

# SILICATOS

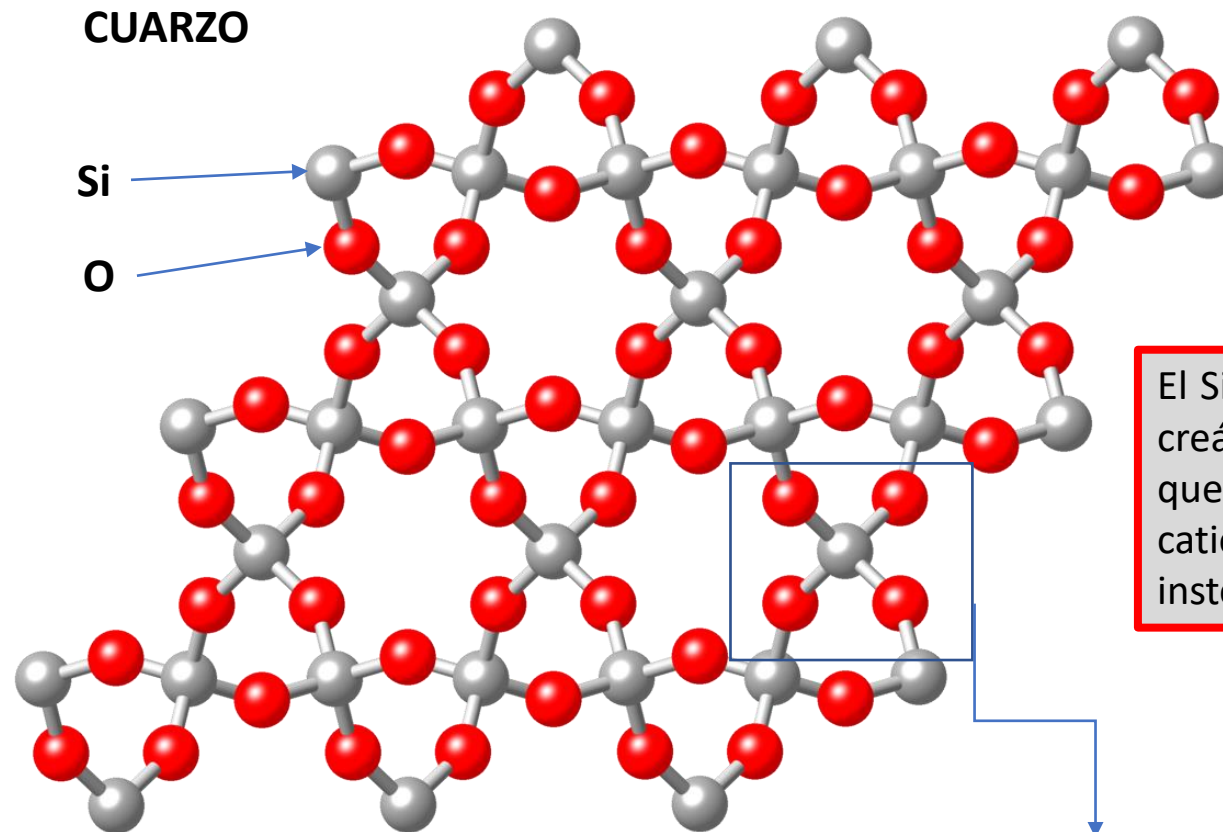
TECTOSILICATOS

# Tectosilicatos

Los tectosilicatos presentan tetraedros de **SiO<sub>4</sub>** unidos entre sí compartiendo todos sus oxígenos con otros tetraedros, formando un armazón tridimensional con enlaces fuertes, verificándose relaciones Si/O iguales a ½. Todos los tetraedros comparten oxígenos con los tetraedros vecinos.

La estructura tridimensional de los tetraedros permite que los tectosilicatos tengan dureza elevada, mientras que la exfoliación puede estar ausente (cuarzo) o perfecta y fácil (feldespatos); generalmente livianos, de génesis magmática, metamórfica y sedimentaria, **son los minerales más abundantes en la corteza.**

# Estructura tridimensional de un tectosilicato



La estructura general es  $\text{SiO}_2$  si no hay sustitución del Si por otros iones.

El  $\text{Si}^{4+}$  puede ser sustituido por el  $\text{Al}^{3+}$ , creándose una deficiencia de cargas que se balancea por la entrada de cationes en las posiciones intersticiales.

**Estructura del cuarzo.** Cada Si comparte cuatro oxígenos, uno con cada tetraedro vecino, generándose una estructura compacta muy fuerte.

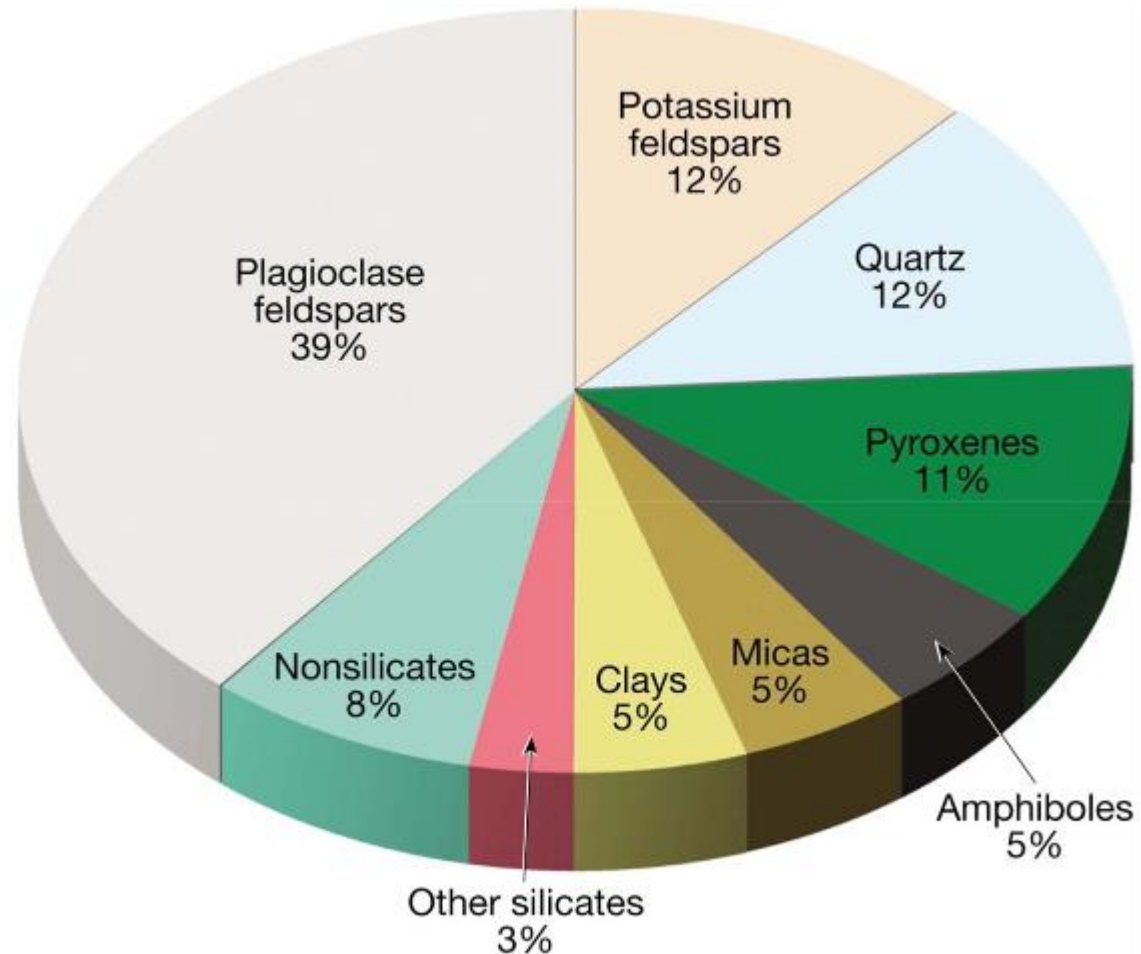
# Tectosilicatos

Los minerales de este grupo son abundantes y representan cerca de un 64% de la corteza terrestre. En especial los feldespatos constituyen casi el 50% de la corteza y son constituyentes esenciales de las rocas. Los feldespatos se forman en un amplio rango de P y T (por eso en parte es su abundancia), aparecen en todo tipo de rocas.

Este grupo de minerales presenta dureza entre 4-6 y bajo P.E. debido a su estructura poco densa, así como colores claros.

# Abundancia de los silicatos

Abundancia de los silicatos (y los no silicatos) en la corteza terrestre.



# Tipos de tectosilicatos

- Polimorfos de la sílice:
  - Cristalina
    - Cuarzo  $\alpha$  y  $\beta$ .
    - Tridimita  $\alpha$  y  $\beta$ .
    - Cristobalita  $\alpha$  y  $\beta$ .
    - Coesita
    - Estishovita.
  - Microcristalina y amorfa:
    - Ágata.
    - Ópalo.
    - Calcedonia.
- Zeolitas:
  - Natrolita.
  - Analcima.
  - Heulandita.
  - Otros.
- Escapolita.

- Feldespatos:
  - Potásicos:
    - Sanidina.
    - Ortosa.
    - Microclina.
  - Plagioclasa.
    - Albita.
    - Oligoclasa.
    - Andesina.
    - Labradorita.
    - Bytownita.
    - Anortita.
- Feldespatoides:
  - Leucita.
  - Nefelina.
  - Sodalita.
  - Haüyna.
  - Otros.

Grupo	(Subgrupo)	Mineral	Fórmula
<u>Grupo de la sílice</u>		<u>Cuarzo</u>	SiO <sub>2</sub>
		Tridimita	SiO <sub>2</sub>
		Cristobalita	SiO <sub>2</sub>
		<u>Ópalo</u>	SiO <sub>2</sub> .nH <sub>2</sub> O
		<u>Danburita</u>	CaB <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
<u>Feldespatos</u>	<u>Feldespatos potásicos</u>	<u>Microclina</u>	KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>
		<u>Ortoclasa</u>	KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>
		<u>Sanidina</u>	(K,Na)AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>
	<u>Plagioclasas</u>	<u>Albita</u>	NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>
		<u>Anortita</u>	CaAl <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub>
<u>Feldespatoides</u>		<u>Leucita</u>	KAlSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub>
		<u>Nefelina</u>	(Na,K)AlSiO <sub>4</sub>
		<u>Sodalita</u>	Na <sub>8</sub> Al <sub>6</sub> Si <sub>6</sub> O <sub>24</sub> Cl <sub>2</sub>
		Lazurita	(Na,Ca) <sub>8</sub> (AlSiO <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> (SO <sub>4</sub> ,S,Cl) <sub>2</sub>
		<u>Petalita</u>	LiAlSi <sub>4</sub> O <sub>10</sub>

Minerales de los tectosilicatos y sus fórmulas químicas

[http://www2.uned.es/cristamine/min\\_descr/clases/silicatos/tectosilicatos.htm](http://www2.uned.es/cristamine/min_descr/clases/silicatos/tectosilicatos.htm)

