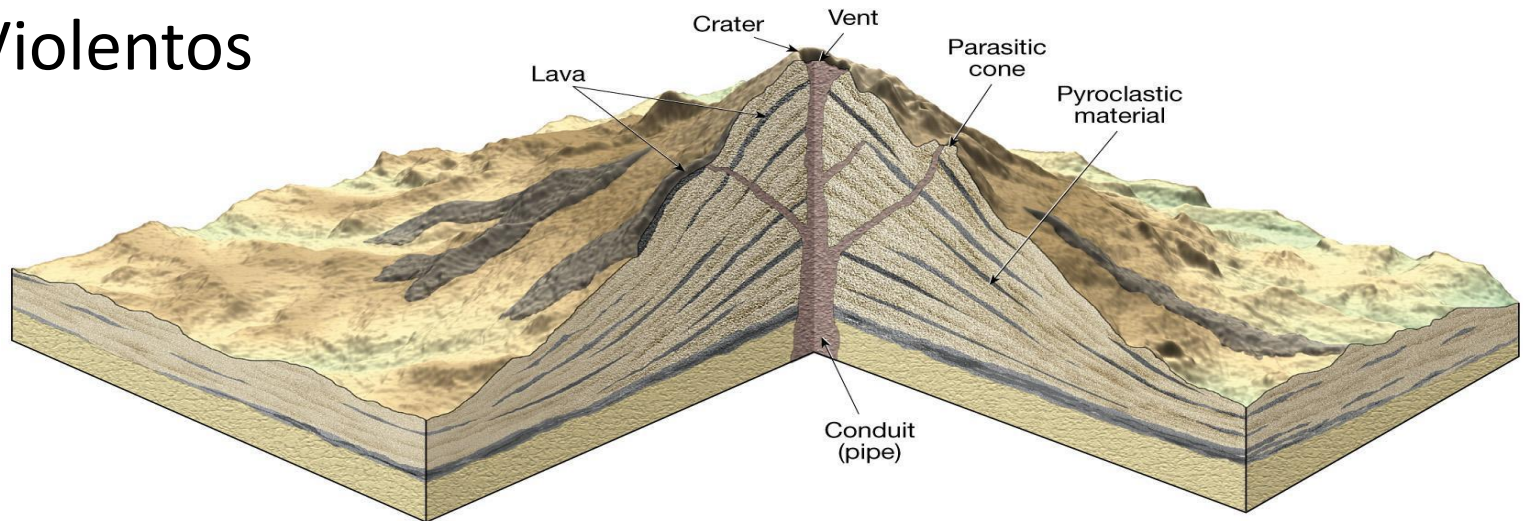
- .Construidos a partir de fragmentos de lava eyectada (tamaño ceniza escoria)
- .Ángulos de pendiente bien marcados
- .Pequeño tamaño
- .Ocurren en grupos



Lassen Volcano, California

Cono Compuesto (estratovolcanes)

- Mayoria están localizados en zonas adyacentes de océano Pacífico (e.g., Fujiyama, Mt. St. Helena)
- Importantes en tamaño, clásica forma de volcán
- Compuestos por capas intercaladas de derrames de lava y debris de materiales piroclásticos
- Violentos



ESTRATO VOLCANES

- .Tipo de actividad más violenta (e.g., Mt. Vesuvio o St. Helena)
- ."nubes ardientes"
- .Flujo piroclástico formado por gases incandescentes mezclados con ceniza y otras partículas
- .Se mueven pendiente abajo del volcán alcanzando velocidades de más de 200 km/h
- .Producen "lahares", que son flujos de barro volcánico

Mt. Santa Helena, Washington USA.



Volcanes según Erupción:

·Hawaiano: lava fluida, sin gases y volátiles, poco explosivo. Hawaii

·Estromboliano: Lava poco viscosa, muchos volatiles, fases explosivas rítmicas, gases violentos. LIPARI

·Pliniano: lava viscosa-acida, gases de alta temp. (10 km altura) Caviahue

·Peleano: lava viscosa tapa el conducto y la alta presion de gases genera conductos laterales. Mont Pelee

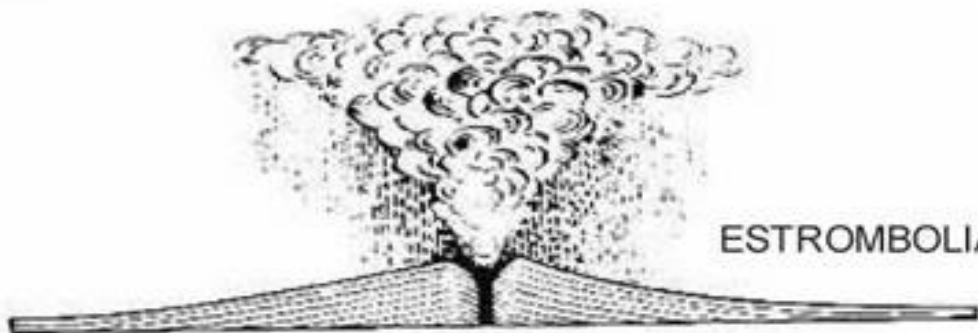
·Vulcaniano: lava fluida y gases, explosión de cenizas y nubes ardientes. ETNA

