

Sistematica Mineralogica

di Francesco Princivalle

Testi , foto, schemi tratti da Carobbi, Wenk-Bulakh, Internet

CLASSIFICAZIONE MINERALI

(proposta da Dana nel 1837 e rielaborata da STRUNZ nel 1941 e adottata da IMA)

La classificazione è stata fatta sia su base chimica che strutturale e prevede 10 classi mineralogiche.

CLASSE: 1 ELEMENTI NATIVI
2 SOLFURI
3 ALOGENURI
4 OSSIDI
5 CARBONATI
6 BORATI
7 SOLFATI
8 FOSFATI
9 SILICATI
10 COMPOSTI ORGANICI

SPECIE: fase che possiede composizione chimica e struttura ben individuata.

VARIETA': entro una specie vi possono essere delle "piccole" differenze compositive, tali però da non comportare l'istituzione di una nuova specie.

SERIE: insieme di specie legate da relazioni di isomorfismo.

GRUPPO: insieme di specie non legate da stretti rapporti di isomorfismo.

I silicati costituenti fondamentali delle rocce



Classificazione MACHATSHKI e BRAGG (1930)

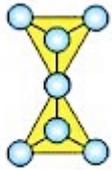
Su base strutturale: modalità di polimerizzazione dei tetraedri

NESOSILICATI:	$[\text{SiO}_4]^{4-}$	
SOROSILICATI:	$[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$	
CICLOSILICATI:	$[\text{Si}_n\text{O}_{3n}]^{2n-}$	
INOSILICATI:	$[\text{Si}_2\text{O}_6]^{4-}$	$[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}$
FILLOSILICATI:	$[\text{Si}_4\text{O}_{10}]^{4-}$	
TECTOSILICATI:	$[\text{SiO}_2]$	

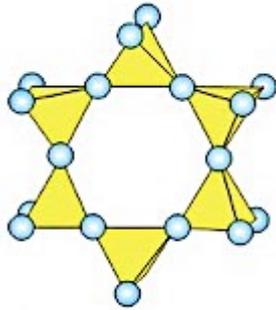
Su base chimica: entro ciascuna sottoclasse



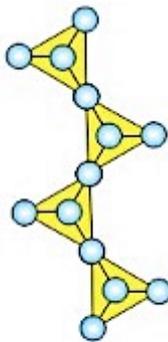
Tetraedro
indipendente
(SiO_4)⁴⁻



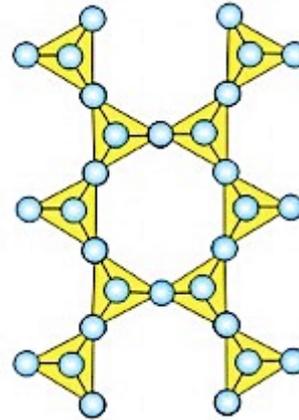
Unità
di due tetraedri:
(Si_2O_7)⁶⁻



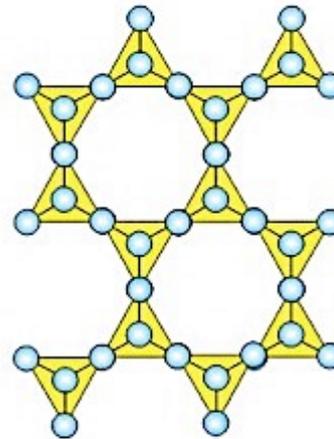
Anello di
6 tetraedri
(Si_6O_{18})¹²⁻



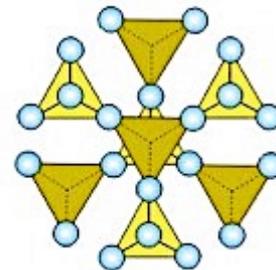
Catena infinita
semplice di
tetraedri:
(Si_2O_6)⁴⁻



Catena infinita
doppia
di tetraedri:
(Si_4O_{11})⁶⁻



Foglio di
tetraedri esteso
indefinitamente:
(Si_2O_5)²⁻



Rete di tetraedri
estesa nelle
3 dimensioni
(SiO_2)⁰

Proprietà fisiche:

Densità: da 4.35 (Fayalite) a 2.44 (Leucite)

Durezza 5-8 1-6

Sfaldatura

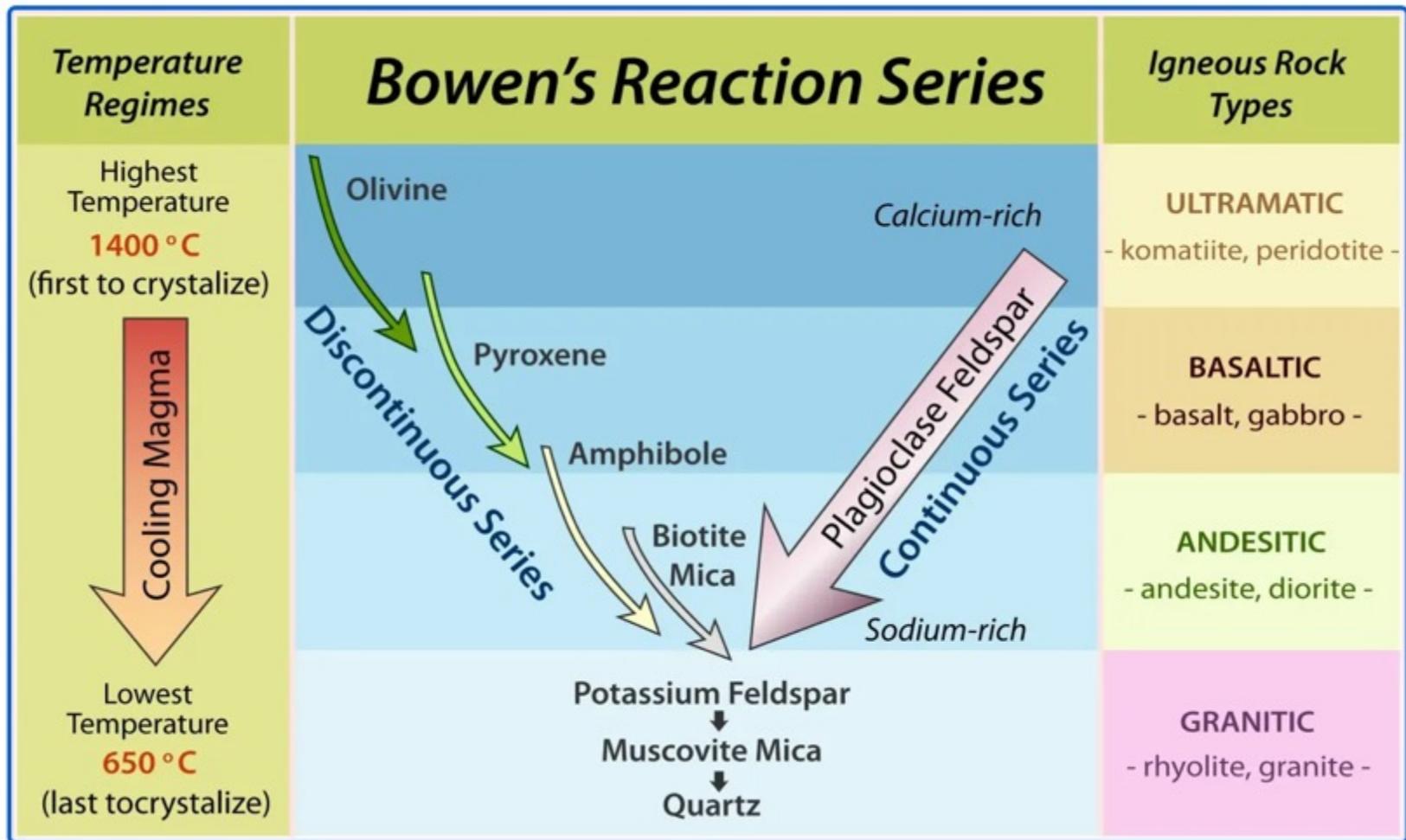
Indici di rifrazione

E' la classe mineralogica più importante, dato che i silicati costituiscono circa il 90% della Crosta Terrestre. Rappresentano circa il 25% dei minerali conosciuti con grossomodo 500 specie.

Genesi:

- Magmatica: minerali delle rocce (stadio ortomagmatico: olivine, pirosseni, anfiboli, miche, feldspati, quarzo; stadio pegmatitico: berillo, tormalina, quarzo, feldspati e miche; stadio idrotermale: quarzo, argille).
- Metamorfica: granati, cianite, sillimanite, andalusite.
- Sedimentaria: argille, zeoliti, quarzo.

GENESI MAGMATICA:
Stadio ORTOMAGMATICO



NESOSILICATI

OLIVINE

Rombiche Bipiramidali

Pbnm Z=4

$a_0 = 4.8 \text{ \AA}$

$b_0 = 10.2 \text{ \AA}$

$c_0 = 6.0 \text{ \AA}$

Mg_2SiO_4

Forsterite

Fe_2SiO_4

Faialite

CaMgSiO_4

Monticellite

CaFeSiO_4

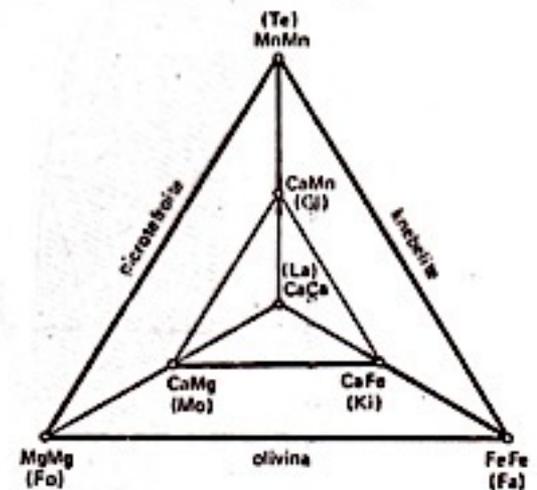
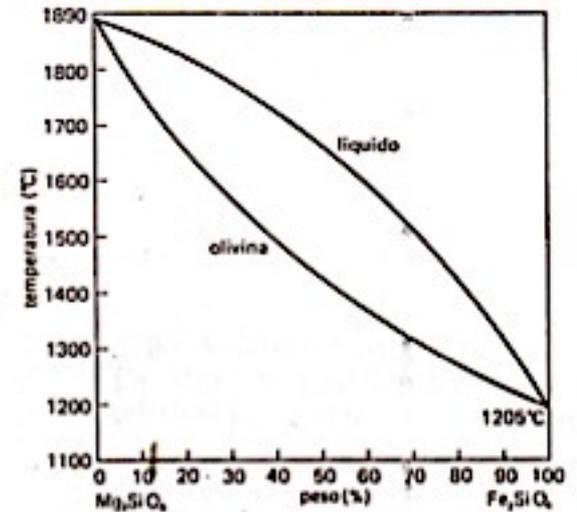
Kirsteinite