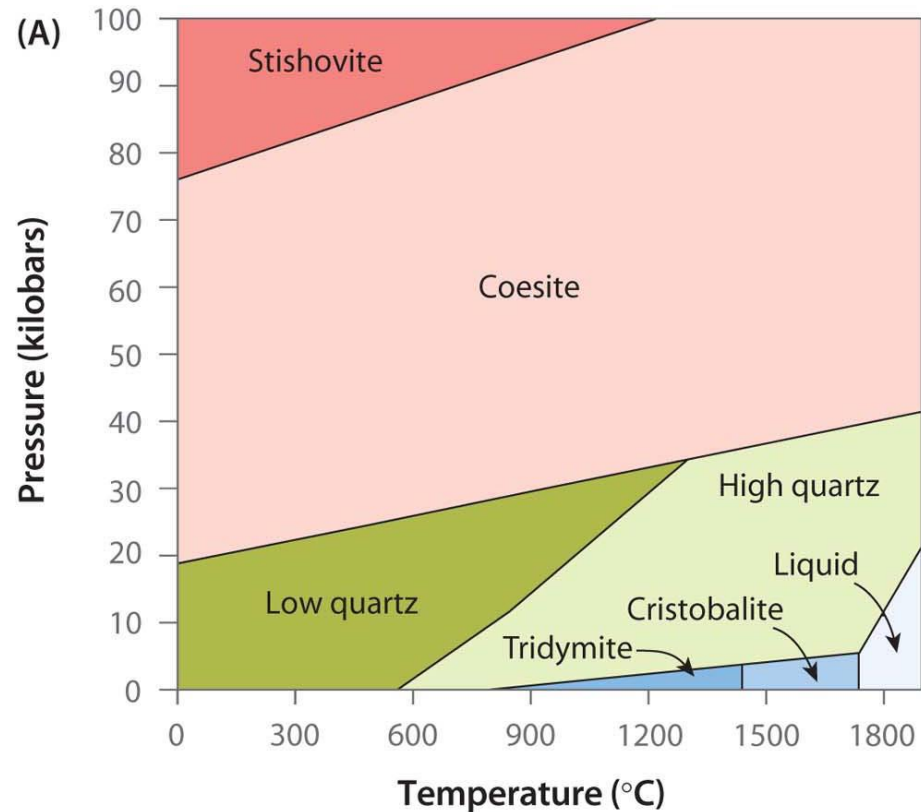
<u>Escapolitas</u>	<u>Marialita</u>	Na <sub>4</sub> (AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ) <sub>3</sub> (Cl <sub>2</sub> ,CO <sub>3</sub> ,SO <sub>4</sub> )
	<u>Meionita</u>	Ca <sub>4</sub> (Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> ) <sub>3</sub> (Cl <sub>2</sub> ,CO <sub>3</sub> ,SO <sub>4</sub> )
	<u>Wernerita</u>	Ca <sub>4</sub> Al <sub>6</sub> Si <sub>6</sub> O <sub>24</sub> CO <sub>3</sub>
<u>Zeolitas</u>	<u>Natrolita</u>	Na <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> .2H <sub>2</sub> O
	<u>Chabazita</u>	CaAl <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>12</sub> .6H <sub>2</sub> O
	<u>Heulandita</u>	CaAl <sub>2</sub> Si <sub>7</sub> O <sub>18</sub> .6H <sub>2</sub> O
	<u>Estilbita</u>	NaCa <sub>2</sub> Al <sub>5</sub> Si <sub>13</sub> O <sub>36</sub> .14H <sub>2</sub> O
	<u>Analcima</u>	NaAlSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub> .H <sub>2</sub> O

Sílice



# Tectosilicatos: sílice cristalina

Diagrama de fase de la sílice cristalina ( $\text{SiO}_2$ )



El grupo de ( $\text{SiO}_2$ ) se caracteriza por su polimorfismo.

El **cuarzo** es el polimorfo más estable hasta 870 °C a presión atmosférica.

La **tridimita** es estable entre 870 – 1470 °C

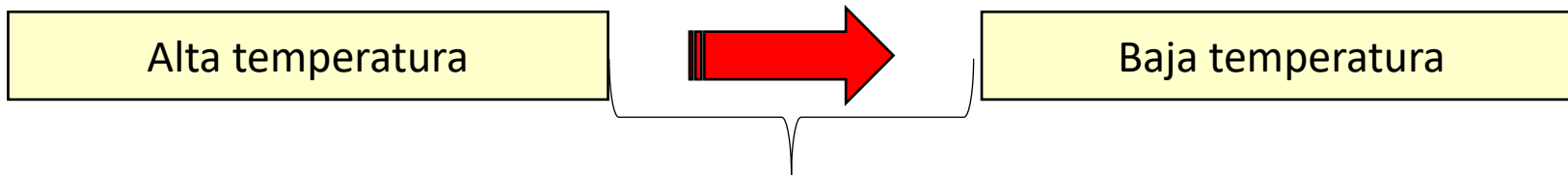
La **cristobalita** es estable desde 1470 °C hasta su punto de fusión a 1713 °C.

La **coesita** es estable a grandes profundidades en la corteza. En terrenos metamórficos de altas P, cráteres de impacto de meteoritos, kimberlitas.

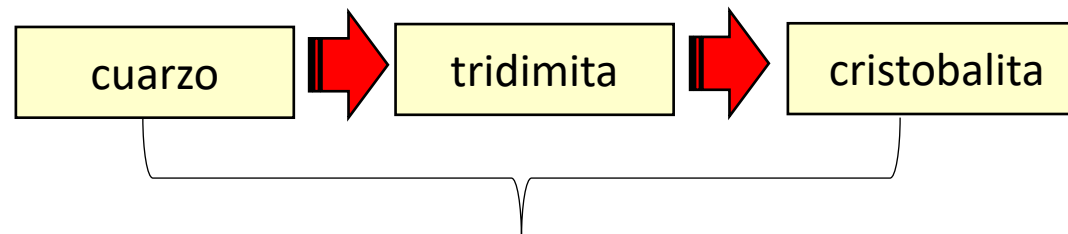
La **estishovita** es estable en el manto terrestre. Aparece también en cráteres de impactos de meteoritos.

El cuarzo, la tridimita y la cristobalita tienen polimorfos de baja temperatura ( $\alpha$ ) y de alta temperatura ( $\beta$ )

Las formas de alta temperatura tienen simetría mayor. Las de baja temperatura tienen menor simetría y están distorsionados.

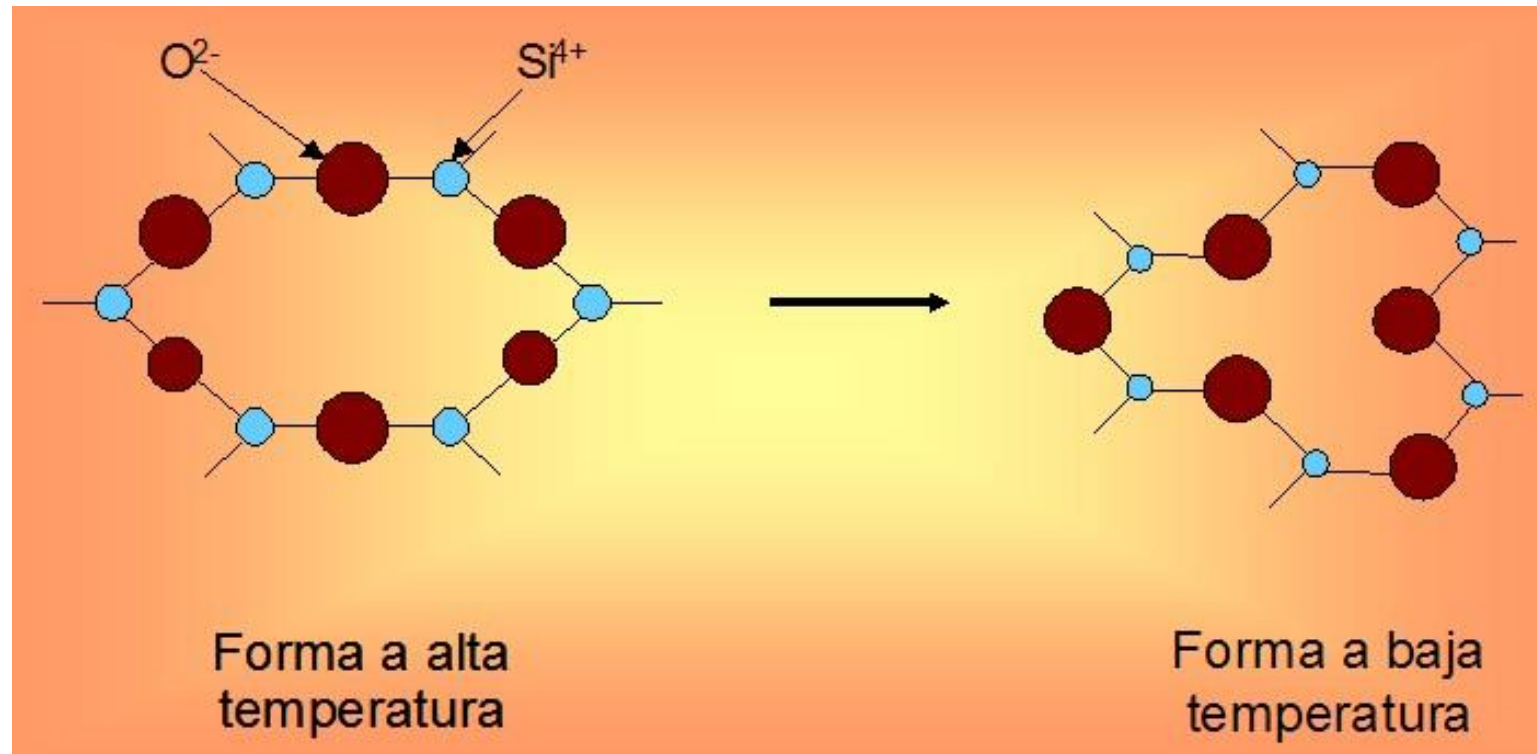


Reversibles, rápidas y sin rotura de enlace



Reconstructivas, lentas, metastables, con rotura de enlace y nueva reconstrucción de la estructura

Transformación de alta a baja temperatura (sólo re-ordenación de la estructura sin ruptura de enlace)



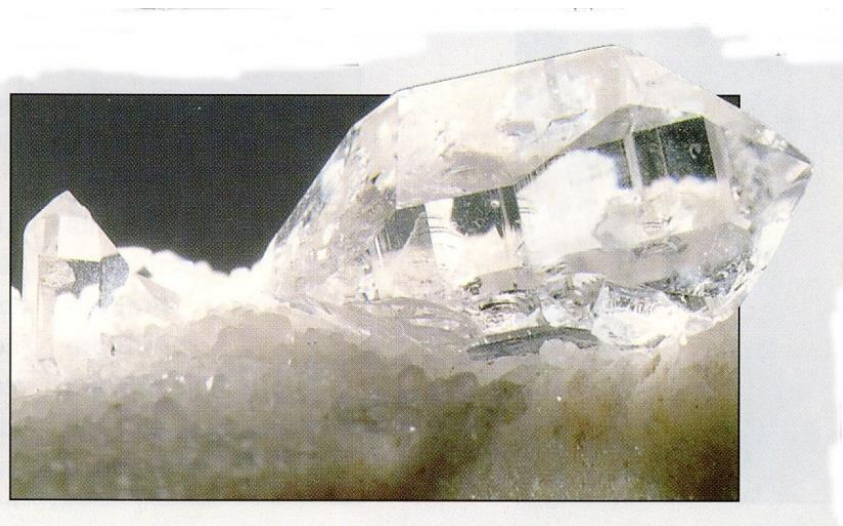
# Grupo del cuarzo

Grupo (Subgrupo)	Mineral	Fórmula
<u>Grupo de la sílice</u>	• <u>Cuarzo</u>	$\text{SiO}_2$
	• Tridimita	$\text{SiO}_2$
	• Cristobalita	$\text{SiO}_2$
	• <u>Ópalo</u>	$\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

# Tectosilicatos: sílice cristalina

Cuarzo  $\alpha$   $\text{SiO}_2$  trigonal H=7.0 Psp=2.6

**Forma:** En cristales prismáticos biterminados por romboedros y/o trapezoedros, hábito pseudobipiramidal, a veces en masas compactas.

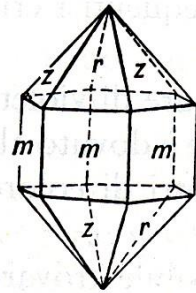


**Propiedades:** De traslúcido a transparente, brillo vítreo, incoloro o variamente coloreado, raya blanca, sin exfoliación, fracturación concoidal, piezoeléctrico. Es el polimorfo de  $\text{SiO}_2$  estable a baja temperatura.

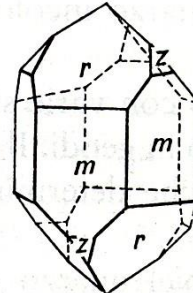
**Origen:** Mineral común en rocas magmáticas félsicas, metamórficas y sedimentarias.

**Usos:** Componentes piezoeléctricos, vidrio, óptica y gema.

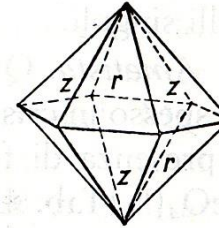
# Tectosilicatos: sílice cristalina



(a)

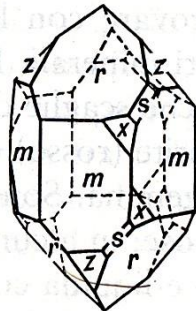


(b)

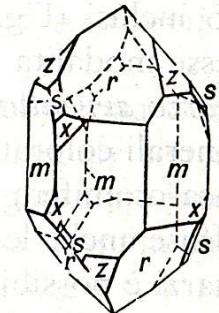


(c)

hábitos comunes del cuarzo



Cuarzo  $\alpha$  dextrógiro



Cuarzo  $\alpha$  levógiro

# Variedades de cuarzo



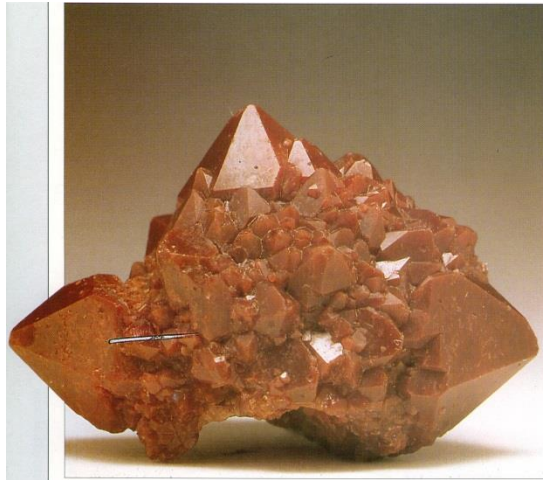
# Utilidades del cuarzo

Las rocas de cristal puro se utilizan en equipos ópticos y electrónicos. Como arena, el cuarzo se utiliza en la fabricación de vidrio y de ladrillos de sílice, o como cemento y argamasa. El cuarzo en polvo se usa para hacer porcelana, papel de lija y relleno de madera.





