

# UNIDAD III

## **Serie de las rocas ígneas**

Se le da este nombre a un conjunto de rocas ígneas que se relacionan en su yacencia (en tiempo y espacio) y poseen además; una similitud composicional que evidencia su consanguinidad (mineralógica y química).

Cada serie se caracteriza, además de su aspecto químico – mineralógico, por la abundancia de alguna roca en especial, así los basaltos son rocas muy abundantes de las series alcalina y toleítica, siendo por el contrario constituyentes subordinados en la serie calco-alcalina, en la cual predominan las rocas intermedias y ácidas.

En la actualidad se distinguen tres series litológicas principales: Alcalina, toleítica y calcoalcalina y dos series menores: transicional y potásica.

# Serie de las rocas ígneas

## SERIE ALCALINA

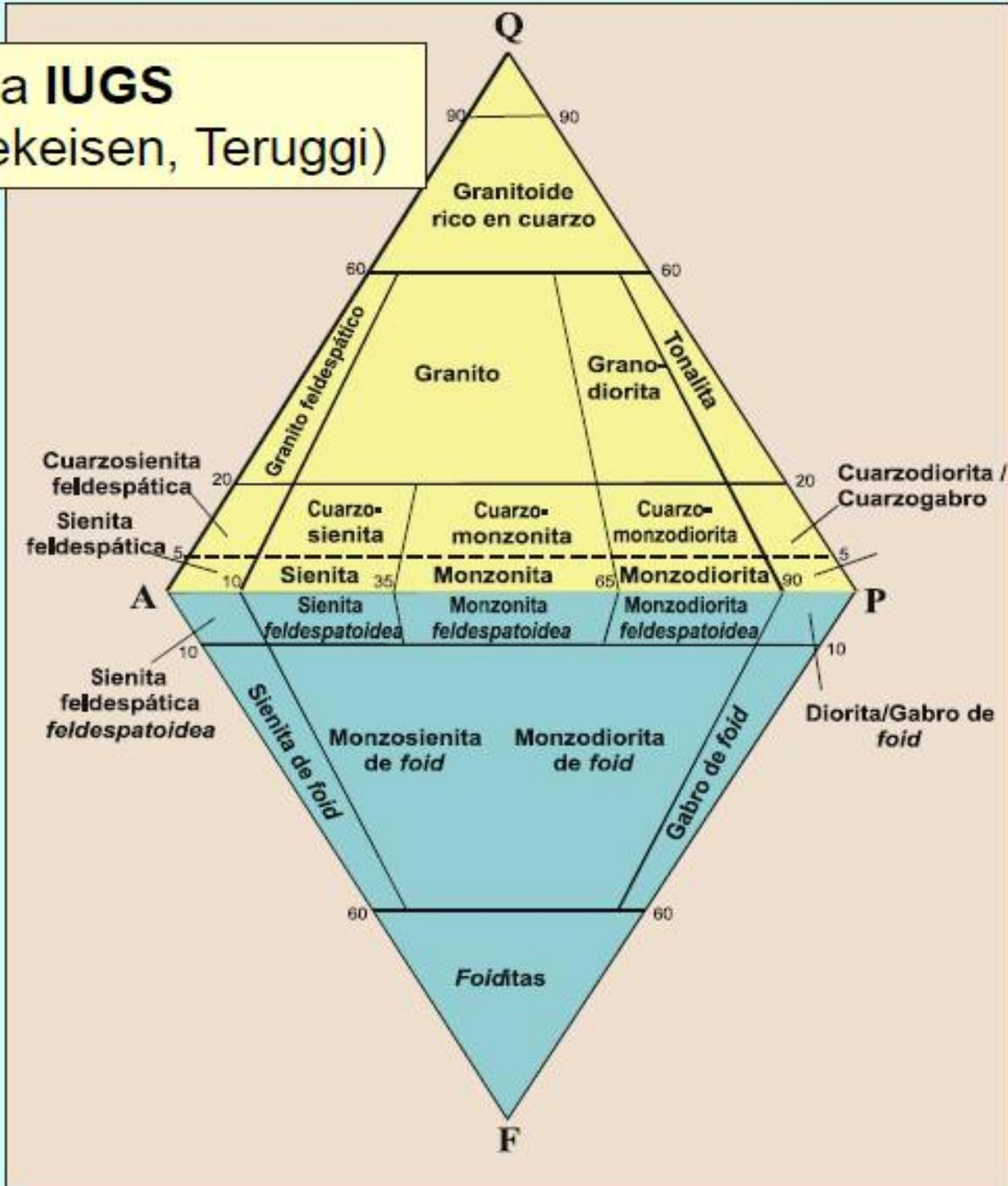
-Basaltos alcalinos – hawaitas – mugearitas – fonolitas

## SERIE TOLEÍTICA

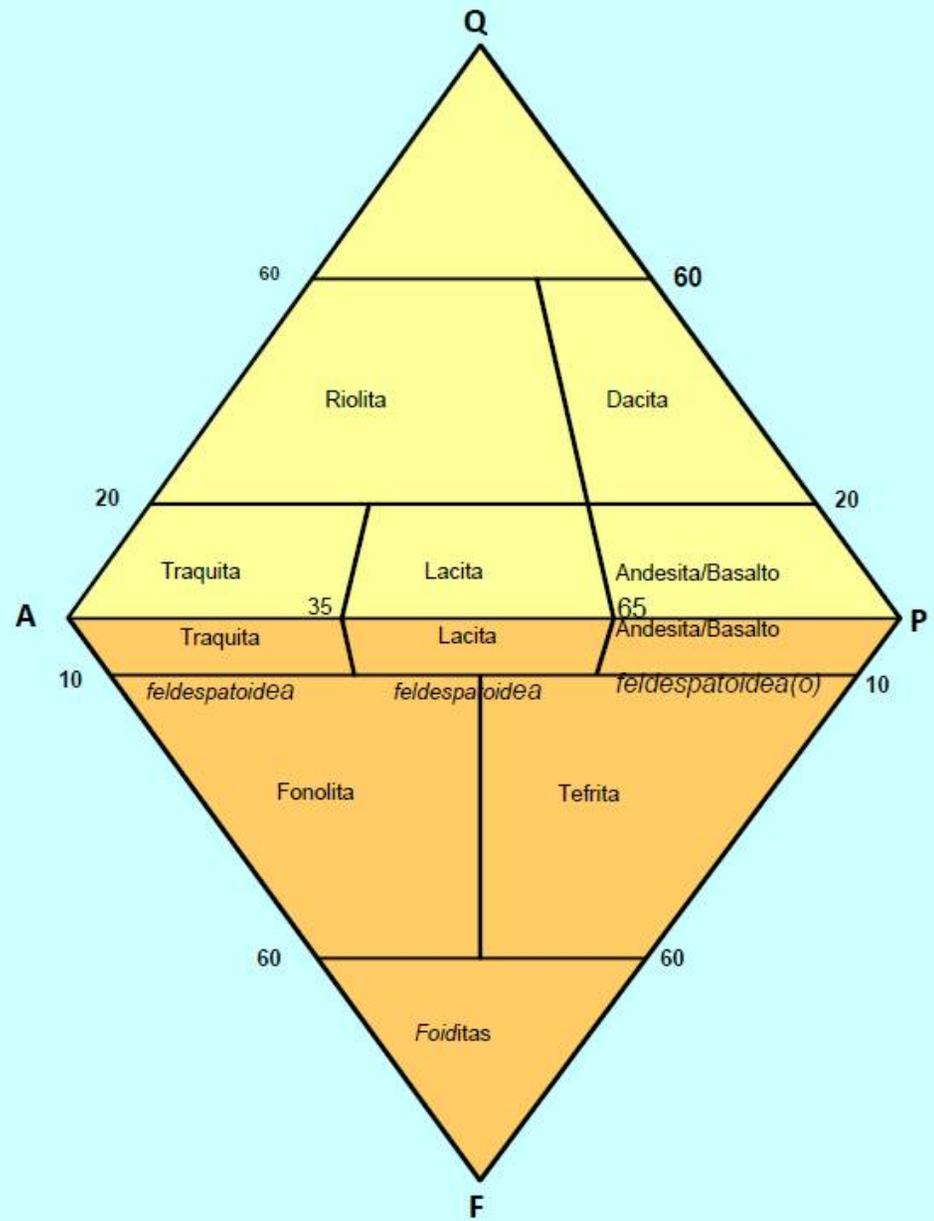
Basaltos toleíticos, andesitas toleíticas ; (Icelandita) , dacitas, riolitas.

En términos generales, tanto las rocas de la serie alcalina como las de la serie toleítica aparecen en las zonas continentales estables y en zonas oceánicas, siendo en ambos casos los tipos basálticos las rocas volumétricamente más importantes.

Moda **IUGS**  
(Strekeisen, Teruggi)



Moda **IUGS**  
Rocas Volcánicas



# Series de rocas

## Elementos mayoritarios

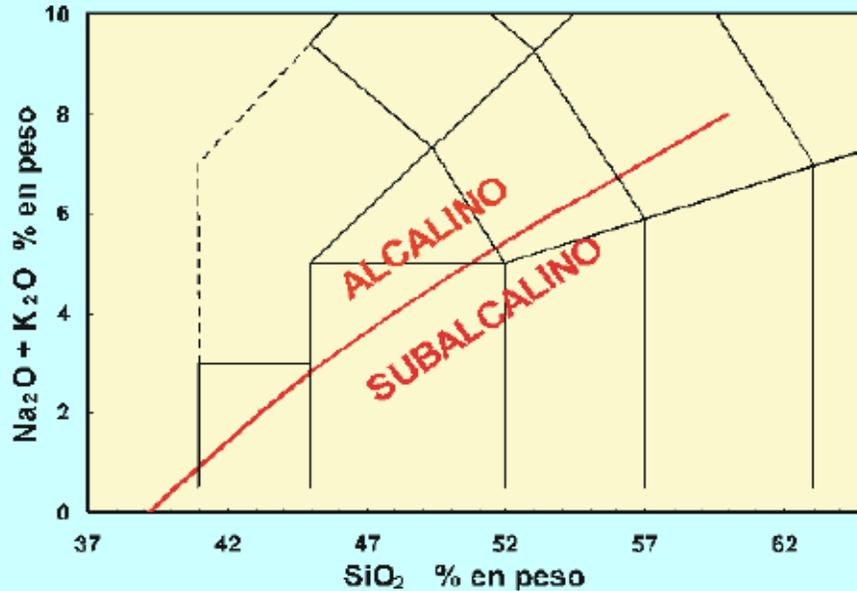
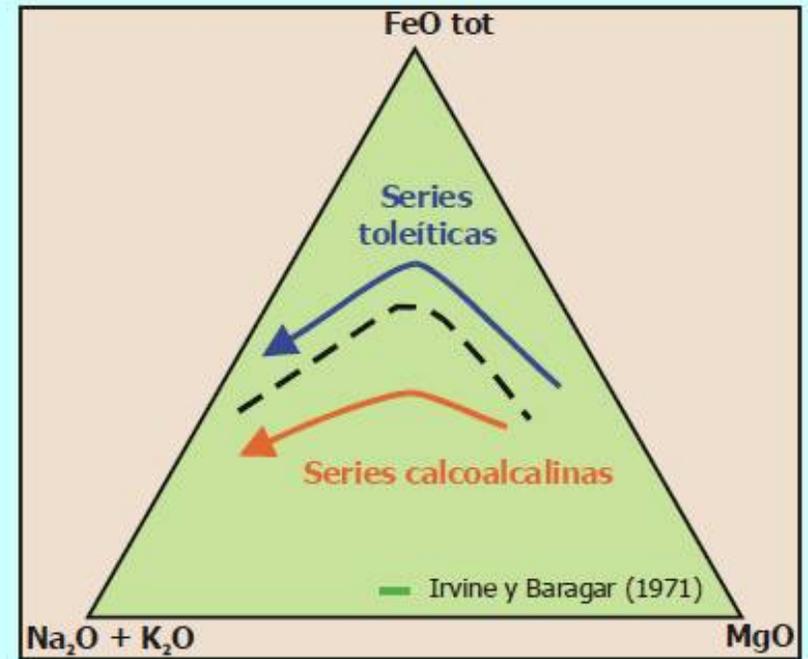
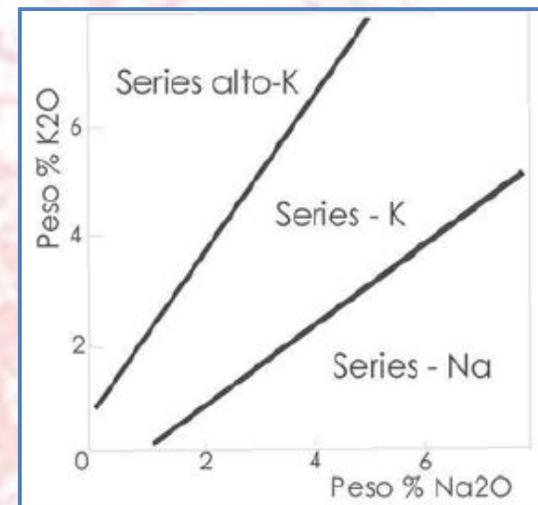
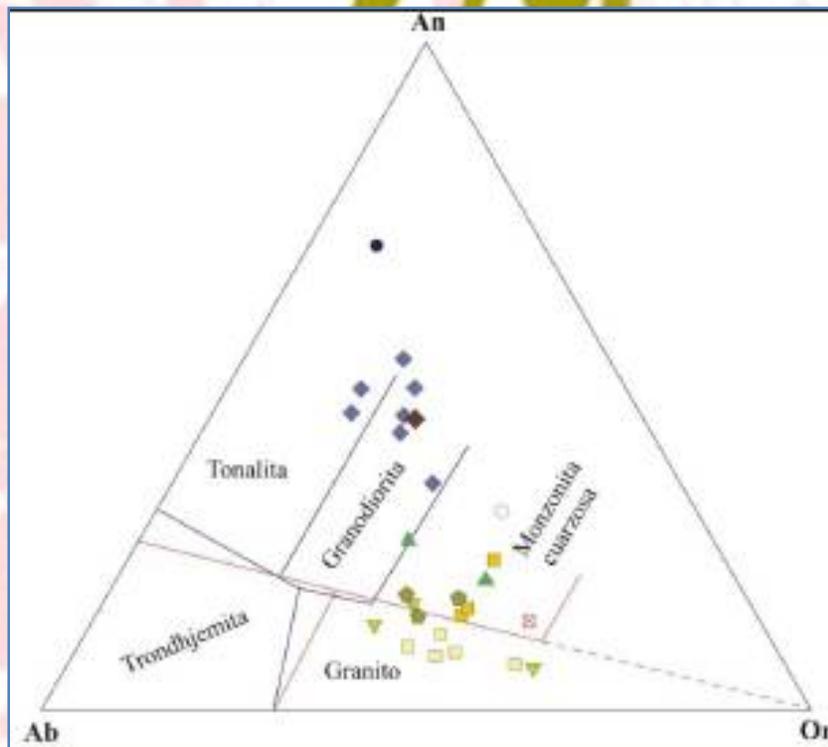
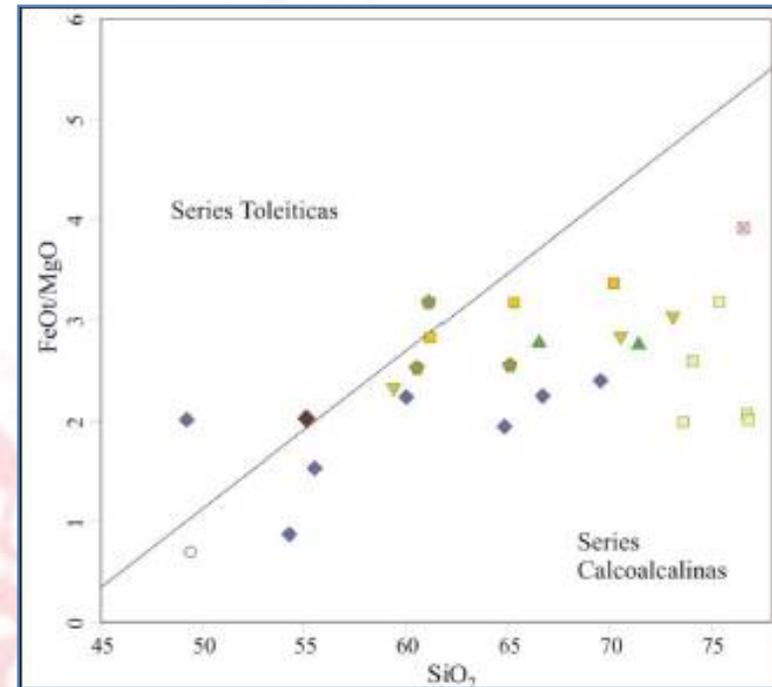
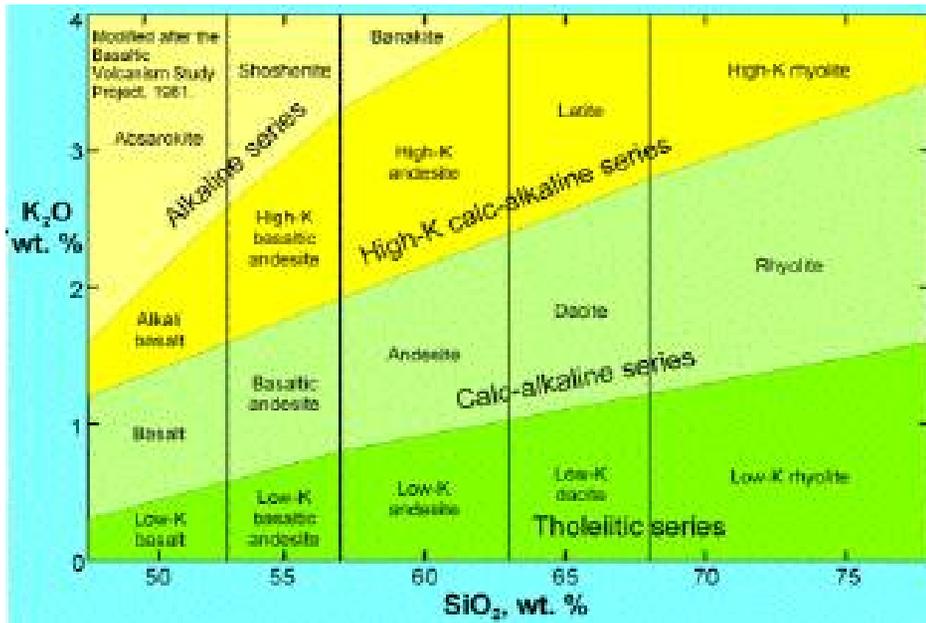


Diagrama Total de **Álcalis** vs  $\text{SiO}_2$  para distinguir rocas alcalinas y sub alcalinas.  $\text{K}_2\text{O}$  vs  $\text{Na}_2\text{O}$  con las subdivisiones Alcalinas.



**Diagramas AFM:** se utilizan frecuentemente para distinguir entre rocas toleíticas y calco alcalinas.





# Características petrológicas de los basaltos alcalinos y toleíticos

## Olivino

En fenocristales y en la matriz.  
No muestra reacción con la matriz

Ausente o presente, sólo en fenocristales; presenta reacción con el líquido residual

## Piroxenos

Solo un piroxeno; augita cálcica, rica en titanio Al, Na sin lamelas de exolución

Pueden coexistir dos piroxenos. Bajo condiciones de enfriamiento apropiadas presentan lamelas de exolución

## Plagioclasa

De composición cercana a An50.

De composición cercana a An50.

# *Características petrológicas de los basaltos **alcalinos** y **teofíticos***

## Feldespato alcalino

Pueden rodear a los cristales de plagioclasa o aparecer en cristales independientes.

Generalmente ausente.

## Matriz

Constituida por olivino-piroxeno-plagioclasa y una mesostasis de feldespato alcalino y/o ceolitas, acompañadas por feldespatoides.

Constituida por piroxenos-plagioclasa y vidrio intersticial ácido. Pueden aparecer olivino férrico.

## Otros caracteres

Abundancia de inclusiones peridotíticas

Ausencia de inclusiones peridotíticas.

# Génesis de los magmas basálticos

## **HIPÓTESIS YODER – TILLEY (1962)**

En general, las altas presiones favorecen la producción de líquidos basálticos alcalinos, mientras que las bajas presiones tienden a producir líquidos toleíticos. Por otra parte, la removilización de la onfacita enriquecerá al líquido en los componentes granatíferos, y puesto que aquélla tiene más diópsida, albita y nefelina normativa que el granate, se originarán líquidos toleíticos, mientras que, por lo contrario, la extracción de granate más rico en anortita, hiperstena y olivino normativos que la onfacita producirá líquidos alcalinos.

