



# NESOSILICATOS-1 OLIVINO

M. Rodas

FORSTERITA 48mm Pakistán

Tomado de :[www.usuarios.lycos.es](http://www.usuarios.lycos.es)



# NESOSILICATOS

- GRUPO DEL OLIVINO
- GRUPO DE LOS GRANATES
- GRUPO DE LOS NESOSILICATOS ALUMINICOS:  
Andalucita, Sillimanita, Distena o cianita
- ZIRCON
- TIANITA O ESFENA
- TOPACIO
- ESTAUROLITA
- CLORITOIDE



**Características generales todo el grupo**

**Estructura basada en grupos discretos**

**$(\text{SiO}_4)^{4-}$ , unidos por medio de cationes**

**intersticiales (Mg, Fe, Ca, Al) con un**

**enlace iónico.**

**Son estructuras muy densas.**



**FORSTERITA 48mm Pakistán**

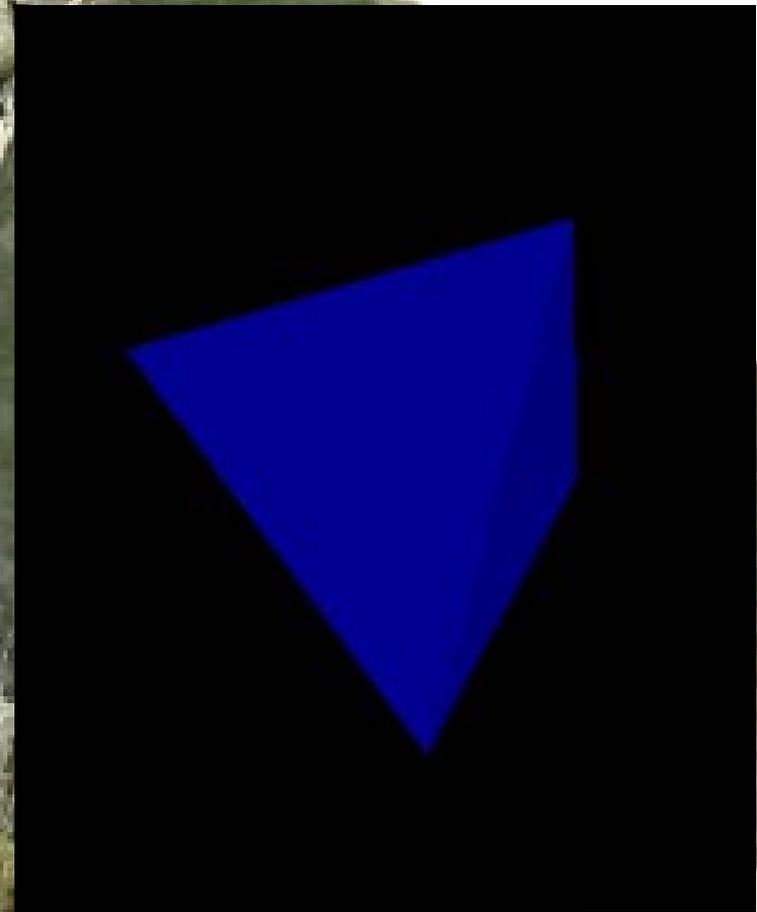
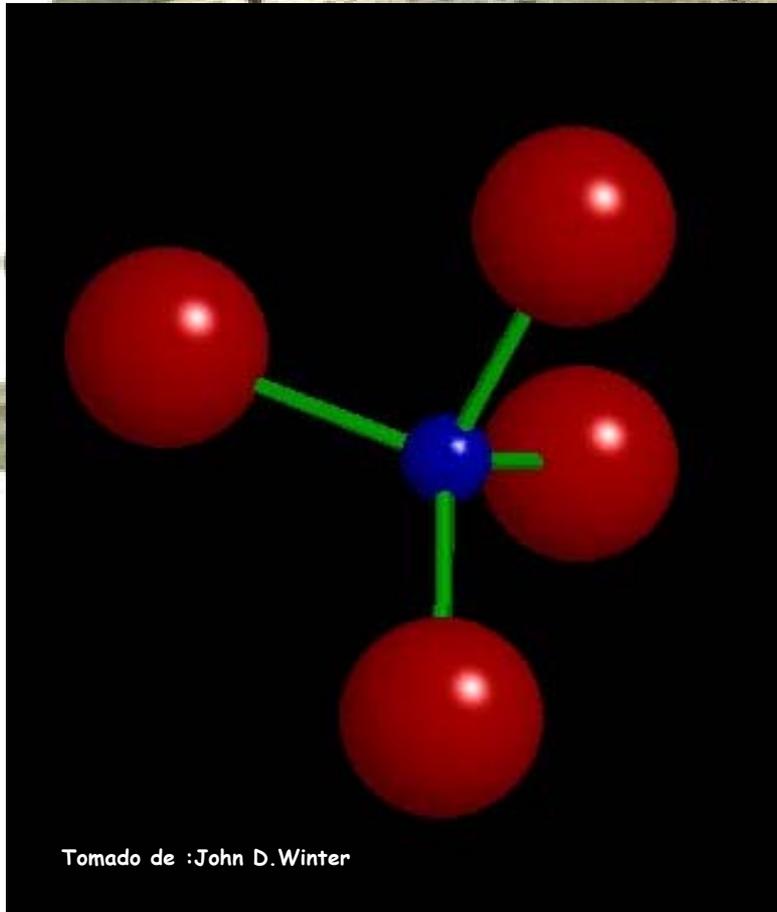
- **Propiedades:**
- \* Valores altos de **densidad** → alta densidad catiónica. No tienen grupos (OH) ni moléculas de agua.
- \* Alto **índice de refracción** → debido al elevado índice de empaquetamiento estructural e los oxígenos.
- \* Baja **birrefringencia y pleocroísmo** → Son estructuras sin direcciones preferentes de anisotropía.
- \* **Hábitos** cristalinos equidimensionales → Estructuras en radicales isla.
- \* Carecen en general de **exfoliación**.
- \* **Color** son coloreados debido a la presencia de metales de transición.

# OLIVINO

- - Los minerales del grupo cristalizan en el sistema **rómbico**.
- - Estructura basada en la presencia de grupos  $(\text{SiO}_4)^{4-}$  unidos por cationes divalentes (Mg, Fe, Ca) en coordinación octaédrica.
- - Ausencia de cationes trivalentes.