HAWAIIANO



PLINIANO

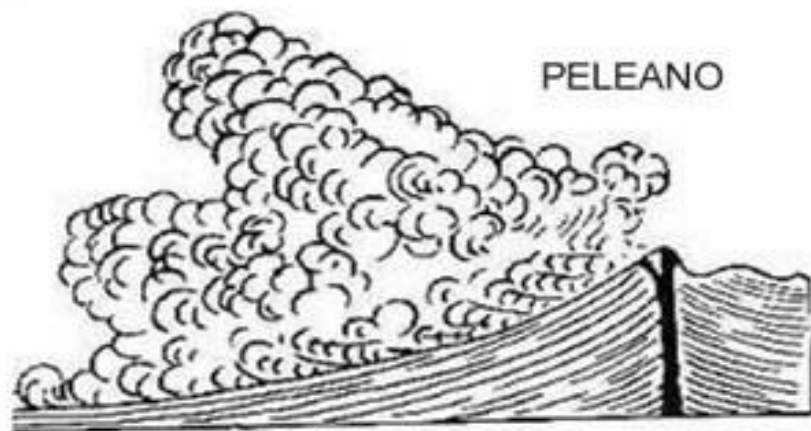
ESTROMBOLIANO



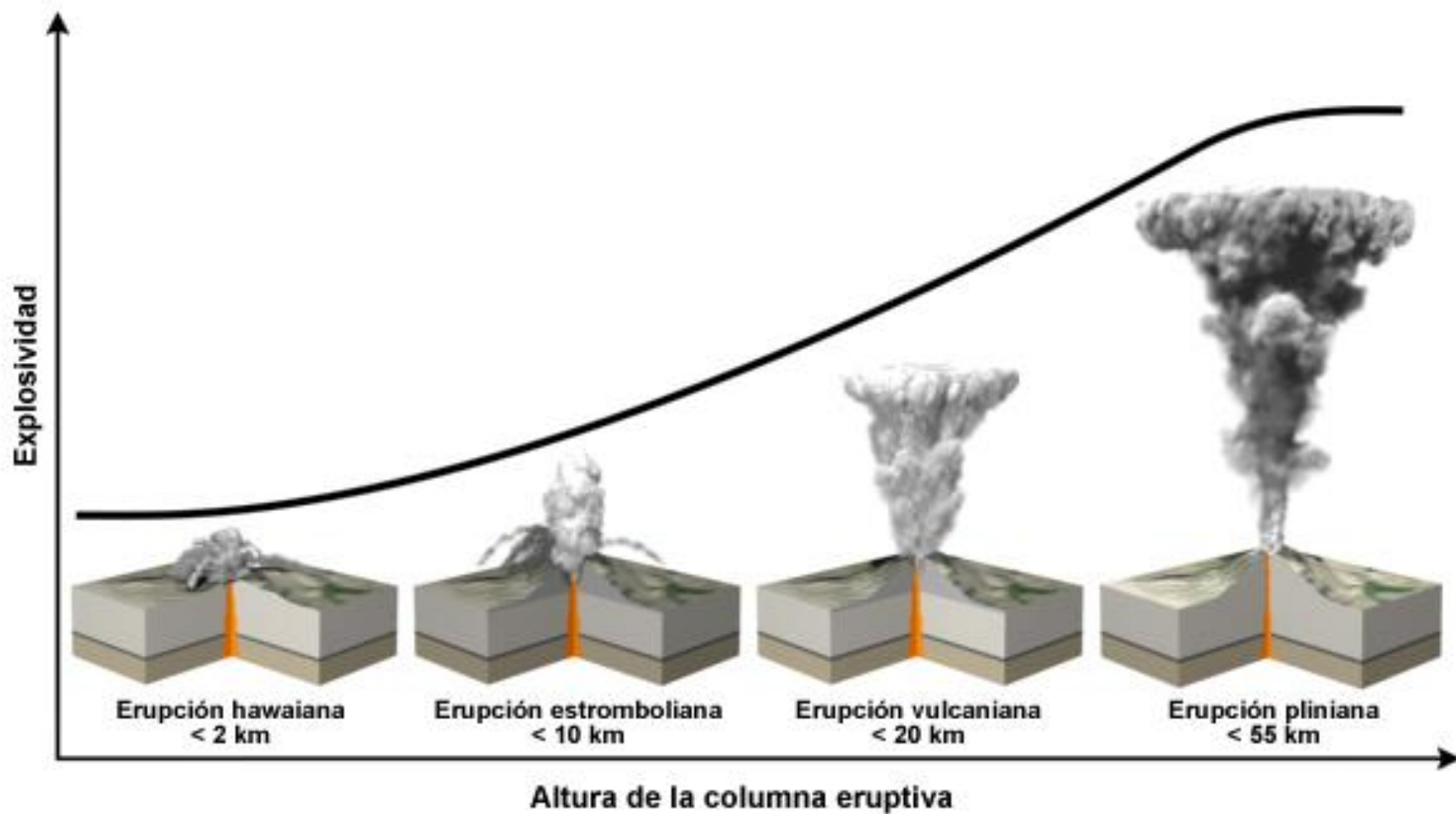
VULCANIANO



PELEANO



Explosividad relativa y altura de la erupción resultante



Clasificación de rocas ígneas:

Roca Plutónicas

En función del
ambiente de
cristalización/
consolidación

Roca Volcánicas

- Identificación textural (texturas gruesas a medias)
- Estructuras primarias (enclaves, diques, nódulos)

- Identificación textural (texturas finas a vítreas)
- Estructuras primarias (flujo, escape de gases)



ácidas – neutras – básicas

Basada en criterios químicos: % SiO₂ :

Relación % SiO₂ versus mineralogía presente

- Rocas ácidas: más de 66% SiO₂, presencia de cuarzo y minerales estables en presencia de cuarzo.
- Rocas neutras; 66 – 52 % SiO₂. Baja presencia de Cuarzo pero si minerales compatibles con su presencia .
- Rocas básicas: entre 52 – 45% de SiO₂.

Textura y estructura magmática

- La **Textura** está determinada por el tamaño y el arreglo de los cristales que componen la roca.
- La **Estructura** de la roca está determinada por la presencia o no de anisotropías del arreglo mineral, debidas a diversos factores durante la cristalización.
- La clasificación internacional y nomenclatura de las rocas ígneas se basa en parámetros:
 - Texturales
 - Mineralógicos (composición mineralógica)

TEXTURA:

.La textura describe el aspecto general de la roca en función del tamaño, forma y relaciones entre los diferentes minerales que la componen.

Factores que afectan el tamaño de los cristales:

. Tasa de enfriamiento

–Enfriamiento lento promueve el crecimiento de pocos pero grandes cristales

–Enfriamiento rápido forman muchos cristales pero de tamaño pequeño

–Si el enfriamiento es muy rápido, se forma vidrio

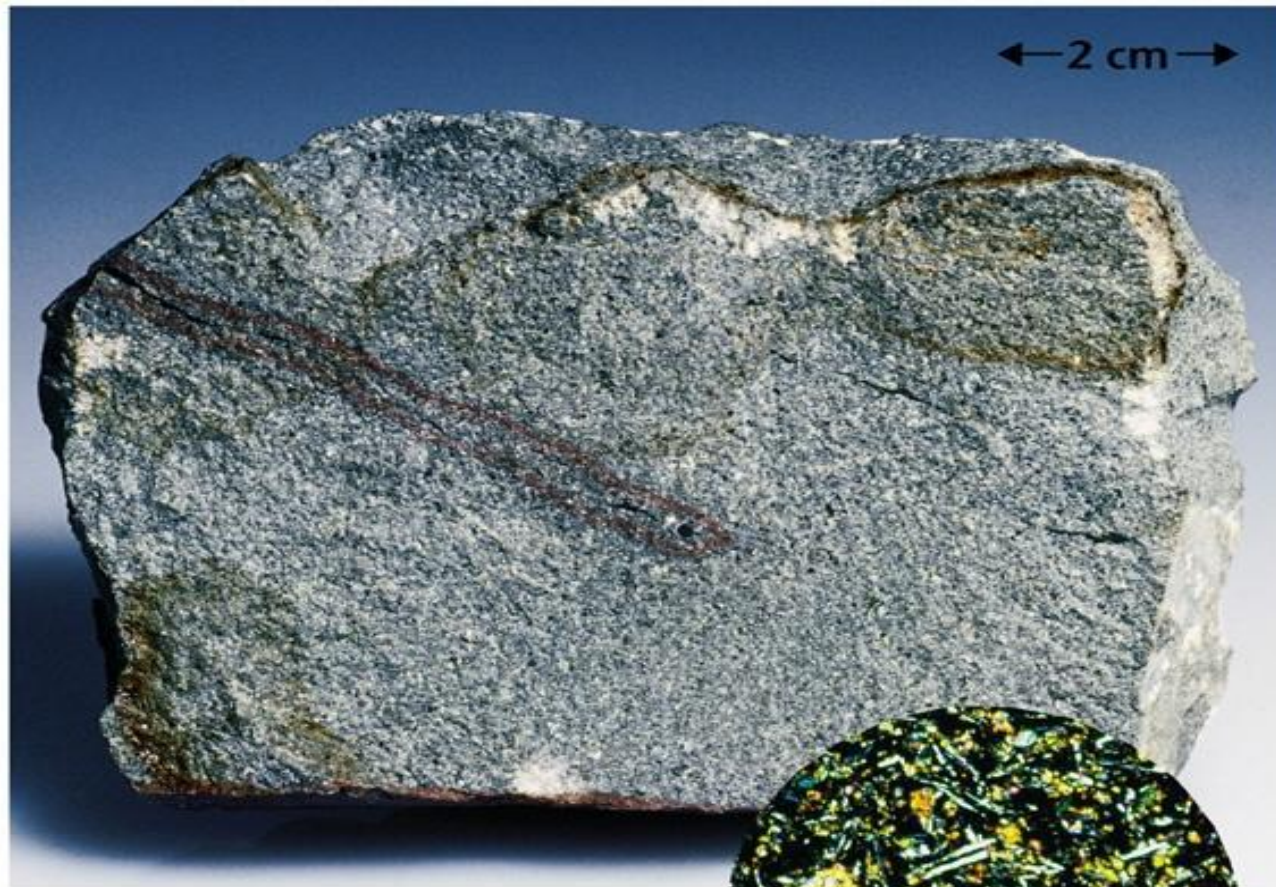
.Contenido de sílice (SiO_2)

