

Prácticas de Mineralogía I

-Silicatos-



Profesora:

Elena Vindel

Reconocimiento de "Visu" de minerales

MÉTODO DE RECONOCIMIENTO DE "VISU" DE MINERALES

Para reconocer un mineral de "visu" hay que fijarse en las propiedades que se pueden reconocer por una simple observación o mediante pruebas sencillas.

- **Forma**

Cuando un cristal está bien cristalizado su forma externa está caracterizada por un conjunto de caras formando un determinado poliedro. Son caras equivalentes que se engendran al actuar los elementos de simetría sobre cualquiera de ellas, por ejemplo las seis caras cuadradas que constituyen un cubo de pirita. Un cristal con forma externa es en realidad un accidente de la naturaleza, puesto que lo habitual es que los minerales sean alotriomorfos (sin forma), pero en el caso de presentarla ésta es importante para su identificación.

- **Hábito**

El hábito es el desarrollo relativo del conjunto de caras de un cristal y depende de sus condiciones de crecimiento. Un mismo mineral puede presentar varios hábitos dependiendo de las condiciones en las que haya crecido. Cuando las condiciones son las de equilibrio se vuelve al concepto de forma cristalina. Por ejemplo, la estibina o antimonita cristaliza en prismas rómbicos si las condiciones son de equilibrio, pero en otras distintas tiende a formar cristales muy alargados, lo que se denomina hábito acicular o en agujas. Los términos más frecuentes (dendrítico, acicular, granular, oolítico, pisoolítico y otros) que se utilizan para describir el aspecto o hábito de los cristales individuales y de los agregados de cristales se resume en la Fig. 1.

- **Color**

El color es la primera observación que se hace de un mineral. La causa de este color es variada. Lo más frecuente es que los minerales coloreados contengan elementos llamados cromóforos, tales como Fe, Cr, Cu, Co u otros, aunque hay causas del color más complejas como centros de color, radiactividad, imperfecciones cristalográficas y otras. Algunas minerales presentan siempre el mismo color, por lo que constituye una propiedad importante para su determinación. Este sería el caso de la calcopirita, amarilla, de la malaquita, verde, de la azurita, azul o de la galena, gris. Sin embargo, otros muchos minerales presentan colores variados, como el cuarzo, berilo, fluorita, calcita o aragonito. También hay que tener en

cuenta que los minerales pueden sufrir alteraciones, oxidaciones o alteraciones meteóricas que hacen variar sustancialmente su color natural.

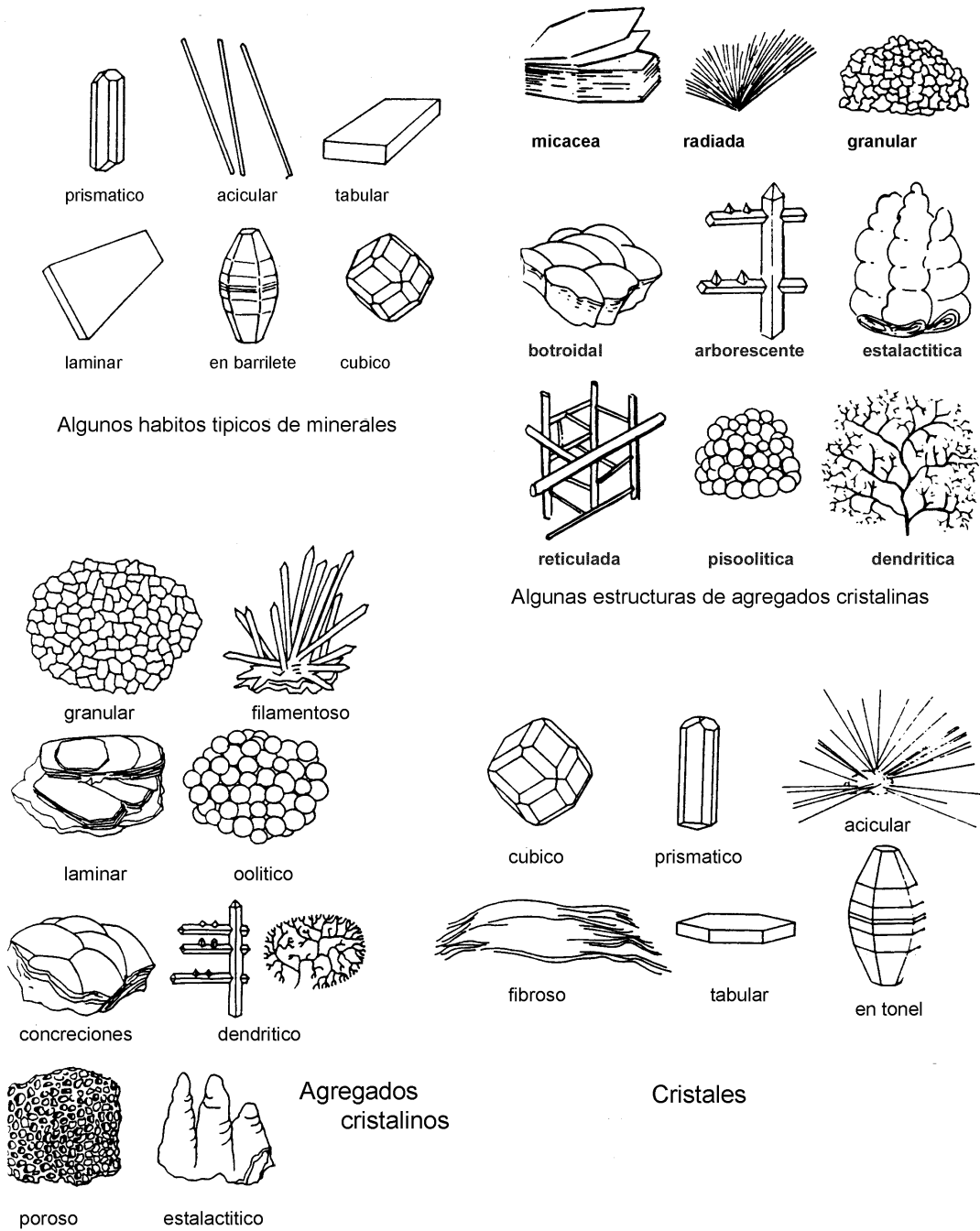


Fig. 1. Tipos de hábitos en cristales y agregados cristalinos

- **Raya**

La palabra raya es en este caso sinónimo de “color de la raya” y se refiere al color del mineral pulverizado. El color de la raya ofrece mayor valor determinativo que el color del mineral en conjunto, pues en los minerales pulverizados la influencia de las impurezas es mucho menor. La determinación de la raya se realiza sobre una placa de porcelana vitrificada y sin barnizar, cuya dureza oscila ligeramente alrededor de 7 según la escala de Mohs (ver dureza). La raya intensa y de colores definidos es propia de minerales metálicos y la de los minerales no metálicos, como los silicatos, es siempre blanca o de colores muy blanquecinos.

- **Brillo**

El aspecto que presenta la superficie de un mineral cuando la luz se refleja sobre él se denomina brillo. Principalmente el brillo puede ser de dos tipos: brillo metálico y brillo no metálico, pero entre los dos grupos no hay una separación clara y de ciertos minerales se dice que tienen brillo submetálico.

Brillo metálico: es propio de minerales opacos, con índice de refracción inferior a 3, como por ejemplo pirita, calcopirita, galena, oro o plata.

Brillo no metálico: es propio de minerales transparentes con índice de refracción inferior a 2.6 y comprende dos subtipos:

- ✓ ***Brillo adamantino***, el cual presentan minerales que brillan más y muestran destellos, como por ejemplo el zircón y por supuesto el diamante,
- ✓ ***Brillo vítreo***, el cual recuerda al vidrio y que presentan el 70% de los minerales, tales como el cuarzo, la calcita o la fluorita.

Los efectos ópticos de dispersión y reflexión de la luz en la superficie más o menos rugosa de los minerales producen otros tipos de brillo, dentro de la categoría del no metálico. Así, se pueden reconocer: ***brillo resinoso***, como la resina (azufre, calcedonia), ***brillo nacarado***, como el nácar de la perla (apofilita), ***brillo graso***, que da el aspecto de un mineral cubierto de aceite (apatito) o el ***brillo sedoso***, como la seda (yeso fibroso, crisotilo).

- **Densidad**

El peso específico (G) o densidad relativa de un mineral es un número que expresa la relación entre su peso y el peso de un volumen igual

de agua a 4°C. Por ejemplo, si un mineral tiene peso específico igual a 2, ello significa que una muestra determinada de dicho mineral pesa 2 veces lo que pesaría un volumen igual de agua. El peso específico de un mineral de composición determinada es constante y su determinación es, con frecuencia, importante en la identificación de un mineral. En el reconocimiento de "visu" al sostener el mineral en la mano es posible tener una idea de su densidad. Por ejemplo, el yeso (G=2.32) parece ligero en comparación con la baritina (G=4.5).

- **Dureza**

La dureza (H) se define como la resistencia de un mineral a ser rayado. Su valor relativo se calcula comparando con otros minerales de dureza conocida. Esta escala de minerales de dureza conocida la estableció el mineralogista austriaco F. Mohs en 1824, con diez minerales corrientes:

Escala de Mohs	Mineral
1	TALCO
2	YESO
3	CALCITA
4	FLUORITA
5	APATITO
6	ORTOSA
7	CUARZO
8	TOPACIO
9	CORINDÓN
10	DIAMANTE

Para establecer la dureza de un mineral con cierta aproximación se pueden aplicar las siguientes reglas sencillas:

- Un mineral tiene dureza 1 si tizna el papel o si es rayado por la uña (la uña tiene dureza aproximadamente igual a 2).
- Un mineral tiene dureza inferior a 5 si es rayado por la navaja ($H \leq 5$) o por un vidrio de ventana ($H \leq 5.5$).
- Un mineral tiene dureza mayor que 6 si raya al vidrio.
- Un mineral tiene dureza mayor que 7 si raya al cuarzo.

Hay que tener en cuenta que la dureza es una propiedad vectorial, esto es que varía con la dirección, por lo que un mismo mineral puede presentar distintos grados de dureza dependiendo de la dirección según la cual se raye. En general, esta diferencia direccional suele ser pequeña, sin embargo hay algunas excepciones de minerales comunes, como la calcita, que

la presentan. La calcita tiene dureza 3, excepto según {0001}, en la que no pasa de 2 y se raya con la uña. La distena tiene dureza 4.5 según {001} y 6.5 según {010}.

Los valores teóricos de dureza corresponden a ejemplares puros bien cristalizados. Por ejemplo, la hematites posee dureza 6,5 para su variedad metálica bien cristalizada (oligisto) y dureza baja (1.5) para ejemplares terrosos (ocres rojos).

- **Exfoliación**

La exfoliación es la rotura del mineral paralelamente a una cara real o posible del cristal, que suele ser una cara de índices sencillos. La exfoliación está relacionada con la estructura interna del cristal, así por ejemplo, las micas que tienen una estructura en capas con enlaces débiles entre ellas, presentan exfoliación perfecta en estas direcciones.

La exfoliación se puede describir en función de su calidad, perfecta, buena, imperfecta y de su dirección cristalográfica, cúbica {001}, octáedrica {111}, prismática {110} y otras.

No todos los minerales presentan exfoliación y solamente un tanto por ciento pequeño la muestran en grado eminente, pero en el caso de que la tenga, sirve como criterio decisivo de diagnóstico.

- **Fractura**

Se entiende por fractura de un mineral a la rotura sin ninguna relación con la estructura interna del mismo. Es decir, el mineral se ha roto sin relación con direcciones cristalográficas preferentes. Según el aspecto que presente la superficie de rotura, se distingue:

- ✓ Fractura concoidal: superficies curvas como la cara inferior de una concha, por ejemplo sílex, calcedonia.
- ✓ Fractura fibrosa: cuando el mineral se rompe con entrantes y salientes puntiagudos, como una astrilla.
- ✓ Fractura irregular: la más común y la que sucede según superficies irregulares.

- **Magnetismo**

Se dice que un mineral es magnético cuando tiene la capacidad de ser atraído por el campo magnético de un imán. La magnetita y la pirrotina son los únicos minerales corrientes que se atraen con un pequeño imán de

bolsillo. Se llaman ferromagnéticos. Los paramagnéticos son atraídos por electroimanes potentes y son generalmente minerales de hierro y los diamagnéticos son repelidos por el imán. La mayoría de los minerales son diamagnéticos.

- **Fluorescencia y fosforescencia**

Fluorescentes son aquellos minerales, como la scheelita o los minerales de uranio, que se hacen luminiscentes al ser expuestos a la acción de los rayos ultravioleta (lámpara de rayos U.V.A). Si la luminiscencia continua después de haber cortado la fuente de excitación se dice que el mineral es fosforescente. La fluorescencia es una propiedad imprevisible, así algunas muestras de un determinado mineral pueden presentarla y otros no. Por ejemplo, esto sucede con la fluorita.

NESOSILICATOS

OLIVINO

Hábito: cristales equidimensionales de hábito prismático

Color: de verde oliva a amarillento

Dureza: 6.5

Densidad: 3.27 a 4.20 g/cm³

Exfoliación o Fractura: fractura concoídea

Otras características: se altera a idingsita, de color rojo

GRANATE

Hábito: cristales equidimensionales o redondeados, los mas comunes son rombododecaedros, trapezoedros o combinación de ambos.

Color: varía según la especie de granate, los mas frecuentes son rojos oscuros o pardo rojizos.

Dureza: 7-7.5

Densidad: 3.58 a 4.32 g/cm³ según las especies

Exfoliación o Fractura: sin exfoliación, se rompe en astillas

ANDALUCITA

Hábito: cristales prismáticos de sección cudrangular

Color: rosa carne o parda

Dureza: 7.5

Densidad: 3.15 g/cm³

Exfoliación o Fractura: exfoliación clara según (110)

Otras características: La variedad quiastolita presenta inclusiones carbonosas orientadas regularmente en forma de cruz.

SILLIMANITA

Hábito: cristales aciculares o finamente fibrosos

Color: blanco grisáceo a veces pardo

Dureza: 7

Densidad: 3.24 g/cm³

Brillo: céreo o sedoso

Exfoliación o Fractura: exfoliación perfecta según (010)

DISTENA

Hábito: cristales tabulares alargados

Color: azul más intenso hacia el centro del cristal, también blanco **Dureza:** variable, 4-5 paralelamente al alargamiento del cristal y 6-7 según la dirección transversal

Densidad: 3.65 g/cm³

Exfoliación o Fractura: exfoliación perfecta según (100) y buena según (010)

Otras características: también se denomina cianita

ESTAUROLITA

Hábito: prismático. Son características las maclas de dos individuos en cruz griega (con ángulo de 90° entre los brazos) y en cruz de San Andrés (ángulo de 60° entre los brazos).

Color: pardo oscuro a negro

Dureza: 7-7.5

Densidad: 3.7 g/cm³

Exfoliación o Fractura: exfolia mal. Fácilmente fracturable en dirección transversal al alargamiento de los cristales.