## **HIPÓTESIS GREEN-RINGWOOD**

Green y Ringwood (1967) pusieron de manifiesto a partir de datos experimentales que los diferentes tipos de magmas basálticos podían obtenerse directamente por fusión parcial del material pyrolítico.

# ...HIPOTESIS GREEN-RINGWOOD

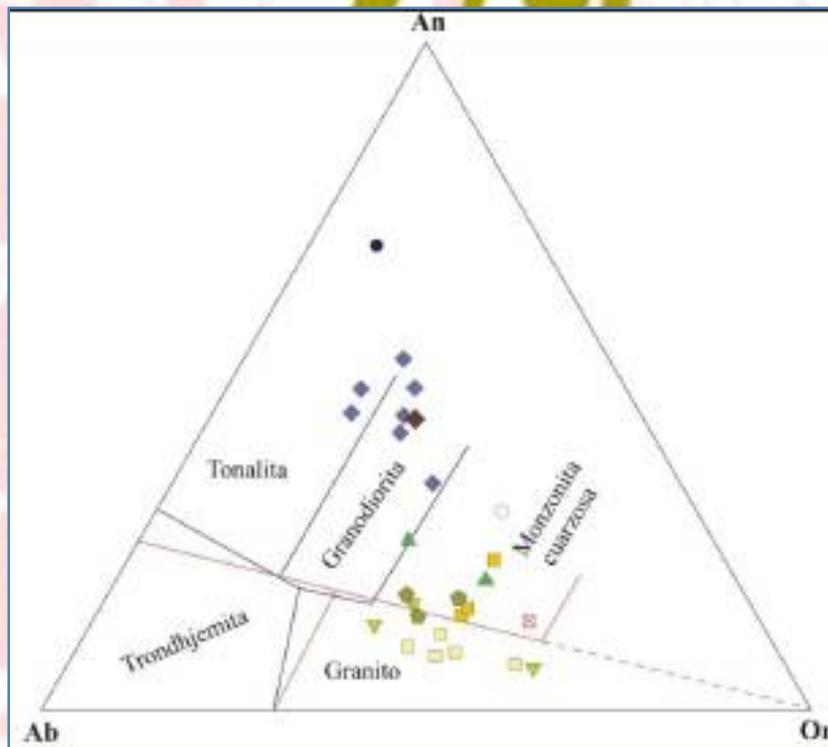
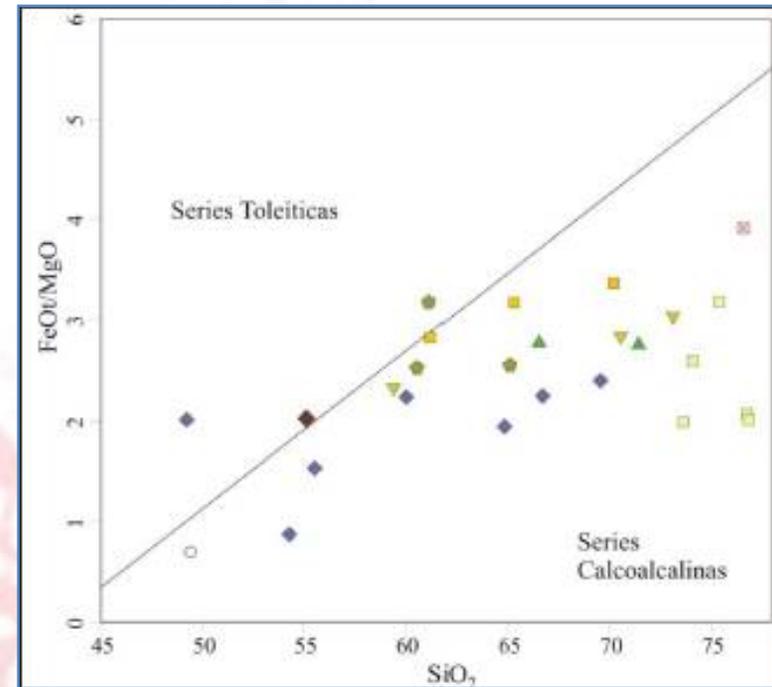
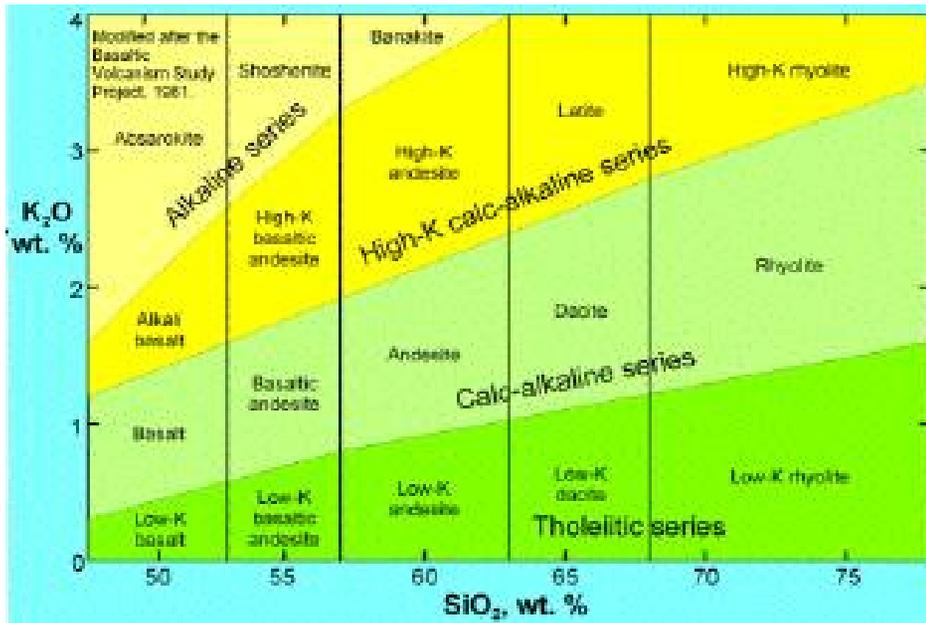
Si la fusión parcial y subsecuente segregación del magma tienen lugar entre 7-12 Kb (-15-35 Km.), presiones bajo las que la asociación mineralógica de la pyrolita es olivino-ortopiroxeno-clinopiroxeno – plagioclasa- cromita, el líquido originado corresponde a una toleita olivinica rica en alumina. Entre los 12-27 Kb (35-70 Km.) , con un grado de fusión parcial 20%, el líquido producido tiene la composición de un basalto alcalino si aumenta el grado de fusión parcial, los magmas van siendo progresivamente menos subsaturados, llegando a ser de composición toleítica-olivínica si aquel es del, orden del 30%. A profundidades de 100 Km o más, en las cuales el granate aparece como fase estable en la pyrolita, los líquidos originados son picritas con más del 30% de olivino normativo. Posteriormente a estas experiencias, los estudios geofísicos confirmaron la existencia de una zona de baja velocidad en el manto superior cuyas características indican que en ella debe de existir un pequeño porcentaje de líquido intersticial. En las regiones oceánicas esta zona de baja velocidad comienza a profundidades de 70-100 km y se extiende hasta los 150-200 km; mientras que en las regiones orogénicas activas puede comenzar a una profundidad de 30-40 km, pudiendo estar ausente en regiones continentales, especialmente bajo los escudos precámbricos.

# Serie Calco -alcalina

Las rocas que integran esta serie son:

- Basaltos calco –alcalinos
- Andesitas
- Dacitas
- Riolitas

Esta serie es típica de cinturones orogénicos, siendo en ella los términos intermedios (andesitas) los constituyentes mayoritarios. Esta característica, diferencia a ésta serie, de la alcalina – toleítica en las que los términos andesíticos son escasos.



# *Mineralogía y Geoquímica*

Los diferentes tipos de rocas que integran esta serie presentan texturas marcadamente porfíricas y minerales con variados grados de zonación ( lo cual indica que su crecimiento no ha tenido lugar en condiciones de equilibrio) y de reabsorción.

En los miembros más básicos de la serie (basaltos y andesitas) la matriz es normalmente cristalina, mientras que en los términos ácidos (dacitas y riolitas) es generalmente vítrea. Los fenocristales son de plagioclasa, clinopiroxeno, ortopiroxeno, hornblenda y cuarzo, y en menor proporción de biotita, minerales opacos, olivino, cordierita y granate.

Por lo que respecta a los minerales máficos el ortopiroxeno aparece en todas las rocas de la serie, tanto en fenocristales como formando parte de la matriz.

La augita es otro constituyente común en las rocas de esta serie. La relación ortopiroxeno/clinopiroxeno aumenta desde los términos basálticos hasta las dacitas a partir de las cuales la augita está ausente; en los términos intermedios, la augita muestra un borde de reabsorción en ortopiroxeno.

## Mineralogía y Geoquímica

Desde el punto de vista geoquímico las rocas de la serie calco – alcalinas presentan un elevado contenido en  $Al_2O_3$  (17%).

El contenido total de álcalis es moderado a alto y aumenta suavemente con el incremento de  $SiO_2$ . La relación  $FeO/MgO$  es casi constante a lo largo de toda la serie, por lo que, a diferencia de la serie alcalina y sobre todo de la toleítica, no hay enriquecimiento en  $FeO$  con la diferenciación.

En general, en los arcos- islas las rocas calco alcalinas con  $SiO_2 < 56\%$  son moderadamente abundantes, mientras que las de áreas continentales se caracterizan por la presencia de andesitas, dacitas, riolitas, siendo las rocas con  $SiO_2 < 56\%$  raras o inexistentes. Por otra parte, la variación en el contenido en  $K_2O$ , tan típica de las rocas de arco –isla, esta prácticamente ausente en el volcanismo tipo andino

## Serie potásica

Además de las series consideradas, la existencia de rocas con minerales potásicos (leucita o pseudoleucita, biotita o flogopita, feldespato potásico), es decir, con un alto contenido en  $K_2O$  y otros elementos tales como Ba, Sr, Rb, Zr, Nb, La, etc; ha conducido a algunos autores a establecer otra serie u otra magma tipo.

Joplin (1965, 1968) considera que las rocas potásicas derivan de un magma específico, para el que propone el nombre de shoshonítico y el de asociación shoshonítica para la serie correspondiente.

El conjunto de rocas potásicas puede dividirse en dos grupos: El de las casi subsaturadas y saturadas en el que se incluyen absarokitas, ciminitas, shoshonitas, banakitas, latitas, toscanitas y liparitas y el de las subsaturadas en el que se incluyan los tipos feldespatoídicos tales como uganditas, leucititas, kivitas, murambitas, etc.

## 2.4 Serie potásica

Desde el punto de vista geoquímico el carácter más sobresaliente de estas rocas es su anormalmente alto contenido en  $K_2O$  que alcanza a veces el 12% y, en casos excepcionales, el 19%. En todos los casos,  $K_2O$  mayor  $Na_2O$  y a veces  $K_2O$  mayor a  $Al_2O_3$ ; son frecuentes los relativamente bajos contenidos en  $SiO_2$  los cuales quedan reflejados en la aparición de minerales tales como olivino, leucita (raramente kalsilita), nefelina y melilita. Jakes y White (1972), refiriéndose a las rocas shoshoníticas de arcos – isla, las subdividen en una serie de tipos basándose en el porcentaje de  $SiO_2$ . Así, las rocas con  $SiO_2$  menores al 54% corresponden a basaltos shoshoníticos (absarokitas), las rocas con un contenido de  $SiO_2$  entre 54% y 61% corresponden a las andesitas shoshoníticas (shoshonitas, banakitas), y a las rocas con un porcentaje aún mayor corresponden a las dacitas shoshoníticas (latiitas o cuarzo – latitas)

## MAGMATISMO

**El magmatismo** estudia el origen, evolución y emplazamiento de los magmas

**Magma:** mezcla fundida de composición silicatada, que contiene cristales en suspensión y gases disueltos (H<sub>2</sub>O; CO<sub>2</sub>) y que se origina por fusión parcial de la corteza o del manto superior.

Composición silicatada: Si, O, Al, K, Ca, Na, Fe, Mg

Cristales en suspensión:

fragmentos de roca (relictos),

granos minerales (neoformados en la cristalización magmática)

Magmatismo y Metamorfismo: El ciclo endógeno

### **El proceso de fusión**

Elevación de la temperatura por encima del punto de fusión (**PF**) de la roca:

### **Control de la fusión**

*La Temperatura* regula el PF de cada mineral.

*La Presión* incrementa la T<sup>a</sup> de fusión.

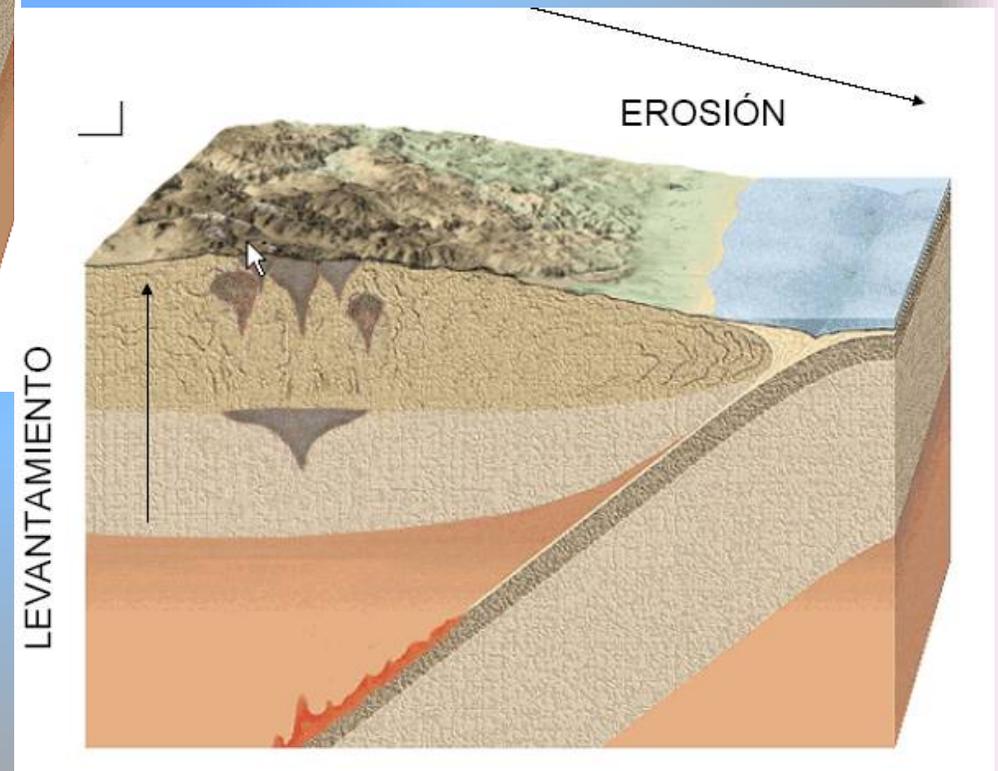
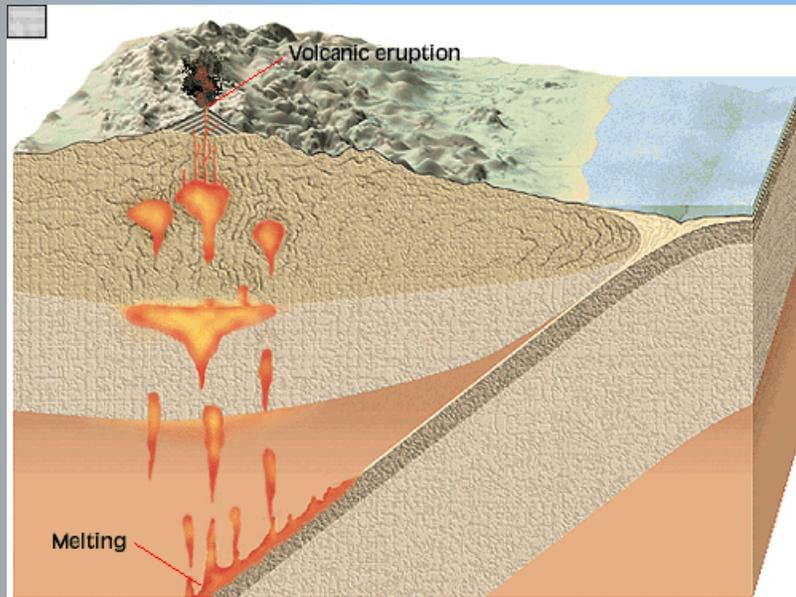
*El contenido en agua* reduce notablemente el PF

*El tipo de roca* determina la temperatura a la que comienza la fusión:

Rocas graníticas (750 °C)

Rocas basálticas (1000 °C)

**Temperatura: gradiente geotérmico (20-30 °C/km)** Transmisión de calor: Fricción en zonas de subducción Descenso de las rocas a zonas de alta temperatura Ascenso de material (sólido) profundo y caliente Tarbutky Lutgens(1999)



**Presión:** El aumento en la presión de confinamiento (profundidad) produce un incremento en la temperatura de fusión de las rocas: el magma es de menor densidad y mayor volumen específico que las rocas a partir de las cuales se genera.

**Las rocas funden cuando disminuye la presión de confinamiento:** Ascenso por una corriente convectiva Ascenso a favor de fisuras

**Los magmas se generan bajo tres tipos de condiciones:**

**1: *aumento de la temperatura:*** un cuerpo magmático de una fuente profunda asciende y funde las rocas de la corteza

**2: *disminución de la presión (sin adición de calor)***

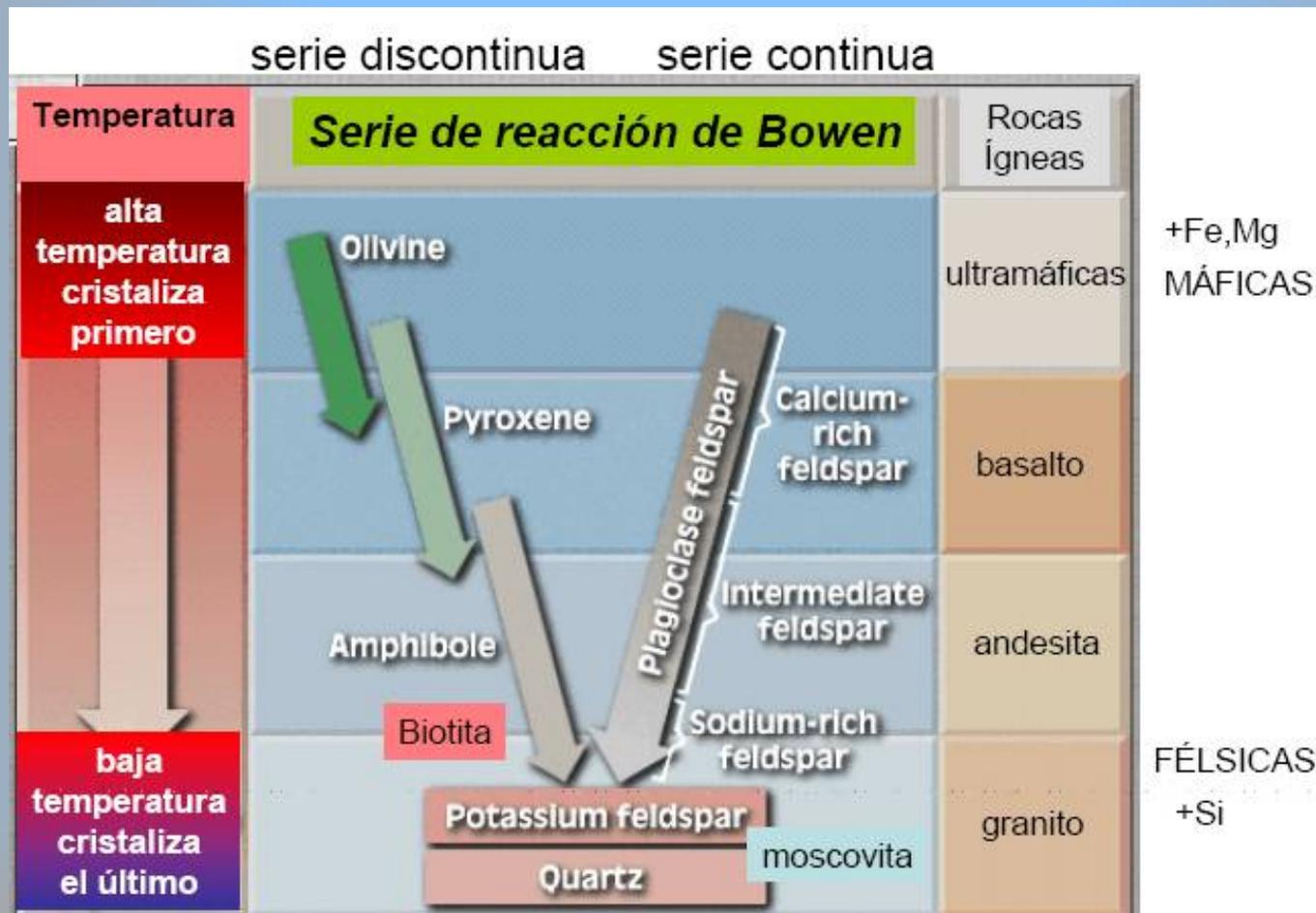
**3: *introducción de volátiles***

Cuando un magma alcanza la superficie terrestre y se solidifica en el exterior da lugar a: **las rocas extrusivas o volcánicas**

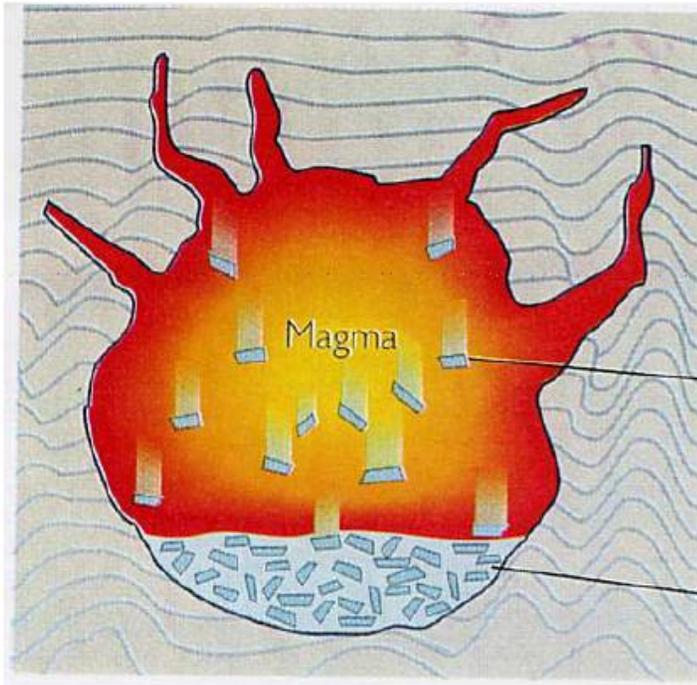
Cuando se solidifica en el interior da lugar a: **Las rocas intrusivas o plutónicas**

**ROCAS ÍGNEAS**

- Cristalización magmática Cuando desciende la  $T^a$  los iones dispersos comienzan a combinarse y cristalizar, formándose los distintos grupos de silicatos. La cristalización del magma también implica un intervalo de temperatura *Serie de Bowen* Los silicatos se forman siguiendo un orden de cristalización regulado por el PF de cada mineral. Se diferencian dos secuencias de minerales: serie continua y serie discontinua.



