



Universidad Autónoma del Estado de México



Licenciatura en Arqueología

Unidad de aprendizaje: Geografía Física

Unidad temática: Evolución geológica del mundo y de México

Elaboró: Dra. en C. Ma. Eugenia Valdez Pérez

Licenciatura en Arqueología

Unidad de aprendizaje: **Geografía Física**

ESTRUCTURA DEL CURSO

Introducción

Forma de la tierra

Evolución geológica del mundo y de México

Geomorfología

Climatología

Edafología

Hidrología

Biogeografía

El paisaje natural, físico o geográfico

Guión explicativo

El curso de Geografía Física, se imparte a los estudiantes del primer periodo escolar de la Licenciatura en Arqueología.

El material hace referencia al ciclo de las rocas como una de las manifestaciones de la tectónica de placas y como base del material litológico que forma los suelos, que sustentan las formas del relieve, que moldean las estructuras geomorfológicas que se observan en la superficie y que reaccionan ante los diversos factores de la erosión. Muestra la clasificación de las rocas, el proceso que las forma, y la resistencia o fragilidad en función de su estructura, textura y composición. Algunas de las imágenes que se utilizan provienen de páginas de internet.

Guión explicativo

El profesor que utilice este material deberá conocer en términos generales, la tectónica de placas, la historia geológica de México y a detalle las características de las rocas que tienen cierta importancia para la arqueología, de tal manera que los alumnos puedan relacionar los sitios arqueológicos, con las características del material litológico y de sedimentos que utilizaron las culturas para sus herramientas, construcciones, esculturas, decoraciones y cerámica.

Rocas, Minerales, Cristales

- **Una roca** se compone de 2 o más minerales.
- **Un mineral** se compone de la misma sustancia en todas sus partes, están hechos de elementos químicos, de uno solo o una combinación de varios.
- La mayoría de los **cristales** de la tierra se formaron hace millones de años. Los cristales se forman cuando la roca líquida en el interior de la Tierra se enfría y endurece. A veces los cristales se forman cuando los líquidos subterráneos recorren su camino entre las grietas y depositan lentamente los minerales.

Categoría de los Minerales

- **Elementos nativos:** cobre, plata, oro, hierro, grafito, diamante



- **Sulfuros:** esfalerita, calcopirita, galena, pirita



- **Haluros:** halita, fluorita



- **Óxidos e hidróxidos:** corindón, hematita



Categoría de los Minerales

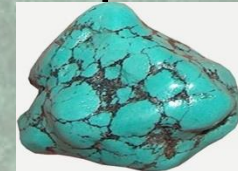
- **Nitratos, carbonatos, boratos:** calcita, dolomita, malaquita, azurita



- **Sulfatos, cromatos, molibdatos, tungstatos:** celestina, baritina, yeso



- **Fosfatos, arseniados, vanadatos:** apatita, turquesa



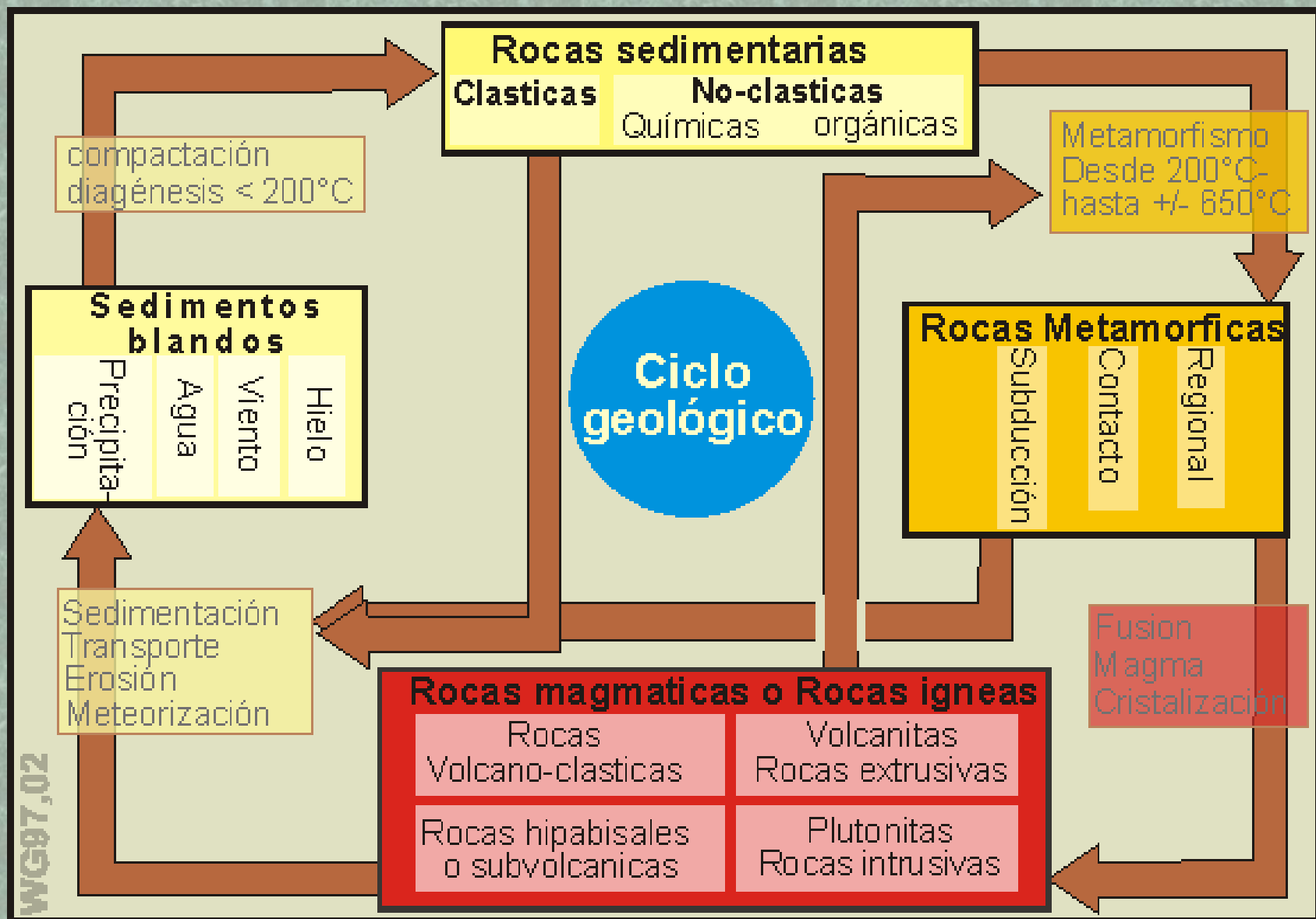
- **Silicatos:** granate, topacio, jadeíta, talco, mica, zeolita



