

Geology 306  
University of Wisconsin-Madison

Beryl

Hanna Cook-Wallace  
Studio Jewelers Ltd.  
Madison, WI 53715  
608 257-2627

# CICLOSILICATOS: BERILO

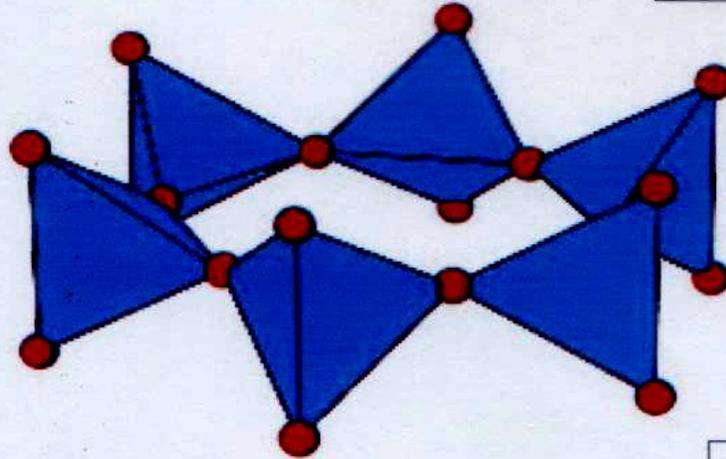
M. Rodas

# CICLOSILICATOS

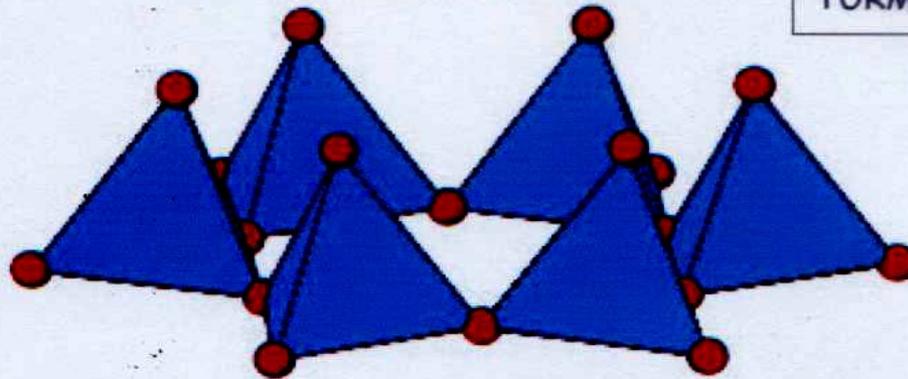
Son una subclase cuya característica común es la presencia de grupos discretos de 3, 4 ó 6 tetraedros ( $\text{SiO}_4$ ) que comparten dos oxígenos apicales y dan lugar a la formación de anillos.

- **Anillos de tres tetraedros:**
  - - Benitoíta  $\text{BaTiSi}_3\text{O}_9$
- **Anillos de cuatro tetraedros:**
  - Axinita H  $(\text{Ca,Fe,Mn,Mg})_3[\text{Al}_2\text{BSi}_4\text{O}_{16}]$
- **Anillos de seis tetraedros:**
  - Berilo  $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$
  - Grupo de la turmalina  
 $\text{XY}_3\text{Z}_6(\text{BO}_3)_3\text{Si}_6\text{O}_{18}(\text{OH})_3(\text{OH}, \text{F})$
  - Dioptasa  $\text{Cu}_6\text{Si}_6\text{O}_{18}$
  - Cordierita  $(\text{Mg,Fe})_2(\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}) n\text{H}_2\text{O}$