Otras características: generalmente en cristales, es muy rara en masa

SOROSILICATOS

EPIDOTA

Hábito: prismático con caras estriadas. Agregados fibrosoradiados

Color: verde más o menos oscuro

Dureza: 6-7

Densidad: 3.4 g/cm³

Exfoliación o Fractura: exfoliación perfecta según (001) e imperfecta según (100)

CICLOSILICATOS

TURMALINA

Hábito: cristales prismáticos, a menudo en sección transversal en triángulo curvilíneo debido al predominio del prisma triangular. Son comunes las caras estriadas.

Color: variable según la composición. Las variedades ferríferas son negras (chorlo) o azuladas (indigolita), las magnésicas son castañas (dravita) y las litínicas rosas (elbaita) y rojas (rubelita). Son frecuentes los zonados de color.

Dureza: 7

Densidad: 3 a 3.25 g/cm³

Exfoliación o Fractura: fractura concoidea

Otras características: piro y piezoeléctrica

BERILO

Hábito: cristales hexagonales prismáticos aislados de tamaño considerable, a menudo con las caras estriadas.

Color: variable según las variedades, normalmente blanco grisáceo o blanco amarillento, pero también existen variedades transparentes amarillas (Heliodoro), rosa (morganita), azulada (aguamarina) y verde (esmeralda).

Dureza: 7-8

Densidad: 2.65-2.90 g/cm³

Exfoliación o Fractura: exfoliación basal imperfecta

CORDIERITA

Hábito: cristales prismáticos. Frecuentemente microgranular y masiva.

Color: gris, mas raramente azul

Dureza: 7-7.5

Densidad: 2.6 g/cm³

Exfoliación o Fractura: exfoliación imperfecta y fractura concoide

Otras características: se altera frecuentemente a mica, clorita o talco (pinnita) y entonces toma tonalidades verdosas y se hace opaca.

INOSILICATOS

En los Inosilicatos hay dos grandes grupos: piroxenos (inosilicatos de cadena sencilla) y anfíboles (inosilicatos de cadena doble). En cuanto a sus características de "visu" se pueden hacer las siguientes consideraciones:

- Color, brillo y dureza son análogas en piroxenos y anfíboles.
- La densidad es generalmente mas baja en anfíboles (por la presencia de OH en su estructura).
- El hábito en piroxenos suele ser en prismas gruesos y cortos. Los anfíboles suelen presentarse en cristales mas alargados, incluso a veces aciculares.
- La exfoliación, cuando se observa, está mejor definida los anfíboles.

Otro grupo de Inosilicatos son los piroxenoides. Son Inosilicatos de cadena sencilla, pero su estructura no es idéntica a la de los piroxenos.

PIROXENOS

DIÓPSIDO

Hábito: cristales prismáticos de sección casi cuadrangular o de ocho lados. También agregados granulares o fibrosoradiados.

Color: verde pálido o pardusco. Se oscurece según aumenta su contenido en hierro.

Dureza: 5-6

Densidad: 3.2 a 3.3 g/cm³

Exfoliación o Fractura: exfoliación en dos planos casi ortogonales

AUGITA

Hábito: cristales prismáticos de sección casi cuadrangular terminados en caras poco desarrolladas de pinacoide. Son frecuentes las maclas de contacto.

Color: negro verdosos, castaño oscuro.

Dureza: 5-6

Densidad: 3.2 a 3.5 g/cm³

Exfoliación o Fractura: exfoliación en dos planos casi ortogonales o fractura astillosa o concoide.

Otras características: sus propiedades son variables puesto que se trata de una solución sólida intermedia entre varios términos puros, entre los que puede citarse al diópsido y la hedenbergita.

PIROXENOIDES

WOLLASTONITA

Hábito: los cristales aislados son raros. Generalmente en masas fibrosas, aciculares o radiadas.

Color: blanco.

Brillo: vítreo, pero puede ser sedoso cuando es fibroso o perlado en las superficies de exfoliación.

Dureza: 5-5.5

Densidad: 2.8 a 3.09 g/cm³

Exfoliación o Fractura: exfoliación perfecta.

Otras características: es difícil diferenciarla de la tremolita.

ANFÍBOLES

TREMOLITA-ACTINOLITA

Hábito: cristales prismáticos alargados, frecuentemente en agregados columnares o fibrosos. En el caso de la tremolita son comunes las fibras sedosas.

Color: blanco en el caso de la tremolita pura, los términos actinolita (intermedios en la serie tremolita-ferroactinolita) son verde mas o menos oscuro. Se considera actinolita aquellos términos con más de un 2% de hierro.

Dureza: 5-6

Densidad: 3 a 3.3 g/cm³

Exfoliación o Fractura: exfoliación perfecta según el prisma vertical.

HORNBLENDA

Hábito: cristales prismáticos alargados, también aciculares o fibrosos en agregados paralelos.

Color: verde oscuro a negro.

Dureza: 5-6

Densidad: 3 a 3.4 g/cm³

Exfoliación o Fractura: exfoliación perfecta según el prisma vertical.

FILOSILICATOS

Los Filosilicatos son todos hojosos o escamosos y tienen una dirección de exfoliación dominante. Las láminas de exfoliación pueden ser flexibles e incluso elásticas. Son generalmente blandos y presentan densidad relativamente baja.

MICAS

MOSCOVITA

Hábito: cristales tabulares de contorno hexagonal. Masas foliáceas, escamosas y laminares.

Color: blanco plateado

Dureza: 2.5 en la dirección de exfoliación y 4 perpendicular a ella.

Densidad: 2.76 a 2.88 g/cm³

Exfoliación o Fractura: exfoliación basal perfecta.

BIOTITA

Hábito: Rara vez cristales tabulares de contorno hexagonal. Comúnmente aparece en laminillas diseminadas o en agregados de láminas.

Color: oscuro, de pardo a negro

Dureza: 2.5 - 4

Densidad: 2.8 a 3.2 g/cm³

Exfoliación o Fractura: exfoliación basal perfecta.

LEPIDOLITA

Hábito: laminillas de contorno hexagonal, a menudo en forma de finos agregados.

Color: entre rosa y lila

Dureza: 2.5-4

Densidad: 2.8 a 3.2 g/cm³

Exfoliación o Fractura: exfoliación basal perfecta.

OTROS FILOSILICATOS

SERPENTINA

Hábito: el término incluye varios politipos, no siempre individualizables: antigorita laminar o en masas compactas, crisotilo en agregados fibrosos y lizardita en diminutas escamas o en agregados compactos. Los cristales no se conocen, excepto como pseudomorfos.

Color: es frecuentemente verde jaspeado con zonas más o menos claras.

Dureza:4

Densidad: 2.5-2.6 g/cm³

Brillo: graso, céreo en variedades masivas y sedoso en las fibrosas

Otras características: opaca, raramente traslúcida.

TALCO

Hábito: nunca en forma de cristales individuales. Generalmente agregados escamosos y masas compactas afieltradas (variedad esteatita o piedra jabonosa).

Color: blanco, blanco verdoso, gris o castaño.

Dureza:1

Densidad: 2.7 g/cm³

Brillo: perlado en láminas y céreo en masas

Otras características: untuoso al tacto

SEPIOLITA

Hábito: masas compactas muy porosas de aspecto terroso

Color: blanco amarillento

Dureza: 2

Densidad: 2 g/cm³

Exfoliación o Fractura: exfoliación basal perfecta.

Otras características: flota sobre el agua (de ahí el sinónimo de "espuma de mar").

TECTOSILICATOS

CUARZO

Hábito: puede localizarse en cristales bien formados, incluso de enormes dimensiones hasta masas compactas microcristalinas (cuarcitas) y criptocristalinas (águas). Los cristales son generalmente prismas hexagonales, terminados en dos romboedros que simulan una bipirámide hexagonal. Las maclas son comunes.

Color: es usualmente blanco, pero en la práctica puede presentar todas las tonalidades según las variedades. Cuando es puro es incoloro (cristal de roca).

Dureza: 7

Densidad: 2.65 g/cm³

Exfoliación o Fractura: no tiene exfoliación. Fractura concoidea.

Otras características: Piroeléctrico y piezoeléctrico

Variedades de la sílice

Variedades macrocristalinas

- **Cuarzo lechoso:** su color blanco depende de la presencia de
 - inclusiones fluidas
- **Cuarzo hialino o cristal de roca:** transparente e incoloro
- **Cuarzo ahumado:** pardo más o menos oscuro, incluso negro.
- **Cuarzo citrino:** amarillo o pardo. Se utiliza como imitación de topacio
- **Cuarzo rosa:** extraordinariamente raro en cristales
- **Amatista:** color violeta

Variedades criptocristalinas

- **Calcedonia:** es una variedad compacta, de concreción zonada. Son comunes los nódulos con zonaciones concéntricas de color. Puede adoptar diversos nombres según el aspecto que presente:
 - ✓ **Agata:** calcedonia en bandas concéntricas de diversos colores
 - ✓ **Onice:** calcedonia blanquecina o rojiza
 - ✓ **Cornalina:** calcedonia roja-anaranjada
 - ✓ **Heliotropo o Piedra sangre:** calcedonia verde con puntos rojos

Variedades granudas

- **Silex:** calcedonia de textura fina y compacta y fractura concoidea. Pueden tener color blanco, gris, negro o rojo (Jaspe).

FELDESPATO POTÁSICO (ORTOSA)

Hábito: Prismas cortos, algo aplastados, frecuente y típicamente maclados según la Ley de Carlsbad (planos de composición (010)). Menos comunes son las maclas por contacto según la Ley de Manebach y Baveno.

Color: A menudo incoloro o blanco, pero también puede ser amarillento o rosado.

Dureza: 6

Densidad: 2.56 g/cm³

Exfoliación o Fractura: exfoliación según dos planos ortogonales (de ahí el nombre de Ortosa).

FELDESPATOIDES

LEUCITA

Hábito: trapezoédrico. Gránulos esféricos diseminados.

Color: blanco a gris

Dureza: 5-6

Densidad: 2.5

Exfoliación o Fractura: no exfoliable, fractura concoidea

ZEOLITAS

Las zeolitas son un grupo de silicatos de aluminio hidratados con sodio y calcio, que presentan unas características de "visu" muy semejantes, hasta el punto de ser extraordinariamente difícil distinguir entre sí a las diferentes especies.

Un gran número de especies tiene hábito fibroso o en acículas fibrosoradiadas, como por ejemplo la natrolita. Otras especies se presentan en cristales prismáticos o tabulares, como la laumontita o la heulandita. Muchas son blancas, aunque pueden ser amarillas, rosas o anaranjadas. Tienen dureza entre 3.5 y 5.5, así como densidad entre 2 y 2.4.

Estudio microscópico de silicatos

NESOSILICATOS

OLIVINO

Hábito: normalmente anhedral, pero los cristales pueden tener contornos poligonales.

Exfoliación: no tiene exfoliación, si presenta numerosas líneas de fractura (Fig. 2).

Color: incoloro

Pleocroísmo: no

Relieve: alto

Extinción: recta (aunque la ausencia de líneas de exfoliación hace que no puede observarse)

Birrefringencia: Muy alta (Fig. 3)

Figura de interferencia: Biáxico negativo

Otras características: se altera a serpentina, talco.

GRANATE

Hábito: euhédrico, con secciones transversales hexagonales u octogonales.

Exfoliación: no

Color: incoloro o débilmente rosado

Pleocroísmo: no

Relieve: muy alto

Birrefringencia: isótropo o débilmente anisótropo, color de interferencia gris de primer orden, en granates cálcicos como la grosularia.

Figura de interferencia: isótropo

Posibles confusiones con otros minerales: con otros minerales isótropos, pero lo granates tienen el relieve muy elevado.

ANDALUCITA

Hábito: cristales prismáticos gruesos, secciones basales casi cuadradas.

Exfoliación: buena, subortogonal (89°)

Color: incoloro a rosa pálido

Pleocroísmo: débil de tonos rosados (Fig. 5)

Relieve: moderado a alto

Extinción: recta

Birrefringencia: débil, de gris a amarillo de primer orden

Figura de interferencia: Biáxico negativo

Posibles confusiones con otros minerales: se distingue de los ortopiroxenos por tener mas marcadas las líneas de exfoliación y por el pleocroismo rosado.

SILLIMANITA

Hábito: prismático, fibroso (Fig. 6)

Exfoliación: buena

Color: incoloro

Pleocroismo: no

Relieve: alto

Extinción: recta

Birrefringencia: media

Figura de interferencia: Biáxico positivo

Posibles confusiones con otros minerales: se podría confundir con las micas blancas, pero éstas tienen el relieve menor y la birrefringencia mas fuerte. Además es característico el hábito fibroso de la sillimanita.

DISTENA

Hábito: prismático

Exfoliación: buena, líneas de exfoliación a 90°

Color: incoloro a gris azulado

Pleocroismo: ligero en tonos azulados (Fig.7)

Relieve: alto

Extinción: oblicua, generalmente con ángulos menores de 30°. En secciones paralelas al eje c puede presentar ángulos de extinción muy pequeños, casi extinción recta.

Birrefringencia: baja

Maclado: frecuente

Figura de interferencia: Biáxico negativo

ESTAUROLITA

Hábito: prismático. Es frecuente la textura poiquilítica, esto quiere decir que engloba granos pequeños de otros minerales, normalmente cuarzo.

Exfoliación: imperfecta según (010)

Color: amarillo a pardo

Pleocroismo: moderado a fuerte de tonos amarillos a pardos (Fig.8)

Relieve: alto

Extinción: oblicua en secciones longitudinales, simétrica en transversales

Birrefringencia: media a baja
Maclado: frecuente, en cruz
Figura de interferencia: Biáxico positivo

ESFENA

Hábito: cristales en sección rómbica aguda o granos irregulares
Exfoliación: no
Color: incoloro a pardo (Fig.9)
Pleocroísmo: débil en secciones coloreadas
Relieve: muy alto
Extinción: debido a la fuerte dispersión a veces no tiene extinción completa
Birrefringencia: extrema
Figura de interferencia: Biáxico positivo

CLORITOIDE

Hábito: tabular
Exfoliación: buena
Color: incoloro a gris
Pleocroísmo: muy ligero, de incoloro a gris verdosos
Relieve: alto
Extinción: oblícua
Birrefringencia: baja, gris de primer orden
Maclado: polisintético
Figura de interferencia: Biáxico positivo
Posibles confusiones con otros minerales: se podría confundir con ortopiroxenos, pero éstos tiene extinción recta y además el cloritoide presenta maclas polisintéticas características.

