



Universidad
Continental

MINERALOGIA Y PETROLOGIA

Manual de Guías de

Laboratorio



VISIÓN

Ser la mejor organización de educación superior posible para unir personas e ideas que buscan hacer realidad sueños y aspiraciones de prosperidad en un entorno incierto

MISIÓN

Somos una organización de educación superior que conecta personas e ideas para impulsar la innovación y el bienestar integral a través de una cultura de pensamiento y acción emprendedora.



índice

VISIÓN.....	2
MISIÓN	2
DEFINICIÓN DE CRISTAL	5
ELEMENTOS DE UN CRISTAL.....	7
CRISTALOGRAFÍA GEOMÉTRICA	8
ELEMENTOS DE SIMETRÍA	10
NOTACIÓN CRISTALOGRÁFICA	18
MACLAS	24
ASPECTO DE LOS CRISTALES Y AGREGADOS CRISTALINOS	25
CARACTERES FÍSICOS DE LOS MINERALES.....	29
CLASE DE FRACTURAS	37
ELEMENTOS NATIVOS	41
CARACTERÍSTICAS GENERALES	42
SULFUROS:.....	43
SULFOSALES.....	44
ÓXIDOS	45
HIDRÓXIDOS	45
HALUROS	46
CARBONATOS	46
SULFATOS	47
FOSFATOS	48
SILICATOS	48

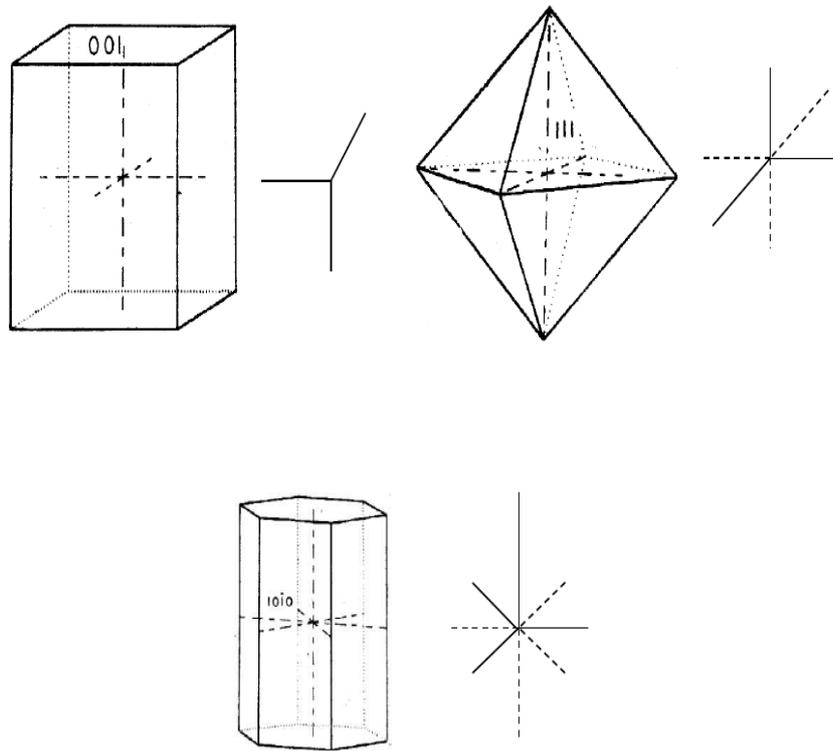


Cristalografía



DEFINICIÓN DE CRISTAL

Un cristal es la forma poliédrica regular limitada por caras planas, que adquiere un compuesto químico bajo la influencia de sus fuerzas interatómica, cuando pasa, en condiciones apropiadas, del estado líquido o gaseoso al sólido. Un cristal se caracteriza, primero, por su estructura interna definida, y segundo, por su forma externa. Un cristal es la forma normal de una especie mineral, como de todos los compuestos químicos sólidos. A pesar de ser tridimensional da como resultado una serie de figuras geométricas. Ejemplo:





ELEMENTOS DE UN CRISTAL

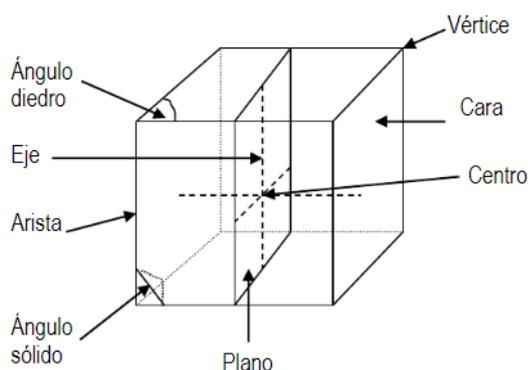
Los cristales por ser poliedros presentan cierto número de caras, aristas, vértices, ejes, planos y centro que son sus elementos reales. Las caras son los planos reticulares que limitan al cristal; las aristas o ángulos diedros son los formados, por la intersección de dos caras y los vértices o ángulos poliédricos reunión de tres o más caras o puntos terminales de las aristas. Los ejes de los cristales son unas rectas imaginarias que pasan todas por el centro del sólido, determinan ya en el centro de ciertas caras, o bien en el de ciertos vértices o, así mismo, en el punto medio de algunas aristas. El plano divide a un cristal en dos partes o mitades exactamente iguales. El centro coincide con el centro del poliedro y es lugar donde se corta todos los ejes.

El número de elementos reales de un cristal está dada por la fórmula de Euler, que dice: "El número de caras, más el número de vértices es igual al número de aristas más dos", ó sea:

$C + V = A + 2$ C = Cara V = Vértices A = Aristas Ejemplo:

Cara Vértice

Centro Arista Eje Ángulo diedro Ángulo sólido Plano





CRISTALOGRAFÍA GEOMÉTRICA

La cristalografía geométrica estudia la forma de los cristales, la cual está relacionada íntimamente con su estructura atómica interna; sin embargo, la forma externa tiene gran importancia y su estudio ha permitido la formulación de tres leyes fundamentales de la cristalografía: son la ley de la constancia de los ángulos diedros; ley de la racionalidad de los índices; y ley de la constancia de la simetría.

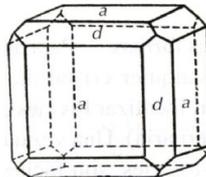
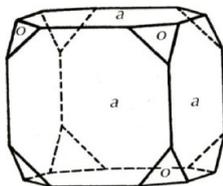
1. Ley de la constancia de los ángulos diedros, fue denunciada por Stenon en 1669, y establece que en una misma especie mineral, los ángulos diedros formados entre las caras son iguales, aunque dichas caras puedan variar en cuanto a su forma y tamaño. 2. Ley de la racionalidad de los índices, fue enunciada por Haüy en 1782, y estudia la posición que poseen las distintas caras en un cristal, y la relación que tome con otra cara llamada fundamental tomada como referencia. Establece que la relación entre los parámetros de todas las caras existentes o posibles en un cristal, sobre un mismo eje, da siempre números racionales y pequeños. 3. Ley de la constancia de la simetría, establece que en un cristal, el grado de simetría que presenta un conjunto formado por cualquiera de sus caras, permanece invariable aunque se combine con otro cuando aparecen caras nuevas

SIMETRÍA DE LOS CRISTALES

La simetría en los cristales sólo exige distribución similar de los elementos homólogos o semejantes (vértice, aristas y caras), de tal manera que si uno de ellos sufre alguna alteración, todos sus elementos simétricos, con respecto al centro, plano y ejes, deben recibir idéntica modificación. Las caras de un cristal están acomodadas de acuerdo con ciertas leyes de simetría y esta simetría es la base natural de la división de los cristales en sistemas y clases

LEY DE SIMETRÍA

Haüy expresa diciendo: “Que cuando en un cristal se producía una modificación cualquiera en un vértice o en una arista, idéntica modificación se observaba en los elementos homólogos. Ejemplo: 1. Si un vértice del cubo es sustituido ó truncado por una cara, igual modificación se produciría sobre los ocho vértices del cristal. 2. En forma semejante la sustitución de una arista conduciría a la modificación en las once aristas restantes, en virtud de esta ley

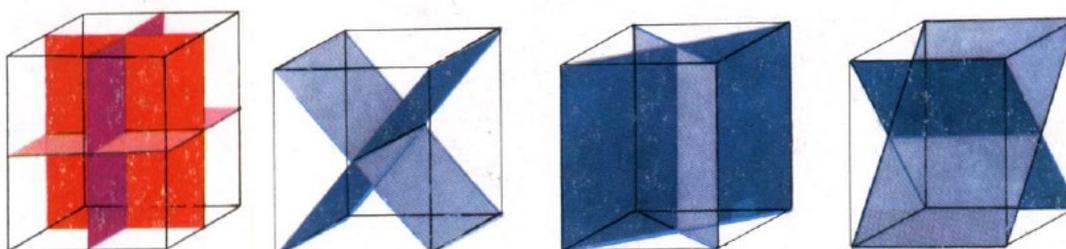


ELEMENTOS DE SIMETRÍA

Los cristales presentan elementos de simetría, que son: Planos de simetría, ejes de simetría y centro de simetría.

