

GL4502 Mineralogía de Silicatos

GL3203 Ciencia de los Minerales II

GL4202 Petrología Ígnea

Resumen Propiedades Ópticas de Silicatos

GUÍA PARA LABORATORIO DE MICROSCOPIA ÓPTICA DE LUZ
TRANSMITIDA

Matías Poblete Urbina
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA, FCFM, U. DE CHILE.
SEMESTRE PRIMAVERA 2021

Tectosilicatos

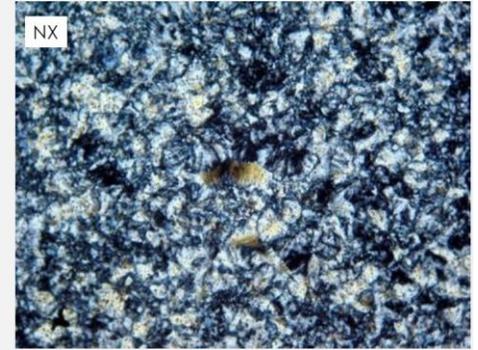
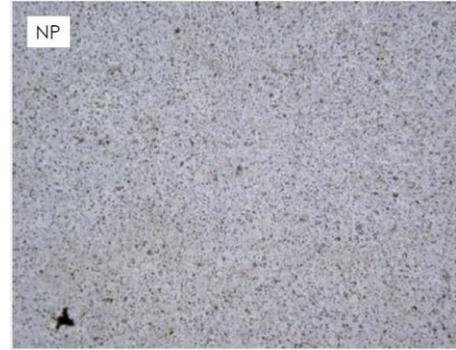
	Mineral	Cuarzo	Calcedonia	Ortoclasa	Microlina	Sanidina	Plagioclasas	Ceolitas
Propiedades a Nicos Paralelos	Color	Incoloro	Incoloro a pardo pálido, tonos verdosos	Incoloro u oscurecida por alteración	Incoloro u oscurecida por alteración	Incoloro	Incoloro	Incoloro
	Pleocroismo							
	Forma	Euhedral a anhedral		Gral% en fenocristales con formas subhedrales a anhedrales	Gral% subhedral a anhedral		de anhedral a euhedral	anhedral a euhedral
	Hábito	Prismático hexagonal, granular a irregular más o menos ecuanter	Agregados fibrosos o esferulíticos radiales	cristales elongados y tabulados	Prismático elongado	Tabular alargado con sección basal cuadrada, acicular en esferulitas	Tablar alargado	Tabular, fibroso o radial
	Relieve	Muy bajo +	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo a moderado
	Clivaje	Ausente	No presenta. Fractura // a fibras.	Perfecto en {001} y bueno en {010}	Perfecto en {001} y bueno en {010}	Perfecto en {001} y bueno en {010}	Perfecto en {001, bueno en {010} y pobre en {110}	Perfecto en {110}
Propiedades a Nicos Cruzados	Color de interferencia	1er orden (blanco - amarillo)	1er orden	grises de 1er orden	Grises de 1er orden	Grises de 1er orden	gris a amarillo de 1er orden	1er orden
	Birrefringencia	Débil (0.009)	Baja (0.005-0.009)	Débil (0.005-0.008)	Débil (0.005-0.008)	Baja (0.005-0.008)	Baja (0.007-0.013)	Débil (0 - 0.021)
	Elongación	Largo lento (elongación positiva)	Largo lento (positiva). Fibras paralelas al eje a: largo rápido (negativa)	Largo rápido (elongación negativa)		Largo rápido	Negativa (albita) - Positiva (anortita)	Largo lento
	Extinción	recta en cxs euhedrales, puede ser ondulosa debido a strain	paralela en cxs alargados. Extinción en cruz y/o atigrada.	Oblicua (5° - 6°)	Oblicua (5° - 15°)	Oblicua (5° - 9°)	Oblicua (10° - 45°)	Paralelo en secciones longitudinales
	Maclas	No se observa en cortes	no visibles	Carlsbad, nunca polisintética	Tartán	Carlsbad generalmente	Polisintética, albta carlsbad, carlsbad, periclina.	en {110}, {001} y en {011} es raro
	Tipo y signo óptico	Uniaxial (+)	Uniaxial (+)	Biaxial (-)	Biaxial (-)	Biaxial (-)	Biaxial (+) o (-)	Uniaxial o biaxial segun la variedad.
	Sistema cristalográfico	Hexagonal	Trigonal	Monoclínico	Triclínico	Monoclínico	Triclínico	Natrolita es ortorrómbica
	Ocurrencia	Rxs ígneas ácidas a intermedias (granito, granodiorita, riolitas, pegmatitas). Rocas metamórficas (filitas, esquistos, cuarcitas o granulitas). Rocas sedimentarias (detritico). Ganga de venas hidrotermales.	Rellenando cavidades	Común en rxs plutónicas félsicas (lentatasa de enfriamiento).	Común en rxs plutónicas y metamórficas	En rxs volcánicas (rápida tasa de enfriamiento). Limpia a diferencia de ortoclasa (en general)	Rxs ígneas básicas e intermedias (aparición de zonaciones). En rocas sedimentarias, mineral autigénico	Rxs metamórficas de muy bajo grado. Se da en vesículas y cavidades en basaltos. También pueden estar distribuidas en lagos salinos alcalinos.

Cuarzo (SiO_2)



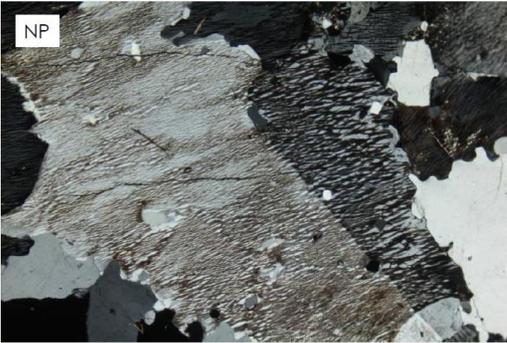
Lado mayor de la imagen = 2 mm.