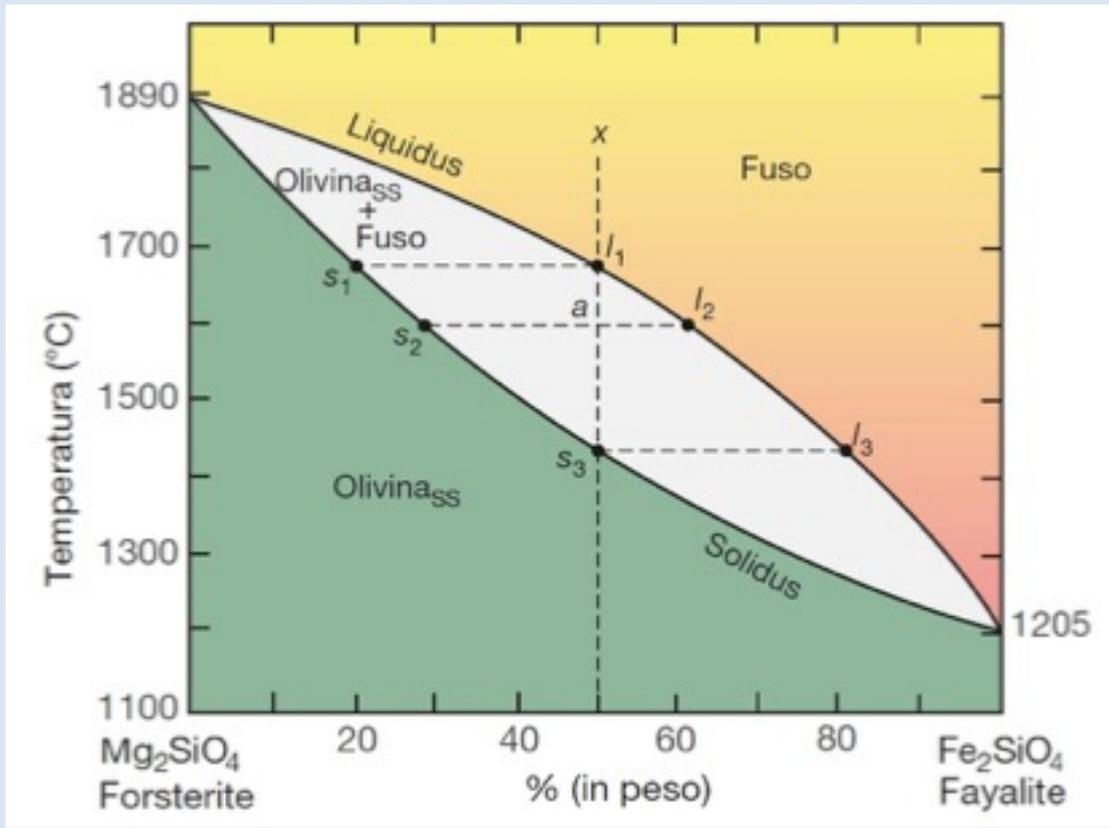
Ca_2SiO_4

Larnite

CaMnSiO_4

Glaucocroite

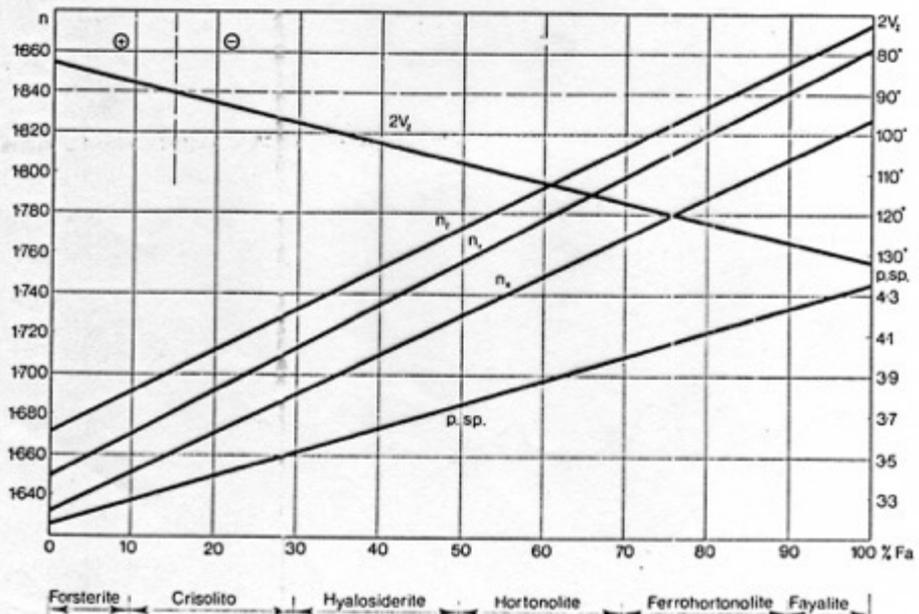
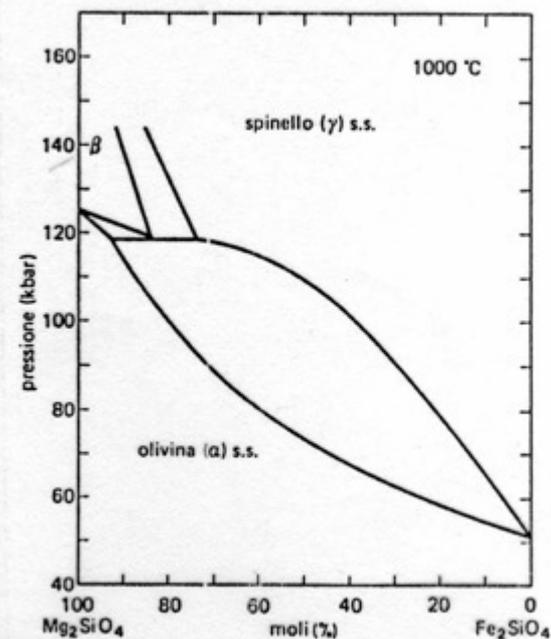
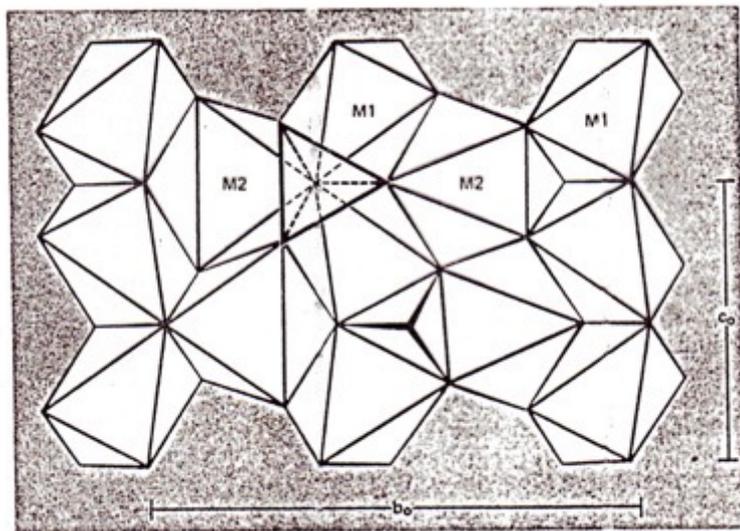




NESOSILICATI



NESOSILICATI



NESOSILICATI

ZIRCONO: ZrSiO_4 Ditetragonale bipyramidale

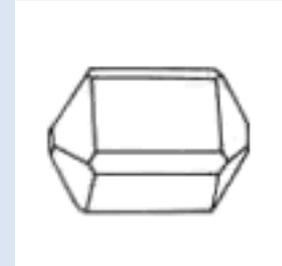
La struttura è composta da tetraedri isolati uniti da dodecaedri ZrO_8 disposti secondo delle catene.

Solitamente sono presenti atomi radioattivi quali U, Th, Y, Hf. Il loro decadimento porta a una alterazione del minerale chiamata stato metamittico.

I cristalli sono usualmente prismatici, con elevata durezza e birifrangenza, e presentano colori variabili dall'incolore all'azzurro. Varietà gemma: giacinto.

E' un minerale accessorio di rocce magmatiche e metamorfiche ed è usato per le datazioni.

NESOSILICATI



INOSILICATI

Inosilicati a
catena
semplice:
PIROSSENI



Inosilicati a catena semplice: PIROSSENI

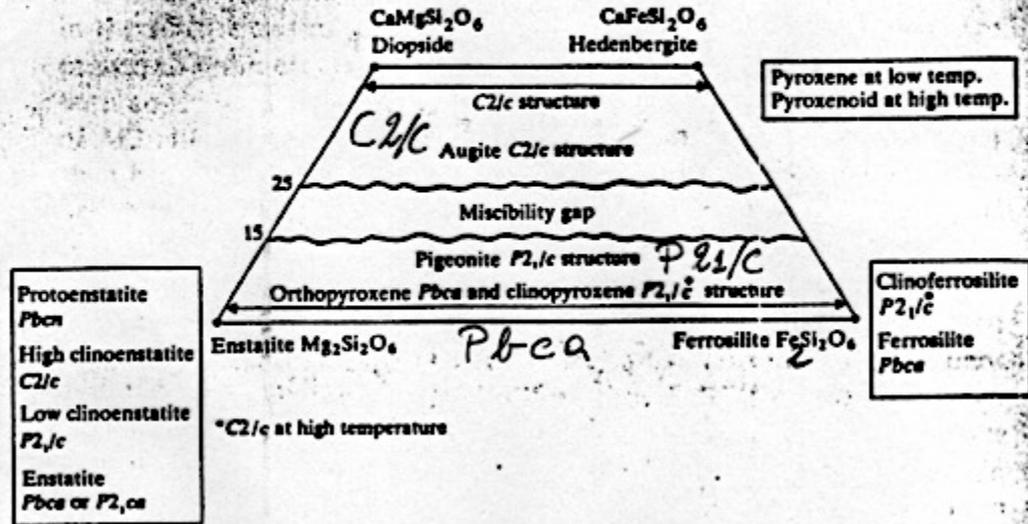
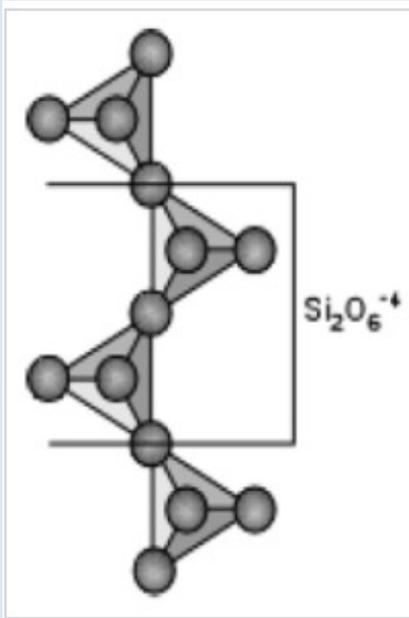


Fig. 55 Illustration of structural relationships among pyroxenes in the diopside-hedenbergite-enstatite-ferrosilite quadrilateral.

