

ÍNDICES DIAGNÓSTICOS CON NICOLES CRUZADOS

Anisotropía y Extinción

La diferencia de reflectividades de las dos direcciones de vibración de la luz en un cristal (R1 y R2) origina la anisotropía óptica en reflexión. Al girar la platina variará el componente sobre el analizador del vector resultante de la luz reflejada por la superficie pulida del mineral. En los minerales isotrópicos, la componente es nula, por lo tanto, se observa extinción total en un giro de 360° de la platina. En los minerales anisotrópicos, se observan cuatro posiciones de extinción y cuatro posiciones de máxima iluminación.

Se puede definir la anisotropía como la capacidad de ciertos minerales de dejar pasar luz entre nicols cruzados (Rivera, 2010), tal como se observa en la Figura 2.5, los minerales que no muestren luminosidad en nicols cruzados pueden ser isótropos, anisótropos con corte especial o minerales con anisotropía por debajo del límite de detección del ojo humano (Klein y Hurlbut, 1997).

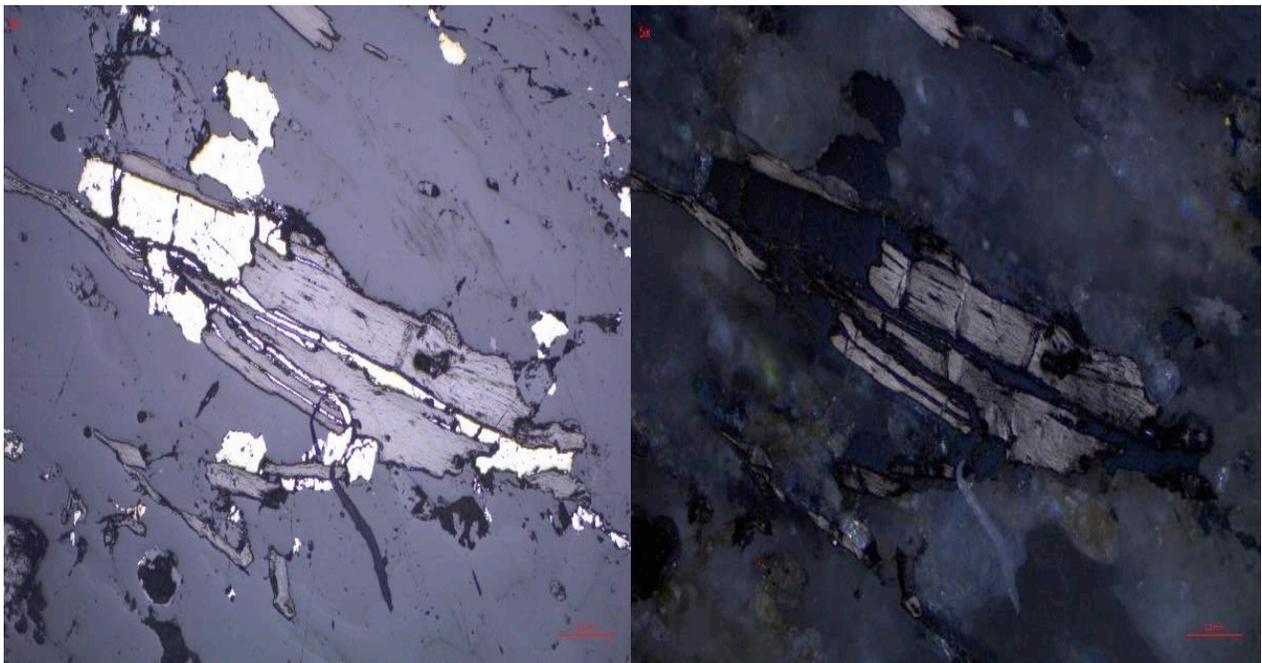


Figura 3.7. Cristales de grafito observados con nicols en paralelos (izquierda) y nicols cruzados (derecha).

Un mineral del sistema cúbico, o bien una sección perpendicular al eje principal de un mineral trigonal, hexagonal o tetragonal se observa completamente extinguido en nicols cruzados, en un giro de 360° de la platina (isotropía). En cambio, otras secciones de los sistemas tetragonal, trigonal o hexagonal o minerales de los sistemas rómbicos, monoclinicos o triclinicos mostrarán cambios más o menos acusados de brillo y/o color en un giro de la platina (anisotropía).

Podemos calificar a la anisotropía como muy fuerte, fuerte, media, débil, muy débil e irreconocible. En la tabla 3.5 se muestran algunos ejemplos de minerales anisótrpos (Rivera, 2010).

Tabla 3.5. Algunos ejemplos de minerales anisotrópicos.

Mineral	Anisotropía
Covelita, marcasita, molibdenita	Muy Fuerte
Jamesonita, enargita, pirrotita	Fuerte
Arsenopirita, hematina, ilmenita	Media
Bornita, calcopirita, bournonita	Débil
Calcosita, wurtzita, wolframita	Muy Débil

Reflexiones Internas

Los minerales meníferos poseen diferentes grados de transparencias y por este índice se dividen en tres grupos fundamentales: no transparentes, semitransparentes y transparentes. Los minerales de los dos últimos grupos, al observarlos con luz reflejada generalmente tienen un color con el cual se iluminan las láminas finas. Este fenómeno se llama reflexión interna o reflejo interno.