.Contenido de gases disueltos en el magma

Texturas Ígneas: según grado de visibilidad

- **Textura Afanítica** (cristales muy finos)
 - Rápido enfriamiento de la lava o magma
 - Cristales casi microscópicos
 - Puede presentar estructuras (cavidades, vacuolas, estructura fluidal)
- **Textura Fanerítica** (granuda)
 - Cristalización lenta
 - Cristales visibles e identificables a ojo

Textura afanítica:



A. Aphanitic

Textura fanerítica:



B. Phanerifíe



Texturas Ígneas:

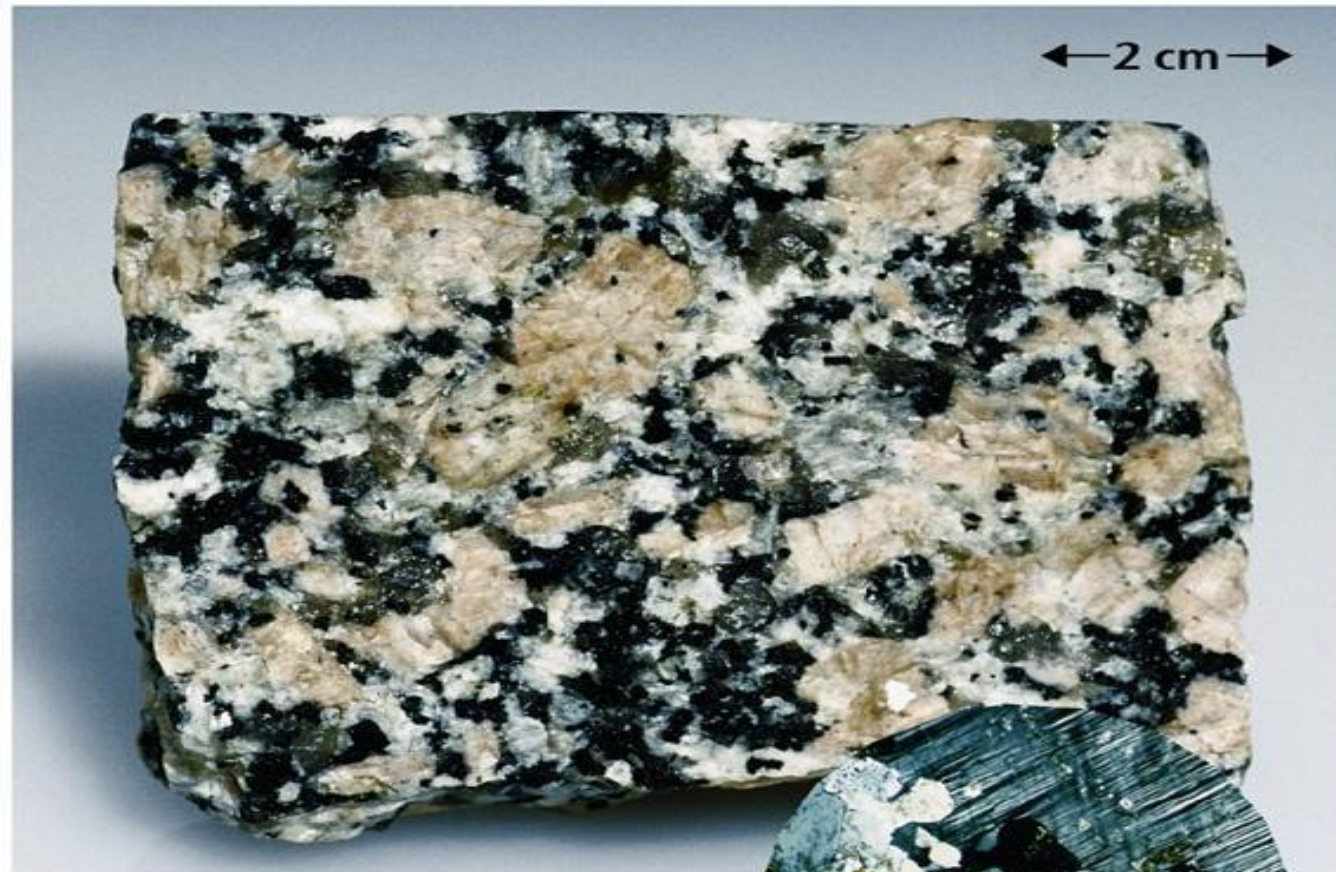
.Textura Porfirítica

- Los minerales se forman a diferentes temperaturas así como a diferentes velocidades
- Los cristales mayores, llamados fenocristales, están inmersos en una pasta de cristales menores, llamada matriz.

.Textura Vítreo

- Indica alta tasa de enfriamiento
- Se forma vidrio (fase metaestable) en vez de cristales. La roca con alto contenido de vidrio se denomina obsidiana