## CRISTALIZACIÓN MAGMÁTICA



CRISTALES

ROCA

## Tipos de magmas

### ***Magmas basálticos:***

**pobres en sílice: ( $\text{SiO}_2 \approx 50\%$ ), muy fluidos y con PF de 900 a 1200 °C**

***Fusión parcial (10-30%) de rocas ultramáficas en el manto superior:  
peridotitas***

***Dorsales (+ $\text{SiO}_2$ ): toleítico***

***Intraplaca-Islas oceánicas (+ Na,K): alcalino***

### ***Magmas silíceos:***

**Ricos en sílice: ( $\text{SiO}_2 \approx 65 - 75\%$ ), muy viscosos y con PF de 700 –800 °C**

***Fusión parcial de corteza oceánica y continental***

### ***Zonas de subducción:***

***magma basáltico + corteza continental fundida: magma andesítico***

***Fusión parcial de la corteza continental: magma riolítico***

## TIPOS DE MAGMAS-COMPOSICIÓN QUÍMICA

% ÓXIDOS	BASÁLTICO	ANDESÍTICO	RIOLÍTICO
SiO <sub>2</sub>	49	57	72
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18	19	14
FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9	7	3
MgO+CaO	20	9	2
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	3	5	8
Otros	1	3	1

## **Evolución de magmas**

### **Asimilación y mezcla de magmas**

**La diferenciación magmática no explica por si sola la diversidad de las rocas ígneas.**

**La composición del cuerpo magmático puede cambiar:**

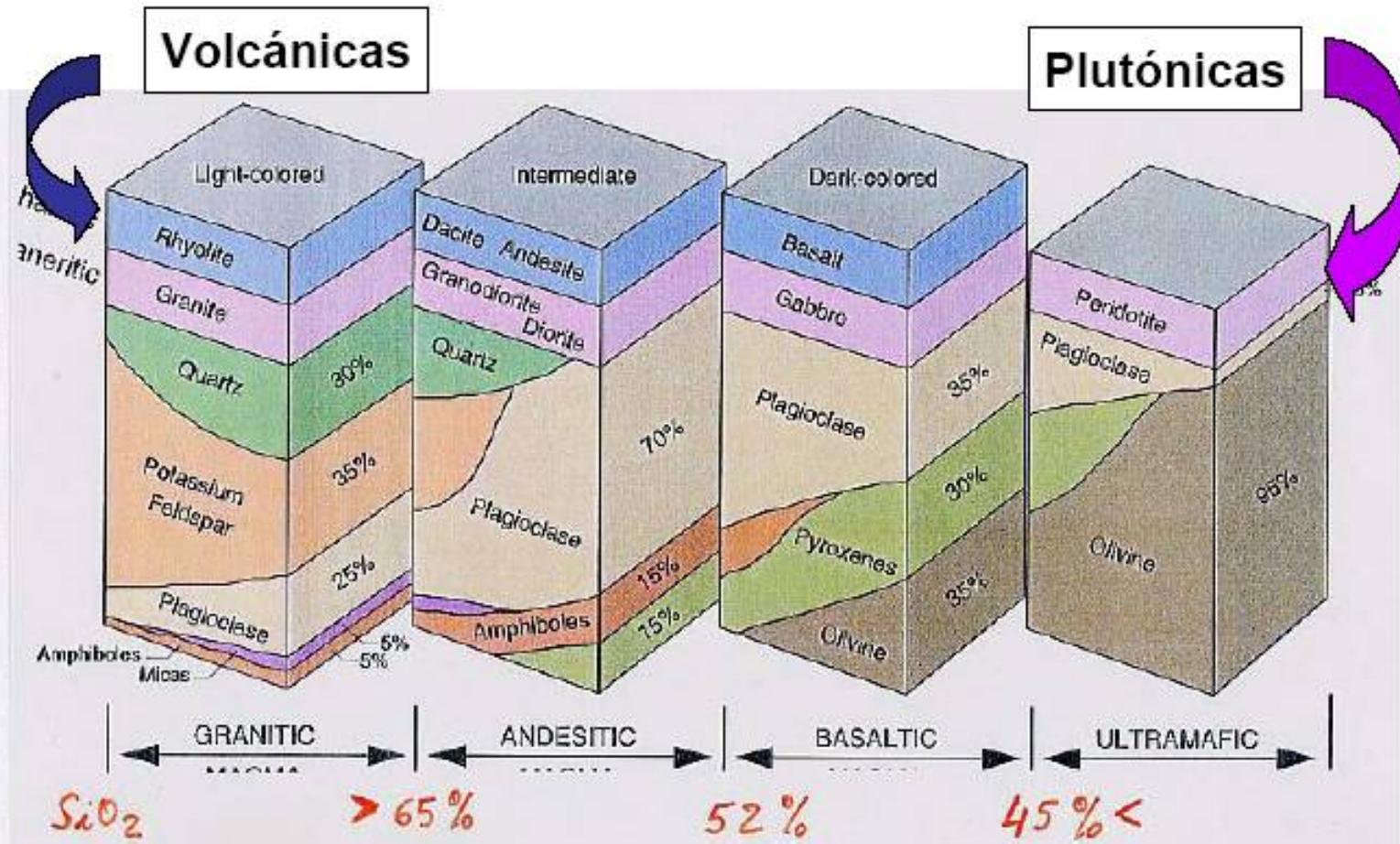
***Asimilación:***

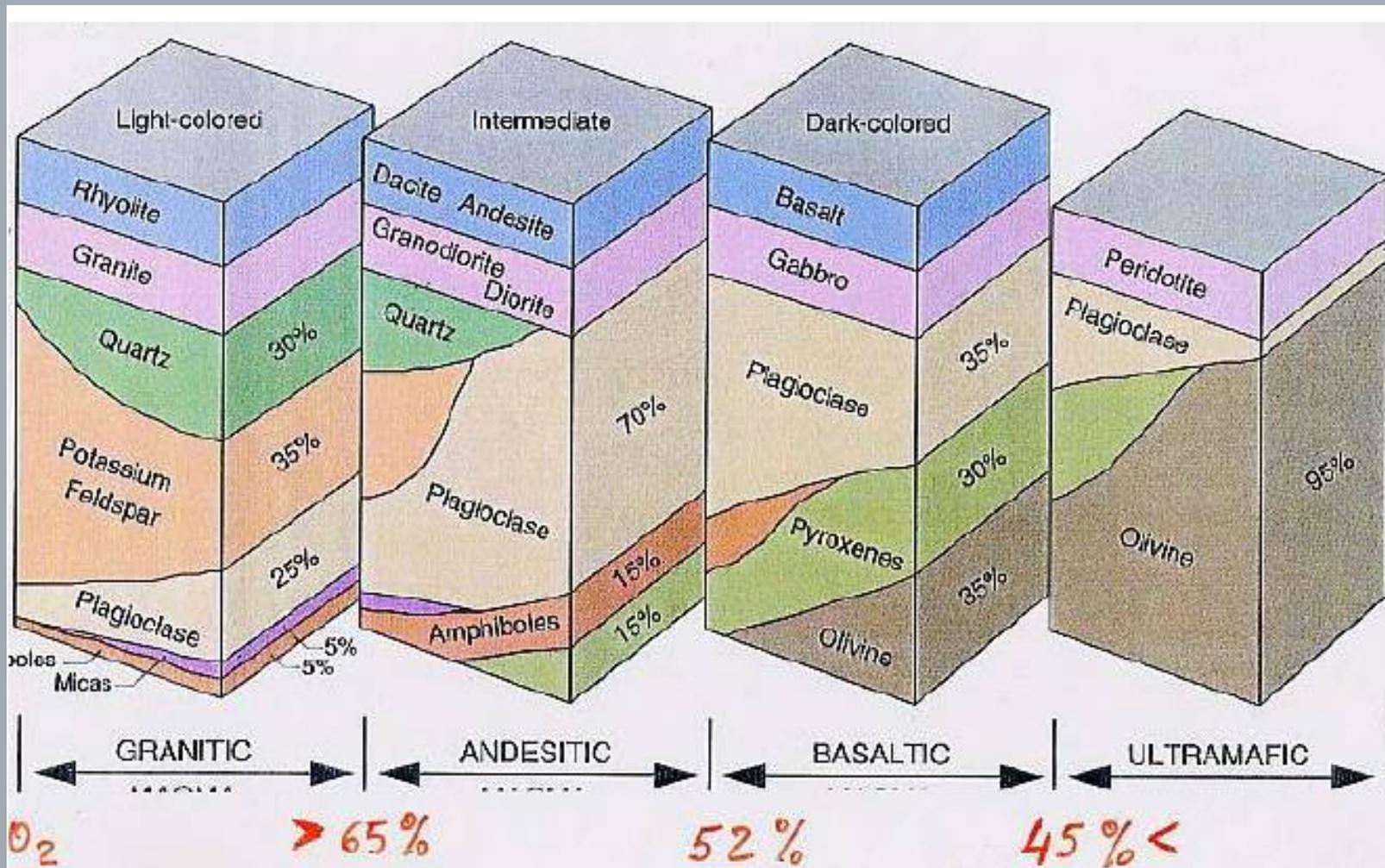
**incorporación en el magma de las rocas del entorno próximo**

***Mezcla de magmas, recarga de la cámara magmática.***

**Un cuerpo magmático es alcanzado por otro**

# COMPOSICIÓN MINERALÓGICA ROCAS ÍGNEAS





**En función de:**

**Magma: b-toleítico; b-alcalino; andesítico; riolítico**

**Diferenciación: fusión parcial; cristalización fraccionada**

**Evolución: asimilación; mezcla**

### **Series**

**toleítica: basaltos y gabros toleíticos (no hay diferenciación: dorsales, islas oceánicas)**

**alcalina: basalto-grabro hasta riolita-granito alcalinos (diferenciación**

**extrema: puntos calientes)**

**calcoalcalina: basalto-grabro/riolita-granito alcalinos (asimilación, mezcla: bordes de placa destructivos)**

**Emplazamiento:**

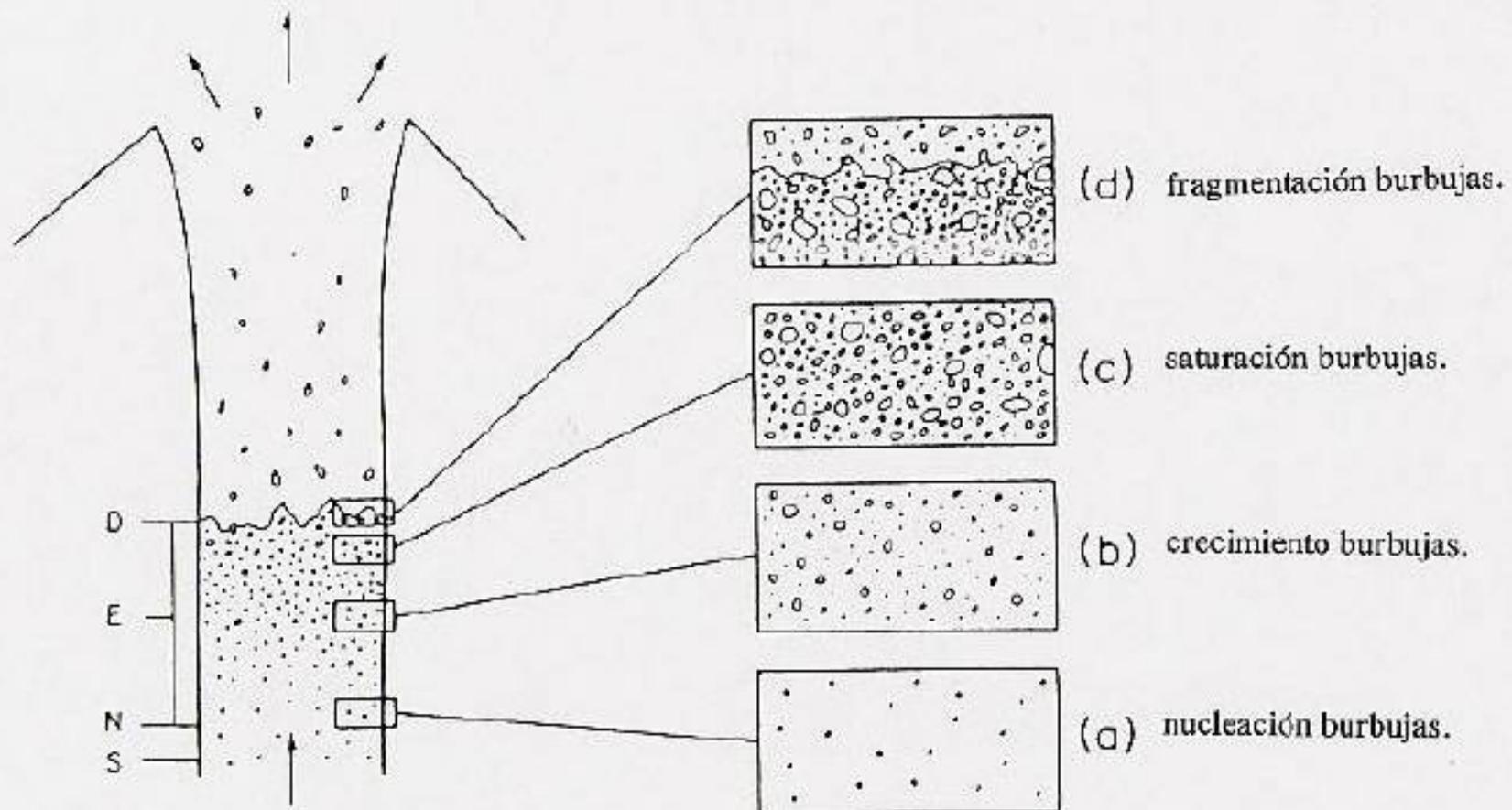
**Naturaleza de las erupciones**

**Volcánicas Naturaleza de los cuerpos intrusivos**

**El magma asciende por pérdida gradual de la densidad del fundido (disminución de la presión de confinamiento y aumento de volúmen).**

**Las *erupciones volcánicas*, más o menos violentas, se producen mediante procesos de desgasificación, cuando el magma alcanza la superficie terrestre. Durante la erupción se liberan a la atmósfera los componentes volátiles, dejando un residuo que se enfría y solidifica dando lugar a las rocas volcánicas**

# NUCLEACIÓN DE BURBUJAS FORMACIÓN DE VESÍCULAS- ORIGEN DE LOS PIROCLASTOS



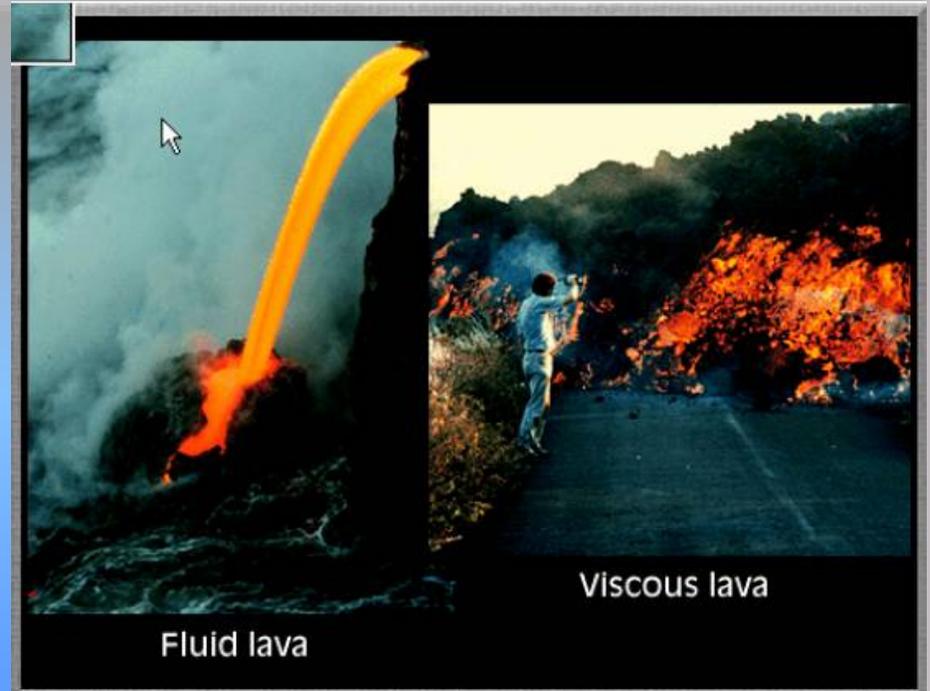
Los materiales fundidos que ascienden a través de las fracturas, solidifican en el exterior dando origen a los *edificios volcánicos*

Los materiales fundidos pueden fluir de manera tranquila en forma de *lavas*, o de manera violenta arrojando fragmentos de diverso tamaño, que se denominan *piroclastos*

(*cenizas* (< 2mm), *lapilli*(2-60mm), *bombas* (>60 mm)

Los materiales se acumulan alrededor del foco emisor, originando una montaña en forma de *cono* cuyo vértice se sitúa el *cráter* (*caldera*)





Composición del magma	Sílice % SiO <sub>2</sub>	Viscosidad	Contenido o en gas	Formación de piroclastos	Forma volcánica
BASÁLTICO	≈ 50	baja	bajo (1 - 2 %)	No/escasos	Escudo Cono de cenizas
ANDESÍTICO	≈ 60	media	medio (3 - 4 %)	frecuentes	Conos compuestos estratovolcán
RIOLÍTICO	≈ 70	alta	alto (4 - 6 %)	predominan	Domos Flujos piroclásticos