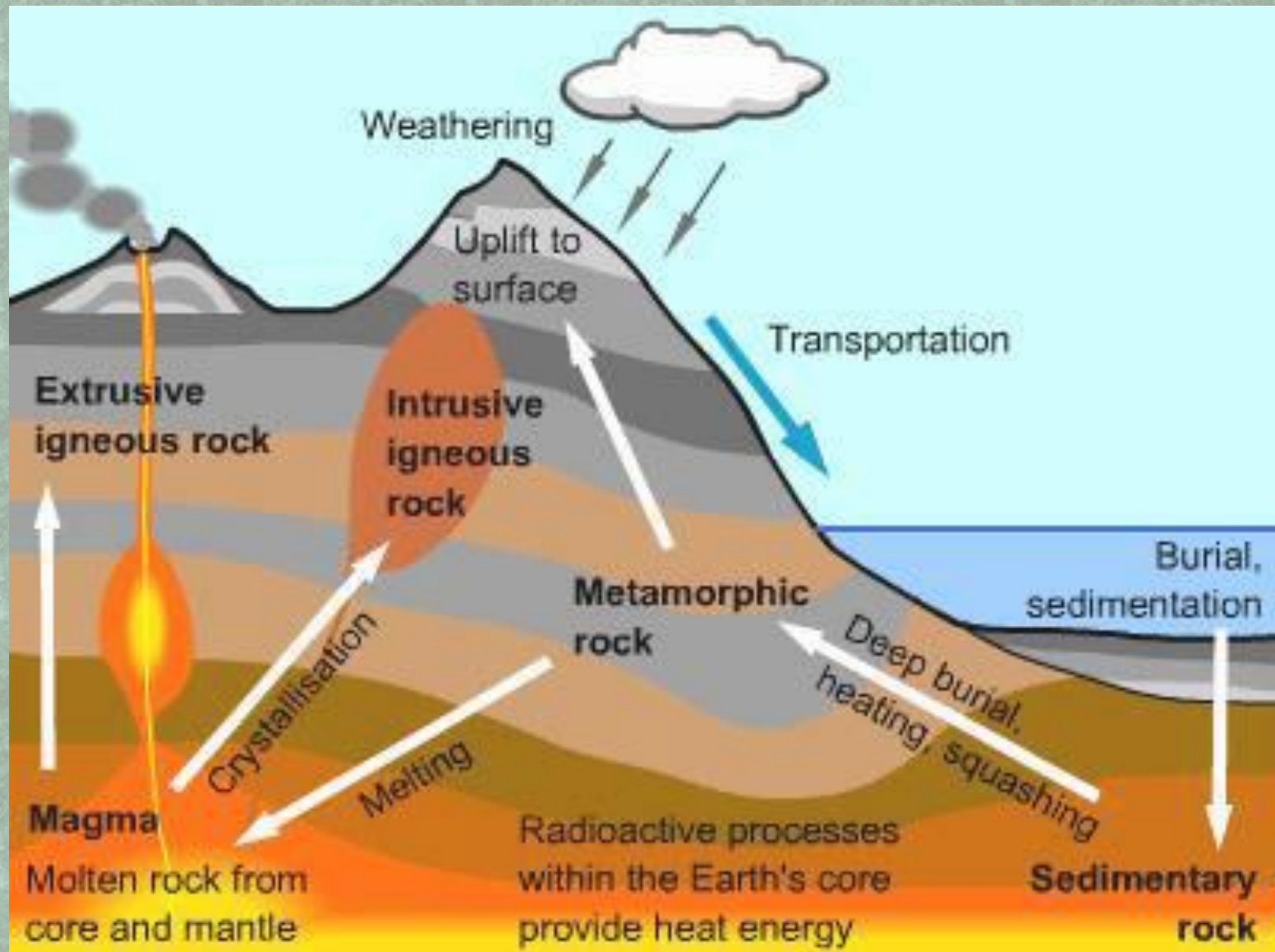
Suelo y Arena

- Cuando las rocas se rompen en pedazos más y más pequeños, se convierten en arena.
- El suelo se compone de arena, de plantas y de animales en descomposición.
- Deben pasar cientos de años para formar apenas unos cuantos centímetros de suelo.
- Los tipos de suelo, dependen de las condiciones climáticas y las características de la roca que les dé origen.

Ciclo geológico



Ciclo geológico



Ciclo geológico

En general existen tres grupos de rocas:

- ✓ **Rocas sedimentarias**
- ✓ **Rocas ígneas o magmáticas**
 - Intrusivas
 - Extrusivas
- ✓ **Rocas metamórficas.**

Una roca puede transferirse a un otro tipo de rocas a causa de cambios físicos y/o químicos como la meteorización y la erosión.

Ciclo geológico

- **Rocas magmáticas:**

Tienen su origen en la cristalización de un magma (fundición)

- **Meteorización-Erosión-Transporte:**

Todas las rocas que afloran superficial (puede ser una roca magmática, metamórfica o sedimentaria) se modifican por las fuerzas atmosféricas como temperatura, viento, flujo de agua, oxidación.

La destrucción de una roca sólida, el transporte y la depósito de estas partículas forma un sedimento.

Ciclo geológico

- **Sedimentos:**

Producto de la meteorización-erosión y transporte: rocas blandas como arena y grava.

- **Rocas sedimentarias:**

Por temperatura, presión y transformaciones químicas un sedimento blando puede cambiarse a una roca sedimentaria (dura). Este proceso se llama diagénesis.

- **Metamorfismo**

Si, una roca se somete a temperaturas más de 200°C y presión se cambiará a una roca metamórfica.

	Rocas plutónicas	Rocas volcánicas	Rocas sedimentarias	rocas metamórficas
Componentes	cristales	cristales y/o vidrio	Minerales, Cristales, fragmentos de rocas, fósiles	Cristales
Forma de componentes	idiomórficos a xenomórficos	idiomórficos a xenomórficos	Clastos redondos-angulares Químicos: idiomórficos a xenomórficos	Principalmente idiomórficos
Distribución de los tamaños de los granos	Equigranular	Textura porfídica (fenocristales flotan en una masa afanítica) Microcristalino	Equi- Hetero granular	Textura porfidobástica
Cristalinidad	Macrocrystalino Holocrystalino (solo cristales, sin vidrio)	Hemicristalina a hyalina	Sedimentarias químicas: en partes cristalinas	holocrystalinos
Distribución de los componentes	Homogénea	Heterogénea	Estratificación	No homogénea, homogénea
Orientación de los componentes	Irregular	Textura fluidal	Orientación de los clastos	Foliación, Esquistosidad orientación
Ocupación del espacio	siempre compacta masivas sin intersticios	tal vez porosa hasta espumosa	porosa	compacta masivas sin intersticios
Otras propiedades			fósiles, HCl positivo, sabor	Fabrica secundaria minerales especiales
Ejemplos	Granito, Diorita, Gabro	Riolita, Andesita, Basalto	Caliza, Arenisca, Lutita	Gneis, Esquistos, Mármol

Rocas ígneas

• El magma

Es una mezcla de componentes químicos formadores de los silicatos de alta temperatura, incluye sustancia en estado sólido, líquido y gaseoso.

El punto de fusión del magma se ubica en profundidades entre 100 y 200 km (manto superior).

Sólo una porción pequeña del material del manto está fundida, lo demás está en estado sólido.

La porción fundida es un líquido menos denso en comparación con la porción sólida. Por lo que asciende a la corteza terrestre concentrándose allí en bolsas y cámaras magmáticas.

• Lava

Es la porción del magma, que aparece en la superficie terrestre y que entra en contacto con el aire o con el agua respectivamente.

Erupción del Volcán de Colima México 2015



El material rojo es lava derretida que a medida que se enfría se cristaliza.