BERILO



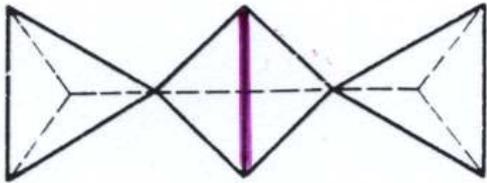
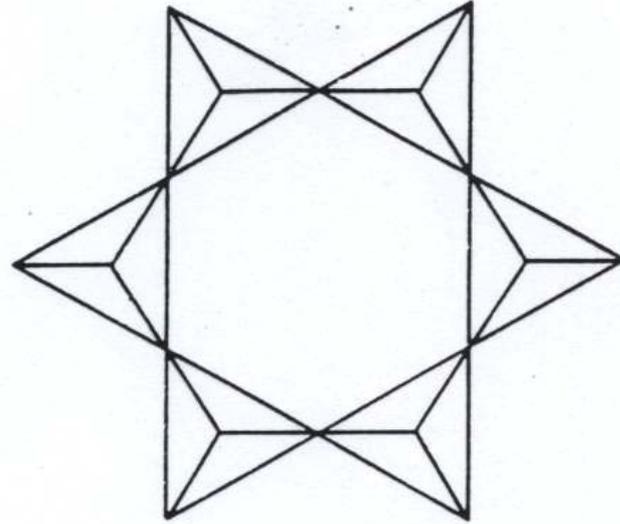
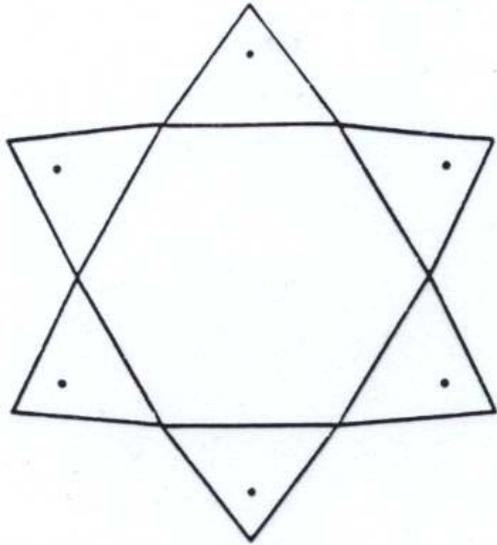
TURMALINA



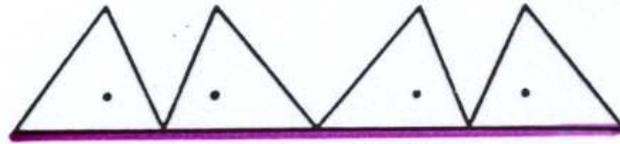
La disposición adoptada por los oxígenos libres puede variar con relación al plano de los anillos, determinándose así simetrías diferentes.

Berilo: anillos simétricos respecto a un plano.