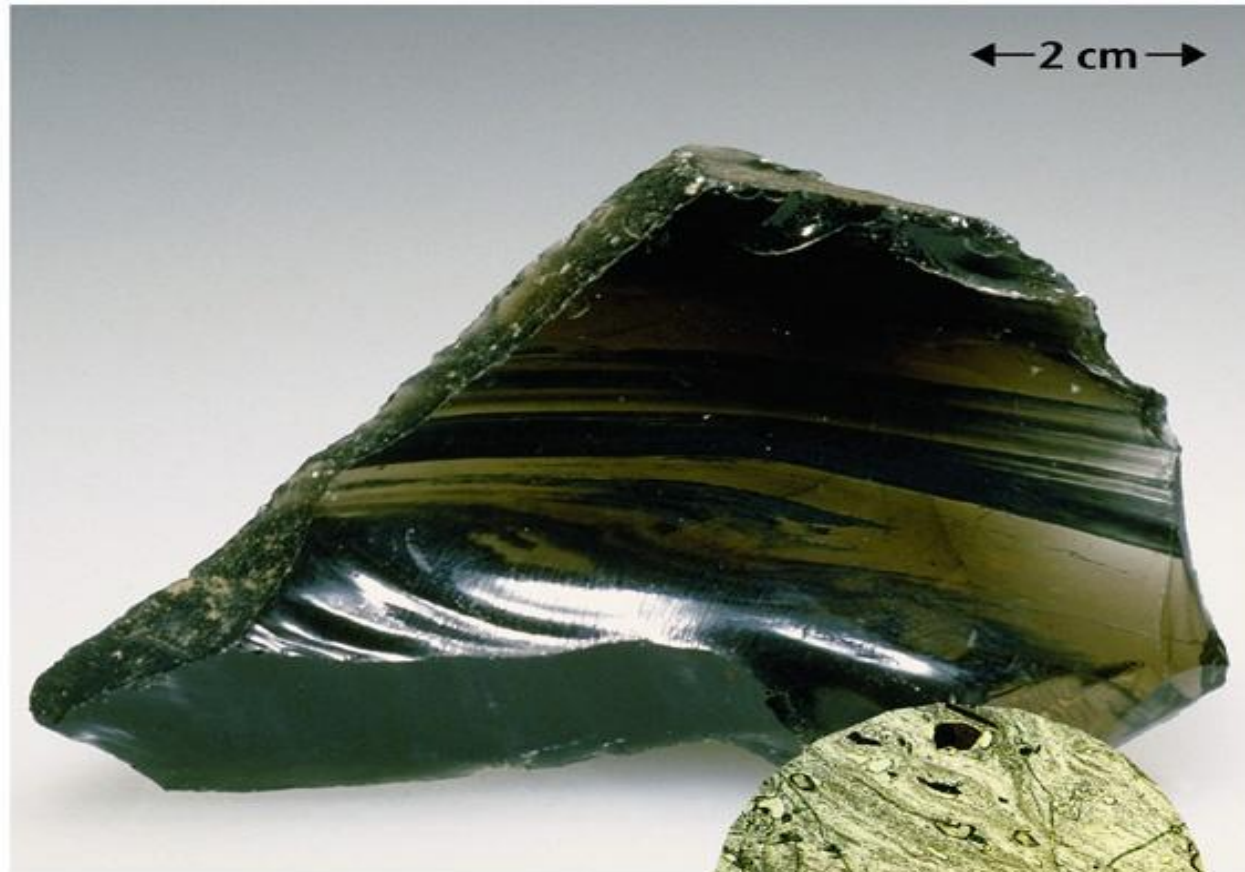
Textura porfirítica:



C. Porphyritic



Textura vítrea:



D. Glassy

Otros tipos de texturas:

• **Textura Piroclástica**

– Constituida por fragmentos eyectados durante erupciones magmáticas explosivas

– Suelen ser texturas similares a las de rocas sedimentarias clásticas.

• **Textura Pegmatítica**

– Formada por cristales excepcionalmente grandes

– Se genera en las etapas finales de la cristalización de magmas graníticos, por acción de los volátiles



Textura Piroclástica



Textura Pegmatítica

Mineralogía de las Rocas Ígneas

.Silicatos oscuros (o ferromagnesianos)

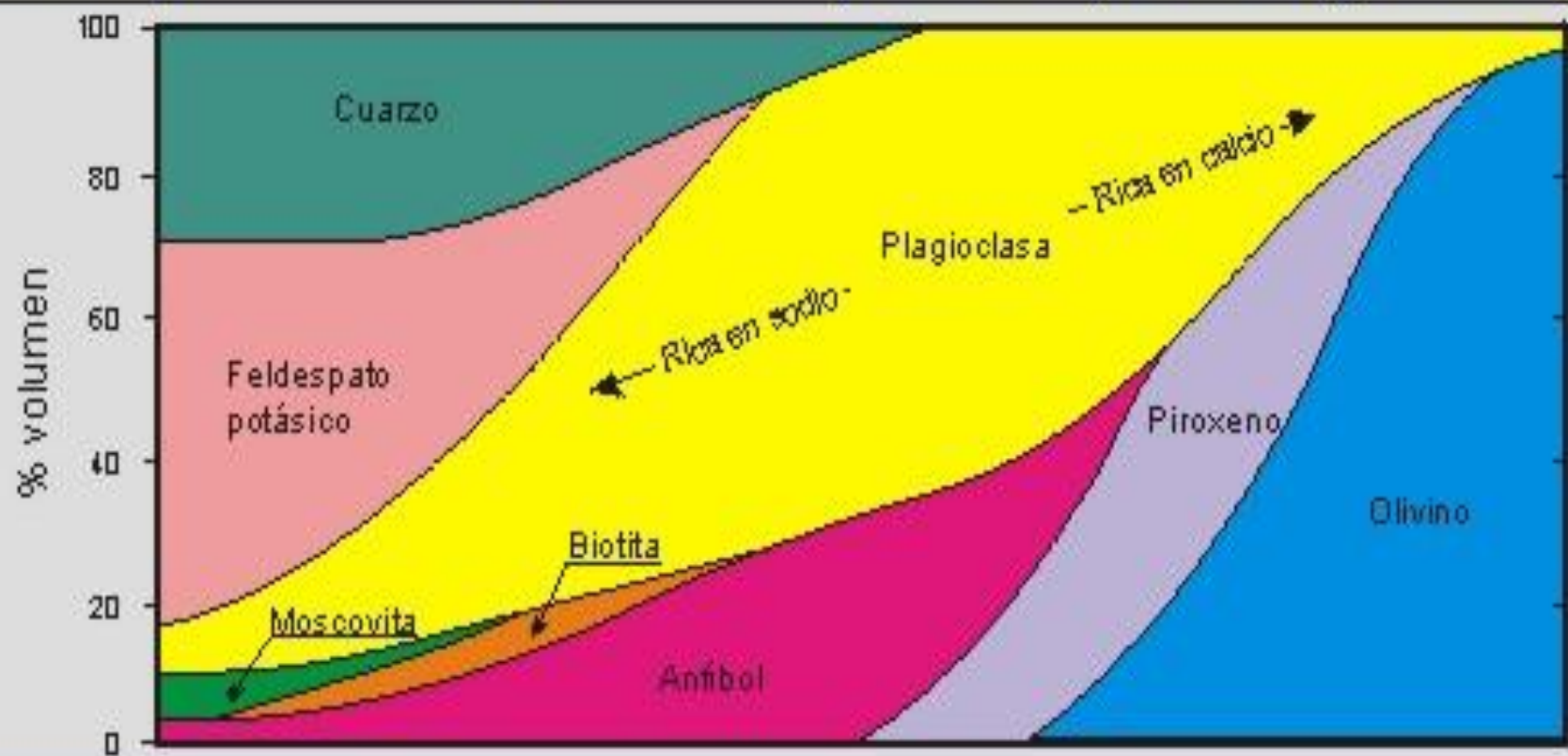
- Olivinas
- Piroxenos
- Anfíboles
- Biotita

.Silicatos claros (no ferromagnesianos)