# Tectosilicatos: sílice cristalina

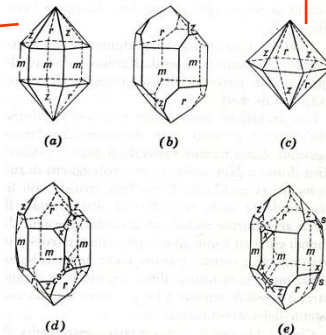


cuarzo hematoide  
(inclusiones de hematites)

cuarzo azulado  
(inclusiones de crocidolita azul)



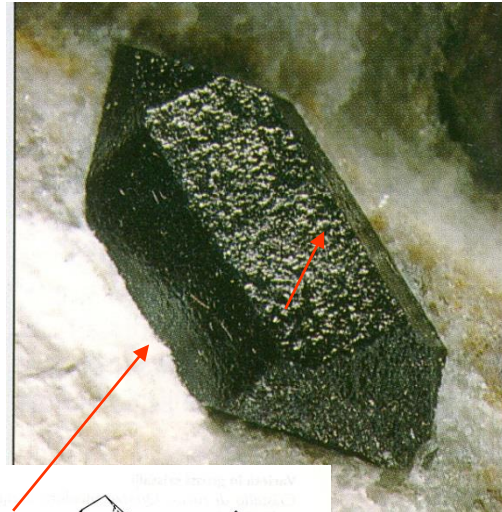
cuarzo amatista  
(impurezas de  $Fe^{3+}$ )



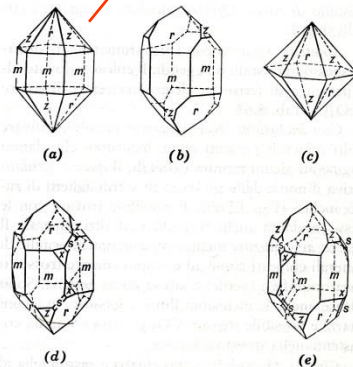
# Tectosilicatos: sílice cristalina



cuarzo prasio-crisopasa  
(pequeñas trazas de níquel  
en su estructura)



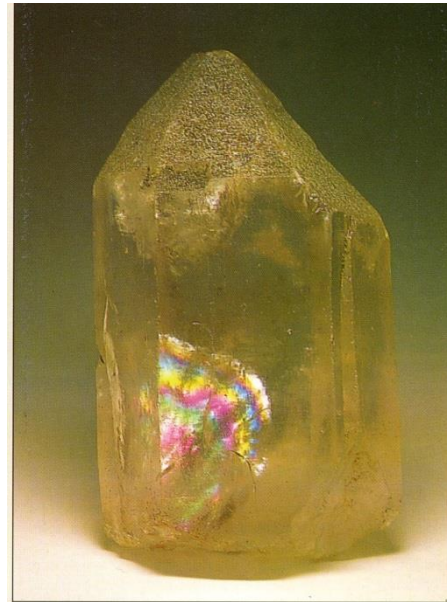
Cuarzo ahumado  
(radioactividad natural)



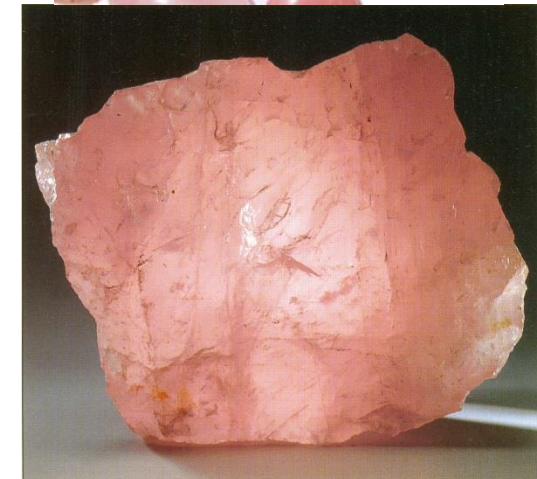
# Tectosilicatos: sílice cristalina



**cuarzo citrino**  
(hierro coloidal)



**cuarzo iris**  
(causado por la luz que es refractada por el efecto prismático de una grieta o de una inclusión)



**cuarzo rosado**  
(rico en inclusiones de Ti y Mn)

# Joyas de cuarzo



**Calcedonia azul**



**Cuarzo rosa**



**Ojo de tigre**



**Cuarzo  
amatista**



**Cuarzo  
ahumado**

# Tectosilicatos: sílice cristalina

Tridimita  $\beta$   $\text{SiO}_2$  hexagonal H=7.0 Psp=2.3

**Forma:** Cristales pequeños de borde hexagonal, espeso, tri-maclados



**Propiedades:** De traslúcida a transparente, brillo vítreo, incolor o blanca.

**Origen:** Rocas volcánicas intermedias y ácidas

**Nombre:** Desde el griego τριπλεξ (tríplice) por sus maclas

# Tectosilicatos: sílice cristalina

Cristobalita  $\beta$   $\text{SiO}_2$  cúbica H=6.5 Psp=2.3

**Forma:** Cristales pequeños octaédricos, en agregados esféricos



Cerro San Cristobal (México)

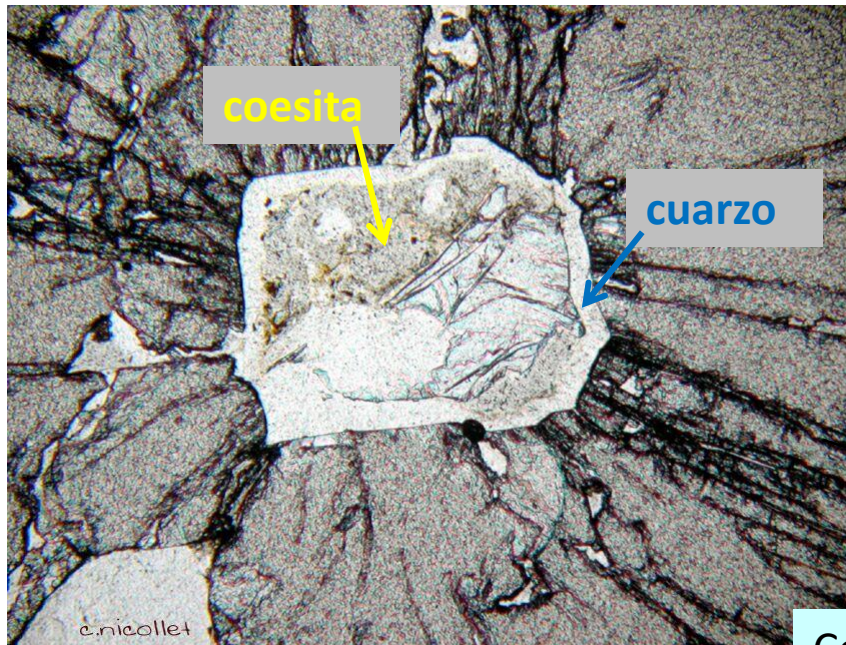
**Propiedades:** Traslúcida, brillo vítreo, incoloro a blanco.

**Origen:** Mineral común en rocas volcánicas ácidas



# Tectosilicatos: sílice cristalina

Coesita  $\text{SiO}_2$  monoclinico H=7.5 Psp=2.9



**Origen:** Rocas metamórficas de muy alta presión, mineral indicador de impactos meteoríticos

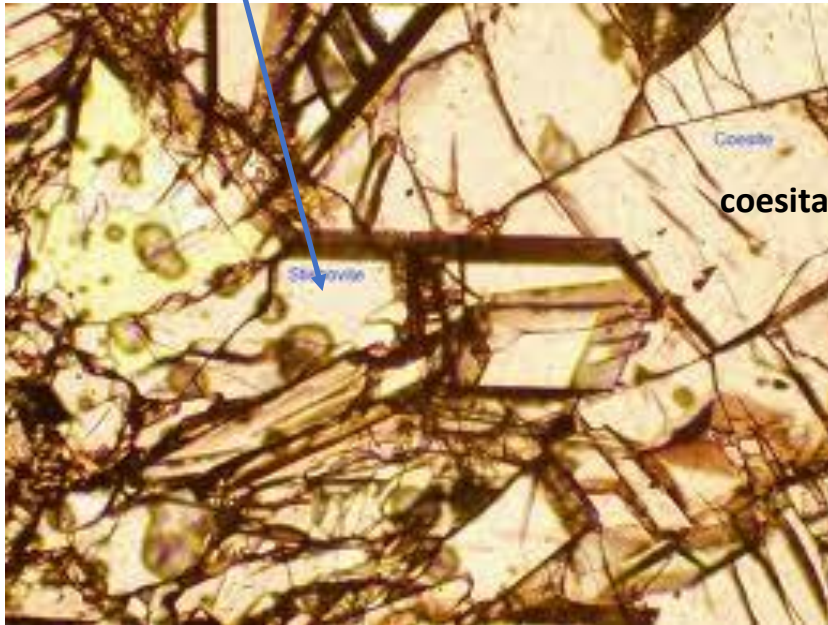
Fracturas radiales

Coesita Dora Maira (Italia)

# Tectosilicatos: sílice cristalina

Estishovita  $\text{SiO}_2$  tetragonal H=7.5-8.0 Psp=4.3

estishovita



**Origen:** Impactos meteoríticos (presión > 100 kbar y temperaturas > 1200°C por tiempos muy breves) en rocas con cuarzo.

estishovita sintética asociada a coesita



# Tectosilicatos: sílice microcristalina

Calcedonia

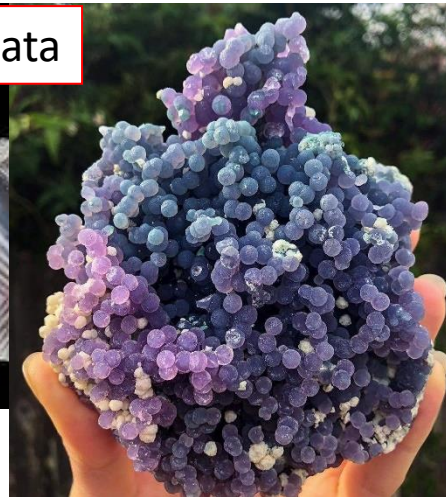
$\text{SiO}_2$



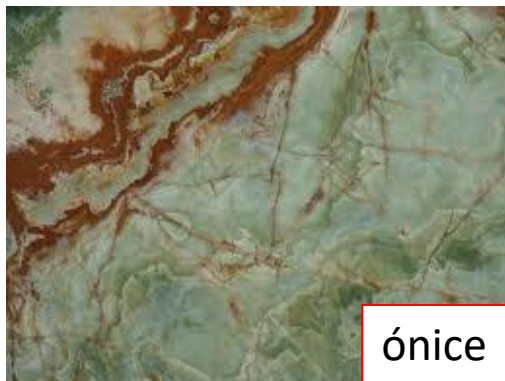
calcedonia



ágata



cornalina



ónice



pedernal

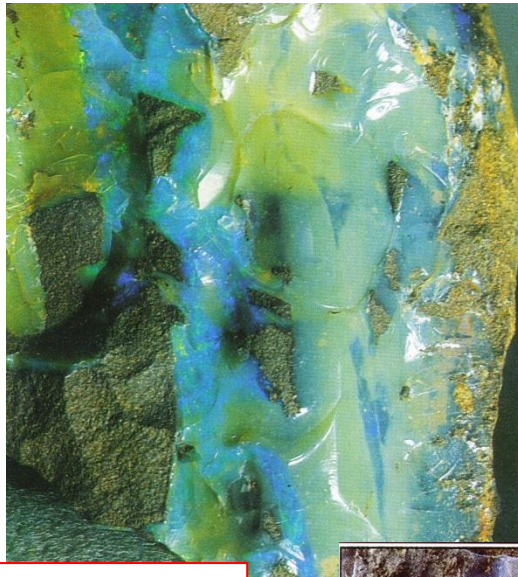


jaspe

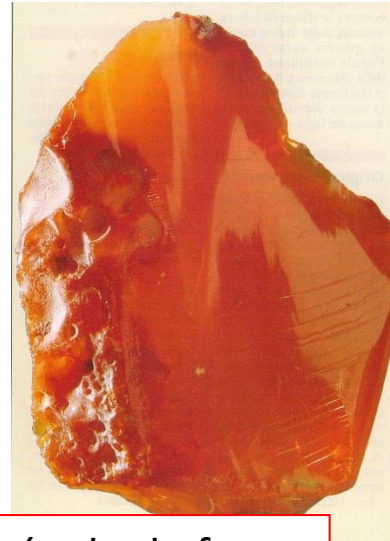
# Tectosilicatos: sílice amorfa

Ópalo  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Es sílice amorfa o sílice hidratada, es decir, está compuesto de [dióxido de silicio](#) (sílice), lo mismo que el cuarzo y otros minerales relacionados. Está constituido por diminutas lepisferas formadas por capas sucesivas de cristobalita y [tridimita](#). Estas partículas microscópicas tienen un diámetro de aproximadamente  $0,1 \mu\text{m}$  ( $1/10000$  de milímetro) y se encuentran como estructuras empaquetadas en un enrejado tridimensional. Debido a ese preciso enrejado, es la única gema conocida capaz de reflejar los rayos de luz y transformarlos en los colores del [arco iris](#) (desde el rojo hasta el violeta)