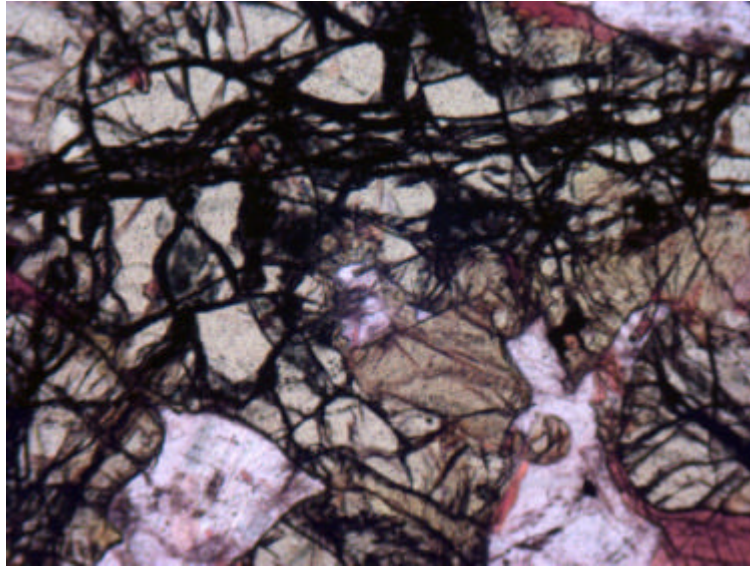


Fig.2. **Olivino** (un polarizador, 40x)

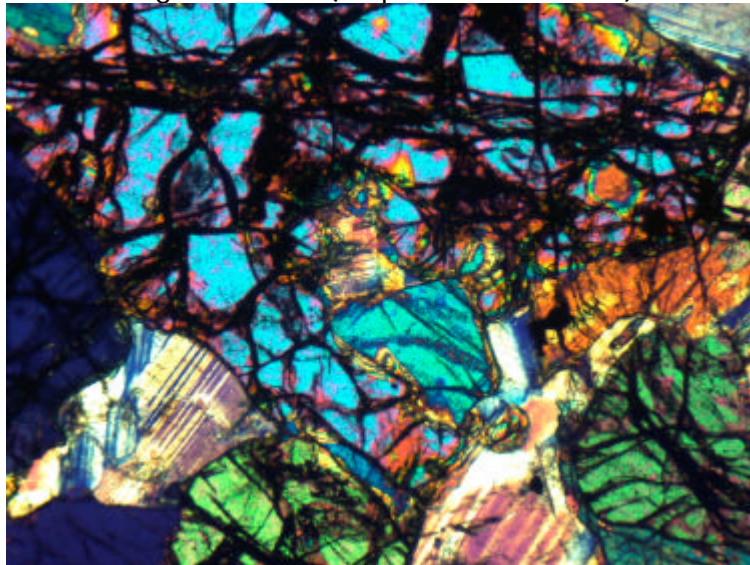


Fig.3. **Olivino** (nícoles cruzados, 40x)

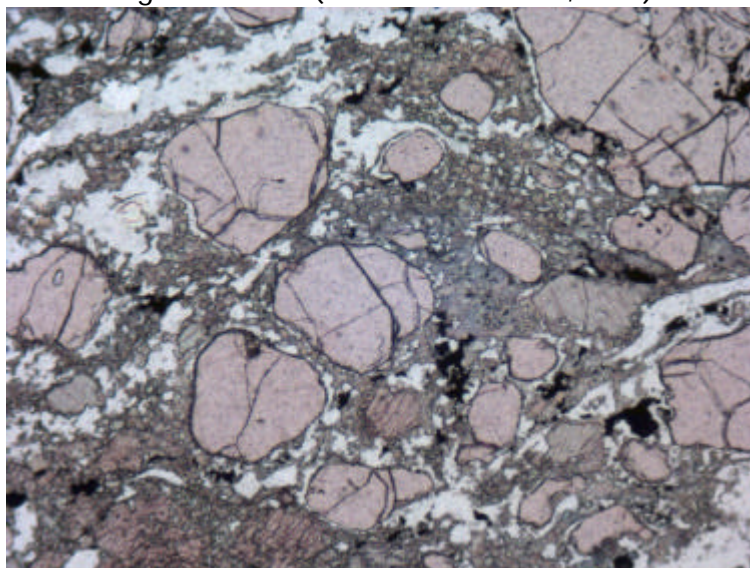


Fig.4. **Granates** (un polarizador, 40x)

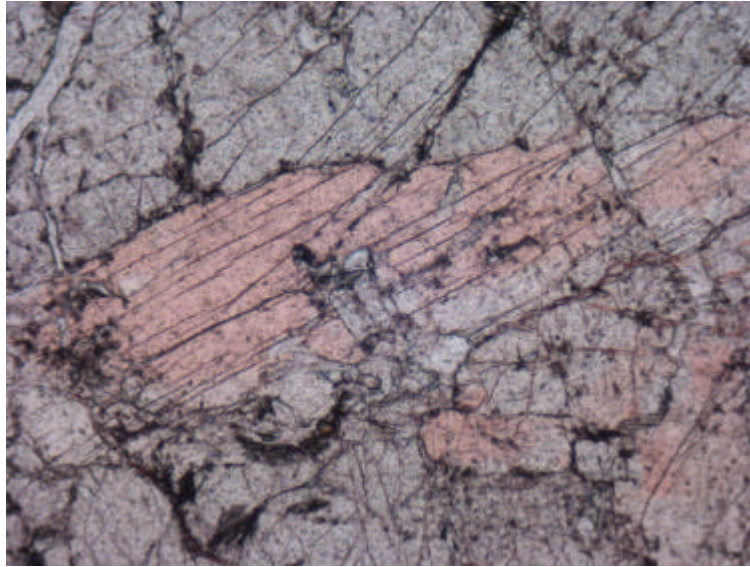


Fig.5. **Andalucita**. Obsérvese el ligero pleocroismo rosa. (un polarizador, 40x)

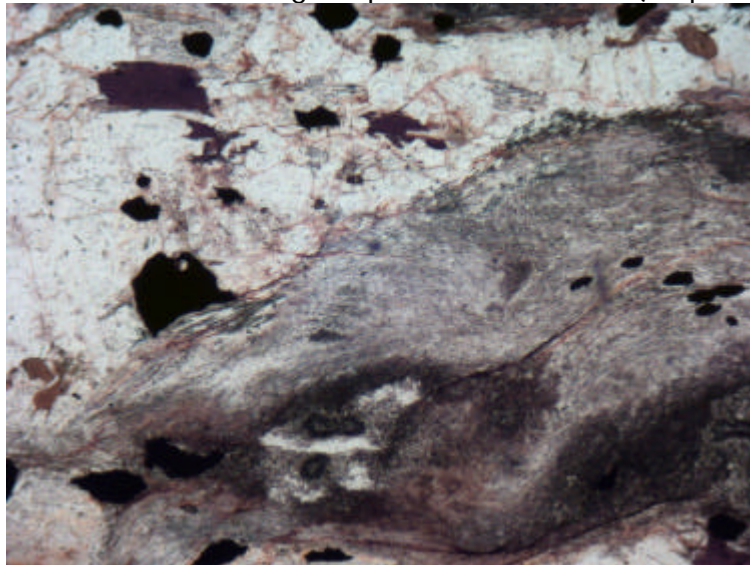


Fig.6. **Sillimanita** fibrosa (un polarizador, 40x)

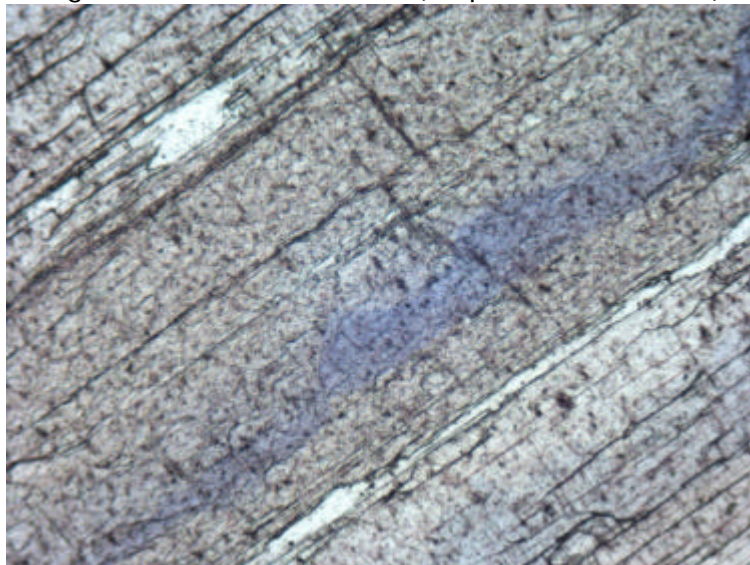


Fig. 7. **Distena** con ligero pleocroismo azul (un polarizador, 40x)

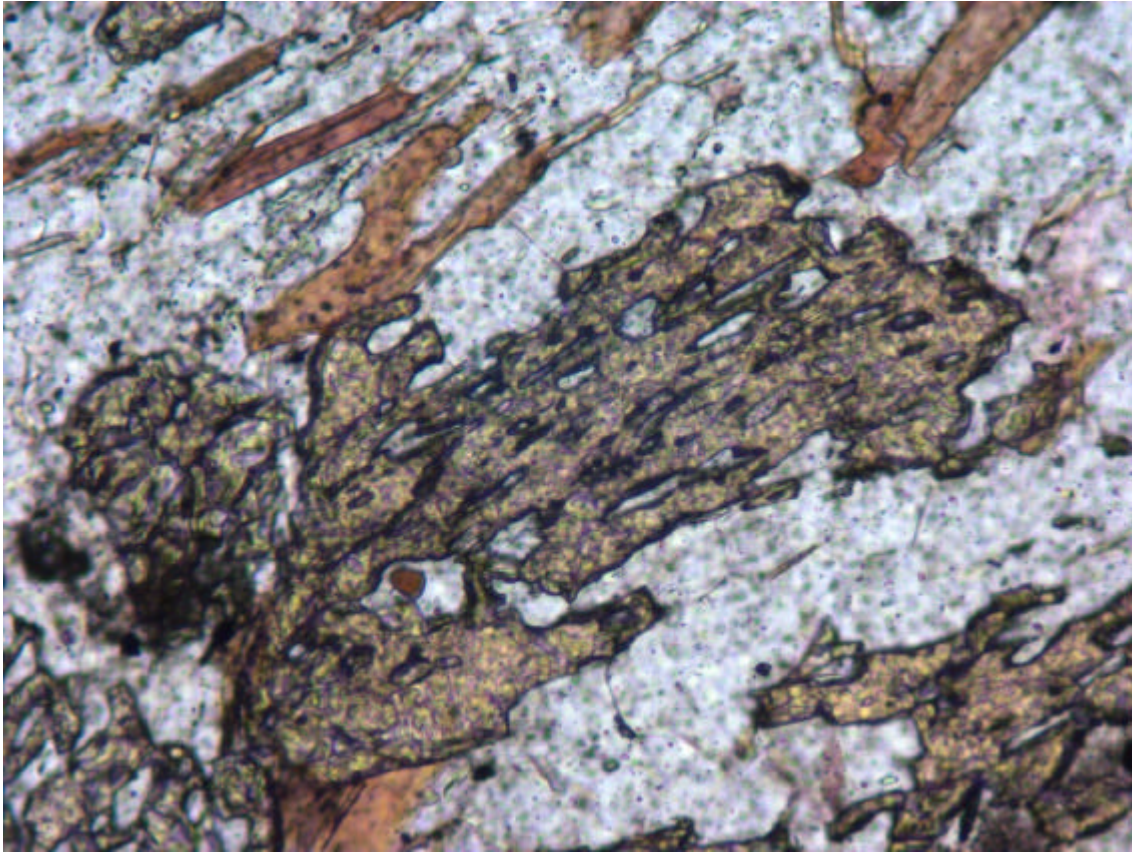


Fig. 8. **Estaurolita** (un polarizador, 100x)

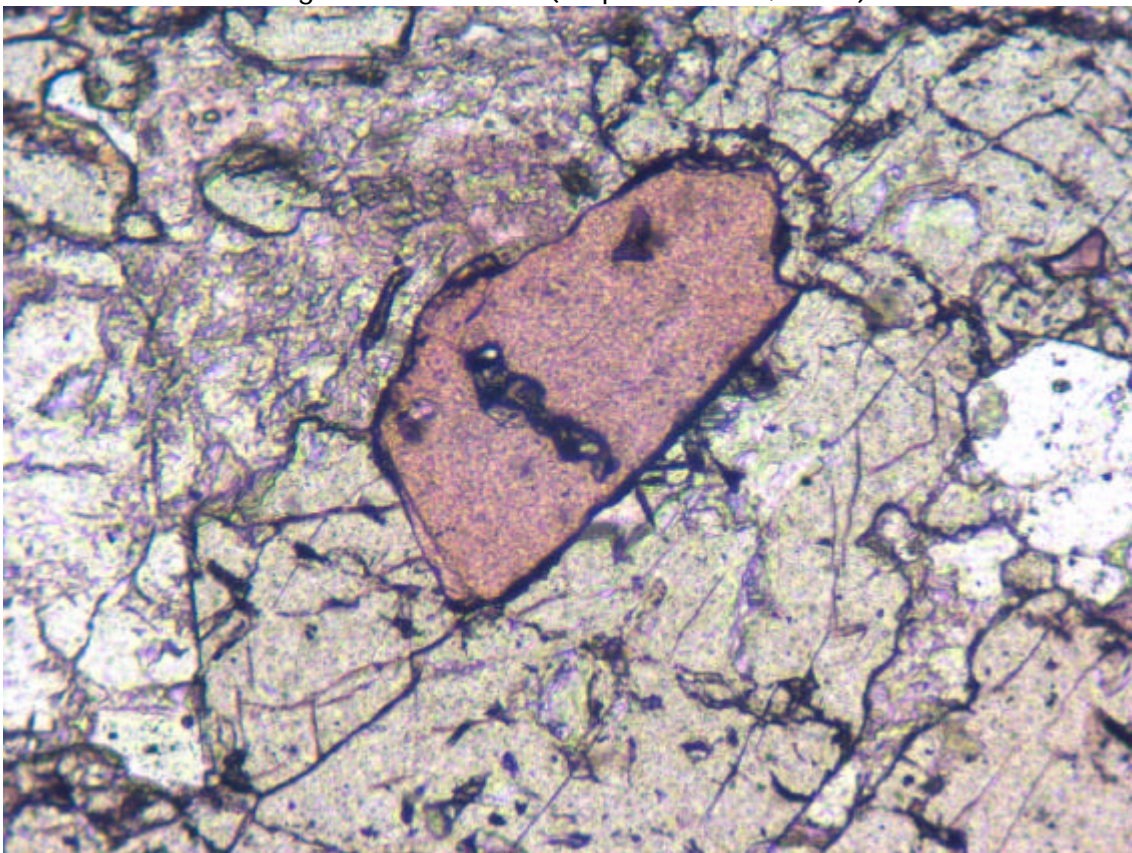


Fig.9. **Esfena** (un polarizador, 100x)

SOROSILICATOS

EPIDOTA

Hábito: prismas alargados según el eje b (Fig.10a), en granos en secciones transversales.

Exfoliación: perfecta según (001)

Color: incoloro o amarillo pálido

Pleocroísmo: débil de incoloro a amarillo

Relieve: alto

Extinción: recta en secciones alargadas

Birrefringencia: varía dentro del interior del grano. Colores de interferencia de primer y segundo orden. A esto se denomina "manto de Arlequín" (Fig.10b).

Maclado: polisintéticas según (100)

Figura de interferencia: Biáxico negativo

Posibles confusiones con otros minerales: se podría confundir con piroxenos, pero en la epidota es característico el "manto de Arlequín". Además los piroxenos muestran dos sistemas de líneas de exfoliación y birrefringencia mas baja.