Tipos de rocas ígneas y su reconocimiento

Rocas intrusivas o rocas plutónicas	Rocas subvolcánicas o hipabisales	Rocas extrusivas o volcánicas	Rocas volcanoclásticas
Cristalización en altas profundidades	Cristalización en baja profundidades	Cristalización a la superficie	Cristalización superficial o en la atmósfera
Enfriamiento lento	enfriamiento mediano	enfriamiento rápido	enfriamiento muy rápido
cristales grandes	cristales grandes o pequeños	cristales pequeños y tal vez fenocristales	cristales pequeños
sin minerales amorfos	casi sin minerales amorfos	con minerales amorfos	con minerales amorfos
sin porosidad	casi sin porosidad	con porosidad	tal vez textura espumosa
textura equigranular	textura equigranular o porfídica	grano fino o textura porfídica	grano fino con bombas o clastos
cristales hipidiomórfico	cristales hipidiomórficos o/y fenocristales idiomórfico	fenocristales idiomorficos	cristales con contornos fundidas

Rocas ígneas intrusivas

Plutónicas o profundas: Se forman por enfriamiento lento y alta presión de tipo hidrostático. Tienen un alto grado de cristalinidad.

Hipabisales o intermedias: Se forman por enfriamiento más rápido que las plutónicas y cristalizan cerca de la superficie

Rocas ígneas extrusivas o efusivas

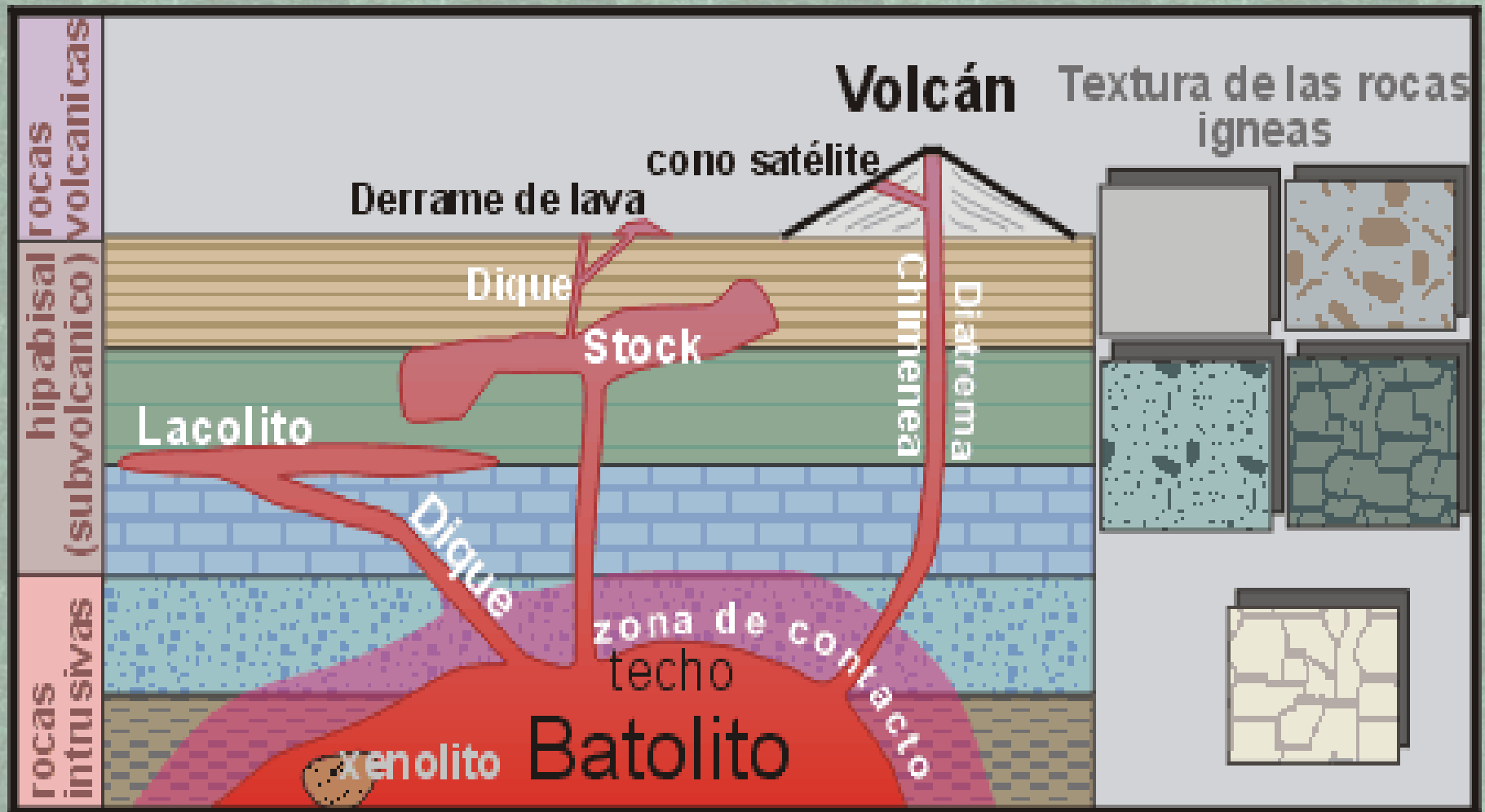
Reflejan las condiciones ambientales de superficie en las cuales se consolidan:

- ✓ enfriamiento repentino,
- ✓ caída brusca de temperatura a presión atmosférica,
- ✓ pérdida súbita de elementos volátiles que condicionan la solidificación,
- ✓ cristalización irregular o amorfa)

Origen de las rocas ígneas

- Un cuerpo de rocas cristalizado en altas profundidades se llama **intrusión**.
- Cuerpos intrusivos muy grandes se llaman **batolito**.
- Intrusiones y batolitos tienen un techo, es el sector del contacto arriba a las rocas de caja.
- Algunas veces se caen rocas de la caja al magma las cuales no se funden. Estos trozos extraños se llaman **xenolitos**.
- Un cuerpo intrusivo con un ancho de algunos kilómetros contiene una energía térmica tremenda y va a afectar las rocas en una zona de contacto.
- Las rocas de esta zona se convierten a causa de la temperatura en rocas metamórficas (**metamorfismo de contacto**).

