

# INOSILICATOS

## INO-7

M. Rodas

# CLASIFICACION DEL GRUPO DE LOS ANFIBOLES

- **Base de la clasificación, catión que ocupa el hueco M4**
- $(Ca+Na)_x < 1.34$  ----- Grupo de los anfíboles Fe-Mg-Mn
- $(Ca+Na)_x > 1.34$  ----- Grupo de los anfíboles cálcicos
- $Na_x < 0.67$
- $(Ca+Na)_x > 1.34$  ----- Grupo de los anfíboles Na-Ca
- $0.67 < Na_x < 1.34$
- $(Na)_x > 1.34$  ----- Grupo de los anfíboles alcalinos
- **GRUPOS ESPACIALES MAS COMUNES EN ANFIBOLES**
- $C2/m$  ----- Anfíboles Ca, Na-Ca, alcalinos y Fe-Mg-Mn
- $P21/m$  ----- Mg Cummigtonitas
- $Pnma$  ----- Ortorrómbicos Fe-Mg-Mn.

# Clasificación de anfíboles

Amphibole Classification<sup>a</sup>

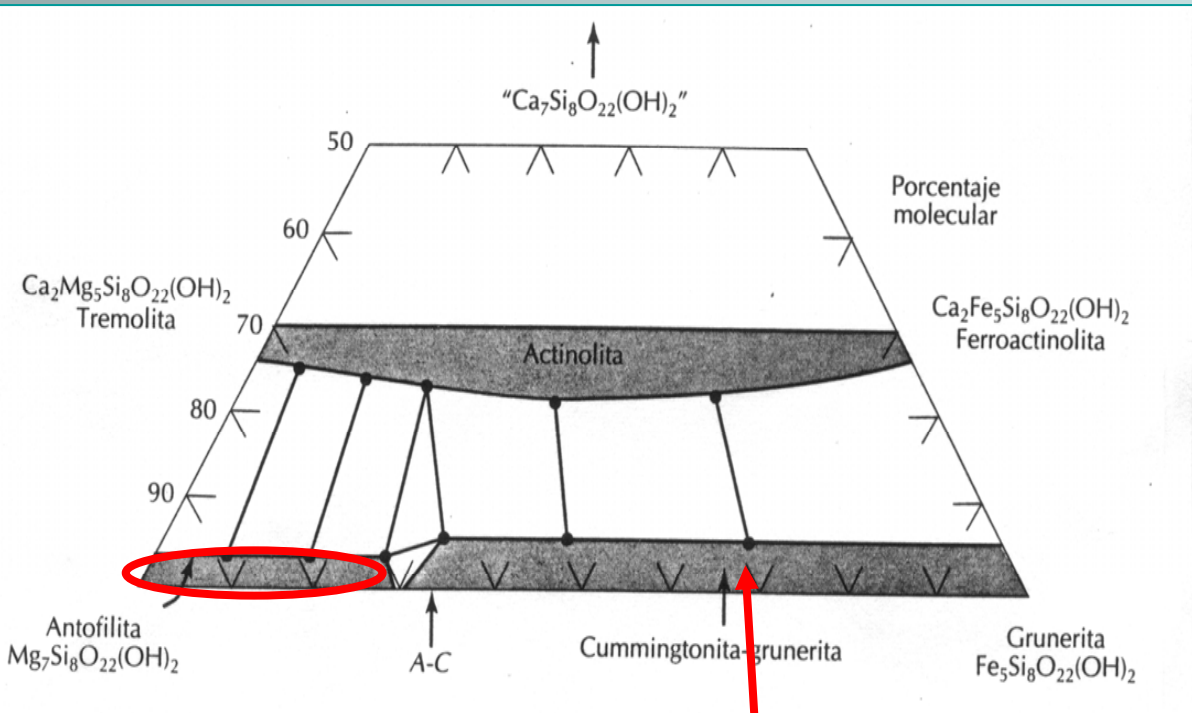
Group	W	X <sub>2</sub> M4 Y <sub>5</sub>	Z <sub>8</sub> O <sub>22</sub> (OH) <sub>2</sub>	Mineral	Symmetry	Comment	
Iron-magnesium		(Mg,Fe) <sub>2</sub>	(Mg,Fe) <sub>5</sub>	Si <sub>8</sub> O <sub>22</sub> (OH) <sub>2</sub>	Orthorhombic	Orthoamphibole	
		(Mg,Fe) <sub>2</sub>	(Mg,Fe) <sub>3</sub> Al <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> Si <sub>6</sub> O <sub>22</sub> (OH) <sub>2</sub>			Gedrite
		(Mg,Fe) <sub>2</sub>	(Mg,Fe) <sub>5</sub>	Si <sub>8</sub> O <sub>22</sub> (OH) <sub>2</sub>	Cummingtonite–grunerite	Monoclinic	Low-Ca-clinoamphibole
Calcic		Ca <sub>2</sub>	(Mg,Fe) <sub>5</sub>	Si <sub>8</sub> O <sub>22</sub> (OH) <sub>2</sub>	Tremolite–actinolite		Ca-clinoamphibole
	(Na,K) <sub>0-1</sub>	Ca <sub>2</sub>	(Mg,Fe,Fe <sup>3+</sup> ,Al) <sub>5</sub>	(Si,Al) <sub>8</sub> O <sub>22</sub> (OH) <sub>2</sub>	Hornblende		
	Na	Ca <sub>2</sub>	(Mg,Fe) <sub>4</sub> Ti	Si <sub>6</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>22</sub> (OH) <sub>2</sub>	Kaersutite		
Sodic–calcic	Na	CaNa	(Mg,Fe) <sub>5</sub>	Si <sub>8</sub> O <sub>22</sub> (OH) <sub>2</sub>	Richterite		Na–Ca-clinoamphibole
	Na	CaNa	(Mg,Fe) <sub>4</sub> Fe <sup>3+</sup>	Si <sub>7</sub> AlO <sub>22</sub> (OH) <sub>2</sub>	Katophorite		
Sodic		Na <sub>2</sub>	(Mg,Fe <sup>2+</sup> ) <sub>3</sub> (Al,Fe <sup>3+</sup> ) <sub>2</sub>	Si <sub>8</sub> O <sub>22</sub> (OH) <sub>2</sub>	Glaucophane–riebeckite		Na-clinoamphibole
	Na	Na <sub>2</sub>	(Mg,Fe <sup>2+</sup> ) <sub>4</sub> (Al,Fe <sup>3+</sup> )	Si <sub>8</sub> O <sub>22</sub> (OH) <sub>2</sub>	Eckermanite–arfvedsonite		

<sup>a</sup>Based on the general formula  $W_{0-1}X_2Y_5Z_8O_{22}(OH)_2$ . W cations occupy the A sites, X cations the M4 sites, and Y cations the M1, M2, and M3 sites (Figure 14.12).

# GRUPO 1. Anfíboles Fe-Mg

- Corresponden a la serie Antofilita-Gedrita, en los que  $(Ca+Na) < 1.34$ .
- Su grupo espacial es Pnma.
- La composición varía entre
- $(Mg, Fe^{2+})_7(Si_8O_{22})(OH, F)_2 \rightarrow$  Antofilita y
- $Na_{0.5}(Mg, Fe^{2+})_2(Mg, Fe^{2+})_{3-1}(Al, Fe^{3+})_{1.5}(Si_6Al_2)O_{22}(OH, F)_2$
- $\rightarrow$  Gedrita.