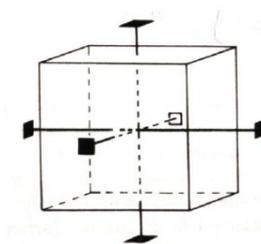
1. PLANOS DE SIMETRÍA

. Es un plano que divide el cristal en dos partes o mitades exactamente iguales (simétricos). Se dice que un sólido es geoméricamente simétrico con respecto a un plano de simetría cuando por cada cara, arista o ángulo sólido hay otra cara, arista o ángulo similar que tienen una posición semejante en el lado opuesto de este plano. Ejemplo: Un cristal (cubo) puede tener hasta nueve planos de simetría. Los tres planos principales diametrales (PD) corresponden a los ejes cuaternarios los planos pasan a través del cristal paralelos a las caras del cubo. Los seis planos diagonales (Pd) corresponden a los ejes binarios, los planos unen las aristas opuestas del cubo



2.-EJES DE SIMETRÍA

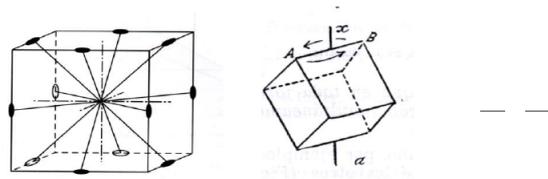
Es una línea recta que pasa por el centro a través del cristal. Si un sólido puede girarse en un cierto número de grados alrededor de una línea como eje, con el resultado de que vuelve a ocupar precisamente la misma posición en el espacio como la primera. Ejemplo: Si un cubo gira 360° alrededor de un eje que pase por los centros de dos caras opuestas, se repite la misma imagen del cristal cuatro veces; por tanto, se trata de un eje de simetría de orden cuatro o cuaternario



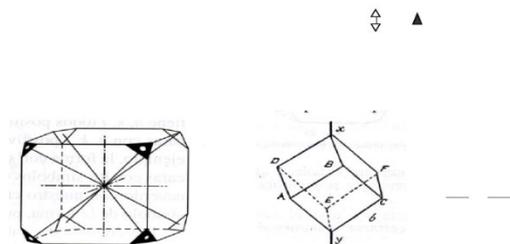
El número de orden de un eje se representa por n , es lo que se denomina también el periodo del eje; la rotación completa del eje es de 360° lo que es igual a $2n$. Para conocer los grados de cada rotación correspondiente a un eje de un orden determinado se tiene la siguiente fórmula: $n \times 2$ CLASES DE EJES DE SIMETRÍA Hay cuatro clases diferentes de ejes de simetría entre los cristales.

- Eje de simetría binaria, diagonal o doble.
- Eje de simetría ternario, trigonal o triple.
- Eje de simetría cuaternario, tetragonal o cuádruple
- Eje de simetría senario, hexagonal o séxtuple.

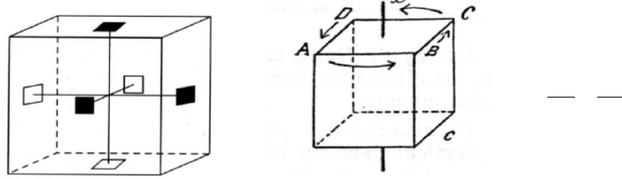
A.- EJE DE SIMETRÍA BINARIA .- Un cristal se dice que tiene un eje de simetría binaria, diagonal o doble, cuando ocupa la misma posición dos veces en una revolución completa de 180° . Un eje binario se representa siempre con el símbolo () = 180° La representación analítica de los ejes de simetría binaria es: A_2 ó L_2 . Ejemplo: El cubo tiene seis ejes de simetría binaria, que unen los puntos medios de la arista opuesta.



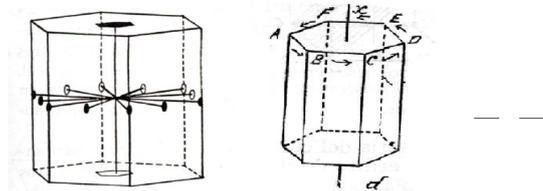
B.- EJE DE SIMETRÍA TERNARIO.- Un cristal tiene un eje de simetría ternario, trigonal, o triple, cuando ocupa la misma posición tres veces en una revolución completa de 120° . El eje ternario se representa siempre con el símbolo (Δ) $= 120^\circ$ La representación analítica de los ejes de simetría ternaria es: A_3 ó L_3 . Ejemplo: El cubo tiene cuatro ejes de simetría ternaria, que unen los ángulos sólidos opuestos (vértices)



C.- EJE DE SIMETRÍA CUATERNARIA.- Un cristal tiene un eje de simetría cuaternario, tetragonal o cuádruple; cuando ocupa la misma posición cuatro veces en una revolución completa de 90° . El eje cuaternario se representa siempre con el símbolo (Δ) $= 90^\circ$. La representación analítica de los ejes de simetría cuaternaria es: A_4 ó L_4 . Ejemplo: El cubo tiene 3 ejes de simetría cuaternaria, que unen los puntos centrales de las caras opuestas



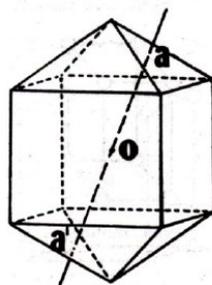
D.- EJE DE SIMETRÍA SENARIO.- Un cristal tiene un eje senario hexagonal o séxtuple, cuando en una revolución completa de 60° ocupa 6 veces la misma posición. Un eje senario se representa siempre con el símbolo () = 60° La representación analítica de los de simetría senaria es: A6 ó L6.



2. CENTRO DE SIMETRÍA.-

Es un punto interior del cristal que, al unirlo con cualquiera de la superficie, repite, al otro lado del centro y a la misma distancia, un punto similar

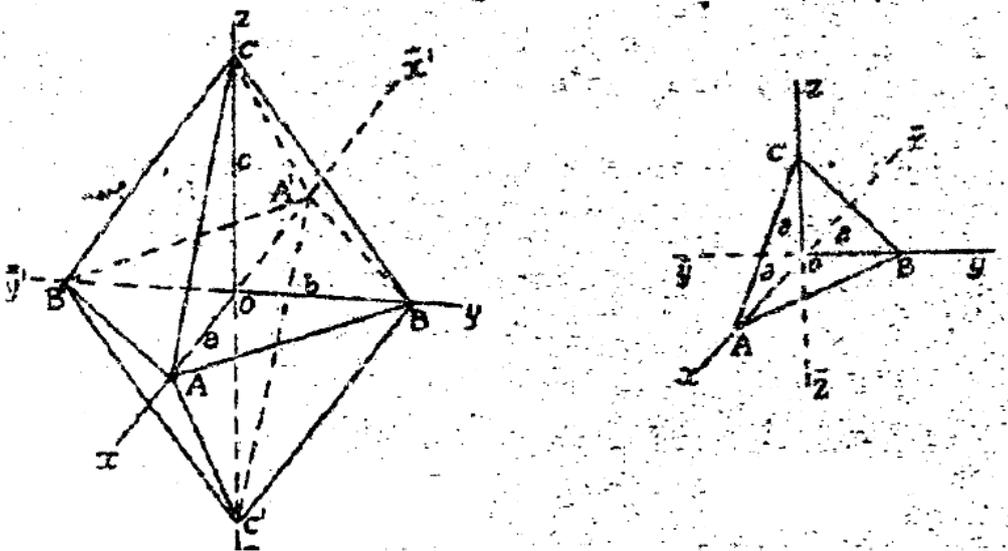
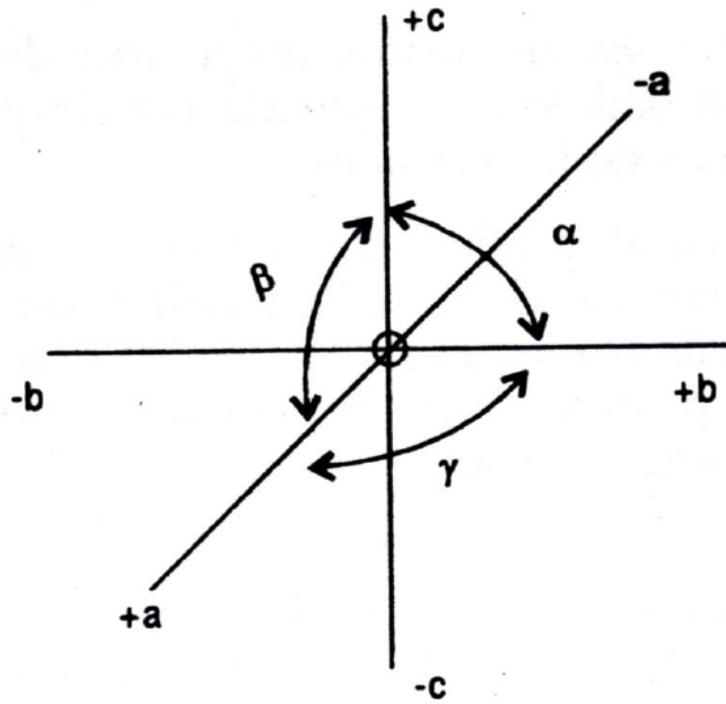
Ejemplo. La línea \overline{aa} pasa por el centro del cristal. Los puntos a y \overline{a} , equidistan de o y ocupan posiciones equivalentes