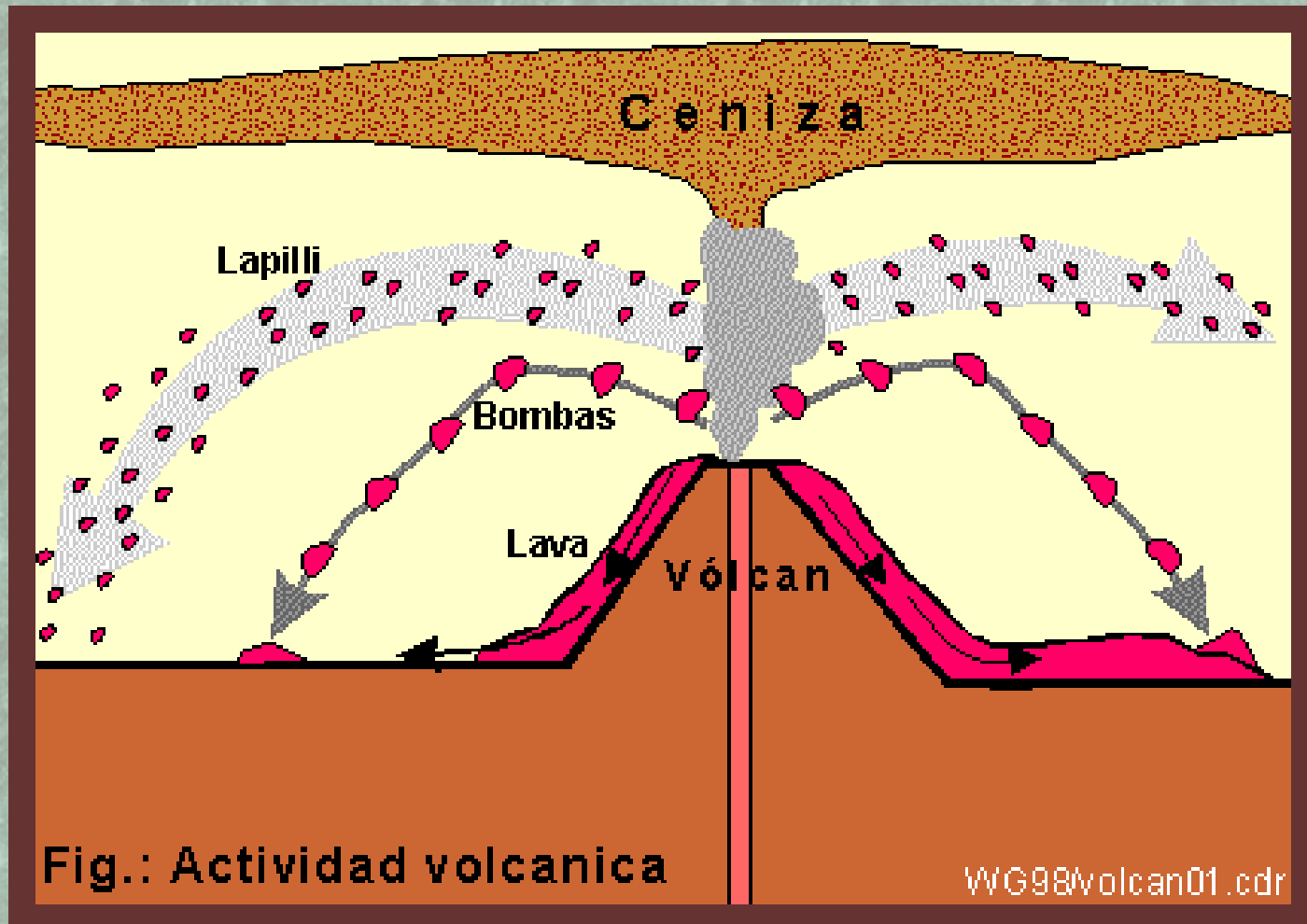
Origen de las rocas ígneas



Origen de las rocas ígneas

- Generalmente un magma tiene un peso específico menor a una roca sólida, por eso un magma puede subir apoyado por la alta presión y por los gases adentro del magma y por un régimen tectónico de expansión.
- Si el magma sube hacia la superficie se va a formar un volcán.
- Algunas veces no alcanza para subir hacia la superficie por falta de presión, entonces se van a formar diques, stocks o lacolitos cuales pertenecen a las rocas hipabisales.

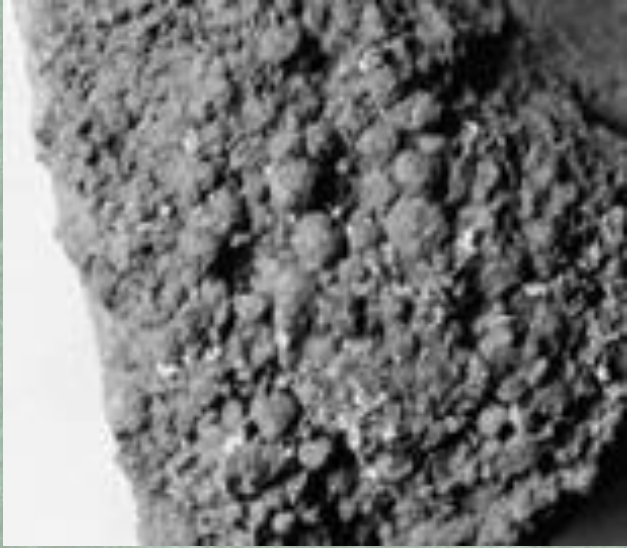
Rocas volcanoclasticas



Rocas volcanoclásticas

Tamaño de los fragmentos	Tefra (sin compactación)	piroclásticas (compactadas)
> 64 mm	bombas	piroclásticas
2 - 64 mm	lapilli	toba de lapilli
< 2 mm	ceniza	toba de ceniza, ignimbrita

Material piroclástico



Lapilli (material mayor a 2mm y menor de 64 mm).



Bomba volcánica



Fragmento de bomba con estructura trenzada.

Rocas ígneas intrusivas más abundantes



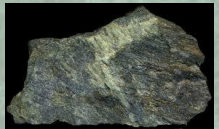
- **GRANITO:** Compuesto por una mezcla de cuarzo (dióxido de silicio), feldespato potásico (aluminosilicato de potasio), hornblenda (aluminosilicato de hierro y magnesio) y mica biotita (aluminosilicato complejo con manganeso y hierro).



- **DIORITA:** Compuesta por feldespato plagioclasa (feldespato sódico-cálcico), un material oscuro (hornblenda o piroxeno). De grano grueso, ausencia de cristales de cuarzo



- **GABRO:** Con feldespato potásico y piroxeno, olivino (silicato de magnesio y hierro). Es una roca plutónica de grano grueso.



- **PERIDOTITA:** Densa, dura y compuesta en gran parte de piroxeno y olivino y con poco feldespato o sin él.



- **PEGMATITA:** Es un granito de grano grueso con grandes cristales de cuarzo, feldespato y mica.

Rocas ígneas extrusivas más abundantes



- **OBSIDIANA:** Es cristal natural. Se forma cuando la lava se enfría rápidamente en la superficie. Es vidrioso y liso.



- **PUMITA:** Está llena de bolsas de aire que fueron atrapados cuando la lava se enfrió y fluyó sobre la superficie. Es la única roca que flota.



- **BASALTO:** Grano fino, de color verde oscuro o negro, compuesta principalmente de piroxeno y plagioclasa.