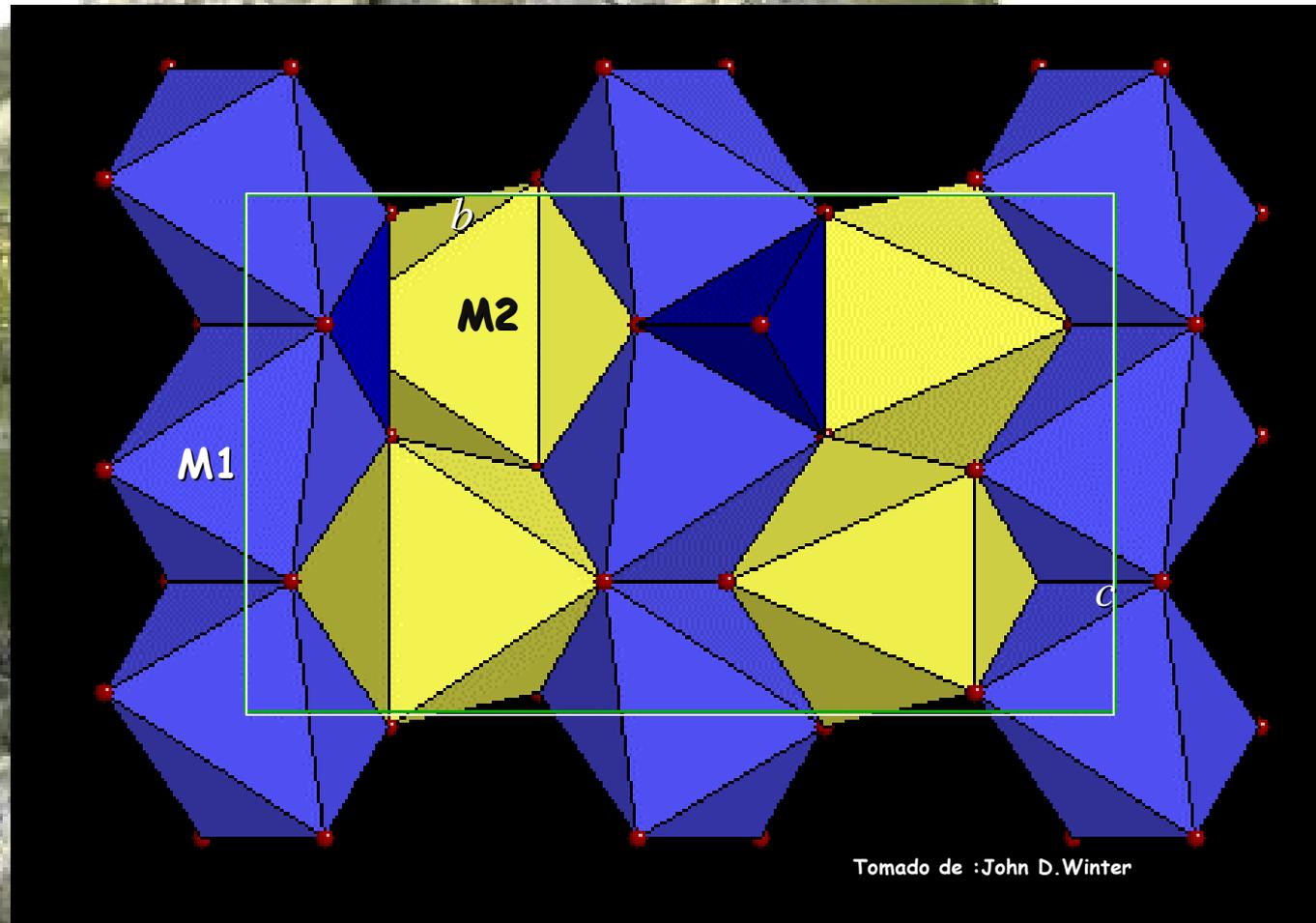
FORSTERITA 48mm Pakistán

# Estructura basada en la presencia de grupos $(\text{SiO}_4)^{4-}$



FORSTERITA 48mm Pakistán

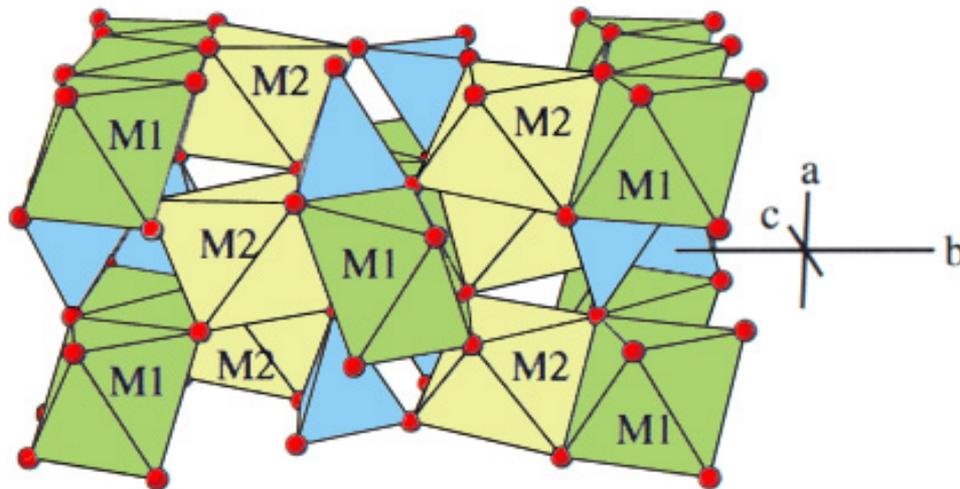
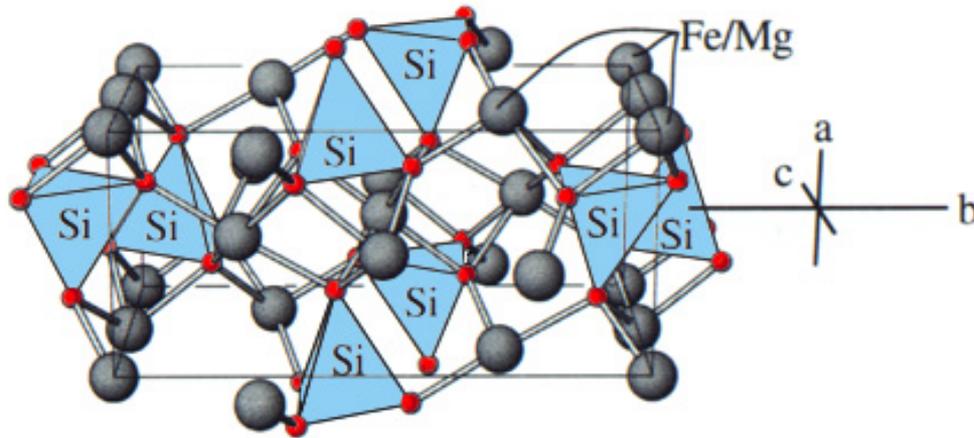
# Nesosilicatos: $\text{SiO}_4$ tetraedros aislados



Olivino según (100) azul = M1 amarillo = M2

FORSTERITA 48mm Pakistán

# NESOSILICATOS: Olivino



Grupo aniónico:  
 $(\text{SiO}_4)^{4-}$

Empaquetado hexagonal compacto de oxígenos, los **tetraédros** están rellenos por Si y los **octaédros** por cationes divalentes.

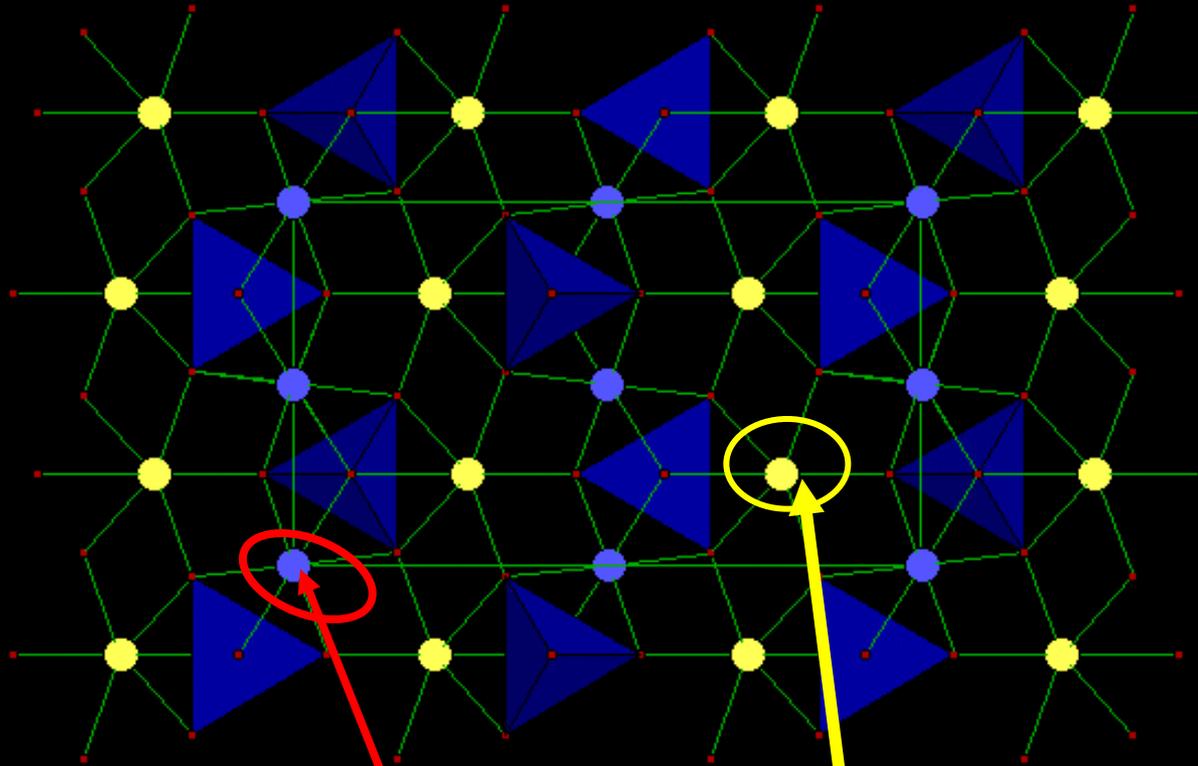
Existen dos tipos de huecos octaédricos:

**M1 y M2**

$M2 > M1$ ,

→ (Ca) tendencia a ordenarse, en el hueco M2.