Turmalinas: anillos polares



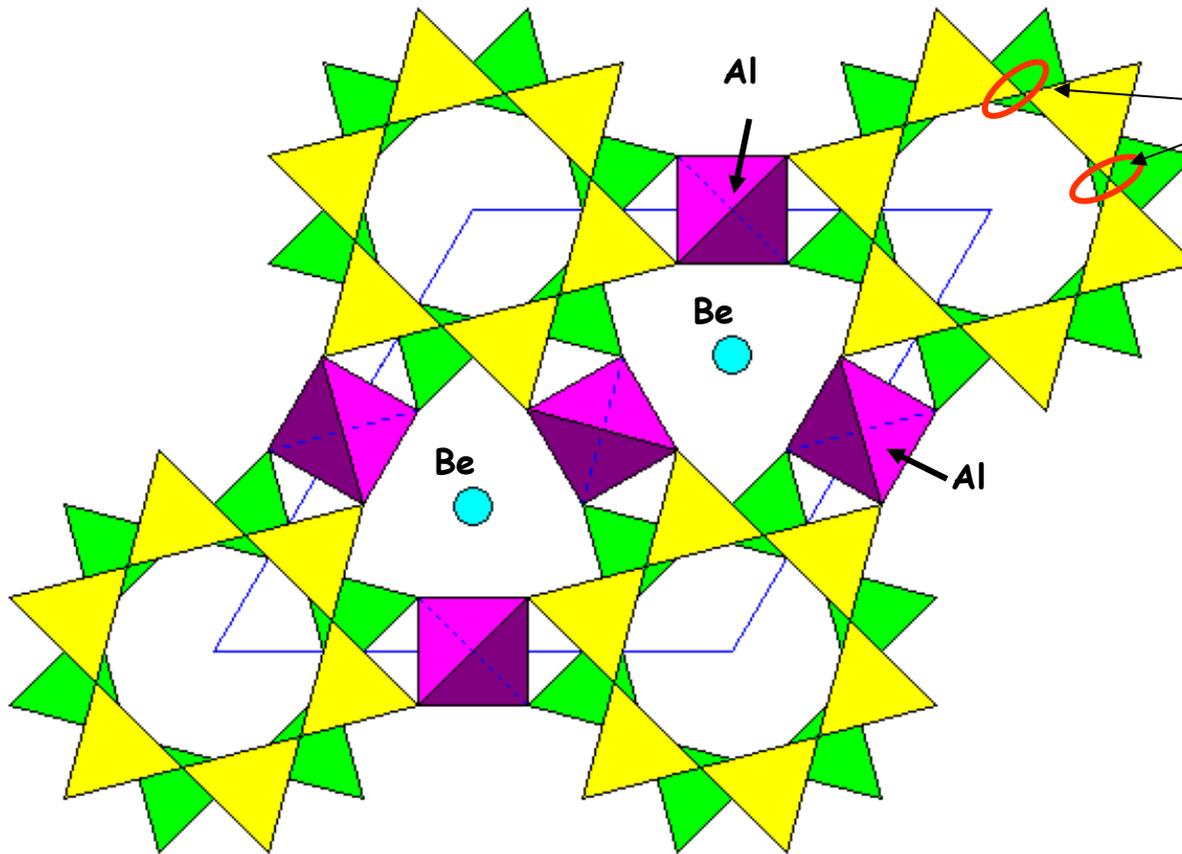
Berillo



Tormalina

## TIPOS DE ANILLOS

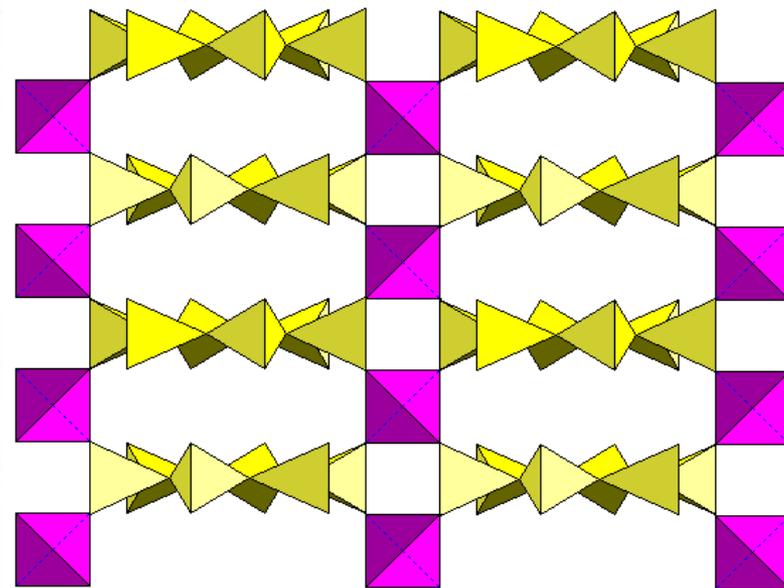
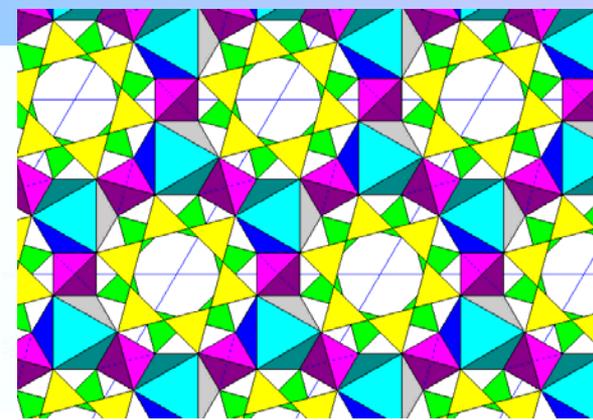
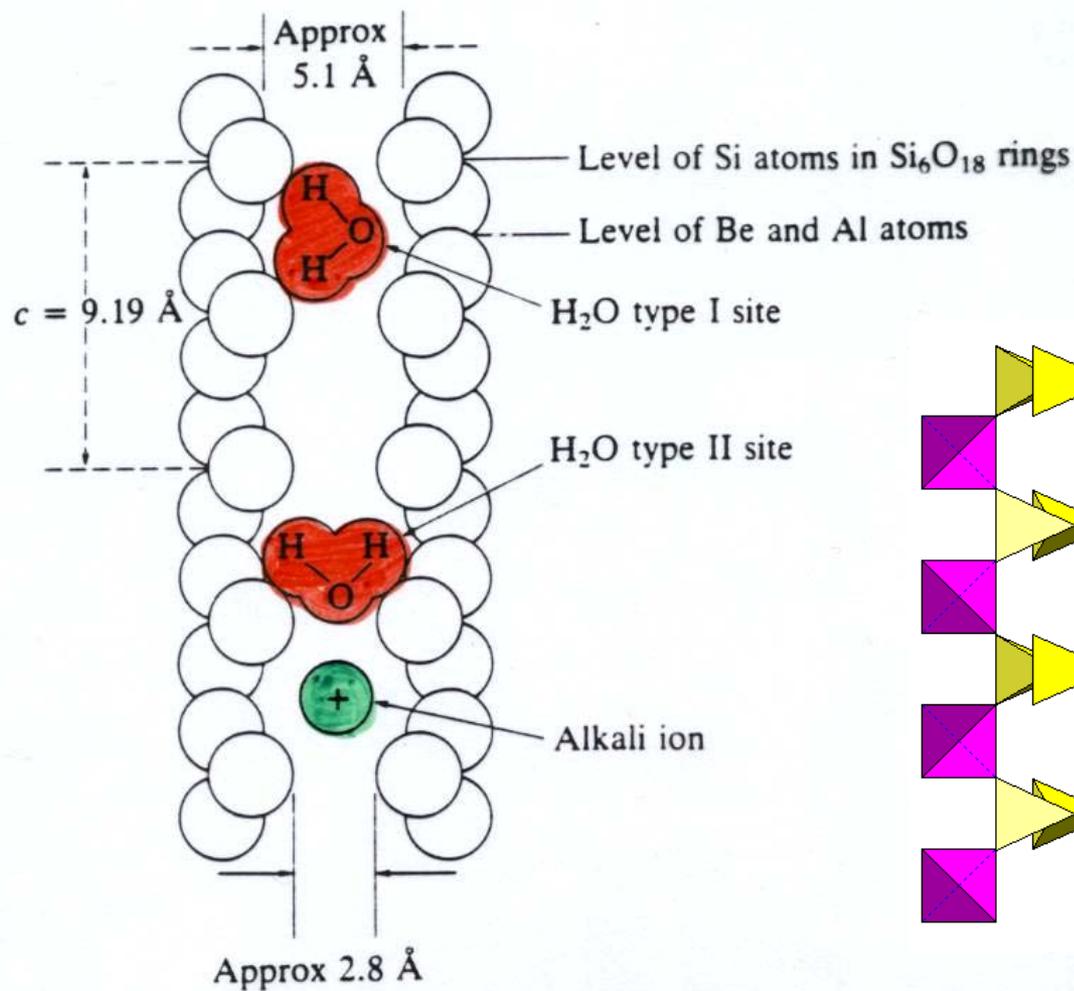
# BERILO $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$



En los anillos, dos de los átomos de oxígeno de cada grupo  $\text{SiO}_4$  está compartido por otros grupos  $\text{SiO}_4$  adyacentes.

Estos anillos forman columnas huecas.

Entre los anillos se sitúan los átomos de Al y Be, cada **Al coordinado a 6 oxígenos**, y **cada Be a 4 oxígenos**, formando un tetraedro distorsionado.

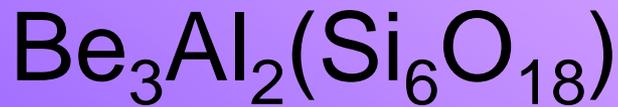


**Fig. 42** Partial cross-section of the channels in beryl showing two types of sites for molecular water; the  $z$  axis is vertical (after Wood, D. L. & Nassau, K., 1968, *Amer. Min.*, **53**, 777–800).