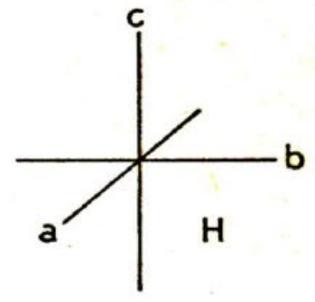
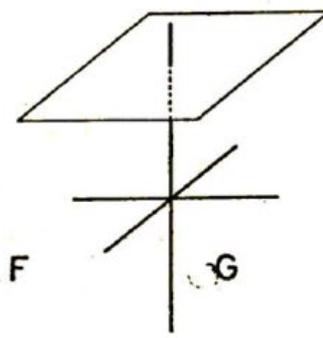
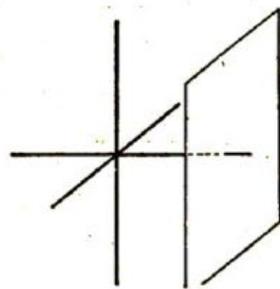
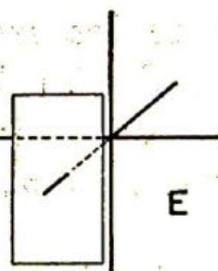
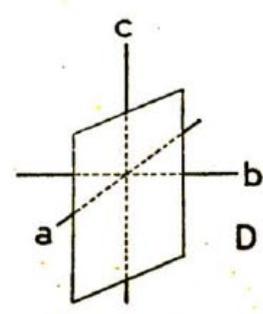
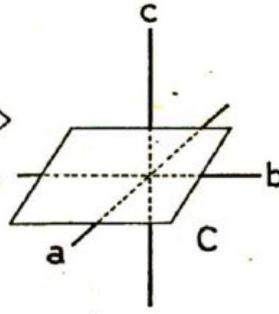
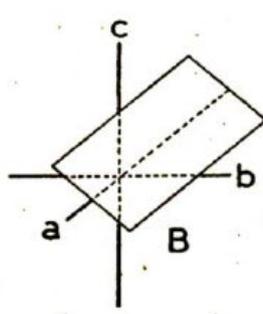
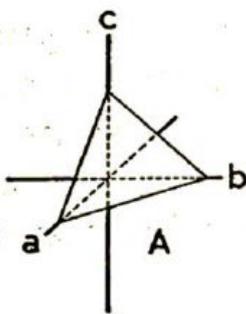
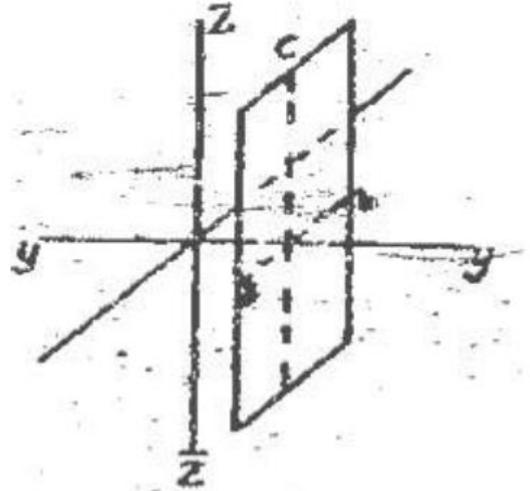
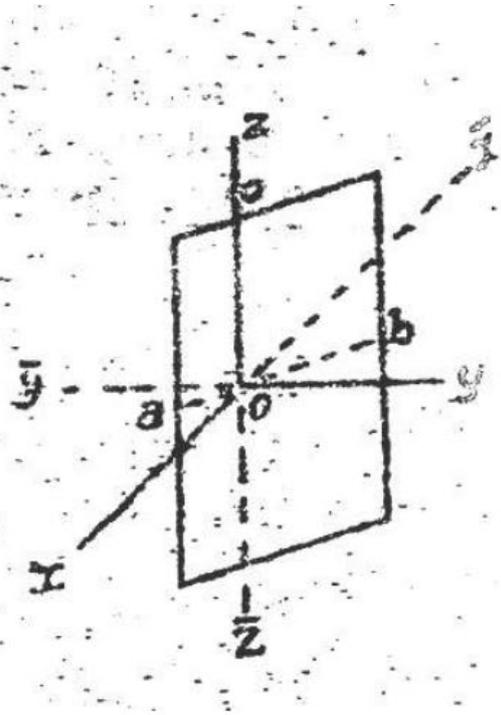


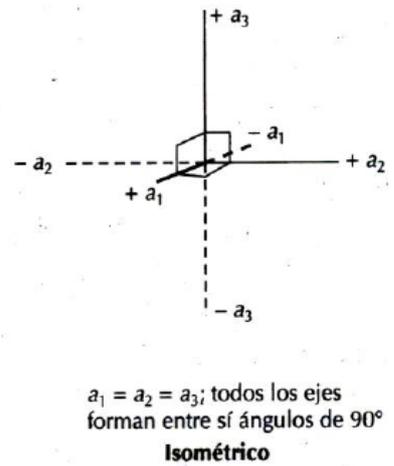
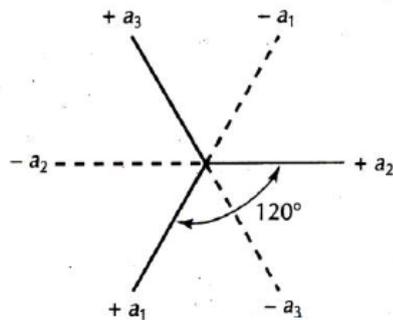
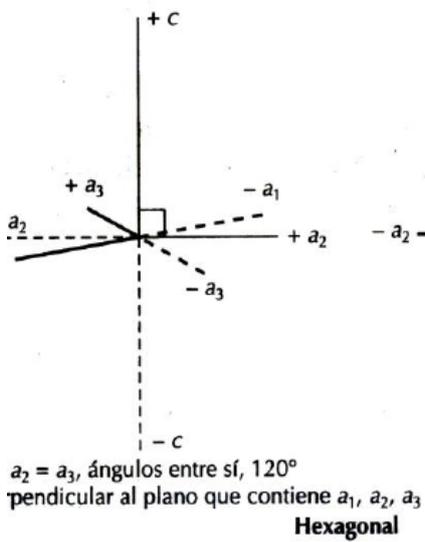
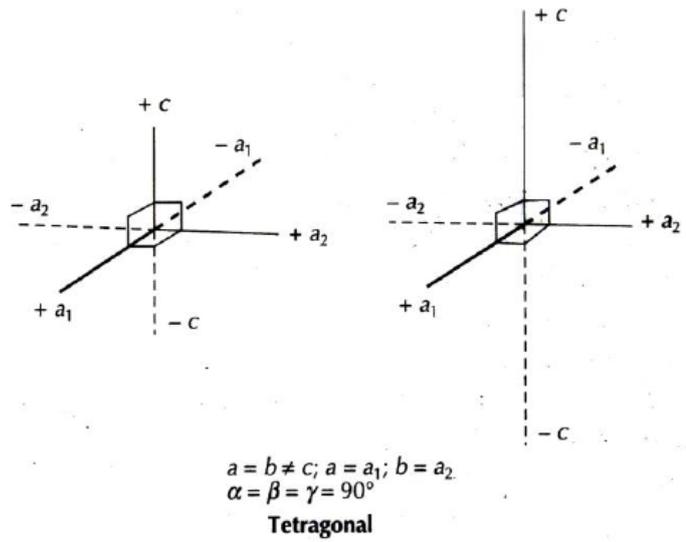
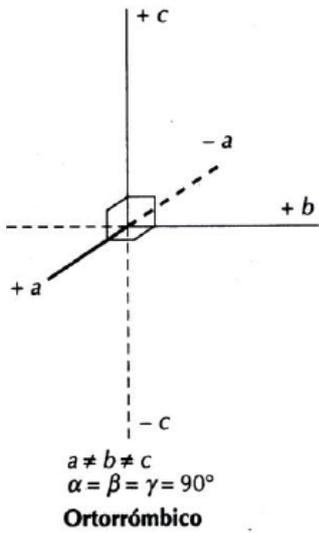
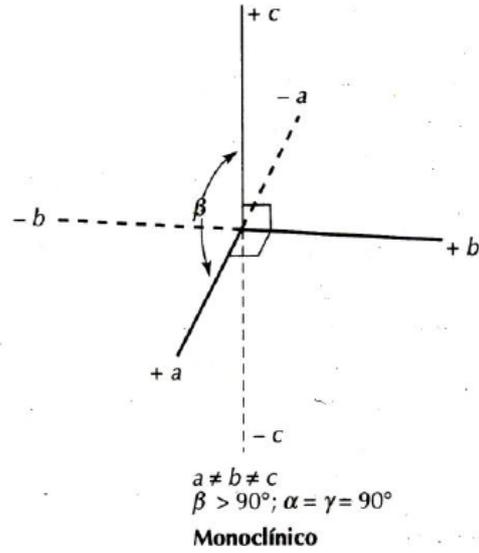
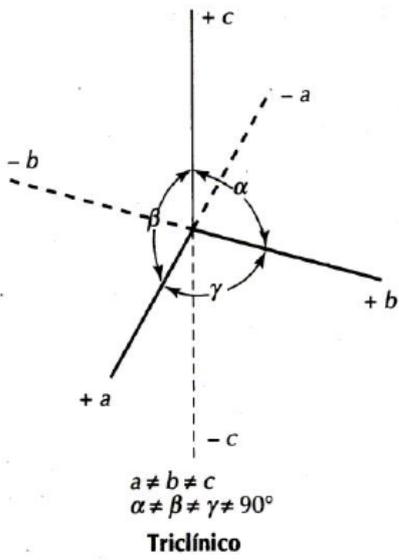
EJES CRISTALOGRÁFICOS