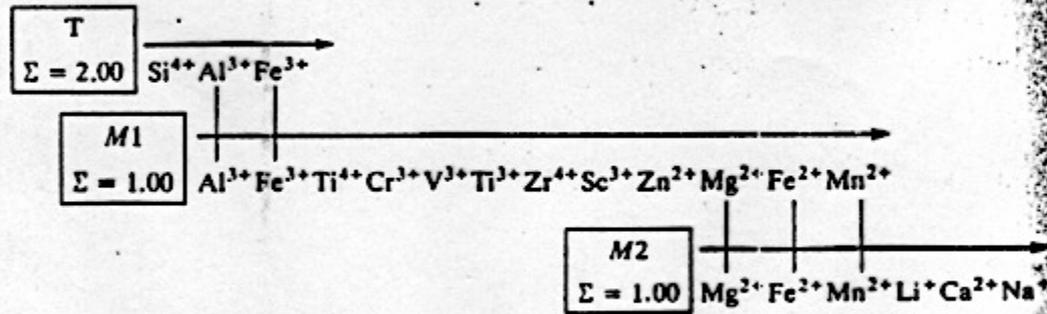
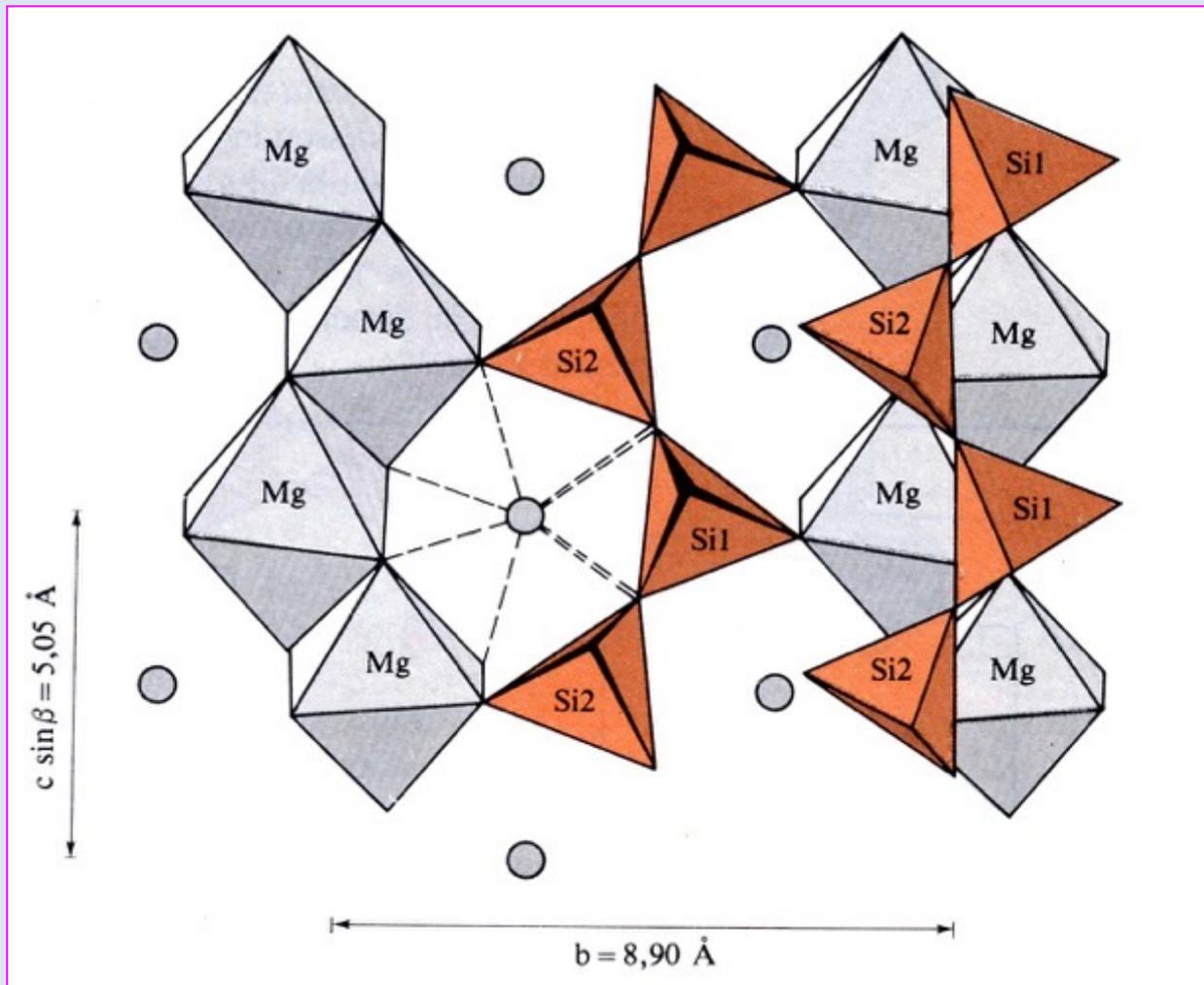


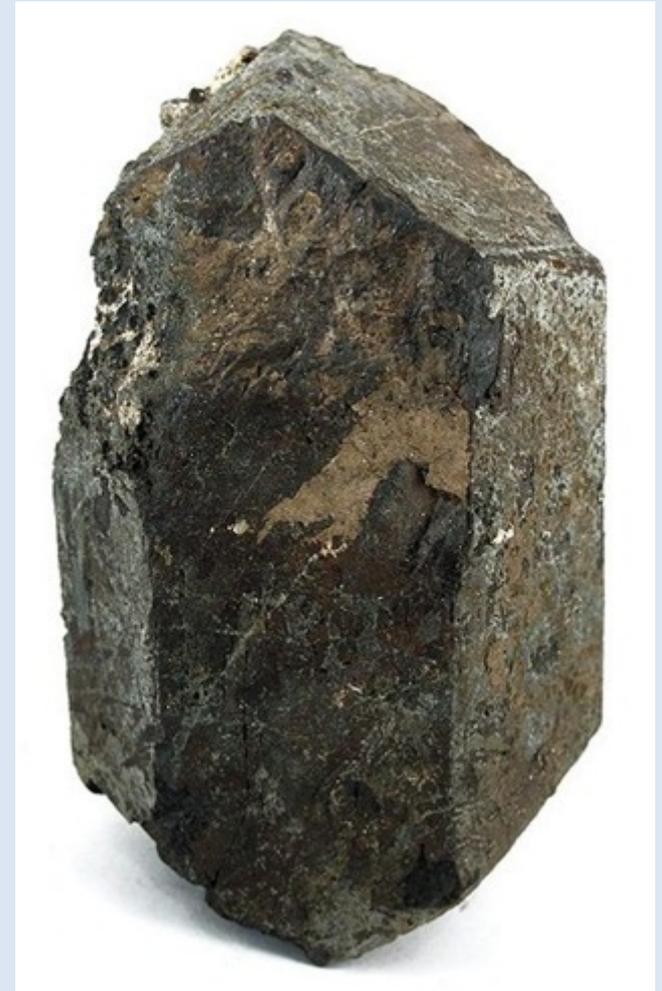
Fig. 56 Flow chart showing ideal site occupancy and order of assigning atoms to T, M1 and M2 sites of pyroxene structure (after Morimoto, M., 1988, *Min. Mag.*, 52, 535-50).

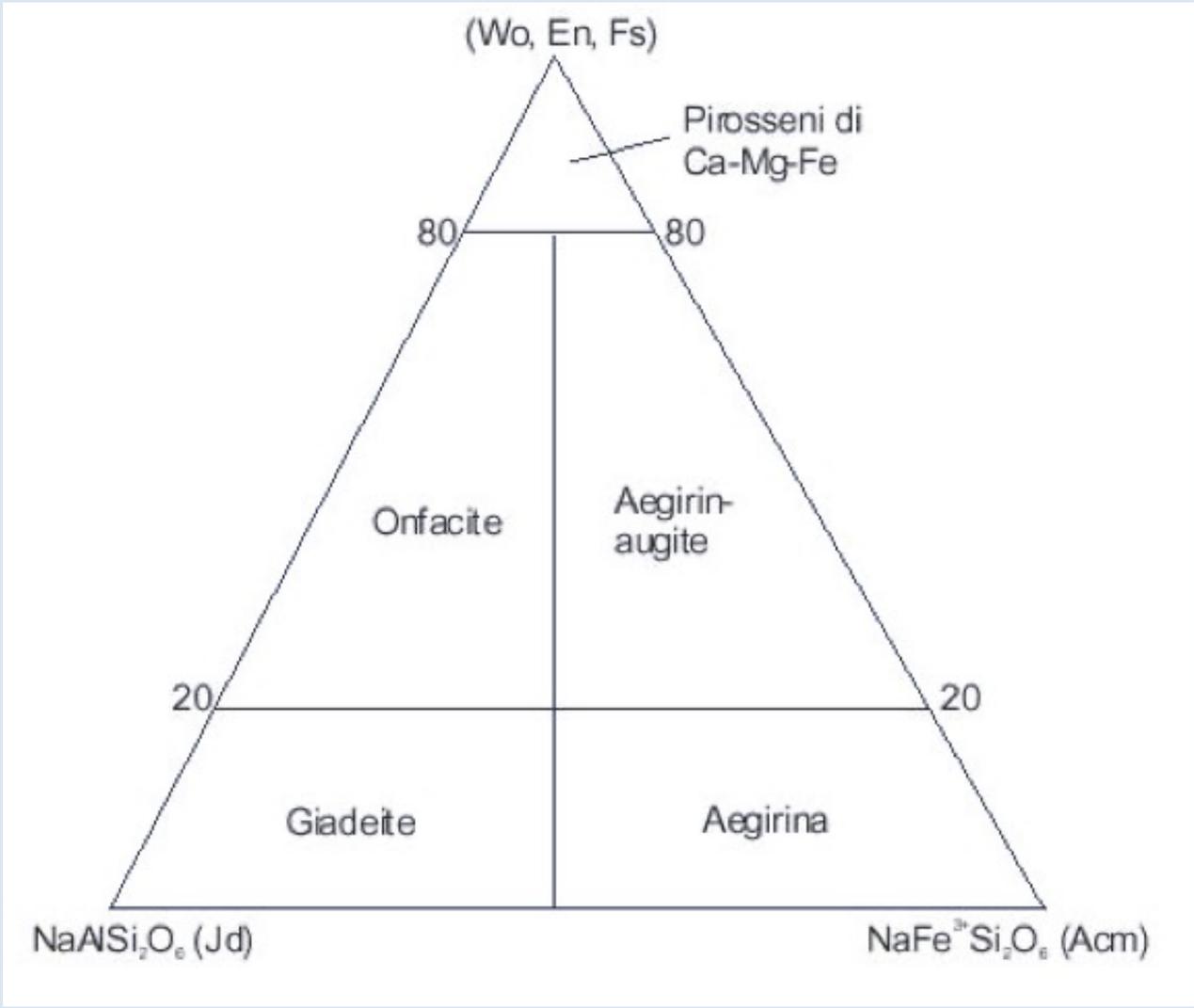
Clinopirosseni



Le **augiti** sono monocline e presentano ampie sostituzioni, possono essere ricche in Al.

Sono molto frequenti, e sono i costituenti essenziali di rocce ignee basiche, ma anche ultrabasiche e in rocce metamorfiche di alto grado. Durezza 6, densità 3, colore verde fino a nero





Giadeite

$\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$ presente in rocce metamorfiche di alta pressione. Di colore verde o verde azzurra si presenta generalmente in masse granulari



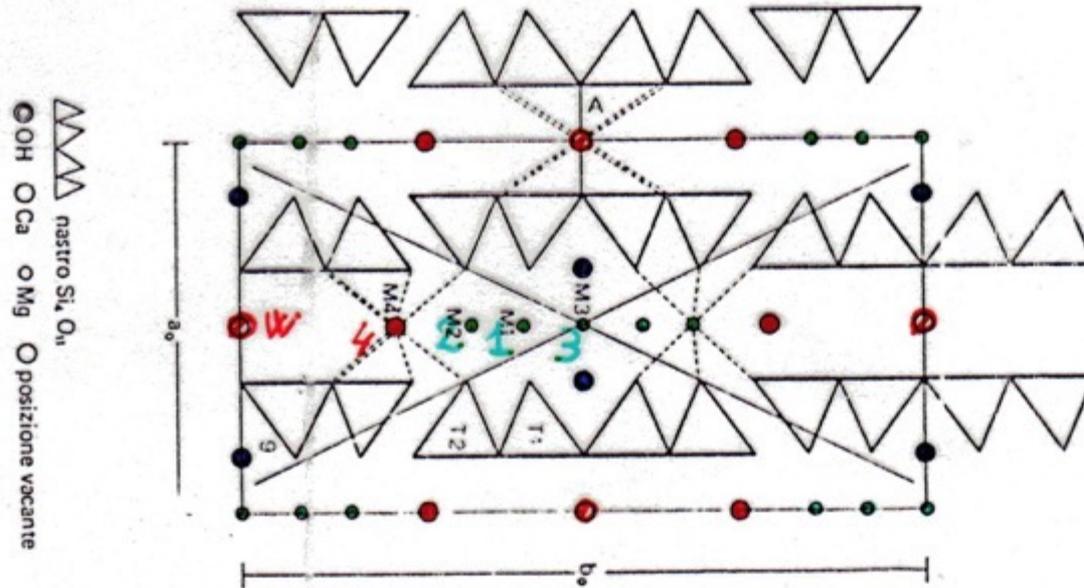
Spodumene

- $\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ si rinviene nelle pegmatiti granitiche in grossi cristalli.
- Presenta due varietà la ***hiddenite*** dal colore verde smeraldo e la ***kunzite*** di colore lilla. Entrambe usate come gemme.
- La ***kunzite*** presenta in maniera vistosa il fenomeno del pleocroismo.