Las reflexiones internas están condicionados, por la penetración, a cierta profundidad, de la luz que incide sobre el mineral y su reflejo desde los

elementos de la estructura interna de los minerales, tales como plano de clivaje, microgrietas, superficie de contacto con otros minerales, etcétera. Al salir a la superficie la luz adquiere un color determinado, característico de dicho mineral, el cual se observará como reflexión interna.

El grado de transparencia de los minerales meníferos es inversamente proporcional a la absorción de la luz y por consiguiente de la reflectividad. Prácticamente, esta dependencia inversa se expresa por lo siguiente: los minerales de reflectividad elevada ($R = 40\%$), como regla, no tienen reflejos internos; en los minerales con un índice moderado (R desde 20% hasta 40%) aproximadamente la mitad, poseen reflejos internos; en los minerales de baja reflectividad ($R < 20\%$) los reflejos internos son corrientes y ésta es, con frecuencia la propiedad más característica.

En los minerales transparentes los reflejos internos se manifiestan por toda su superficie, visible bajo el microscopio. En los minerales semitransparentes los reflejos se observan en forma de diferentes manchas, en puntos que tienen diferente color según las tonalidades. La densidad de las tonalidades del color de los reflejos internos en diferentes partes del agregado mineral o de un grano, depende:

1. De la transparencia de dicho mineral.
2. De la profundidad de penetración de la luz en las partes internas del mineral.
3. De la intensidad y dirección de la iluminación.
4. De las dimensiones de los granos y agregados del mineral.

Los reflejos internos en los minerales semitransparentes generalmente se observan en las grietas, planos de clivaje, cavidades e inclusiones. Con frecuencia aparecen por el contacto entre los granos minerales, principalmente en el límite con los minerales transparentes. Para los minerales de muy elevada birreflexión, tales como siderita, los reflejos internos y sus límites

frecuentemente parecen dobles. Los minerales no transparentes no tienen reflejos y toda su superficie aparece en el campo visual, oscura.

Para diagnosticar los minerales, los reflejos internos son un índice importante que caracteriza no solo el color, sino también la intensidad de la manifestación. Además de ello, durante el diagnóstico de los minerales transparentes y semitransparentes con frecuencia se utiliza la investigación con su polvo, lo que permite precisar tanto la frecuencia de los reflejos internos, como su color e intensidad de su manifestación.

Cuando la luz penetra en el interior de minerales translúcidos y se refleja en contactos, planos de clivaje, microfracturas o inclusiones, la superficie del grano se verá iluminada con un color relativamente característico para cada mineral. Dicha iluminación se conoce como reflexiones internas y se diferencia de la anisotropía en que no varía cada 90 grados (extinción) de la misma manera su intensidad es menor (Rivera, 2010).

Las reflexiones internas son mejor vistas con grandes aumentos, nicols cruzados e intensa iluminación. El color de las mismas internas es relativamente característico para cada mineral (Figura 2.6); sin embargo, existen algunos minerales cuyo color o tonalidad de reflexiones internas varían según su composición, y otros presentan reflexiones internas muy similares entre sí.

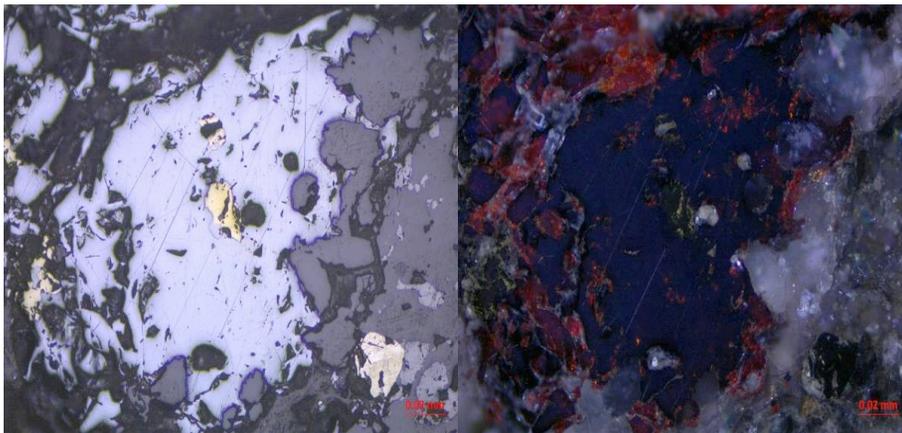


Figura 3.8. Cristal de pirargirita observado con nicols en paralelo y cruzados, donde se pueden observar reflexiones internas de color rojo.

En la Tabla 2.6 Se presentan algunos ejemplos de minerales con reflexiones internas y sus respectivas tonalidades de reflexión interna (Rivera, 2010).

Tabla 3.6. Ejemplos de minerales con reflexiones internas.

Mineral	Reflexiones Internas
Malaquita	Verde intenso
Azurita	Azul a azul oscuro
Oropimente	Amarillo
Escalerita	Amarillo claro hasta pardo rojo
Casiterita	Amarillo, ámbar, algunas veces pardusco
Limonita	Amarillo pardo hasta rojo pardo oscuro
Cinabrio	Rojo bermellón
Wolframita, hematina	Rojo oscuro

Referencias Bibliográficas

Klein, C. y Hurlbut, C.S. (1997). *Manual de Mineralogía*. (D. J. Peris, Ed.) Barcelona: Reverté S.A.

Rivera, L. H. (2010). Microscopía Óptica de Minerales. *Boletín, Serie J: Tópicos de Geología*(No. 1), 118p.

INGEMMET.