- Cuarzo
- Feldespatos (Alcalinos y Plagioclasas)
- Muscovita

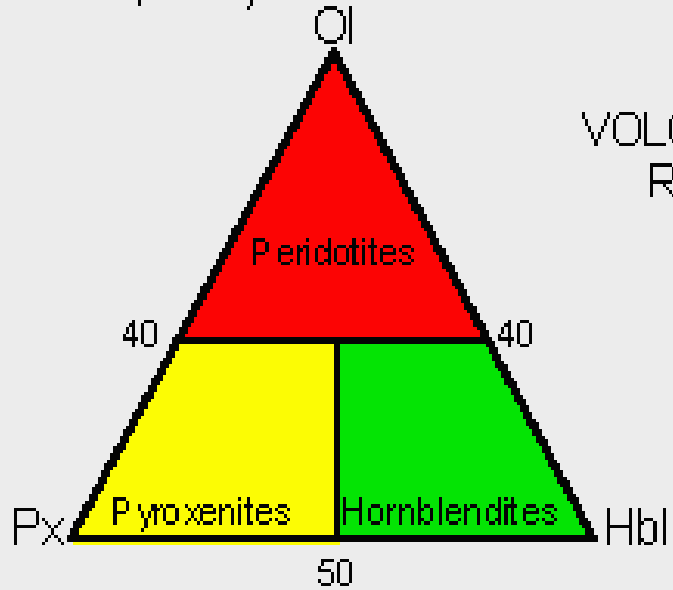
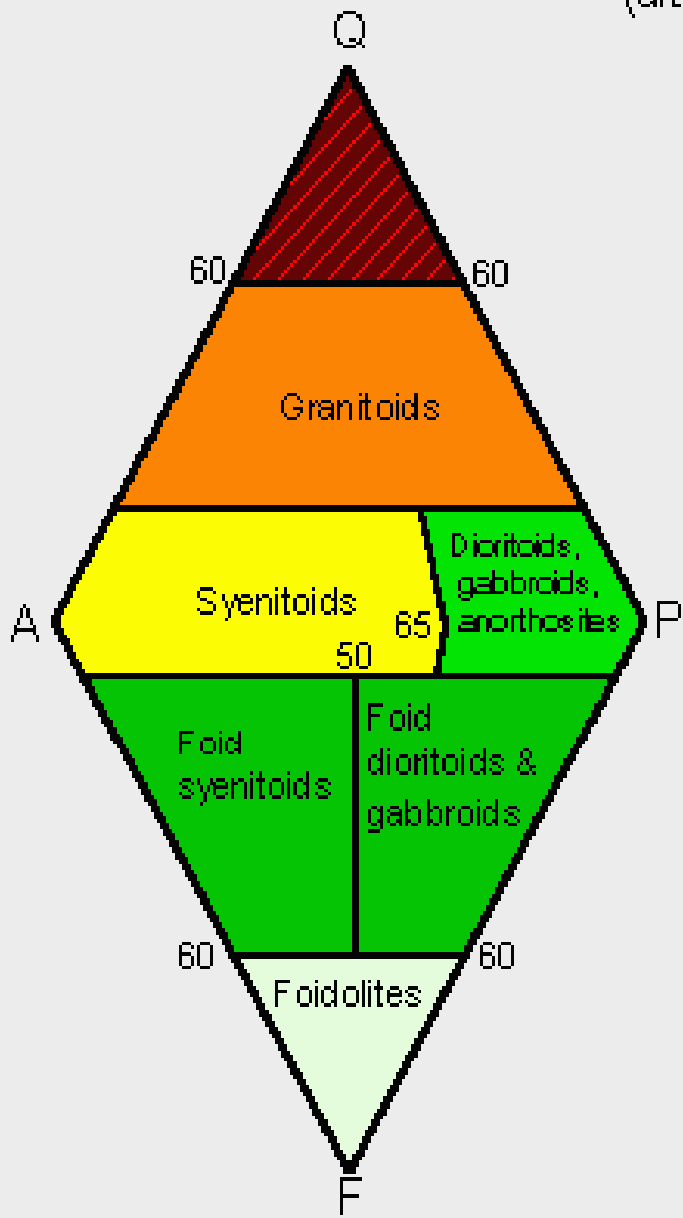
MINERALOGÍA DE LAS ROCAS ÍGNEAS

	Félsicas	Intermedias	Máficas	Ultramáficas
Cristalinas	Granito	Diorita	Gabro	Peridotita
Hipocristalinas	Riolita	Andesita	Basalto	Komatita

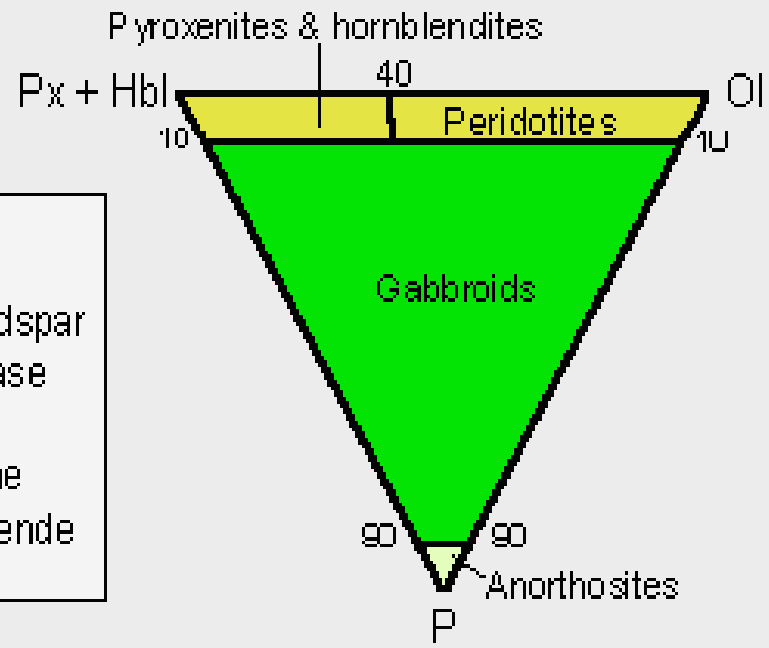


IUGS FIELD CLASSIFICATION OF PHANERITIC (PLUTONIC) ROCKS

(after Streckeisen, 1976)



VOLCANIC ROCKS 



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

Basaltos Vs Granitos



Compuestas principalmente por silicatos oscuros y densos y plagioclasas (feldespatos) cálcicas

- Son denominados minerales máficos o ferromagnesianos
- Son rocas más densas
- fondo oceánico y muchas de las islas oceánicas.