Calcedonia (SiO_2)



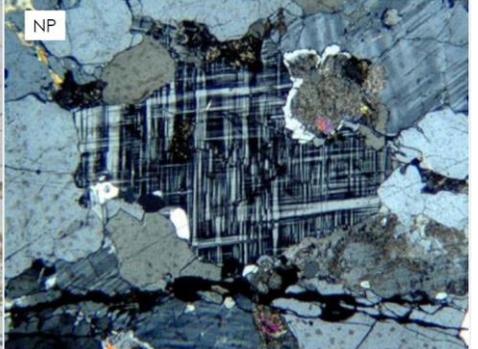
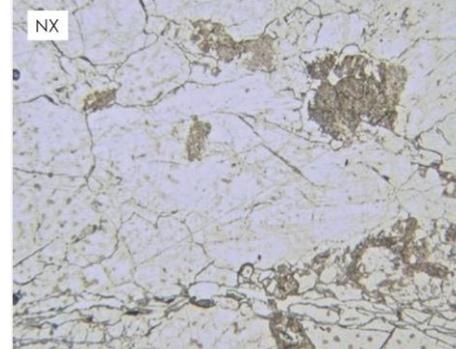
Lado mayor de la imagen = 1.6 mm.

Ortoclasa (K, Na)($AlSi_3O_8$)



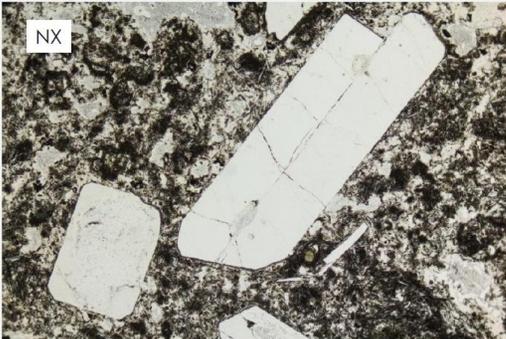
Ortoclasa con macla Carlsbad. Lado mayor de la imagen = 7 mm.

Microclina (K, Na)($AlSi_3O_8$)



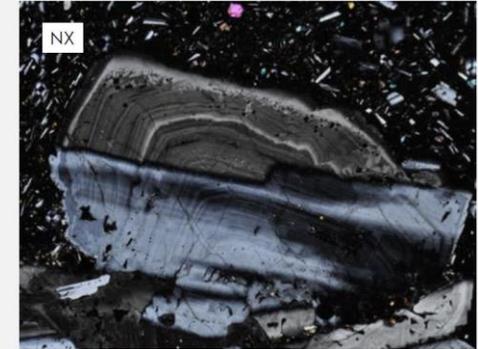
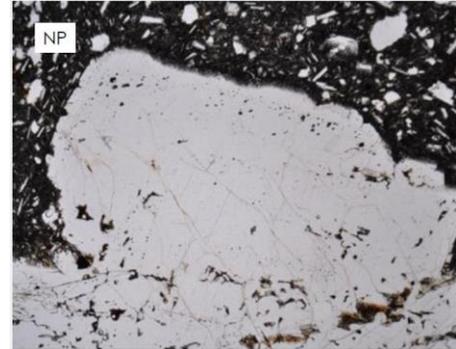
Microclina con macla tartán. Lado mayor de la imagen = 4 mm.

Sanidina (K, Na)($AlSi_3O_8$)



Sanidina con macla Carlsbad. Lado mayor de la imagen = 7mm.

Plagioclasas ($NaAlSi_3O_8 - CaAl_2Si_2O_8$)



Plagioclasa con zonaciones. Lado mayor de la imagen = 6 mm.

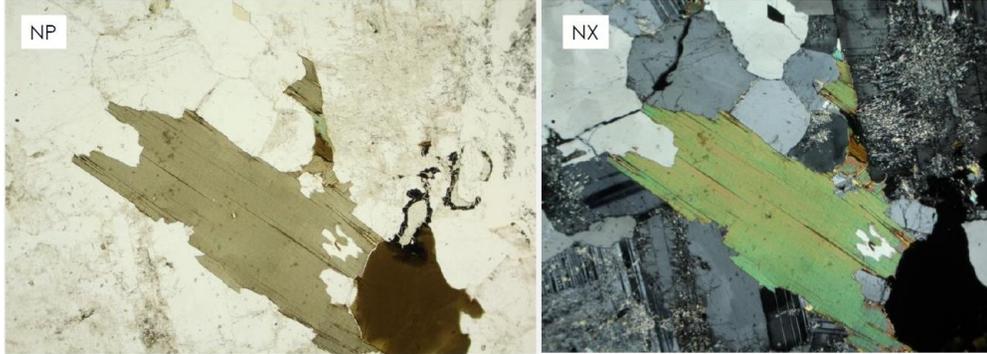
Zeolitas ($M_x D_y Al_x + 2y Si_{n-x-2y} O_{2n} * m H_2 O$) **M:** Na o K y **D:** Ca