INOSILICATI

Inosilicati a
catena
doppia:
ANFIBOLI



TREMOLITE



OH



M4 -Ca



W - Vacante

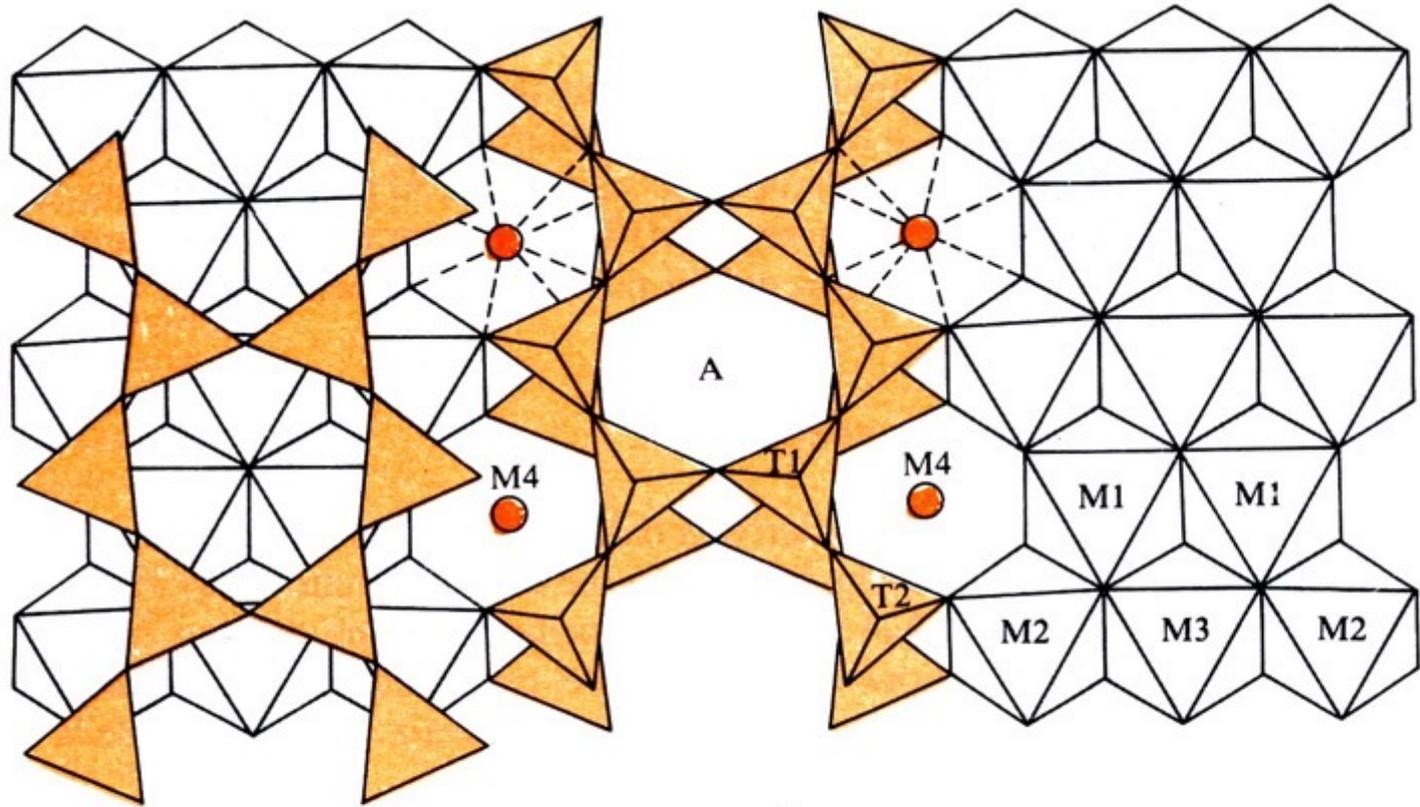


M1-M2-M3

Mg

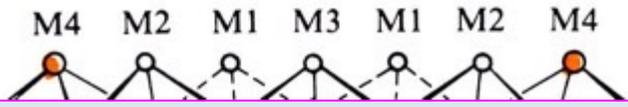
(a)

$c = 5,28 \text{ \AA}$



$b = 18,05 \text{ \AA}$

- O, OH
- M4(Ca, Na)
- M1, M2, M3 (Fe, Mg, Al)
- T1, T2 (Si)



Orneblende

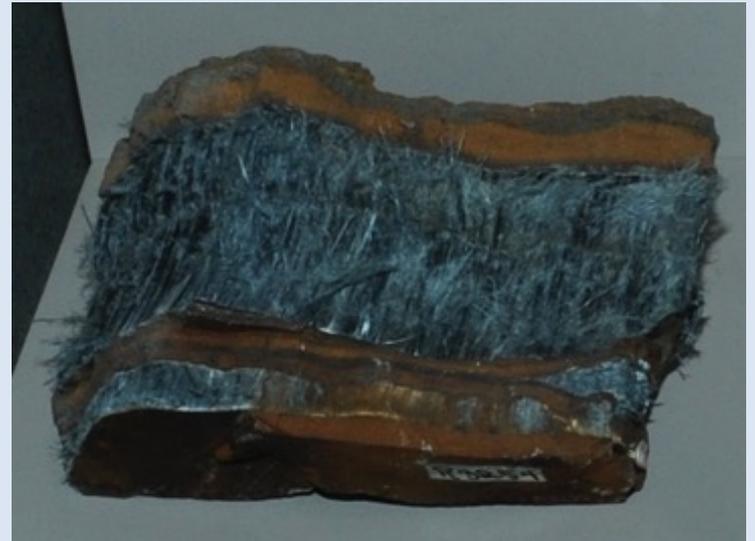
- Le **orneblende** sono anfiboli comuni presenti in tutte le **rocce intrusive**, dai graniti alle dioriti, ai gabbri, alle peridotiti; è presente nelle **rocce metamorfiche** ed è tipica delle anfiboliti; è presente nelle **rocce effusive** soprattutto nelle andesiti e si presenta colorata di un intenso colore bruno ed è detta **orneblenda basaltica**.
- Presenta un habitus prismatico combinazione di prismi e pinacoidi. Presentano pleocroismo dal giallo al verde.



Orneblenda. Pula, dimensioni originali mm 70×30. Coll. S. Scamù.

Anfiboli a Na

- **Glaucofane** $\text{Na}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2 [\text{Si}_4\text{O}_{11}] (\text{OH})_2$
- **Riebeckite** $\text{Na}_2\text{Fe}^{2+}_3\text{Fe}^{3+}_2 [\text{Si}_4\text{O}_{11}] (\text{OH})_2$
- La glaucofane è un tipico minerale di metamorfismo regionale presente negli scisti a glaucofane
- La riebeckite è presente in rocce magmatiche come alcuni graniti alcalini e sieniti. Varietà è la **crocidolite** o **amianto azzurro del Capo** riebeckite metamorfica (Sudafrica)