# SiO<sub>4</sub> tetraedros independientes

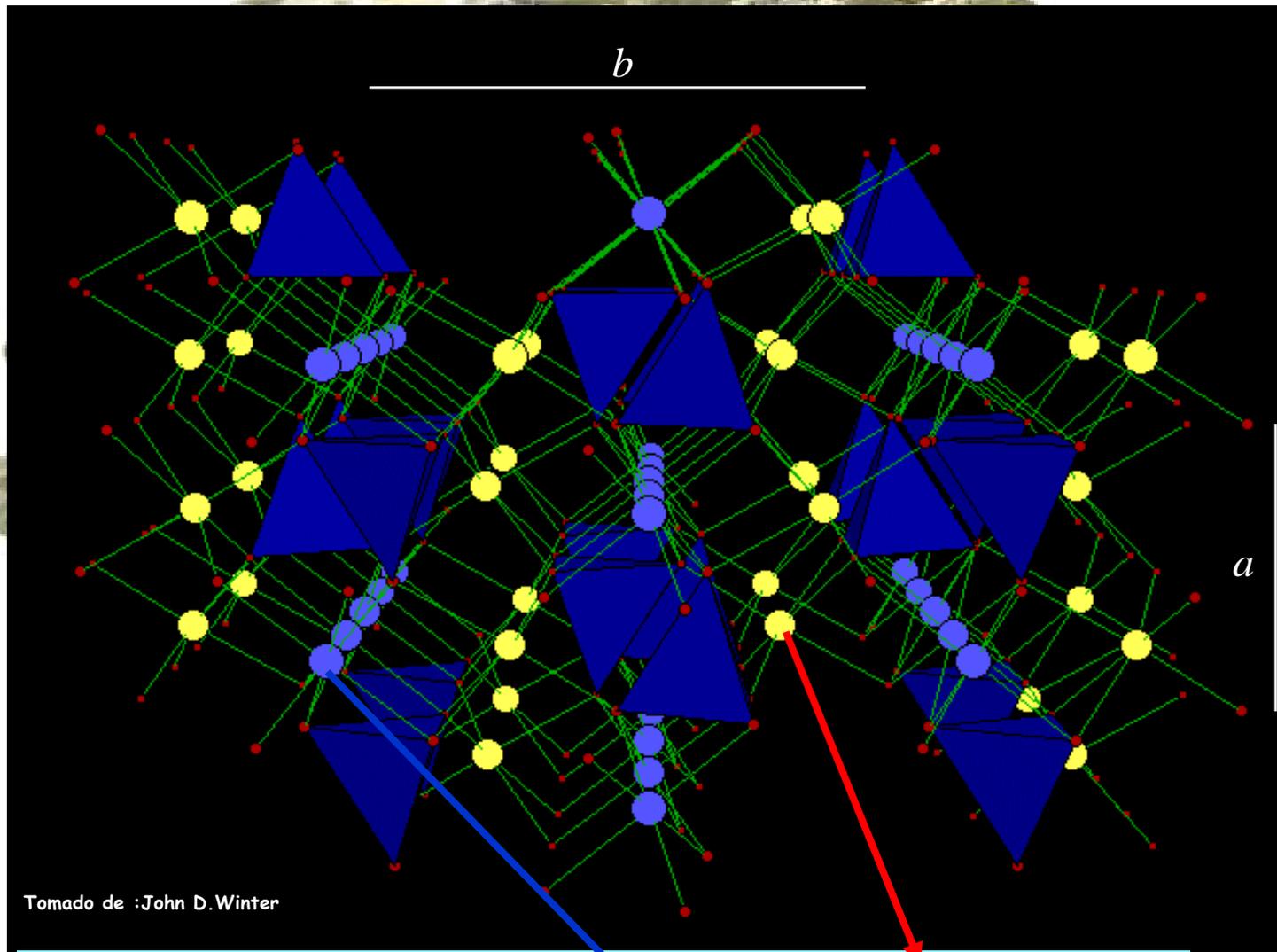


Tomado de :John D.Winter

Olivino (100) azul = M1 amarillo = M2

FORSTERITA 48mm Pakistán

# Nesosilicatos: OLIVINO



Tomado de :John D. Winter

Olivino (001) vista azul = M1 amarillo = M2

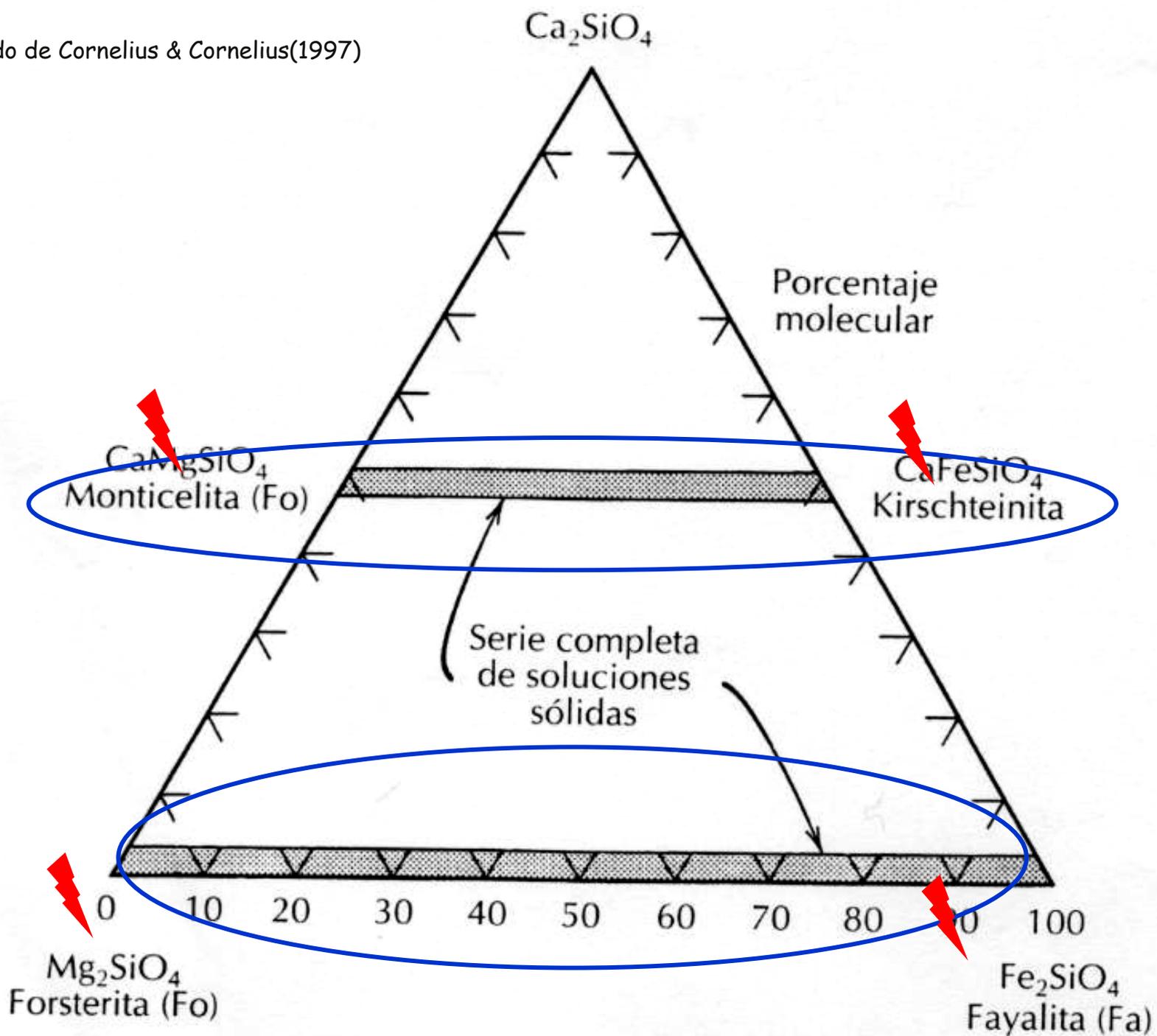
FORSTERITA 48mm Pakistán

# COMPOSICIÓN

La mayoría de los olivinos naturales pueden representarse composicionalmente en un paralelogramo, en la que los términos extremos serían la forsterita, la fayalita, la monticellita y la kirschsteinita.