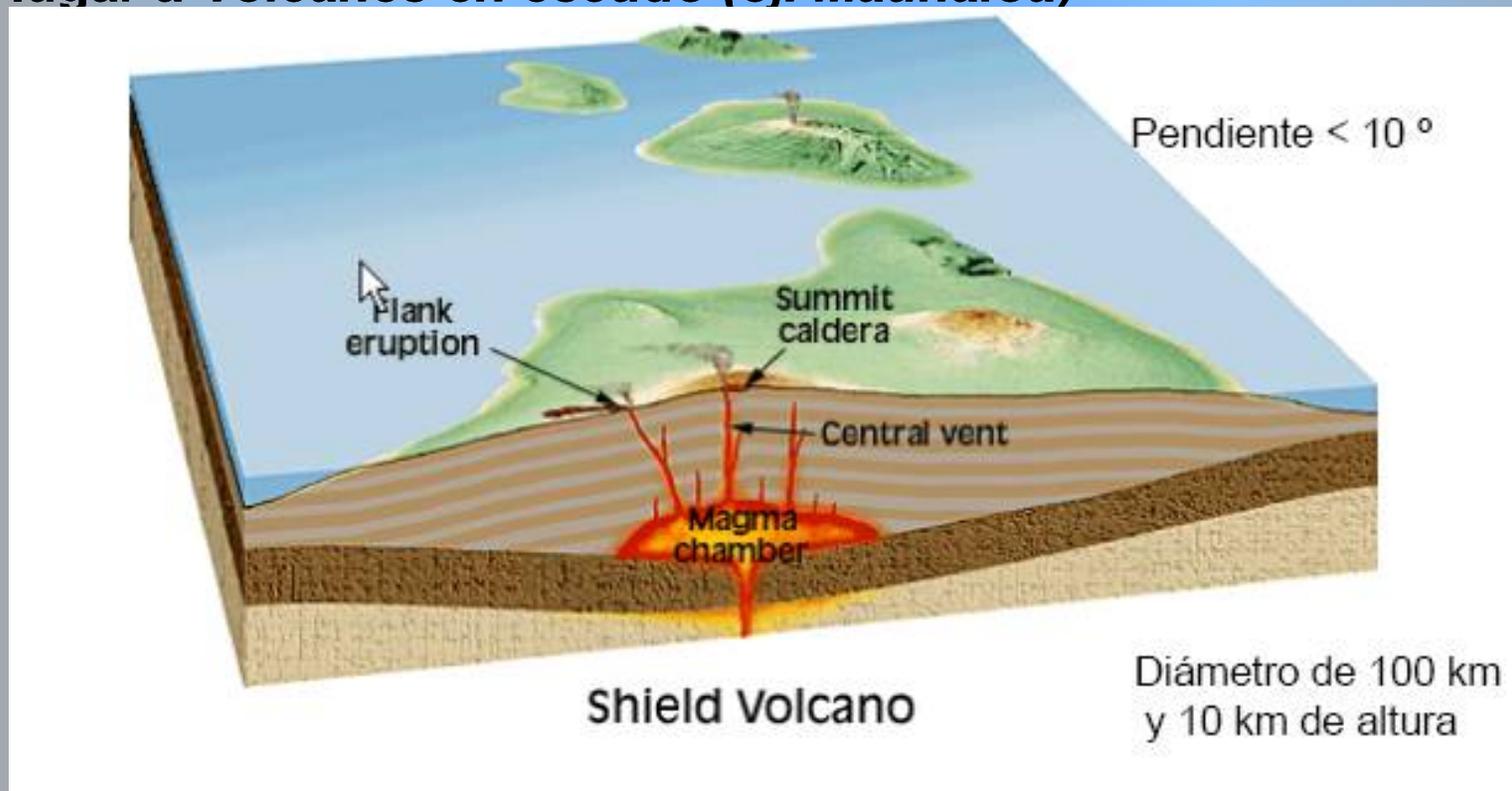
Coladas de lava que pueden fluir a 30-40 km/h

*Coladas aa*: lavas de movimiento lento (m/h), con bajo contenido en gases elevado espesor (3-10 m)

*Coladas pahoehoe*: coladas muy fluidas y de pequeño espesor: formas fusiformes y cordadas. Tubos, disyunción columnar

*Lavas almohadilladas*: erupciones volcánicas submarinas; se forman bloques redondeados

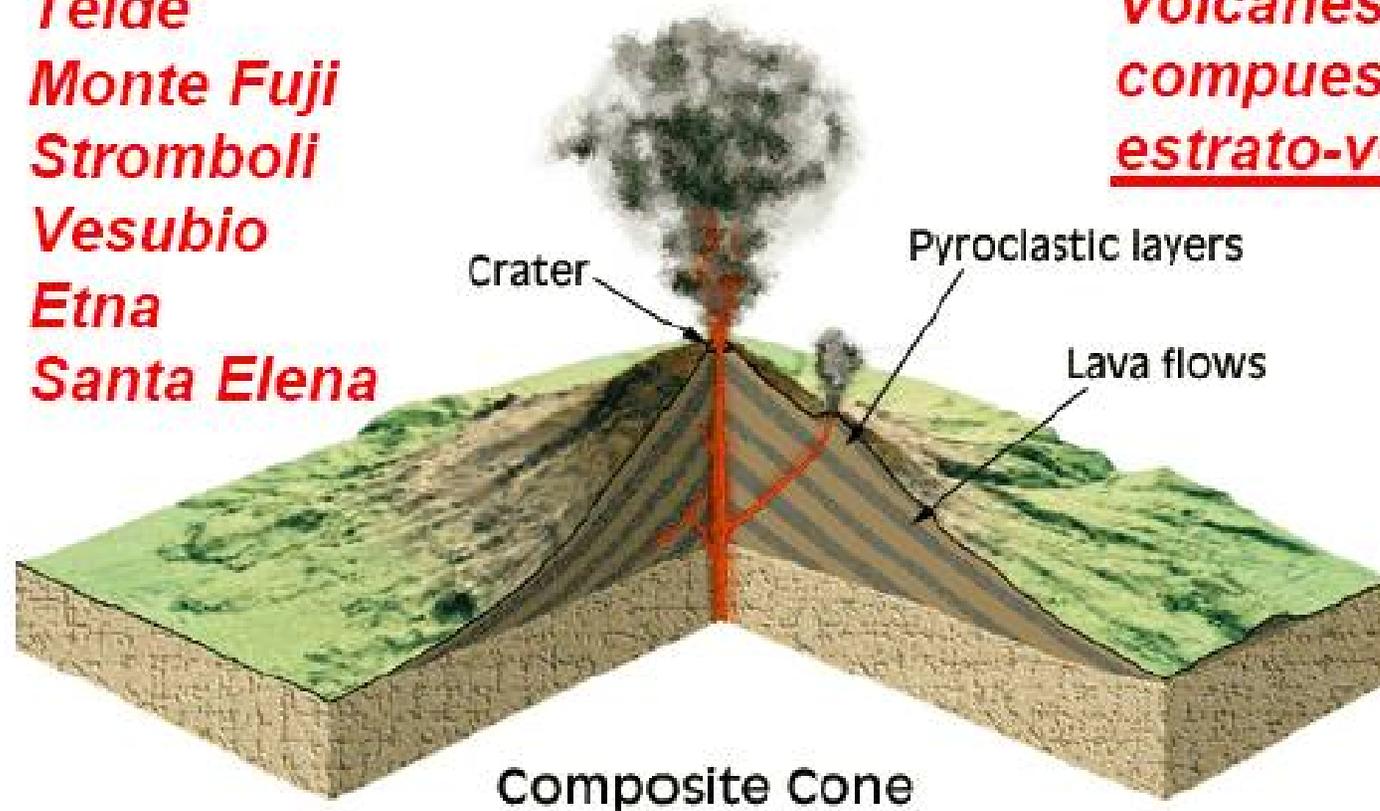
- La extrusión de grandes cantidades de lava de forma continua da lugar a *Volcanes en escudo (ej. Maunaloa)*



Erupciones de menor temperatura y lavas más viscosas  
En la chimenea del volcán se forman *domos* masivos que impiden la salida de los gases (altas presiones, explosión violenta, *flujos piroclásticos*)

**Teide**  
**Monte Fuji**  
**Stromboli**  
**Vesubio**  
**Etna**  
**Santa Elena**

**Volcanes**  
**compuestos o**  
**estrato-volcanes**



Cuando los magmas solidifican en el interior de las rocas corteza presentan diversas formas:

**Batolitos:** grandes masas globosas con dimensiones de afloramiento > 100 Km<sup>2</sup>

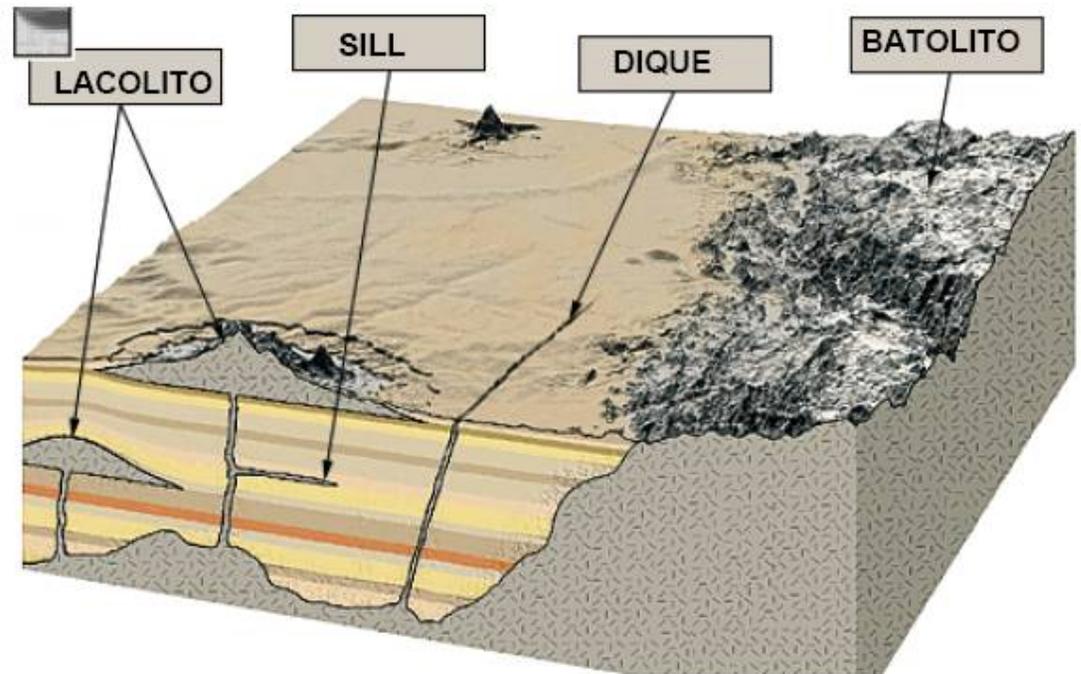
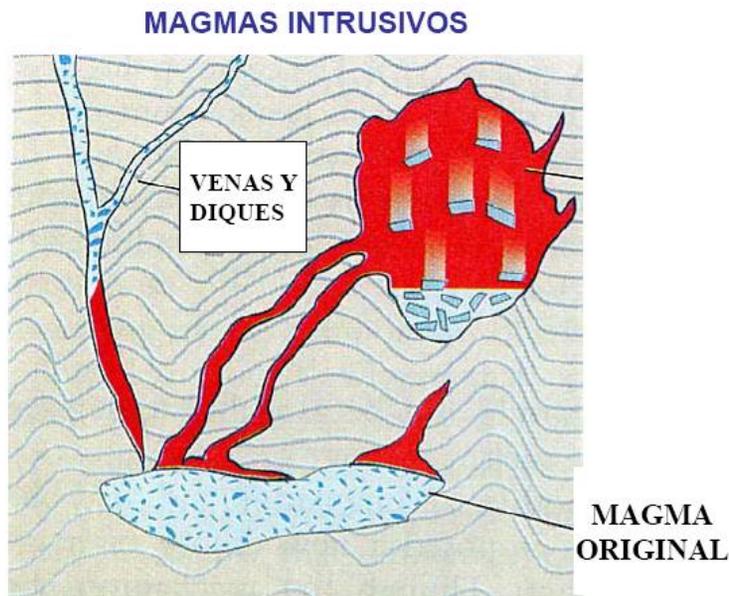
**Plutón:** cámara magmática consolidada de tamaño menor que el batolito

**Sill:** cuerpo intrusivo tabular inyectado a favor de estructuras en capa

**Lacolito:** Sill con techo abovedado

**Lopolito:** Sill con estructura cóncava

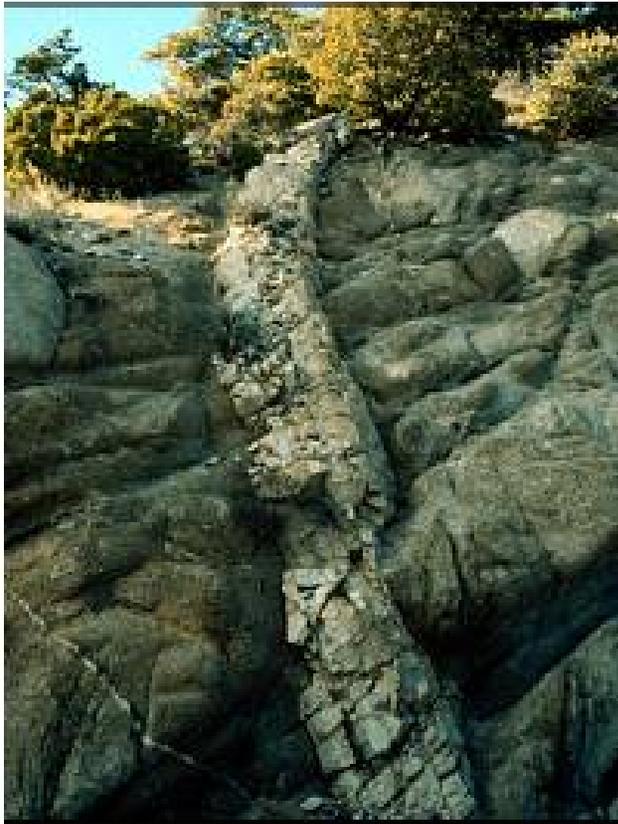
**Dique:** cuerpo intrusivo tabular discordante con las estructuras de la roca de caja (estratos o capas)



# BATOLITO

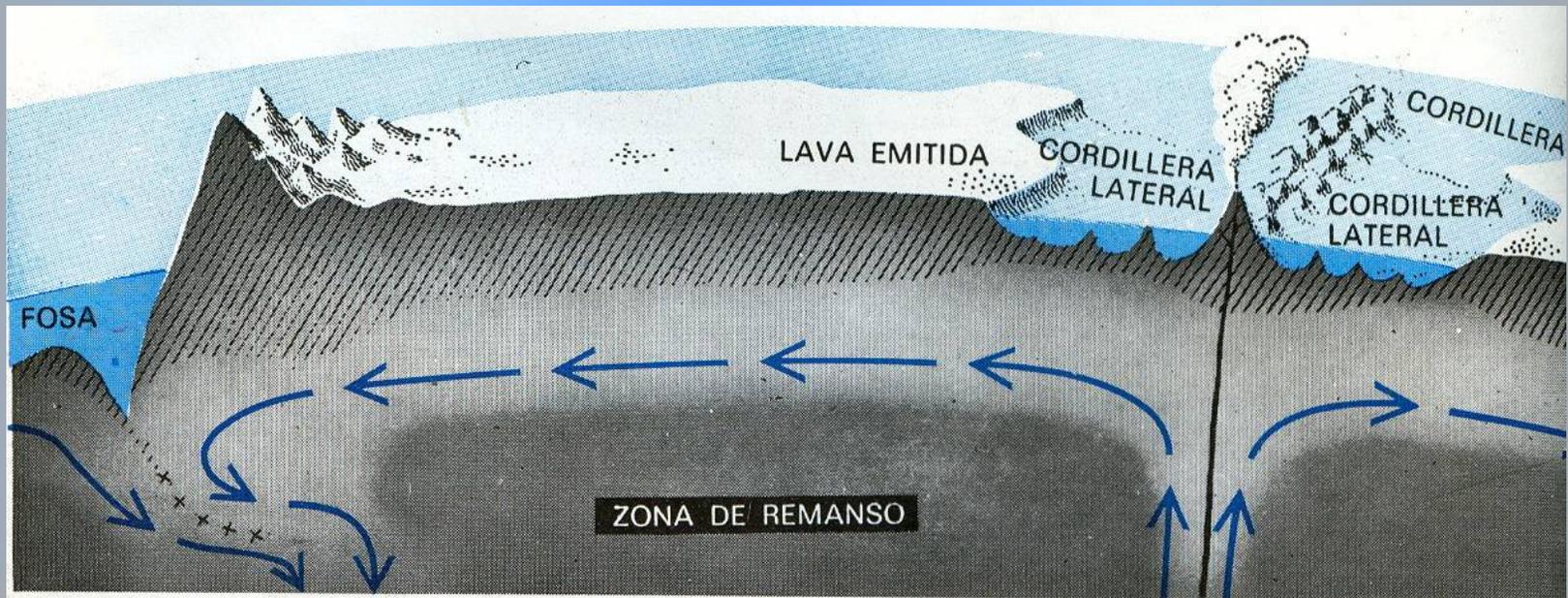
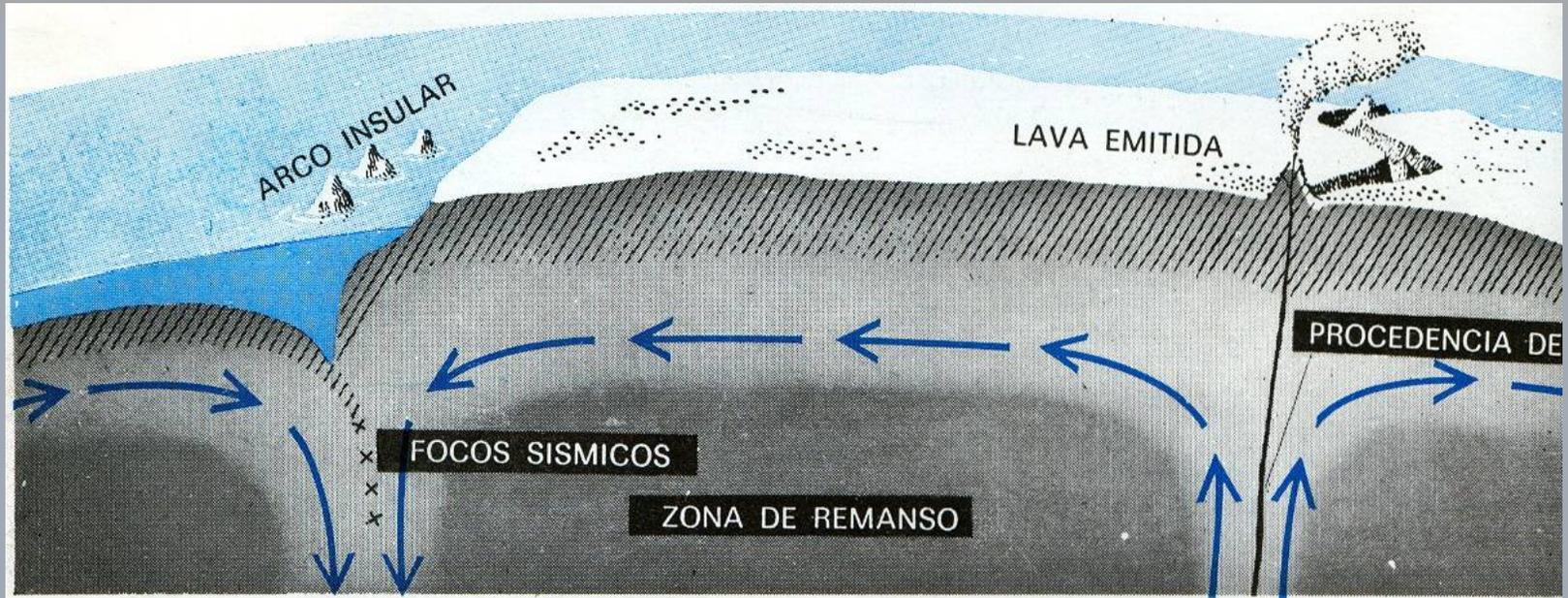