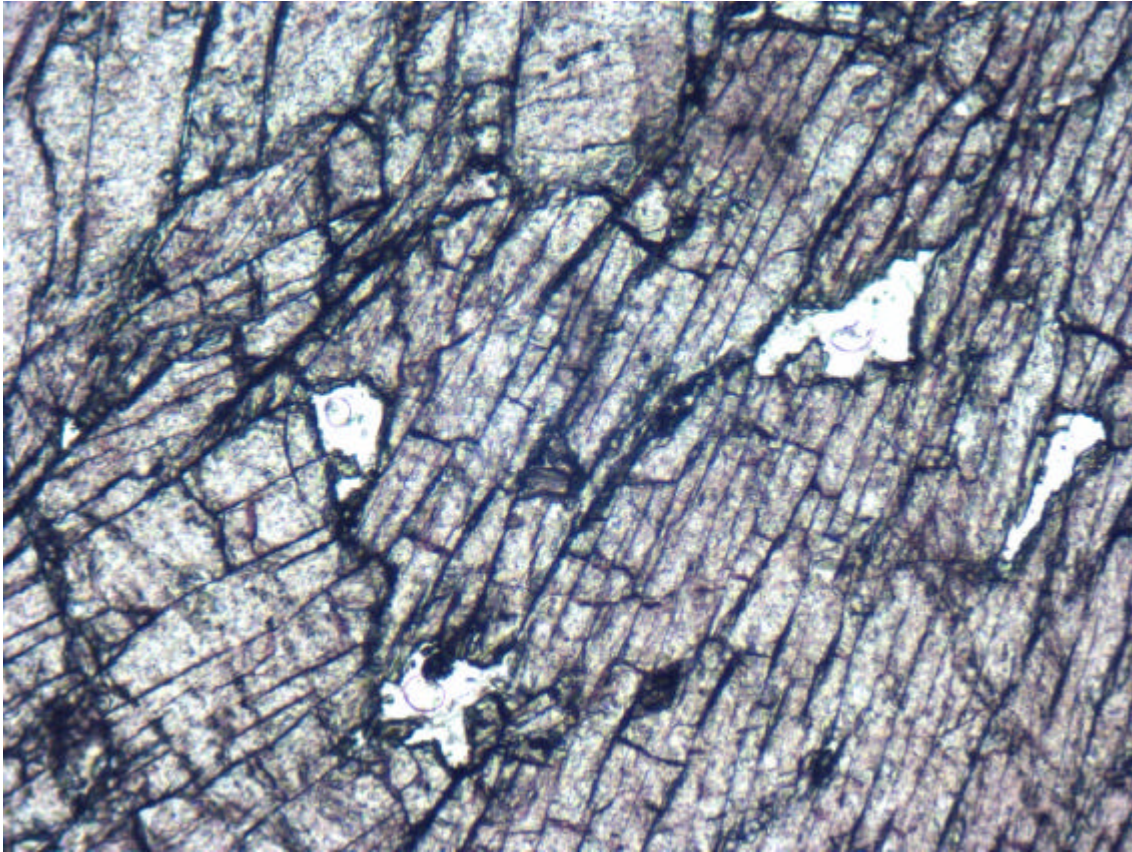


Fig.10a. **Epidota** (un polarizador, 40x)

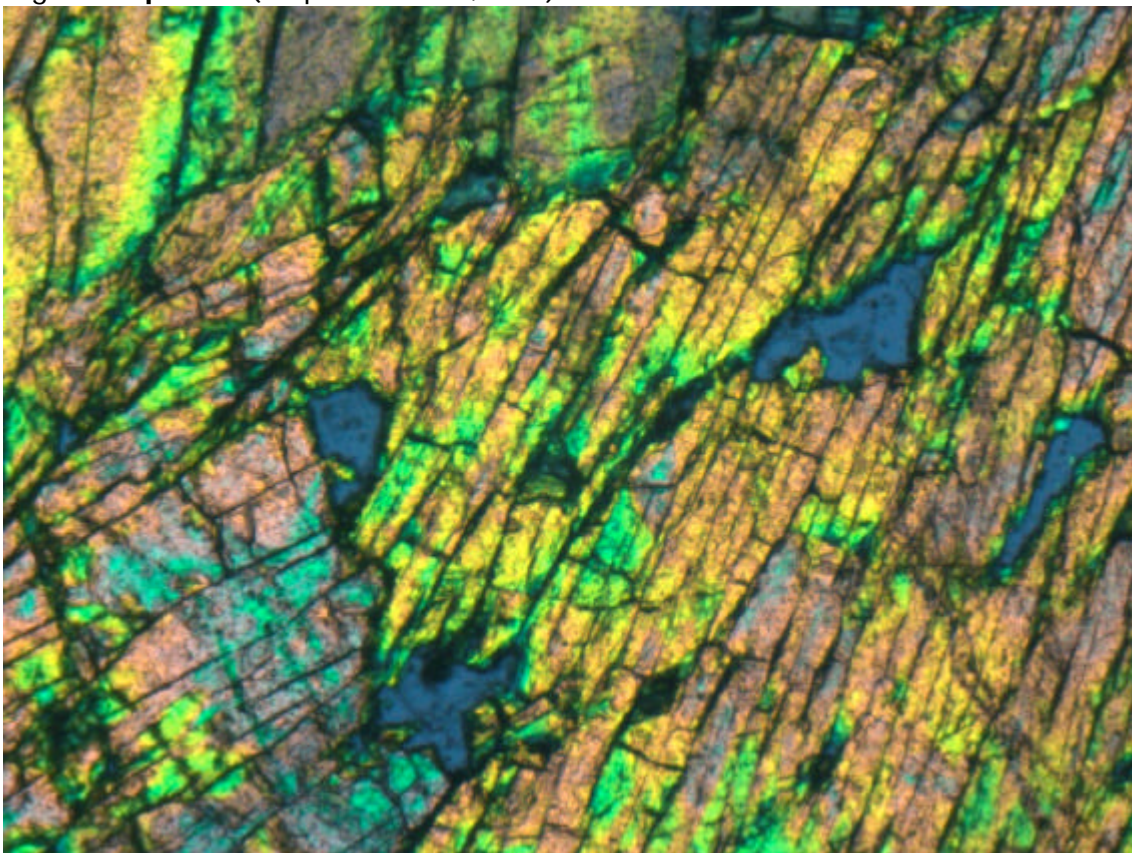


Fig. 10b. **Epidota** (nícoles cruzados , 40x) Observese el "manto de Arlequín"

CICLOSILICATOS

TURMALINA

Hábito: prismático y secciones basales de hábito trigonal. También cristales aciculares y fribrosos.

Exfoliación: no

Color: incoloro, verde, marrón, amarillento, rosa.

Pleocroísmo: intenso. Las secciones basales no son pleocroicas.

Relieve: medio, aumenta con el contenido en hierro.

Extinción: recta en secciones alargadas

Birrefringencia: alta, aumenta con el contenido en hierro.

Zonado: muy acusado (Fig.11)

Figura de interferencia: Uniáxico negativo

Posibles confusiones con otros minerales: se podría confundir con biotita y con hornblenda. La turmalina se distingue por la ausencia de exfoliación, zonado y su carácter uniáxico.

CORDIERITA

Hábito: irregular

Exfoliación: no

Color: incoloro

Pleocroísmo: no

Relieve: bajo.

Extinción: recta

Birrefringencia: baja, gris de primer orden.

Maclas: cíclicas (Fig.12), polisintéticas

Figura de interferencia: Biáxico negativo

Alteraciones: Muy frecuente y característica. Se altera a sericita y a sericita con clorita (pinnita).

Posibles confusiones con otros minerales: la cordierita se confunde fácilmente con el cuarzo. Se distingue porque la cordierita se altera con mucha facilidad por los bordes a pinnita y también por el maclado y signo óptico.

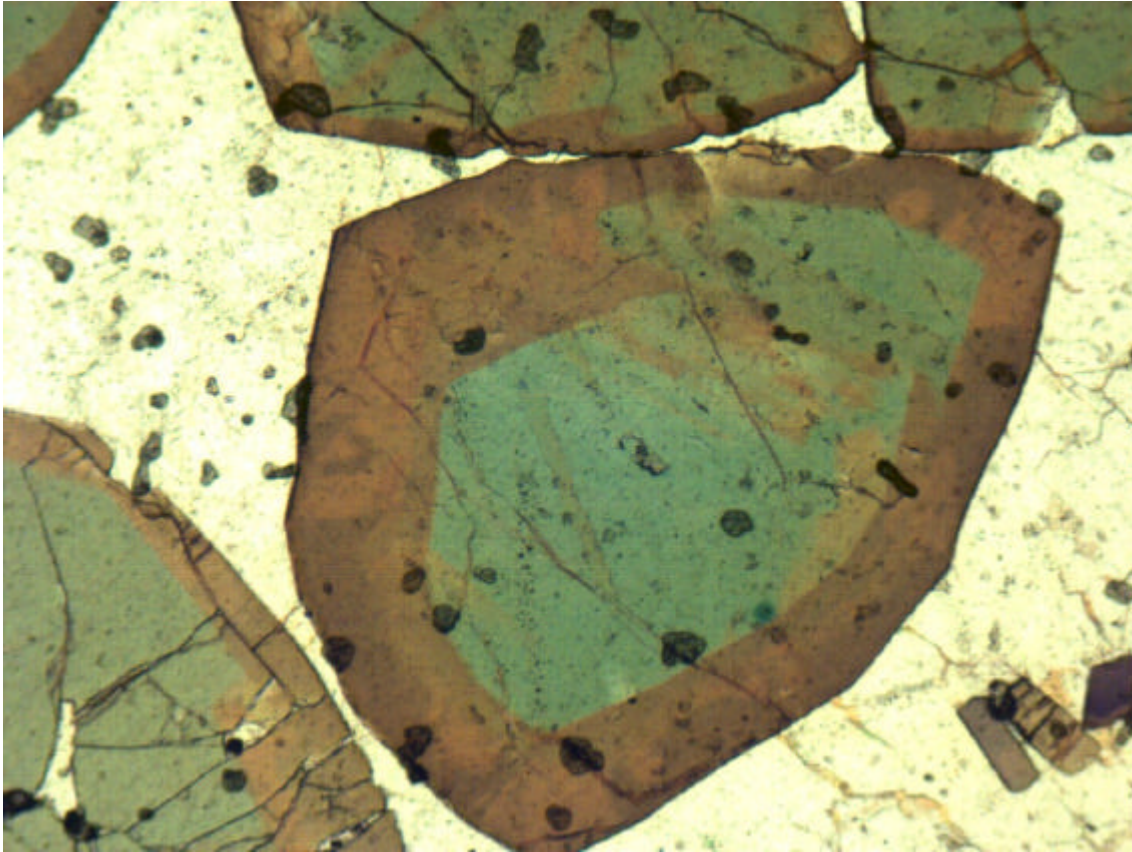


Fig. 11. **Turmalina**. Sección basal de hábito triangular zonada (un polarizador, 40x)

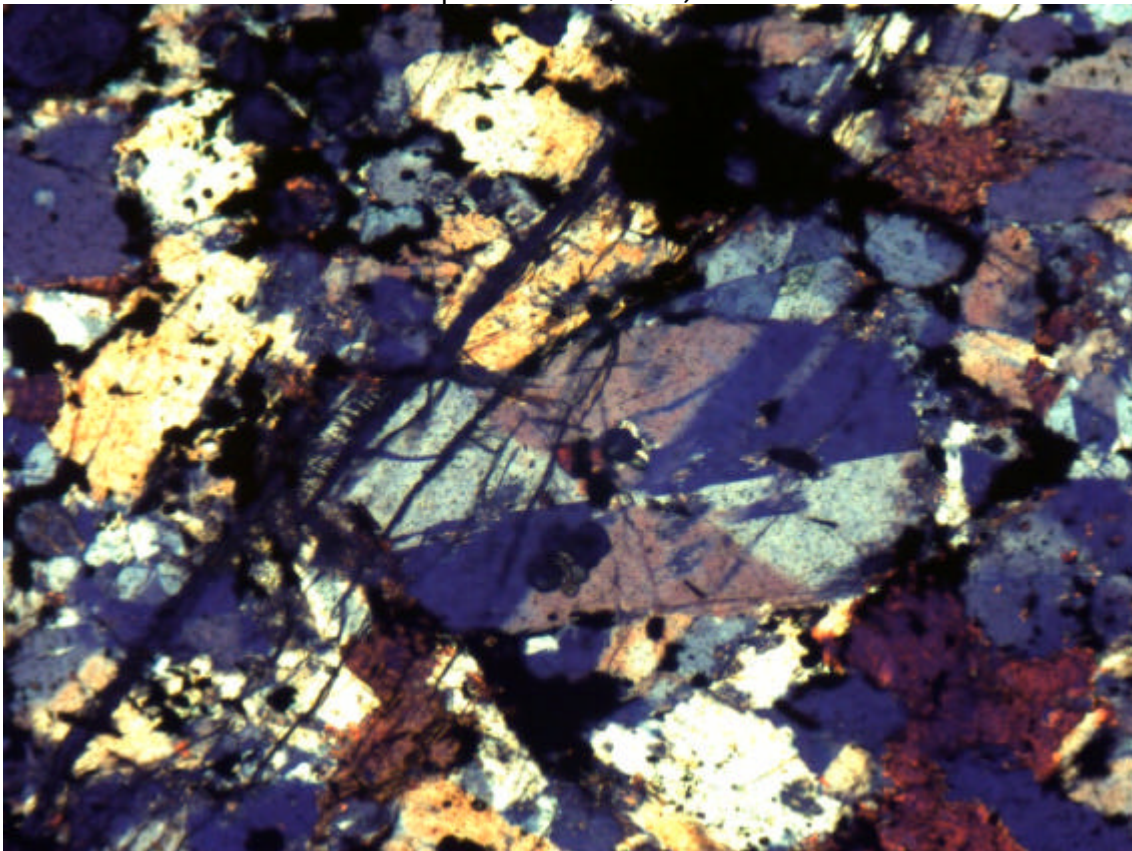


Fig.12. **Cordierita**. Macla cíclica de seis individuos (nícoles cruzados, 40x)

INOSILICATOS

Para distinguir al microscopio piroxenos de anfíboles hay que tener en cuenta las siguientes diferencias entre sus propiedades ópticas:

	PIROXENOS	ANFÍBOLES
Hábito	Prismas cortos	Prismas largos, a veces aciculares
Exfoliación		
<i>Secciones basales</i>	Dos sistemas de líneas que se cortan a 88°	Dos sistemas de líneas que se cortan a 124°
<i>Secciones paralelas a "c"</i>	Un sistema de líneas	Un sistema de líneas
Relieve	Mayor que los anfíboles	Menor que los piroxenos
Pleocroismo	No tienen o poco marcado	Acusado
Ángulo de extinción en secciones paralelas a "c"	Mayor que los anfíboles	Menor que los piroxenos
Signo óptico	Generalmente positivo	Generalmente negativo

PIROXENOS

En primer lugar hay que hacer distinción entre piroxenos rómbicos: ortopiroxenos y piroxenos monoclinicos : clinopiroxenos.