# ORTOANFÍBOLES ANTOFILITA (Rómbico: $Pnma$ )



Se llama Antofilita desde  $\text{Mg}_7\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$  hasta  $\text{Fe}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$

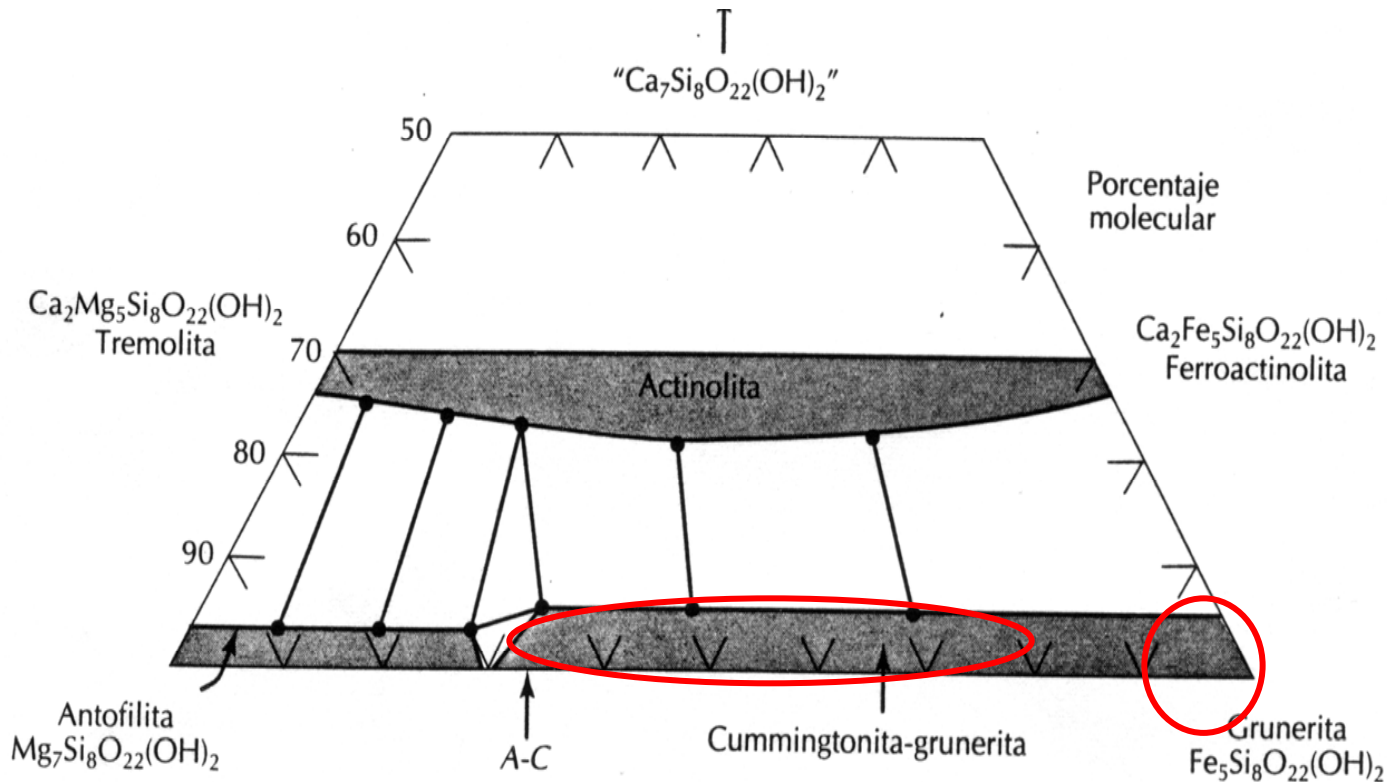
- Al aumentar el contenido en Fe se pasa → CUMMINGTONITA (Monoclínica)
- Génesis: Mineral de metamorfismo de rocas ultrabásicas. **NO APARECE EN ROCAS ÍGNEAS**

- En la serie antofilita-gedrita las principales variaciones estructurales y composicionales son:
  - 1) Ocupación indistinta de cationes como el Mg,  $Fe^{2+}$  y el Al de los huecos M.
  - 2) Ocupación parcial de Na en el hueco A.
  - 3) Distribución de Si y Al en los tetraedros.
- Las gedritas, por tanto, poseen más Al y Na que las antofilitas.
- La sustitución de Si  $\rightarrow$  Al en los tetraedros está compensada por la entrada de Na en el hueco A.
- Las marcadas diferencias entre los contenidos en Al y Na entre antofilitas y gedritas podrían ser la causa de las limitaciones que se observan en las soluciones sólidas

# CLINOANFÍBOLES (Fe-Mg)

## CUMMINGTONITA-GRUNERITA (Monoclínico)

- Se llama **Cummingtonita** ( $(\text{Mg,Fe})_7\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ ) a los términos con Mg-Fe y se reserva el de **Grunerita** a los que tienen solo Fe



## ANFÍBOLES Fe-Mg MONOCLINICOS

Serie Cummingtonita  $Mg_5Fe_2Si_8O_{22}(OH)_2$ -Grunerita  $Fe^{2+}_7Si_8O_{22}(OH)_2$ . Estructuras:  $C2/m$  y  $P21/m$ .

Se diferencian de los anfíboles ferromagnesianos ortorrómbicos por la menor cantidad de Al,  $Fe^{3+}$  y Na.



GRUNERITAS

Mg-cummingtonitas,  
 $Mg_7Si_8O_{22}(OH)_2 >70\%$

Cummingtonitas,  
 $Fe^{2+}_7Si_8O_{22}(OH)_2 = 30-70\%$

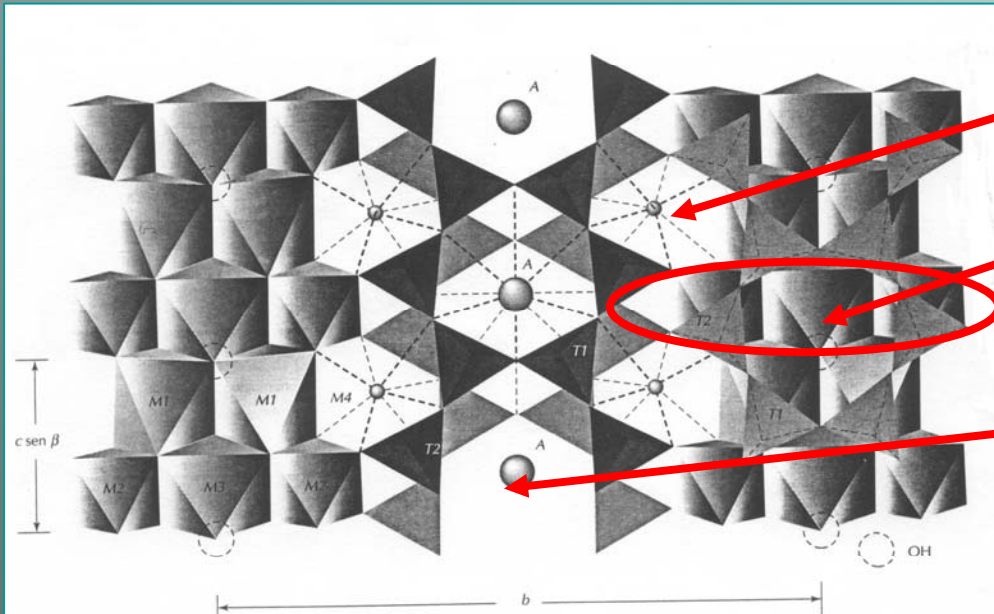
Gruneritas,  $Fe^{2+}_7Si_8O_{22}(OH)_2 >70\%$

cristales aciculares, a veces con hábitos asbestiformes, de color verde oscuro o pardo.