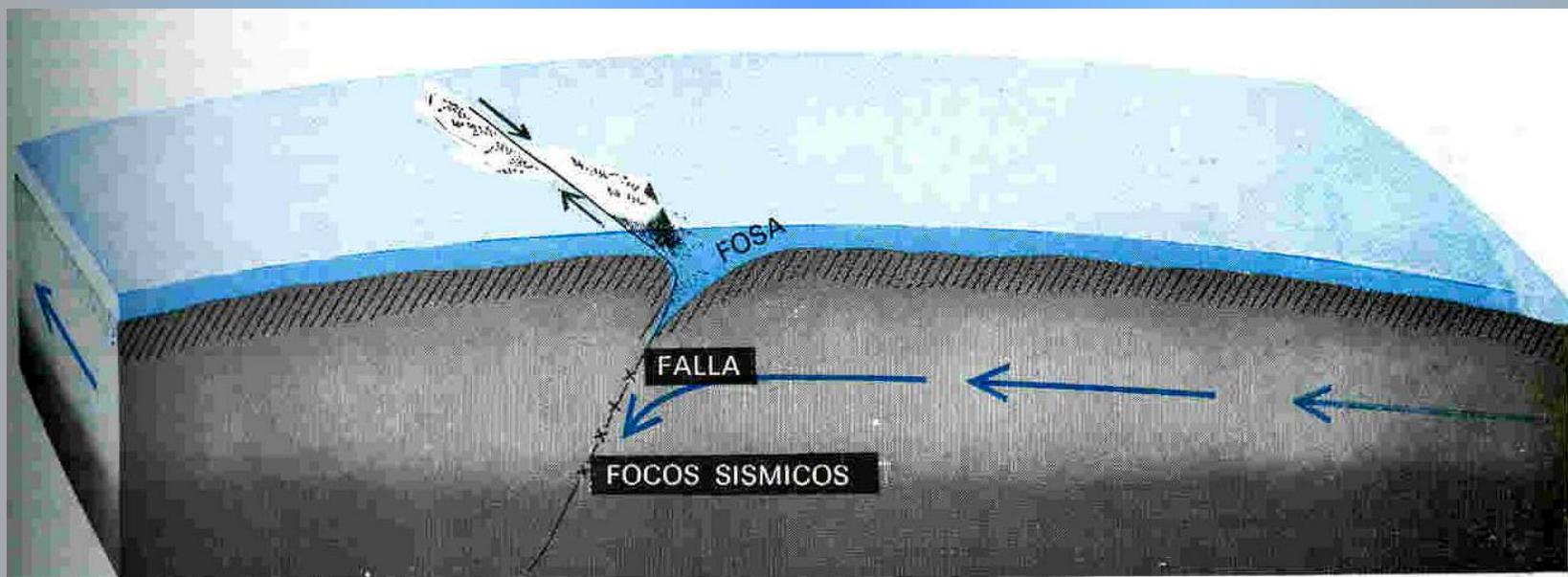
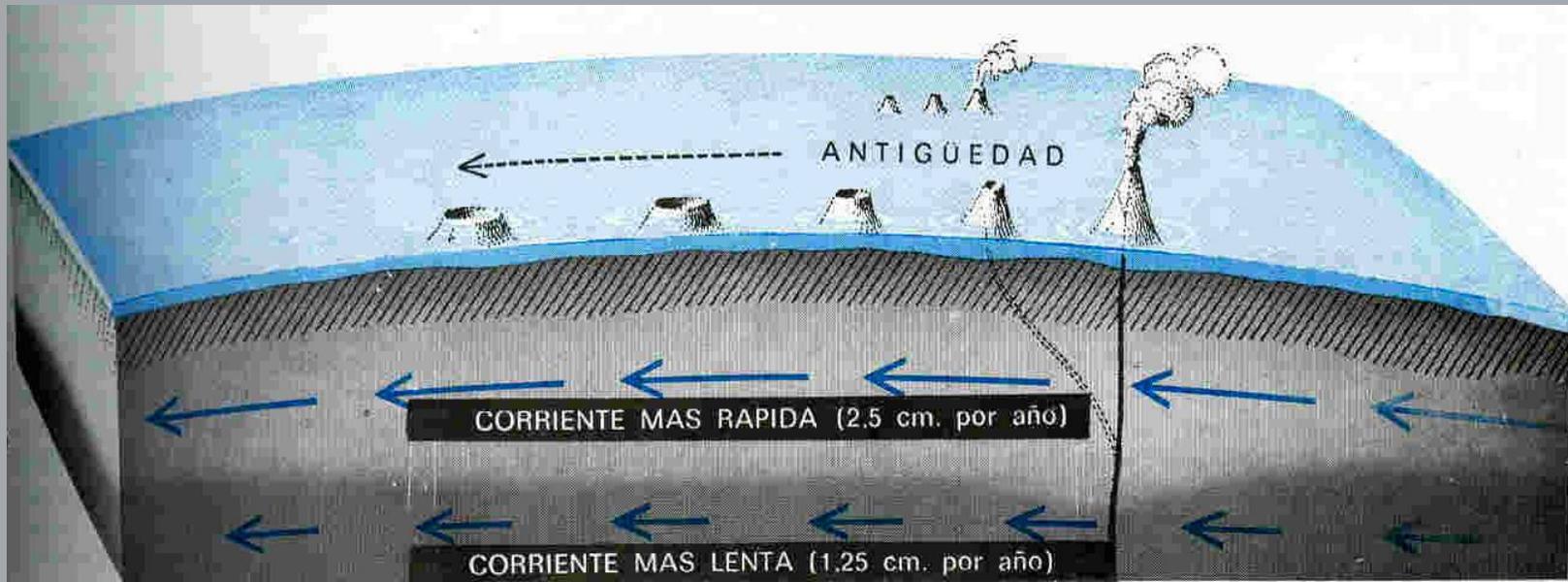
DIQUE

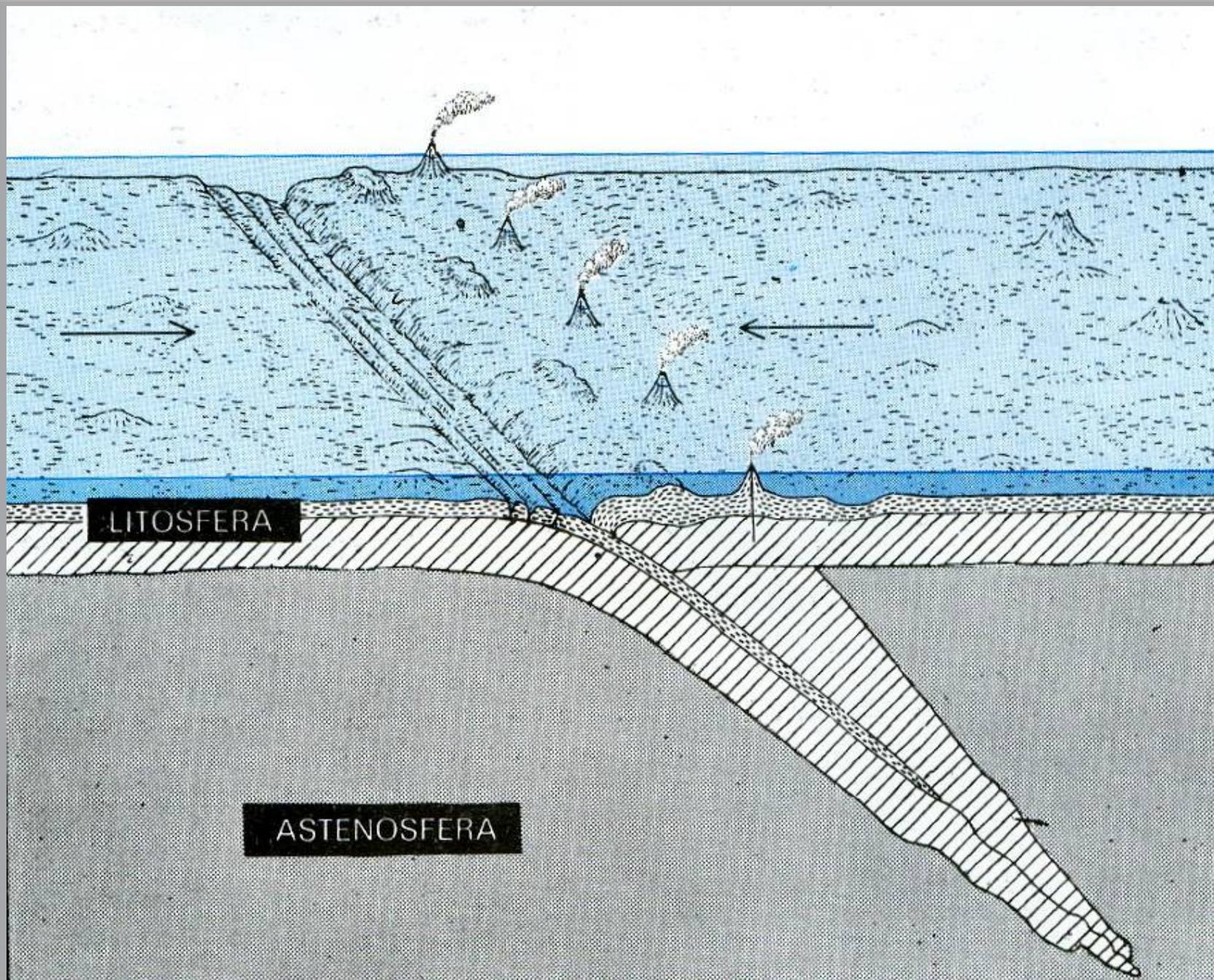


SILL-LACOLITO

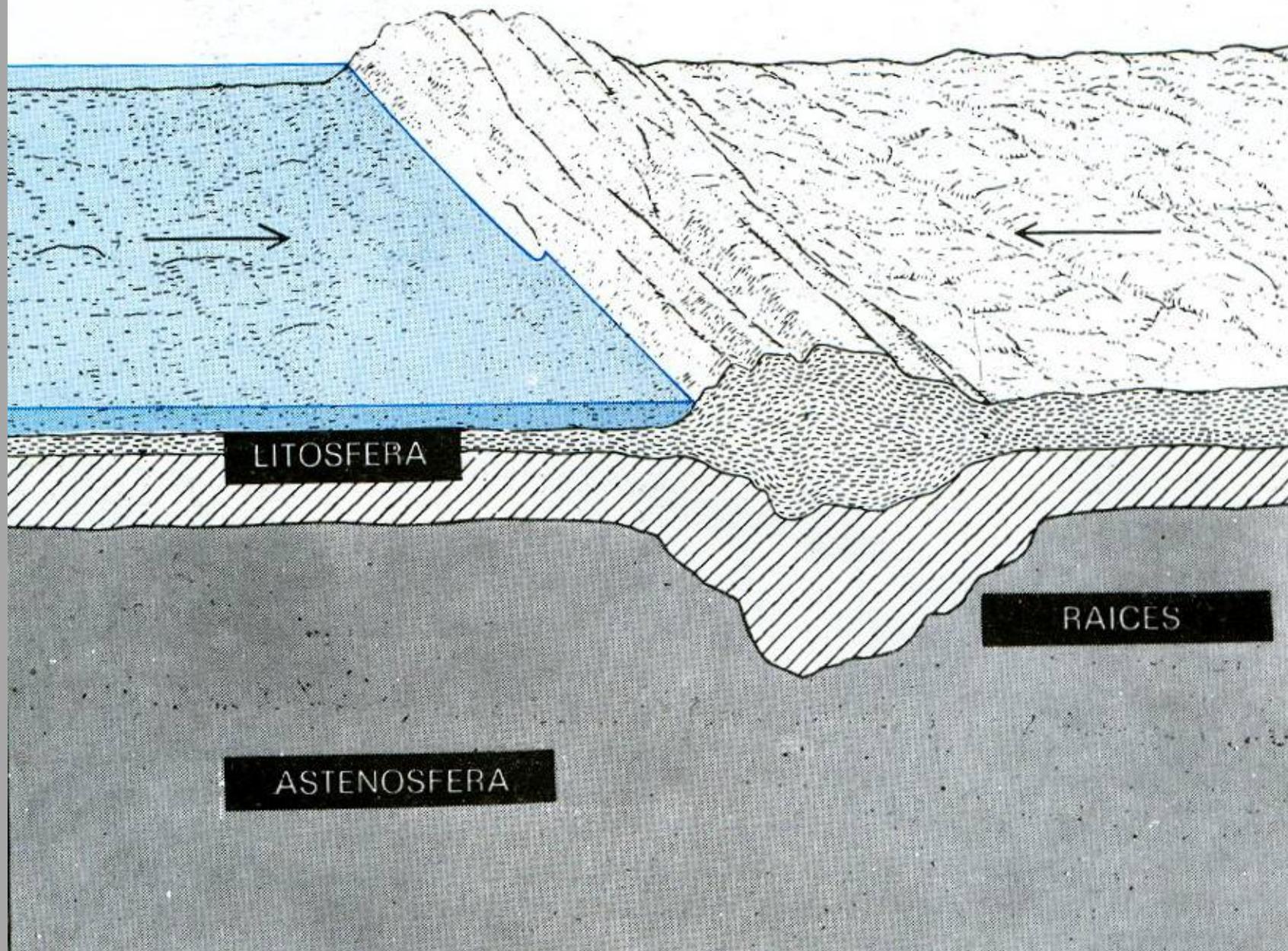


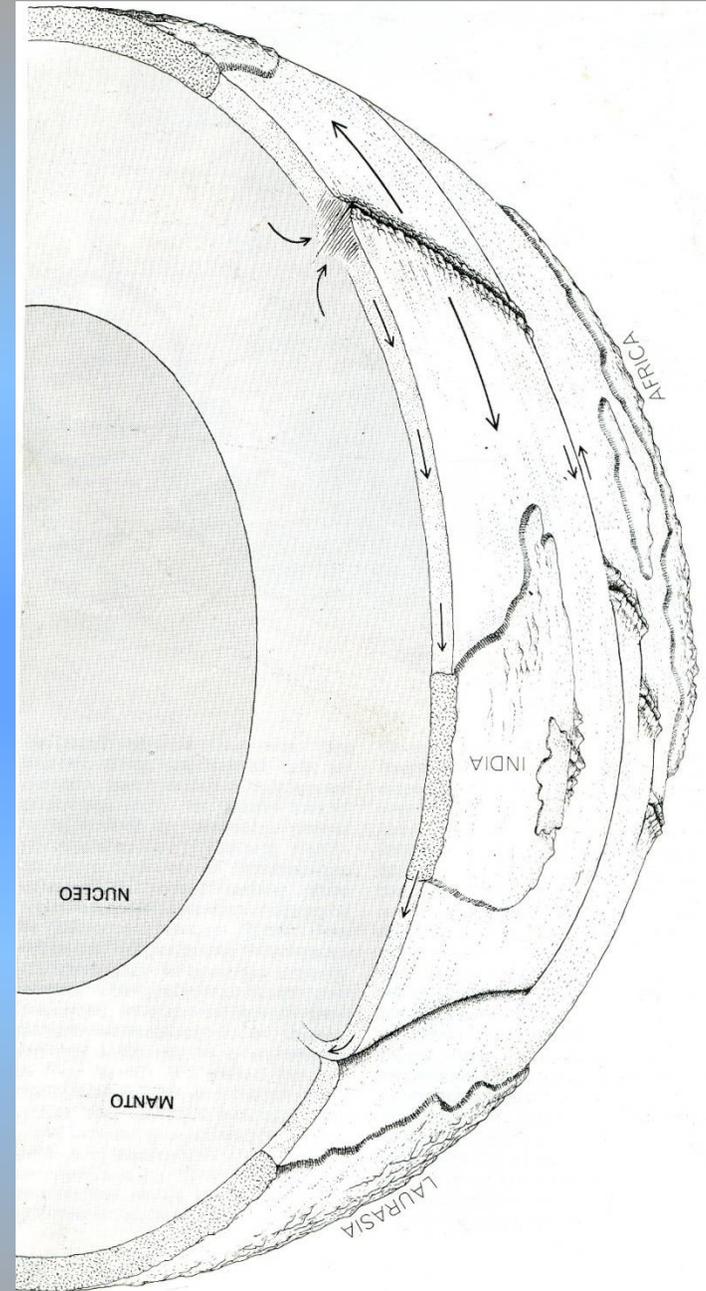
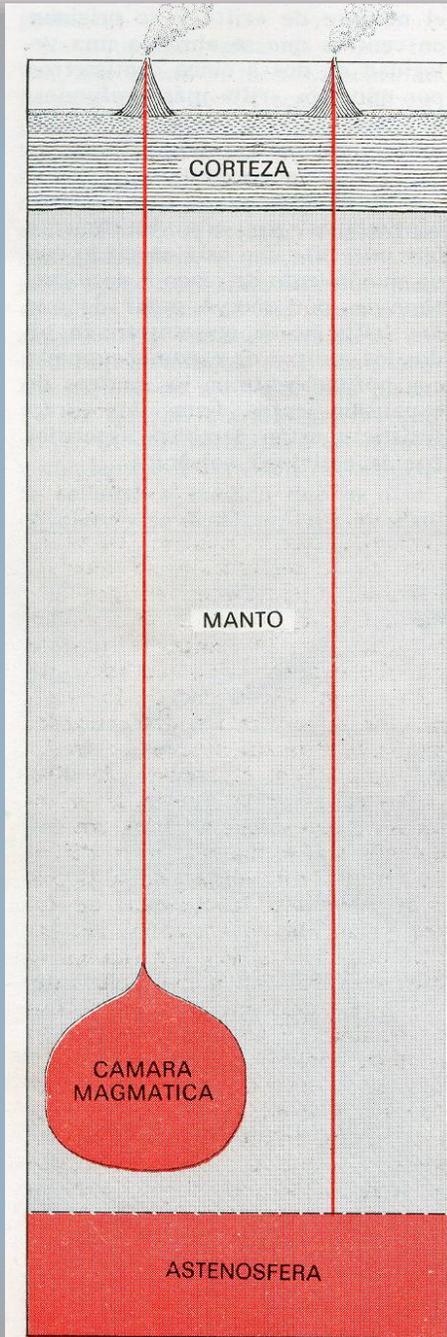


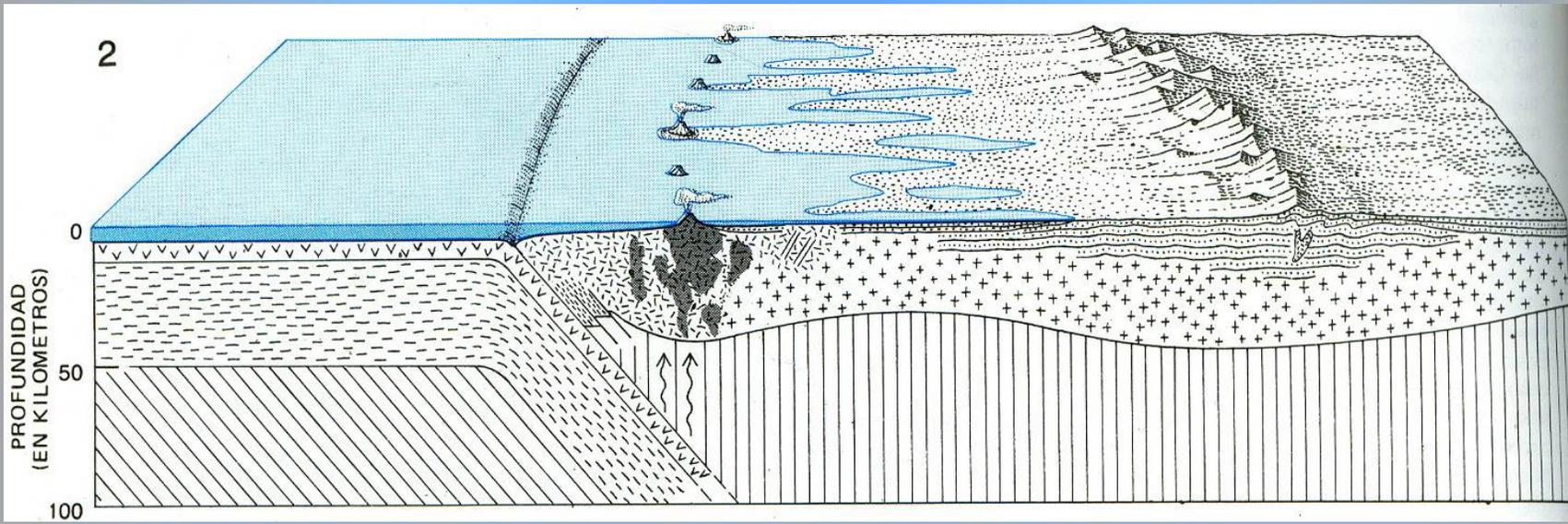
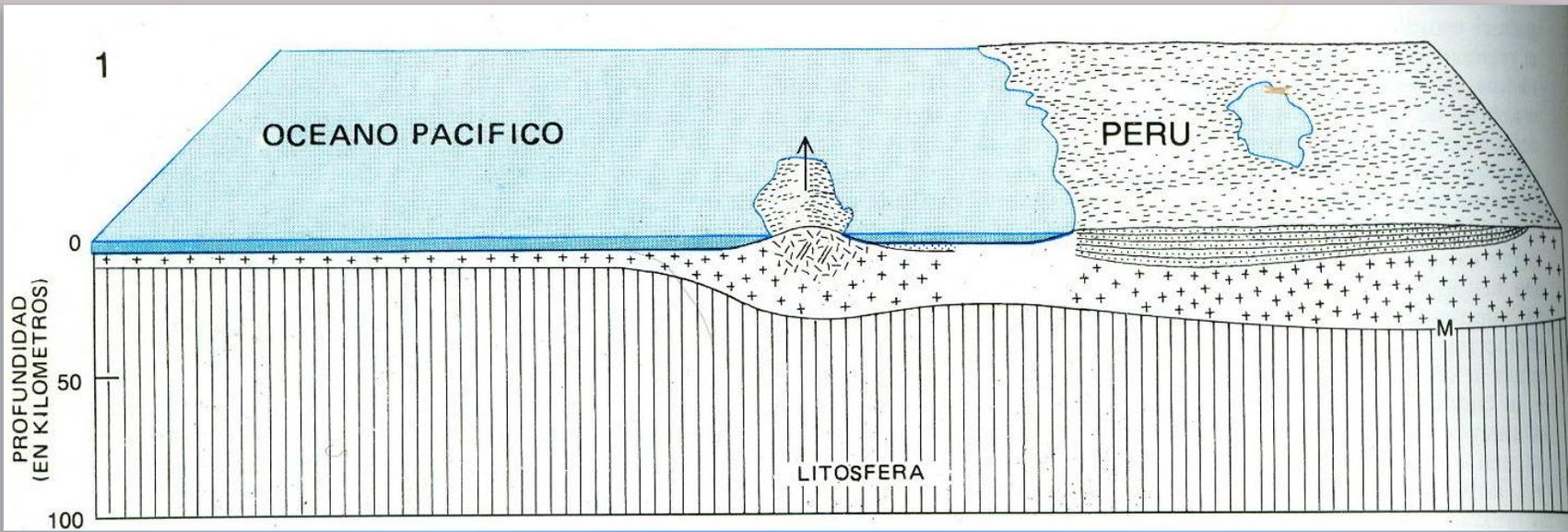