Hábito	Prismas cortos paralelos "c"	Prismas algo más largos paralelos "c"
Exfoliación		
<i>Secciones basales</i>	Dos sistemas de líneas que se cortan a 88°	Dos sistemas de líneas que se cortan a 87°
<i>Secciones paralelas a "c"</i>	Un sistema de líneas	Un sistema de líneas
Relieve	Alto	Alto
Ángulo de extinción en secciones paralelas a "c"	Recta	Generalmente oblicua, recta en secciones (100) Ángulo máximo característico de cada especie
Figura de Interferencia	Biáxico positiva con ángulo 2V grande	Biáxico positivo

ORTOPIROXENOS

ENSTATITA-FERROSILITA

Hábito: prismático, secciones transversales de cuatro u ocho lados.

Exfoliación: característica en dos direcciones (aproximadamente a 90°) en secciones basales y en una dirección en secciones alargadas.

Color: incoloro-verde pálido (para las variedades férricas).

Pleocroismo: no presenta o inapreciable.

Relieve: alto, aumenta con el contenido en hierro.

Extinción: recta

Birrefringencia: media-baja, aumenta con el contenido en hierro

Figura de interferencia: Biáxico positiva

Alteraciones: a serpentina

Posibles confusiones con otros minerales: se podría confundir con los clinopiroxenos. Ya se ha indicado un método de distinción entre ambos.

CLINOPIROXENOS

DIÓPSIDO

Hábito: prismático alargado según c.

Exfoliación: característica en dos direcciones (aproximadamente a 90°) en secciones basales y en una dirección en secciones alargadas.

Color: incoloro.

Pleocroísmo: no.

Relieve: alto.

Extinción: oblicua entre 37 a 44°.

Birrefringencia: alta, colores de 2° orden

Maclado: frecuente

Zonado: no

Figura de interferencia: Biáxico positivo

Alteraciones: a clorita y calcita

Posibles confusiones con otros minerales: se puede confundir con otros clinopiroxenos, como la augita. Se diferencia por el tipo de roca en que se encuentra, el diópsido se reconoce sobre todo en rocas de metamorfismo de contacto y la augita es típica de rocas ígneas básicas y ultrabásicas.

AUGITA

Hábito: prismas cortos y gruesos con alargamientos paralelos a c (Fig.13). Secciones basales ortogonales mostrando los dos sistemas de líneas de exfoliación características de los piroxenos.

Exfoliación: muy buena.

Color: incoloro, verde pálido, marrón claro-

Pleocroísmo: raramente.

Relieve: alto.

Extinción: oblicua entre 36 a 45°.

Birrefringencia: alta

Maclado: frecuente, repetitivas, macla típica en "sable".

Zonado: muy frecuente, sobre todo en augitas volcánicas.

Figura de interferencia: Biáxico positivo

Alteraciones: a clorita y calcita, a clinoanfíboles.

Figura de interferencia: Biáxico negativo

Variedades: Augita titanífera. Se caracteriza por ser pleocroica en tonos amarillos, violetas y marrones. Presenta birrefringencia muy fuerte.

Posibles confusiones con otros minerales: Como ya se ha indicado se puede confundir con el diópsido. También con los ortopiroxenos, de los que se distingue por la extinción oblicua y se podría confundir con el olivino. Este último no exfolia, ni se macla, ni se le observa zonado.

AEGIRINA

Hábito: prismas largos, acicular.

Exfoliación: muy buena como otros piroxeno

Color: verde a marrón

Pleocroísmo: intenso de verde a marrón

Relieve: alto.

Extinción: oblicua de ángulo pequeño (2 a 10°)

Birrefringencia: muy alta, colores de 2 a 3^{er} orden.

Maclado: frecuentes

Zonado: frecuente.

Figura de interferencia: Biáxico negativo

Posibles confusiones con otros minerales: se puede confundir con la hornblenda verde. Para diferenciarlas hay que tener en cuenta las diferencias ya indicadas entre piroxenos y anfíboles. También se podría confundir con la augita. En este caso hay que tener en cuenta el color más verde de la aegirina y su signo óptico.

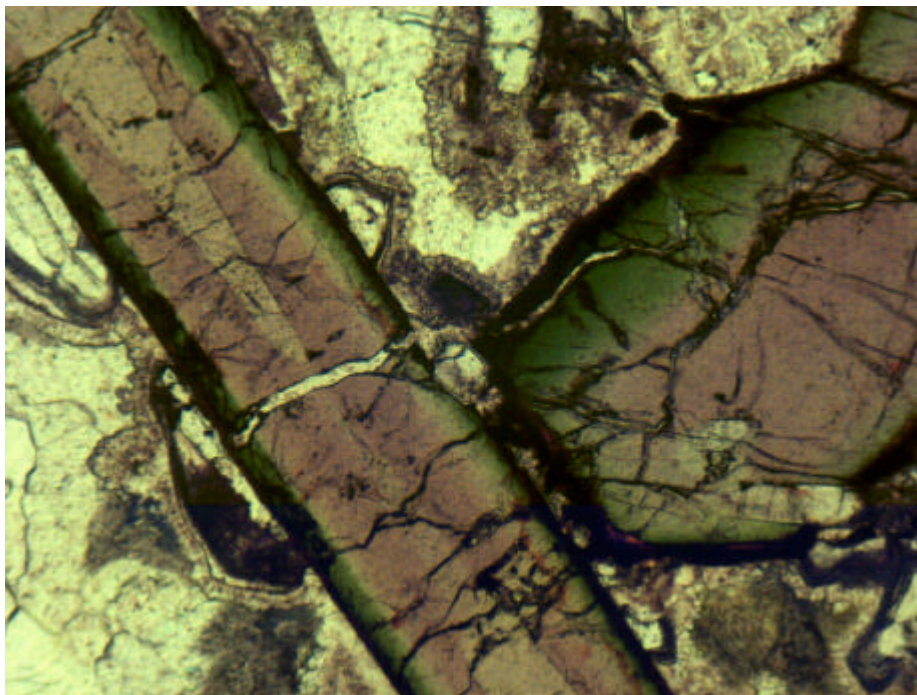


Fig. 13. **Augita aegirínica.** Cristales prismáticos (nícoles cruzados, 40x)

ANFÍBOLES

Al igual que los piroxenos, los anfíboles se pueden dividir en dos grandes grupos: ortoanfíboles o anfíboles rómbico y clinoanfíboles o anfíboles monoclinicos. Los ortoanfíboles estan asociados a ambientes genéticos muy limitados, por lo que en estas prácticas se van a estudiar solamente los clinoanfíboles.

CARÁCTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CLINOANFÍBOLES

Hábito	Prismas alargados según c, a menudo aciculares o fibrosos
Exfoliación	Líneas de exfoliación constantes en secciones basales, formando ángulos de 56 y 124°. En secciones paralelas a c un solo sistema de líneas.
Maclas	Maclas de dos individuos y polisintéticas
Extinción	Extinción oblicua, a excepción de secciones (100) según la cual presentan extinción recta
Figura de Interferencia	En general son biáxicos negativos

TREMOLITA-ACTINOLITA

Hábito: prismático con secciones basales bien desarrolladas. A veces cristales fibrosos.

Exfoliación: característica en dos direcciones (aproximadamente a 120°) en secciones basales y en una dirección en secciones alargadas.

Color: incoloro en el caso de la tremolita a verde pálido en términos actinolita.

Pleocroísmo: solo en los términos actinolita, ese caso de tonos verde-amarillentos..

Relieve: moderado a alto, aumenta con el contenido en hierro.

Extinción: oblicua entre 11 y 17°.

Birrefringencia: media a alta

Maclado: maclas polisintéticas

Figura de interferencia: Biáxico negativo

Alteraciones: a clorita, epidota, calcita y talco

Posibles confusiones con otros minerales: puede ser difícil distinguir la actinolita de la hornblenda verde.

HORNBLENDA

Hábito: prismático o aciculares, con secciones basales bien desarrolladas.

Exfoliación: característica en dos direcciones (aproximadamente a 120°) en secciones basales y en una dirección en secciones alargadas.

Color: verde (Fig.14)

Pleocroísmo: muy intenso, en tonos verdes.

Relieve: moderado a alto, aumenta con el contenido en hierro.

Extinción: oblicua entre 15 y 27°.

Birrefringencia: media

Maclado: frecuente

Figura de interferencia: Biáxico negativo

Alteraciones: a clorita, epidota, calcita.

Posibles confusiones con otros minerales: como se ha indicado es fácil confundir hornblenda con actinolita. La hornblenda tiene color y pleocroísmo más intenso y ángulo de extinción algo mayor.

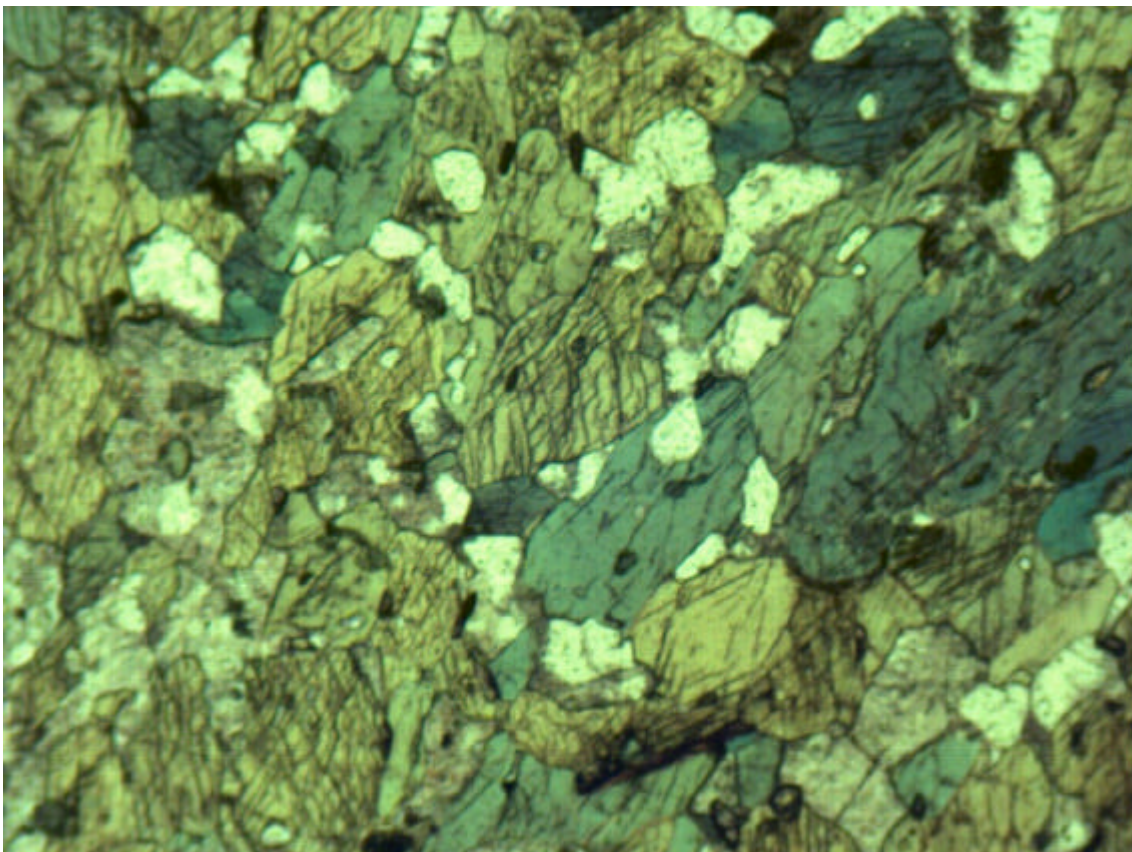


Fig. 14. **Anfíbol.** Secciones basales con exfoliación característica (un polarizador, 40x)

FILOSILICATOS

MICAS

MOSCOVITA

Hábito: laminar.

Exfoliación: basal muy marcada, sólo visible en secciones que no sean basales.

Color: incoloro

Pleocroísmo: no

Relieve: moderado.

Extinción: recta, a veces puede ser ligeramente oblicua, menor de 3°. Es característico de las micas que en laminillas deformadas se presenten fenómenos de extinción ondulante.

Birrefringencia: alta, azules y verdes de 2º y 3º orden (Fig.15)

Figura de interferencia: Biáxico negativo

BIOTITA

Hábito: laminar.

Exfoliación: basal muy marcada, sólo visible en secciones que no sean basales.

Color: pardo, pardo-rojizo (Fig.16)

Pleocroísmo: muy acusado de pardo claro a pardo oscuro.

Relieve: moderado.

Extinción: recta, a veces puede ser ligeramente oblicua, menor de 9°. Muestra la característica de las micas de no extinguirse totalmente.

Birrefringencia: alta, los colores de interferencia puede estar enmascarados por el intenso color del mineral.

Figura de interferencia: Biáxico negativo

Alteraciones: son característicos los procesos de cloritización de biotitas, es decir alteración a clorita a favor de fracturas o borde de grano.

Posibles confusiones con otros minerales: se podría confundir con la hornblenda marrón. Se distingue por el tipo de exfoliación y falta de extinción total, característica de las micas.

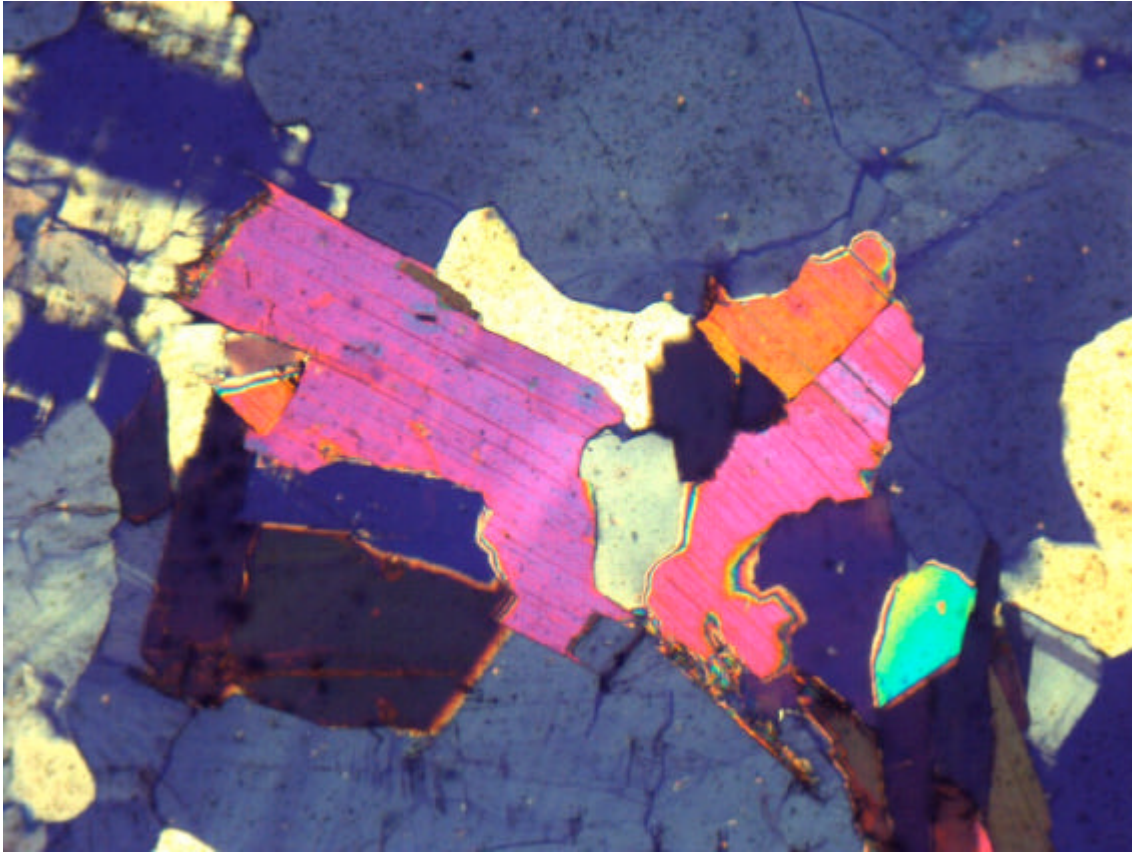


Fig. 15. **Moscovita** (nícoles cruzados, 40x)



Fig. 16. **Biotita** (un polarizador, 40x)

OTROS FILOSILICATOS

CLORITA

Hábito: cristales anhedrales o laminares..