# PROPIEDADES DE LA TURMALINA

- Color variable según composición
- Pleocroismo, particularmente intenso en variedades ricas en Fe
- **PIROELÉCTRICA**: producción de cargas + y – en los extremos de un eje polar (clases sin centro de simetría) por variación de temperatura. El eje c de la turmalina (eje de orden 3) es un eje polar
- **PIEZOELÉCTRICA**: producción de cargas + y – en los extremos de un eje polar por variación de presión

# Berilo - Composición química



- Composición
- Mezclas
- Agua

Iones básicos		Canales (medidas aproximadas)	
<b>Be<sup>2+</sup></b>	<b>0.35</b>	<b>Nivel de los anillos</b>	<b>1.4 Å</b>
<b>Al<sup>3+</sup></b>	<b>0.51</b>		
<b>Si<sup>4+</sup></b>	<b>0.42</b>		
<b>O<sup>2-</sup></b>	<b>1.40</b>		
		<b>Entre los anillos</b>	<b>2.5 Å</b>

Iones transicionales				Iones alcalinos		Moléculas (medidas aproximadas)	
<b>Mn<sup>2+</sup></b>	<b>0.80</b>	<b>V<sup>5+</sup></b>	<b>0.59</b>	<b>Li<sup>+</sup></b>	<b>0.68</b>	<b>H<sub>2</sub>O</b>	<b>2.8 × 3.2 × 3.7 Å</b>
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	<b>0.74</b>	<b>V<sup>4+</sup></b>	<b>0.63</b>	<b>Na<sup>+</sup></b>	<b>0.94</b>		
<b>Fe<sup>3+</sup></b>	<b>0.64</b>	<b>V<sup>3+</sup></b>	<b>0.74</b>	<b>K<sup>+</sup></b>	<b>1.33</b>		
<b>Cr<sup>3+</sup></b>	<b>0.63</b>	<b>V<sup>2+</sup></b>	<b>0.95</b>	<b>Rb<sup>+</sup></b>	<b>1.48</b>		
				<b>Cs<sup>+</sup></b>	<b>1.67</b>		
						<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>2.8 × 2.8 × 5.0 Å</b>

# PROPIEDADES

- El principal factor que afecta las propiedades ópticas del berilo es **el contenido en metales alcalinos**.
- El aumento en el contenido en álcalis → aumento del I. refracción y un ligero aumento de la birrefringencia.
- También el contenido en Be influye en el índice de refracción  $\omega$  y en la densidad