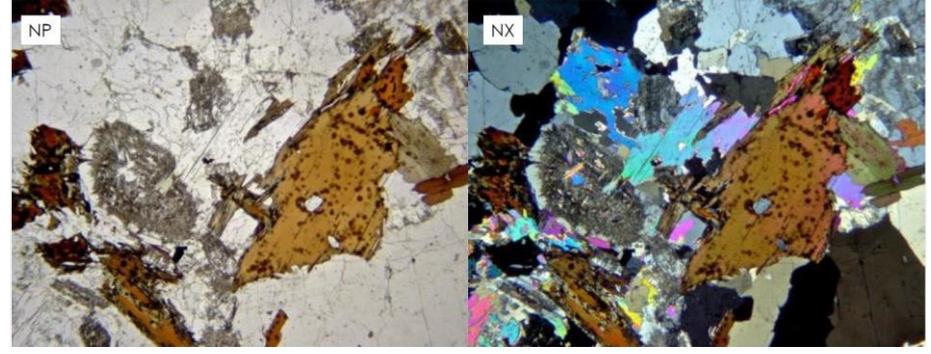
Filosilicatos

	Mineral	Biotita	Mica Blanca	Clorita	Prehnita
Propiedades a Nicols Paralelos	Color	Pardo a marrón	Incoloro	Incoloro a verde	Incoloro
	Pleocroísmo	Muy marcado		Débil a moderado	
	Forma	Euhedral no son comunes			
	Hábito	Laminar o tabular	Laminar o tabular	Tabular, laminar, en agregados fibrosos o masivo	Abanico radial
	Relieve	Moderado a alto	Moderado	Moderado a moderadamente alto	Moderado a alto
	Clivaje	En una dirección	En una dirección	Perfecto en {001}	Bueno en {001} y pobre en {110}
Propiedades a Nicols Cruzados	Color de interferencia	Hasta 3er orden, enmascarado, ocasionalmente hasta 4to orden	Colores vívidos de 2do orden típicamente, hasta 3er orden,	1er orden y azul berlín anómalo	Hasta 2do orden y anómalos
	Birrefringencia	Fuerte (0.03-0.07)	Alta (0.036-0.049)	Usualmente baja (0.0--0.015)	Aumenta con el contenido de Fe (0.020--0.035)
	Elongación	Largo lento	Largo lento	Largo rápido en la variedad biaxial positiva y largo lento en la variedad biaxial negativa	
	Extinción	A puntitos	Paralela al clivaje y a puntitos	No más de 9°	Paralela o en abanico
	Maclas	Puede estar en plano {001} y en {110} es raramente visible	En {001}	Común en {001}	Macla lamellar poco común
	Tipo y signo óptico	Biaxial (-)	Biaxial (-)	Biaxial (-) o (+)	Biaxial (+)
	Sistema cristalográfico	Monoclínico	Monoclínico	Monoclínico y triclínico	Ortorrómico
	Ocurrencia	Gran variedad de rocas ígneas y metamórficas	En granitos peraluminosos y rocas metamórficas ricas en Al (metapelitas)	Asociada a rxs que han sufrido metamorfismo de temperatura baja a intermedia. Altera a mxs máficos durante el enfriamiento	Rellenando cavidades. Metamorfismo de bajo grado.

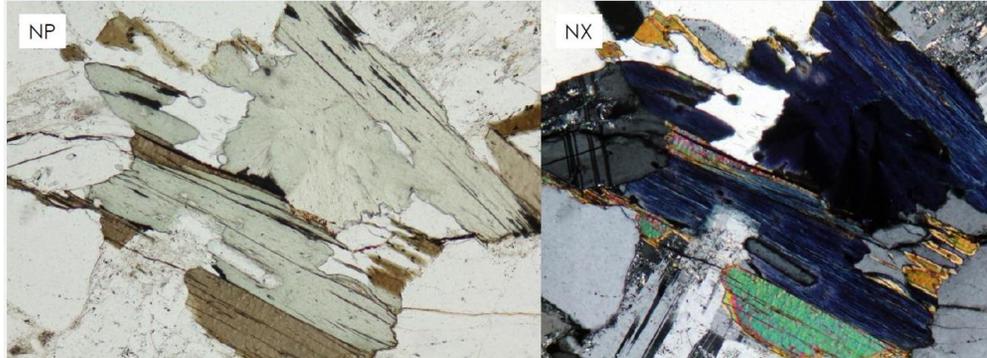
Biotita $K_2(Mg,Fe)_3AlSi_3O_{10}(OH,O,F)_{10}$



Mica blanca $(KAl_2)(AlSi_3O_{10})(OH)_2$

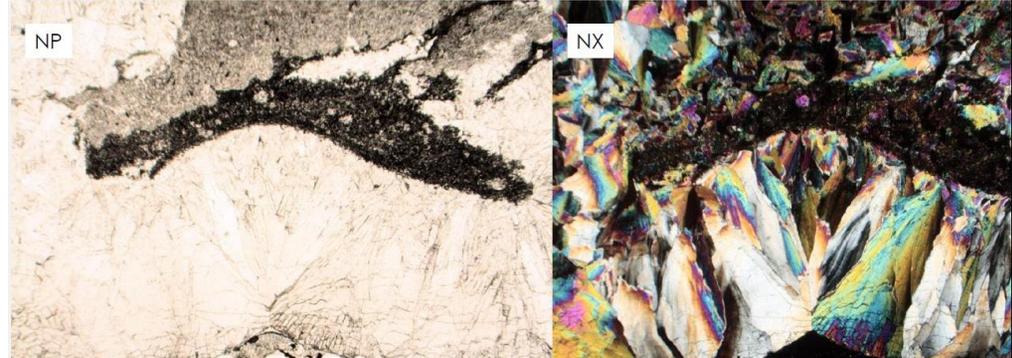


Clorita $(Mg,Al,Fe)_3(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2 \cdot (Mg,Al,Fe)_3(OH)_6$



Biotita parcialmente reemplazada por clorita. Lado mayor de la imagen = 2 mm

Prehnita $Ca_2Al(AlSi_3O_{10})(OH)_2$

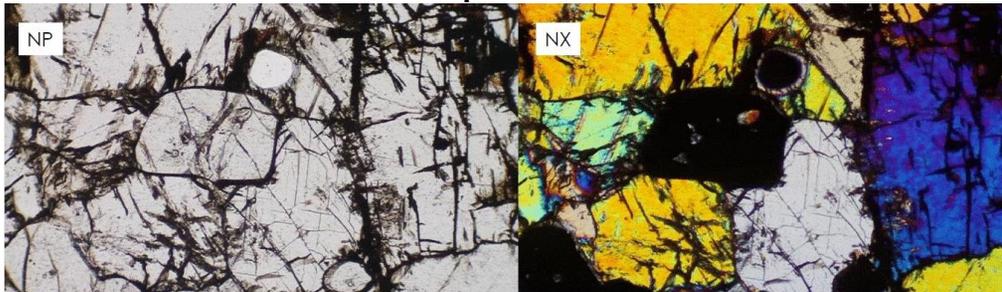


Agregado radial de cristales de prehnita en un basalto. Lado mayor de la imagen = 7 mm