# Estructura de la Cummingtonita

- Monoclínica:  $C2/m$  a alta T  
 $P2_1/m$  a baja T (menor simetría)



M4 → Fe (algo de Ca)

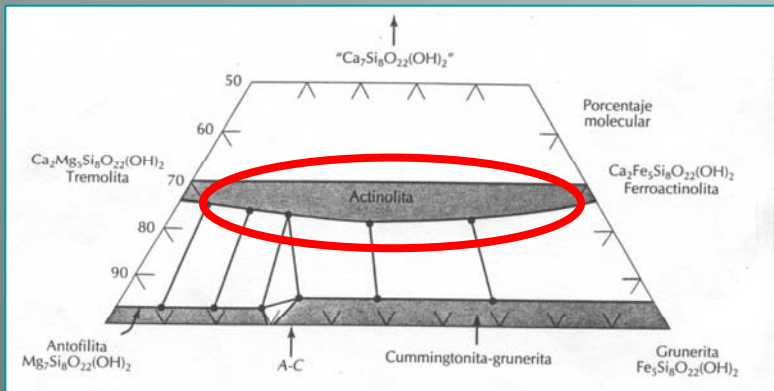
M1, M2, M3 → Mg

A → vacío



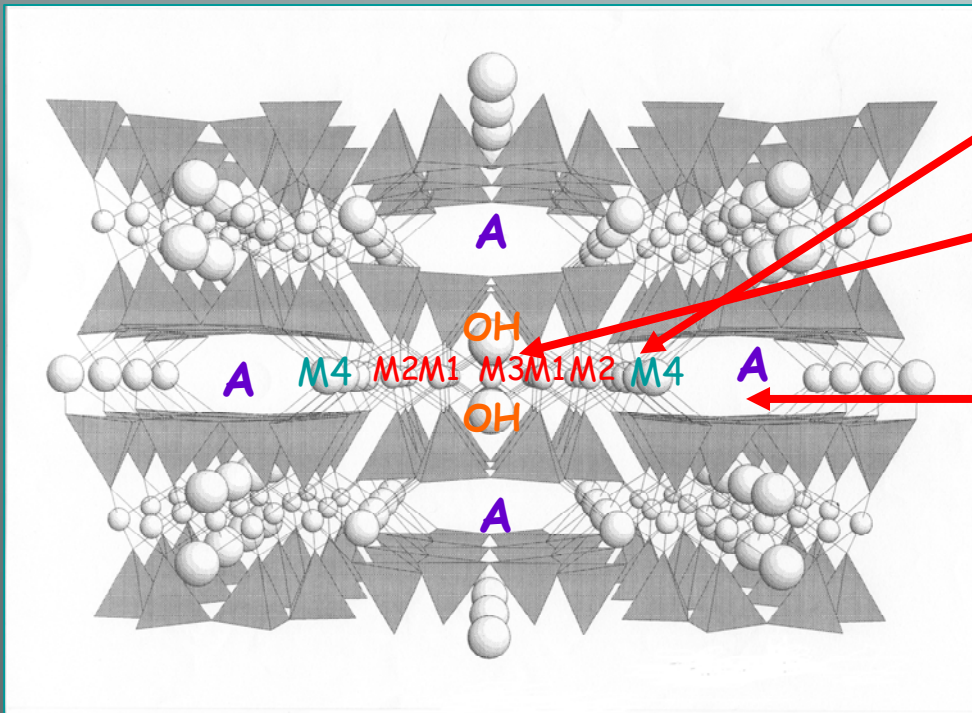
# GRUPO 2 ANFIBOLES Ca ( $(Ca+Na)_x > 1.34$ , $Na_x < 0.67$ ) TREMOLITA-FERROACTINOLITA