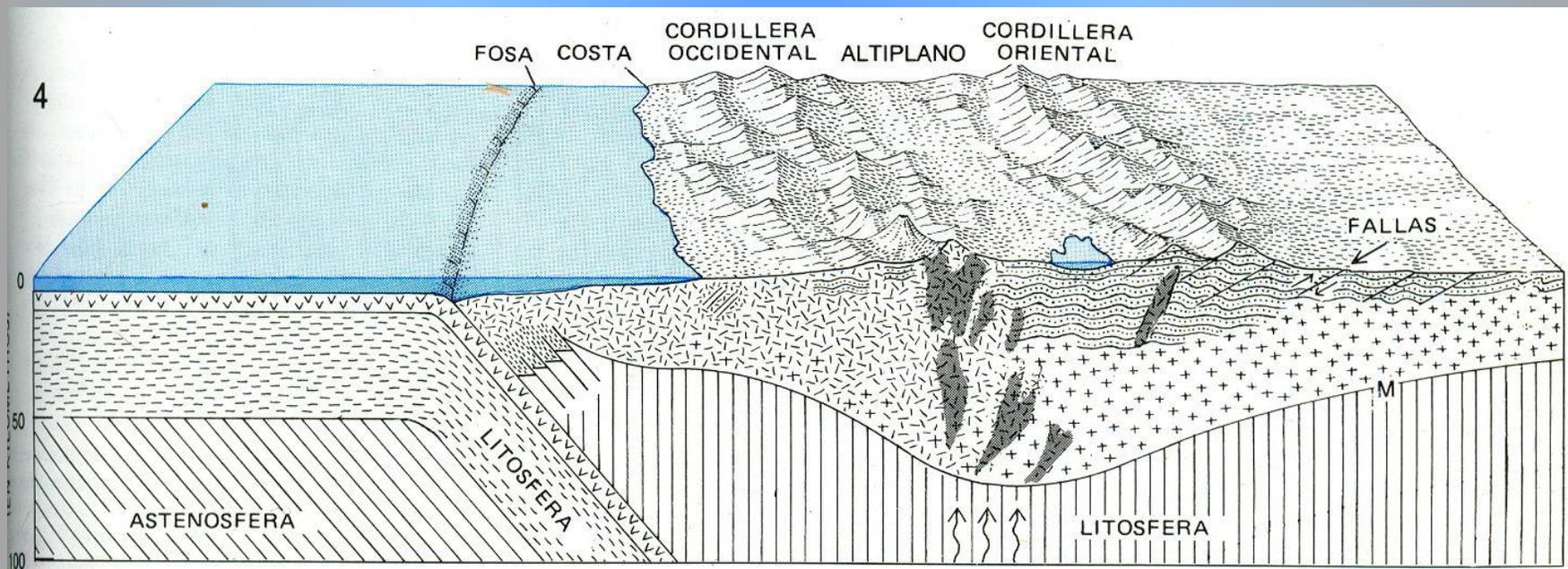
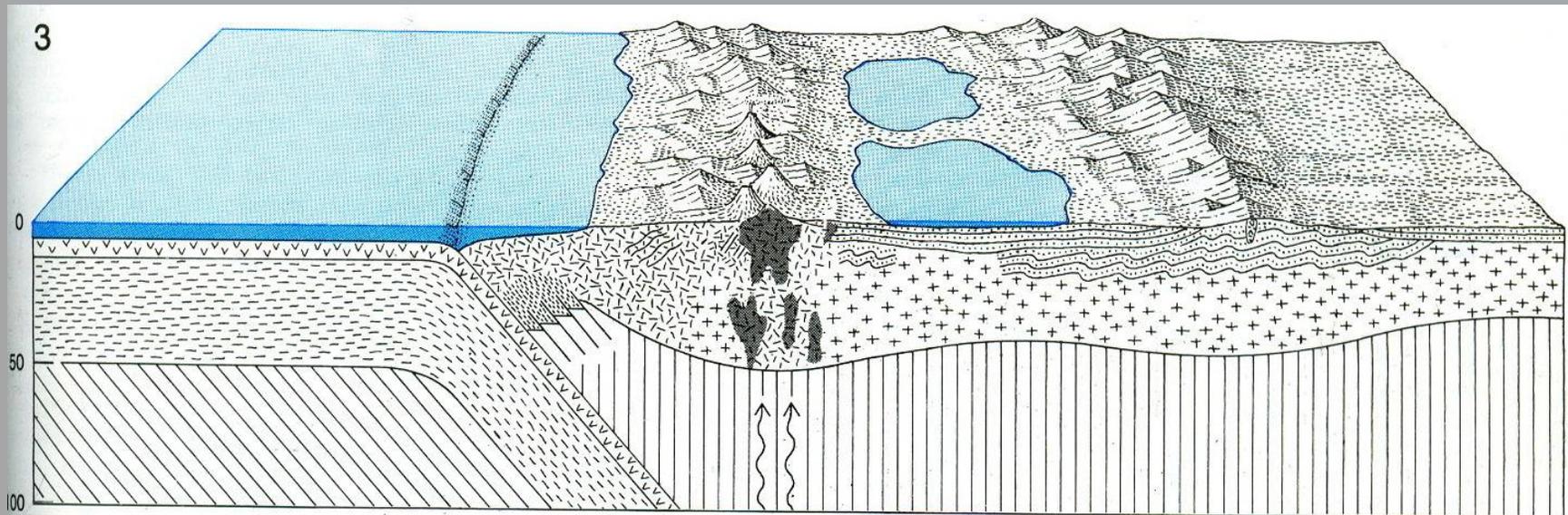


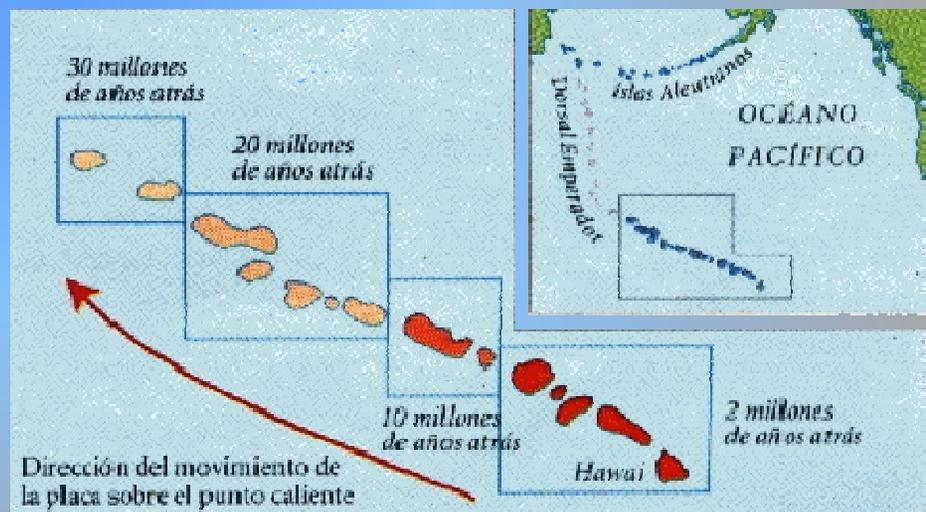
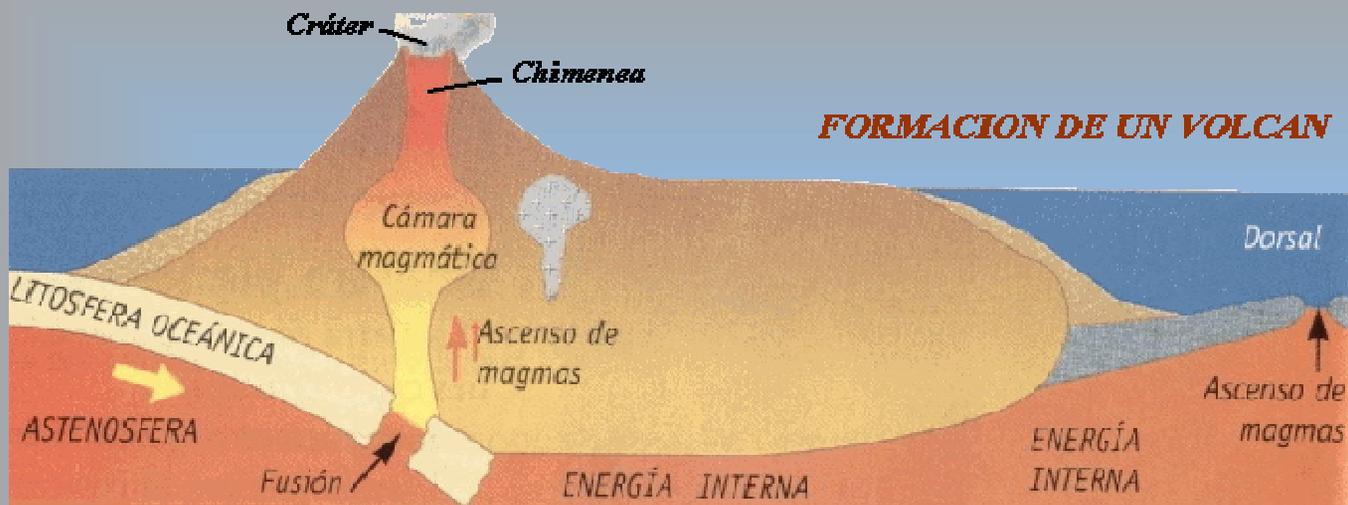
# MONTAÑAS RECIENTES

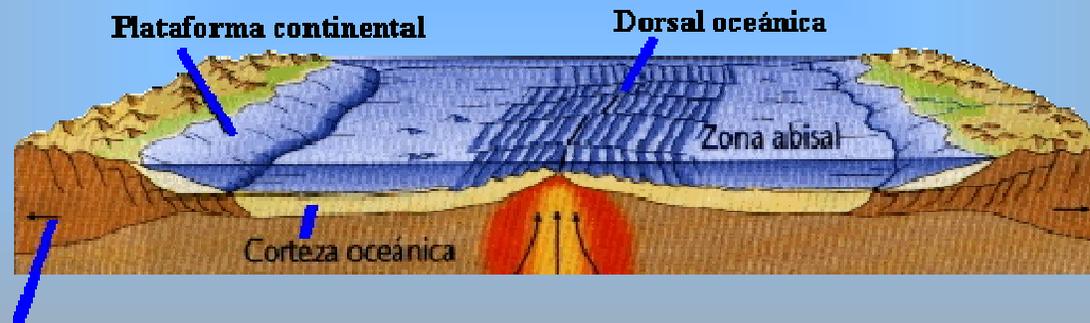
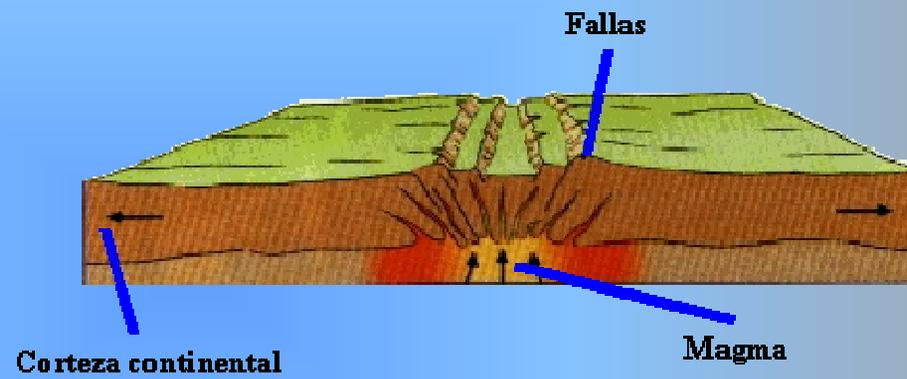
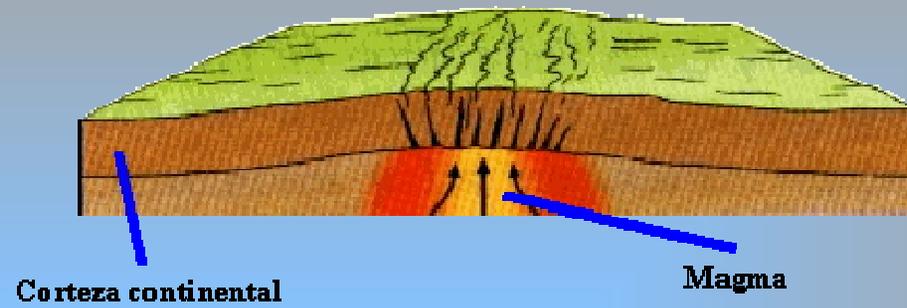


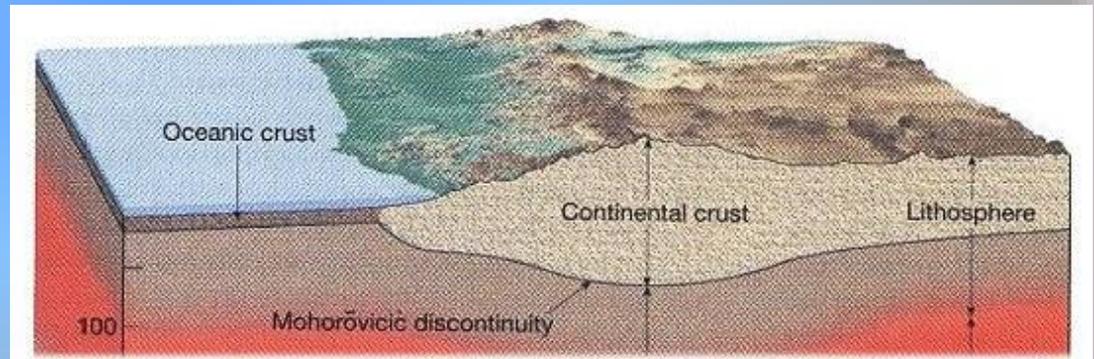
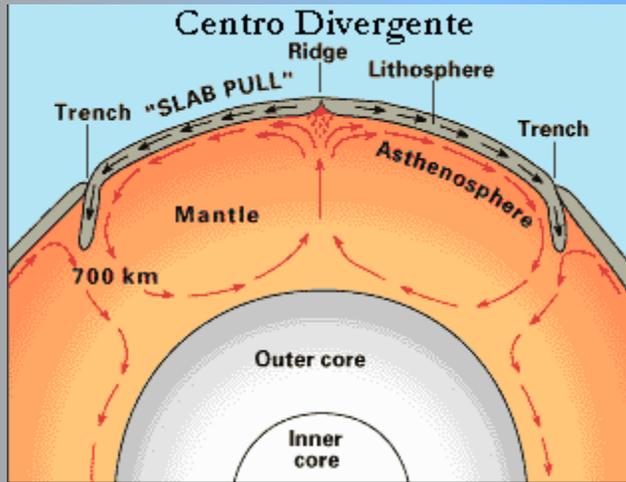
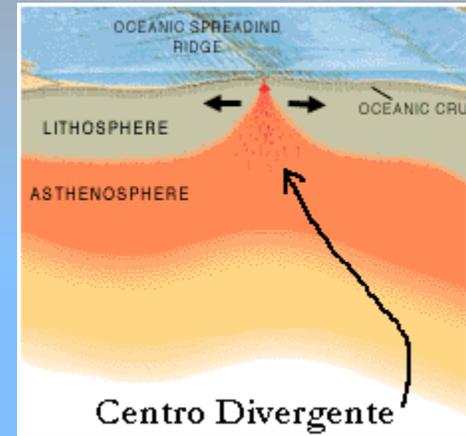
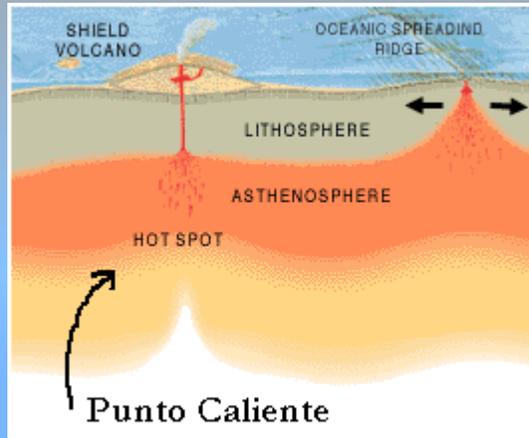
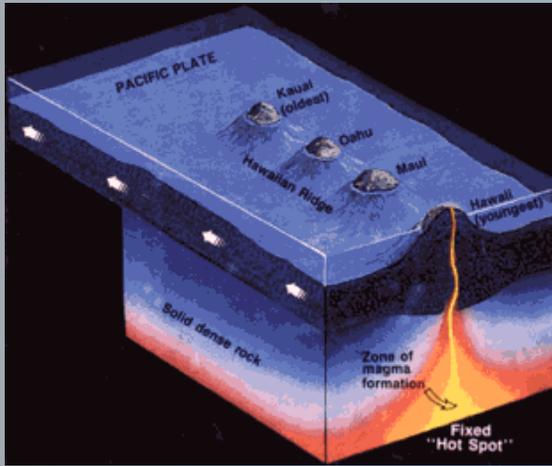