crocidolite

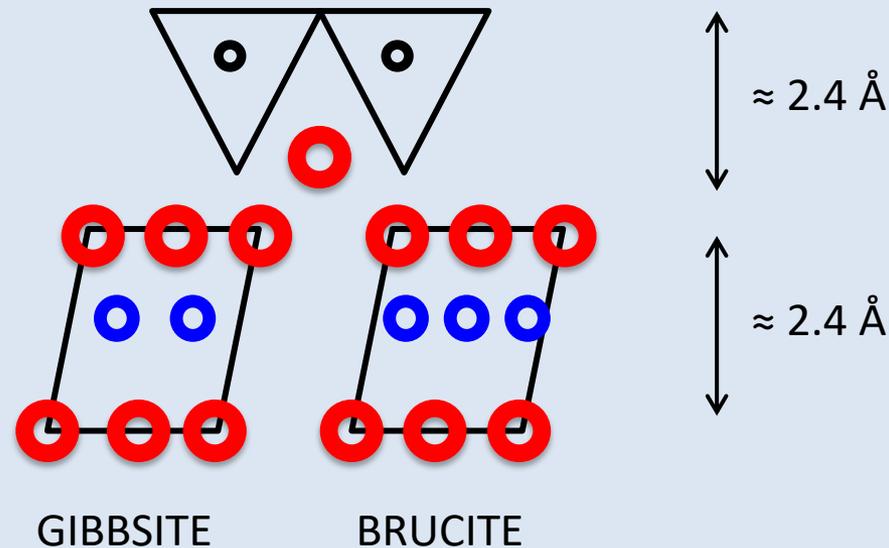
FILLOSILICATI

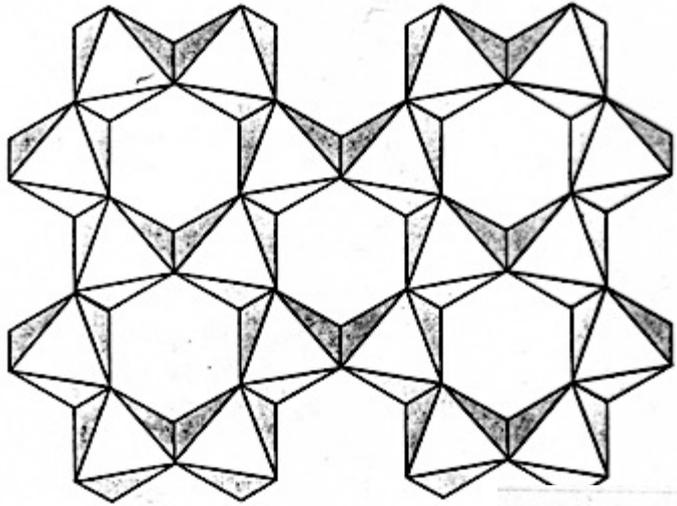


[IV] Z = Si, Al

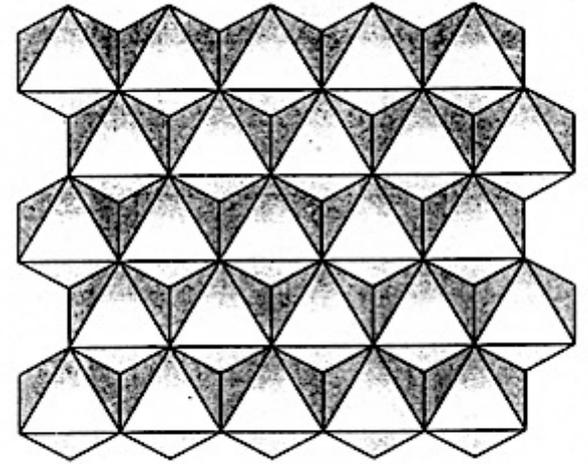
[VI] Y = Al, Mg, Fe²⁺, Fe³⁺, Li, Cr, Ti

[XII] W = K, Ca, Na, Ba





GIBBSITE



BRUCITE

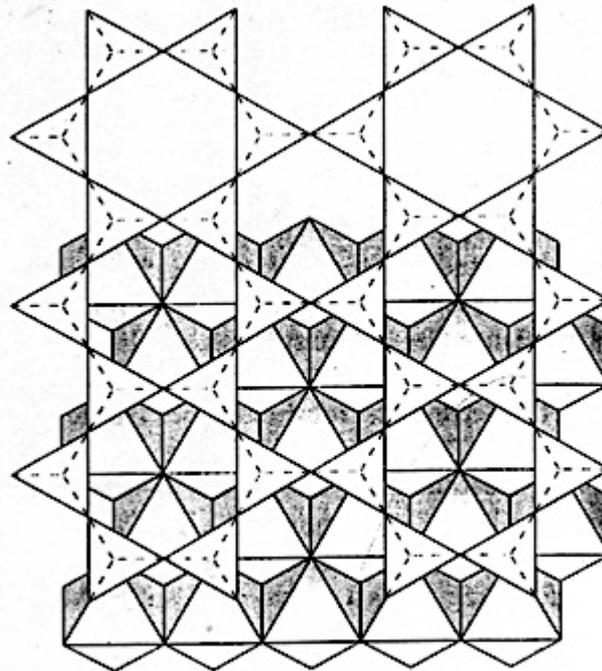
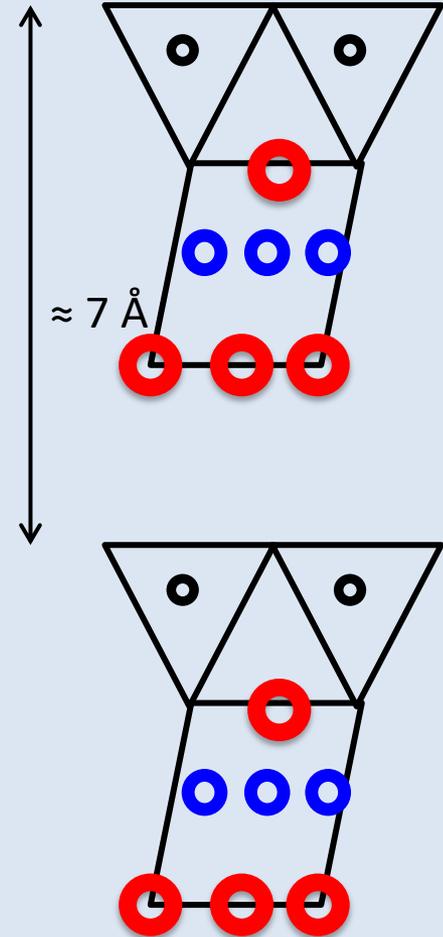
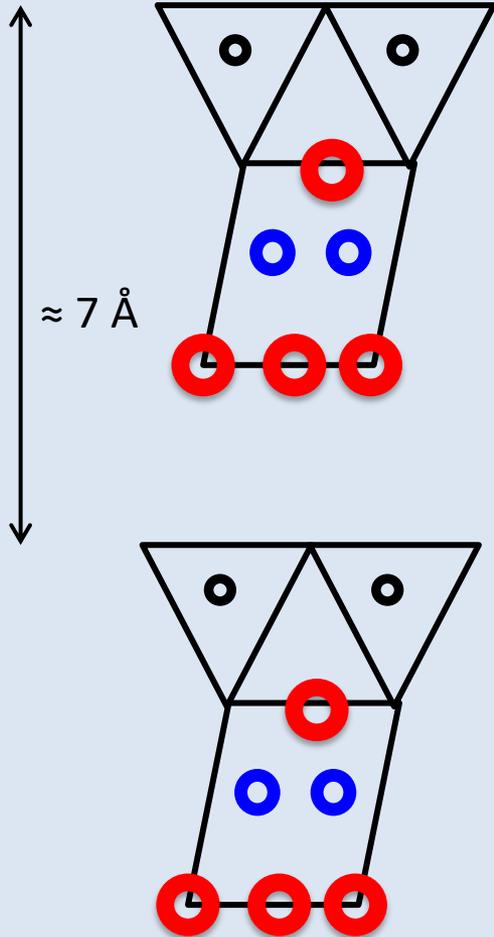
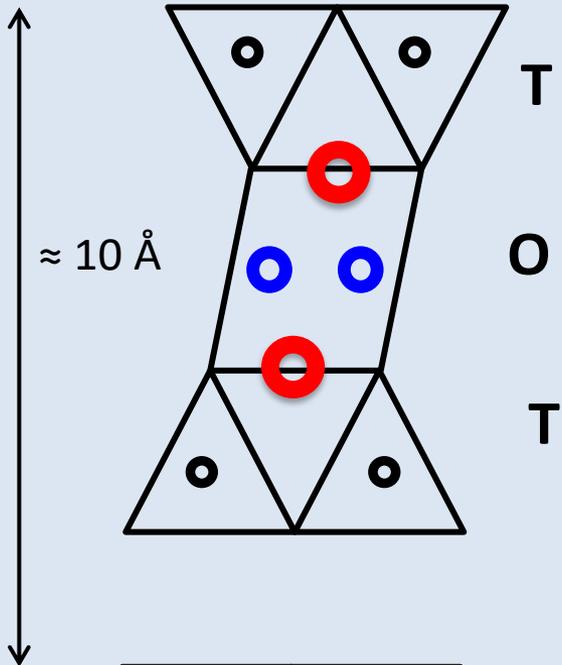


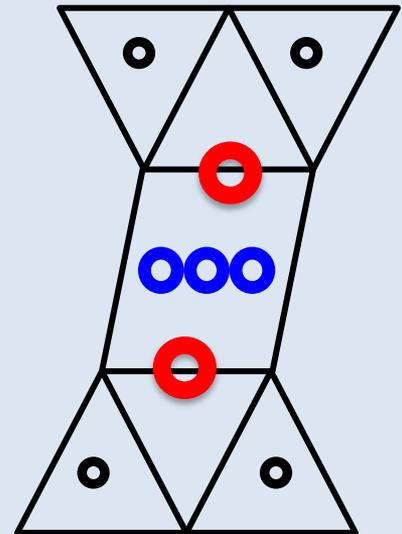
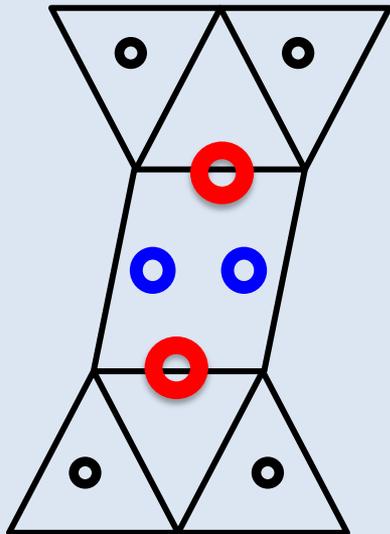
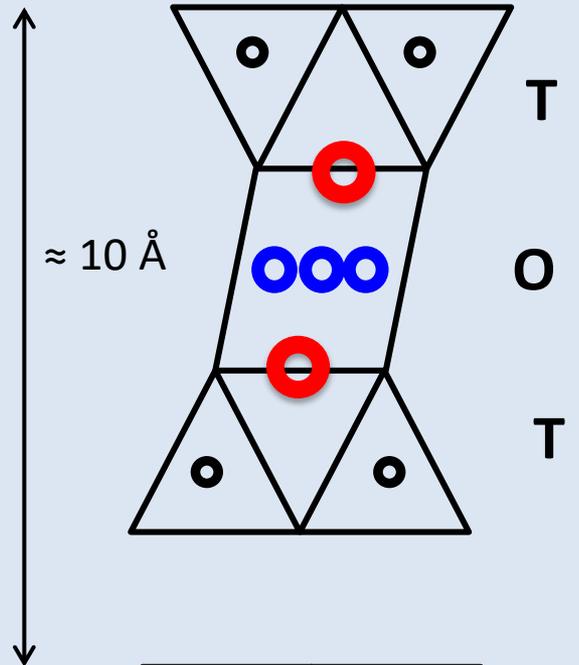
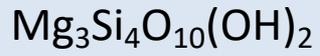
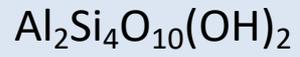
Figure 6.35. The way in which a sheet of downward-pointing tetrahedra links to an octahedral sheet below.

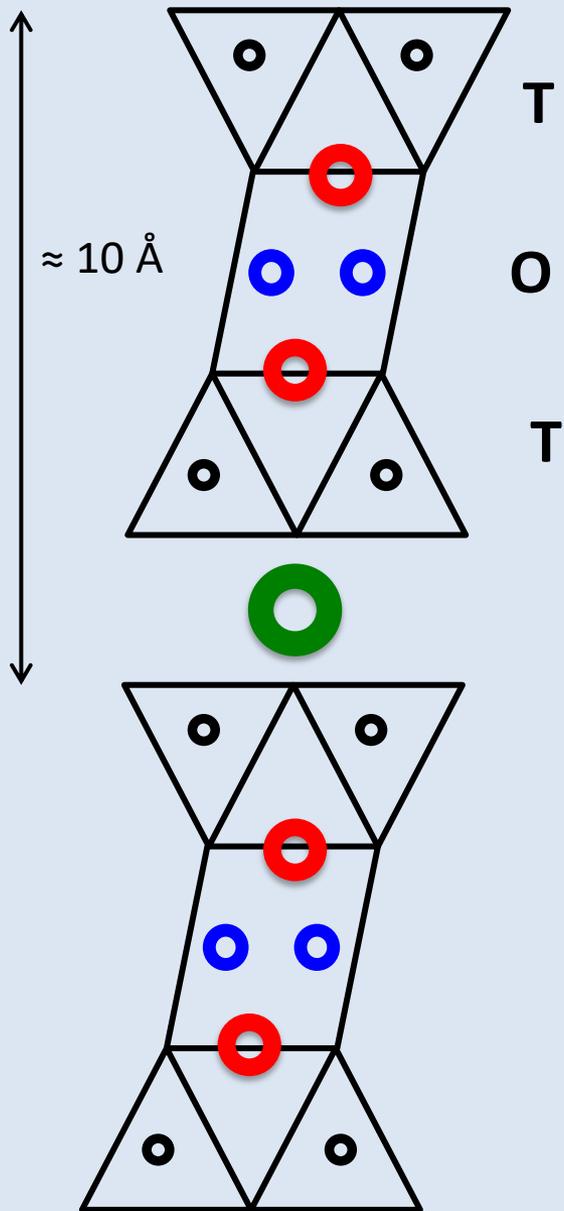
CAOLINITE – SERPENTINO



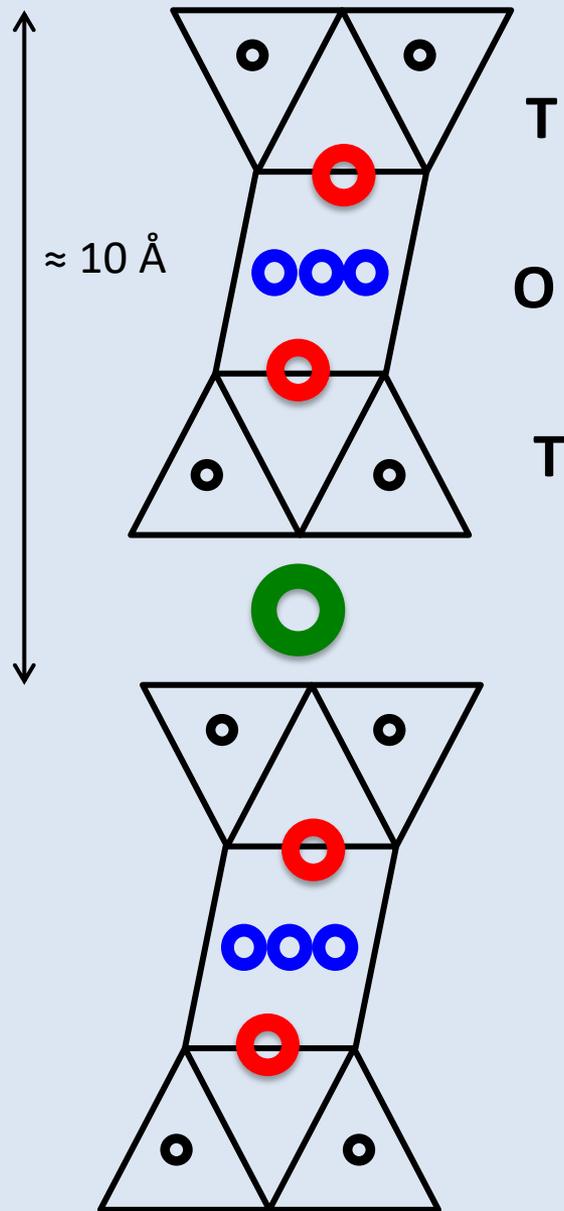


PIROFILLITE – TALCO





MUSCOVITE – BIOTITE
 $KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$
 $K(Mg,Fe)_3[AlSi_3O_{10}](OH)_2$