FORSTERITA 48mm Pakistán



- Pueden distinguirse dos series:
- 1- Forsterita-fayalita y
- 2- Monticellita-kirschteinita.
- Dentro de cada serie existe solución sólida completa, hay reemplazamiento del  $\text{Mg} \leftrightarrow \text{Fe}$  en cualquier proporción.
- Entre los miembros de las dos series no existe solución sólida.

La separación en dos series se debe a :

- Diferencias entre el radio iónico del Ca (0,99) y el del Mg(0,66) y del Fe ( 0,74).

- La diferencia de radios no es tolerada por la estructura a bajas T, la sustitución del Ca por Mg, o por el Fe provocaría distorsiones en los tetraedros.

-La estructura por tanto no sería estable.

- No puede haber solución sólida entre ambas series

•La solución sólida entre forsterita y fayalita es casi ideal, sin ordenamiento de los cationes.

\*A bajas T la distribución del Fe y del Mg no es totalmente al azar. Fe → M2

\*Pueden existir zonaciones



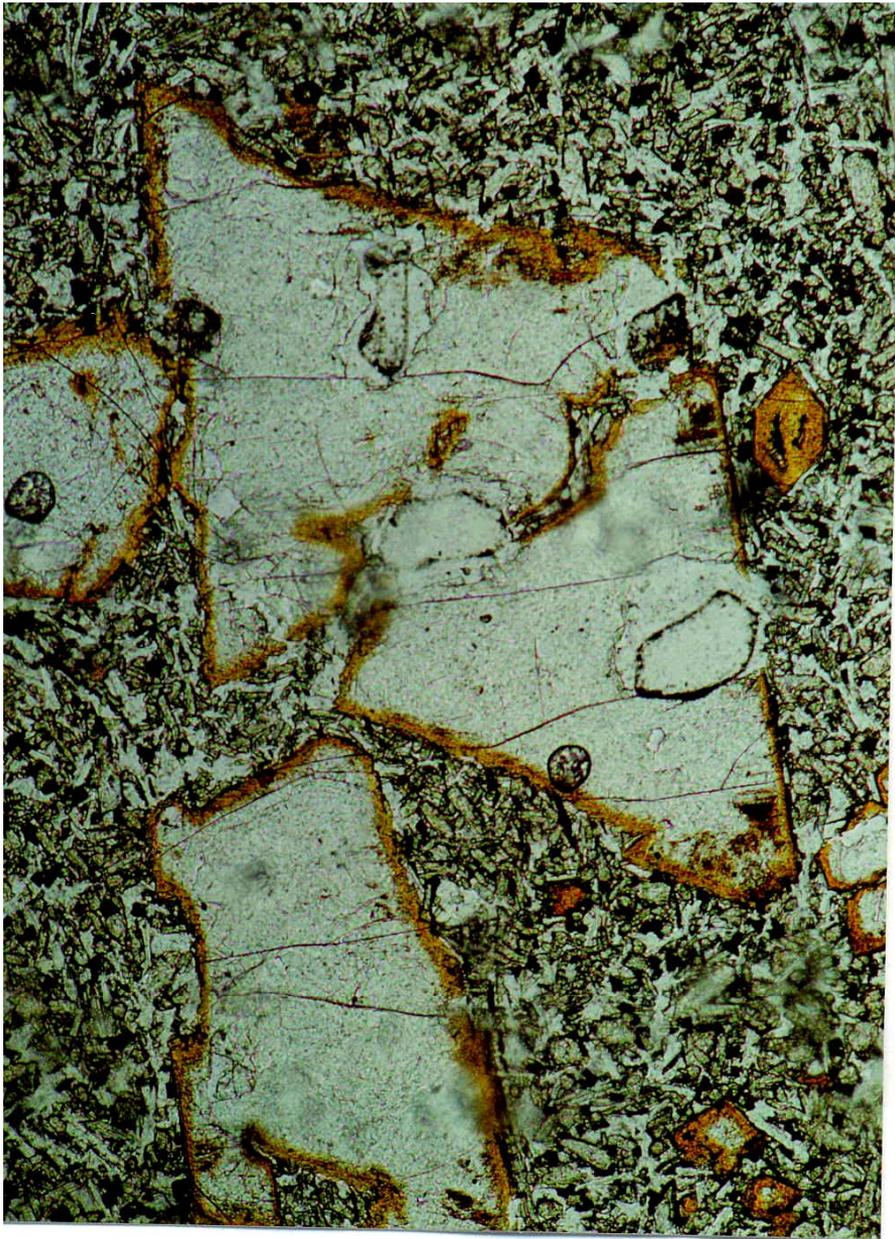
**Color:** Los ricos en Mg → incoloros. Con Cr y Ni → débilmente coloreados.

Los ricos en Fe → verdes o pardos.

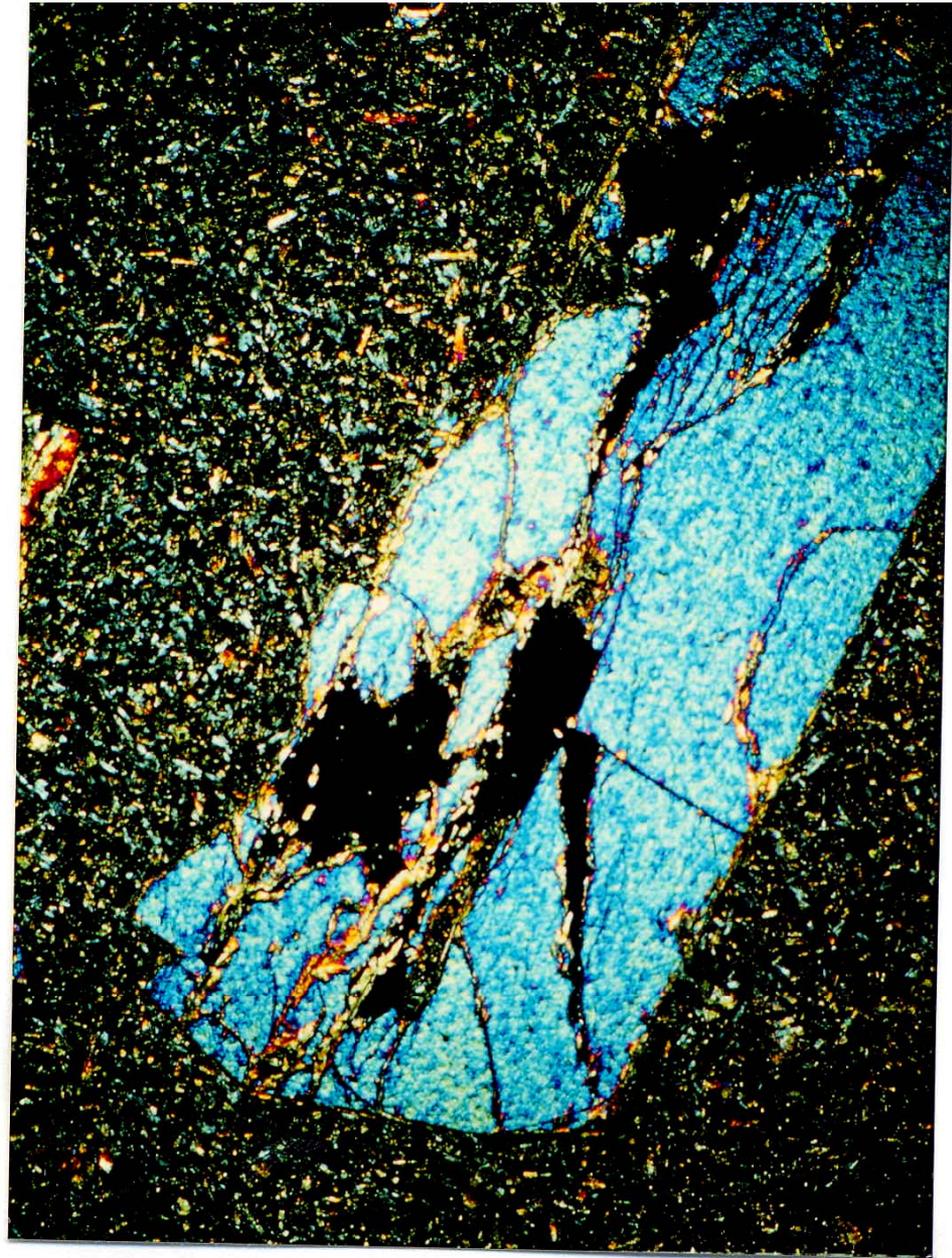
**Densidad:** Aumenta a medida que aumenta el contenido en Fe.