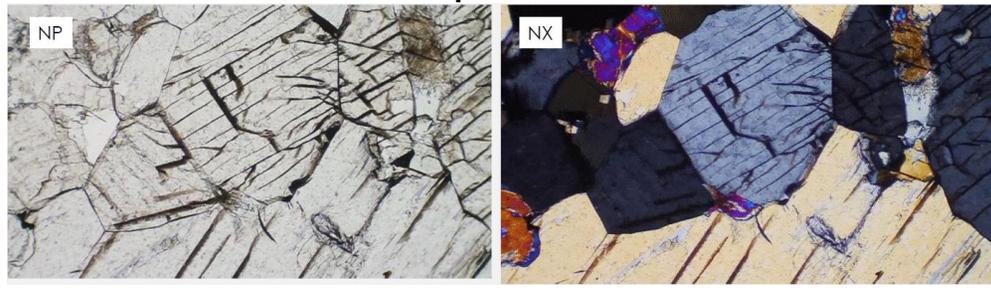
Inosilicatos

	Mineral	Clinopiroxeno	Ortopiroxeno	Hornblenda	Tremolita-Actinolita	Glaucofano	Riebeckita
Propiedades a Nicos Paralelos	Color	Incoloro, grisáceo, verde o marrón pálido	De rosa pálido a verde pálido	Tonos verdosos y/ castaños	Incoloro a verde pálido	Azul lavanda, azul, azul oscuro, gris o negro	Incoloro, azul oscuro o verde
	Pleocroísmo	Débil	Débil	Fuerte	Débil	X = incoloro a amarillo verde Y = azul lavanda a violeta Z = azul oscuro a azul claro	Fuerte pleocroísmo
	Forma						
	Hábito	Prismático alargado en sección longitudinal y octagonal basal	Prismático alargado en sección longitudinal y octagonal basal	Prismático	Prismático alargado	Prismático, acicular	Prismático, fibroso
	Relieve	Alto a muy alto	Moderado a alto	Alto	Moderadamente alto	Moderadamente alto	Moderadamente alto
	Clivaje	Sección longitudinal: en una dirección Sección basal: En dos direcciones paralelos a {110} en 87° y 93°	Sección longitudinal: en una dirección Sección basal: En dos direcciones paralelos a {110} en 87° y 93°	En dos direcciones (56° y 124°)	En 2 direcciones (56° y 124°)	En 2 direcciones (56° y 124°)	En 2 direcciones (56° y 124°)
Propiedades a Nicos Cruzados	Color de interferencia	Comúnmente amarillo y rojo de 1er orden, pero puede mostrar de 2do orden	Depende del contenido de Fe. Amarillo de 1er orden	Hasta 2do orden	De 1er a 2do orden	1er y 2do orden o enmascarado por el color azul dominante	Enmascarado
	Birrefringencia	Moderada (0.006-0.060)	Débil a moderada (0.007-0.020)	Moderada (0.014-0.034)	Moderada (0.017-0.027)	Serie Glf-Rbk: 0.006--0.029	Serie Glf-Rbk: 0.006--0.029
	Elongación	Largo lento	Largo lento	Largo lento	Largo lento	Largo lento	Largo rápido
	Extinción	32° a 48° en secciones // a {010}	Paralela a los clivajes	Oblicua (12° y 30°) en sección longitudinal y simétrica en basal	20° en sección paralela a (010), paralela en (100) y simétrica en basal	5° - 10° en sección longitudinal y simétrica en basal	Hasta 5°
	Maclas			Simple y lamellar	Simple y lamellar	No es común simple o lamellar en {110}	No es común simple o lamellar {110}
	Tipo y signo óptico	Biaxial (-)	Biaxial (+) o (-)	Biaxial (-) o (+)	Biaxial (-)	Biaxial (-)	Biaxial (-) o (+)
	Sistema cristalográfico	Monoclínico	Ortorrómbico	Monoclínico	Monoclínico	Monoclínico	Monoclínico
	Ocurrencia	Rocas ultramáficas, máficas. Rocas metamórficas	Rocas ultramáficas, máficas. Rocas metamórficas	Rxs ígneas y metamórficas (fases anfíbolitas)	En rocas metamórficas (fases de esquistos verdes)	Mx característico de facies esquistos azules. Presente en gneises. De alta P y baja T.	En granitos, microgranitos, pegmatitas y sienitas. Raro en rxs volcánicas félsicas. Presente en algunos esquistos.

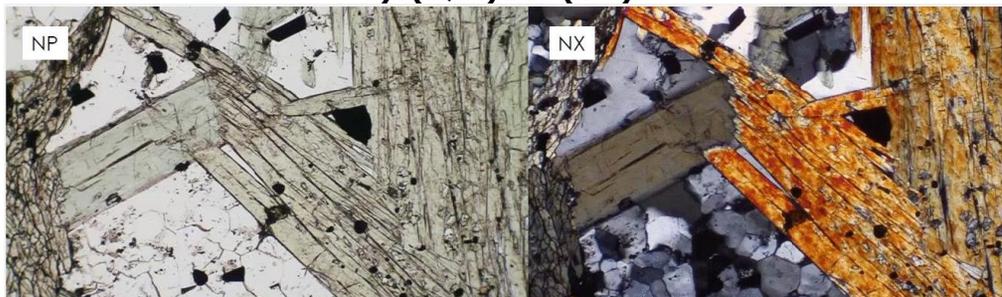
Clinopiroxenos



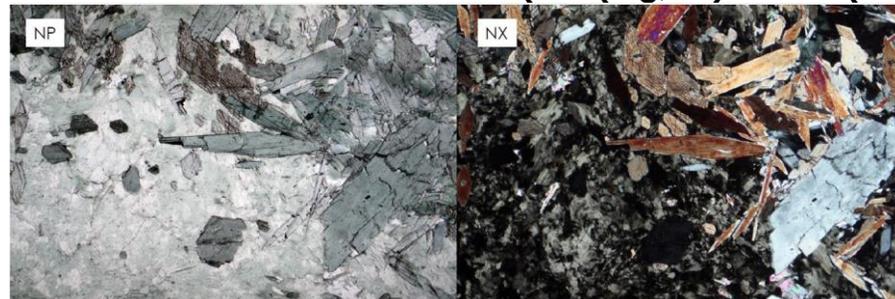
Ortopiroxenos



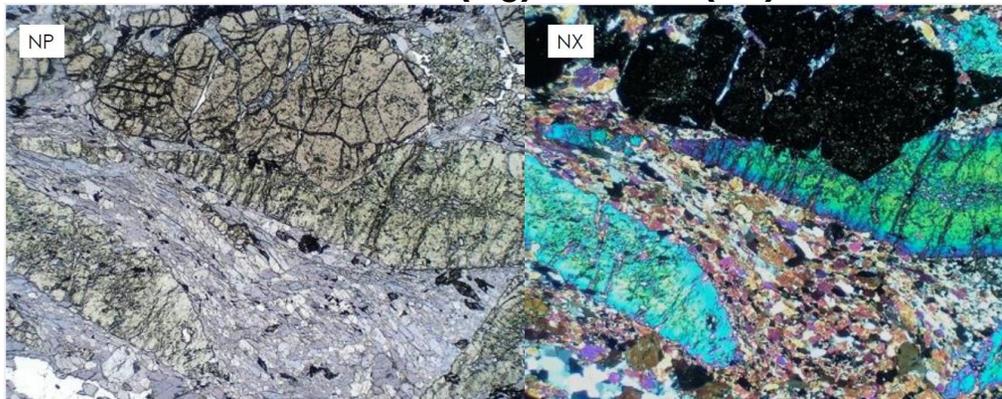
Hornblenda $(\text{Na}, \text{K})_{0-1} \text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al}, \text{Fe})_5(\text{Si}, \text{Al})_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$