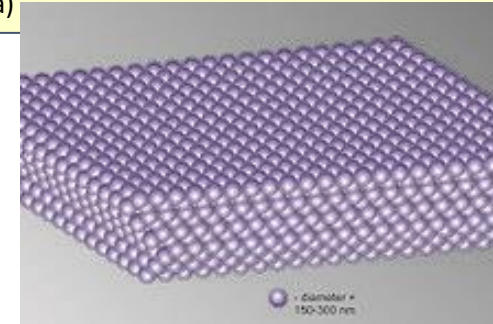
ópalo noble



ópalo de fuego



ópalo comun



Boulder opal

Feldespatos

# Tectosilicatos: feldespatos

Los silicatos están formados por una red tetraédrica de grupos  $\text{SiO}_2$  con reemplazo parcial de Si por Al y presencia, en los huecos disponibles, de cationes  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  o  $\text{Ca}^{2+}$  para neutralizar las cargas.

Generalmente los feldespatos se originan a alta temperatura con estructuras más desordenadas pasando, por enfriamiento, a un estado más ordenado de menor temperatura. Tal es el caso de los polimorfos del feldespato potásico *sanidina* (de alta temperatura), *ortoclasa* (intermedia) y *microclina* (de baja temperatura).



A	coordinación nueve	K, Na, Ca, (Ba)
T	coordinación tetraédrica	Si, Al ( $1 < \text{Al}^{\text{IV}} < 2$ )

K-feldespato	$\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ (polimorfos: sanidina, ortoclasa, microclina)
Albita	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ (polimorfios de alta y baja temperatura)
Anortita	$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ (polimorfos de alta y baja temperatura)

**Usos:** industria cerámica, gemas

# Tectosilicatos: feldespatos

El feldespato potásico, la albita y la anortita se relacionan entre sí mediante dos series de solución sólida:

- Feldespatos alcalinos:  $(K,Na)AlSi_3O_8$ . A veces mal llamada feldespatos potásicos.
- Feldespatos plagioclasas:  $(Na,Ca)Al_{1-2}Si_{3-2}O_8$ . Llamados simplemente plagioclasa. La albita pertenecería a ambas series.

<u>Feldespatos</u>	<u>Feldespatos potásicos</u>	● <u>Microclina</u>	$KAlSi_3O_8$
		● <u>Ortoclasa</u>	$KAlSi_3O_8$
		● <u>Sanidina</u>	$(K,Na)AlSi_3O_8$
	<u>Plagioclasas</u>	● <u>Albita</u>	$NaAlSi_3O_8$
		● <u>Anortita</u>	$CaAl_2Si_2O_8$

# Tectosilicatos: feldespatos

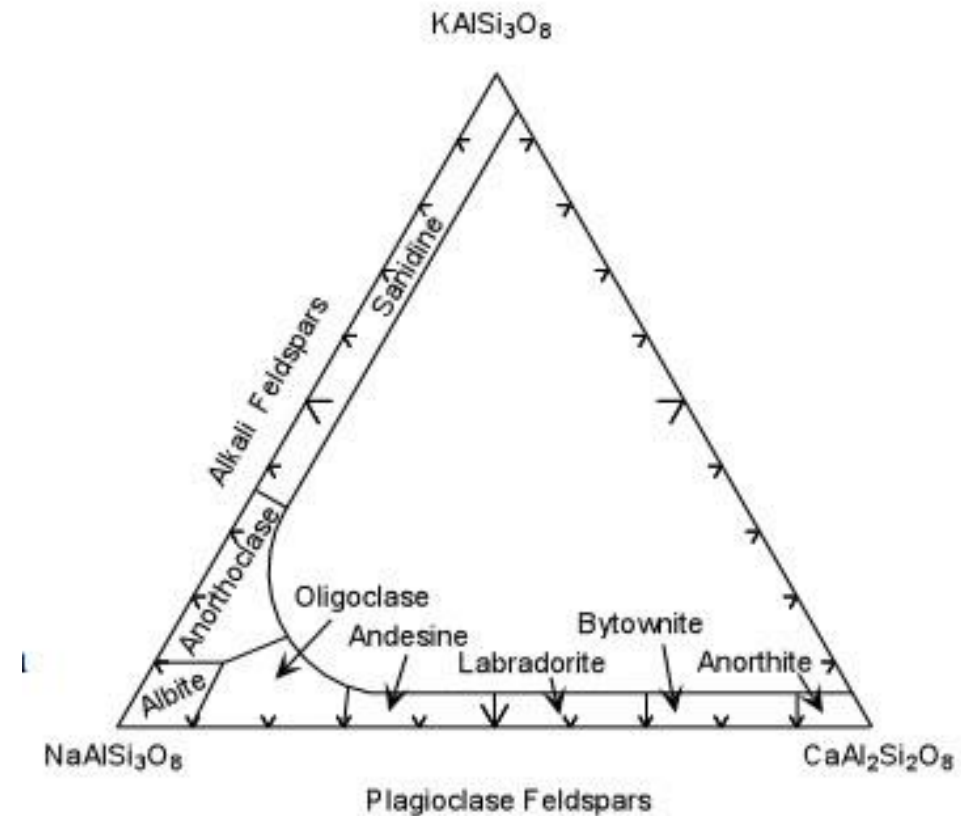
Divisiones dentro de cada serie de solución sólida:

## Feldespatos alcalinos:

- Feldespato potásico (>36% Kfs):
  - Sanidina.
  - Ortosa.
  - Microclina.
- Anortoclasa (10-36% Kfs).
- Albita (<10% Kfs).

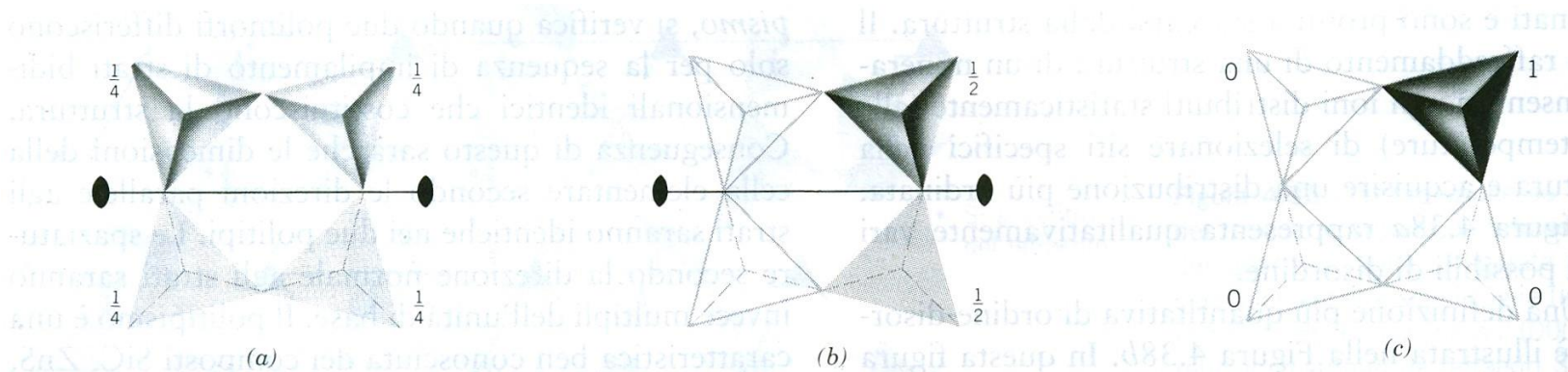
## Plagioclasa:

- Albita (0-10% Ca).
- Oligoclasa (10-30% Ca).
- Andesina (30-50% Ca).
- Labradorita (50-70% Ca).
- Bytownita (70-90% Ca).
- Anortita (90-100% Ca).



# Tectosilicatos: feldespatos

Polimorfismo de orden-desorden del feldespato potásico ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ )



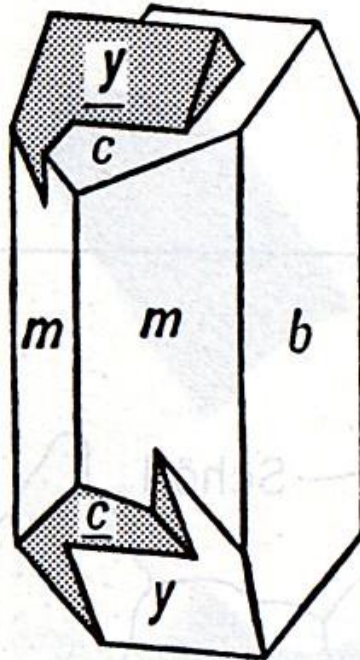
$\frac{1}{4}$  de Al cada tetraedro  
Desorden completo  
**Sanidina**  
Alta Temperatura

$\frac{1}{2}$  de Al en dos tetraedros  
Orden parcial  
**Ortoclasa**  
Temperatura media

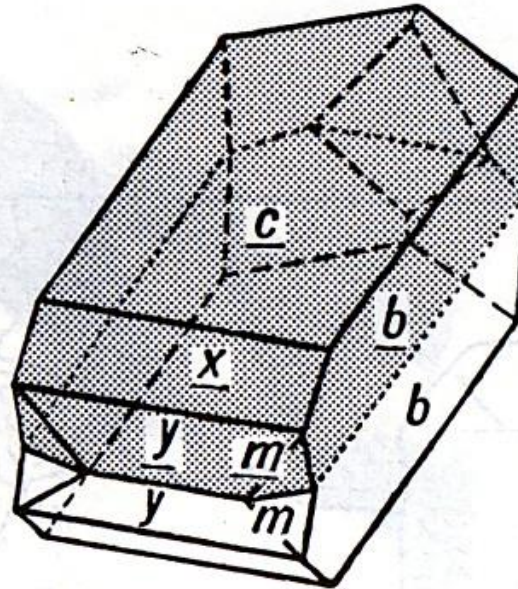
1 Al en un tetraédro  
Orden completo  
**Microclina**  
Baja Temperatura

# Tectosilicatos: feldespatos

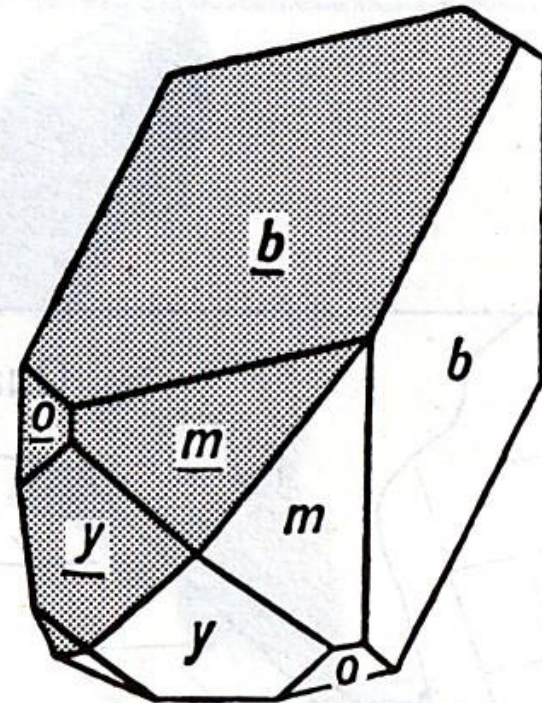
Maclas comunes en los feldespatos



Karlsbad  
[001]



Manebach  
(100)



Baveno  
(021)



# Tectosilicatos: feldespatos

Sanidina  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$  monoclinico H=6.0 Psp=2.6

**Forma:** Cristales tabulares o elongados; comunes las maclas tipo Karlsbad [001]



**Propiedades:** De traslúcido a transparente, brillo vítreo, Incoloro si está inalterado, de lo contrario blanco gris, Raya blanca, perfecta exfoliación (001) y buena (010)

**Origen:** Mineral común en rocas volcánicas por enfriamiento muy rápido (no da tiempo a formar polimorfos de menor T).

# Tectosilicatos: feldespatos

Ortoclasa/ortosa  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$  monoclinico H=6.0 Psp=2.6

**Forma:** Cristales prismáticos; comunes las maclas tipo Karlsbad [001] y Baveno (021)



**Propiedades:** De traslúcido a transparente, brillo vítreo, incoloro, blanco, rosado, raya blanca, exfoliación (001) perfecta y (010) buena.