MINERALI FIBROSI

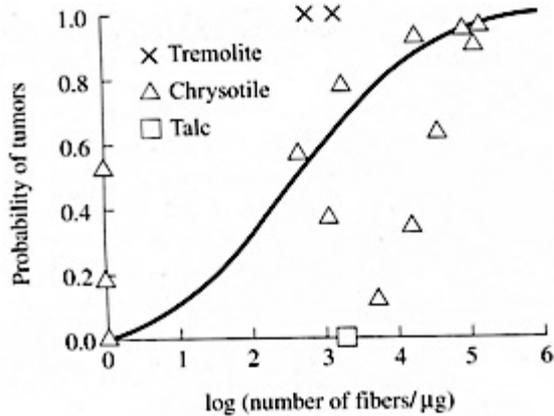
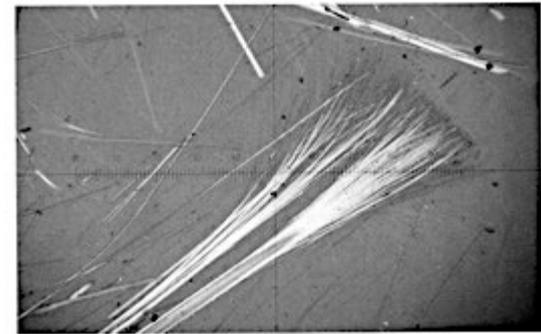


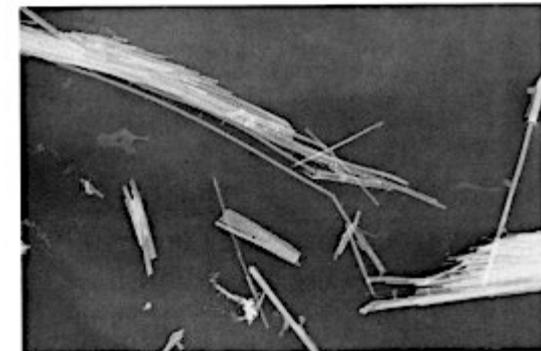
Fig. 33.4 Incidence of malignant tumors in rats as function of fiber concentration (after Stanton *et al.*, 1981).



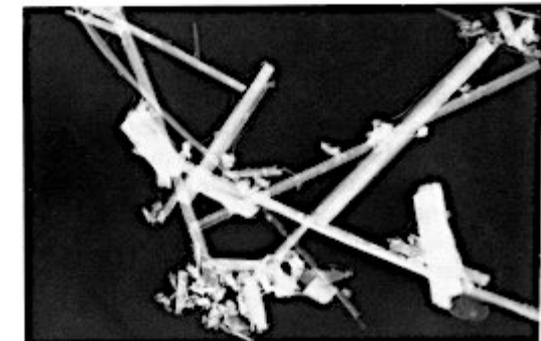
Fig. 33.5 SEM image of ferruginous bodies extracted from a human lung. Particles of asbestos are coated with an iron-rich material derived from proteins. (from Guthrie and Mossman, 1993; photograph by L. Smith and A. Sorling).



(a)



(b)



(c)

Fig. 33.7 Samples containing asbestos in airborne dust. (a) Polarized microscope sample of amosite (width 1.2 mm) (b) TEM image of amosite (width 6 μm) (c) TEM image of chrysotile (width 10 μm). (All micrographs are courtesy of Mark Bailey, Asbestos TEM Laboratories, Berkeley, California.)

TECTOSILICATI

QUARZO



TECTOSILICATI

QUARZO

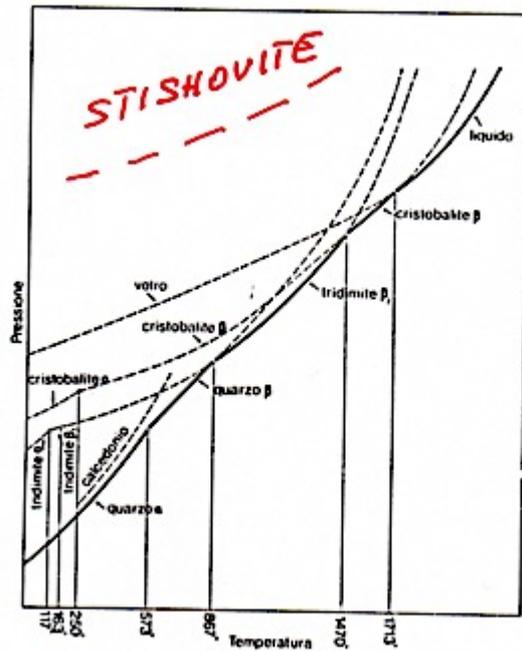
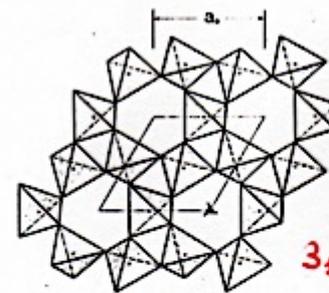
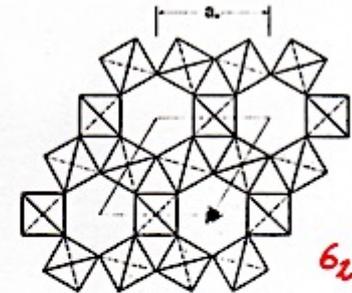


Fig. 197.1 Diagramma di fase della silice.



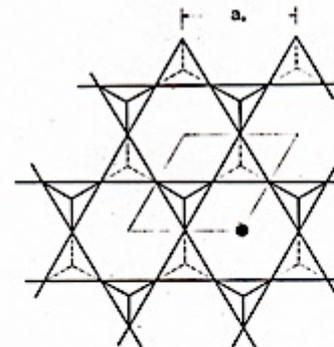
quarzo α
Fig. 197.2

3₁
DESTRO
3₂
SINIS.

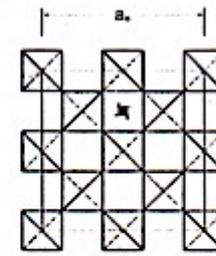


quarzo β
Fig. 197.3

6₂
DESTRO
6₄
SINISTRO



tridimite β
Fig. 197.4



cristobalite β
Fig. 197.5

Fig. 197.2 Struttura del quarzo α (proiezione basale).

Fig. 197.3 Struttura del quarzo β (proiezione basale).

Fig. 197.4 Struttura della tridimite β (proiezione basale).

Fig. 197.5 Struttura della cristobalite β (proiezione secondo [100]).

TECTOSILICATI

QUARZO

Varietà:

- **Cristalline:** ametista, citrino, rocca, rutilato, affumicato, rosa, occhio di tigre (inclusioni fibrose), avventurina (ematite).
- **Microcristalline (fibrose):** agata (strati alternati varicolore), calcedonio (bruno-grigia), corniola (rossa), crisoprasio (verde), onice (bianco-nero), legno fossile.
- **Microcristalline (granulari):** diaspro (rosso, ematite), selce, prasio (verde).
- **Amorfe:** opale.

TECTOSILICATI

QUARZO

Applicazioni: sfrutta le proprietà piezoelettriche.

Problematiche ambientali: polveri minerali – SILICOSI dovuta all'inalazioni di consistenti quantità di polveri di quarzo.

Su tutti i prodotti contenenti silice libera, devono essere esposte etichette che avvertono che la polvere se inalata può causare problemi respiratori o altri problemi sanitari.