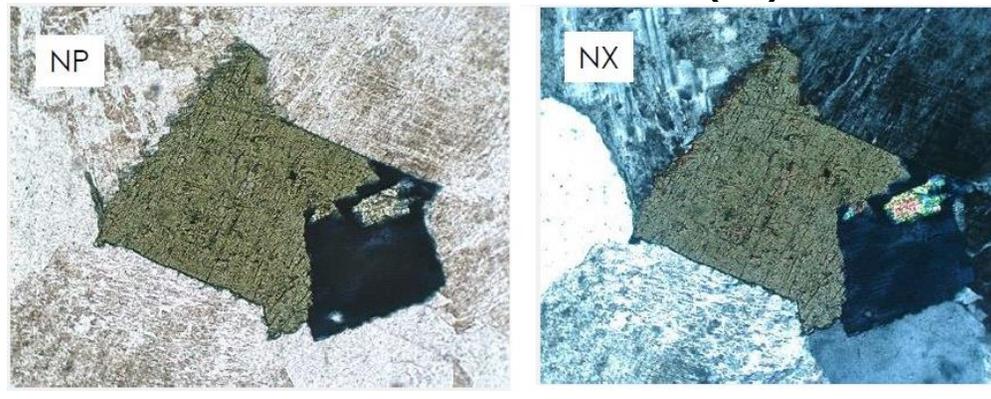
Tremolita-Actinolita-Ferroactinolita $(\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$



Glaucofano $\text{Na}_2(\text{Mg})_3\text{Al}_2\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$



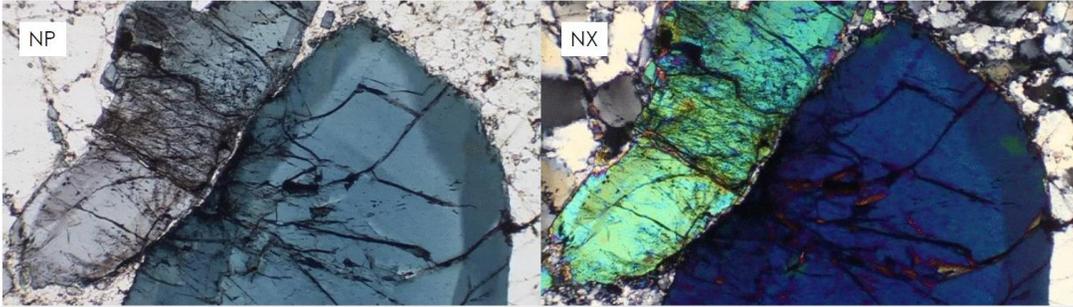
Riebeckita $\text{Na}_2\text{Fe}^{32+}\text{Fe}^{23+}\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$



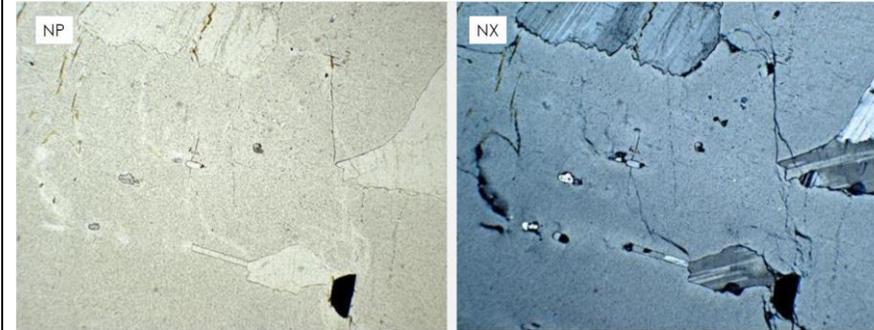
Ciclosilicatos

	Mineral	Turmalina	Berilo	Cordierita
Propiedades a Nícoles Paralelos	Color	Pardo, azul, rojo, multicolor	Incoloro	Incoloro a azul (rica en Fe)
	Pleocroísmo	Presenta abs N-S	No presenta	No presenta
	Forma	Euhedral	Granos anhedrales intersticiales	Anhedral, no son comunes los cxs euhedrales hexagonales
	Hábito	Prismático	Prismático hexagonal	Prismático
	Relieve	Moderado	Bajo a medio	Bajo
	Clivaje / Fractura	Fractura concoidal	Pobre en {001}	{010}
Propiedades a Nícoles Cruzados	Color de interferencia	Hasta 3er orden, enmascarado	Blanco menor que el cuarzo de 1er orden	Gris y blanco de primer orden
	Birrefringencia	Alta (0.015-0.035)	Baja (0.003-0.009)	Baja (0.005-0.016)
	Elongación	Largo rápido	Largo rápido	Usualmente no se puede determinar
	Extinción	Paralela en sección longitudinal	Recta	Recta
	Maclas	Raro	Raro	Simple, lamelares, cíclicas o polisintéticas
	Tipo y signo óptico	Uniaxial (-)	Uniaxial (-)	Biaxial (-) o (+)
	Sistema cristalográfico	Trigonal	Hexagonal	Ortorrómbico
	Ocurrencia	Pegamatilanco menor que el cuarzo de 1er ordejtas graníticas. Brechas magmáticas hidrotermales	Pegmatita graníticas y asociado a cuarzo, feldespató potásico, albita, muscovita, biotita y turmalina	Medio a alto grado de metamorfismo de contacto y regional de rocas pelíticas