# BERILOS

Hanna Cook-Wallace  
Studio Jewelers Ltd.  
Madison, WI 53715  
608 257-2627

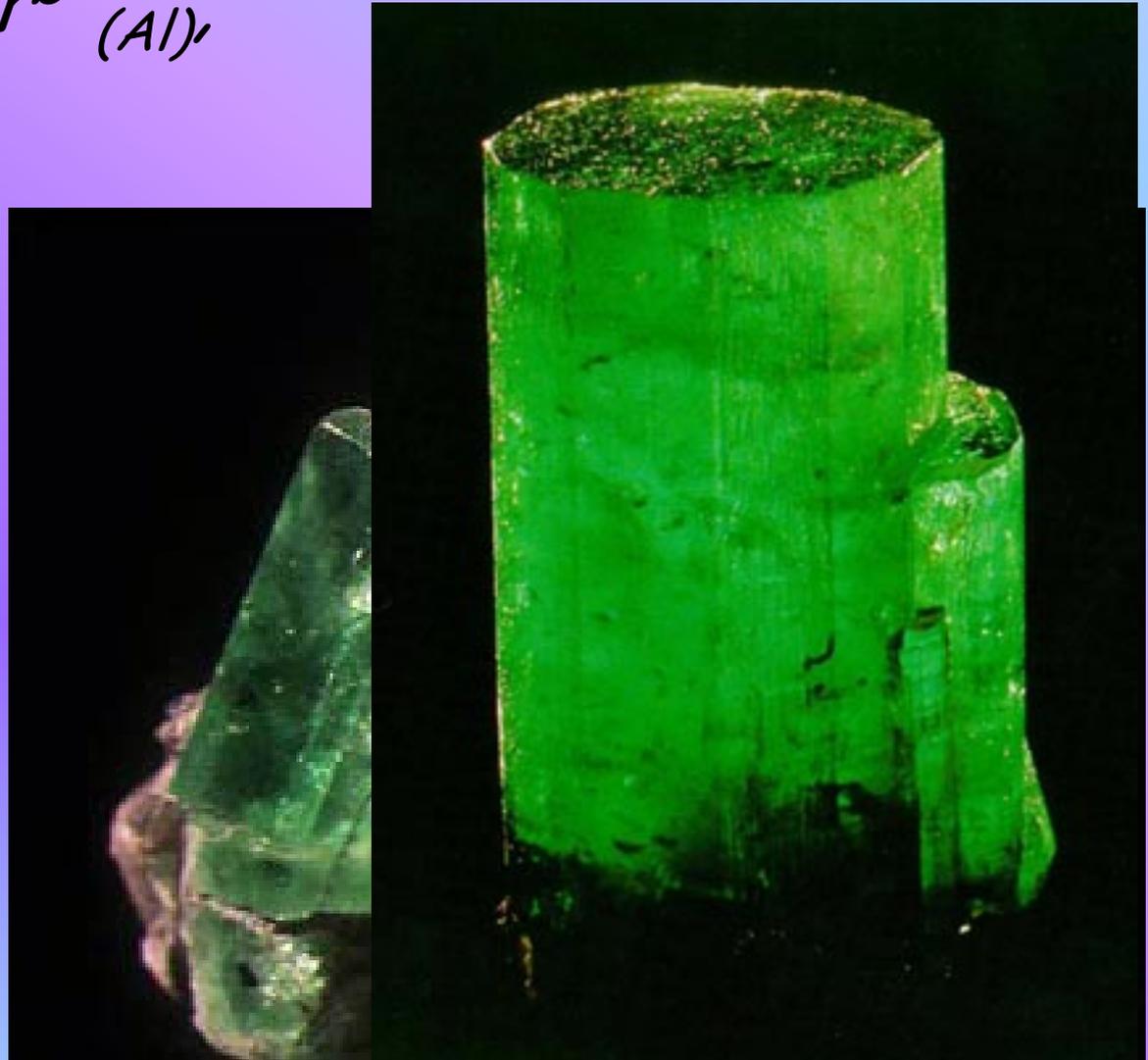


El color azul  
de la  
aguamarina  
se debe a la  
presencia de  
 $\text{Fe}^{2+}$  en un  
0.1-0.3% en  
los canales.



# Berilo - Variedades

- Esmeralda -  $Cr^{3+}$  (Al),  
 $(V^{3+})$  (Al)
- Aguamarina -  
 $Fe^{2+}$  (can)  
 $Fe^{3+}$  (Al)  
 $Fe^{3+}$  (Si)
- Heliodoro
- Morganita -  
 $Mn^{2+}(Li^+)$ ,  $Mn^{3+}$



# Génesis

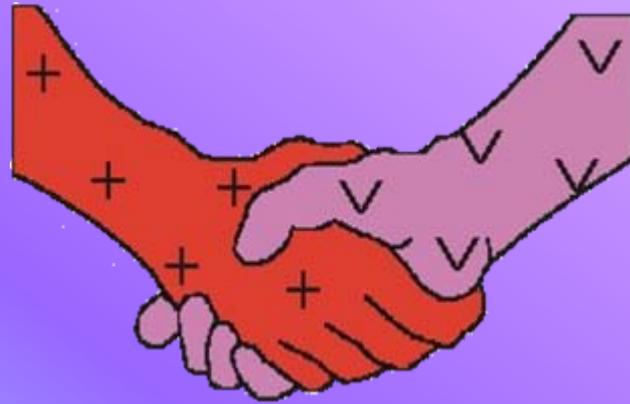
- El berilo y la aguamarina son característicos de cavidades y drusas **en granitos y pegmatitas graníticas**, asociados a cuarzo, moscovita, feldespato, lepidolita, topacio, turmalina, etc
- El berilo también puede aparecer en algunas sienitas nefelínicas y en mármoles
- **Las esmeraldas, están restringidas a rocas metamórficas → esquistos biotíticos.**
- Los principales yacimientos de **esmeralda** del mundo se encuentran en **Colombia (Muzo)** y están asociados a venas calcíticas que atraviesan pizarras bituminosas

# Génesis de esmeraldas



Be

Cr, (V)