Exfoliación: basal perfecta.

Color: verde claro.

Pleocroísmo: de incoloro a verde claro.

Relieve: moderado.

Extinción: recta.

Birrefringencia: baja, gris azulado de primer orden.

Figura de interferencia: Biáxico negativo o positiva según la composición de la clorita.

SERPENTINA

Hábito: fibrosos o granulares.

Exfoliación: basal, pero no es fácilmente observable por el tipo de hábito.

Color: incoloro o verde muy pálido.

Pleocroísmo: no.

Relieve: bajo a moderado.

Extinción: recta.

Birrefringencia: baja..

Figura de interferencia: Biáxico negativo

Alteraciones: a clorita.

Posibles confusiones con otros minerales: se podría confundir con clorita, pero en la serpentina es característica la textura en vénulas, llamada "piel de serpiente".

TECTOSILICATOS

CUARZO

Hábito: cristales anhedrales

Exfoliación: no tiene

Color: incoloro

Pleocroísmo: no

Relieve: bajo

Extinción: recta. En cristales que han sido sometidos a tensión es típica la extinción ondulante.

Birrefringencia: baja, gris de primer orden (Fig. 17).

Figura de interferencia: uniáxico positivo.

Alteraciones: no se altera, es característico la superficie "limpia" de los granos de cuarzo..

Posibles confusiones con otros minerales: se podría confundir con la cordierita. A diferencia de la cordierita, el cuarzo muestra la superficie "limpia", sin alterar y es uniáxico. De los feldspatos se diferencia porque éstos presentan maclas características, zonado y alteraciones.

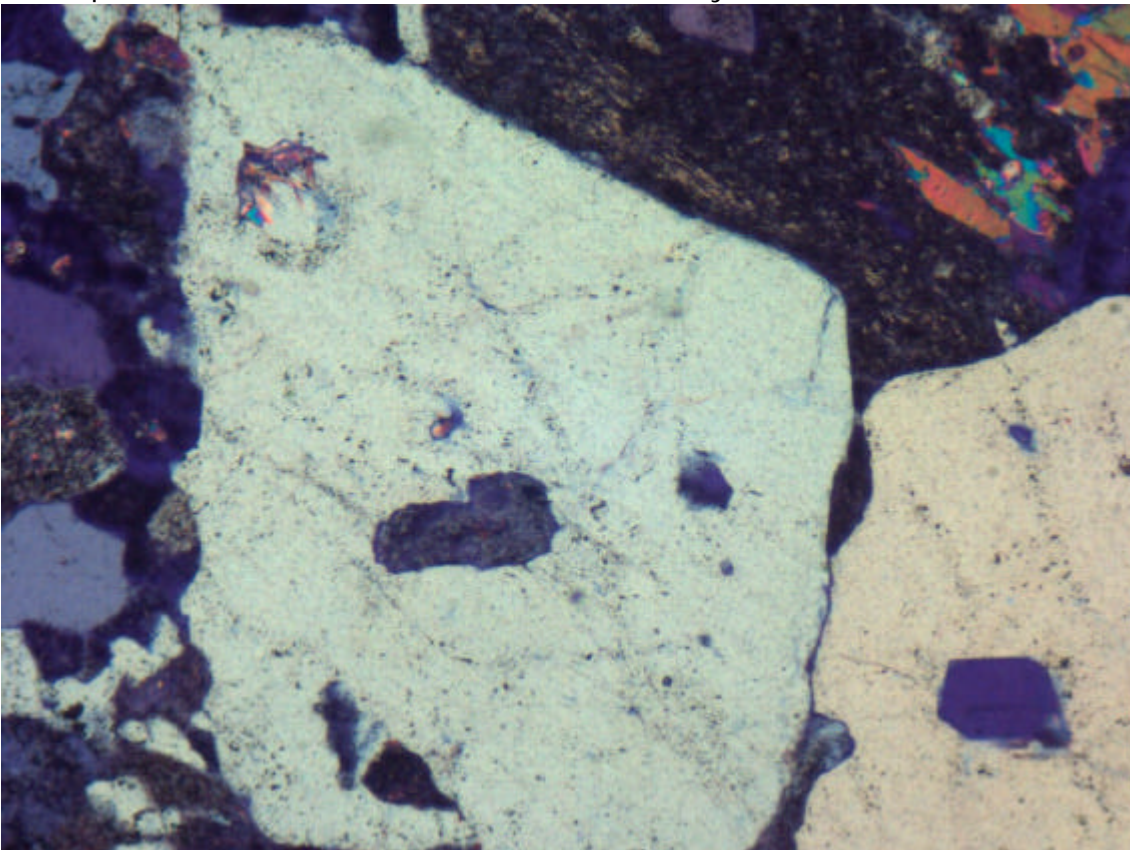


Fig. 17. Cuarzo (nícoles cruzados, 100x)

FELDESPATOS

Los feldespatos se clasifican en función de los tres términos extremos: feldespato potásico (KAlSi_3O_8), albita ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) y anortita ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) (Fig. 21).

FELDESPATO POTÁSICO

En las preparaciones el feldespato potásico se puede teñir de amarillo con cobaltonitrito sódico, lo que permite su rápida identificación.

El feldespato potásico se presenta en tres polimorfos principales: sanidina (en rocas volcánicas), microclina y ortosa (en rocas plutónicas y metamórficas).

MICROCLINA

Hábito: cristales anhedrales o tabulares.

Exfoliación: dos familias de líneas de exfoliación que se cortan a 90° , pero es difícil de observar debido al relieve bajo.

Color: incoloro. A veces aspecto anubarrado o "sucio" por alteración.

Pleocroísmo: no

Relieve: bajo

Extinción: oblicua.

Birrefringencia: baja, gris de primer orden.

Maclado: típica macla en enrejado (Fig. 18 y 21a).

Zonado: no

Figura de interferencia: biáxico negativo.

Alteraciones: se altera fácilmente a sericita y minerales de la arcilla.

Posibles confusiones con otros minerales: se puede confundir con cuarzo, cordierita y plagioclasa. Se diferencia por la macla en enrejado y por el color amarillo si está teñida.

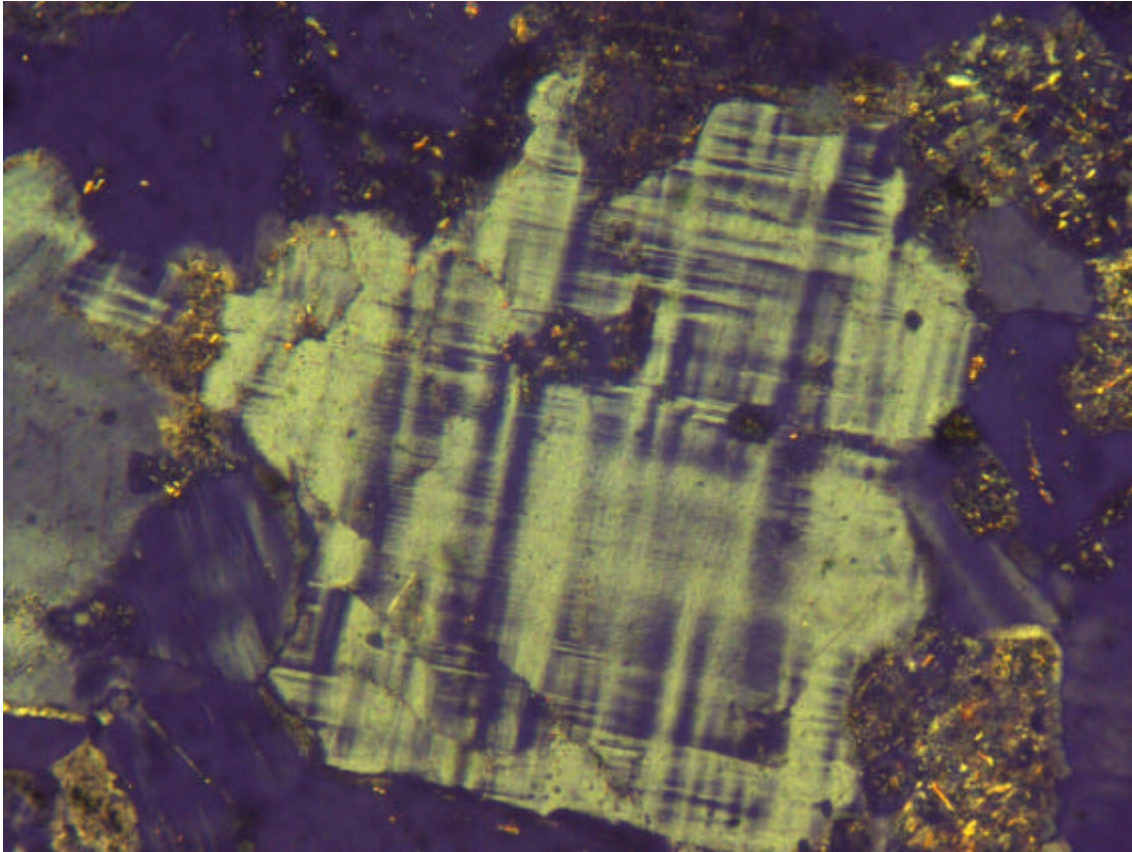


Fig. 18. **Microclina**. Macla "en enrejado" (nícoles cruzados, 100x)

ORTOSA

Hábito: cristales anhedrales o tabulares.

Exfoliación: dos familias de líneas de exfoliación que se cortan a 90°, pero es difícil de observar debido al relieve bajo.

Color: incoloro. A veces aspecto anubarrado o "sucio" por alteración.

Pleocroísmo: no

Relieve: bajo

Extinción: oblicua.

Birrefringencia: baja, gris de primer orden.

Maclado: típicas maclas simples, como la de Carlsbad (Fig. 21f)

Zonado: no

Figura de interferencia: biáxico negativo.

Alteraciones: se altera fácilmente a sericita y minerales de la arcilla.

Posibles confusiones con otros minerales: igual que otros feldespatos potásicos si no está teñido se puede confundir con cordierita, cuarzo y plagioclasa. En la ortosa es distintivo el maclado.

PLAGIOCLASAS

Hábito: cristales anhedrales o tabulares de sección mas o menos rectangular.

Exfoliación: posee dos familias de líneas de exfoliación que se cortan a 90°, pero es difícil de observar debido al relieve bajo.

Color: incoloro. A veces aspecto anubarrado o "sucio" por alteración.

Pleocroísmo: no

Relieve: bajo

Extinción: oblicua.

Birrefringencia: baja, gris de primer orden.

Maclado: Las maclas polisintéticas son una característica constante de las plagioclasas (Fig. 19, 21b y 21d).

Zonado: Es frecuente (Fig. 20 y 21c), ya sea zonado normal (núcleo cálcico y bordes sódicos), inverso u oscilatorio (alternancia de zonas sódicas y cálcicas)

Figura de interferencia: biáxico positivo o negativo según composición.

Alteraciones: se altera fácilmente a sericita y minerales de la arcilla.

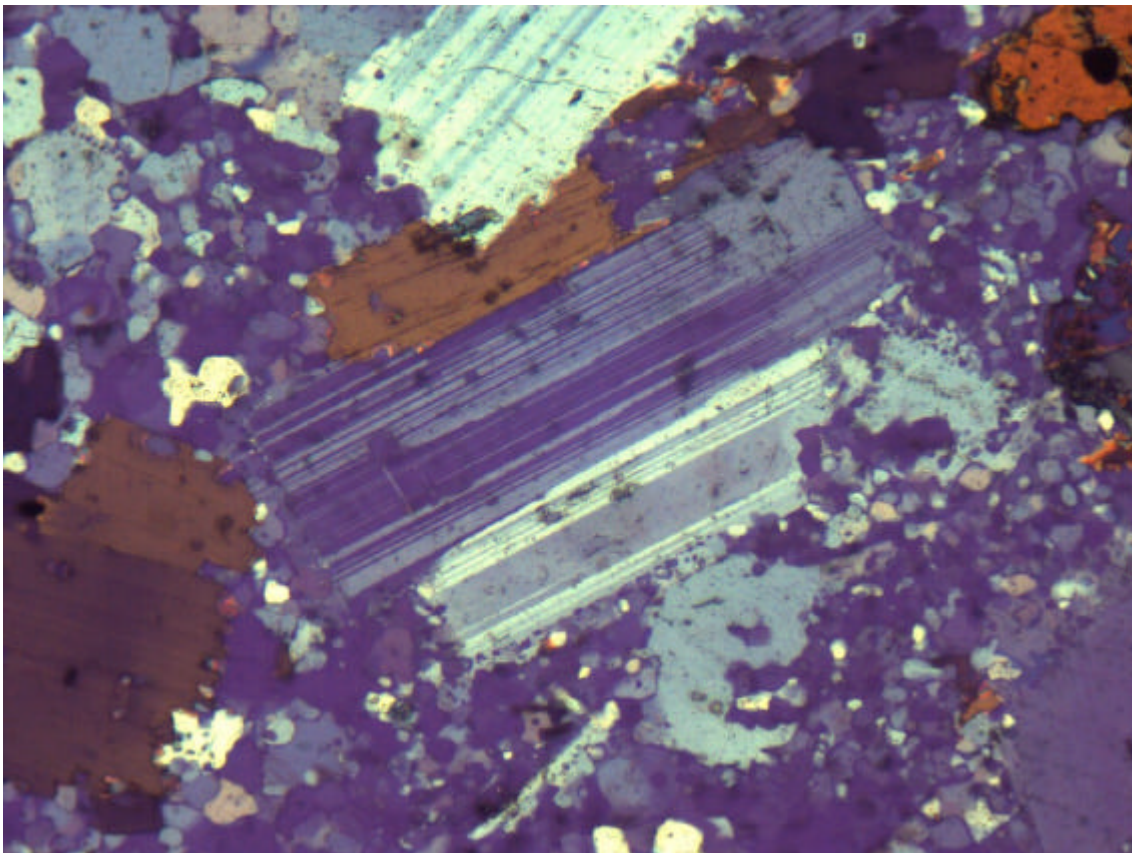


Fig. 19. **Plagioclase.** Maclas polisintéticas (nícoles cruzados, 100x)