Se llaman, ejes cristalográficos, a un sistema de ejes coordinados, cuyo origen coincide con el centro del cristal y que sirven para fijar la posición de las caras en el espacio, por las magnitudes que ellas determinan sobre los ejes, medidas a partir del centro. En la descripción de un cristal, especialmente en relación con la posición de sus caras, se considera conveniente suponer, siguiendo los métodos de geometría analítica, ciertas líneas que pasen por el centro del cristal como una base de referencia. Cuando los tres ejes cristalográficos son desiguales, uno de ellos se orienta en posición vertical, de arriba abajo, y se llama eje c; otro hacia el observador y se llama eje a; de delante a atrás y el otro de derecha a izquierda y se denomina eje b. Cada eje tiene dos extremos, uno positivo y el otro negativo. Los extremos superior, derecho y anterior son positivos y los extremos inferiores, izquierdos y posteriores son negativos. El ángulo que forman los ejes b y c se denominan alfa (α), el ángulo que forman a y c se denominan Beta (β) y Gamma (γ) el ángulo que forman los ejes a y b; que varían de acuerdo al sistema cristalino. Las distancias reales a las que una cara corta a los ejes cristalográficos se llaman coordenadas y la longitud que tiene el eje cristalográfico expresada en milímetros, desde el centro hasta su terminación, se denomina parámetros

Cuando una cara del cristal puede cortar a los tres ejes, en este caso, se llama piramidal; a dos ejes, se denomina prismática y a un sólo eje se le llama pinacoidal.









NOTACIÓN CRISTALOGRÁFICA

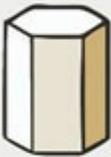
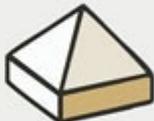
Es una representación analítica que nos indica la posición de las caras en el espacio con relación a los ejes cristalográficos tomados como referencia. La posición de cualquier cara de un cristal puede expresarse utilizando como ejes de referencia a los ejes cristalográficos. La intersección de las caras con los ejes de referencias son simples, múltiples, racionales de ciertas longitudes; este es el aspecto de la Ley de la Racionalidad o ley de los índices racionales establecido por Haüy. Un método conciso de llevar esto a cabo es mediante la notación cristalográfica en la que se utilizan los denominados números índices o simplemente índices. El sistema de notación de caras usado universalmente es de los índices de Miller que tiene tres aspectos:

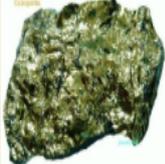
1. Dado que los ejes se refieren siempre al mismo orden X, Y, Z. Se omiten los nombres de los ejes.
2. Los recíprocos de las intersecciones se usan en modo que 2 llegue a ser $\frac{1}{2}$.
3. Todas las fracciones están redondeadas en número enteros, los cuales se obtienen a partir de los parámetros, tomando los valores recíprocos. Ejemplo:

PARÁMETROS	RECÍPROCOS	ÍNDICES MILLER	DE
3a : 1b : 3c	$\frac{1}{3}$ $\frac{1}{1}$ $\frac{1}{3}$	1, 3, 1	
1a : 2b : 2c	$\frac{1}{1}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$	2, 1, 1	
2a : α b : 1c	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{\alpha}$ $\frac{1}{1}$	1, 0, 1	
3a : 1b : 3c	1a : 2b : 2c	2a : α b : 1c	
(1, 3, 1)	(2, 1, 1)	(1, 0, 2)	

En los índices de Miller, al ser los valores recíprocos de los parámetros hay que tener en cuenta que cuanto mayor sea el índice, menor será el parámetro. Una cara con índice 2, 1, 1 cortará al eje "a" a la mitad de la distancia fundamental y no al doble. En el caso de una cara cristalina paralela a un eje cristalográfico, la intersección de la cara con ese eje se considera en el infinito y las relaciones de intersección incluirán el símbolo infinito.

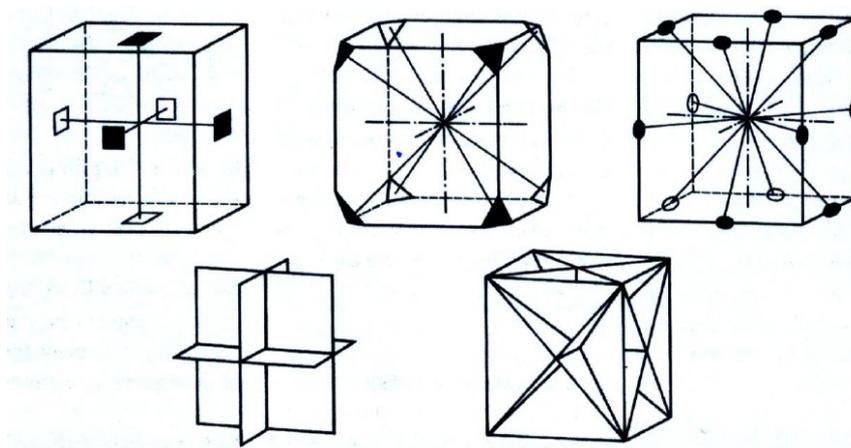
SISTEMAS CRISTALINOS

Cúbico = Isodiamétrico			
			
Cubo	Octaedro	Dodecaedro	Tetraedro
Hexagonal		Tetragonal	
			
Prisma	Prisma y dipirámide	Prisma	Prisma y pirámide
Rómbico		Monoclínico	Triclínico
			
Prisma	Dipirámide	Prisma monoclínico	Pinacoides

Sistema	regular o cúbico	hexagonal	trigonal	tetragonal	rómbico	monoclínico	triclínico
Forma del cristal							
Mineral							

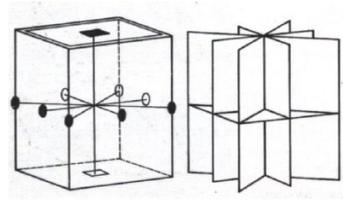
Todas las redes cristalinas, igual como sucede con los cristales, que de hecho son la manifestación externa de la estructura de las redes, presentan elementos de simetría como consecuencia de su naturaleza. Las 32 clases de cristales que se distinguen unas de otras por su simetría, están clasificados en siete sistemas cristalinos: Regular o cúbico, tetragonal, hexagonal, romboédrico, rombico, monoclinico, y triclinico. Los máximos elementos de simetría de cada sistema son:

SISTEMA CÚBICO: Su núcleo es el cubo. Tres ejes cuaternarios (pasan por los centros de las caras); 4 ejes ternarios (pasan por los vértices); 6 ejes binarios (pasan por los centros de las aristas); 3 planos de simetría que contienen los ejes cuaternarios; 6 planos de simetría que contienen los ejes binarios, y centro de simetría.