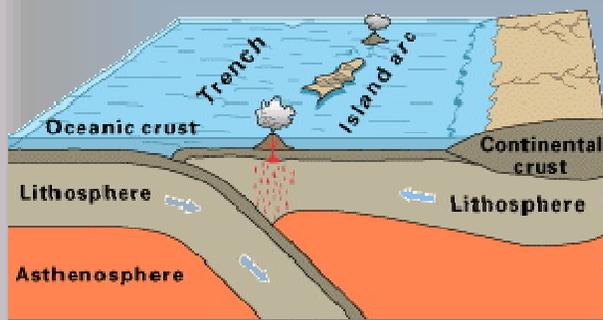




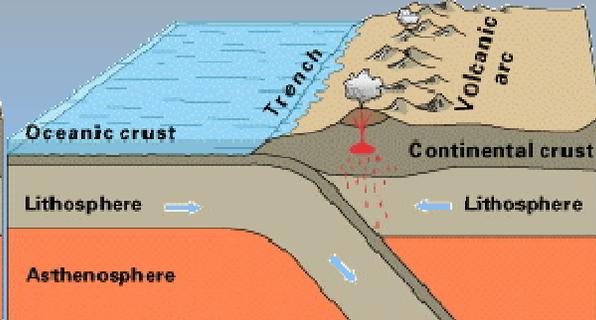




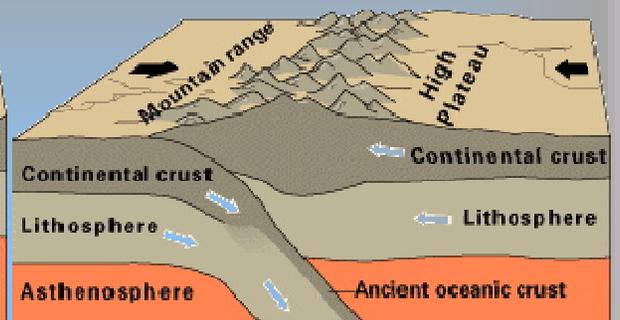




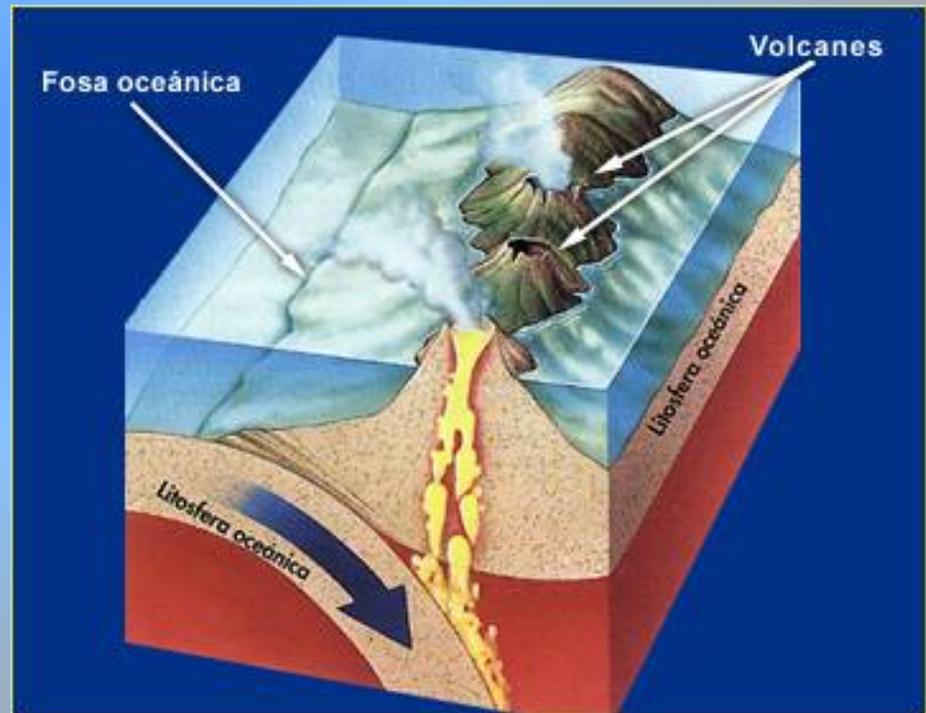
Oceanic-oceanic convergence

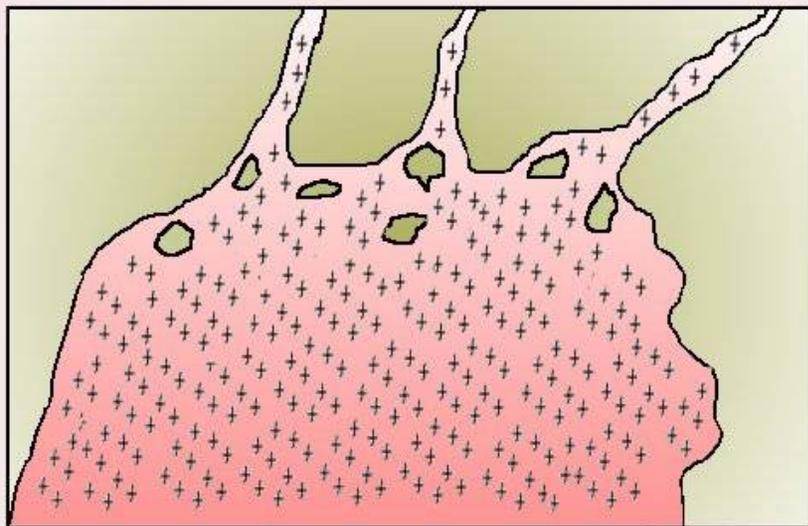


Oceanic-continental convergence



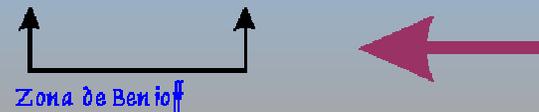
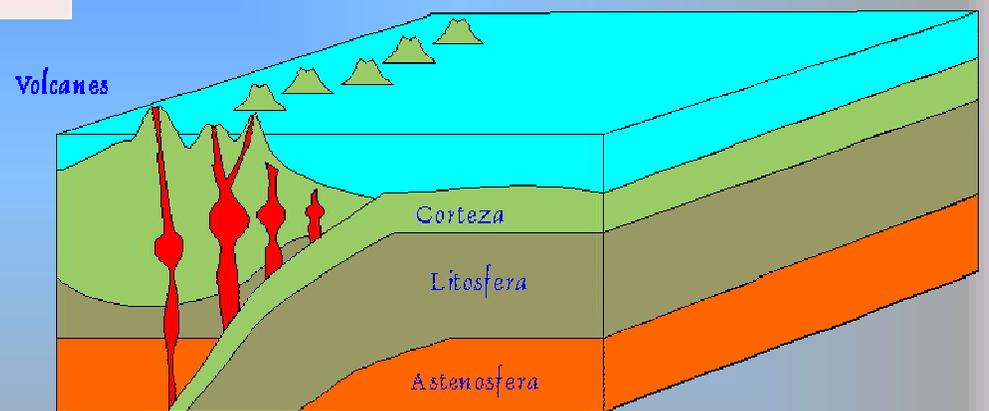
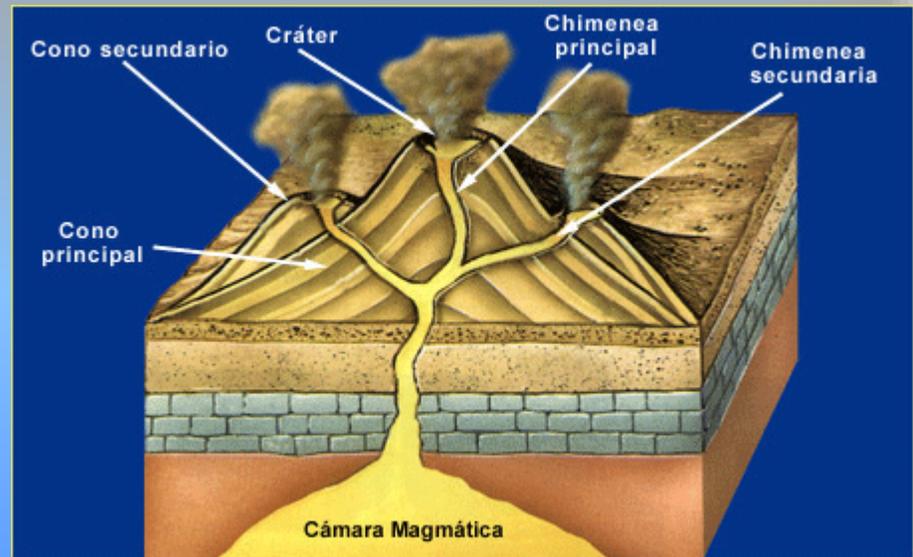
Continental-continental convergence

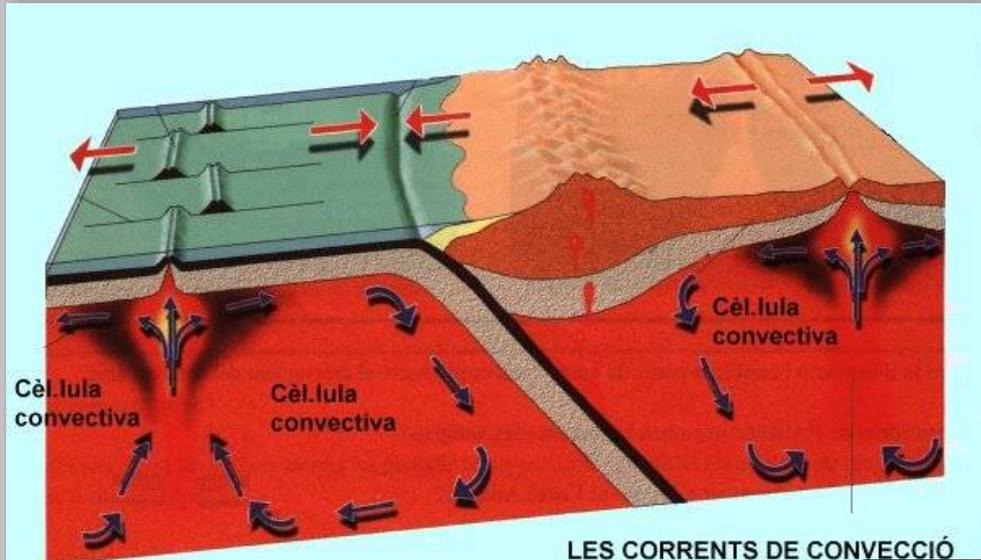


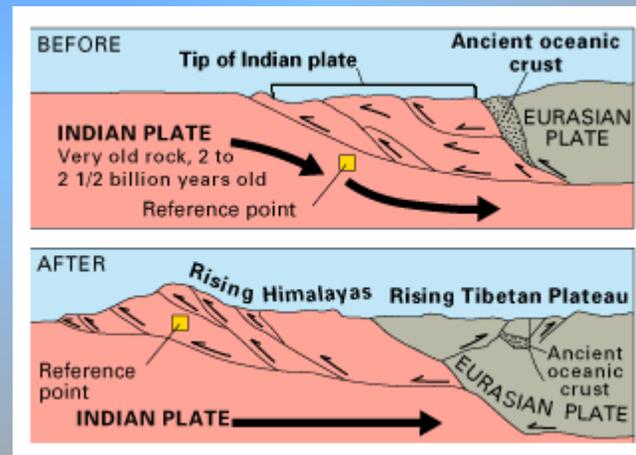
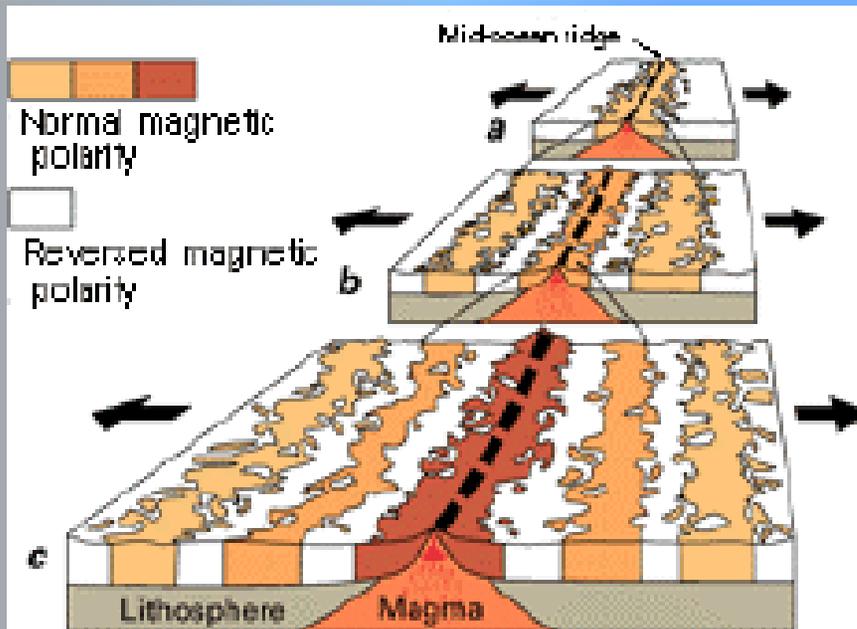
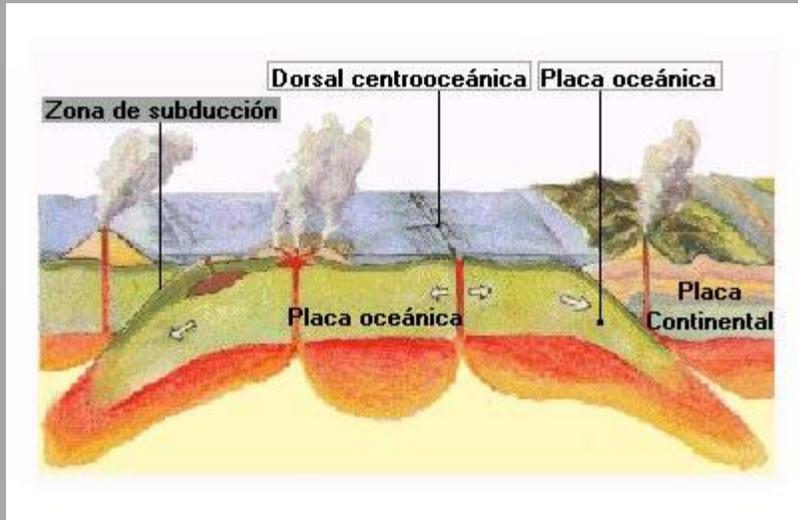


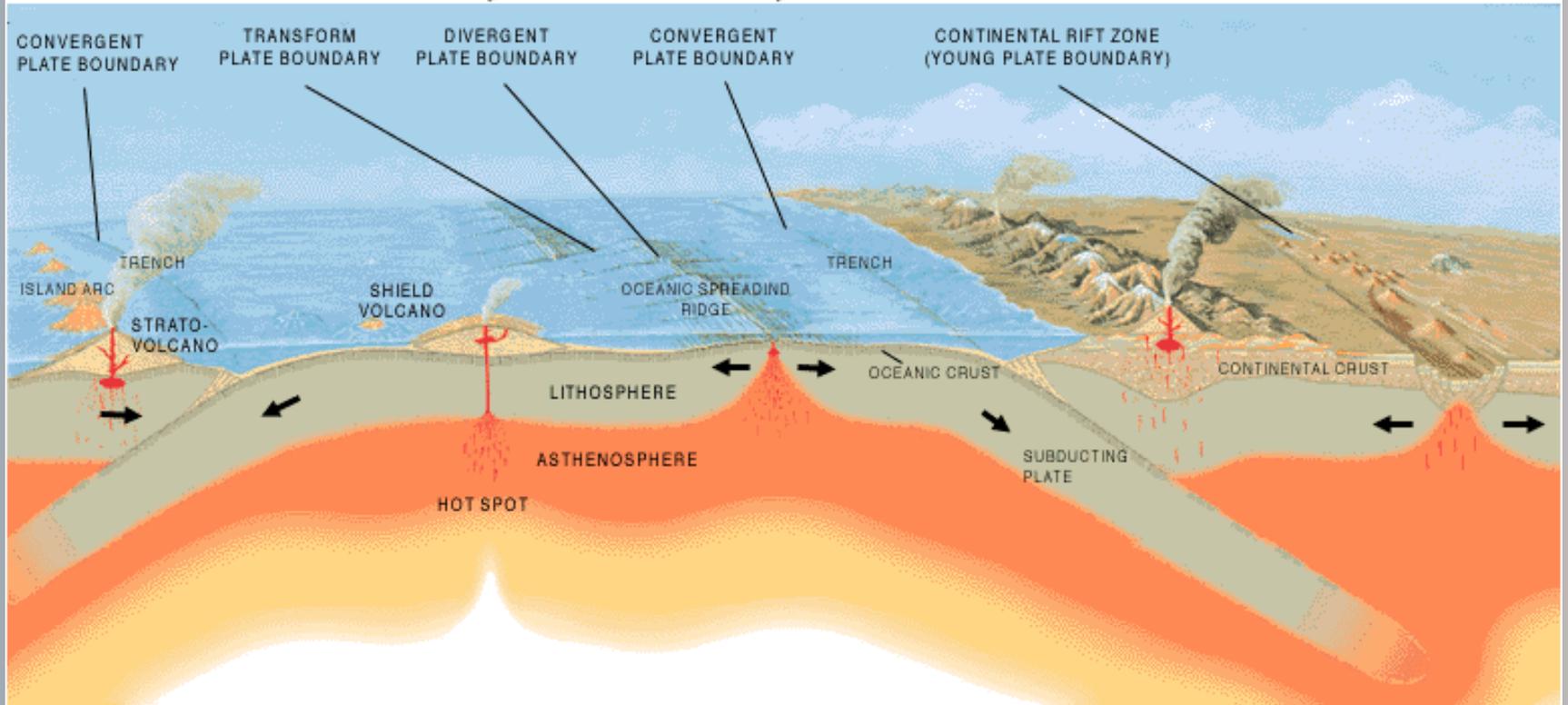
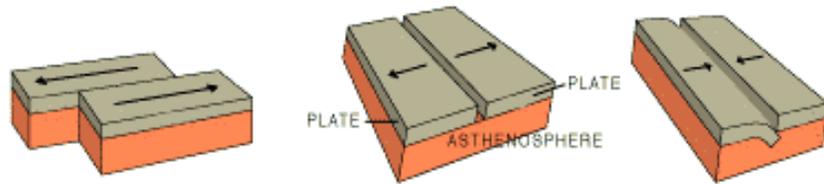
-  Magma
-  Roca Caja
-  Fragmentos de Roca Caja asimilados por el magma

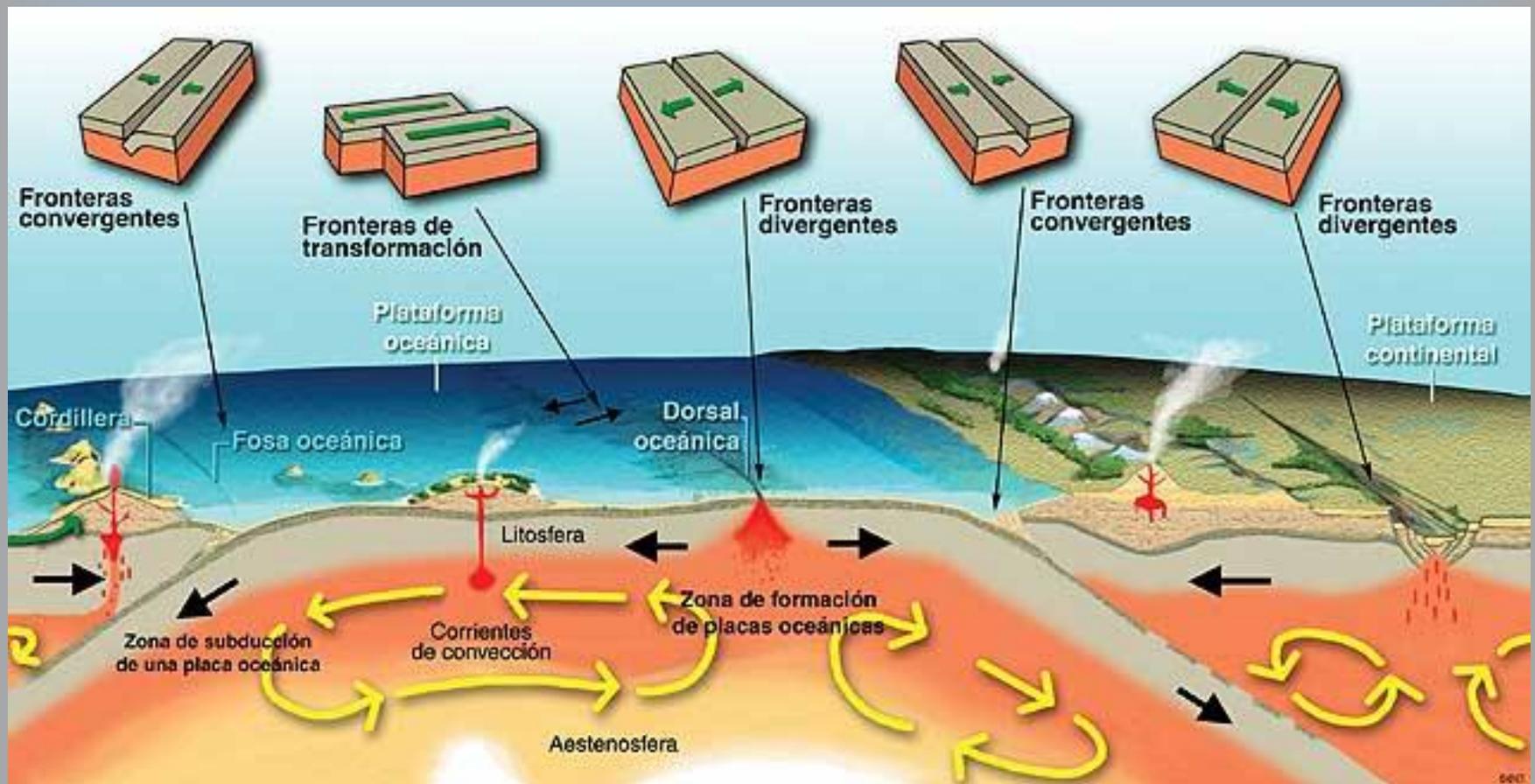
### Modelo de Asimilación o Contaminación Sólida