**Hábito:** Tabular, acicular o dendrítico. Depende de la tasa de enfriamiento durante el crecimiento.

**Índice de refracción y 2V:** Aumentan con el contenido en Fe.



OLIVINO (BASALTO), N //

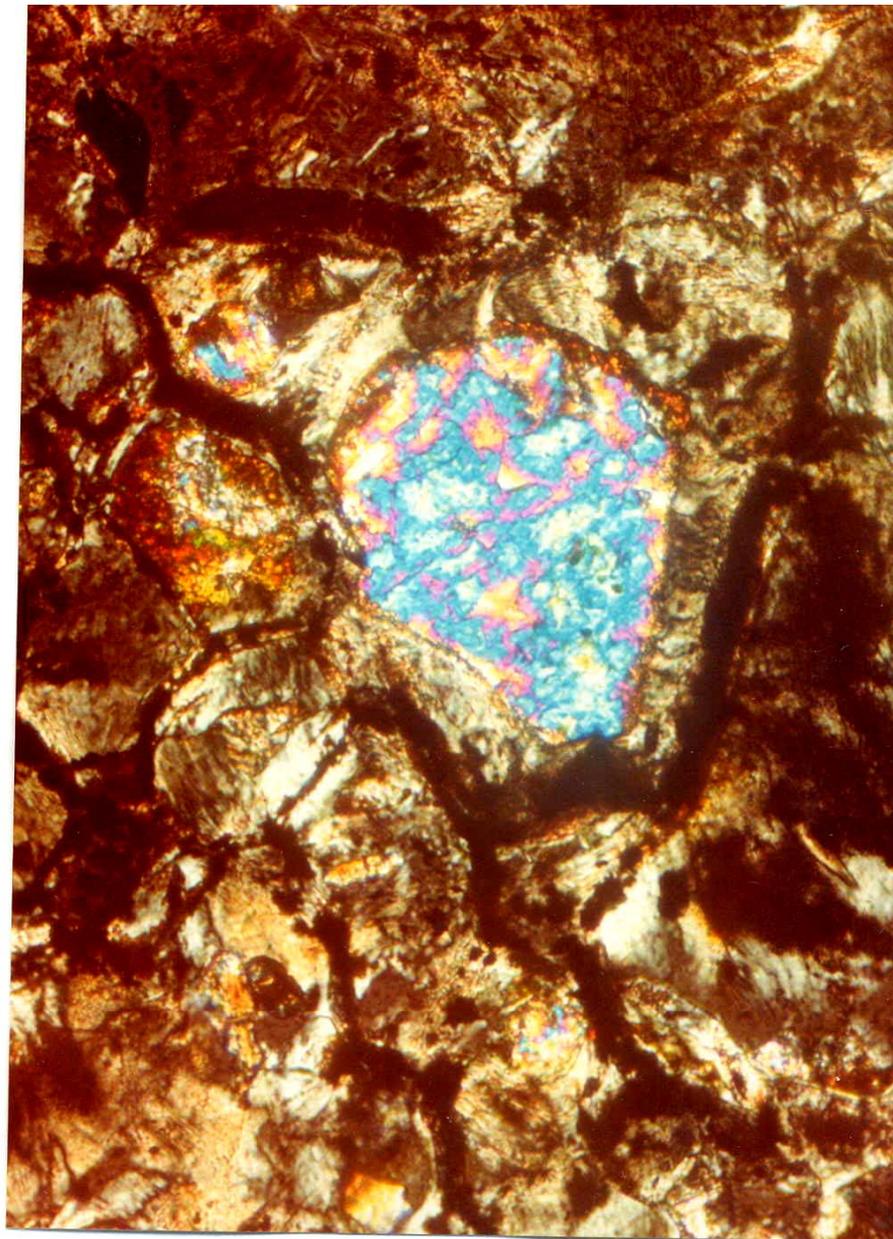


OLIVINO (BASALTO), N X

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO



OLIVINO (DUNITA), N X



OLIVINO SERPENTINIZADO, N X

FURST ERITA 40mm Pakistan

# Condiciones de estabilidad

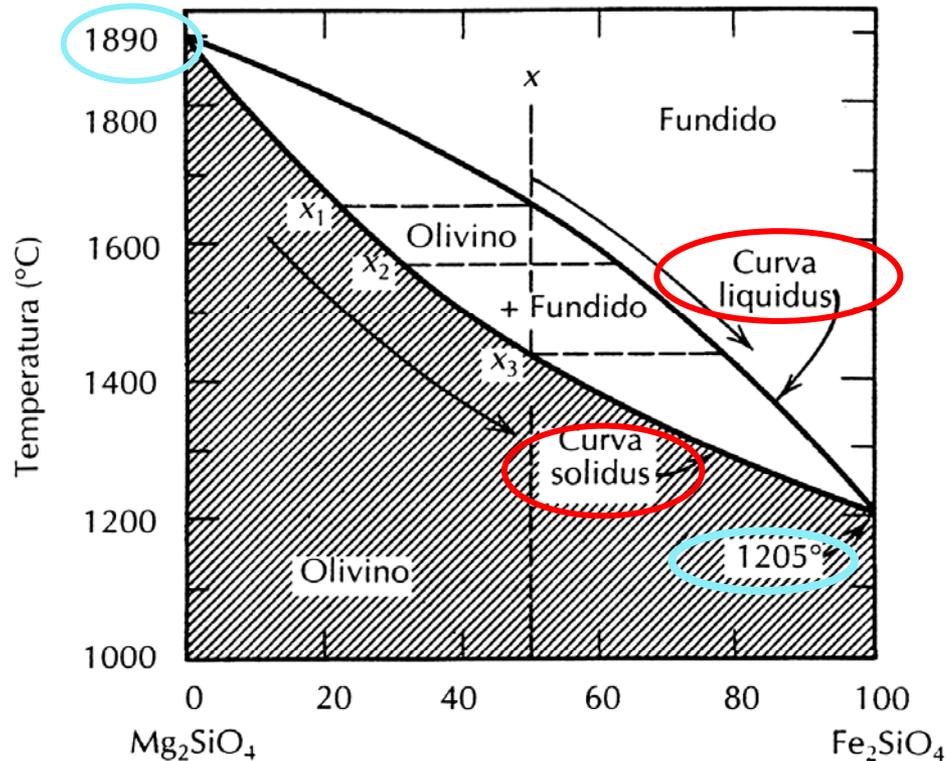


FIGURA 13.9 Diagrama temperatura-composición para el sistema  $Mg_2SiO_4$ - $Fe_2SiO_4$  a la presión atmosférica (véase también Fig. 9.5 y discusión relacionada). Tomado de Cornelius & Cornelius(1997)

→ La curva **LIQUIDUS** es la línea por encima de la cual el sistema está constituido exclusivamente por un fundido, y por debajo existe un sólido con o sin un líquido en equilibrio.