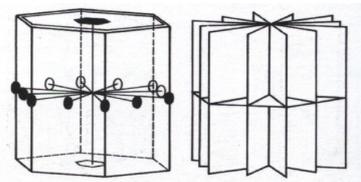
Constantes cristalográficas: Parámetros $a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ Sus elementos de simetría son: 3L4, 4L3, 6L2, C, 3Pp, 6Pd. Ejemplos de minerales que cristalizan: Galena, Tetraedrita, Pirita, blenda, diamante

SISTEMA TETRAGONAL: su núcleo es un prisma recto de base cuadrada. Un eje cuaternario (pasa por el centro del prisma y es paralelo a sus caras); 2 ejes binarios (pasan por los centros de las caras del prisma); 2 ejes binarios (pasan por los centros de las aristas del prisma); 1 plano (contiene todos los ejes binarios); 2 planos (pasan por las aristas del prisma); 2 planos (pasan por los centros de las caras), y centro de simetría.



Constantes Cristalográficas: Parámetros $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ Sus elementos de simetría son: C, L₄, 2L'₂, 2L''₂, P₆, 2P'₂, 2P''₂. Ejemplos de minerales que cristalizan: Calcopirita, zircón, rutilo, casiterita

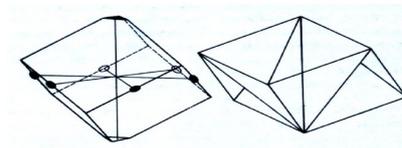
SISTEMA HEXAGONAL: Su núcleo es un prisma recto de base hexagonal regular. Un eje senario (pasa por el centro del prisma y es paralelo a sus caras); 3 ejes binarios (pasan por los centros de las caras del prisma); 3 ejes binarios (pasan por los centros de las aristas laterales); 1 plano (contiene todos los ejes binarios); 3 planos (pasan por las aristas del prisma); 3 planos (pasan por los centros de las caras) y centro de simetría





Constantes Cristalográficas: Parámetros $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ \neq \gamma = 120^\circ$ Sus elementos de simetría: $C, 3C_2, 3C_2', 3C_2'', 3C_6, 3C_6', 3C_6'', 3C_2, 3C_2', 3C_2''$. Ejemplos de minerales cristalográficos: Cuarzo, berilo, calcita, turmalina, apatito, molibdenita

SISTEMA ROMBOÉDRICO: su núcleo es un romboedro. Un eje ternario (pasa por dos vértices del romboedro y coincide con su altura); 3 ejes binarios (son perpendiculares al eje ternario y pasan por los centros de las aristas); 3 planos (pasan por las aristas), y centro de simetría.

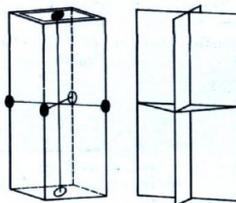


Constantes Cristalográficas: Parámetros $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ$ y $\gamma = 120^\circ$

Sus elementos de simetría son: $C, 1C_3, 3C_2, 3C_2', 3C_2''$.

Ejemplos de minerales cristalográficos: Calcita, oligisto, arsénico, antimonio, bismuto

SISTEMA RÓMBICO (ORTORÓMBICO): su núcleo es un prisma de base rectangular. Un eje binario (pasa por el centro del prisma y es paralelo a sus caras); 2 ejes binarios (pasan por los centros de las aristas del prisma); 3 planos de simetría (cada uno contiene dos ejes binarios), y centro de simetría.

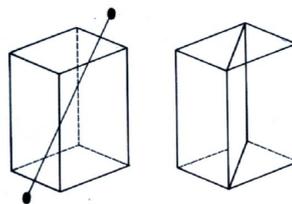




Constante cristalográfico: Parámetros $a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ Sus elementos de simetría son: C, $L'2$, $L''2$, $L'''2$, $P'2$, $P''2$, $P'''2$.

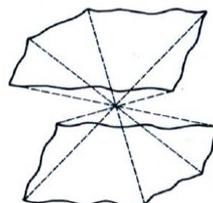
Ejemplos de minerales cristalográficos: Baritina, cerusita, azufre, olivino, aragonito

SISTEMA MONOCLÍNICO: su núcleo es prisma unioblícuo de base rectangular. Un eje binario (pasa por el centro de dos aristas); 1 plano (perpendicular al eje binario), y centro de simetría.



Constantes cristalográficas: Parámetros $a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$ Sus elementos de simetría son: C, $L2$, $P2$. Ejemplos de minerales cristalográficos: Yeso, rejalgar, ortosa, talco, malaquita, muscovita .

SISTEMA TRICLÍNICO: su núcleo es el prisma bioblícuo de base rectangular. Centro de simetría



Constantes cristalográficas: Parámetros $a \neq b \neq c$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$ Sus elementos de simetría son: es sólo C o sea sólo tiene un centro, hay ausencia de ejes y plano.

Ejemplos de minerales cristalográficos: Calcantita, rodonita, plagioclasa.

MACLAS



Las maclas son uniones regulares de dos cristales de un mismo mineral, en el cual los individuos pueden unirse el uno al otro ya bien girando en torno de algún eje en 180° , ejemplo: Macla de fluorita. Los individuos se penetran recíprocamente según (111). Ya bien reflejándose en el plano de simetría, ejemplo: Macla de yeso según (100) en flecha. Ya bien mediante inversiones. En los casos de unión regular de tres individuos, las maclas se denominan maclas cíclicas o triples; cuando son 4 individuos, las maclas se denomina quádruple o polisintéticas.

Morfológicamente se pueden distinguir tres tipos de maclas: de contacto, de compenetración y múltiples; aunque la ley de macla varíe según el sistema en que cristaliza el mineral. Macla de contacto.- Los cristales se asocian según un plano de macla, es una cara real o posible del cristal, pero nunca un plano de simetría. Macla de compenetración.- Están formadas por cristales encajados el uno en el otro; la superficie de unión es irregular y la ley de formación queda definida por un eje que no coincide con los ejes de simetría del cristal. Maclas múltiples.- Corresponde a la asociación de tres o más cristales.



ASPECTO DE LOS CRISTALES Y AGREGADOS CRISTALINOS

En la naturaleza, los cristales raramente crecen aislados; normalmente se presentan en agregados de individuos cuyo tamaño puede variar desde dimensiones muy pequeñas hasta más de un metro. Los agregados de minerales pueden ser de dos clases: heterogéneos, integrados por especies diferentes y homogéneos formados por individuos de la misma especie. Ellos pueden ser :

1.- Cuando un cristal consta de cristales aislados y distintos , deben emplearse los siguientes términos

- a) Acicular . En cristales delgados parecidos a agujas.
- b) Filiforme y capilar. En cristales como cabellos o hebras
- c) Hojoso. Cristales alargados planos aplastados como hojas de cuchillo.

2.- Cuando un minerales consta de un grupo de cristales distintos deben emplearse los siguientes términos.

- a) Dendrítico . Arborescencia en ramas divergentes y delgadas, algo parecidas a las plantas.
- b) Reticulado. Agrupación de cristales delgados en forma de redes.
- c) Divergente o radial . Cristales dispuestos de maneras radial a partir de un centro.
- d) Drusa. Superficie cubierta por una capa de pequeños cristales

3.- Cuando un mineral consta de grupo radiales o paralelos de cristales distintos, deben emplearse los términos siguientes:

- a) Columnar . Cristales en forma de columnas robustas.
- b) Hojoso. Un agregado de muchas hojas aplastadas.
- c) Fibroso. Agregados de cristales fibrosos delgados, paralelos o radiales.
- d) Estrellado. Cristales en forma concéntricas a manera de estrellas.
- e) Globular. Individuos radiales que forman grupos esféricos o semiesféricos.
- f) Botrioidal .Cuando las formas globulares se agrupa como racimos de uvas.
- g) Reniformes, Individuos radiales terminados en masas redondas que parecen un riñón.



h) Mamilar. Grandes masas redondas que parecen mamas, formados por individuos radiales.

i) Coloforma. Formas esféricas compuestas de individuos radiales independientemente de su tamaño

4.- Cuando un mineral está formado por escamas o laminillas , se emplean los siguientes términos:

a)Exfoliable .Cuando un mineral se separa fácilmente en placas u hojas.

b)Micáceo. Parecido al exfoliable, pero el mineral puede desintegrarse en hojas pequeñísimas, como en el caso de la mica.

c)Laminar o tabular. Cuando un mineral consta de individuos planos, como placas, superpuestas y adheridos unos a otros.

d)Plumoso. Formado por escamas finas con una estructura divergente o parecido a plumas.

5.- Cuando un mineral está formado por granos grandes o pequeños se llaman granular.