- A los intermedios se les llama Actinolitas



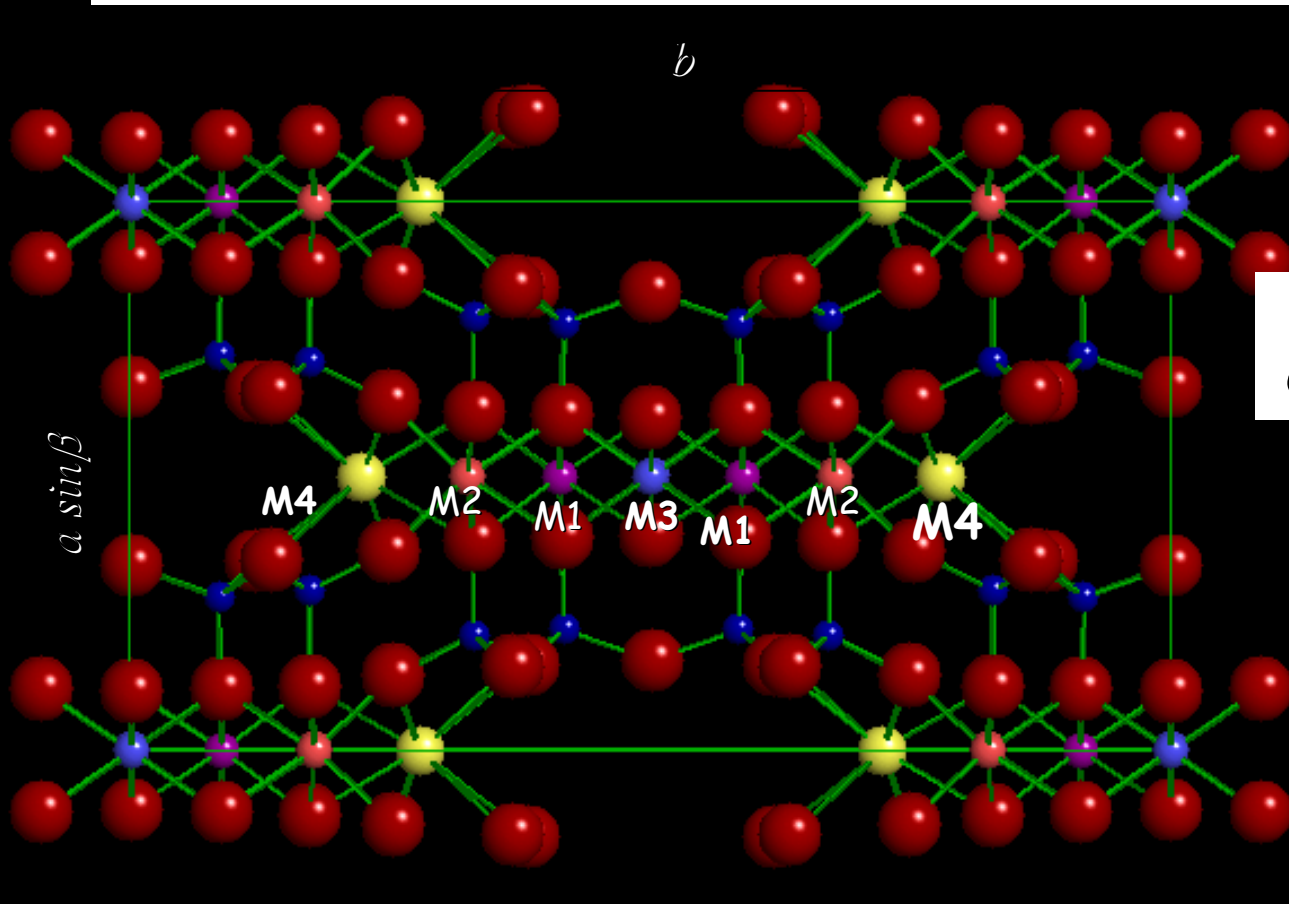
# Tremolita-FerroActinolita Estructura

- Monoclínica  $C2/m$  a todas las temperaturas



- $M4 \rightarrow Ca$
- $M1, M2, M3 \rightarrow Mg, Fe$
- $A \rightarrow$  vacío

# Inosilicatos: **anfiboles** Cadenas dobles



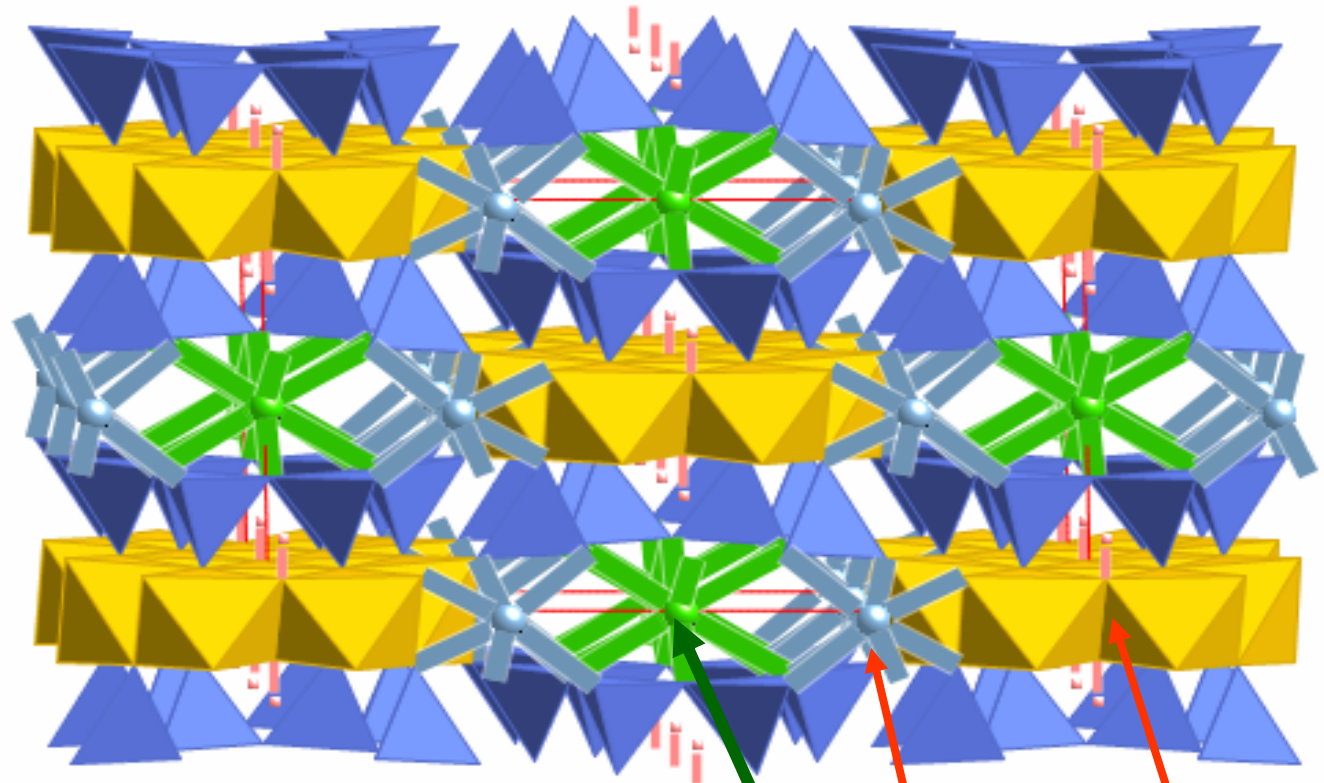
Tremolite:  
 $\text{Ca}_2\text{Mg}_5 [\text{Si}_8\text{O}_{22}] (\text{OH})_2$

M4  $\rightarrow$  Ca

M1, M2, M3  $\rightarrow$  Mg, Fe

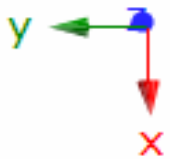
A  $\rightarrow$  vacio

Cadena doble de tetraedros ( $\text{SiO}_4$ ), que pueden ser consideradas como dos cadenas simples unidas por vértices de tetraedros alternos, lo que hace que aparezca un plano de simetría a lo largo de la unión



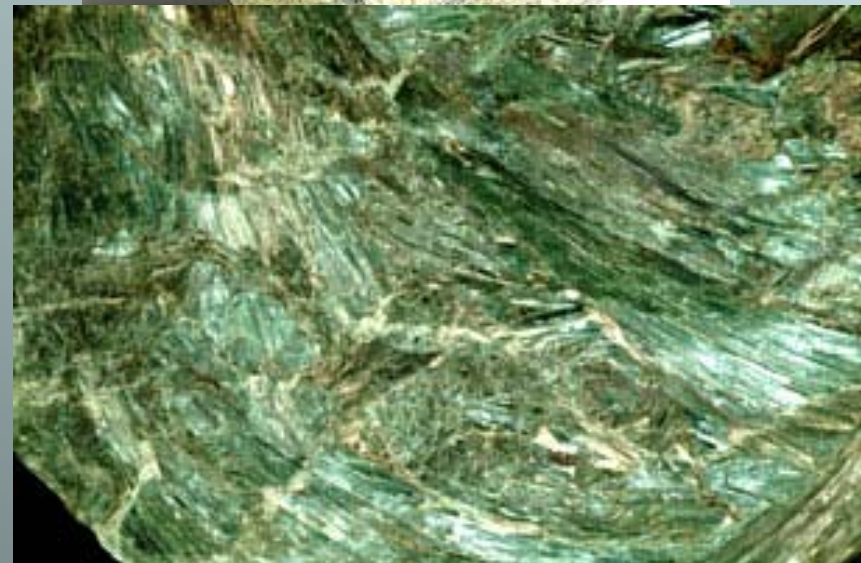
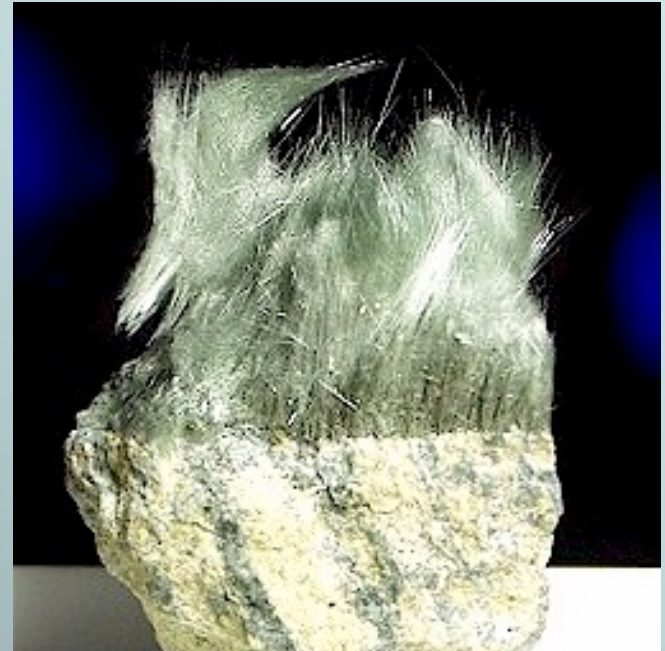
M4 → Ca  
M1, M2, M3 → Mg, Fe  
A → vacio

Tremolite:  
 $\text{Ca}_2\text{Mg}_5 [\text{Si}_8\text{O}_{22}] (\text{OH})_2$



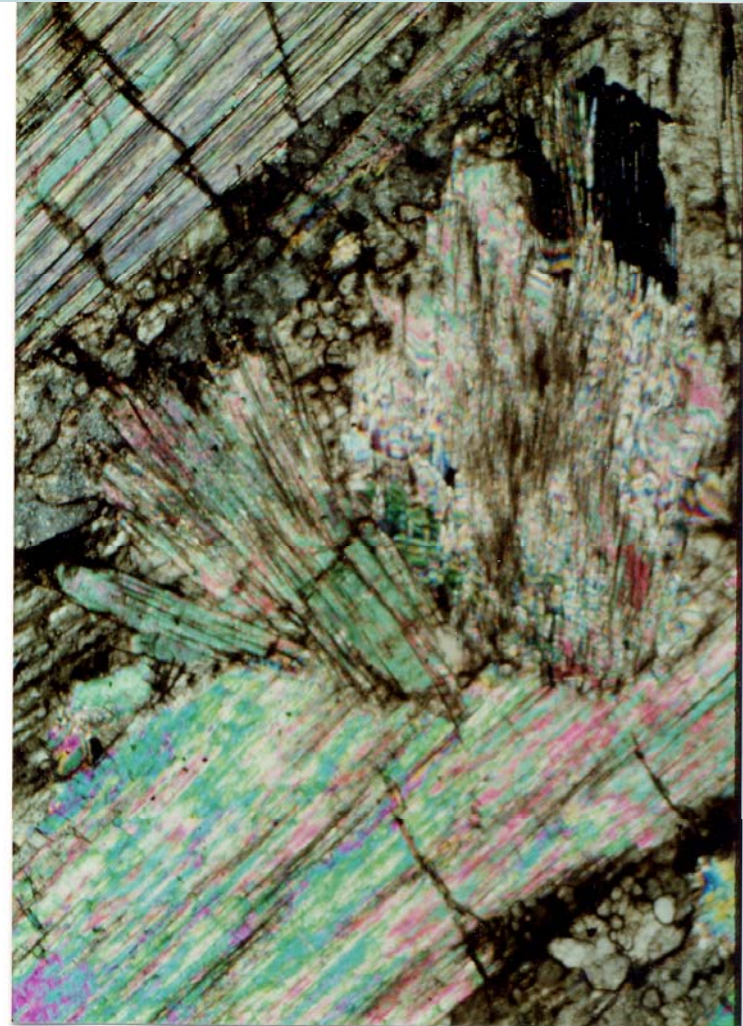
GRUPO 2. ANFIBOLES Ca ( $(Ca+Na)_x > 1.34$ ,  $Na_x < 0.67$ )  
TREMOLITA-FERROACTINOLITA

Hábito prismático, acicular o asbestiforme. La variedad asbestiforme de la serie se denomina **Nefrita**.