Composición de las rocas ígneas

Compuesta por silicatos de colores claros

- Se los designa como minerales de composición félsica (feldespatos y sílice)
- Contienen alta cantidad de sílice (SiO_2)
- Constituyen la mayor parte de la corteza continental

Otras composiciones:

.Intermedias (composición andesítica)

- Contiene por lo menos un 25 % de silicatos oscuros
- Están asociadas a actividad volcánica explosiva

.Ultramáficas

- Composición rara caracterizada por alto contenido de MgO y FeO
- Las rocas están compuestas exclusivamente por minerales ferromagnesianos (silicatos)

GRANITO: (ígneas félsicas intrusivas)

.Textura fanerítica

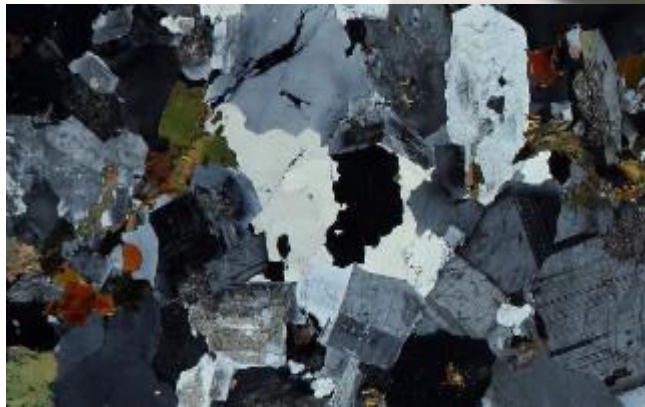
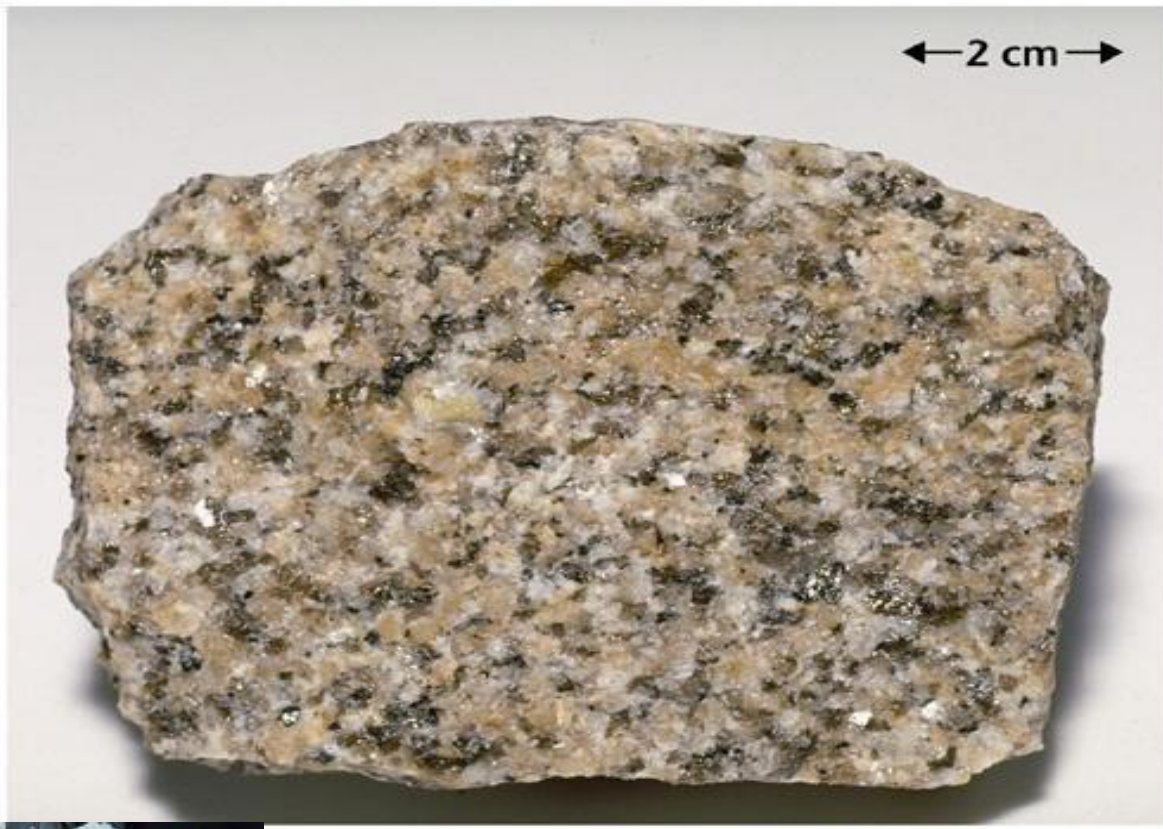
–Más de 20 – 25 % de cuarzo y en el entorno de 65 % o más de feldespatos (alcalinos + plagioclasas)

–Pueden presentar texturas porfiríticas

–Muy abundante en corteza continental, frecuentemente asociados a procesos de orogénesis.

–El término “granito o granitoide” suele ser usado en sentido amplio para nombrar un gran intervalo de composiciones mineralógicas

GRANITO:



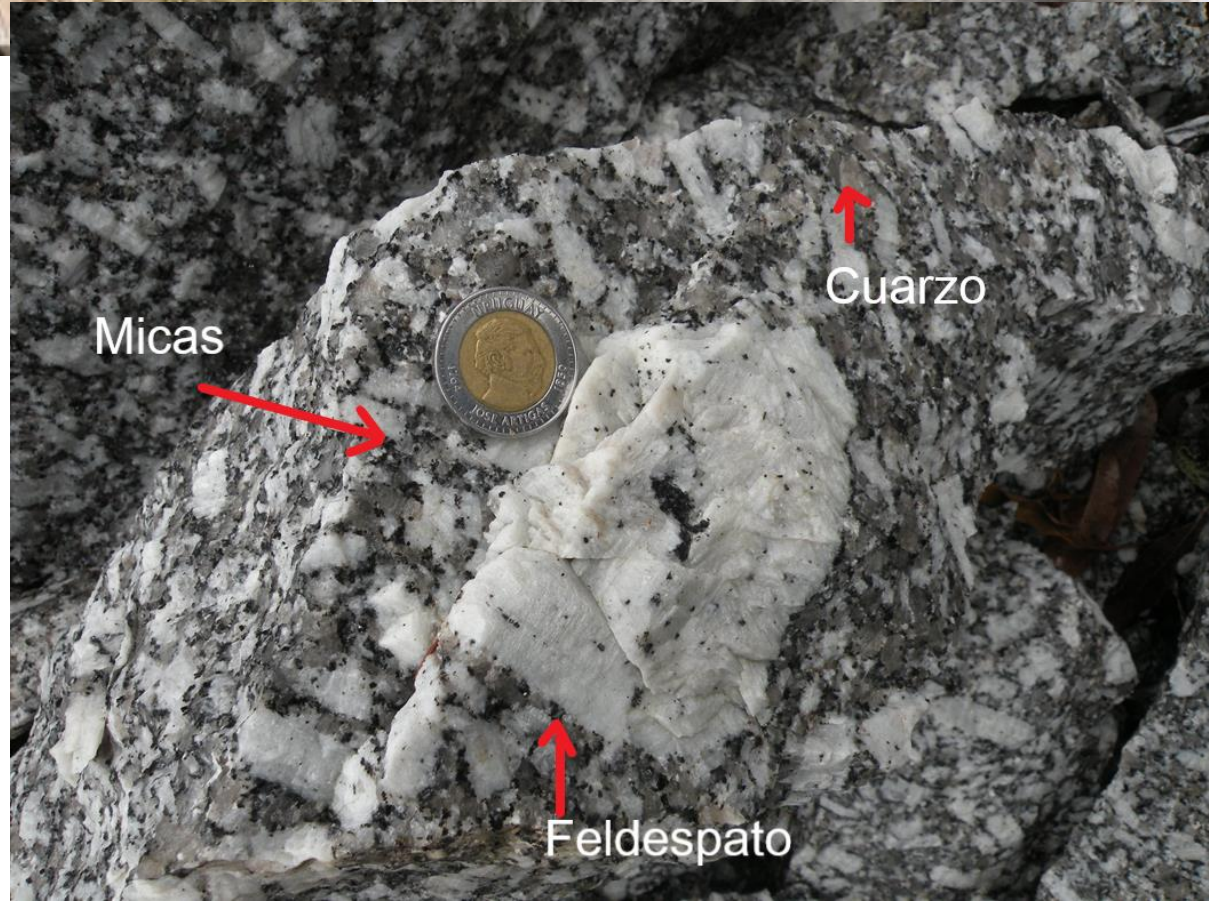
Close up





Granito de Santa Teresa

- Textura porfirítica
- Grandes cristales de Feldespato K
- Biotitas
- Cuarzo
- Turmalinas?