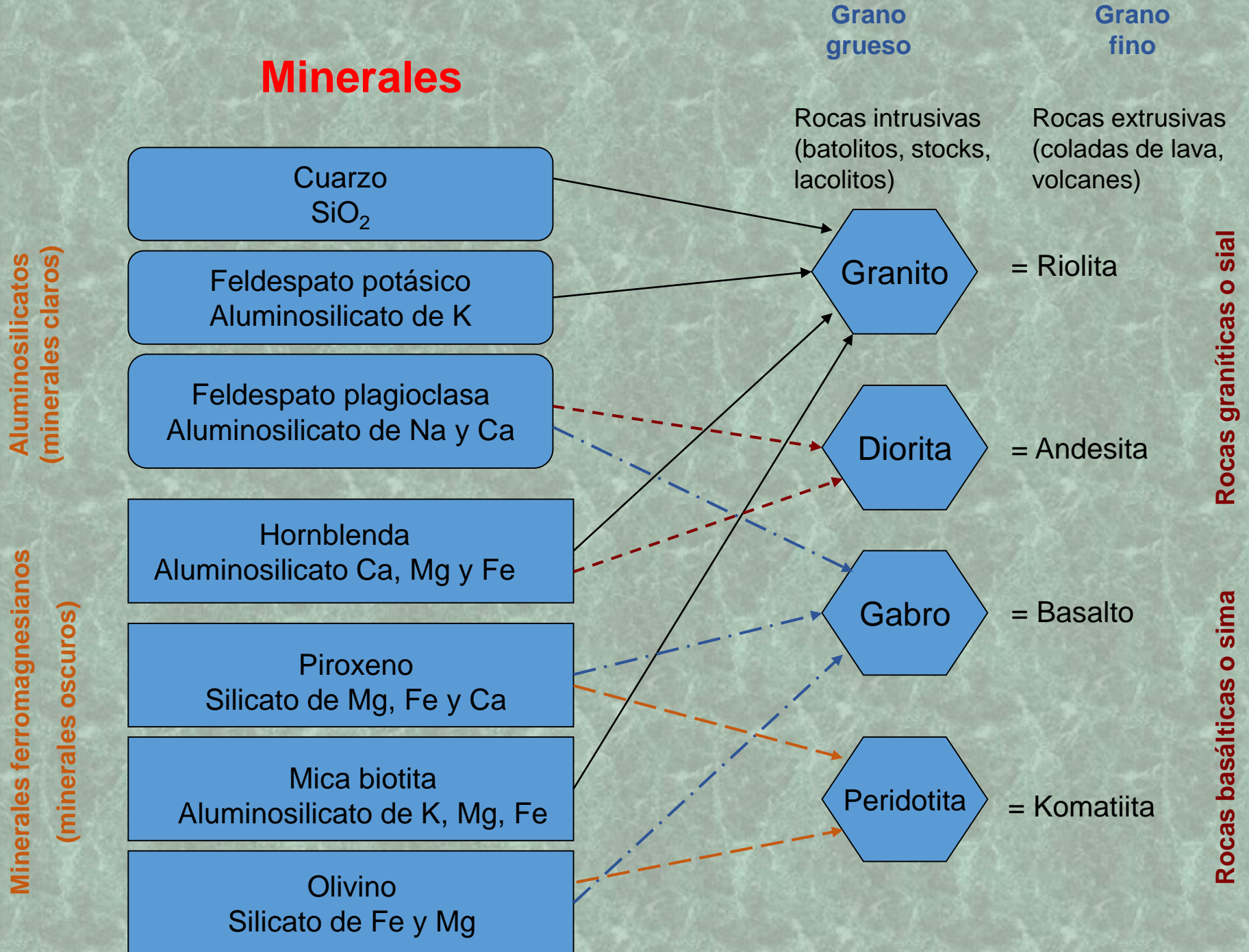


- **RIOLITA:** Equivalente extrusivo del granito. Formada por silicatos claros (marrón claro, rosa o gris claro). Contiene fragmentos vítreos (rápido enfriamiento). 25% de cuarzo.

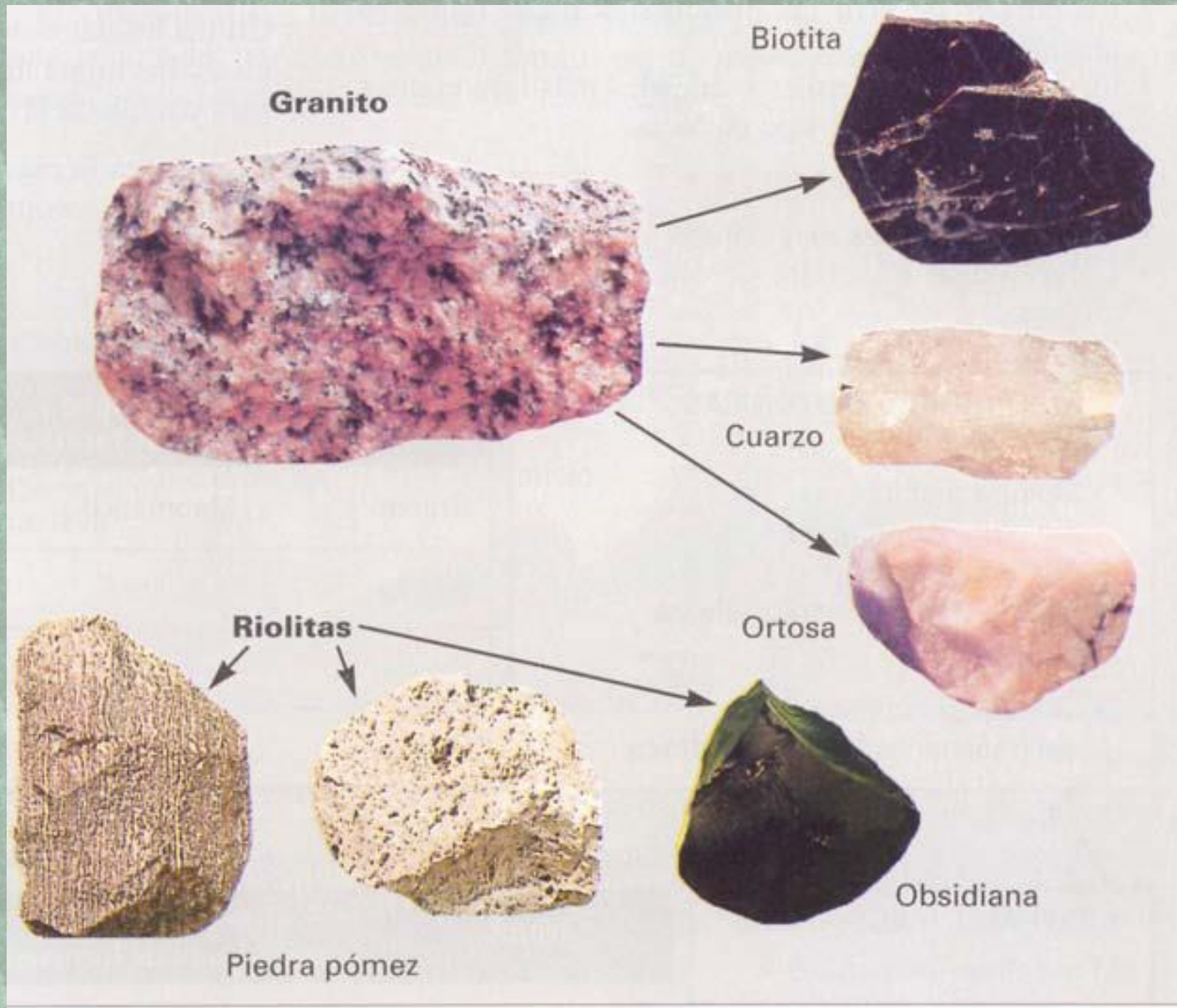


- **ANDESITA:** Color gris medio, grano fino. Contiene pequeñas cantidades de cuarzo.