TECTOSILICATI

FELDSPATI



TECTOSILICATI

FELDSPATI



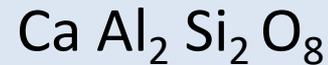
Feldspato Potassico



Albite



Anortite

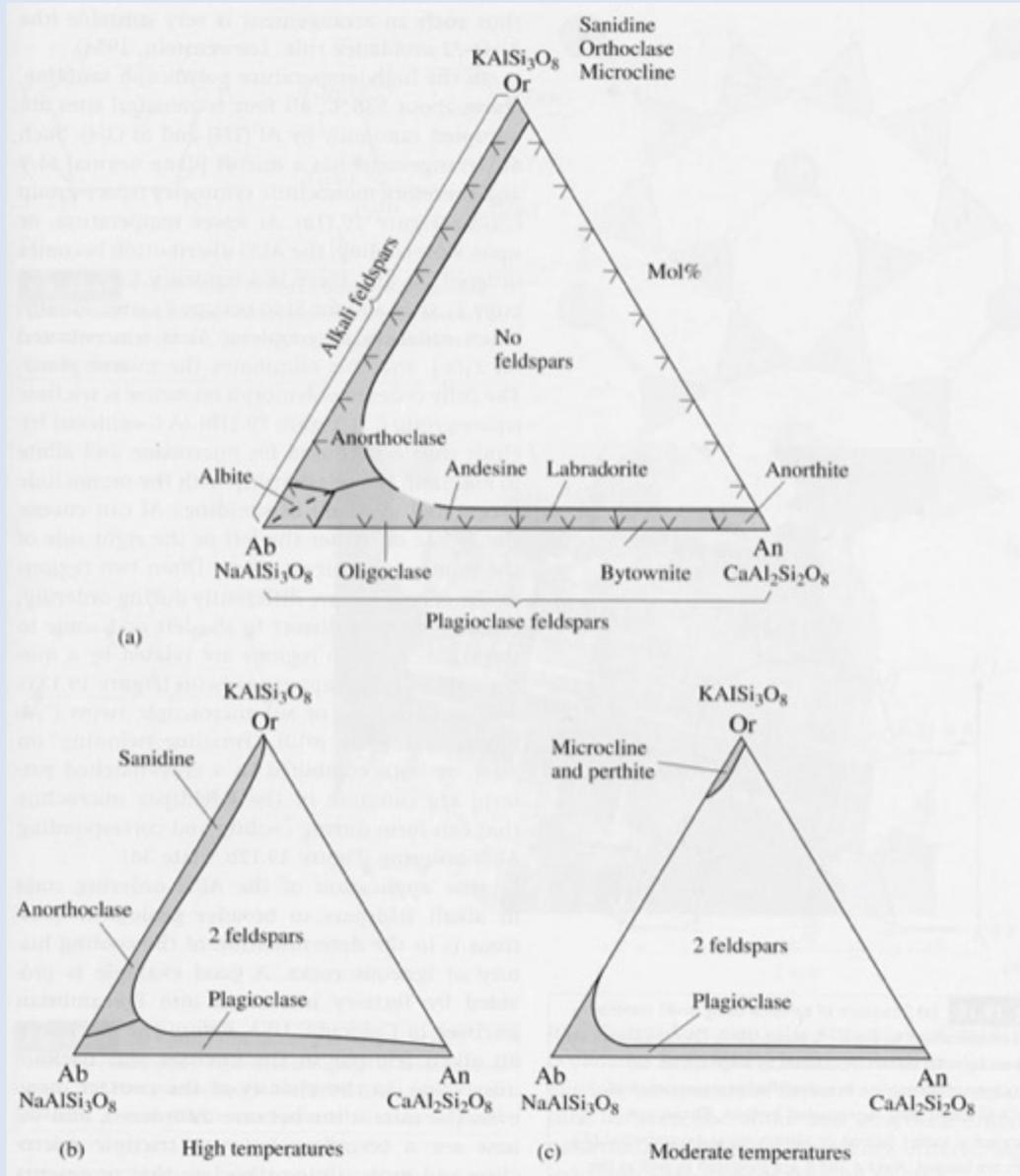


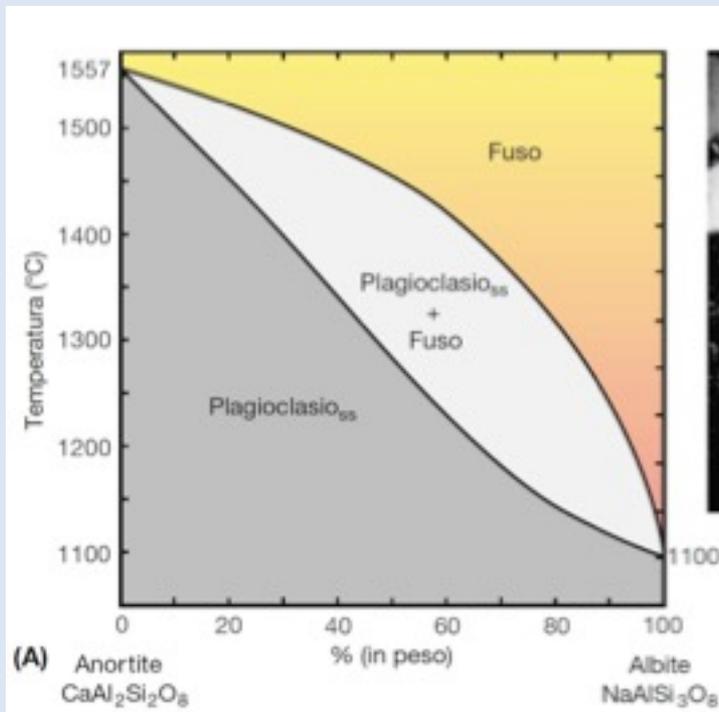
Celsiana



TECTOSILICATI

FELDSPATI





TECTOSILICATI

FELDSPATOIDI



TECTOSILICATI

FELDSPATOIDI

LEUCITE	KAlSi_2O_6	Tetragonale e cubica sopra i 625°C
ANALCIME	$\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$	Cubico

Gruppo della NEFELINA: esagonali

NEFELINA	NaAlSiO_4
KALSITE	KAlSiO_4

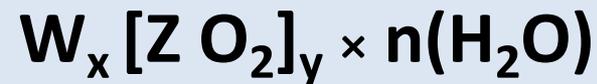
TECTOSILICATI

ZEOLITI



TECTOSILICATI

ZEOLITI



264 *Mineralogia speciale*

Tabella 77.V

minerale	formula	gr. spaz.
Zeoliti fibrose		
Natrolite	$Na_2 (Al_2Si_3O_{10}) \cdot 2H_2O$	<i>Fdd2</i>
Mesolite	$Na_2Ca_2 (Al_6Si_9O_{30}) \cdot 8H_2O$	<i>Fdd2</i>
Scolecite	$Ca (Al_2Si_3O_{10}) \cdot 3H_2O$	<i>Cc</i>
Thomsonite	$NaCa_2 (Al_5Si_5O_{20}) \cdot 6H_2O$	<i>Pnna</i>
Mordenite	$Na (AlSi_5O_{12}) \cdot 3H_2O$	<i>Cmca</i>
Laumontite	$Ca (Al_2Si_4O_{12}) \cdot 4H_2O$	<i>Am</i>
Zeoliti tabulari		
Heulandite	$Ca (Al_2Si_7O_{18}) \cdot 6H_2O$	<i>C2/m</i>
Clinoptilolite	$Na (AlSi_5O_{12}) \cdot 4H_2O$	<i>C2/m</i>
Stilbite	$NaCa_2 (Al_3Si_{13}O_{36}) \cdot 17H_2O$	<i>C2/m</i>
Zeoliti equidimensionali		
Phillipsite	$(Ca^{\frac{1}{2}}, Na, K)_3 (Al_3Si_5O_{16}) \cdot 6H_2O$	<i>P2_1/m</i>
Harmotomo	$Ba (Al_2Si_6O_{16}) \cdot 6H_2O$	<i>P2_1/m</i>
Chabasite	$Ca (Al_2Si_4O_{12}) \cdot 6H_2O$	<i>R3m</i>
Faujasite	$NaCaMg (Al_5Si_{11}O_{32}) \cdot 20H_2O$	<i>Fd3m</i>

Proprietà delle Zeoliti

In natura sono state identificate 46 specie di zeoliti, mentre ne sono state sintetizzate oltre 100.

- Elevato grado di idratazione
- Bassa densità e grande volume dei vuoti quando disidratate
- Stabilità della struttura anche quando disidratate
- Proprietà di scambio cationico
- Canali regolari con dimensioni molecolari quando disidratate
- Capacità di assorbire gas e vapori

Applicazioni:

- Rimozione dello ione ammonio negli scarichi fognari, lettiere per animali domestici e acquacoltura.
- Controllo degli odori.
- Rimozione metalli pesanti da scarichi industriali, minerali e scorie radioattive.
- Applicazioni in agricoltura come correttori di suoli e additivi per mangimi.

Criticità: erionite è una zeolite fibrosa riconosciuta come responsabile di mesotelioma (Karain, Turchia).

GENESI MAGMATICA:

Stadio PEGMATITICO

CICLOSILICATI

BERILLO: $\text{Al}_2\text{Be}_3\text{Si}_6\text{O}_{18}$ DIESAGONALE BIPIRAMIDALE

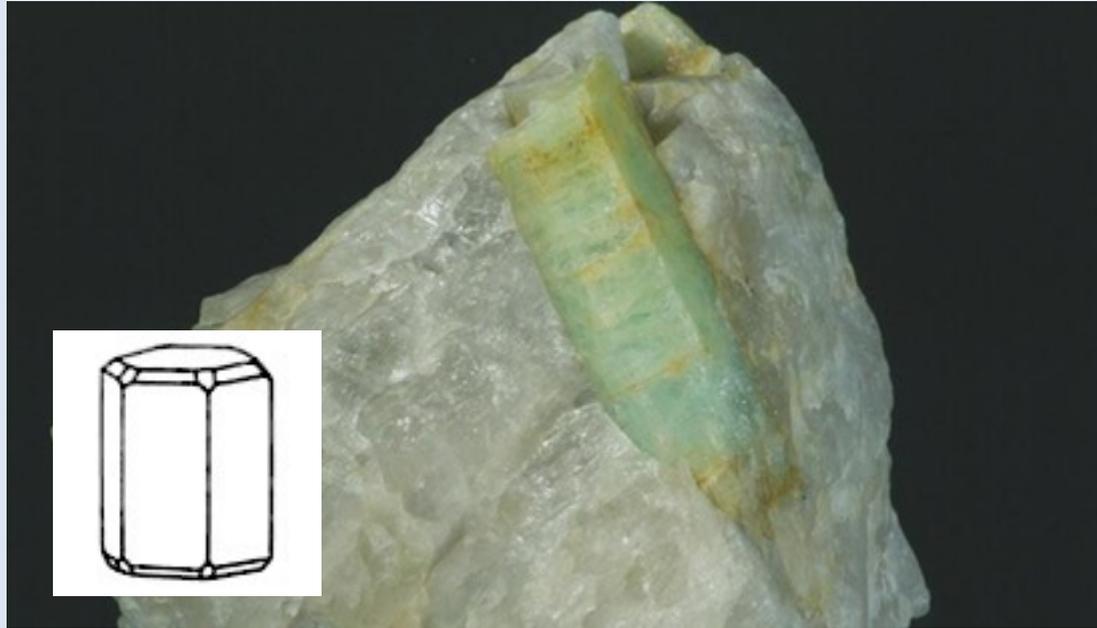
Struttura: anelli a 6 tetraedri uniti da tetraedri di Berillio e ottaedri di Alluminio

Morfologia: habitus prismatico

Genesi: pegmatitica.

Varietà: smeraldo (verde), acquamarina (azzurra), morganite (rosa), eliodoro (giallo-verde)

CICLOSILICATI



CICLOSILICATI

TORMALINA: $\text{NaR}_3\text{Al}_6(\text{Si}_6\text{O}_{18})(\text{BO}_3)_3(\text{OH})_3(\text{F}, \text{O}, \text{OH})$

Ditrigonale piramidale

Cristalli ad abitus prismatico con diversa terminazione (asse 3 polare).

Genesi: pegmatitica.

Varietà: shorl (nera), elbaite (rosa), dravite (giallo-nera), spesso cristalli policromi.



GENESI METAMORFICA

NESOSILICATI GRANATI

Cubici esacisottrici $Ia\bar{3}d$ $Z=4$ $X_3Y_2(ZO_4)_3$

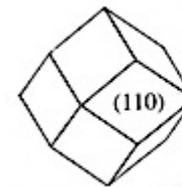
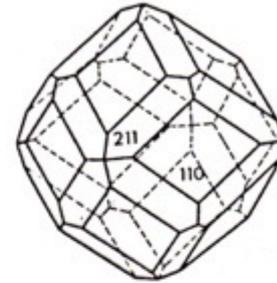
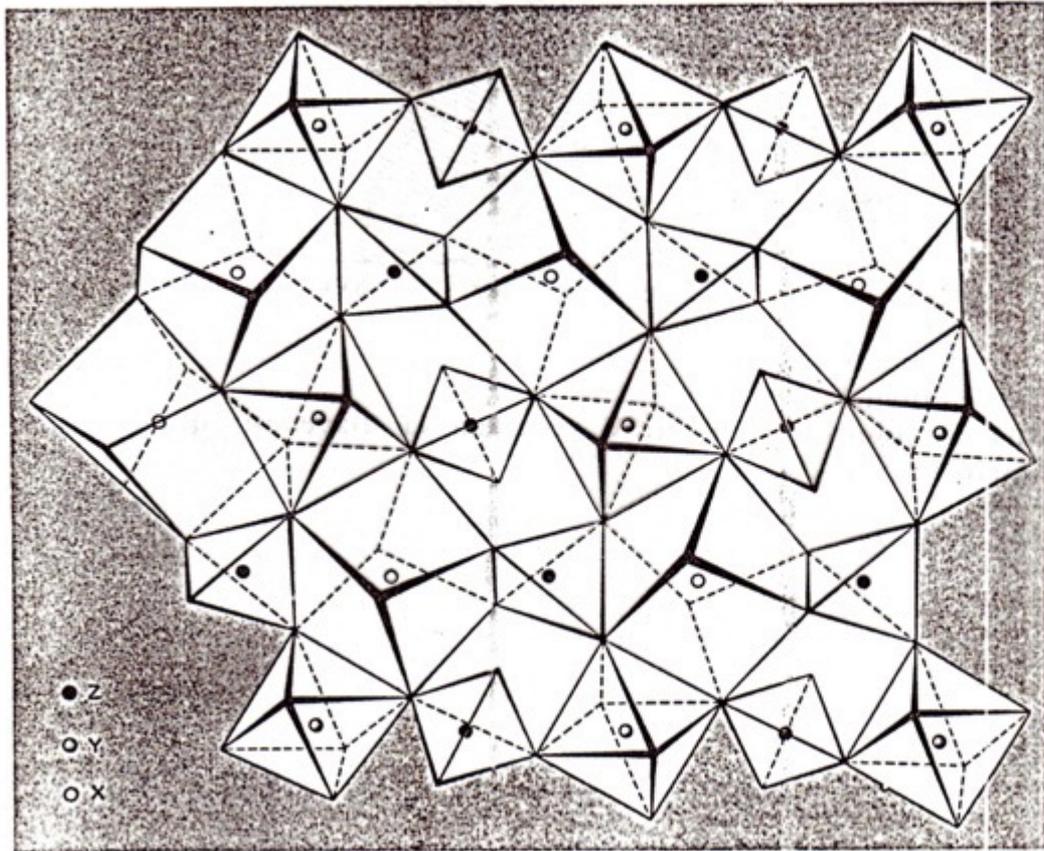
Serie piralspitica:

		a_0	Colore
PIROPO	$Mg_3Al_2(SiO_4)_3$	11.46 Å	ROSSO
ALMANDINO	$Fe_3Al_2(SiO_4)_3$	11.53 Å	ROSSO BRUNO
SPESSARTINA	$Mn_3Al_2(SiO_4)_3$	11.62 Å	ARANCIO