6.- Diversas términos.

a) Estalactítico. Cuando un mineral se encuentra en forma de conos o cilindros colgantes a modo de estalactitas.

b) Concéntrico. Una o más capas superpuestas alrededor de un centro común.

c) Pisolítico. Un mineral formado por masas redondas del tamaño aproximado de un guisante.

d) Oolítico.Un agregado mineral formado por pequeñas esferas semejantes a los huevos de pescado.

e) En banda . Cuando un mineral aparece en bandas estrechas de diferente colores o textura.

f) Masivo o macizo. Un agregado mineral formado por mineral compacto con una forma irregular , sin ninguna apariencia peculiar.

g) Amigdaloides . Cuando una roca tal como el basalto, contiene nódulos en forma de almendra.

h) Geoda . Cuando una cavidad ha sido recubierta de cristales , pero no ha quedado totalmente relleno.

i) Concreciones. Masa de minerales depositadas sobre un núcleo ,en ocasiones de forma esféricas.

j) Pulverulenta . A base de polvo.



Masivo y granular, como el mármol



Laminar, exfoliable micáceo, como la mica



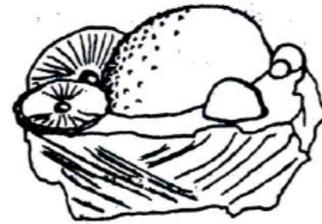
Hojoso como la estibina



Fibroso como el asbesto



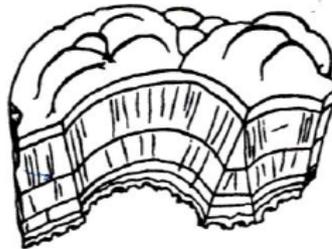
Acicular, radiante como la milerita



Radiante y globular como la wavelita



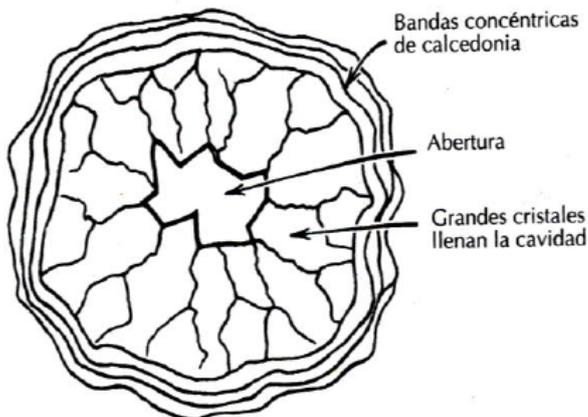
Dendrítico, como la pirolusita



Mamilar, botrioidal como la hematites



Coloforma, estalactítico como en los depósitos de las cavernas

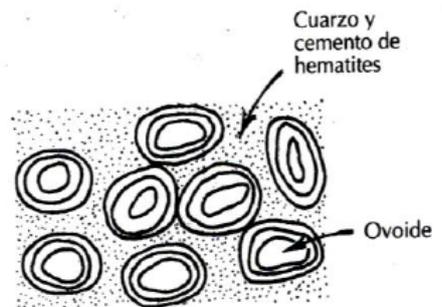


Geoda

Bandas concéntricas de calcedonia

Abertura

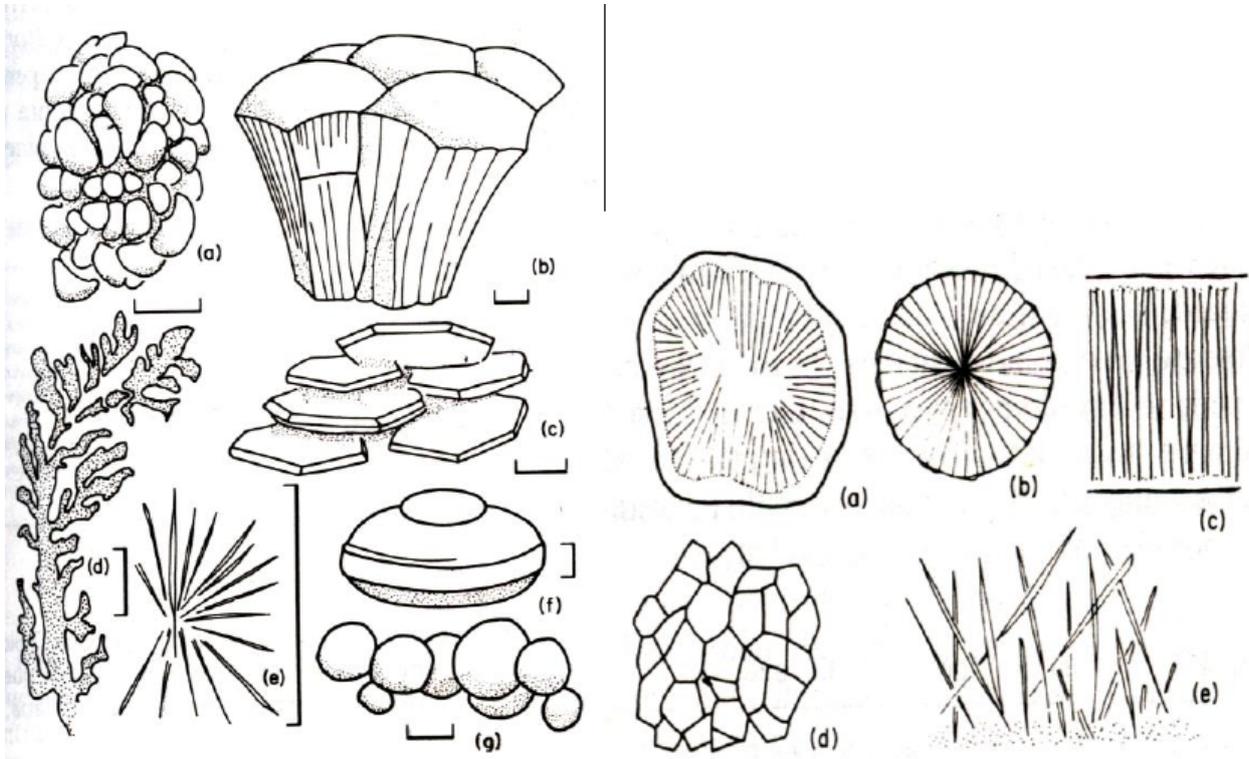
Grandes cristales llenan la cavidad



Oolítico, como en las menas de hierro oolítico

Cuarzo y cemento de hematites

Ovoide



FORMAS COMUNES:

- a) Botroidal
- b) Reniforme
- c) Tabular
- d) Dendrítico
- e) Acicular (f y g) Concrecionario

RELACIONES COMUNES:

- a) Drusas
- b) Radiada
- c) Fibrosa
- d) Granular
- e) Reticulada



CARACTERES FÍSICOS DE LOS MINERALES

Los caracteres físicos son muy importantes para la determinación de los minerales, algunos de ellos pueden reconocerse por inspección o mediante ensayos relativamente simples. En la actualidad, además de los métodos de identificación física, se utilizan modernos aparatos rayos X, fluorescencia, microscopio de polarización para identificar y clasificar los mineral.

CARACTERES ÓPTICOS Son propiedades que dependen de la luz, y entre ellas tenemos:

COLOR

Los minerales poseen muchas propiedades, entre las cuales el color es usualmente la primera y la más fácilmente observada para muchos minerales el color es característico y sirve como criterio distintivo ciertamente muchas personas reconocerían sus minerales a partir simplemente de sus colores. Sin embargo, en muchos minerales el color es una de las propiedades más variables y más inseguras en cuanto a diagnosticarlo. Cuando la luz blanca incide sobre la superficie de un mineral, puede ser transmitida, dispersada, reflejada, refractada o absorbida. Los proceso de dispersión y reflexión contribuyen a la propiedad percibida como lustre o brillo de un material. Si la luz no se absorbe, el mineral es incoloro, tanto en la luz reflejada como transmitida. Los minerales son coloreados porque absorben ciertas longitudes de onda de la luz, y el color es el resultado de la combinación de las longitudes de onda que llegan al ojo. Las longitudes de onda no son absorbidas por los minerales, pueden medirse cuantitativamente mediante un espectrómetro.

TIPOS DE COLORACIÓN

- a. Idiocromáticos
- b. Alocromáticos

IDIOCROMÁTICOS: Son aquellos minerales que presentan un solo color constante y característico.
Ejemplo:



MINERAL	COLOR
Malaquita	Verde
Azurita	Azul
Rodocrosita	Rosado o rojo
Rodonita	Rosado o rojo
Calcopirita	Amarillo latón
Bornita	Bronce pardo
Magnetita	Negro
Pirita	Amarillo pálido

ALOCROMÁTICOS: Son aquellos minerales que posee distintos colores y matices (una variación de color) Ejemplo:

MINERAL	COLOR
Cuarzo	Incoloro, violeta, amarillo ahumado a castaño y casi negro, rojo o rosado, blanco lechoso.
Fluorita	Verde claro, amarillo, verde azulado, incoloro, blanco, rosado, azul y castaño.
Diamante	Amarillo pálido o incoloro, rojo, anaranjado, verde, azul y pardo
Halita	Parda, rosado, azul, incoloro, blanco
Esfalerita	Blanco, pasando por amarillo y castaño hasta negro.