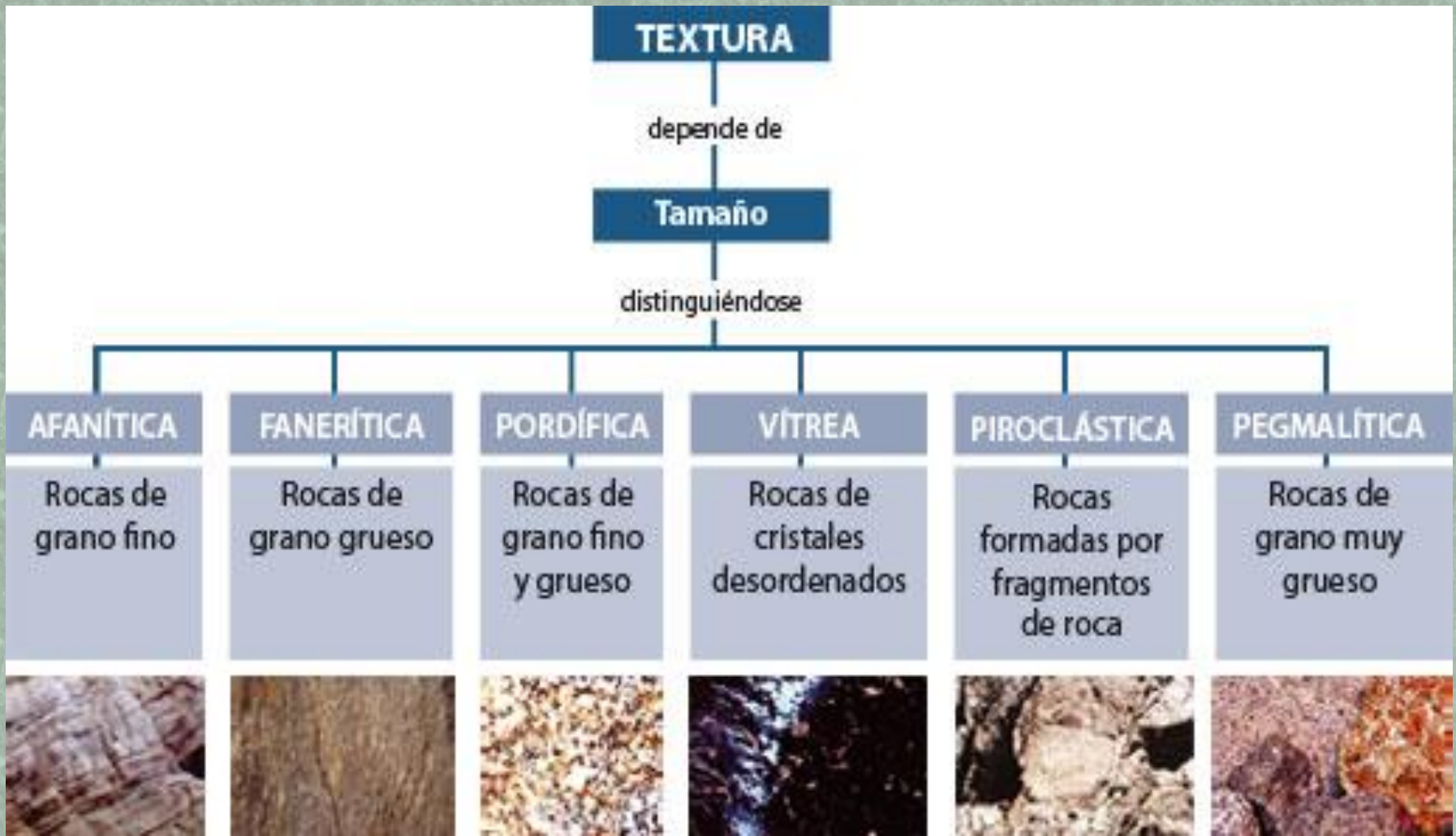
Minerales



Rocas ígneas



Textura de Rocas Ígneas



Textura de Rocas Ígneas

- **Afanítica.** (Grano fino). Los cristales que constituyen esta textura son demasiado pequeños para que los minerales individuales se distingan a simple vista. Las de color claro son las que contienen fundamentalmente silicatos no ferromagnesianos y de color claro.
- **Fanerítica.** (Grano grueso). Consiste en una masa de cristales intercrecidos que son aproximadamente del mismo tamaño y lo suficientemente grandes para que los minerales individuales puedan identificarse sin la ayuda de un microscopio. Dado que estas rocas se forman en el interior de la corteza terrestre, su afloramiento en la superficie, solo ocurre después de que la erosión elimina el recubrimiento de rocas que una vez rodearon la cámara magmática.

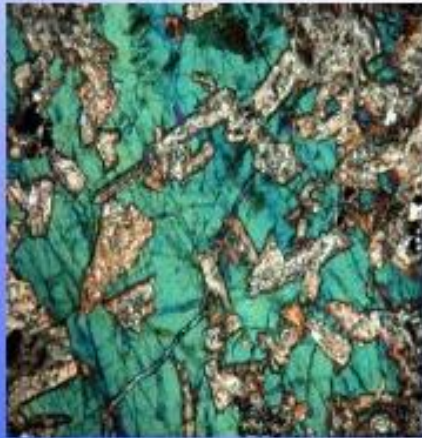
Textura de Rocas Ígneas

- **Porfídica.** Dado que los diferentes minerales cristalizan a temperaturas diferentes, es posible que algunos cristales se hagan bastante grandes mientras que otros estén empezando a formarse.

Si el magma que contiene algunos cristales grandes cambia de condiciones (al salir a la superficie), la porción líquida restante de la lava se enfriará relativamente rápido.

Esta textura es la que tiene grandes cristales incrustados en una matriz de cristales más pequeños.

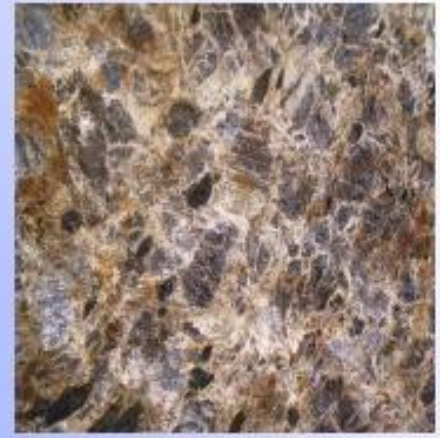
PRINCIPALES TEXTURAS DE LAS ROCAS IGNEAS.



Ofítica



Porfídica



Pegmatítica



Criptocristalina



Afanítica



Fanerítica

Textura de Rocas Ígneas

- **Vítrea.** Cuando la roca que sale de algunas erupciones volcánicas, enfría rápidamente la textura resultante es vítrea. El vidrio se produce cuando los iones desordenados se “congelan” antes de poder unirse en una estructura cristalina ordenada.

El enfriamiento rápido no es el único mecanismo mediante el cual puede formarse una textura vítrea. Los magmas con un elevado contenido de sílice tienden a formar estructuras largas y en cadenas antes de que la cristalización sea completa.

Textura de Rocas Ígneas

- **Piroclástica o fragmental.** Formadas por la consolidación de fragmentos de rocas individuales. Pueden fundirse juntos tras el impacto, o se solidifican antes del impacto y se cementan juntos poco tiempo después.
- **Pegmatíticas.** Rocas con grano grueso, compuestas por cristales interconectados. Se forman en las últimas etapas de la cristalización cuando el agua y otros volátiles, forman un porcentaje elevado. Contienen cristales grandes de cuarzo, feldespato y moscovita.
- **Ofítica.** Es común en rocas magmáticas máficas, en ellas los grandes cristales de piroxeno, engloban pequeños cristales elongados de feldespatos dispuestos al azar.

Erosión

- Es una parte clave del ciclo de las rocas.
- Es responsable de formar una gran parte de los paisajes que nos rodean.
- Sucede principalmente como resultado del desgaste por la acción atmosférica.
- Puede ser causada por agentes como el agua, el viento, el hielo, los organismos vivos y el hombre.