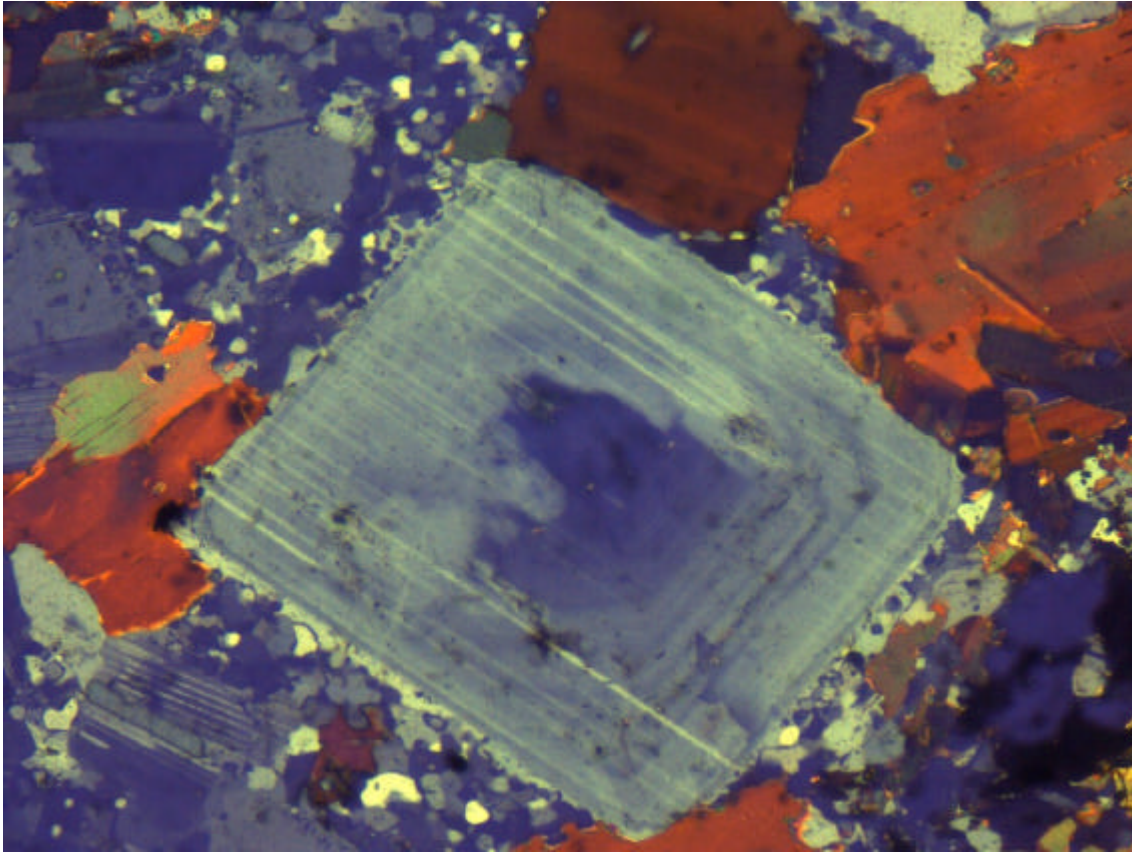


Fig. 20. Plagioclasa zonada (nícoles cruzados, 100x)

TEXTURAS EN FELDESPATOS

Algunas texturas son características de los feldespatos alcalinos

TEXTURAS EN FELDESPATOS ALCALINOS

Pertitas	Laminillas de exolución de albita en microclina u ortosa (Fig. 21c)
Antipertitas	Laminillas de exolución de feldespato potásico en albita
Textura gráfica	Intercrecimiento de granos cuarzo irregulares o en forma de cuña, con feldespato potásico
Mirmequititas	Interecrescimiento de granos irregulares de cuarzo con plagioclasa

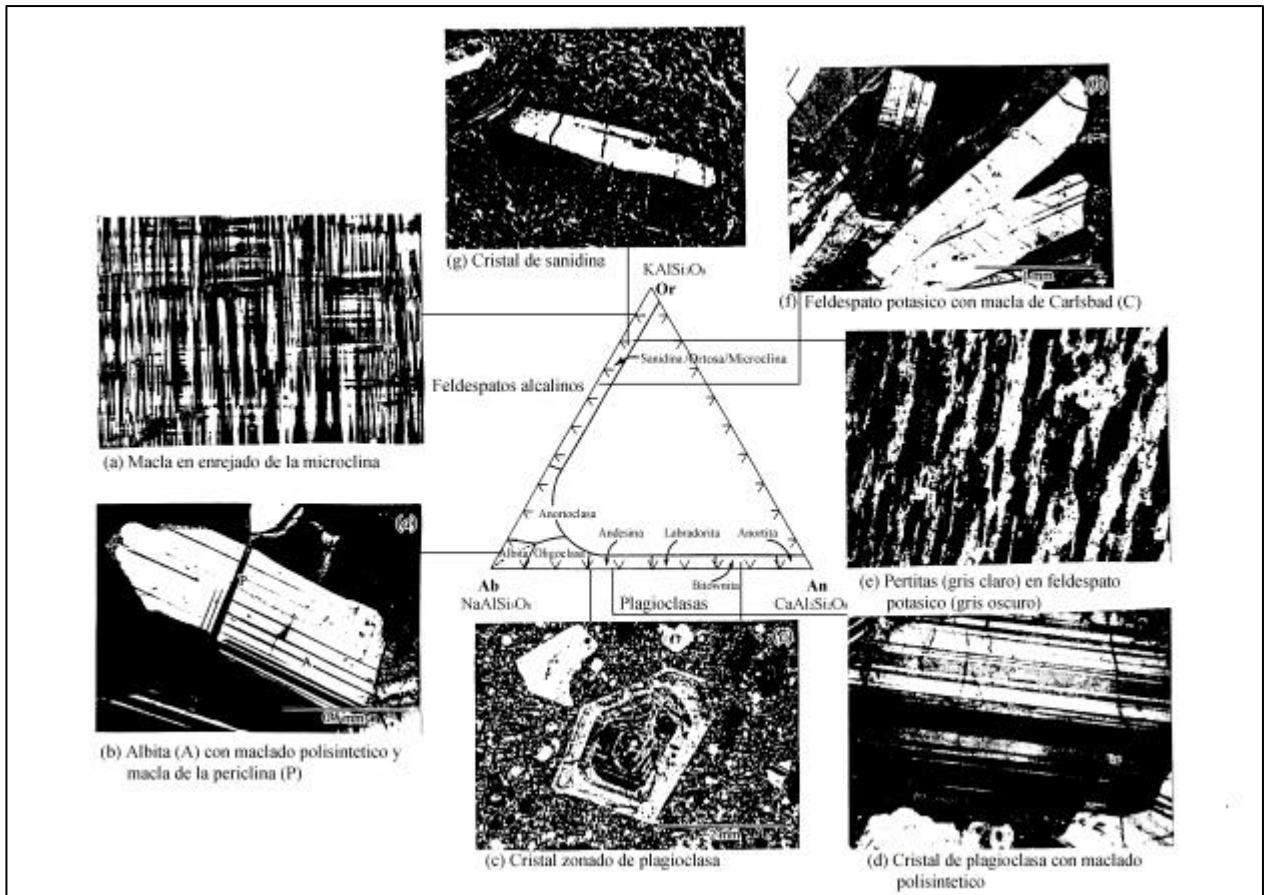


Fig. 21. Composición de los feldespatos en función de los tres términos extremos: feldespato potásico ($KAlSi_3O_8$), albita ($NaAlSi_3O_8$) y anortita ($CaAl_2Si_2O_8$)

FELDESPATOIDES

NEFELINA

Hábito: cristales anhedrales o subeuhédricos (Fig. 22)

Exfoliación: no

Color: incoloro.

Pleocroísmo: no

Relieve: bajo

Extinción: recta.

Birrefringencia: baja, gris de primer orden.

Maclado: no

Zonado: no

Figura de interferencia: uniáxico negativo.

Alteraciones: a minerales de la arcilla.

Posibles confusiones con otros minerales: se confunde fácilmente con el cuarzo. Se distingue por el signo óptico y por que en rocas ígneas la nefelina suele estar bien cristalizada con secciones hexagonales y el cuarzo no. También se puede confundir con los feldespatos, de los que se distingue por la figura de interferencia y la ausencia de maclas en la nefelina.

LEUCITA

Hábito: cristales trapezoédricos regulares, con secciones octogonales redondeadas (Fig.24)

Exfoliación: no.

Color: incoloro.

Pleocroísmo: no.

Relieve: muy bajo.

Extinción: recta.

Birrefringencia: muy baja, es un mineral casi isótropo.

Maclado: maclado complejo, en láminas que se cortan a 90°.

Zonado: no

Figura de interferencia: uniáxico positivo, es prácticamente isótropo.

Posibles confusiones con otros minerales: no se confunde con otros minerales, debido a su carácter casi isótropo y al maclado laminar característico.

HAUYNA

Hábito: cristales con secciones hexagonales y frecuentemente formas ameboides (Fig. 25)

Exfoliación: no.

Color: gris azulado.

Pleocroísmo: no.

Relieve: bajo.

Extinción: es isótropo.

Birrefringencia: no, es isótropo.

Figura de interferencia: ninguna, es isótropo.

Posibles confusiones con otros minerales: ninguna, el color, las formas ameboides y su carácter isótropo son característicos.

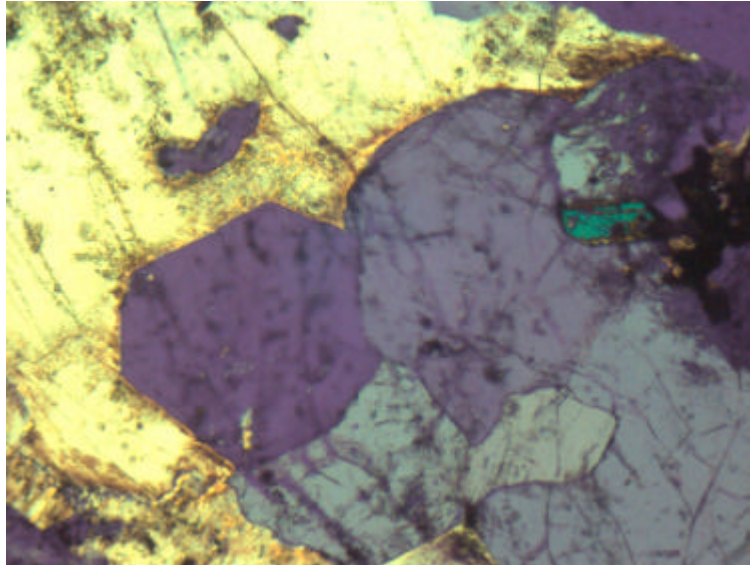


Fig. 22. Nefelina (nícoles cruzados, 40x)

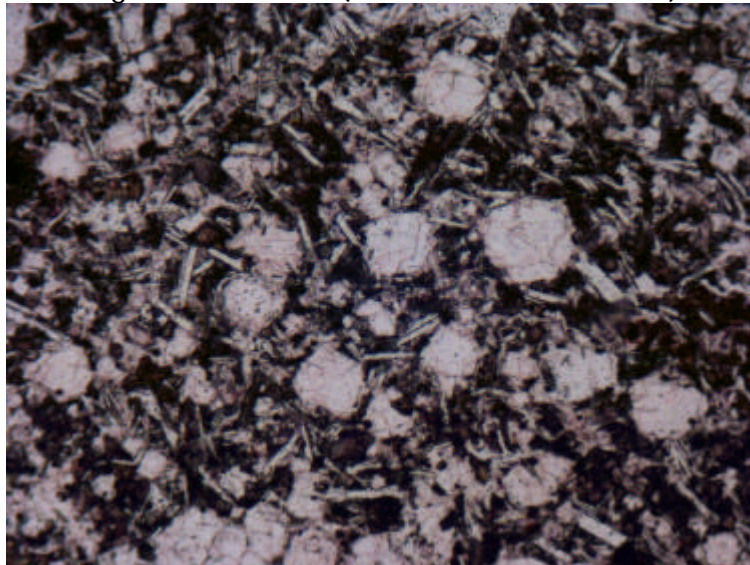


Fig. 24. Leucita. Cristales octogonales redondeados (un polarizador, 40x)

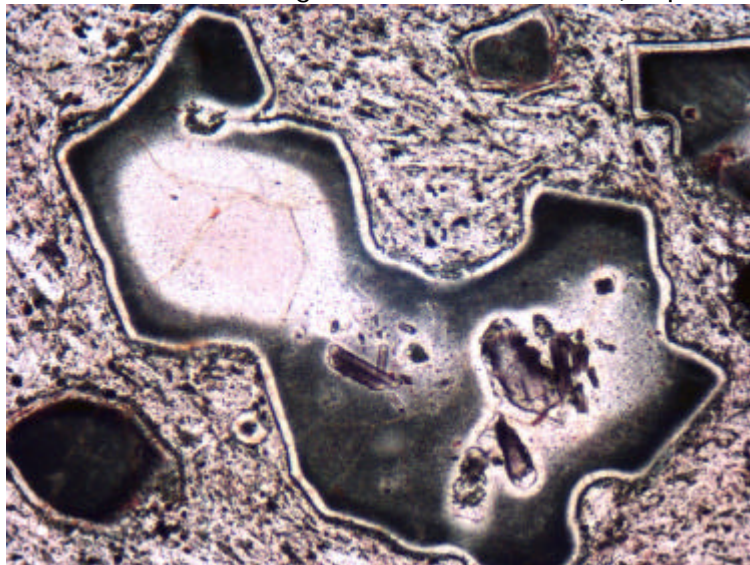


Fig. 25. Hauyina. Formas ameboides (un polarizador, 40x)

Difracción de Rayos-X

IDENTIFICACIÓN DE FASES CRISTALINAS MEDIANTE DIFRACCIÓN DE RAYOS-X

Cualquier especie cristalina tiene un diagrama de rayos X (difractograma) característico. Estos difractogramas se obtienen mediante la técnica del polvo cristalino, llamada así porque se utilizan muestras molidas y tamizadas a tamaños inferiores de 53 μm . La información obtenida se refiere a la estructura de la fase y no a su composición química. Por ejemplo cada polimorfo de SiO_2 tiene su propio difractograma, aunque su composición es la misma, porque tienen estructuras diferentes. Si la muestra está constituida por varios minerales su difractograma será la suma de los difractogramas correspondientes a las fases cristalinas que componen la muestra.

Los diagramas constan de una serie de picos que corresponden a valores de espaciados reticulares y que están recogidos como ángulo 2θ en el eje horizontal del diagrama. La altura del pico está en relación con la intensidad de radiación difractada que depende de la sensibilidad empleada.