Riolitas: (ígneas félsicas extrusivas)

.Roca volcánica equivalente en composición mineralógica al granito

–Puede contener fragmentos vítreos y vacuolas

–Textura afanítica

–Presente en la naturaleza en menores volúmenes que los granitos

Riolita:



Close up





Cerro Marmarajá, Departamento de Lavalleja

Otras de rocas ígneas ácidas:

- **Obsidiana**

- Colores oscuros
- Textura vítrea (hialina)
- Asociada a manifestaciones volcánicas

- **Pómez**

- Material volcánico explosivo
- Textura vítrea
- Caracterizada por el alto % de vacuolas

Obsidiana:



Pómez:

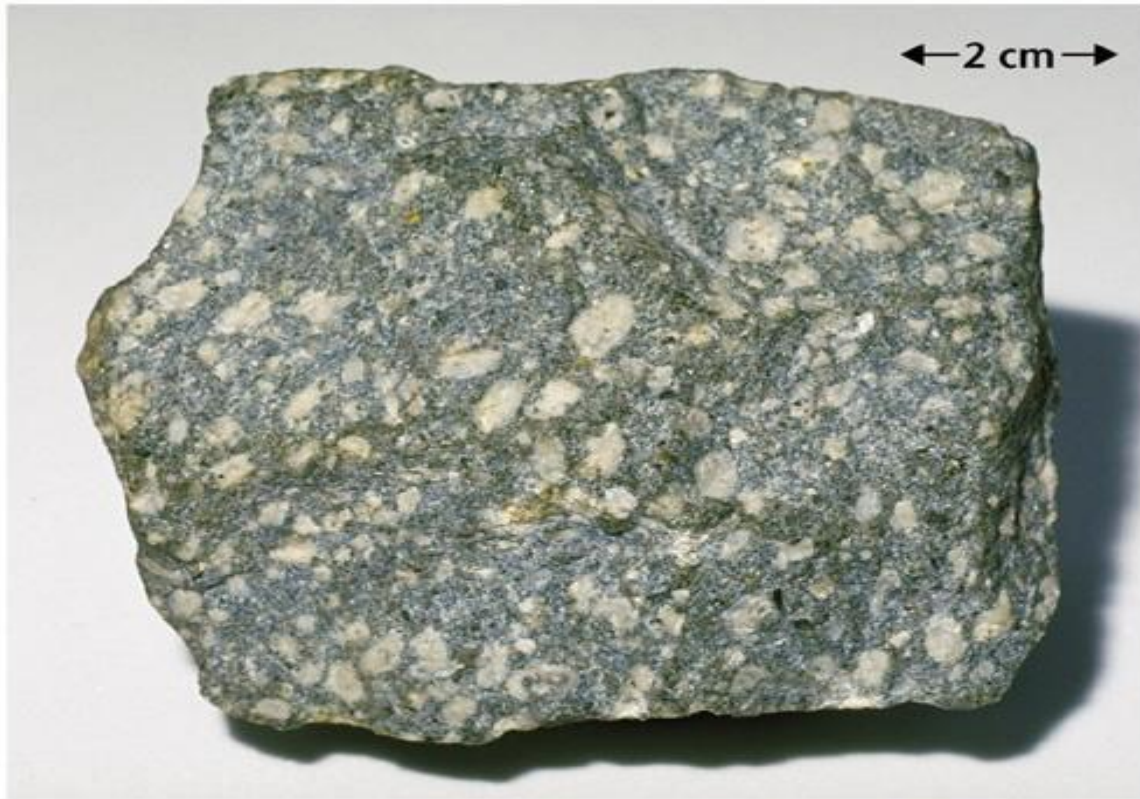


Rocas Intermedias o Neutras:

Andesita

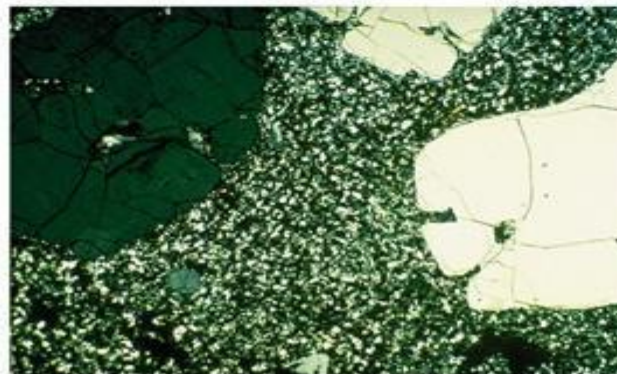
- Roca volcánica de textura afanítica (a veces porfirítica)
- plagioclasas andesina y labradorita y anfíboles (hornblenda), de color negro y verde oscuro. El piroxeno augita, la biotita y cuarzo como minerales accesorios.
- En zonas de subducción de América, Caribe, Asia y Europa. Hay andesita a lo largo del anillo de fuego del Pacífico. También en las Islas Aleutianas, Japón, Indonesia, Singapur, Nueva Zelanda...
- Usos como áridos, agregados en las carreteras y en la fabricación de adoquines y otros materiales de construcción. Asociada además a la mineralización de cobre y oro. Es una roca resistente al calor, la presión y el desgaste.

Andesita:



A. Andesite porphyry

B. Close up

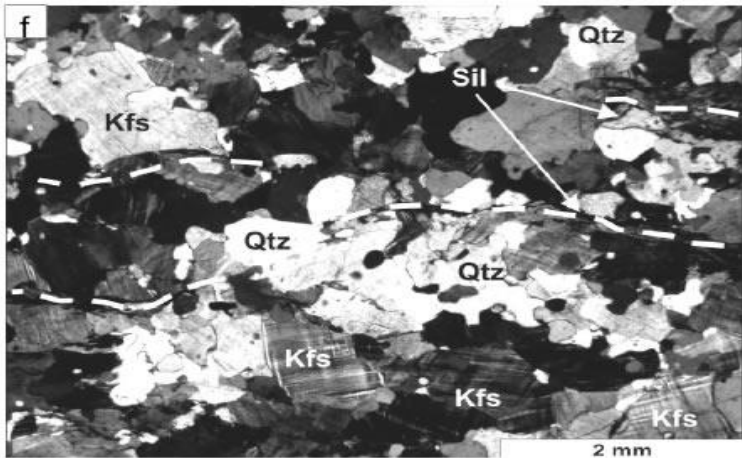


Rocas Intermedias o Neutras:

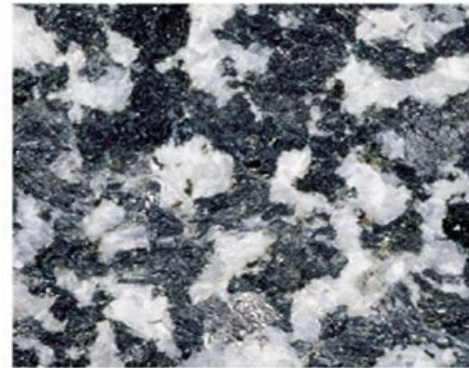
Diorita

- Roca plutónica equivalente en composición a la andesita
- Textura fanerítica holocristalina (grano grueso)
- Compuesta principalmente por feldespatos (plagioclasas y Alcalinos) y anfíboles.
- De color intermedio con tonalidades grises, negras y blancas, y en raras ocasiones verde (debido a procesos de meteorización).
- Se usa como roca ornamental.