→ La curva **SOLIDUS** representa las condiciones T-X (composición química) por debajo de las cuales el sistema está completamente sólido; por encima de esta línea (o superficie) hay un líquido (con o sin sólido) en equilibrio. Representa, por tanto, la composición de las fases cristalinas en equilibrio con el fundido.

La composición del fundido se mueve según la flecha sobre la curva **LIQUIDUS**, mientras que la composición de los cristales formados varía en la dirección de la flecha en la curva **SOLIDUS**.

- El reemplazamiento de iones mas pequeños (Mg) por otros más grandes (Fe) → ↓ Punto de fusión de fusión . El enlace catión -oxigeno se debilita para cationes mayores con identica carga.
  - » Fa PF= 1205°C
  - » Fo PF= 1890°C
- Mg → Fe → Aumento en los parametros de celdilla
- Los primeros cristales que se separan son más ricos en Mg  $X_1, X_2, \dots$  Al final los más ricos en Fe
- Como consecuencia el liquido va enriqueciéndose en Fe.
- Olivino es incompatible con la presencia de sílice libre → reaccionaria con ella para dar Piroxenos

FORSTERITA 48mm Pakistán

# TRANSFORMACIÓN OLIVINO ESPINELA

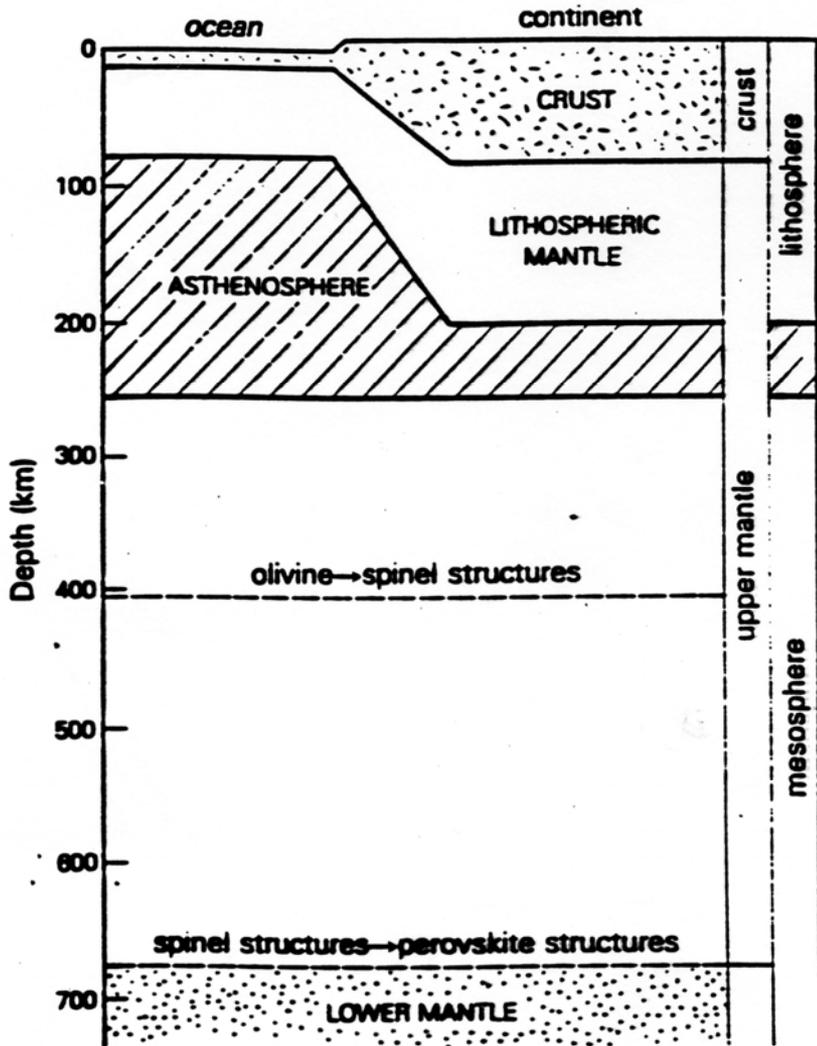


Figure 3.3 The major regions of the upper 700 km of the Earth.

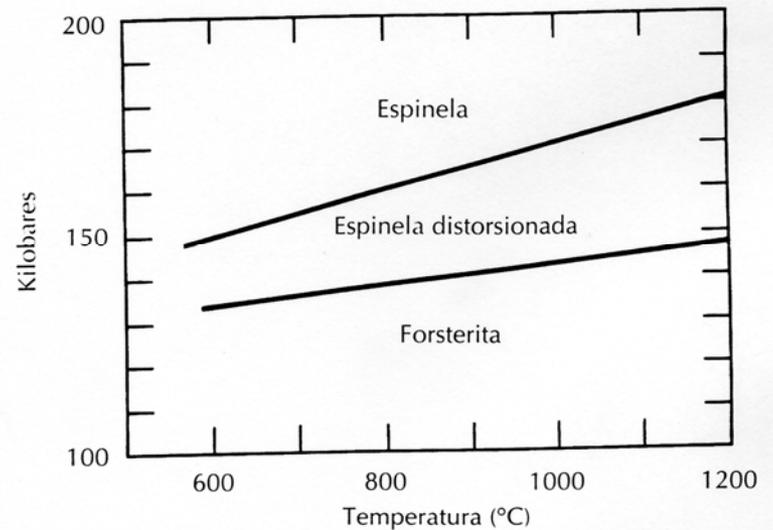


FIGURA 13.13 Campos de estabilidad de diversos polimorfos de  $Mg_2SiO_4$ : forsterita, espinela distorsionada y espinela. (De Suito, K., 1972. Phase transformations of pure  $Mg_2SiO_4$  into a spinel structure under high pressures and temperatures. *Journal of Physics of the Earth*, vol. 20, págs. 225–243.)

Formación de fases más densas (aumento de la P)

Estructuras más compactas



Variaciones de velocidad en las ondas sísmicas

Variación de la densidad en profundidad (-10%)

400 km-----130kb----1500°C



Aumento de la densidad → Disminución del volumen

TRANSFORMACIONES DE FASE

GENERACIÓN DE TERREMOTOS DE FOCO PROFUNDO???

Mecanismo impulsor de hundimiento de placas litosfericas

Olivino



Espinela

Empaquetado hexagonal compacto → Empaquetado cúbico compacto  
Si NC= 4 , Mg y Fe NC=6                      Oxigeno y cationes = coordinacion

# EMPAQUETADOS DENSOS

*EMPAQUETADO CUBICO COMPACTO*

*EMPAQUETADO HEXAGONAL COMPACTO*

## CARACTERISTICAS

*El relleno del espacio en ambos es identico (75%)*

**En ambos el numero de coordinacion es 12 aunque el poliedro de coordinaci3n es diferente**

**Ambos empaquetados poseen una caracteristica muy especial: generan huecos entre las posiciones at3micas con un numero de coordinaci3n determinado.**

**Consideremos un empaquetado representado por una estructura cubica de caras centradas**



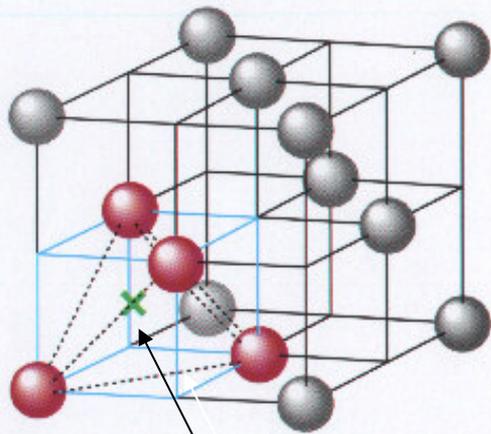
**Tres tipos de posiciones**

4 posiciones octa3dricas

8 posiciones tetra3dricas

24 posiciones triangulares

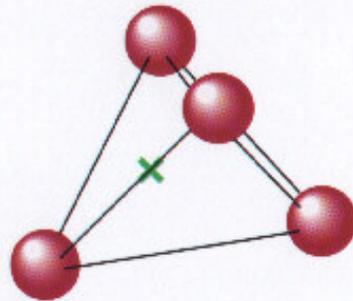
# POSICIÓN DE LOS HUECOS OCTAÉDRICOS Y TETRAÉDRICOS EN EL EMPAQUETADO DENSO CÚBICO