COLOR DE LA RAYA (Huella)

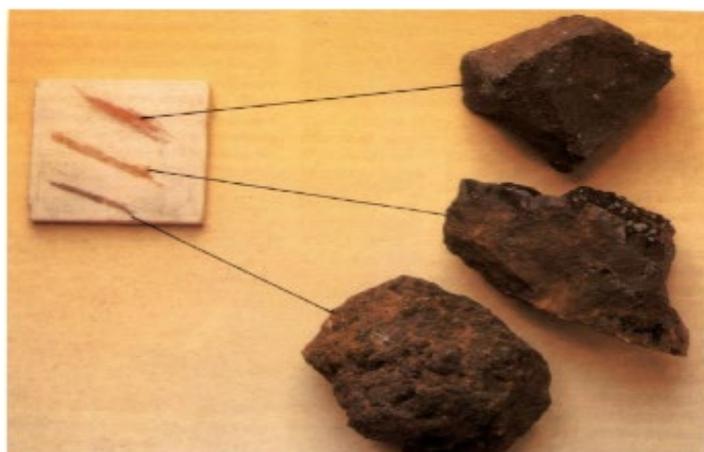
Viene a ser el color del polvo fino del mineral, en la práctica se determina frotando el mineral sobre una placa de porcelana. La porcelana tiene una dureza alrededor de 7, y por lo tanto, no puede emplearse con minerales de dureza superior. En muchos casos el color de la raya coincide con el color del mineral. Ejemplos de minerales cuyo color coincide con su huella.

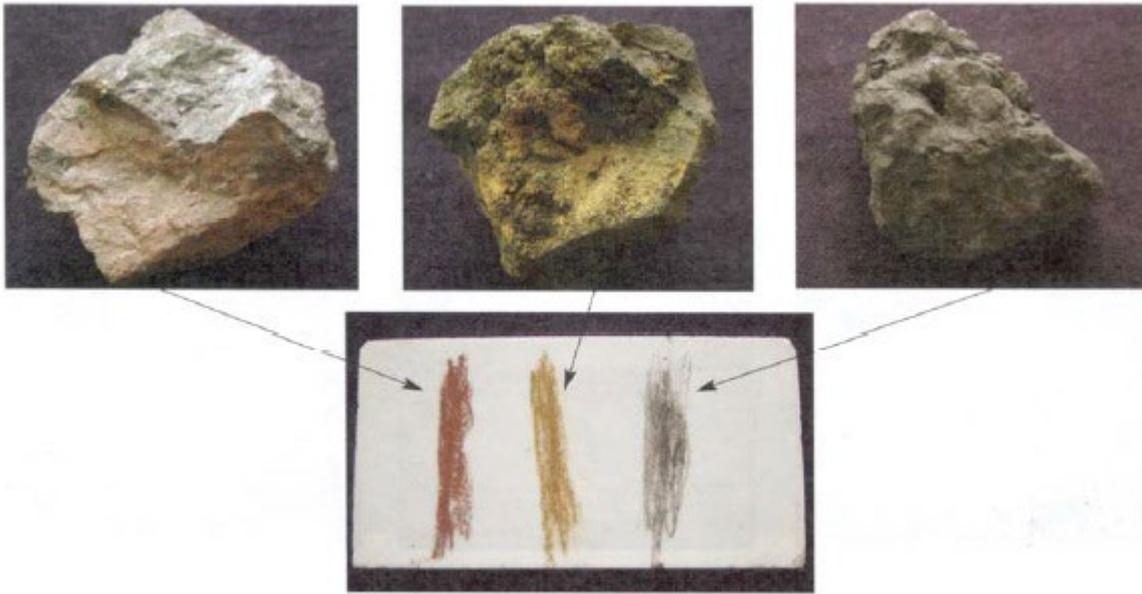


MINERAL	COLOR	HUELLA
Magnetita	Negro	Negro
Azurita	Azul	Azul
Cinabrio	Rojo	Rojo

Ejemplos de minerales cuyo color no coincide con su huella

<i>MINERAL</i>	COLOR	HUELLA
Calcopirita	Amarillo latón	Negro verdosa
Hematita	Gris de acero a negro	Roja
Tennantita	Gris claro	Rojo cereza
Pirita	Amarillo claro	Negro





OTRAS PROPIEDADES:

OPALESCENCIA.-

Cuando un mineral refleja un color lechoso o nacarado. Ejemplo: Se observa en algunos ópalos

IRIDISCENCIA.- Cuando un mineral exhibe varios colores en el interior o en la superficie. Este se debe mayormente por la presencia de diminutos cristales extraños en posiciones paralelas; más generalmente, sin embargo, son causados por la presencia de cruceros laminados finos, en la luz reflejada de los cuales tiene lugar la interferencia.

PATINA.- Son superficies o películas de alteración que sufre un mineral al medio ambiente, dándole un color aparente. Ejemplo: La BORNITA: S_4Cu_5Fe éste mineral por la coloración que presenta se le conoce con el nombre de pecho de paloma (o pavo real), porque al quedar expuesto al aire su color bronce pardo, se recubre con una película de color azul violeta.

OXIDACIÓN.- Decimos que una superficie es oxidada cuando su color difiere de su interior (minerales y rocas sufren oxidación)



BRILLO (Lustre) Es la luz reflejada por la superficie del mineral. Depende de numerosos factores, entre ellos el índice de refracción, la dispersión cromática, la absorción de la luz y las características de la superficie estudiada. El brillo de un mineral aumenta proporcionalmente con el índice de refracción, disminuye con la absorción de la luz y la rugosidad de la superficie y no depende del color.

CLASES DE BRILLO

El brillo de los minerales pueden ser de dos clases metálico y no metálico.

BRILLO METÁLICO: Es propio de los minerales opacos que reflejan gran parte de la luz, como resultado de ello dan una huella negra o muy oscura. Este brillo es frecuente en los metales nativos y en muchos sulfuros.

Ejemplos:

MINERAL	BRILLO
Galena	Metálico
Pirita	Metálico
Calcopirita	Metálico
Magnetita	Metálico
Hematita	Metálico



BRILLO NO METÁLICO:

Minerales sin aspecto metálico. Generalmente son de colores claros y transmiten la luz, por lo menos en secciones delgadas. La huella de un mineral no metálico es blanca o de tonalidad pálidas.

Tipos de brillos no metálicos son:

Vítreo: Es parecido al brillo del vidrio. Ejemplos: El cuarzo y la turmalina.

Resinoso: De aspecto similar a la de la resina. Ejemplos: La blenda y el azufre.

Nacarado: Tiene el aspecto iridiscente de la perla. Aparece en las superficies de los minerales paralelas a los planos de exfoliación. Ejemplos: La mica, el talco.

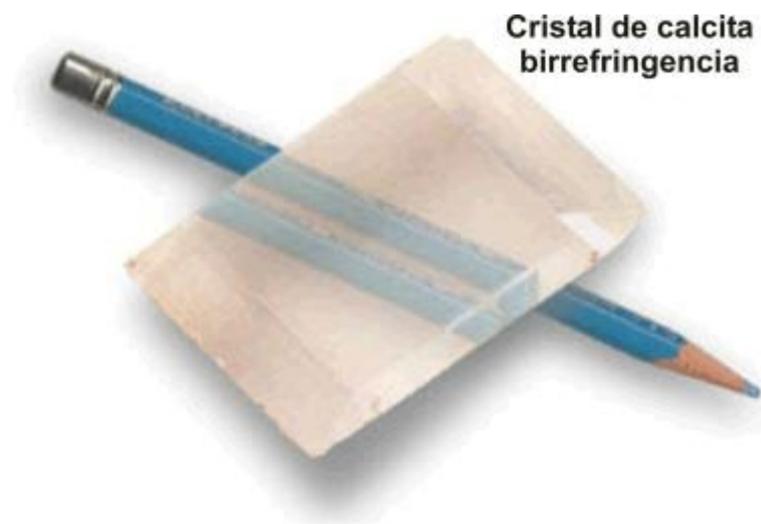
Graso: Las superficies presentan un aspecto como si estuviesen recubiertas por una delgada capa de aceite. Ejemplos: El cuarzo masivo, algún especie de esfaleritas.