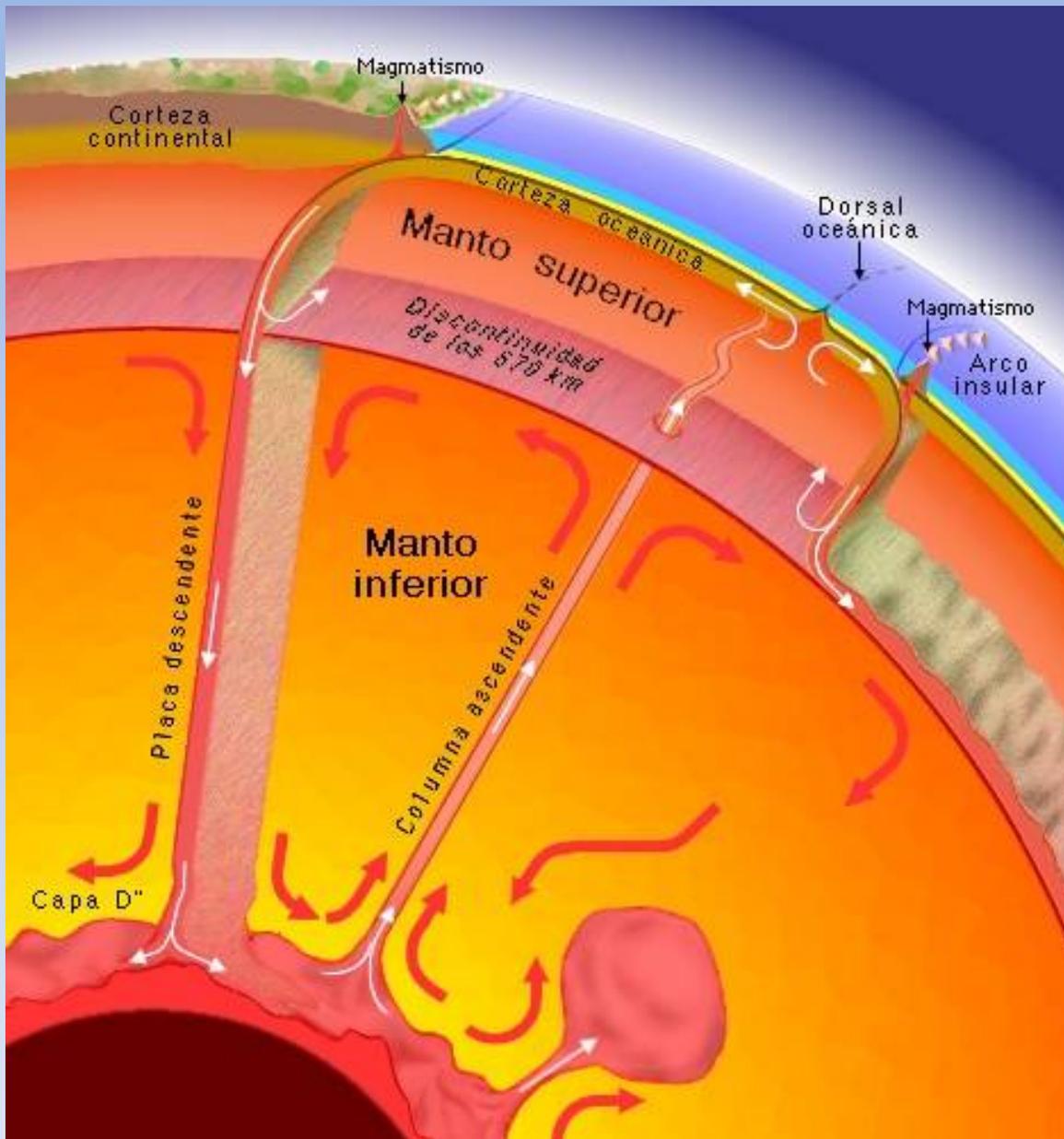








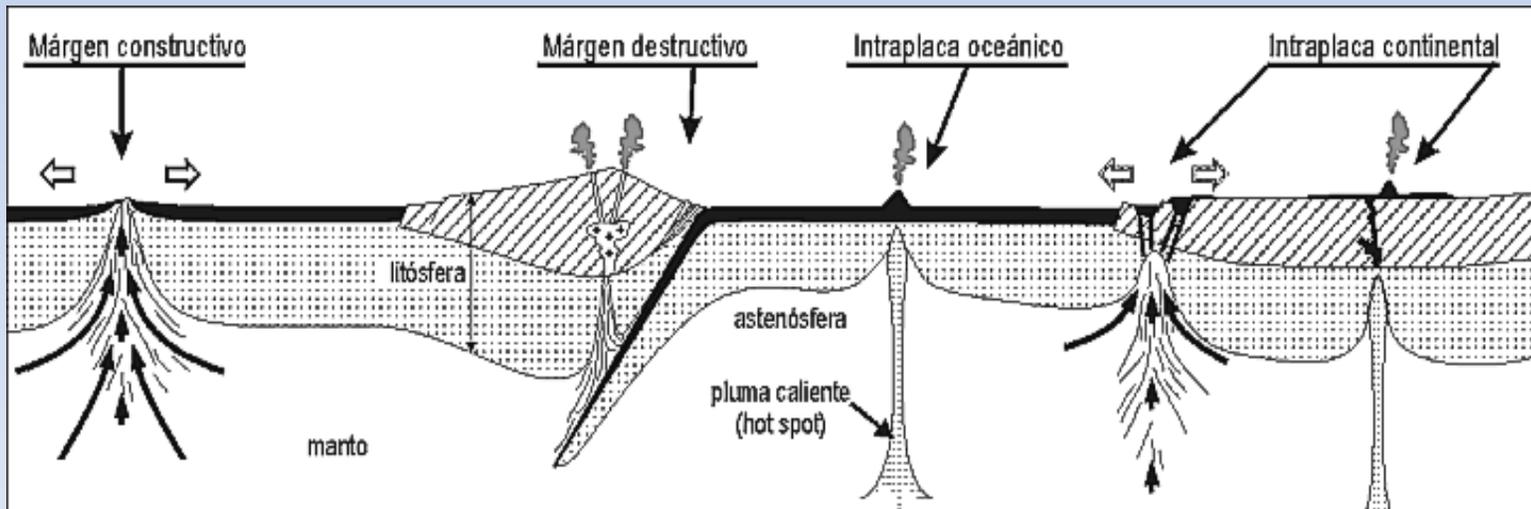




# MAGMATISMO Y PROCESOS TECTONICOS

El fenómeno del vulcanismo o magmatismo se observa en tres tipos principales de ambientes:

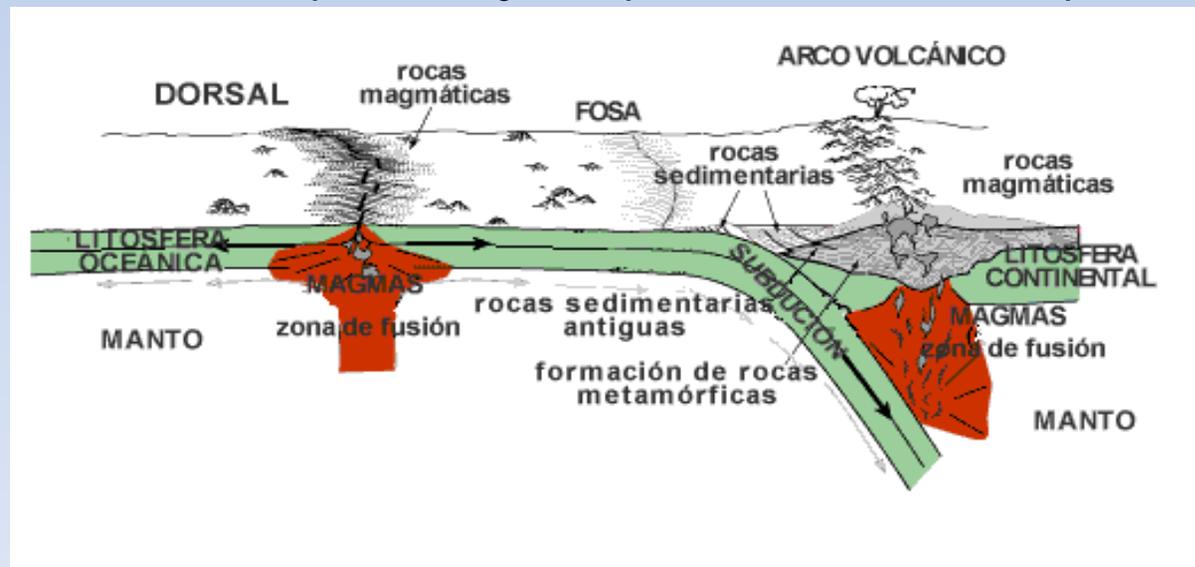
- En límites de tipo divergente o de formación de corteza.
- En límites de tipo convergente o zonas de subducción.
- Puntos Calientes.



# MAGMA

Mezcla de silicatos fundidos, gas, cristales y burbujas, que se generan por fusión de las rocas que constituyen la base de la corteza y del manto superior, a profundidades que oscilan entre 20 y 300 Km.

Para que las rocas de las que procede el magma comiencen a fundirse se necesita alcanzar una temperatura y una presión determinada (punto de solidus).



# ORIGEN Y FORMACIÓN DE LOS MAGMAS.

**El punto de sólidos de un magma depende fundamentalmente de la presión y de la temperatura.**

**Influye de modo notable la presencia o no de agua el medio .**

*En definitiva, tres pueden ser los factores desencadenantes de la génesis de una masa magmática en un punto de la corteza terrestre :*

- Aumento de la temperatura de la masa de roca.
- Disminución de la presión que soporta la masa rocosa.
- Adición de agua, con el consiguiente descenso del punto de sólidos de la roca.

# EVOLUCIÓN DE LOS MAGMAS

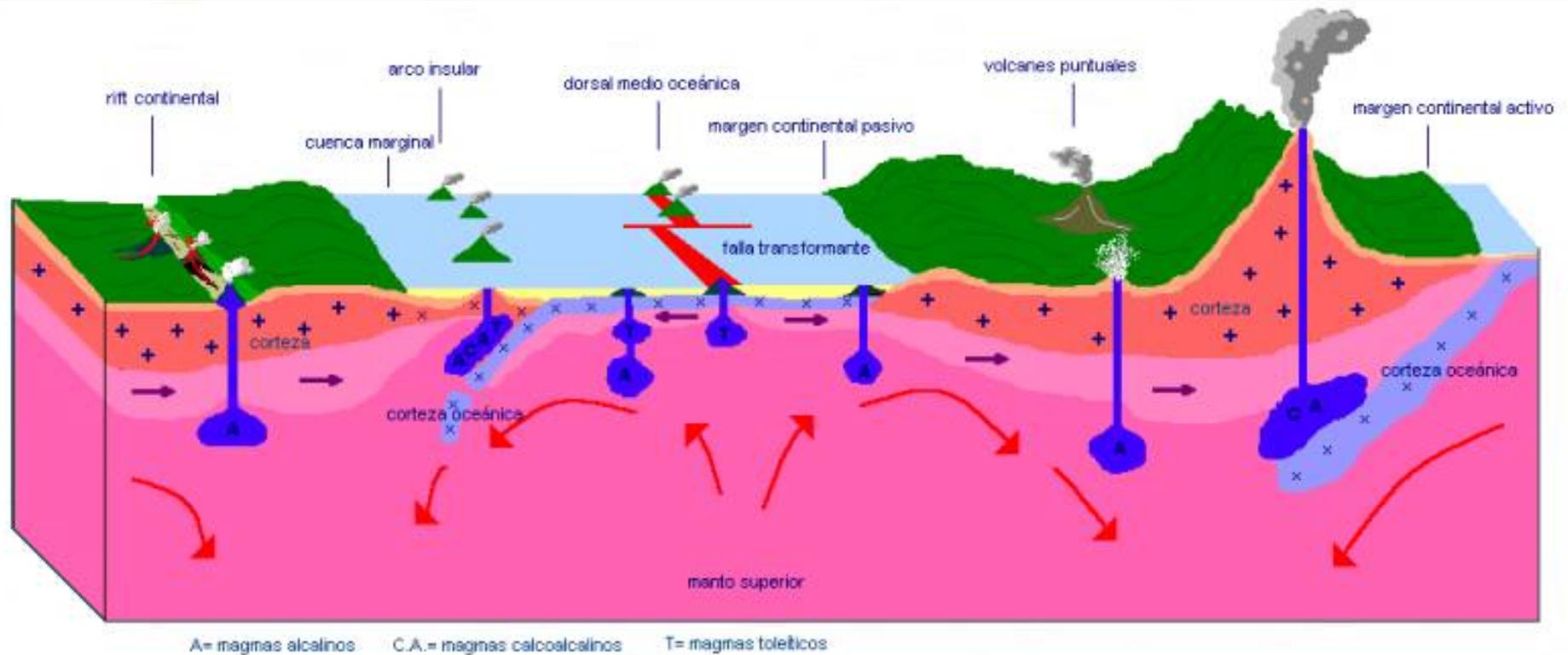
Las rocas formadas por el proceso de solidificación del magma no son iguales que la roca que originó el fundido.

La razón es que la mayoría de los magmas no llegan a la superficie directamente, sino que permanecen alojados en cámaras magmáticas durante largos períodos de tiempo y llevan a cabo un lentísimo ascenso hacia el exterior, en su totalidad o en parte.

En este tiempo los magmas no permanecen invariables, sino que experimentan cambios en su composición química como consecuencia de procesos de diferenciación, asimilación o mezcla magmas.

Ello justifica el que podamos hablar de una verdadera evolución de los magmas entre el momento de su génesis y el de su transformación en uno o varios tipos de rocas ígneas.

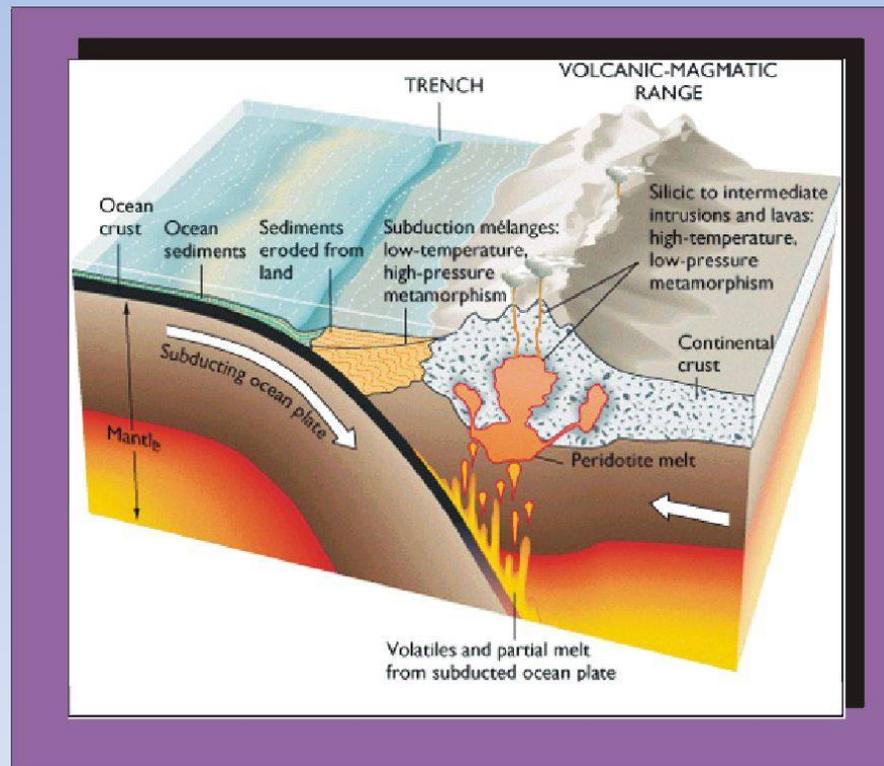
# TIPOS DE MAGMAS ASOCIADOS A AMBIENTES TECTONICOS



# Magmas Toleíticos, Calcoalcalinos y Alcalinos.

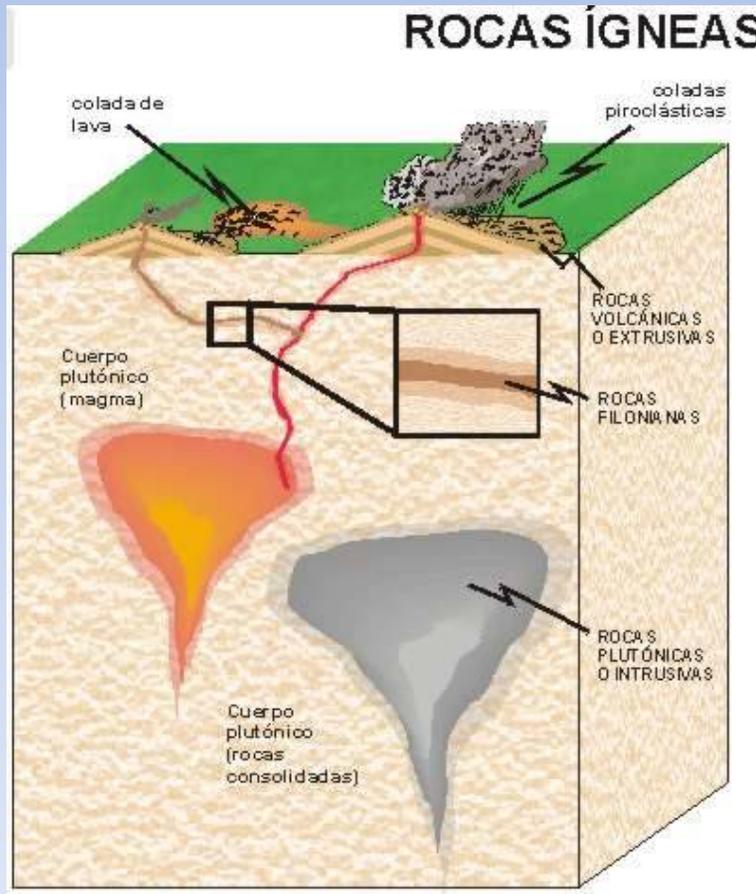
- **Los magmas Toleíticos** se generan a poca profundidad (20 Km.) bajo las dorsales oceánicas, aunque también pueden asociarse a volcanismo intraplaca y a algunos arcos insulares. Las rocas tipo de la serie son los basaltos toleíticos.
- **Los magmas Calcoalcalinos** se generan a mayor profundidad (alrededor de 100 Km.) en las zonas de subducción. Las rocas volcánicas más importantes son las andesitas y las riolitas.
- **Los magmas Alcalinos** tienen su origen en zonas profundas asociados al desarrollo de puntos calientes. Las rocas más características son los basaltos alcalinos, siendo frecuente la presencia de términos muy evolucionados (traquitas y fonolitas).

# SUBDUCCION



MAGMATISMO CALCOALCALINO

# ROCAS IGNEAS O MAGMATICAS



**Se forman a partir de la solidificación de un fundido silicatado o magma.**  
**La solidificación del magma y su consiguiente cristalización puede tener lugar en el interior de la corteza,**  
**tanto en zonas profundas como superficiales, o sobre la superficie exterior de ésta.**

# SERIES DE ROCAS ÍGNEAS

Se llaman series de rocas ígneas a las que proceden de un mismo magma por evolución de este.

Las principales series son:  
la toleítica, la alcalina y la calcoalcalina

cada una de ellas se presenta en un ambiente geológico (tectónico) específico o provincia petrogenética.

### **La serie toleítica**

Es la más monótona y extensa. Los basaltos de las dorsales y los fondos oceánicos están formados por este tipo de basaltos, sin apenas diferenciación, de lo que se deduce la pequeña profundidad de formación.

### **La serie alcalina**

Es compleja y poco frecuente. De su magma primario basáltico alcalino se forman basaltos y gabros alcalinos y, por diferenciación, traquibasaltos, traquitas, fonolitas y riolitas. Estas últimas son rocas con cantidades de silicio, sodio y potasio crecientes y con una mineralogía en la que predominan los feldespatos alcalinos, los piroxenos sódicos y los feldespatoides. Esta serie es típica de ambientes intraplaca, tanto oceánicos como continentales.

### **La serie calcoalcalina**

no proviene claramente de un magma primario. Está formada por basaltos de varios tipos, como las andesitas, dacitas y riolitas, y sus equivalentes profundos (plutónicos), las dioritas, granodioritas y granitos. Predominan en ellas los minerales hidratados (anfíboles, biotitas) y su distribución geográfica está claramente ligada a los bordes destructivos de placa. Existe una convergencia evolutiva entre las series alcalina y calcoalcalina, cuyos extremos diferenciados son, en los dos casos, graníticos.

### **La serie Shoshonita**

Más interna que las anteriores e importante en las cordilleras de tipo andino.