TREMOLITA, N //



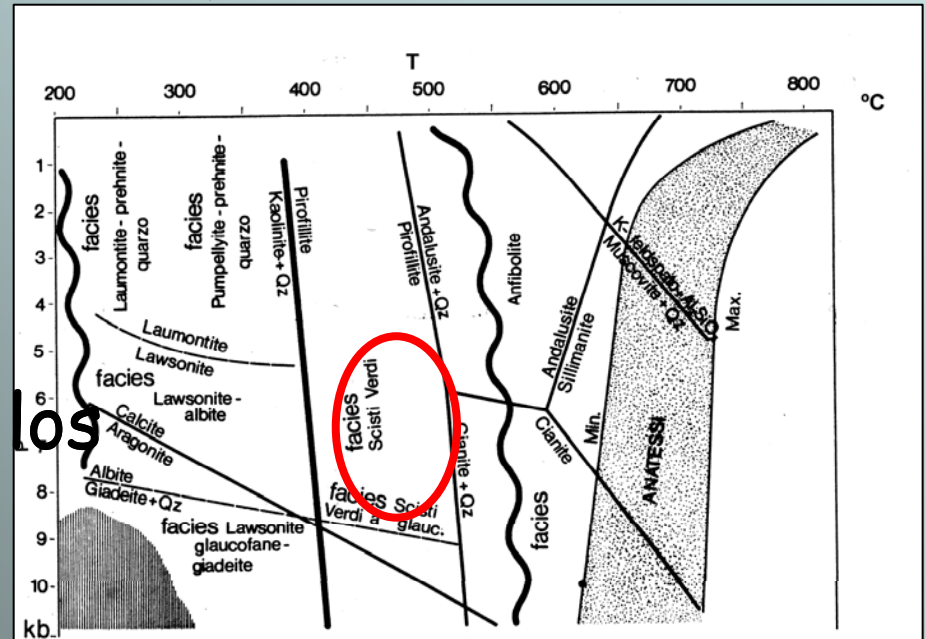
TREMOLITA, N X

Los índices de refracción y la densidad aumentan linealmente con el contenido en Fe.

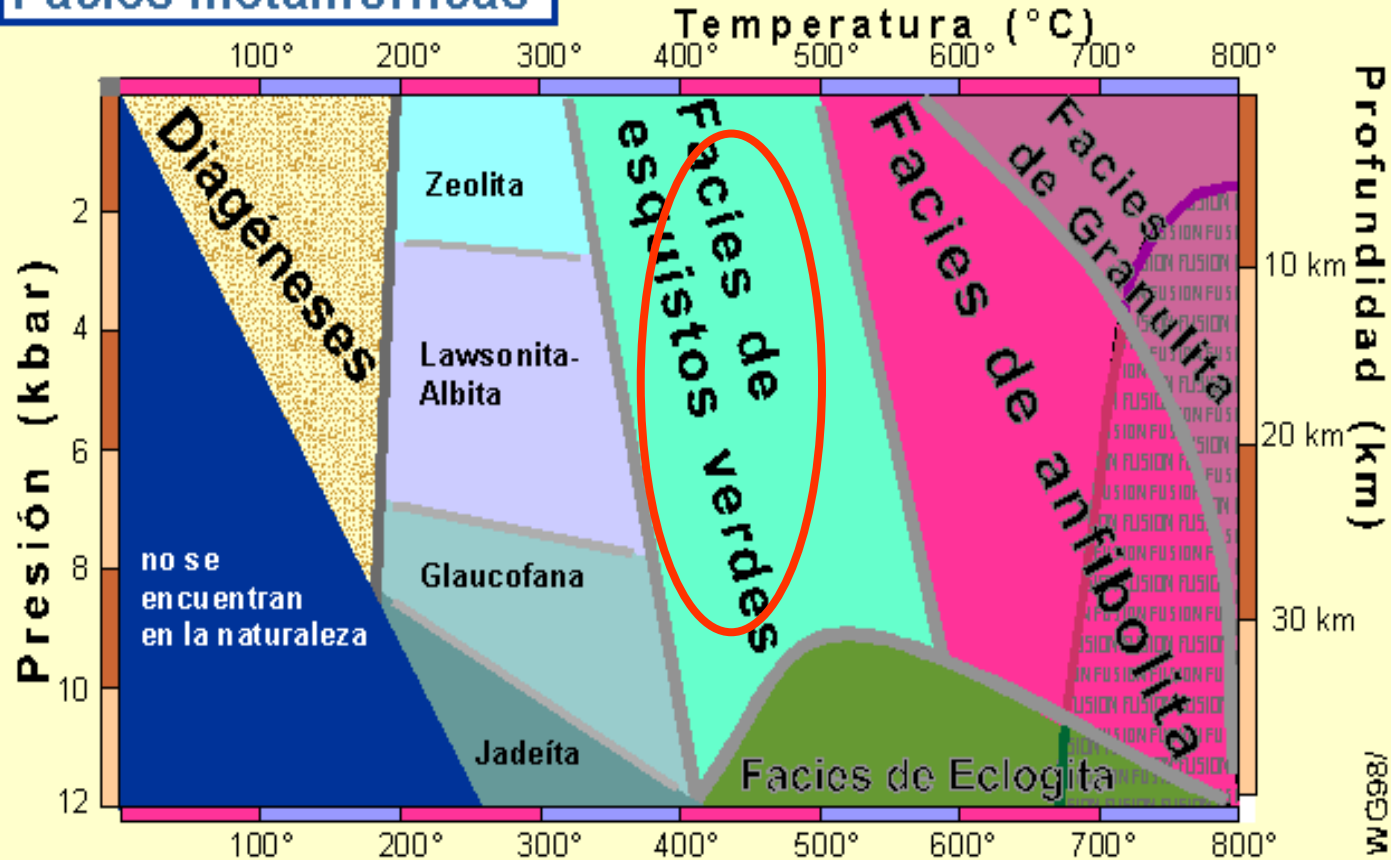


# Génesis Tremolita-Actinolita

- Tremolita (Mg)  
Dolomías o Calizas dolomíticas metamorfizadas
- Actinolita (Fe)  
Es el mineral característico de los esquistos verdes



## Facies metamórficas



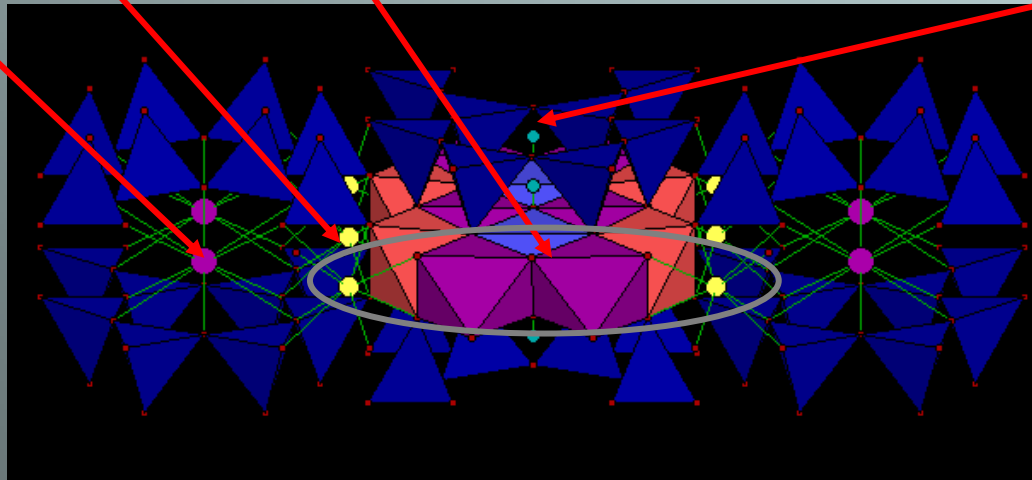
**Tremolita (Mg):** Dolomías o Calizas dolomíticas metamorfizadas. Mt. De rocas básicas y ultrabásicas