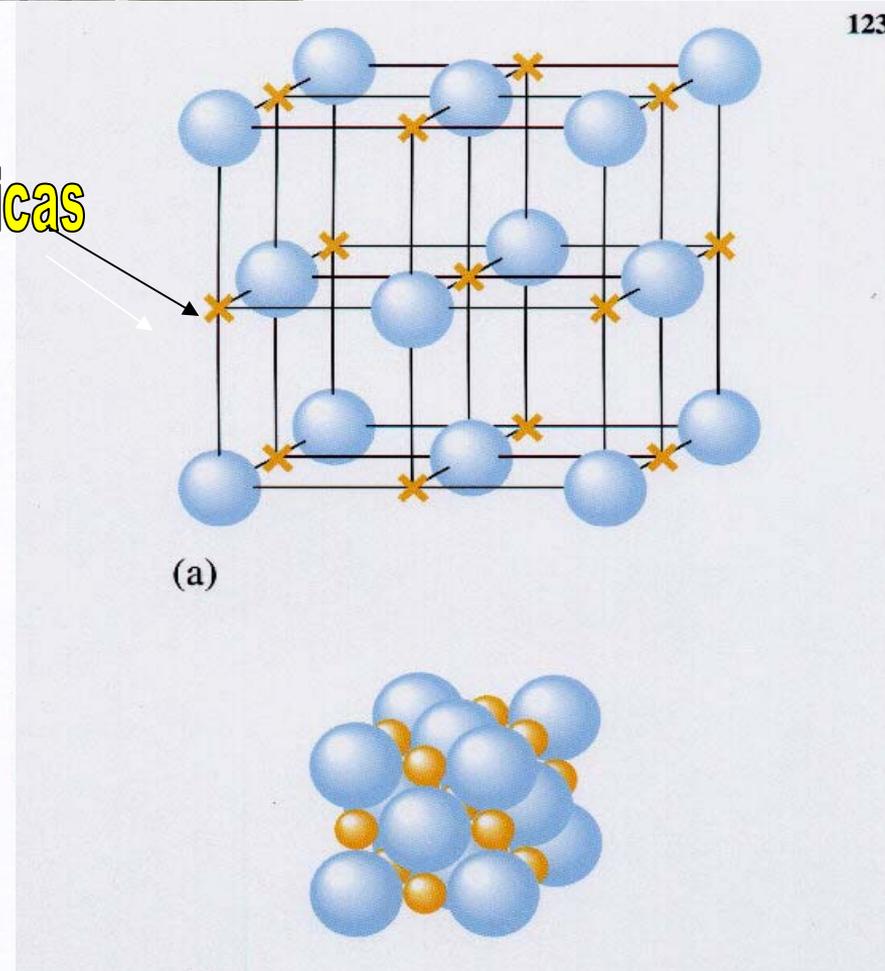
(a)

Posición tetraédrica

Posiciones octaédricas



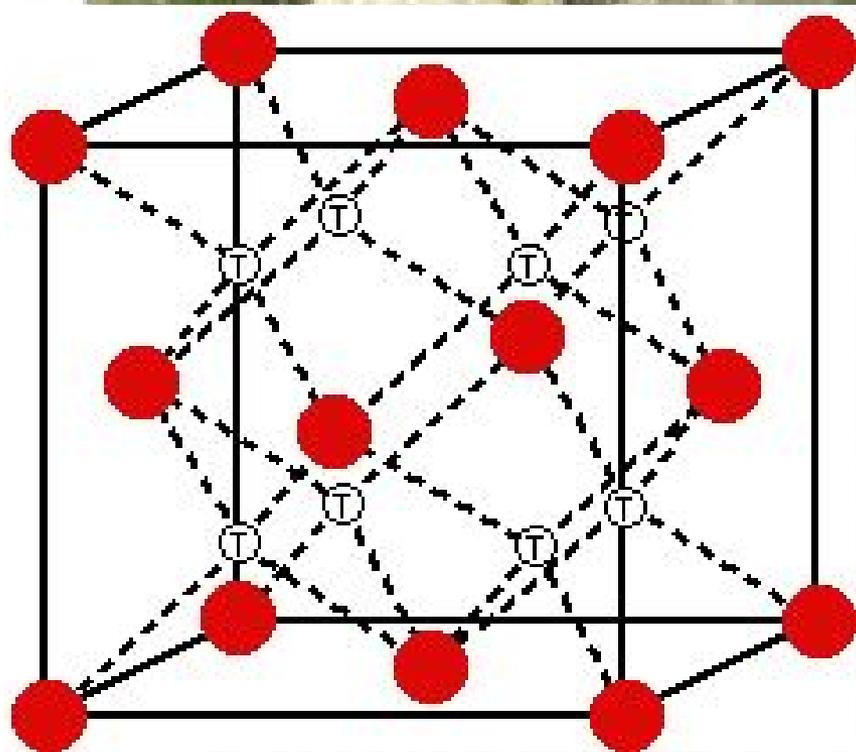
(b)



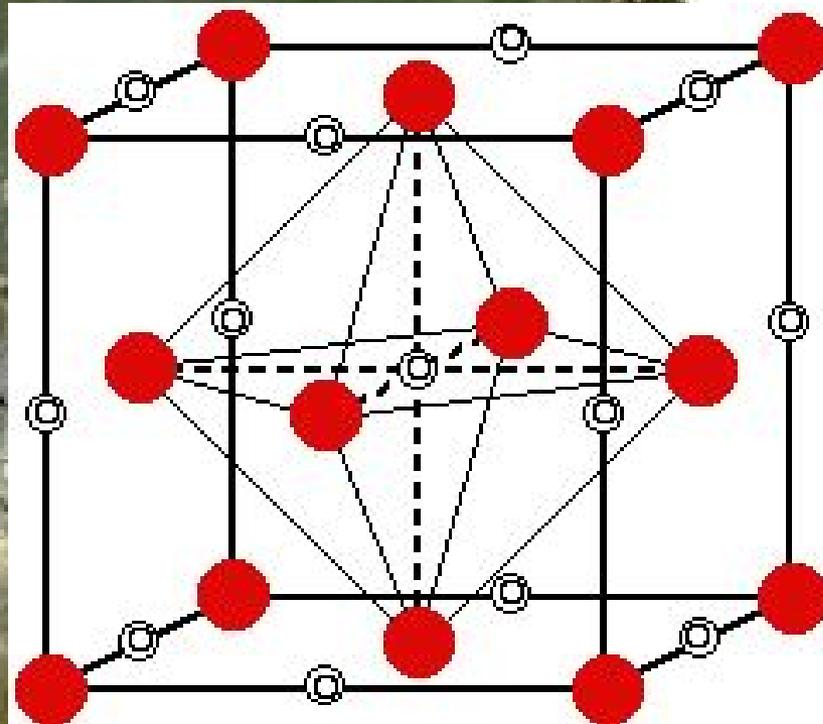
(a)

# POSICIÓN DE LOS HUECOS OCTAÉDRICOS Y TETRAÉDRICOS EN EL EMPAQUETADO CUBICO COMPACTO

Posición tetraédrica



Posiciones octaédricas



FORSTERITA 48mm Pakistán



## OLIVINO → ESPINELA

1. No implica cambio en el n° de coordinación de los cationes
2. Aumento de la densidad (aprox 10%) y por tanto una disminución del volumen
3. Cambio en la distribución de los cationes (rotura de enlace y reconstrucción nucleación y crecimiento)
4. Forman una estructura más rígida, más compacta
5. Son transformaciones como respuesta a cambios de P, pero son procesos activados térmicamente

# GÉNESIS



- 1.- Cristalización a partir de **magmas básicos y ultrabásicos**, mayoritario en dunitas y peridotitas, asociado a piroxenos, cromita, magnetita. También aparece como mineral principal en gabros, basaltos, kimberlitas, etc.
- 2.- En rocas **metamórficas**, ricas en Mg (dolomías silíceas), puede aparecer forsterita, bien como producto de metamorfismo térmico o bien como resultado de procesos metasomáticos (aporte de sílice).
- 3.- Los minerales de la serie monticellita-kirschsteinita se forman por metamorfismo progresivo de dolomías silíceas o como resultado del metasomatismo en zonas de contacto entre gabros olivínicos y calizas.