The Green River, Utah



Profundas incisiones de meandros.

Rocas sedimentarias

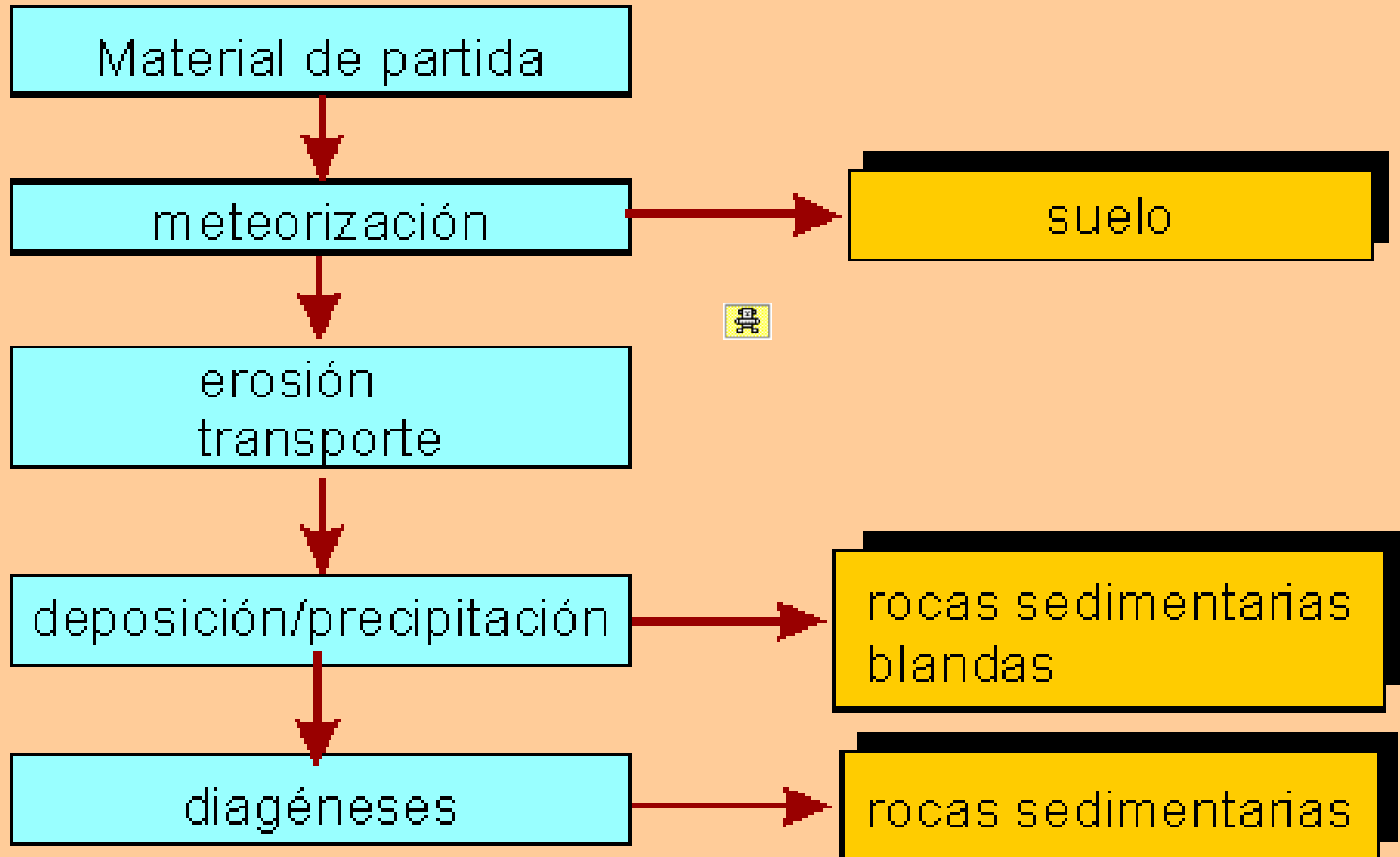
- Cubren el 75% de la superficie de la Tierra, aunque las rocas sedimentarias suponen solamente menos del 5% de todas las rocas que forma la tierra.
- Cuando las rocas se exponen a los elementos - aire, lluvia, sol, ciclo de hielo/deshielo, plantas - la erosión ocurre y los pequeños pedacitos de la roca arrastrados lejos consiguen ser depositados como sedimentos.
- En un cierto plazo, estos sedimentos endurecen al ser enterrados por más sedimentos y se convierten en rocas sedimentarias.
- Las rocas sedimentarias se forman generalmente en capas (estratos).

Depósito de sedimentos



Una fotografía desde el espacio, muestra el delta del Mississippi y los sitios donde se depositan los sedimentos del río en el Golfo de México.

Formación de rocas sedimentarias



Principales rocas sedimentarias



- **Conglomerado.** Tiene rocas redondeadas (guijarros, cantos rodados) cementadas juntas en una matriz. Se llama **Brecha**, cuando los fragmentos mayores son angulosos.



- **Arenisca.** Es suave, se forma cuando los granos de la arena se cementan juntos; se deposita a veces en capas de diversa arena coloreada.



- **Lutita.** Es detrítica o clástica de textura pelítica, variopinta; es decir, integrada por detritos clásticos constituidos por partículas de los tamaños de la arcilla y del limo.

Principales rocas sedimentarias



- **Caliza.** Es una roca que contiene fósiles y esta formada por carbonato de calcio y cáscaras microscópicas de moluscos.



- **Pizarra.** Es arcilla que se ha endurecido y se ha convertido en roca. A menudo se rompe en grandes secciones planas



- **Yeso, sal común o la sal de “Epsom”.** Se encuentra donde el agua de mar precipita la sal mientras dicha agua se evapora.



- **Porfídica.** Se forma cuando pedacitos dentados de roca se cementan juntos en una matriz.

El Gran Cañón



Es famoso por las rocas sedimentadas, extremadamente gruesas y expuestas a la vista.

Textura de rocas sedimentarias



Textura de rocas sedimentarias dentríticas

Se forman por la diagénesis de fragmentos que fueron transportados en estado sólido hasta las cuencas sedimentarias.

Tamaño de los granos	Mayor de 2 mm	Entre 2 y 0.06 mm	Menor de 0.06 mm
Sedimento suelto original	Gravas	Arenas	Limos y arcillas
Roca sedimentaria resultante	Conglomerados		Lutitas (arcillas)
	Pudingas 	Brechas 	

Rocas sedimentarias



Rocas Metamórficas

La palabra viene del griego "meta" y de "morph" que significa cambiar la forma. Las rocas metamórficas eran originalmente ígneas o sedimentarias, pero debido al movimiento de la corteza de la Tierra, fueron cambiadas debido a altas temperaturas o grandes presiones.

Rocas Metamórficas

Las rocas metamórficas son las menos comunes de las 3 clases de rocas.

Mica. Es el mineral más común.

Las rocas metamórficas laminares tienen capas, o bandas.



Esquisto. Es la roca filita que ha sufrido una aplicación constante de presión y cizallamiento interno (planos de fractura delgados).



Gneis. Tiene un aspecto rayado debido a las capas de minerales que se alternan.

Rocas Metamórficas

Las rocas metamórficas no laminares no tienen capas



- **Mármol.** Es piedra caliza o dolomita transformada.