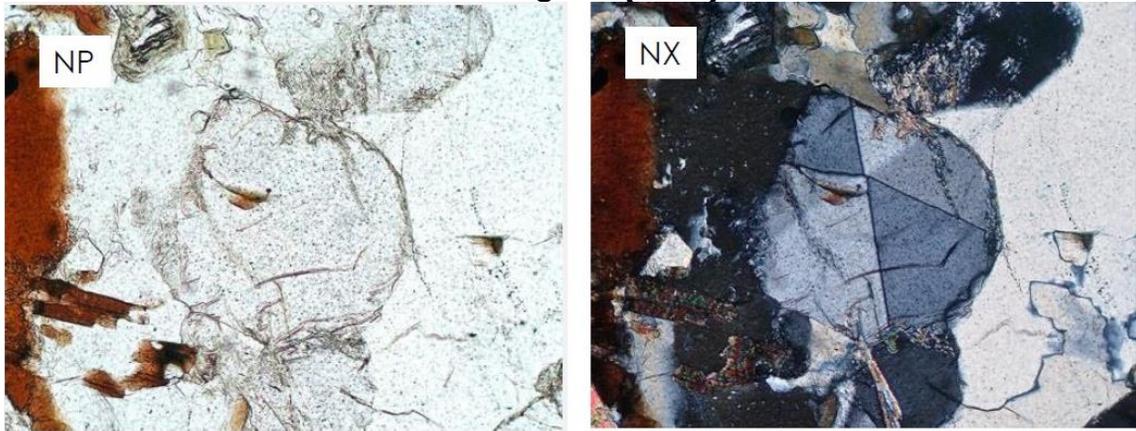
Turmalina $WX_3Y_6(BO_3)_3Si_6O_{18}(O,OH,F)_4W = Ca, Na, K; X = Al, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Li, Mg^{2+}, Mn^{2+}; Y = Al, Cr^{3+}, Fe^{3+}, V^{3+}$



Berilo $Be_3Al_2Si_6O_{18}$



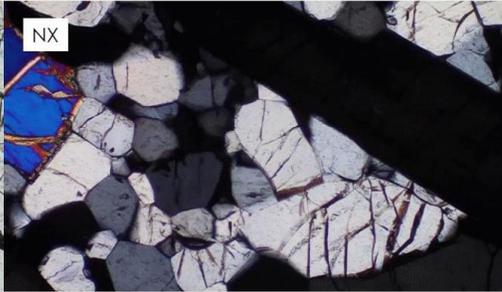
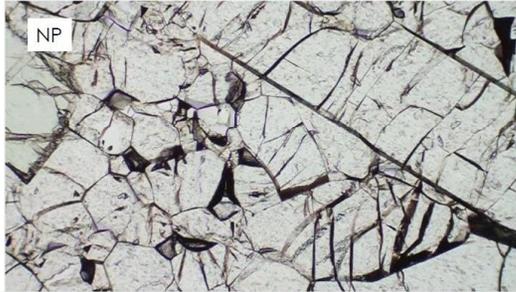
Cordierita $Mg_2Al_3(AlSi_5)O_{18}$



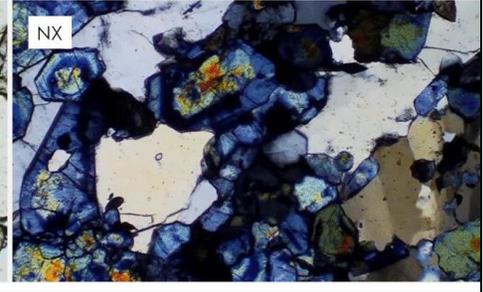
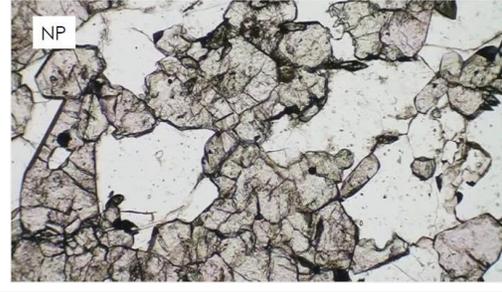
Sorosilicatos

	Mineral	Zoisita	Clinozoisita (Al)	Clinozoisita (Fe) Epidota	Piemontita	Pumpellyita
Propiedades a Nicos Paralelos	Color	Incoloro	Incoloro	Incoloro, verde o amarillo (Fe)	Rojo, amarillo, naranja, verde.	Verde manzana
	Pleocroísmo	No presenta	No presenta	Puede presentar	Presenta	Presenta
	Forma	Anhedral	Alargado, agregados columnares	Anhedral	Euhedral	Euhedral a subhedral
	Hábito	Agregados columnares	Alargado, agregados columnares	Prismático, granular, lenticular	Columnar, acicular elongado	Cristal elongado, agregados fibrosos (radiales) o masivo
	Relieve	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
	Clivaje	{100}	{001}	{001}	En 1 dirección	{001}
Propiedades a Nicos Cruzados	Color de interferencia	1er orden, de blanco a gris	Bajo, a veces anómalos	Hasta de 3er orden (más si hay Fe). Manto de Arlequín.	1er orden	Rojo de 1er orden a azul de 2do orden. Son comunes los colores de 1er orden medio. Anómalos (azul y café amarillento)
	Birrefringencia	Baja (0.005-0.020)	Débil, Serie cz-ep: 0.004-0.012	Alta, Serie cz-ep: 0.004-0.012	Varía mucho (0.025-0.088)	Moderada (0.012-0.018)
	Elongación	Zoisita Alpha: Largo rápido Zoisita Beta: Largo rápido o largo lento	Largo rápido o largo lento	Largo rápido o lento	Largo rápido o largo lento	Depende de la orientación
	Extinción	Paralela	Oblicua (0° y 25°)	Oblicua (25° y 40°)	Paralela	Atigrada
	Maclas	No presenta	Lamellar	Lamellar	Lamellar poco común	Posible // a {001} y {100}
	Tipo y signo óptico	Biaxial (+)	Biaxial (+)	Biaxial (-)	Biaxial (+) o (-)	Biaxial (+) o (-)
	Sistema cristalográfico	Ortorrómbico	Monoclínico	Monoclínico	Monoclínico	Monoclínico
	Ocurrencia	En rocas metamórficas (mayor presión que epidota)	Mx accesorio de rocas metamórficas de contacto y regionales. Rocas relativamente ricas en Al.	Rocas metamórficas de bajo grado. Zonas de alteración propilítica.	Rxs meta regionales de bajo grado a medio. En rxs volcánicas félsicas o intermedias alteradas	Metamorfismo de muy bajo grado

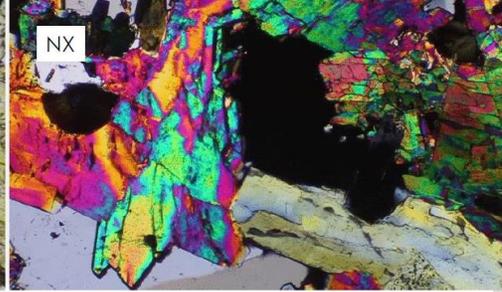
Zoisita $\text{Ca}_2\text{Al}_3\text{O}(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)(\text{OH})$