**Origen:** Mineral común en rocas magmáticas silíceas (granitos, pegmatitas); pertitas comunes

**Nombre:** Del griego ορθος (perpendicular) y κλαζομαι (romper) debido al doble sistema de exfoliación ortogonal.

# Tectosilicatos: feldespatos

Microclina  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$  triclinico H=6.0 Psp=2.6

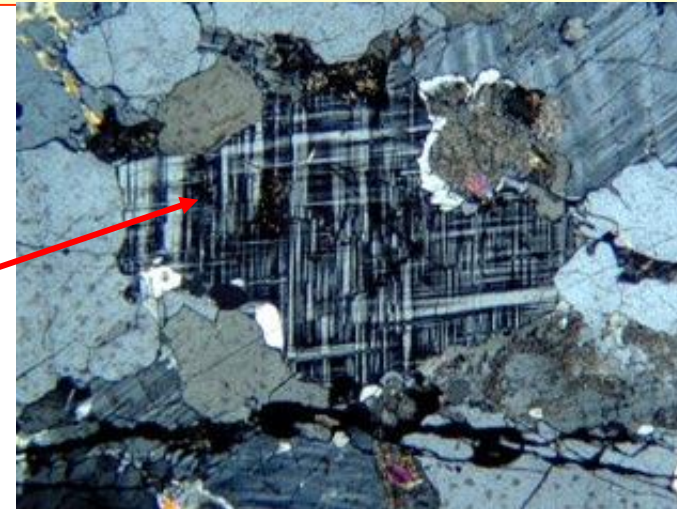
**Forma:** En cristales prismáticos; comunes las maclas tipo Karlsbad [001], Baveno (021), y Manebach (100), espeso en masas.



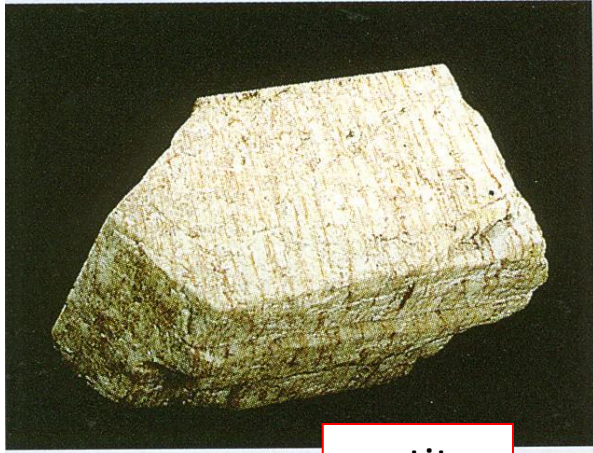
**Propiedades:** De traslúcido a transparente, brillo vítreo, raya blanca. Colores amarillo, verde (amazonita), rojo. Exfoliación (001) perfecta y (010) buena

**Origen:** Mineral común en rocas magmáticas silíceas, metamórficas y sedimentarias (areniscas); las pertitas son comunes.

Macla tartán de la microclina



# Tectosilicatos: feldespatos

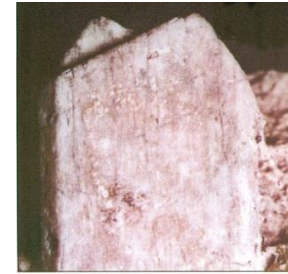


perthitas



ortoclasa

sanidina



amazonita



# Tectosilicatos: feldespatos plagioclasas

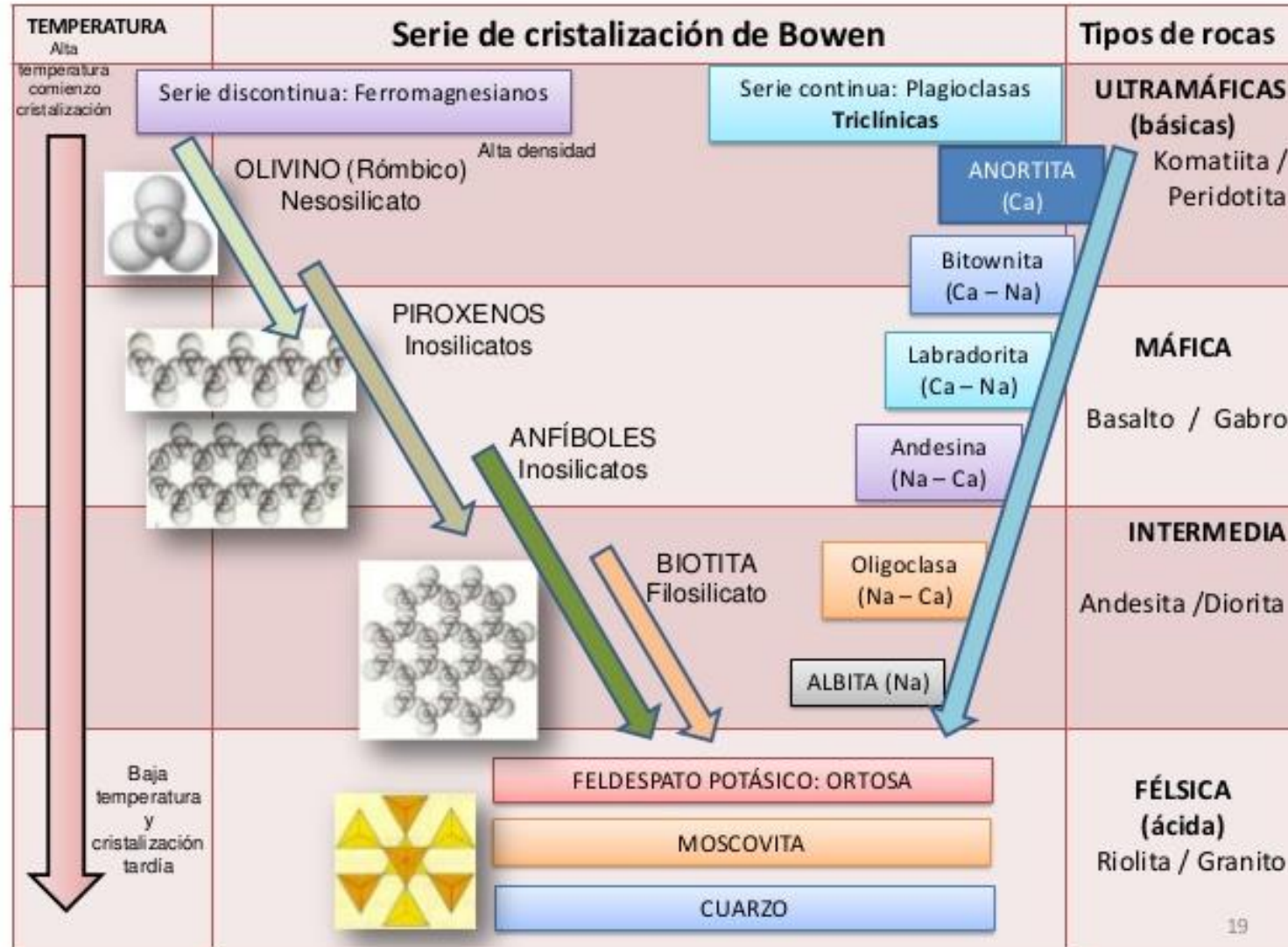
Albita	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	triclínica $\bar{1}$	H=6.0	Psp=2.6
Anortita	$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	triclínica $\bar{1}$	H=6.0	Psp=2.8
Plagioclasas	$(\text{Na}_{1-0}\text{Ca}_{0-1})(\text{Al}_{1-2}\text{Si}_{3-2}\text{O}_8)$			

**Origen:** Las plagioclasas son los minerales más comunes en las rocas (magmáticas, sedimentarias y metamórficas).

**Química:** En las rocas magmáticas el porcentaje de molécula albítica aumenta de manera gradual desde las rocas máficas hasta las rocas félsicas (serie continua de las series de Bowen).

Albita	$\text{Ab}_{100-90}\text{An}_{0-10}$	granitos pegmatitas, sienitas, riolitas
Oligoclasa	$\text{Ab}_{90-70}\text{An}_{10-30}$	granitos, granodioritas
Andesina	$\text{Ab}_{70-50}\text{An}_{30-50}$	andesitas
Labradorita	$\text{Ab}_{50-30}\text{An}_{50-70}$	gabros, basaltos
Bitownita	$\text{Ab}_{30-10}\text{An}_{70-90}$	gabros
Anortita	$\text{Ab}_{10-0}\text{An}_{90-100}$	metamorfismo por contacto

# Las plagioclasas, feldepatos y el cuarzo en la serie de Bowen



# Tectosilicatos: feldespatos

Albita	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	triclínica	$\bar{1}$	H=6.0	Psp=2.6
Anortita	$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	triclínica	$\bar{1}$	H=6.0	Psp=2.8
Plagioclasas	$(\text{Na}_{1-0}\text{Ca}_{0-1})(\text{Al}_{1-2}\text{Si}_{3-2}\text{O}_8)$				

**Forma:** En cristales tabulares o prismáticos; comunes las maclas tipo Karlsbad [001], Baveno (021), Manebach (100), albita (010) polisintética.

**Propiedades:** De traslúcidos a transparentes, brillo vítreo y nacarado, incoloros, blancos o gris, raya blanca, exfoliación (001) perfecta y (010) buena.

**Nombre:**

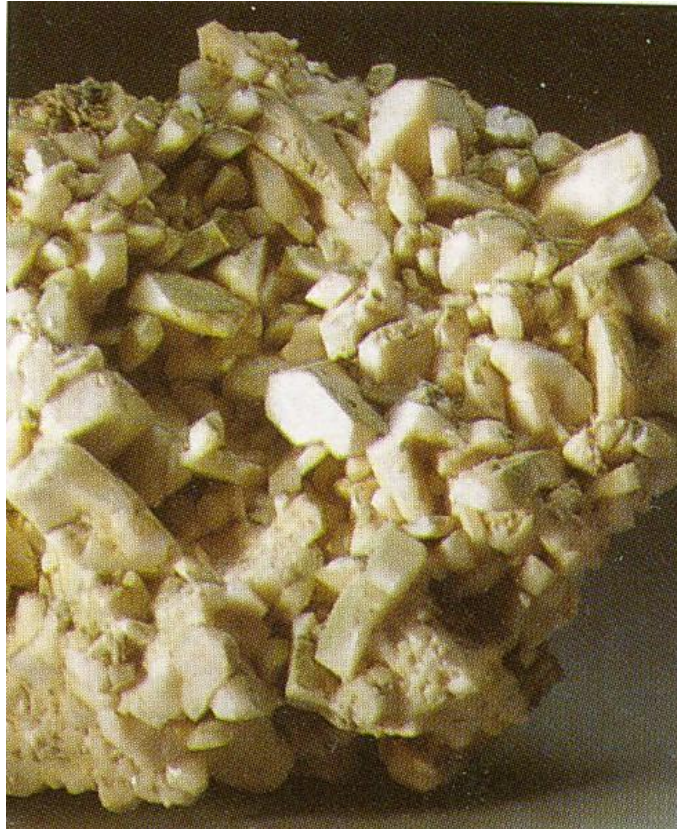
Plagioclasa: Del griego *πλαγος* (oblicuo) y *χλαζομαι* (romper) debido a que el ángulo de exfoliación es diferente a 90°.