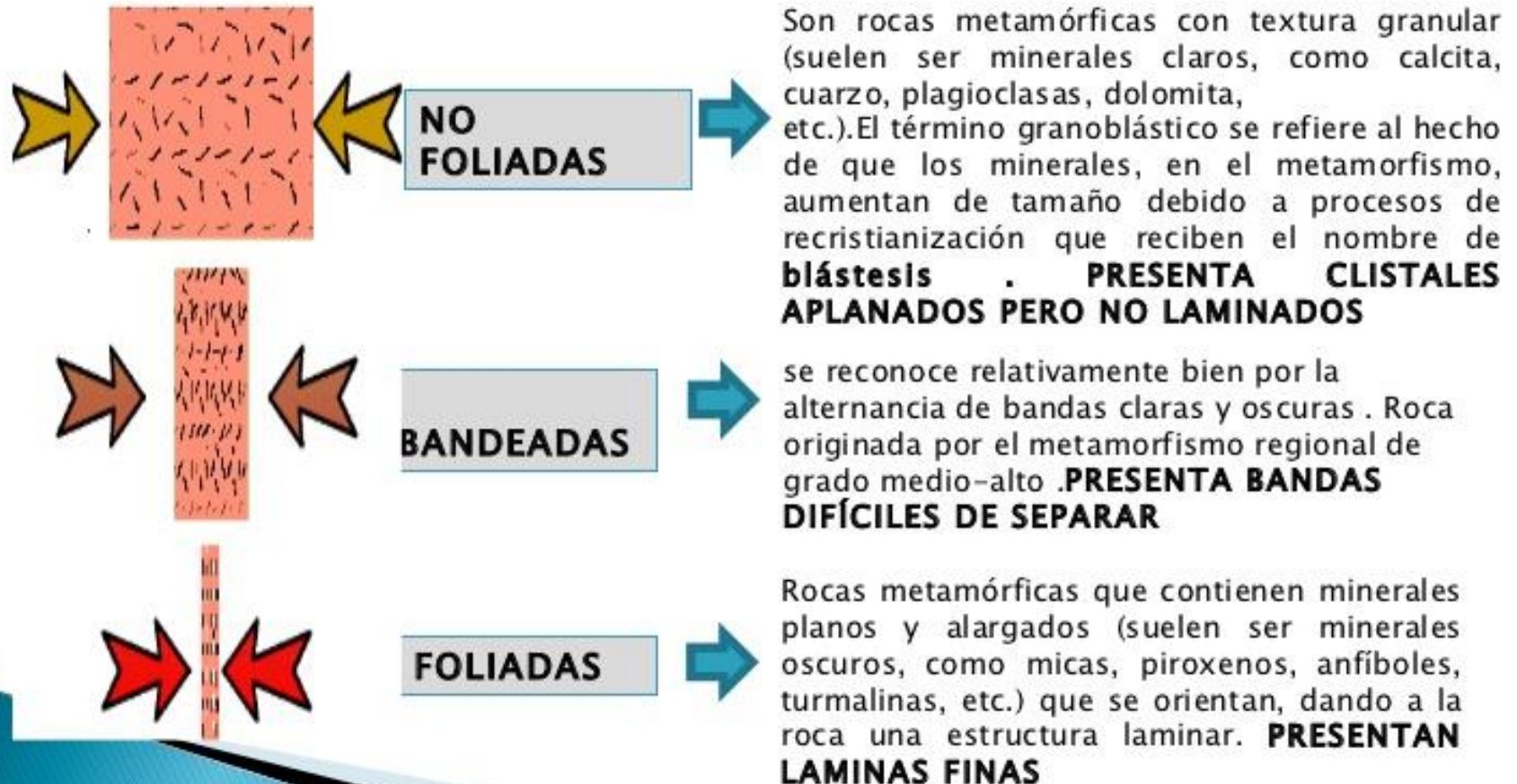
- **Cuarcita.** Es muy dura. Textura granular y estructura granítica, proviene de areniscas cuarcíferas.

- **Pizarra, filita.** Son relativamente resistentes a los procesos de denudación y tienden a formar colinas y mesetas.



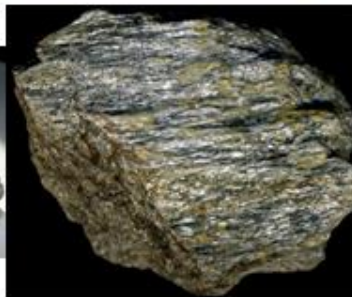
TEXTURAS DE LAS ROCAS METAMORFICAS

las rocas metamórficas se clasifican según sus propiedades físico-químicas. los factores que definen las rocas metamórficas son dos: los minerales que las forman y las texturas que presentan dichas rocas. las texturas son de tres tipos, foliadas no foliada y bandeadas



Textura de rocas metamórficas

Rocas foliadas o con esquistosidad				Rocas no foliadas o masivas
Pizarrosas	Filíticas	Esquistosas	Gnéisicas	
Esquistosidad muy fina, planos lisos y regulares. Primer grado de metamorfismo	Esquistosidad menos fina, superficies menos regulares. Metamorfismo de grado bajo	Planos irregulares, superficies rugosas. Metamorfismo de grado medio	Bandeado más que esquistosidad, rotura difícil. Metamorfismo de grado alto	Formadas por rocas monominerales



TEXTURAS DE LAS ROCAS METAMORFICAS

NO FOLIADAS



BANDEADAS



FOLIADAS



Rocas metamórficas



Bibliografía

- Griem, W. & Griem-Klee, S. (2005). Geología general. Universidad de Atacama. Departamento de Minas. Área de Minas. Disponible en <http://www.geovirtual2.cl/geologiageneral/geogenap.html> [Consultado en Septiembre de 2016].
- Gutiérrez, M. (2008). Geomorfología. Pearson Prentice Hall, España.
- Lagomarsino, J. (2009). Rocas y minerales, características e identificación. Parragon, N.Y. E.U.
- López, R. E. (2008), Geología general y de México. Edit.- Trillas. México.
- Lugo, H. J. (2002). La superficie de la tierra II. Procesos catastróficos, mapas, relieve mexicano. Colección: La Ciencia para todos. Fondo de Cultura Económica. México.
- Macías, V. J. y Capra, P.L. (2005). Los volcanes y sus amenazas. Colección: Ciencia para todos. Fondo de Cultura Económica, México. (Tema: Las erupciones volcánicas, págs. 20 -59).
- Martínez, A. J. (1989). Cartografía Geológica. Ed. Paraninfo, Madrid, Esp.
- Mora, S., Valverde, R. (2005). Geología, procesos de la dinámica interna y externa. Editorial Tecnológica de Costa Rica. C.R.

Bibliografía

Nava, A. (1998). La inquieta superficie terrestre. Colección La Ciencia para Todos. Fondo de Cultura Económica, México.

Pozo, M., González, J., Giner, J. (2003). Geología Práctica, Introducción al reconocimiento de materiales y análisis de mapas. Pearson Prentice Hall, México.

Rocksforkids (2015). Cómo se forman las rocas y los minerales. Disponible en: http://www.mineraltown.com/infocoleccionar/Como_formacion_rocas_minerales.htm
Consultado [Septiembre de 2015]

Tarbuck, E. and Lutgens, F. (2010). Ciencias de la Tierra. Una introducción a la geología física. Pearson. (*Tema: Las rocas. Págs. 96-118, 162-183, 188-210*).