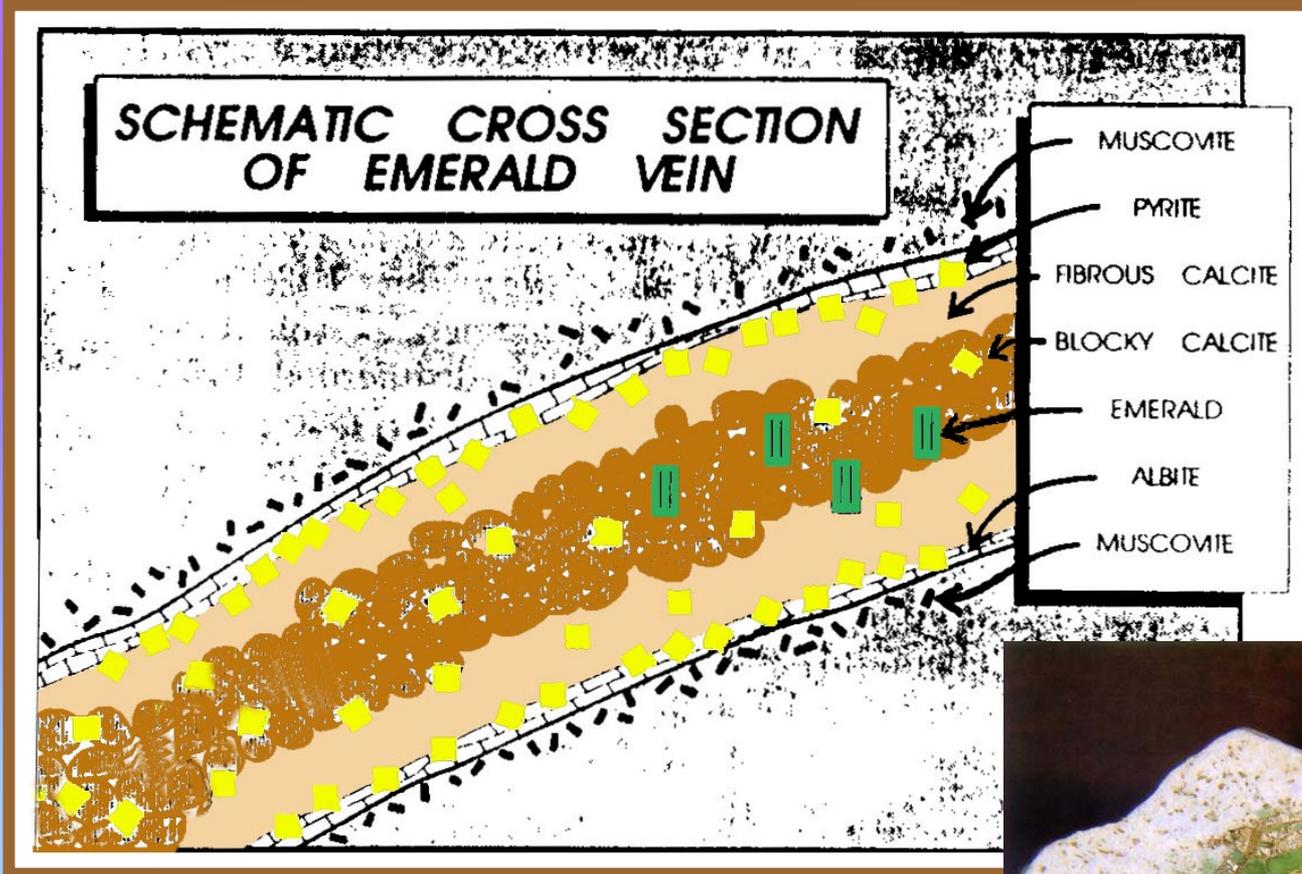
Granitos y  
pegmatitas  
graníticas

Rocas  
ultrabásicas  
y metamórficas

# Clasificación de los yacimientos de la esmeralda



# Colombia: Mineralización



# Colombia: Modelo (Cheilletz et al., 1994)

- Edad

Cretácico Inferior,  
relacionado con intrusiones  
contemporáneas de  
magmas básicos  
(115-118 Ma)

Terciario,  
relacionado con el  
proceso mayor de  
activación tectónica en  
Cordillera Oriental

- Condiciones de formación

**$P = 1.06 - 1.12 \text{ kb}$ ,  $T = 320 \pm 40 \text{ °C}$ , 38 wt % NaCl**

- Modelo: epigenético hidrotermal-sedimentario  
de temperatura moderada

# Otros yacimientos - Zimbabwe



# Yacimientos mundiales de esmeraldas