Para interpretar un diagrama de Rayos-X (Fig. 26) en primer lugar hay que realizar lo que se denomina la lectura del diagrama, siguiendo los siguientes pasos que se anotarán en una tabla (Tabla 1):

- (1) Numerar todos los picos del diagrama empezando por los ángulos más bajos.
- (2) Asignar a cada pico su ángulo 2θ correspondiente y anotarlo en una tabla como la que se muestra al final de este texto.
- (3) Convertir los ángulos de Bragg 2θ en espaciado d_{hkl} (Å) mediante la fórmula $\lambda = 2d \sin 2\theta$. Se utilizan unas tablas de conversión.
- (4) Asignar una intensidad relativa a cada pico. Para ello se considera el pico más alto intensidad 100 y se recalcula el resto en tanto por ciento.

Una vez leído el diagrama se pasa a la identificación de las fases minerales, para lo que es necesario que sus datos estén recogidos sistemáticamente. Se puede utilizar el fichero Hanawalt o las fichas ASTM.

Fichero Hanawalt

El fichero de Hanawalt recoge los ocho picos más intensos de cada mineral, ordenados según intensidad decreciente. Estos espaciados están

tabulados en intervalos (p. ej., espaciados comprendidos entre 3.39 y 3.32 Å) .Dentro de cada intervalo, en la segunda columna los minerales estan ordenados según espaciado decreciente. El espaciado con subíndice x corresponde al pico de máxima intensidad).

Para identificar el mineral problema se procedería de la siguiente forma:

- (1) Buscar el intervalo de espaciados en el que se encontraría la reflexión más intensa de nuestro diagrama. En este caso, puesto que el pico de máxima intensidad del diagrama está a 3.34 Å, buscaríamos un mineral cuya reflexión de intensidad 10 (x) estuviera en el intervalo entre 3.39 y 3.32 Å.
- (2) Buscar en la segunda columna del fichero la segunda reflexión en intensidad del diagrama (a 4.26 Å).
- (3) Comprobar que los ocho picos mas intensos del diagrama estan presentes para ese mineral. El mineral identificado sería cuarzo.

Como en el diagrama aparecen más de ocho reflexiones es necesario comprobar que las restantes también corresponden al mismo mineral. Para ello se utiliza el fichero ASTM. En el fichero de Hanawalt se indica en la última columna el número de la ficha ASTM correspondiente.

Fichero ASTM

Las fichas ASTM son una colección de diagramas de rayos X de muestras monofásicas en forma de tablas que contienen información del compuesto ordenada en "cajas". En la esquina superior izquierda se sitúa el nº de ficha, en nuestro caso 5-490.

Las "cajas" superiores contienen:

- Cajas de la izquierda: los cuatro valores de espaciados, d, que tienen mayor intensidad
- Caja de la derecha: nombre y fórmula del compuesto. En la esquina superior derecha pueden aparecer distintos símbolos que indican la calidad de los datos existentes en la ficha. Así, la estrella ★ indica alta calidad, con errores de medida pequeños y que todas las líneas han sido indexadas y los datos de intensidad medidos cuantitativamente. Otro tipo de símbolos o letras indican diagramas de precisión baja o pobremente caracterizados.

Las cuatro "cajas" inferiores izquierdas contienen de arriba a abajo:

- Datos experimentales de la técnica: radiación empleada, filtro etc.
- Datos cristalográficos del compuesto
- Datos referidos a propiedades físicas del compuesto
- Observaciones: procedencia, datos de la muestra etc.

Las "cajas" inferiores derechas contienen una relación completa de:

- Espaciados, d
- Intensidades relativas
- Índices de Miller, hkl

En la ficha del cuarzo vemos que todas las reflexiones de nuestro diagrama se encuentran en ella, por lo que el diagrama problema es de una muestra monomineral este mineral.

Si una vez terminado el procedimiento todavía quedaran picos sin asignar se trataría de una muestra polimineral. En este caso una vez eliminados todos los picos correspondientes al primer mineral, se repite el procedimiento anterior tantas veces como minerales haya en la muestra.

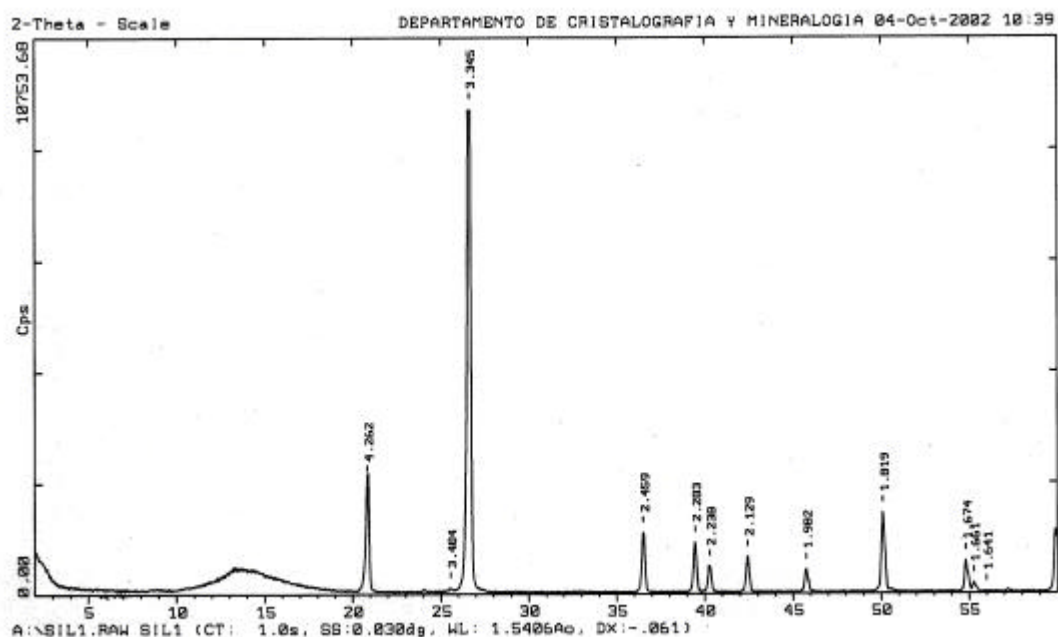


Fig. 26 Ejemplo de diagrama de difracción de rayos X (cuadro)

Fichero Hanawalt (parcial)

3.39-3.32 (± 0.2)

3.37,	5.30,	3.38x	2.64,	2.00,	1.82,	2.16,	5.37,	Ekemite	K ₂ NaCa ₂ ThSi ₄ O ₁₆	25- 677
3.37,	5.23,	3.33x	7.25,	2.00,	3.30,	2.53,	1.95,	Suzhinite	Na ₂ Ce ₂ O ₁₀ ·6H ₂ O	26-1375
3.39,	5.18,	6.79x	2.57,	3.12,	2.31,	4.68,	3.94,	Nobleite	Cu ₈ O ₁₀ ·4H ₂ O	13- 243
3.40,	5.09,	10.2x	2.55,	1.70,	2.63,	2.46,	2.03,	Hendricksite, 1M	K(ZnMnFe) ₂ (SiAl) ₂ O ₁₀ (OH) ₂	19- 544
3.38x	5.08,	2.54,	2.68,	1.42,	3.61,	2.94,	2.82,	Orthocrossite	BaMn ₂ FeSi ₂ O ₈ (OH)	29- 185
3.32x	5.00,	2.49,	0.92,	2.72,	2.68,	3.43,	1.99,	Anandite, 2M,	BaFe ₂ Si ₂ O ₁₀ (OH) ₂	19- 78
3.33x	4.99,	9.97x	2.00,	2.56,	4.49,	4.46,	2.88,	Muscovite, 3T	KAl ₂ Si ₂ Al ₂ O ₁₀ (OH) ₂	7- 42
3.30,	4.96,	9.83x	5.83,	3.00,	2.89,	3.56,	4.08,	Kektite	NH ₄ Ca ₂ Si ₂ SO ₈ ·H ₂ O	11- 475
3.30x	4.87,	4.34,	3.16,	3.70,	2.92,	2.83,	2.18,	Hemihedrite	Pb ₂ ZnCrO ₄ ·2(SiO ₂) ₂ F ₂	24-1457
3.41x	4.84,	3.33,	2.53,	2.06,	3.05,	2.57,	1.62,	Kieserite	MgSO ₄ ·H ₂ O	29-1187
3.37,	4.84,	3.72x	2.14,	2.69,	2.47,	1.80,	2.79,	Lietite	(CaNa) ₂ SiAl ₂ O ₁₁ SO ₄ ·H ₂ O	11- 423
3.31,	4.84,	3.36x	3.24,	3.16,	2.33,	1.31,	2.61,	Barbesolite	F ₂ Fe ₂ (PO ₄) ₂ (OH) ₂	20-1086
3.30x	4.82,	3.69x	4.00,	2.69,	2.13,	6.00,	2.46,	Afghanite	Na ₂ Ca ₂ Si ₂ Al ₂ O ₁₁ SO ₄ Cl ₂	12- 477
3.35g	4.74x	3.44g	6.04,	3.02,	2.90,	2.04,	2.77,	Bramanteite syn	U ₂ F ₂ O ₆	13- 302
3.31x	4.73,	2.89,	2.31,	1.90,	4.00,	2.96,	2.77,	Vauquelinite	Pb ₂ Cu(CrO ₄) ₂ (PO ₄)(OH)	27- 1
3.38,	4.70,	3.15x	12.4,	4.52,	2.46,	4.14,	3.59,	Lafite	Na ₂ Si ₂ Al ₂ Be ₂ H ₂ O ₁₁ ·1.5H ₂ O	17- 545
3.36x	4.66,	4.43x	2.61,	2.42,	2.39,	4.13,	2.30,	Sinoite	Si ₂ OH ₂	7- 25
3.36x	4.49,	10.1x	2.57,	3.66,	3.07,	2.58,	3.04,	Muscovite, 1M syn	KAl ₂ Si ₂ AlO ₁₀ (OH) ₂	12- 180
3.32x	4.48,	6.14,	2.69,	2.47,	1.86,	2.09,	1.98,	Seddyite	(UO ₂) ₂ (SiO ₂) ₂ (OH) ₂ ·5H ₂ O	29-1427
3.38,	4.44x	8.86,	2.83,	2.82,	2.22,	1.48,	4.53,	Phosphophyllite	Zn ₂ Fe ₂ (PO ₄) ₂ ·4H ₂ O	6- 266
3.30x	4.43,	2.52,	1.71,	2.07,	1.91,	1.65,	1.73,	Zircon	ZrSiO ₄	9- 451
3.34,	4.42x	10.1,	1.48,	2.56,	1.68,	1.28,	1.25,	Malleyite, 10A	Al ₂ Si ₂ O ₇ (OH) ₂ ·2H ₂ O	3- 402
3.39x	4.41,	3.22,	3.09,	2.65,	2.39,	8.02,	2.75,	Gillespite	BaFeSi ₂ O ₈	26-1394
3.32,	4.38,	6.93x	4.22,	3.48,	4.67,	2.32,	3.20,	Caryschite	(Y,Ca) ₂ (CO ₃) ₂ Si ₂ O ₁₀ ·4H ₂ O	11- 152
3.38,	4.31x	2.64x	2.50,	2.22,	1.51,	2.42,	1.97,	Mantroseite	VO(OH)	10- 423
3.37,	4.28,	1.84,	1.55,	2.47,	2.31,	1.39,	1.39,	Berlinite syn	AlPO ₄	20- 452
3.34x	4.27,	3.19,	2.70,	7.28,	4.91,	1.82,	3.13,	Gemondine	CaAl ₂ Si ₂ O ₇ ·4H ₂ O	20- 226
3.34x	4.26,	2.13,	7.40,	2.57,	2.03,	3.49,	2.24,	Despejolsite	Ca ₂ Mn ₂ SO ₄ (OH) ₂ ·3H ₂ O	19- 225
3.34x	4.26,	2.13,	7.40,	3.49,	2.58,	2.24,	2.21,	Schourterite	Ca ₂ Ge ₂ SO ₄ (OH) ₂ ·4H ₂ O	5- 490
3.34x	4.26,	1.82,	1.54,	2.46,	2.28,	1.38,	2.13,	Quartz, low	α-SiO ₂	12- 196
3.39,	4.25,	2.81x	3.97,	3.12,	2.59,	1.72,	6.51,	D'Ansite syn	Na ₂ MgCl ₂ (SO ₄) ₂	20- 536
3.31,	4.24x	2.62,	2.17,	2.85,	2.97,	1.87,	1.75,	Bedoullite	Fe ₂ (FeO) ₂ Cl ₂	21- 574
3.36x	4.23,	1.64,	2.72,	2.44,	2.22,	1.93,	3.14,	Isomannite	Mn ₂ O ₃ ·xH ₂ O	15- 378
3.31,	4.23,	6.95x	3.02,	2.88,	2.15,	1.96,	1.89,	Boersite	Be ₂ As ₂ (OH) ₂ ·4H ₂ O	25- 784
3.37,	4.22x	8.45,	2.89,	3.31,	2.81,	2.73,	2.28,	Leucosphonite	Na ₂ Be ₂ Ti ₂ Si ₂ O ₁₀	

Ficha ASTM del cuarzo

5-0490 MINOR CORRECTION

d	3.34	4.26	1.82	4.26	SiO ₂
I/I ₁	100	35	17	35	SILICON OXIDE QUARTZ, LOW
Rad. CuKα ₁	λ 1.5405	Filter Ni			
Dia.	Cut off	Coll.			
I/I ₁	G.C. DIFFRACTOMETER	d corr. abs.?			
Ref.	SWANSON AND FUYAT, NBS CIRCULAR 539, VOL. III, (1951)				
Sys.	HEXAGONAL	S.G. D ₆ - P3, 21			
a ₀	4.913	b ₀	5.405	A	C1.10
α		β	γ	Z 3	
Ref.	IBID.				
Is	n _α β 1.5446 γ 1.553	Sign +			
DV	D ₅₀ 2.647 mp	Color			
Ref.	IBID.				
SAMPLE FROM LAKE TOXAWAY, N.C. SPECT. ANAL. I					
<0.01% Al; <0.001% Ca, Cu, Fe, Mg.					
X-RAY PATTERN AT 25°C.					
					3-0427, 3-0444
					REPLACES 1-0649, 2-0458, 2-0459, 2-0471, 3-0419,
d Å	I/I ₁	hkl	d Å	I/I ₁	hkl
4.26	35	100	1.228	2	220
3.343	100	101	1.1997	3	213
2.458	12	110	1.1973	2	221
2.282	12	102	1.1838	4	114
2.237	6	111	1.1802	4	310
2.128	9	200	1.1530	2	311
1.980	6	201	1.1408	<1	204
1.817	17	112	1.1144	<1	303
1.801	<1	003	1.0816	4	312
1.672	7	202	1.0636	1	400
1.659	3	103	1.0477	2	105
1.608	<1	210	1.0437	2	401
1.541	15	211	1.0346	3	214
1.453	3	113	1.0149	2	223
1.418	<1	300	0.9896	2	402, 115
1.382	7	212	.9872	2	313
1.375	11	203	.9781	<1	304
1.372	9	301	.9762	1	320
1.288	3	104	.9607	2	321
1.256	6	302	.9285	<1	410