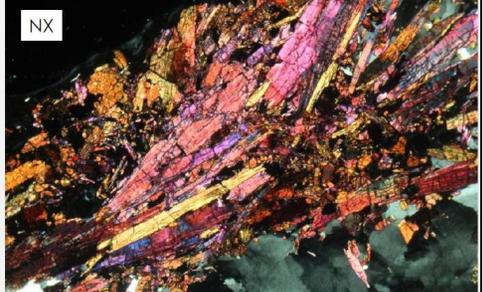
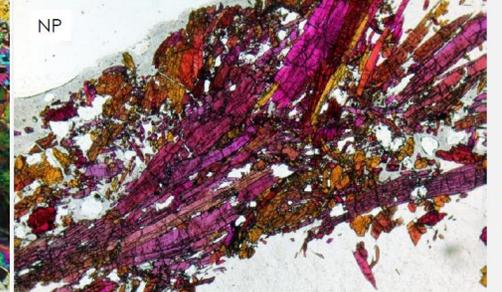
Clinozoisita $\text{Ca}_2\text{Al}_3\text{O}(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)(\text{OH})$



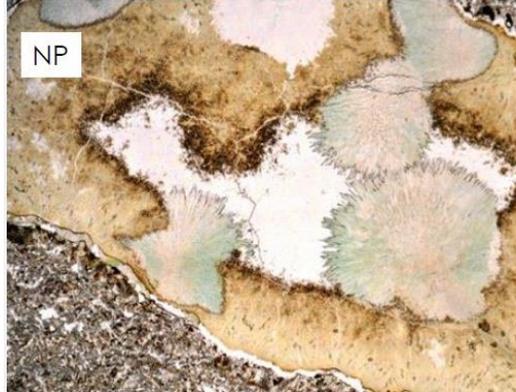
Epidota (pistacita) $\text{Ca}_2\text{Fe}^{+3}\text{Al}_2\text{O}(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)(\text{OH})$



Piemontita $\text{Ca}_2(\text{Al}, \text{Fe}^{+3}, \text{Mn}^{+3})_3\text{O}(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)(\text{OH})$



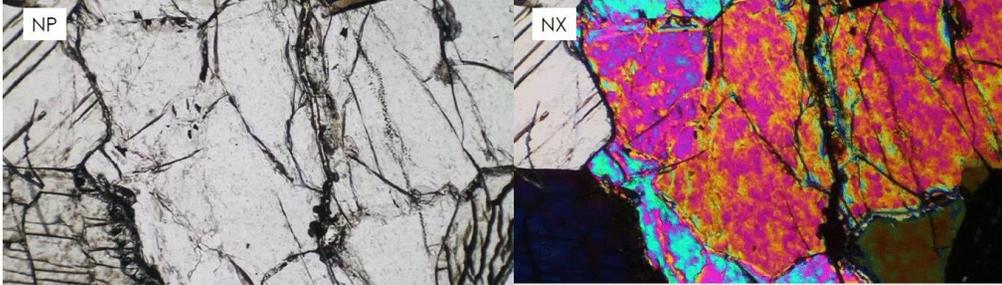
Pumpellyita $\text{Ca}_2\text{MgAl}_2(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)(\text{OH})_2 \cdot (\text{H}_2\text{O})$



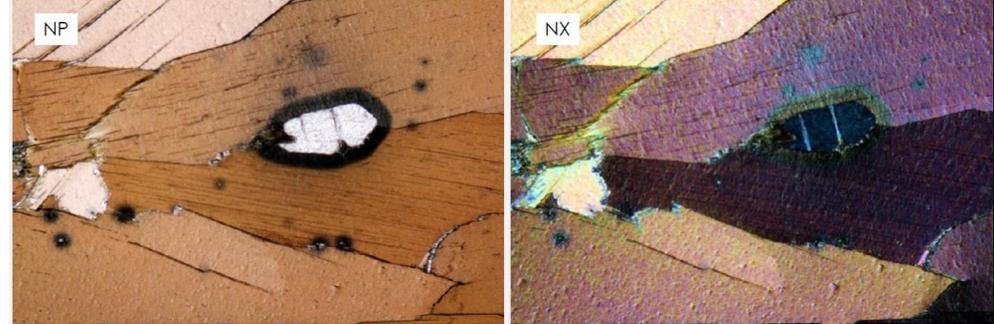
Nesosilicatos

	Mineral	Olivino	Circón	Granate	Titanita (esfeno)
Propiedades a Nicoles Paralelos	Color	Incoloro a amarillento	Incoloro a pardo pálido	Incoloro, rojizo pálido a pardo oscuro, gris verdoso, etc.	Incoloro, verde pálido y amarillo pálido
	Pleocroísmo	Fa: X=Z=Amarillo pálido; Y = Anaranjado, amarillento o café rojizo	Débil	No presenta	Algunas variedades
	Forma	Euhedral a subhedral	Comúnmente euhedral a subhedral	Euhedral y subhedral	Cxs euhédricos
	Hábito	Poligonal	Cxs pequeños tabulares a prismáticos	Dodecaedros, hexagonal, granos poligonales, agregados y masivo	Sección rómbica a irregular
	Relieve	Alto (+ Fe)	Alto a muy alto	Muy alto	Muy alto
	Clivaje / Fractura	Comúnmente muy fracturado	Pobre	Fracturas irregulares	No obvio en {110}
Propiedades a Nicoles Cruzados	Color de interferencia	2do a 3er orden	Hasta 4to orden	Isótropo, pero algunos presentan de 1er orden	Blanco, enmascarado
	Birrefringencia	Alta (0.033-0.052)	Muy alta (0.036-0.065)	Muy baja (isótropo)	Extrema, tan alta que no varía su CI con la placa de yeso (0.100--0.192)
	Elongación	Largo lento o largo rápido	Largo lento		
	Extinción	Paralela	Paralela	Siempre (isótropo)	Paralela en sección rómbica
	Maclas	Simple o múltiple	No tiene	No presenta	Simple y lamellar
	Tipo y signo óptico	Biaxial (+) o (-)	Uniaxial (+)		Biaxial (+)
	Sistema cristalográfico	Ortorrómbico	Tetragonal	Isométrico	Monoclínico
	Ocurrencia y Alteración	Rxs ultrabásicas como dunitas, peridotitas, komalitas. También Basaltos y gabros. Alteración a serpentina presente en fracturas.	Mx accesorio en rocas ígneas y metamórficas. Datación U-Pb. Presenta halos pleocróicos, tiene asociación Feld, Anf, micas y czo.	Rxs metamórficas. Frecuente como mx detrítico. Alteración a clorita. Inclusiones frecuentes.	En rocas metamórficas como esquistos y gneises.