Albita: desde el latín *albus* (blanco) por su color blanco leche;

Anortita: desde el griego *ανορτος* (no ortogonal) porque es triclínica

# Tectosilicatos: feldespatos

albita



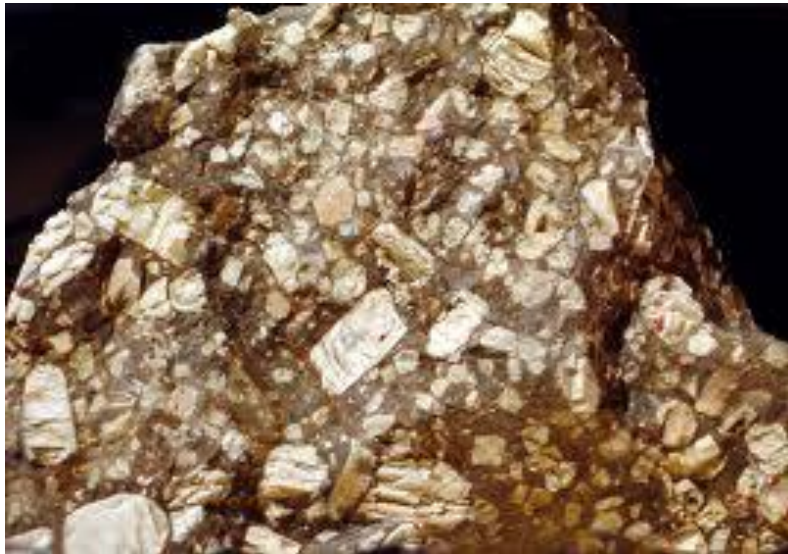
oligoclasa



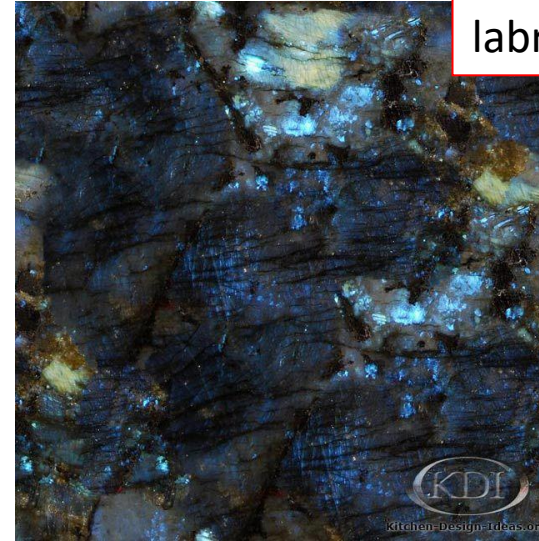


# Tectosilicatos: feldespatos

andesina



labradorita



# Tectosilicatos: feldespatos

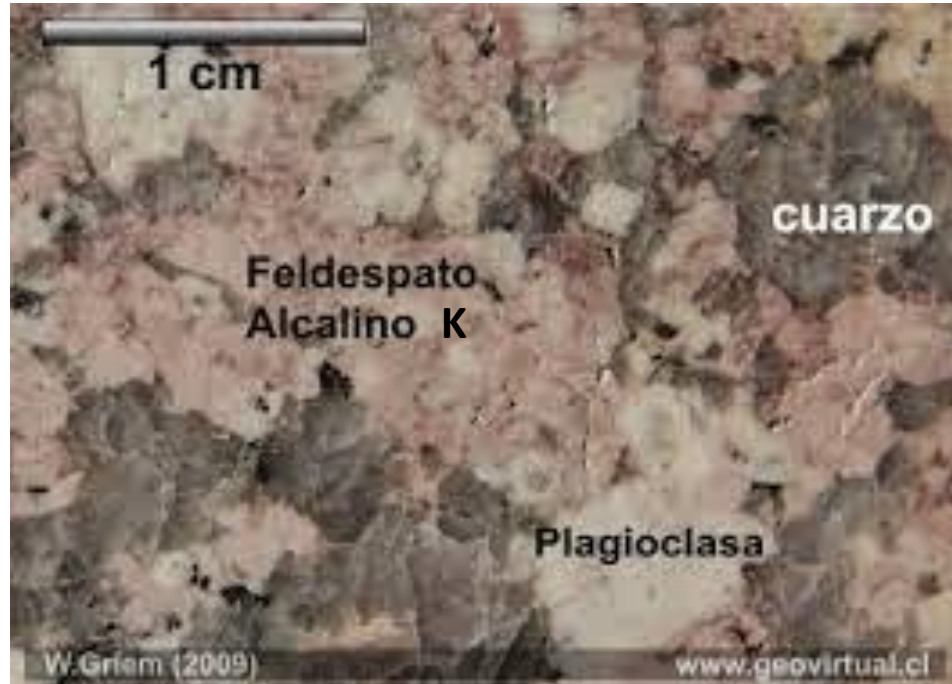
bytownita



anortita



# Típico de rocas graníticas



Color rosa carne de los feldespatos con K



# ¿Cómo diferenciar cuarzo de los feldespatos?



Ortosa zonada, los cristales son tablillas



Los feldespatos son tablillas alargadas. Con lupas se pueden ver las maclas polisintéticas.



¡¡Plagioclasas!!



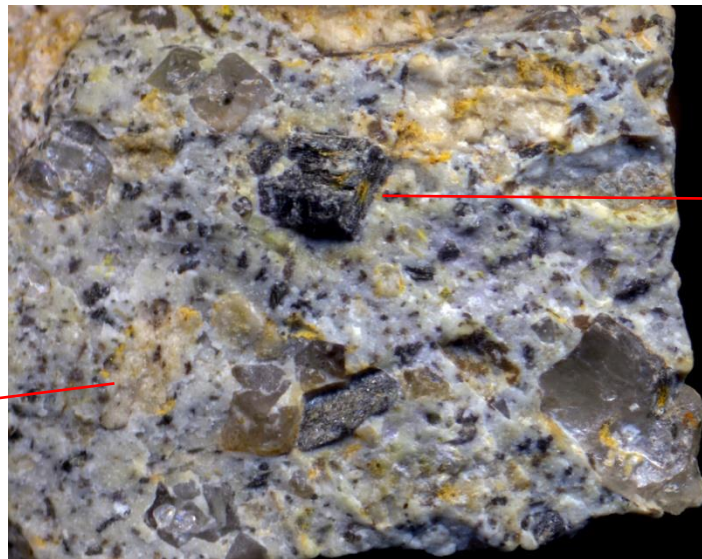
© geology.com

Cuarzo gris translúcido, generalmente anhedral

plagioclasas



Prismas de anfíbol



anfíbol

Feldespato K

Feldespatoides

# Tectosilicatos: feldespatoides

Los feldespatoides son similares químicamente a los feldespatos (silicatos de aluminio y álcalis). La principal diferencia yace en que contienen menos  $\text{SiO}_2$  que ellos, por lo que son deficientes en sílice. Se forman en medios libre de cuarzo, con el que **son incompatibles**.

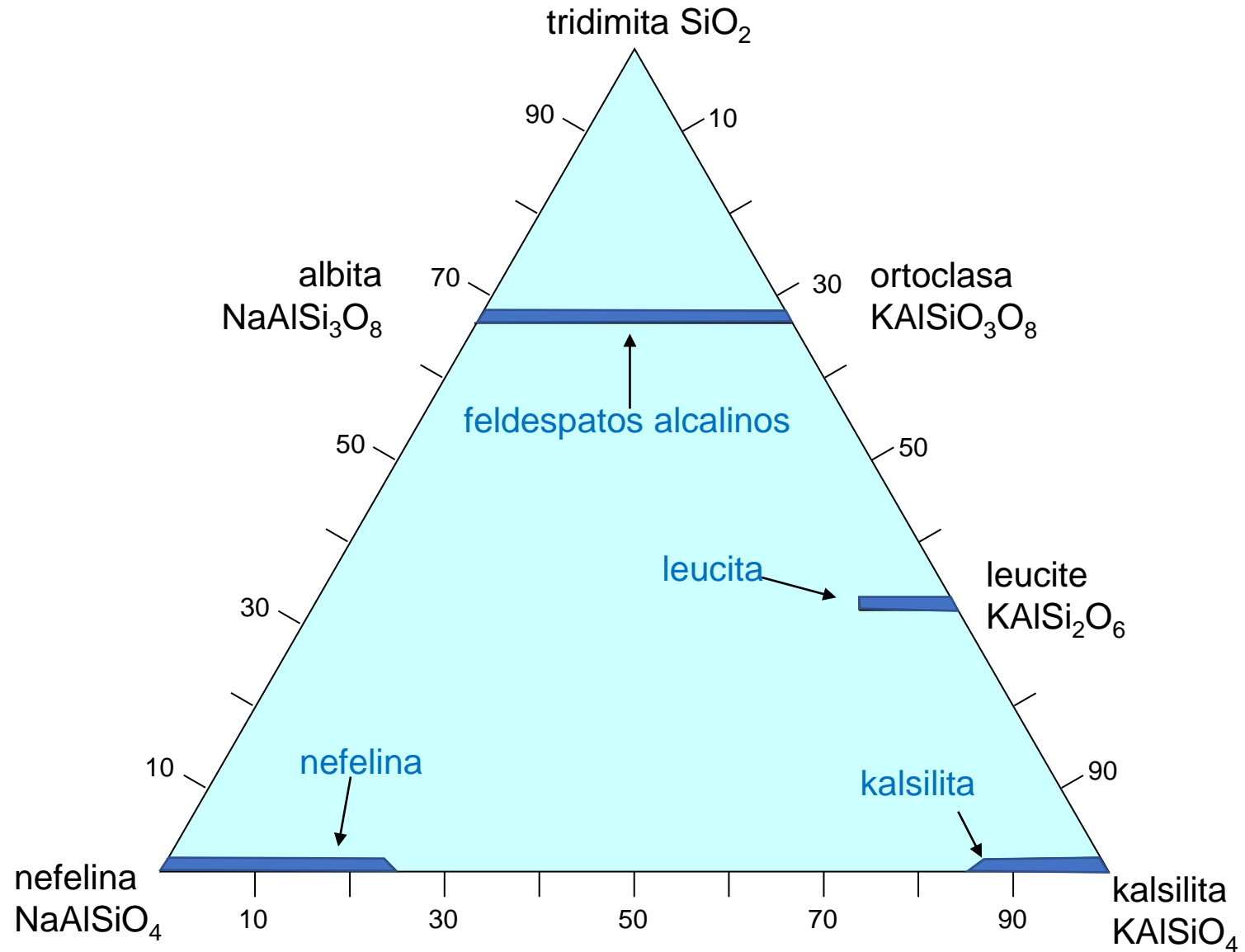
Sílice + feldespatoide = feldespato

Por tanto, en equilibrio, no pueden coexistir ningún polimorfo de la sílice con ningún feldespatoide, pues reaccionarían para generar feldespato. Por tanto, ambas fases son **incompatibles**.

Pueden coexistir cuarzo y feldespatos, o feldespatos y feldespatoides.

Los feldespatoides se forman en rocas con exceso de álcalis con respecto al contenido de  $\text{SiO}_2$ .

# Tectosilicatos: feldespatoides





# Tectosilicatos: feldespatoides

Leucita  $\text{KAlSi}_2\text{O}_6$  cúbico-tetragonal H=5.5-6.0 Psp=2.5

**Forma:** En cristales trapezoédricos



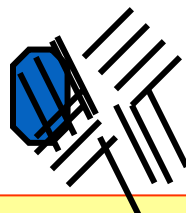
**Propiedades:** Traslúcida, brillo de vítreo a terroso, blanca o gris, Raya blanca. Debajo de 605°C los cristales trapezoédricos (sistema cúbico) se desmezclan en numerosas láminas tetragonales microscópicas (paramorfosis).

**Origen:** Rocas magmáticas efusivas ricas en K y pobres en  $\text{SiO}_2$

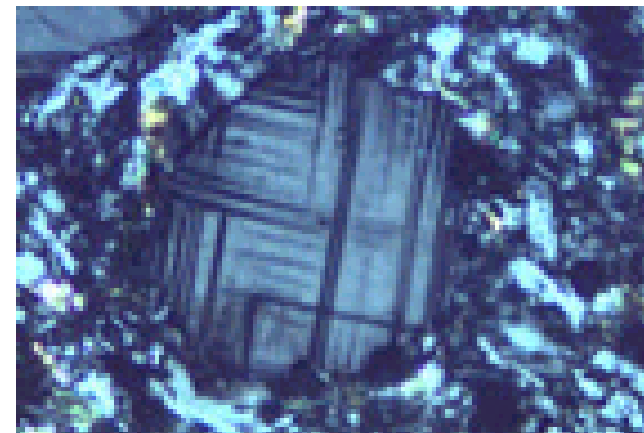
**Nombre:** Desde el griego λευκος (blanco) por su color.