**Actinolita (Fe):** Metamorfismo de rocas básicas en bajo grado, facies de los esquistos verdes. Asociado a clorita, clinozoisita epidota y albita

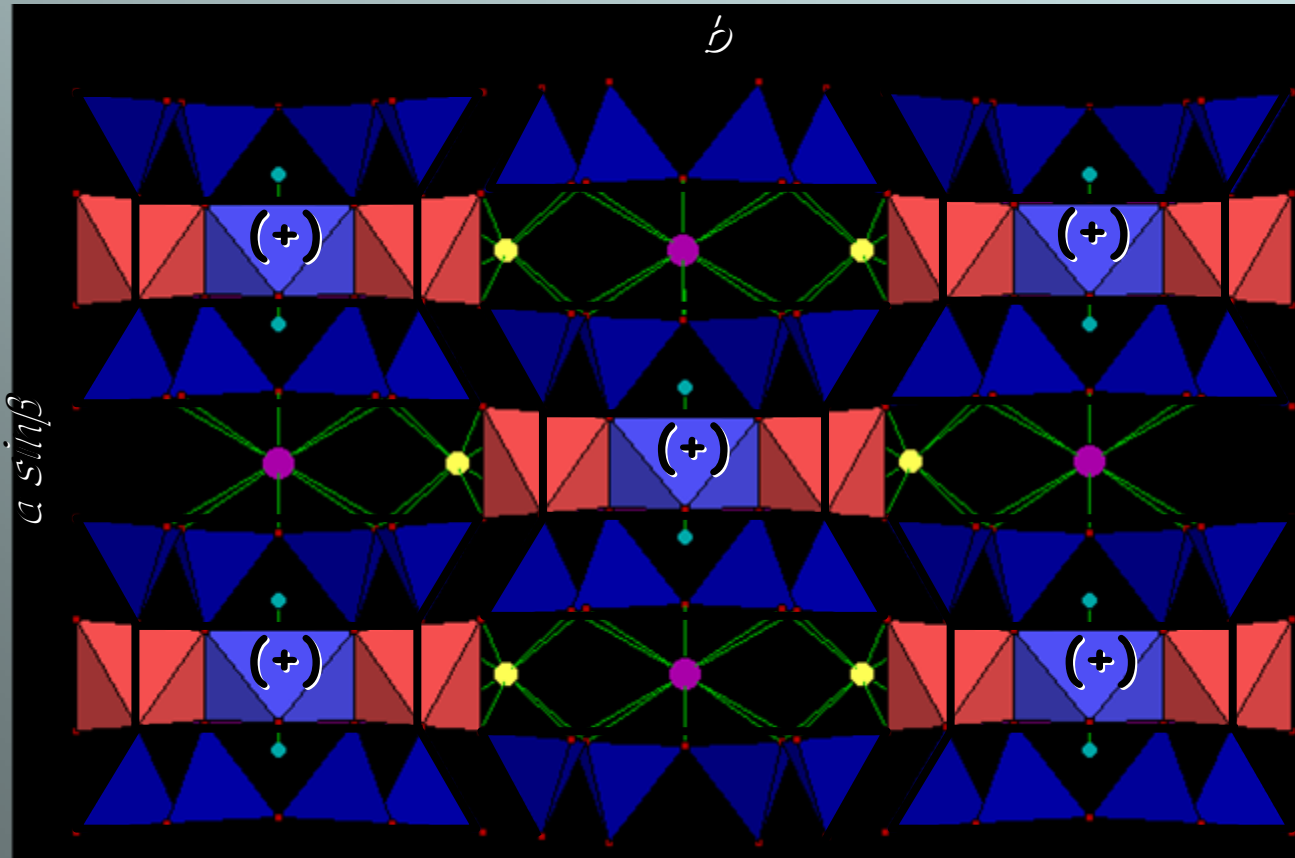
# Clinoanfíboles: Anfíboles Cálccicos

De composición intermedia → Hornblendas.

$\text{NaCa}_2[(\text{Mg}, \text{Fe})_4\text{Al}](\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{22}(\text{OH})_2$  son un grupo complejo de minerales con una serie de sustituciones en las que el Al reemplaza cationes como el Si, Mg y  $\text{Fe}^{2+}$ .



# Inosilicatos: **anfíboles** Cadenas dobles



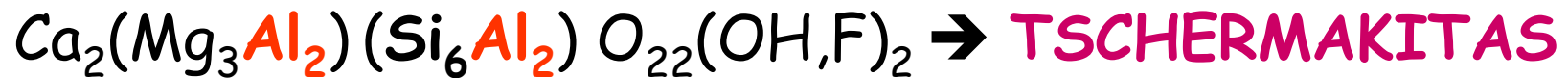
Hornblende:  
 $(\text{Ca}, \text{Na})_{2-3} (\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_5 [(\text{Si}, \text{Al})_8 \text{O}_{22}] (\text{OH})_2$

Igual haces -I,  
que en Px  
(pero dobles)

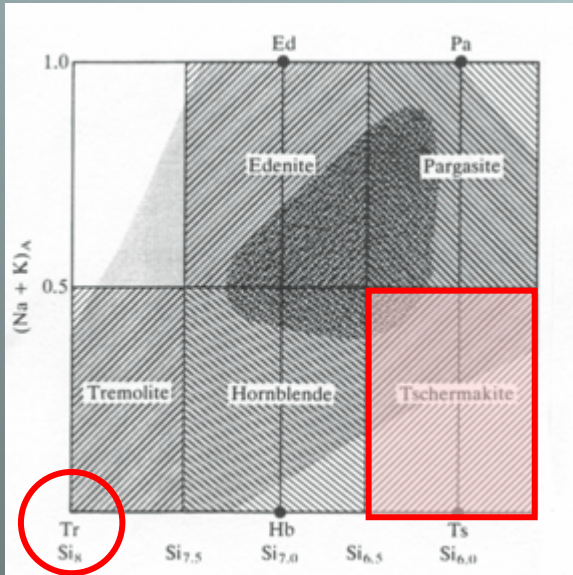
Todas son (+) en  
clinoanfíboles y  
alternas en  
ortoanfíboles

Hornblende (001)

Si partimos de composiciones tipo TREMOLITA  
 $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH},\text{F})_2$  y hay sustitución de Si  
por Al, el déficit de carga puede ser  
compensado por:



# Tipos de Hornblenda



## TSCHERMAKITA

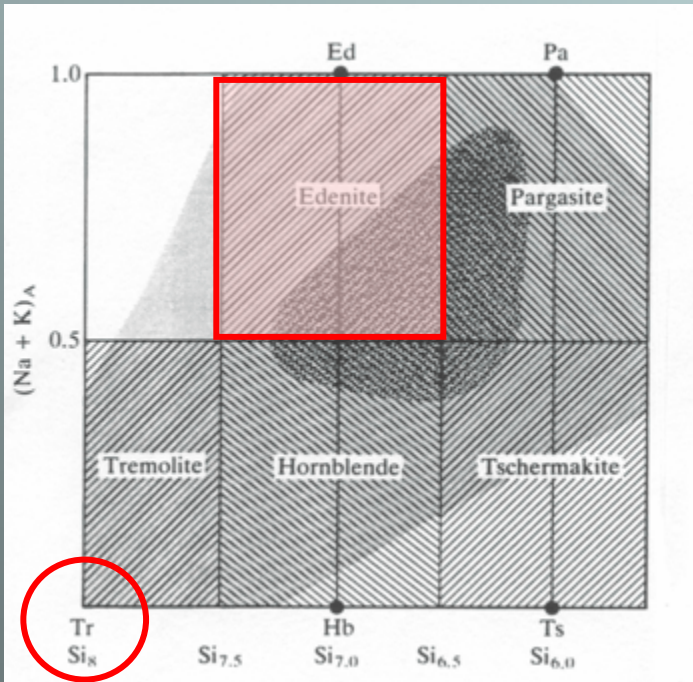
En la Tremolita se sustituyen



## Composición



# Tipos de Hornblenda



## Edenita

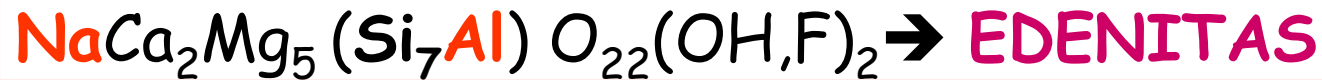
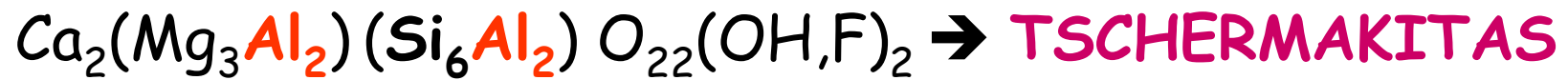
En la Tremolita se sustituyen



## Composición

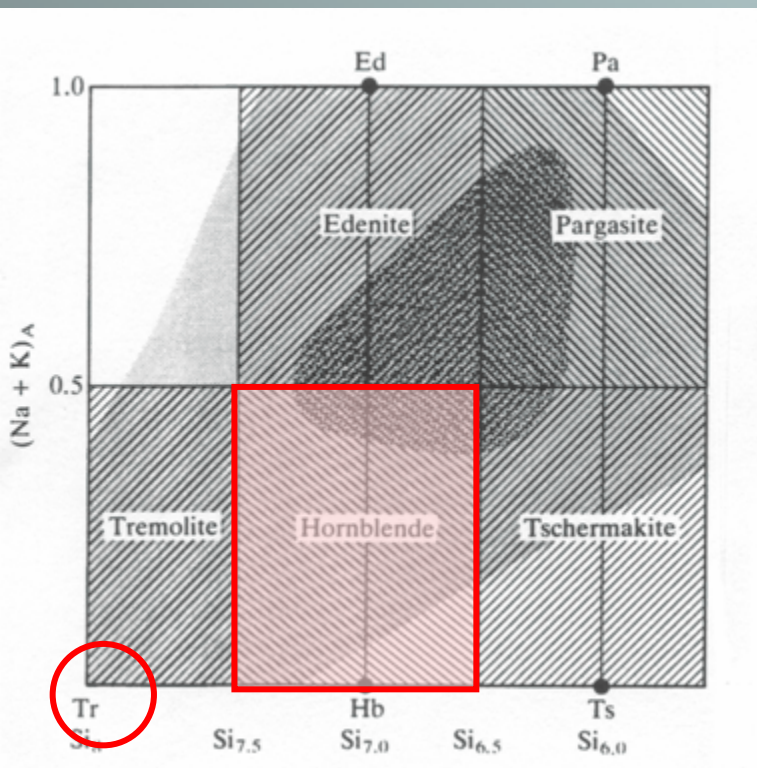


Si partimos de composiciones tipo tremolita  $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH},\text{F})_2$  y hay sustitución de Si por Al, el déficit de carga puede ser compensado por:



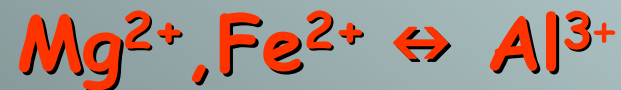


- Si partimos de composiciones tipo tremolita  $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH},\text{F})_2$  y hay sustitución de Si por Al, el déficit de carga puede ser compensado por



**Hornblenda s.s.**

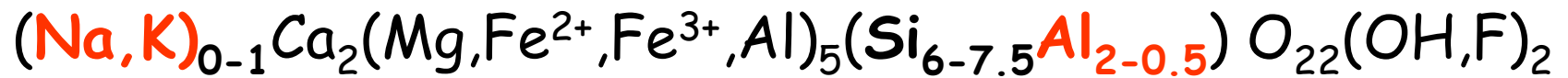
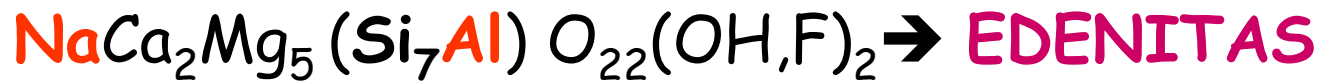
En la Tremolita se sustituye



Composición

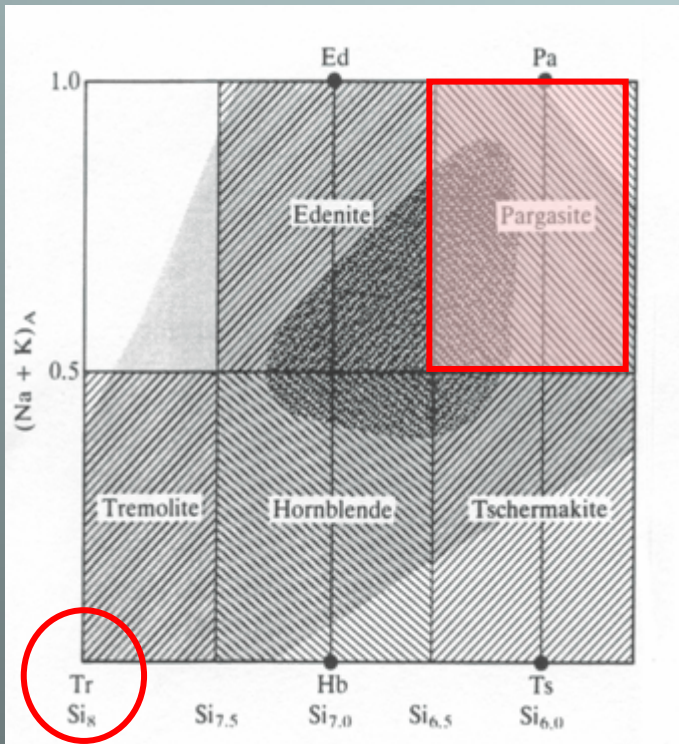


Si partimos de composiciones tipo tremolita  $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH},\text{F})_2$  y hay sustitución de Si por Al, el déficit de carga puede ser compensado por:



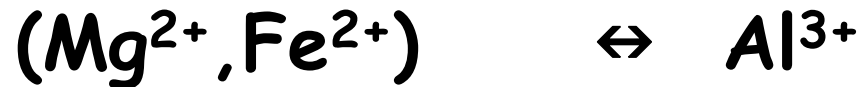
→ **HORNBLENDAS**

# Tipos de Hornblenda



## Pargasita

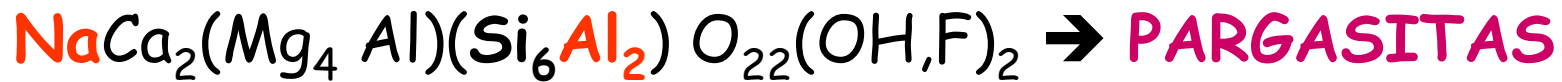
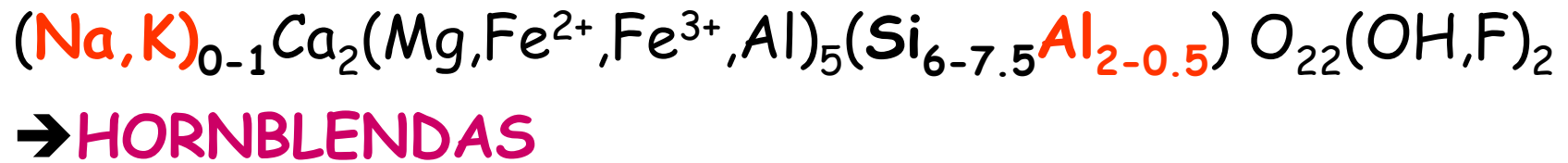
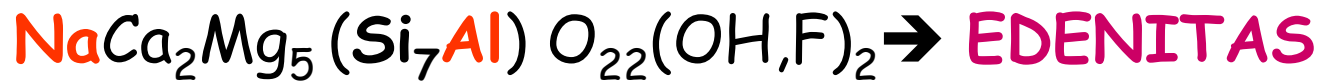
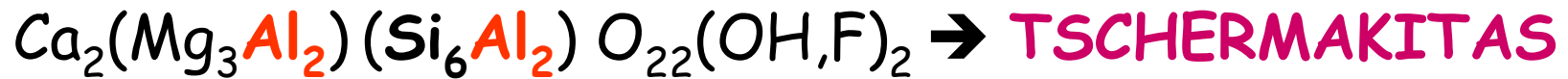
Combinación de las anteriores