Olivino $(Mg,Fe)_2SiO_4$

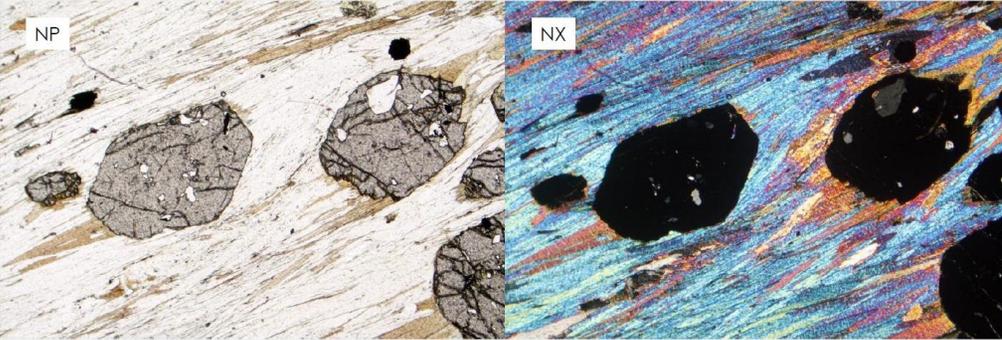


Circón $ZrSiO_4$

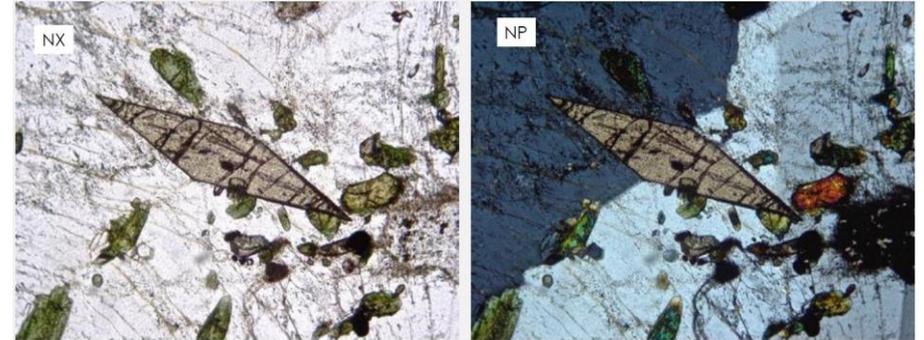


Cristal de circón incluido en una biotita. Lado mayor de la imagen = 2 mm.

Granate $X_3Y_3(SiO_4)_3$



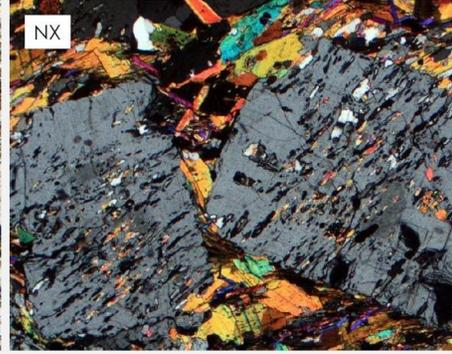
Titanita o Esfeno $CaTiSiO_5$



Nesosilicatos (Aluminosilicatos polimorfos y Estaurolita)

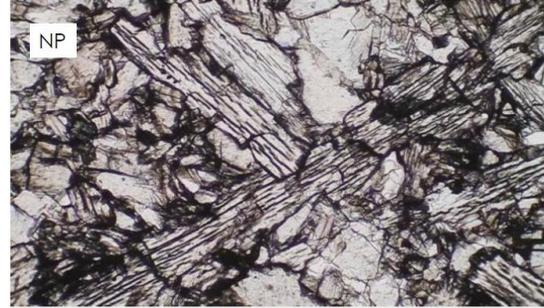
	Mineral	Andalucita	Sillimanita	Cianita	Estaurolita
Propiedades a Nicols Paralelos	Color	Incoloro	Incolora	Incolora, parches de color azul pálido	Amarillo pálido
	Pleocroísmo	Rara vez de rosa a verde pálido	Cxs gruesos pueden ser pleocroicos	Débil	Incoloro a pardo amarillo
	Forma				Anhedral
	Hábito	Prismático	Cxs prismáticos delgados o líneas fibrosas (fibrolita)	Láminas anchas, columnar, prismático	Prismático alargado
	Relieve	Moderadamente alto	Alto	Alto	Alto
	Clivaje	2 clivajes prismáticos buenos paralelos a las caras	En dirección del alargamiento	Perfecto en {100} y bueno en {010}	Pobre
Propiedades a Nicols Cruzados	Color de interferencia	1er orden (blanco a gris)	Hasta amarillo de 2do orden	De 1er orden	Hasta amarillo blanco de 1er orden
	Birrefringencia	Débil (0.009-0.013)	Moderada (0.018--0.022)	Moderada (0.012-0.016)	Débil (0.009-0.015)
	Elongación	Largo rápido	Largo lento	Largo lento	Largo lento
	Extinción	Paralela en cxs alargados y simétrica en sección basal	Paralela en cxs elongados	Oblicua (30° según largo)	Paralela en sección longitudinal y simétrica en sección basal
	Maclas	Rara	No presenta	Simple o múltiple	Es posible de contacto
	Tipo y signo óptico	Biaxial (-)	Biaxial (+)	Biaxial (-)	Biaxial (+)
	Sistema cristalográfico	Ortorrómbico	Ortorrómbico	Triclínico	Monoclínico
	Ocurrencia	Metamorfismo de contacto y regional como hornfels y esquistos de mica. Puede presentar inclusiones carbonosas en cruz (quiastolita). Polimorfo de baja P.	Esquistos de mica de grado medio a alto, gneiss, hornfels. Cristales de fibras finas: fibrolita (café pálido). Polimorfo de alta T.	Esquistos pelíticos, gneiss. Polimorfo de menor temperatura	Rocas metamórficas de grado medio. Puede tener inclusiones de cuarzo.

Andalucita Al_2SiO_5



Cristales de andalucita en gneiss. Lado mayor de la imagen = 2 mm.

Cianita o Distena Al_2SiO_5



Sillimanita Al_2SiO_5



Estaurolita $Fe_2Al_9O_6[Si,AlO_4]_4(OH)_2$