Leucita  $\text{KAlSi}_2\text{O}_6$   
Alta T. Cúbica



Leucita Baja T.  
Tetragonal



Cada lámina tiene simetría tetragonal

# Tectosilicatos: feldespatoides

Nefelina  $\text{Na}_4(\text{AlSiO}_4)_4$  hexagonal H=5.5-6.0 Psp=2.6

**Forma:** Raros cristales prismáticos, generalmente masiva.

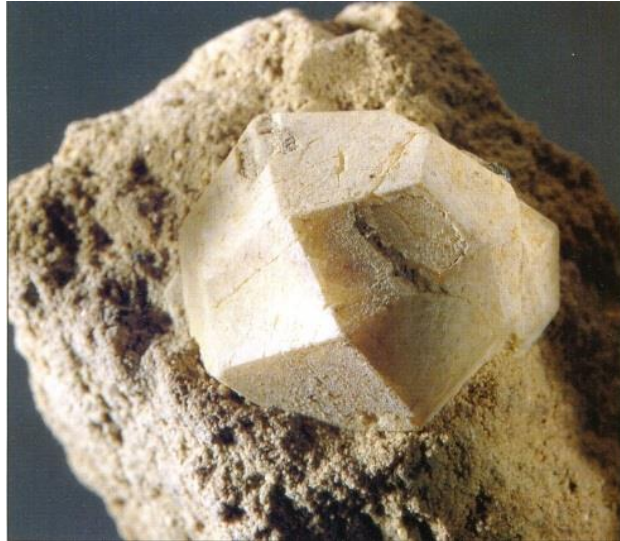


**Propiedades:** De transparente a traslúcida, brillo de vítreo a graso, incolora, blanca, amarilloso, raya blanca, exfoliación prismática buena.

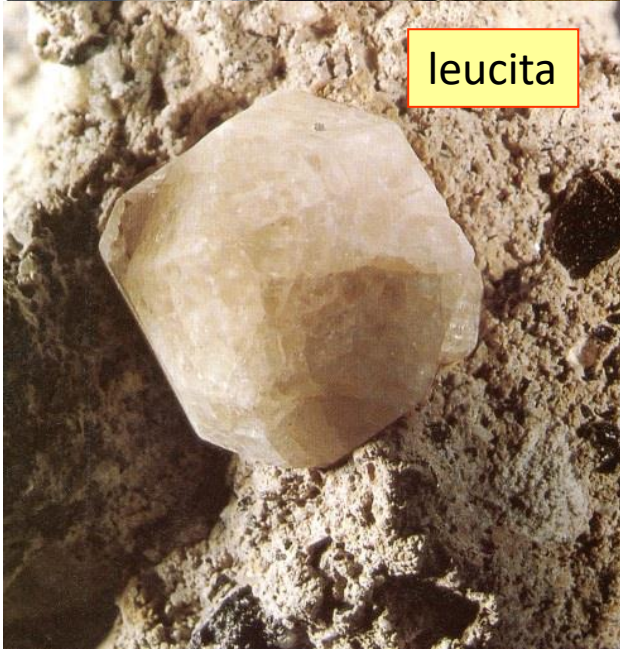
**Química:** solución sólida parcial con la kalsilita  $[\text{K}_4(\text{AlSiO}_4)_4]$ . Máxima sustitución  $\text{Na} \rightarrow \text{K}$  del 25%.

**Origen:** Rocas magmáticas sódicas subsaturadas en  $\text{SiO}_2$

# Tectosilicatos: feldespatoides



leucita

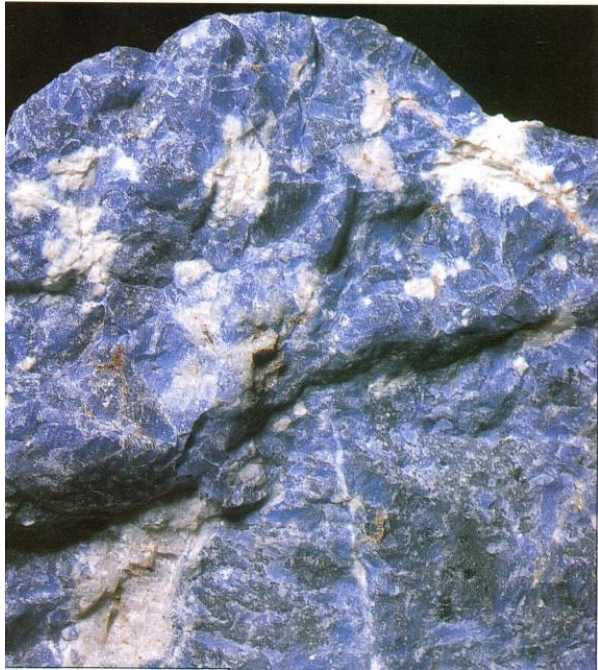


nefelina



# Tectosilicatos: feldespatoides

Sodalita  $\text{Na}_8(\text{AlSiO}_4)_6\text{Cl}_2$  cúbica

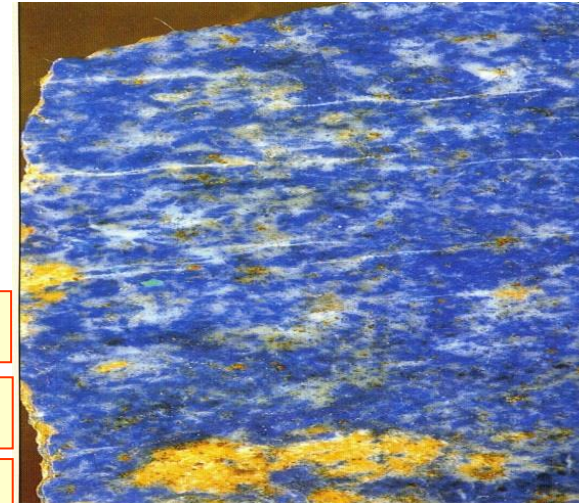


**Propiedades:** Color generalmente azul, a veces blanco gris verde

**Origen:** Rocas magmáticas sódicas bajas en  $\text{SiO}_2$

**Uso:** Piedras ornamentales

Lazurita  $(\text{Na,Ca})_8(\text{AlSiO}_4)_6(\text{SO}_4,\text{S,Cl})_2$  cúbica

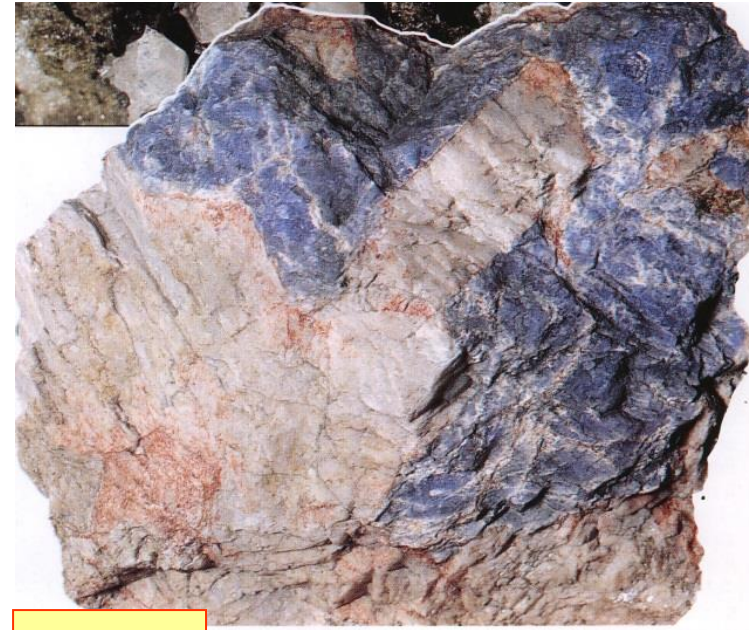
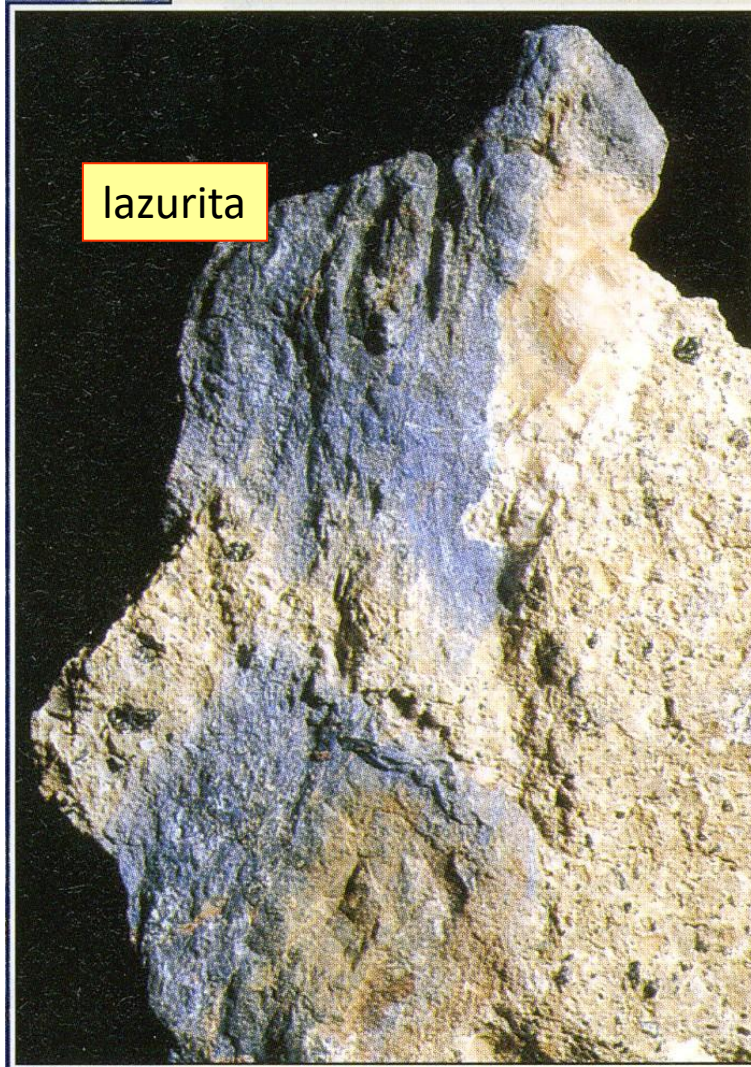