## Composición



Si partimos de composiciones tipo tremolita  $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH},\text{F})_2$  y hay sustitución de Si por Al, el déficit de carga puede ser compensado por:



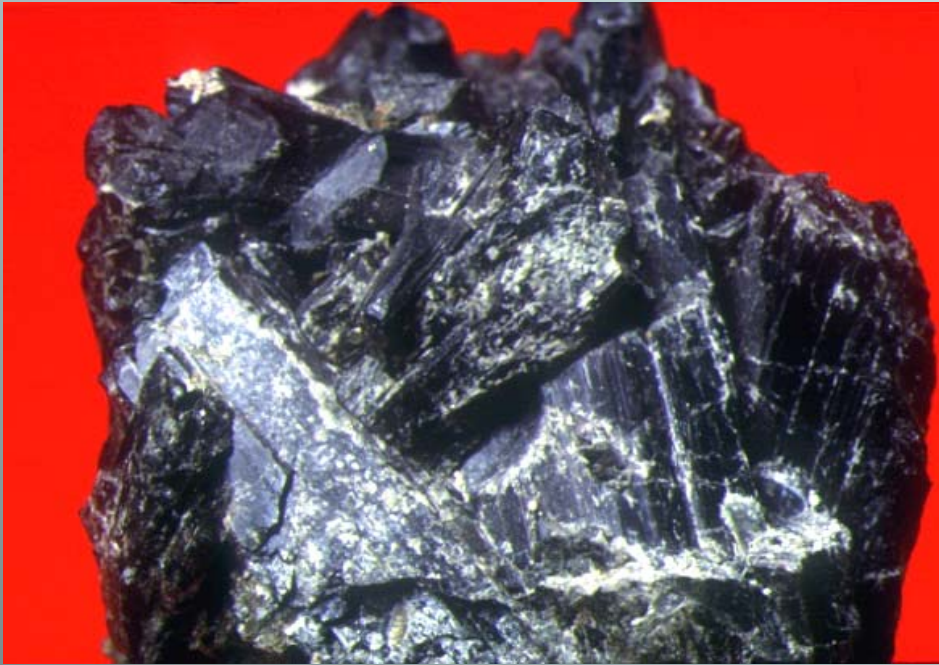
Los principales procesos de exolución se dan entre miembros ricos y pobres en Ca.

- La ausencia de soluciones sólidas a baja T se debe a:
    - Sustitución de Al por Fe, Mg en M2.
    - Sustitución de Al por Si en T.
    - Presencia de Na y vacancias en A.
- Esto da lugar a procesos de desmezcla y ordenamientos.



## PROPIEDADES

La hornblenda suele aparecer en cristales alargados de hábito prismático, como agregados fibrosos o aciculares.



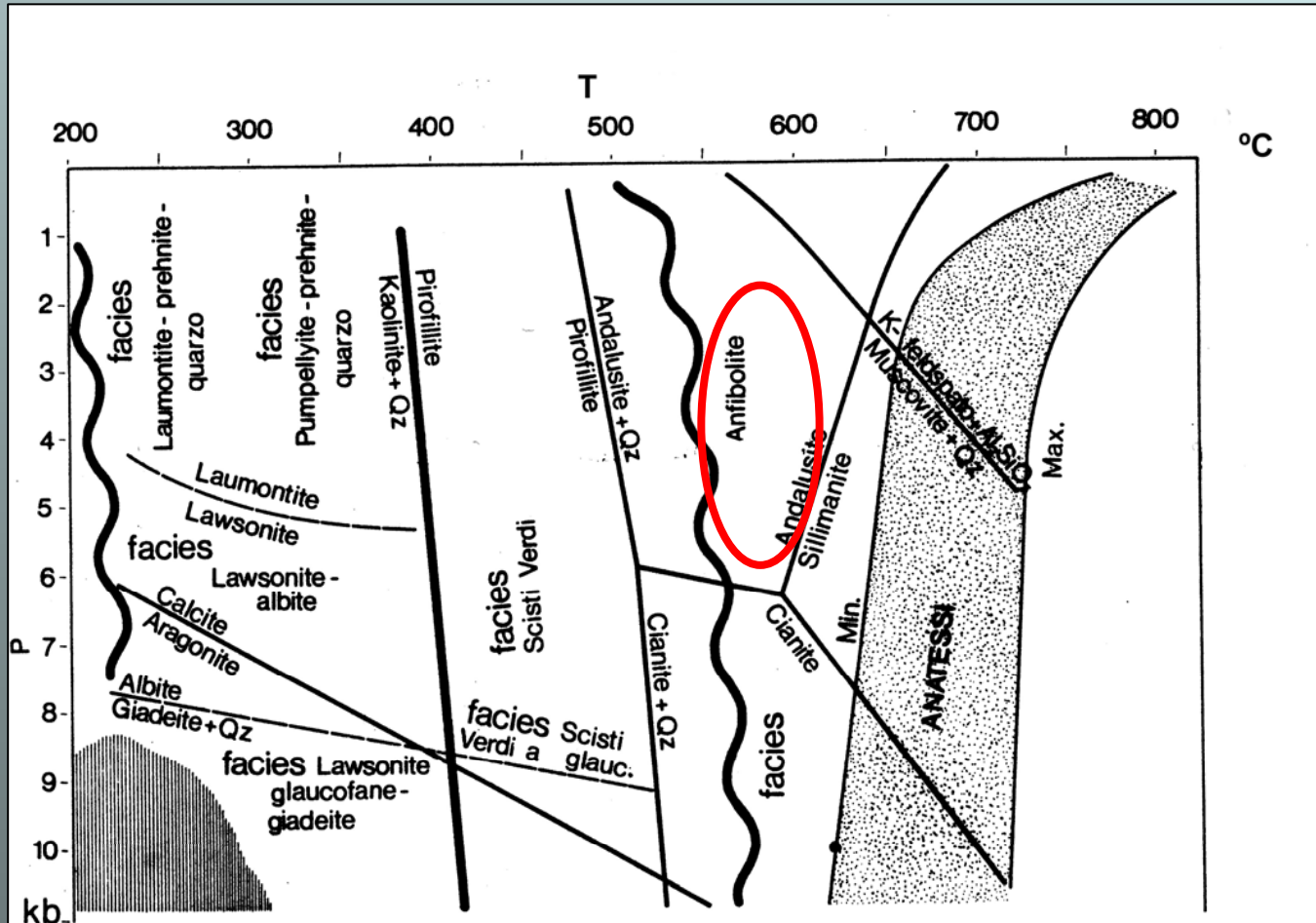
Es verde o pardo-rojiza, fuertemente pleocroica.

Las propiedades ópticas varían en función de la sustitución de Mg por  $Fe^{2+}$ ,  $\rightarrow$  aumenta el índice de refracción  $\rightarrow$  disminuye el 2V.

**Las hornblendas en basaltos y andesitas son ricas en  $Fe^{3+}$ , álcalis y contienen menos F.**



# Génesis de HORNBLENDAS



Rocas ígneas y metamórficas de grado medio-alto  
(Anfibolitas)