FORSTERITA 48mm Pakistán

Regimen de temperatura

# SERIE DE CRISTALIZACIÓN DE BOWEN

Tipos de roca ígnea

**Alta temperatura**  
(comienzo de la cristalización)

**OLIVINO**

Rica en calcio (Ca)  
anortita

Ultramáfica  
(komatita/  
peridotita)

**PIROXENO**

*Serie de cristalización continua*

**ANFIBOL**

**PLAGIOCLASA**  
*Serie de cristalización discontinua*

Basáltica  
(basalto/  
gabro)

**BIOTITA**

Rica en sodio (Na)  
albita

Andesítica  
(andesita/  
diorita)

**Baja temperatura**  
(fin de la cristalización)

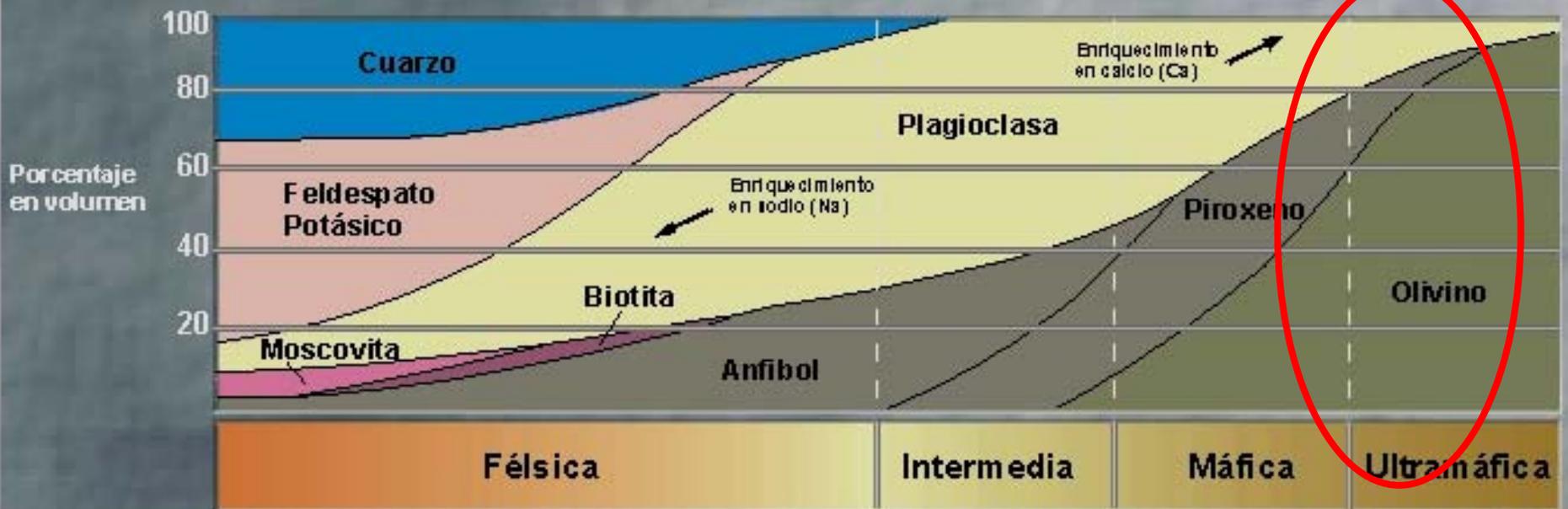
**FELDESPATO POTÁSICO** ortosa

**MOSCOMTA**

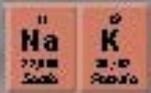
**CUARZO**

Granítica  
(riolita/  
granito)

Fanerítica	GRANITO	DIORITA	GABRO	PERIDOTITA
Afanítica	RIOLITA	ANDESITA	BASALTO	KOMATIITA



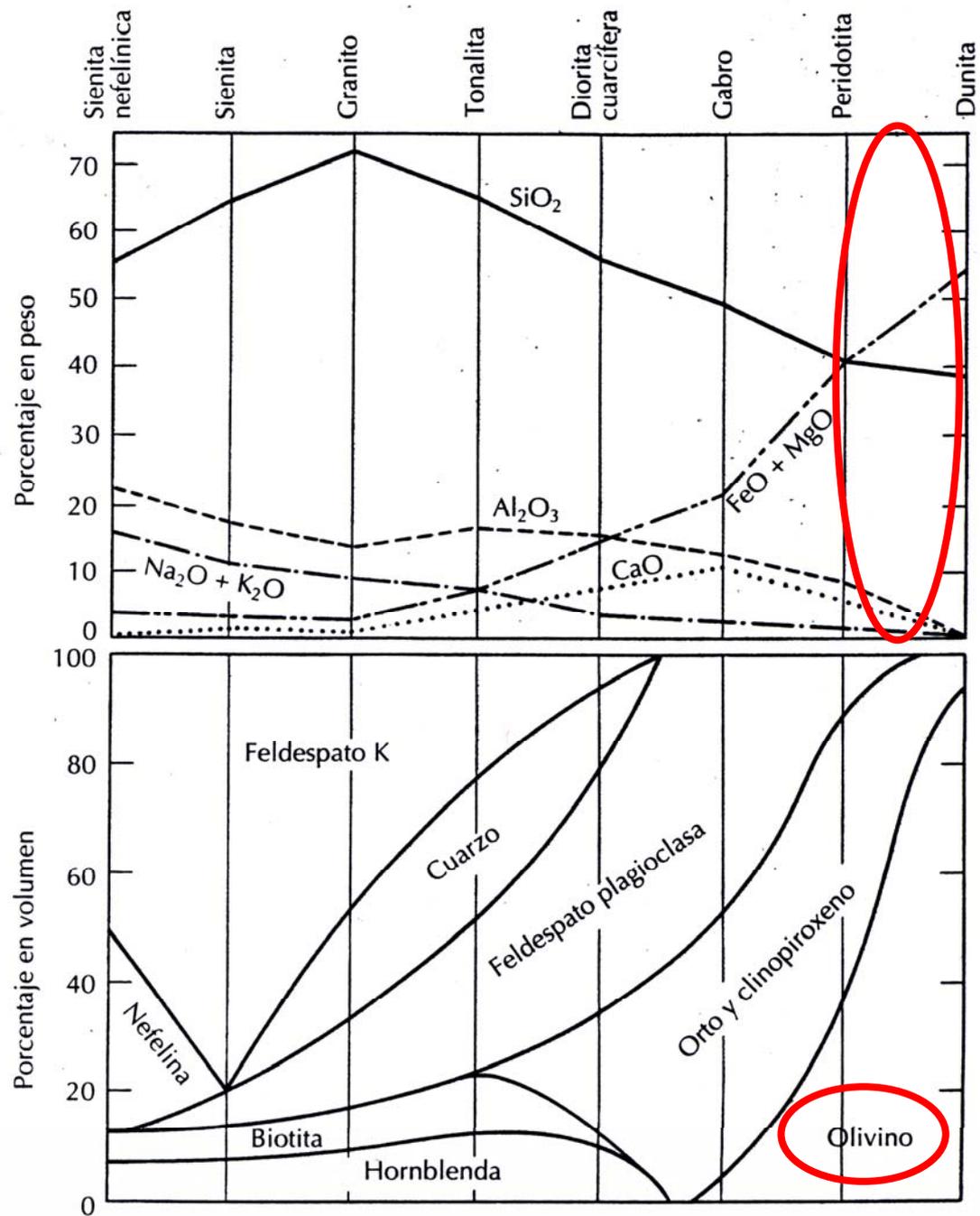
Incremento del contenido en silicio (Si)



Incremento del contenido en potasio (K) y sodio (Na)

Incremento del contenido en calcio (Ca), hierro (Fe) y magnesio (Mg)





Relación  
entre  
composición  
química y  
tipos de  
silicatos