**Propiedades:** color azul. Principal componente del “lapislazuli”

**Origen:** Rocas metamórficas de contacto (mármoles)

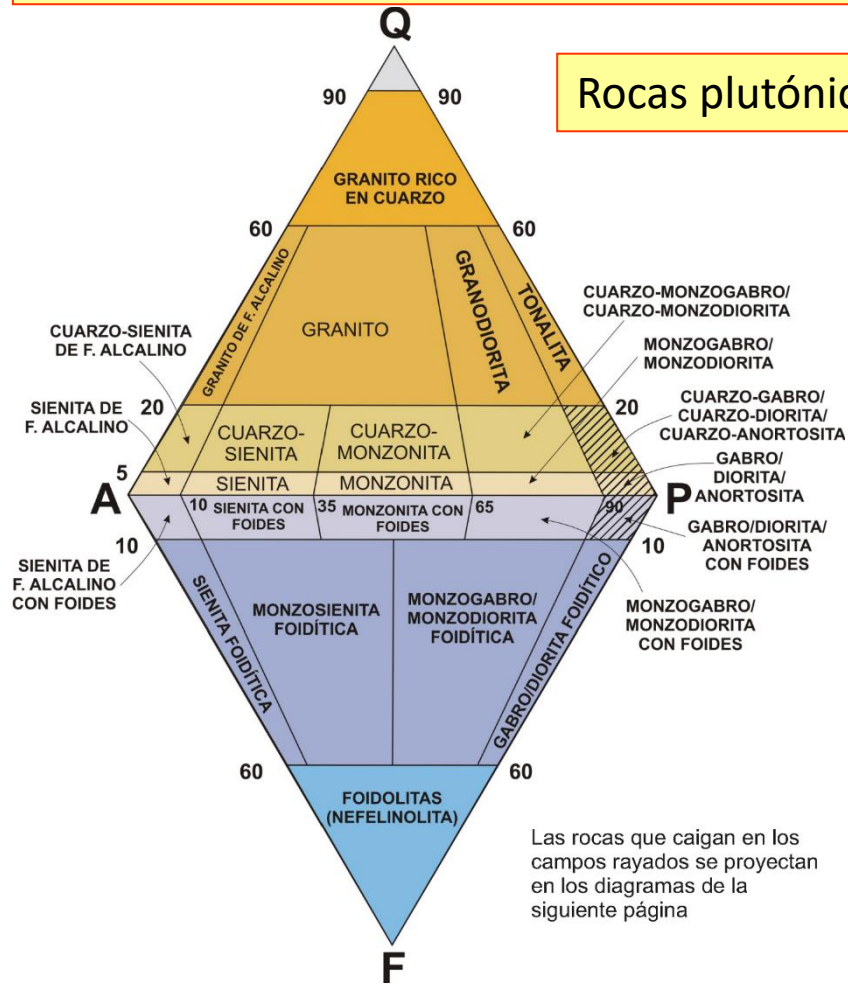
**Uso:** Piedras ornamentales, pigmento

# Tectosilicatos: feldespatoides

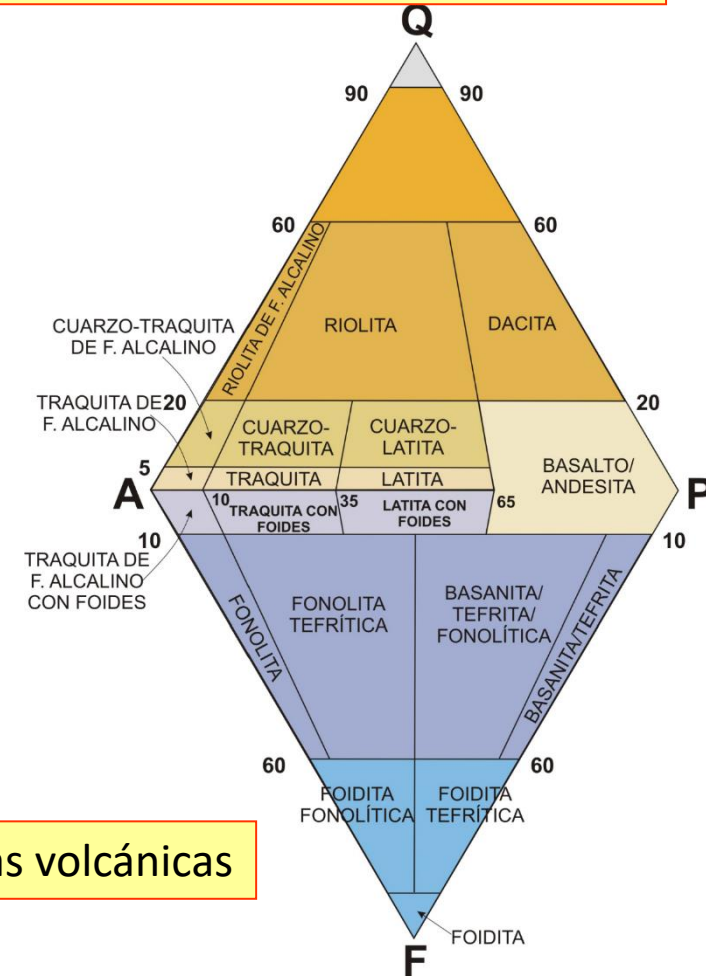


# Tectosilicatos y rocas ígneas

Como los tectosilicatos (cuarzo, feldespatos y, en menor medida, feldespatoides) son los principales minerales de las rocas ígneas, son la base de su clasificación modal).



Las rocas que caigan en los campos rayados se proyectan en los diagramas de la siguiente página



Zeolitas

# Tectosilicatos: zeolitas

Aluminosilicatos de Na, K, Ca, que contienen agua en cantidad variable

La estructura se caracteriza por canales de ancho variable entre distintas zeolitas. En estos canales pueden ser atrapados iones o moléculas o grupos de moléculas (tamiz molecular).

Pueden ser deshidratados de manera fácil, rápida expulsión de aguas con el calentamiento



# ZEOLITAS

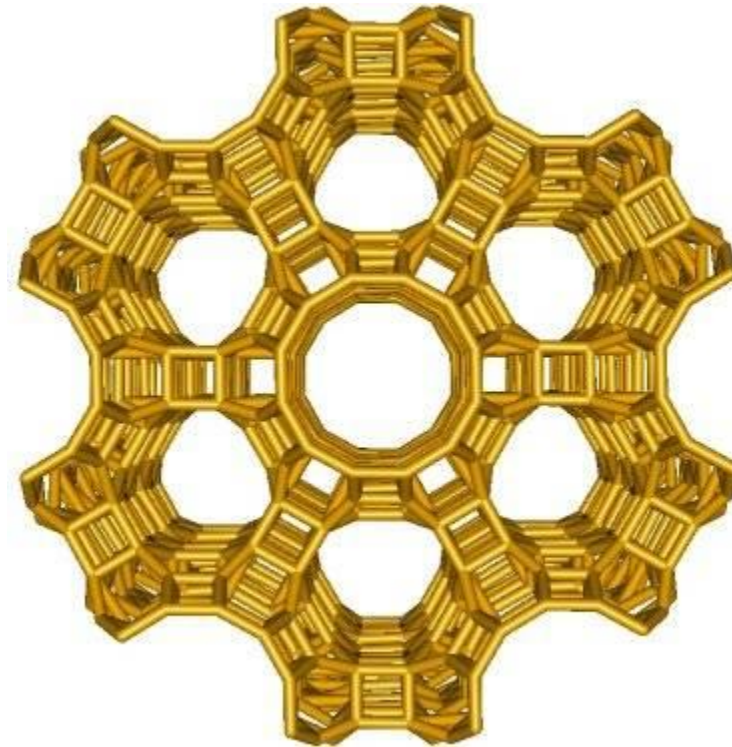
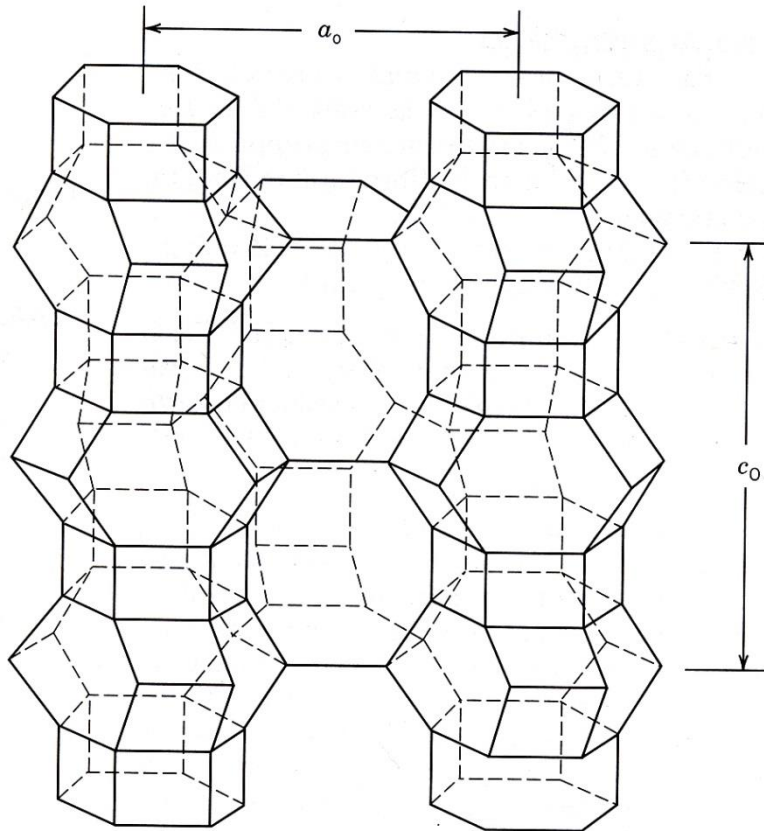
- Fórmula general de las zeolitas puede escribirse como:
  - $W_m Z_r O_{2r} \cdot sH_2O,$
- $W = Na, Ca (K, Ba, Sr, \text{menos})$
- $Z = Si + Al$  (Si:Al nunca supera la proporción 1:1)
- La cantidad de agua ( $s$ ) es variable y la relación  $(Si + Al):O$  es siempre 1:2.

# ZEOLITAS

- No existe un tipo estructural único para las zeolitas
- Armazón tridimensional de tetraedros  $(\text{Si,Al})\text{O}_4$ , con anillos de 3, 4, 5, ó 6 miembros.
- Grandes huecos ocupados por iones de elevado radio (no intercambiables) y moléculas de agua (absorbida).
- Posibilidad de incorporar y ceder moléculas de agua (ceolítica) de forma continua.
- Capacidad de intercambio iónico y la rehidratación reversible.
- Capacidad de variar las dimensiones de los huecos en función del pH de las soluciones en contacto

# Tectosilicatos: zeolitas

Ejemplo de desarrollo de canales en zeolitas



zeolita sintética

# Tectosilicatos: zeolitas

Son numerosas las zeolitas naturales. Las más comunes son:

Analcima	$\text{NaAlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$	cúbica
Natrolita	$\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	rómbica
Cabasita	$\text{CaAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	trigonal
Heulandita	$\text{CaAl}_2\text{Si}_7\text{O}_{18} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	monoclínico
Estilbita	$\text{NaCa}_2\text{Al}_5\text{Si}_{13}\text{O}_{36} \cdot 14\text{H}_2\text{O}$	monoclínico

Generalmente bien cristalizadas, en forma rayadas, de duras a semiduras, livianas ( $P_{sp} < 2.3$ )

# Tectosilicatos: zeolitas



analcima

# Tectosilicatos: zeolitas

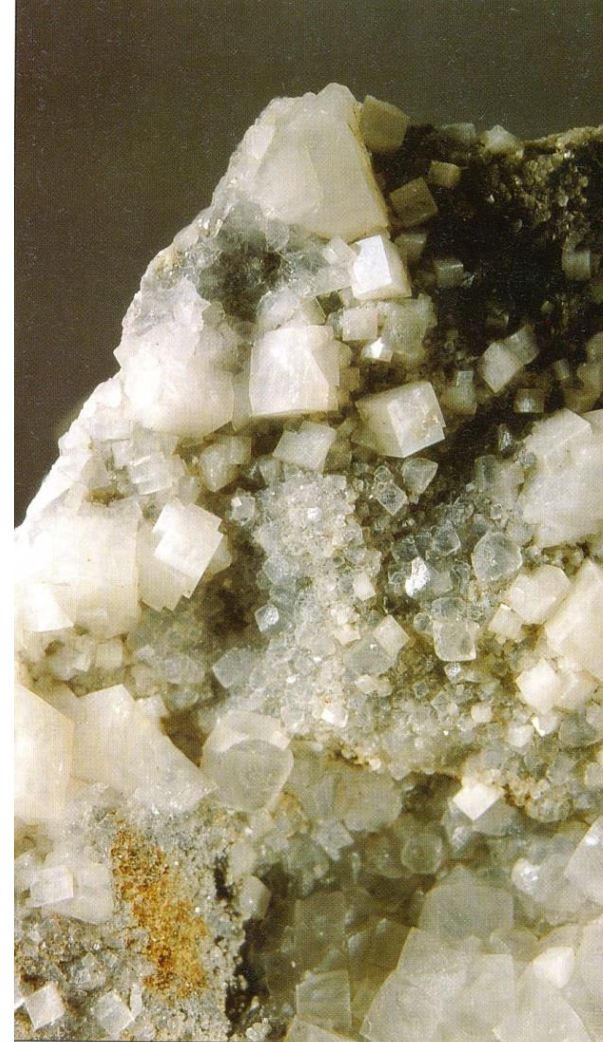


natrolita

# Tectosilicatos: zeolitas



cabasita



# Tectosilicatos: zeolitas



heulandita



# Tectosilicatos: zeolitas



estilbita

# Tectosilicatos: zeolitas

Las zeolitas naturales no garantizan muchas aplicaciones, pero las zeolitas pueden ser sintetizadas en laboratorio de manera fácil.

Muchas zeolitas sintéticas son ideadas a partir de las necesidades industriales.

Su utilidad principal se basa en su capacidad de intercambio iónico (Na, Ca), que es grande debido a la gran superficie interna que los canales generan.

# Algunos usos de la zeolitas

- Cargas en la **industria del papel**  
Intercambiadores iónicos en **purificación de aguas**
- **Descontaminantes** de residuos líquidos y gaseosos
- **Separación** de oxígeno y nitrógeno del aire
- **Catalizadores** en *cracking* del petróleo
- **Adsorbentes** resistentes a los ácidos en secado de gases
- **Trampas para elementos radioactivos** en efluentes líquidos de instalaciones nucleares
- **Eliminación de compuestos de nitrógeno** en la sangre de enfermos de riñón
- **Materiales de relleno y cubierta de residuos radioactivos** en sus almacenamientos
- **Sustitutivos de fosfatos** en **detergentes**

## Propiedad de intercambio de cationes.

- El intercambio catiónico de una zeolita se puede describir como la sustitución de los iones sodio de las zeolitas faujasitas por cationes de otros tamaños y otra carga.
- Esta es una de las características esenciales de las zeolitas. En efecto, **así se consigue modificar considerablemente las propiedades y ajustar la zeolita a los usos más diversos.**