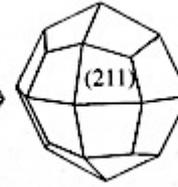
Serie ugranditica:

GROSSULARIA	$Ca_3Al_2(SiO_4)_3$	11.84 Å	GIALLO-ARANCIO
ANDRADITE	$Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$	11.99 Å	NERO
UVAROVITE	$Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$	12.06 Å	VERDE

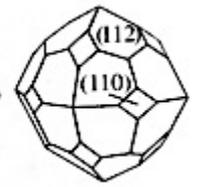
NESOSILICATI



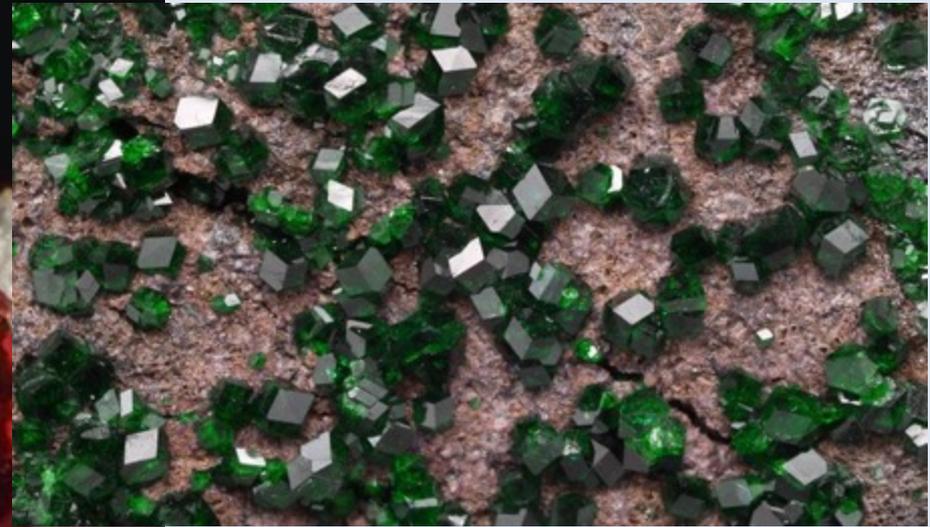
(a)



(b)



(c)



NESOSILICATI

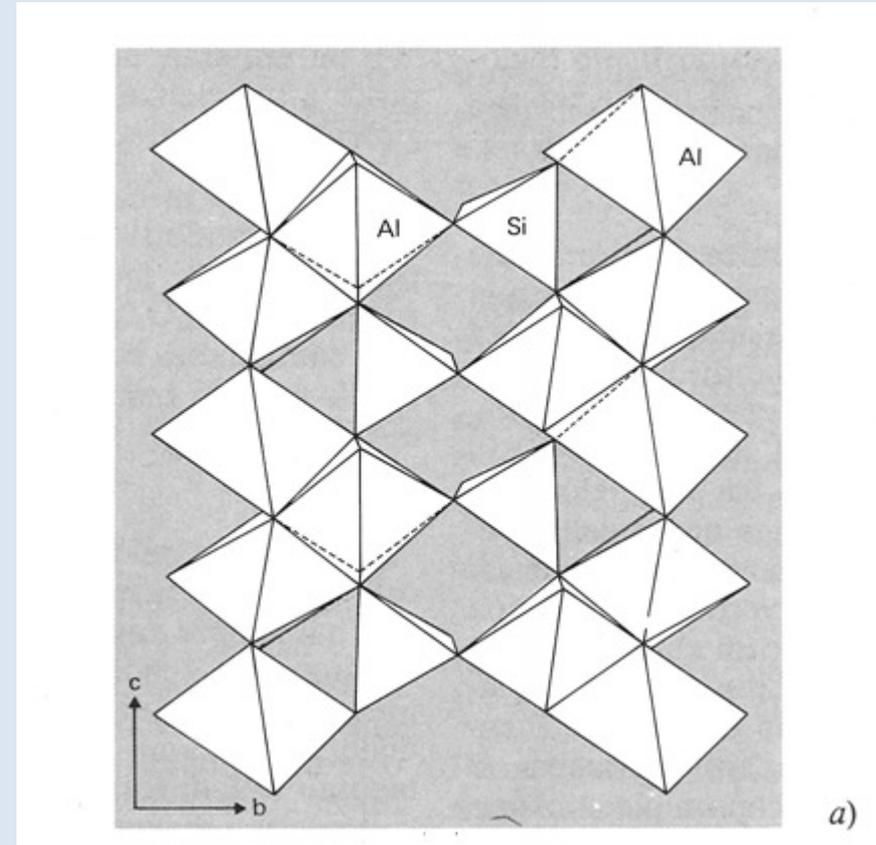
Silicati anidri di Al: Al_2SiO_5

CIANITE

Triclina Pinacoidale con ottima sfaldatura, durezza variabile (5.5-7).

Di colore azzurro con pleocroismo in sezione sottile dall'incolore al blu.

Metamorfismo regionale di medie temperature e alte pressioni su rocce pelitiche.



NESOSILICATI

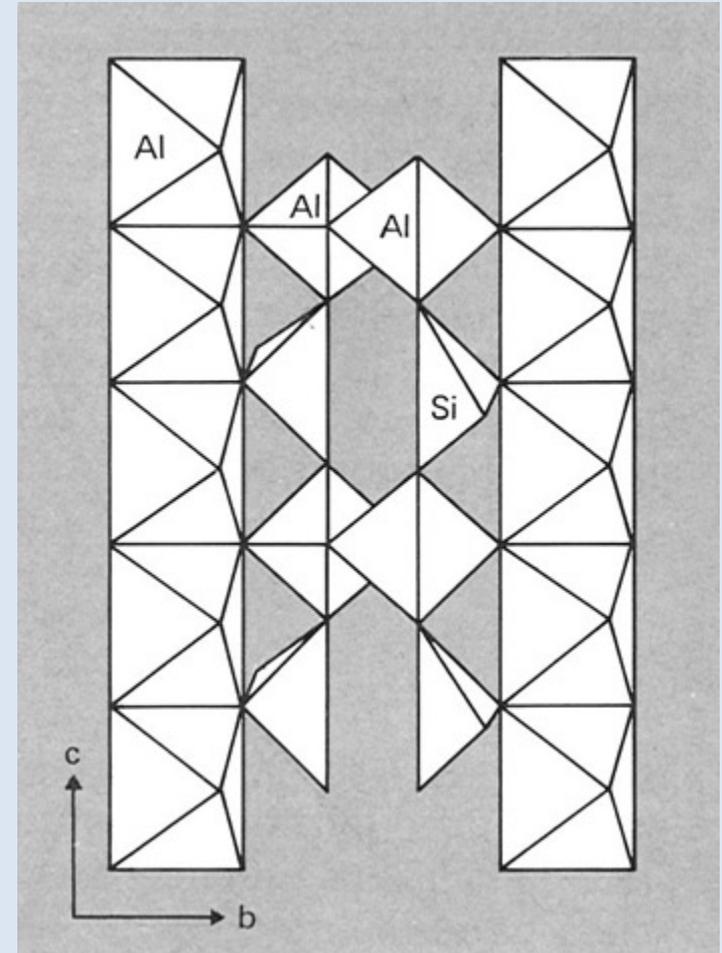
Silicati anidri di Al: Al_2SiO_5

ANDALUSITE

Rombica bipyramidale con buona sfaldatura e durezza costante (≈ 7).

Colore dal bianco al rosato con pleocroismo in sezione sottile. Varietà con inclusioni carboniose: chiastolite.

Metamorfismo spesso di contatto su rocce pelitiche-argillose.



NESOSILICATI

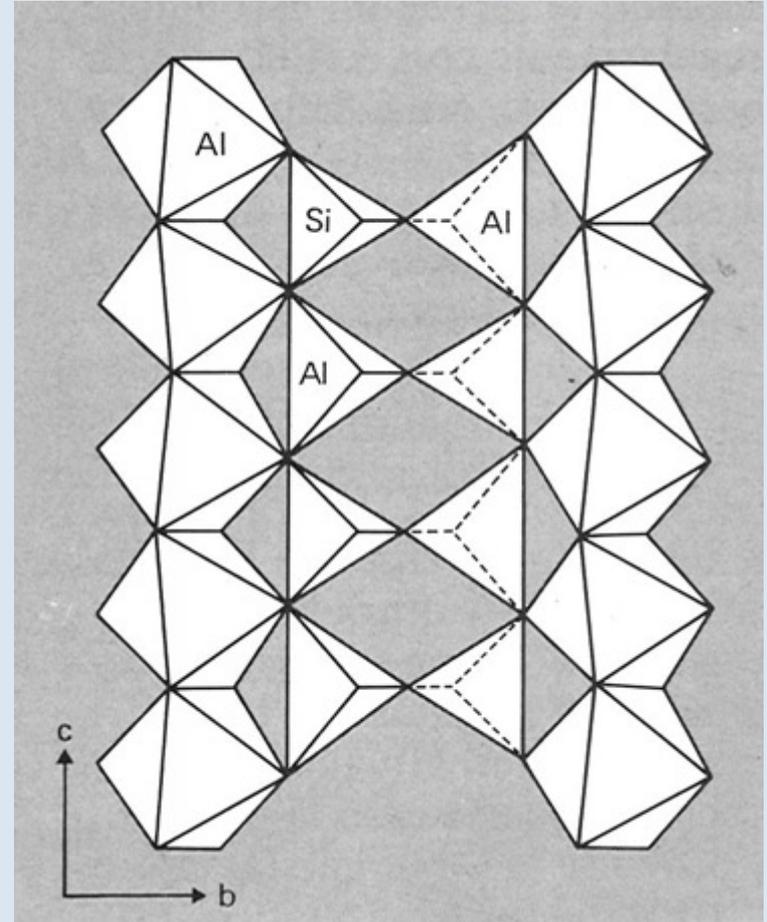
Silicati anidri di Al: Al_2SiO_5

SILLIMANITE

Rombica bipiramidale, buona sfaldatura, durezza elevata (≈ 7).

Colore dal bianco all'incolore al giallo. Può essere considerata un inosilicato.

Metamorfismo termico e regionale di alto grado su rocce pelitiche.



NESOSILICATI

Silicati anidri di Al: Al_2SiO_5