Diorita:



Close up



Rocas Ígneas Básicas:

.Basalto

- Origen volcánico
- Textura afanítica (a veces porfirítica)
- Compuesto principalmente por piroxenos y plagioclasa cálcica (olivinas)
- Es la roca volcánica más común, particularmente en ambientes oceánicos

.Gabro

- Roca intrusiva con composición equivalente al basalto
- Textura fanerítica
- Constituye cuerpos plutónicos o diques

Basalto:





**Basaltos de la Cuenca Norte, Rio Uruguay
Bajante 2021**

Gabro:



0 1
mm

Fotomicrografía de un gabro olivinífero
piroxénico en nícoles cruzados

© M. MISTAGE BRITO, 1989



Sierra Mahoma, San José



Explotación de Gabro en el departamento de Flores.
“Granitos Negros”

Rocas Piroclásticas:

- Compuestas por fragmentos eyectados durante la erupción volcánica
- Variedades texturales
 - Tufo – fragmentos tamaño ceniza
 - Lapilli – fragmentos tamaño arena
 - Brecha Volcánica – partículas mayores

Cenizas



Lapilli



Brechas Volcanicas

ROCAS ÍGNEAS EN UY!!

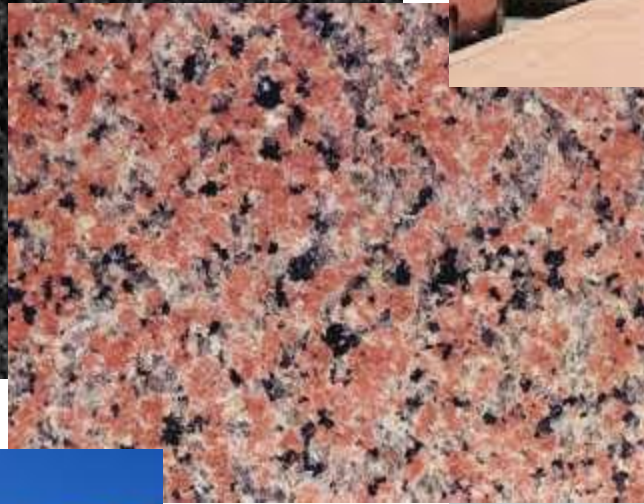
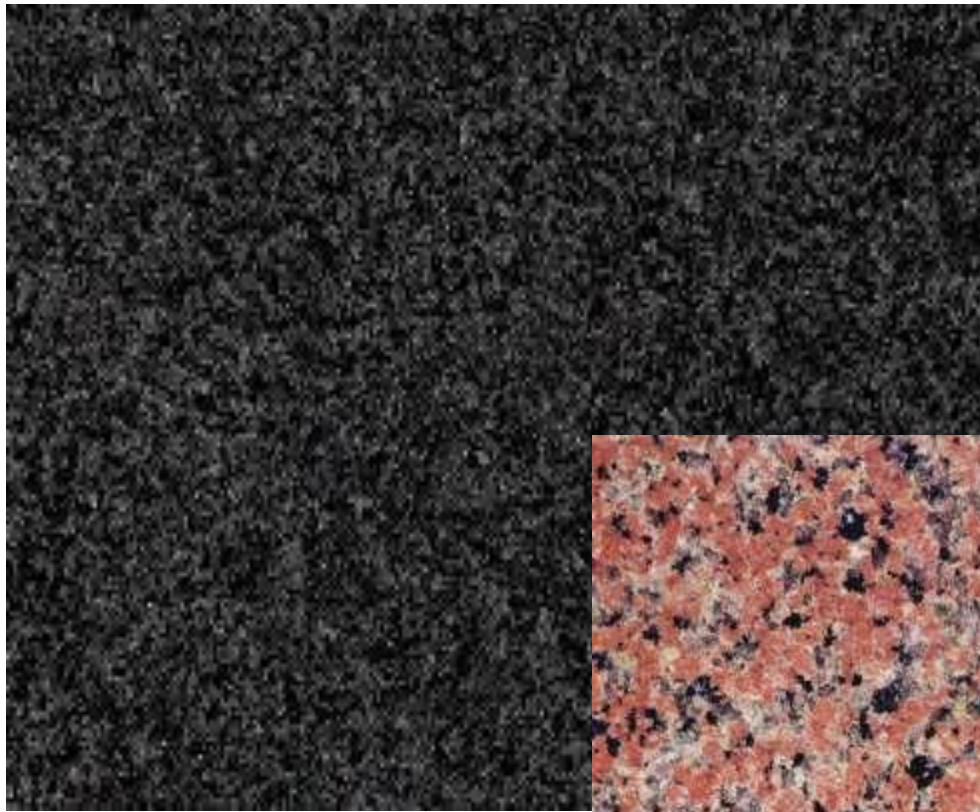
ROCAS VOLCANICAS:

- .Basaltos de Fm. Arapey
- .Basaltos de Fm. Puerto Gómez
- .Riolitas de Fm. Arequita
- .Riolitas y basaltos de Sierra de Ánimas

ROCAS INTRUSIVAS:

- .Gabros (“granitos negros”)
- .Sienitas
- .Granitos “granitos de color”

USOS: Ornamentales y agregados para obras civiles y viales (áridos de la construcción).



1) El magma basáltico se forma a grandes profundidades. ¿Por qué no cristaliza conforme asciende a través de la corteza relativamente fría?

Conforme el magma asciende la presión de confinamiento disminuye proporcionalmente y reduce la temperatura de fusión.

2) ¿Qué es la fusión parcial?

La fusión parcial es la fusión incompleta de las rocas, es un proceso que produce la totalidad de los magmas.

3) Describa las tres condiciones que se piensa que originan la fusión de las rocas.

Calor, presión, los volátiles.

4) *¿Qué es el gradiente geotérmico?*

Es el cambio de temperatura que se experimenta con la profundidad.

5) *¿En qué se diferencian el granito y la riolita? ¿En que se parecen?*

Se diferencian en que el granito es una roca fanerítica y la riolita es afanítica, contiene frecuentemente fragmentos vítreos y huecos que indican un rápido enfriamiento en un ambiente superficial, cuando la riolita contiene fenocristales, son normalmente pequeños y están compuestos por cuarzo o feldespato potásico. Al contrario que el granito, que está muy distribuido como grandes masas plutónicas, los depósitos de riolita son menos frecuentes y, en general, menos voluminosos.

6) *Además de la velocidad de enfriamiento, ¿Qué otros dos factores influyen en el proceso de cristalización?*

La cantidad de sílice presente y la cantidad de gases disueltos en el magma.