Sedoso: Tienen la apariencia de una seda y es el resultado de un agregado paralelo de fibras finas. Ejemplos: Malaquita, yeso fibroso y serpentina.

Adamantino: Que tiene un reflejo fuerte y brillante como el diamante. Es propio de minerales con un alto índice de refracción. Ejemplos: La cerusita y la anglesita.

Mate: La luz incidente no es reflejada (o sea que no presenta brillo). Ejemplos: La arcilla, las variedades pulverulentas de hematita y limonita.

PROPIEDAD DE BIRREFRINGENCIA





TRANSPARENCIA (Diafanidad)

Es la capacidad que tienen los minerales para dejar pasar la luz a través de ellos. Dicha magnitud depende de la naturaleza química de la sustancia y de la longitud de la onda de la luz.

Según el grado de transparencia se distingue los minerales:

Transparente: Es cuando el contorno de un objeto, visto a través del mineral, se distingue perfectamente.

Ejemplo: Cuarzo, diamante, topacio, yeso espejuelo.

Semitransparente: Es cuando se ven los objetos, pero los contornos no son precisos. Ejemplos: Cinabrio, esfalerita.

Translúcidos: Es cuando se transmite la luz, pero no se ven los objetos. Ejemplos: Calcedonia, pedernal.

Opacos: Es cuando no se transmite la luz. Ejemplos: Arsenopirita, galena, piritita.

LUMINISCENCIA

Esta propiedad física consiste en la emisión de la luz que no es producto de la incandescencia del mineral, sino que es producto de un proceso de irradiación del mineral con rayos ultravioleta.

Hay un aparato basado en esta propiedad llamado MINERALIGHT para la detección de minerales (irradia ondas ultravioletas)

TIPOS DE LUMINISCENCIA Fluorescencia:

Consiste en la emisión de luz tiene lugar durante la irradiación. Los minerales que se hacen luminiscentes al ser expuestos a la acción de los rayos ultravioleta, rayos X o rayos catódicos.

Ejemplos: Fluorita, scheelita, diamante. Fosforescencia: Cuando la emisión de luz continua, después de haber sido cortada la irradiación. Ejemplo: Azufre.

Termoluminiscencia: Cuando se calienta al mineral este emite luz. Ejemplos: Fluorita, calcita, apatido y feldespatito.

Triboluminiscencia: Un mineral al ser molidos, rayados o frotados emite luz. Ejemplo: Fluorita, esfalerita, calcita y feldespatito.

CARACTERES MECÁNICOS EXFOLIACIÓN O CLIVAJE (Crucero)

Es la capacidad que tienen algunos minerales de dividirse en determinados planos cristalográficos paralelos a las caras. La exfoliación depende de la estructura cristalina y tiene lugar sólo paralelamente a planos atómicos. Al describir una exfoliación deben darse su calidad y dirección cristalográfica. La calidad se expresa como perfecta, buena, regular. La dirección se expresa por el nombre

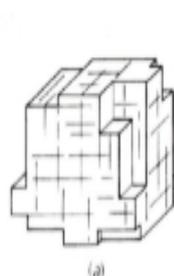
o índices de la forma a la que es paralela la exfoliación, como cúbico (001), octaédrico (111), romboédrica (1011). En la práctica, se distinguen los siguientes

GRADOS de exfoliación:

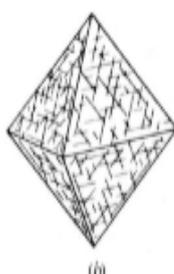
Clivaje perfecto: El cristal se divide en delgadas láminas o plaquitas. Ejemplos: Micas y cloritas.

Clivaje bueno: Cuando por percusión se obtienen fragmentados parecidos a verdaderos cristales. El cristal se rompe en cualquier lugar por direcciones determinadas, formando superficies planas.

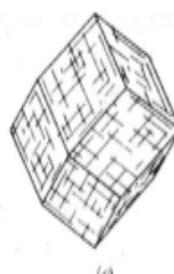
Ejemplos: Calcita, galena, halita, fluorita. Clivaje imperfecto: Las superficies de clivaje regulares son raras, presentan superficies irregulares, ásperas, rugosas. Ejemplos: Apatito, berilo, casiterita, y el azufre nativo.



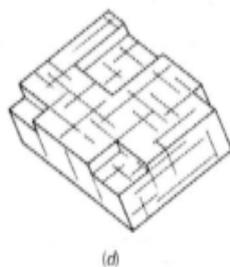
(a)
Cúbica



(b)
Octaédrica



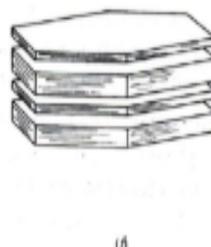
(c)
Dodecaédrica



(d)
Romboédrica



(e)
Prismática
y Pinacoidal



(f)
Pinacoidal (basal)

FRACTURA

Se conoce como fractura el aspecto que ofrecen las superficies obtenidas por la rotura. Cuando un mineral es sometido a una percusión puede responder rompiéndose. En algunas estructuras cristalinas la resistencia de los enlaces es aproximadamente la misma en todas direcciones. En estos casos la rotura del cristal no sigue generalmente una dirección cristalográfica determinada.



CLASE DE FRACTURAS

a) **Concoidal.-** Cuando la fractura tiene superficies suaves, lisas como las de la cara interior de una concha.

Ejemplos:

Cuarzo, obsidiana, pirita.

b) **Fibrosa o Astillosa.-** Cuando un mineral se rompe según astillas o fibras. Ejemplos: Marcasita, asbesto, yeso fibroso

c) **Ganchuda.-** Cuando un mineral se rompe según una superficie irregular, dentada, con filos puntiagudos. Ejemplos: Oro nativo, cobre nativo, plata nativo.

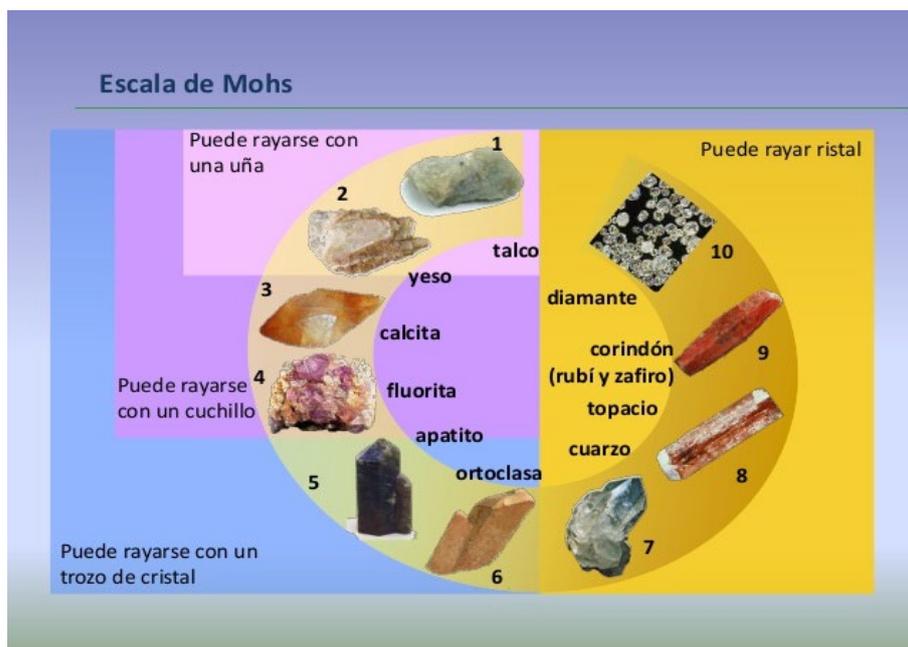
d) **Desigual o irregular.-** Cuando un mineral se rompe según superficies bastas e irregulares.

Ejemplo: Tetraedrita, smithsonita, cinabrio. DUREZA

Es la resistencia que ofrece la superficie de un mineral al ser rayado por otros. La dureza es una forma de evaluación de la reacción de una estructura cristalina a una tensión sin rotura. En los cristales con enlaces metálicos, que pueden fluir plásticamente, el rayado da lugar a una ranura o surco. Por el contrario, en materiales frágiles el rayado es la manifestación de una microfractura.

ESCALA DE MOHS

El grado de dureza se mide en mineralogía por comparación, determinándose la facilidad o dificultad en que un mineral es rayado por otro o por una lima o punta de acero (o una cuchilla). Un mineral blando siempre es rayado por cualquier mineral más duro y nunca al revés. En los minerales existen todos los grados de dureza, desde la del talco que se impresiona con la uña hasta la del diamante. El mineralogista austriaco F. Mohs, estableció en 1824 una escala de 10 minerales corrientes de manera que con estos valores se puede, por comparación definir la dureza relativa de cualquier mineral.



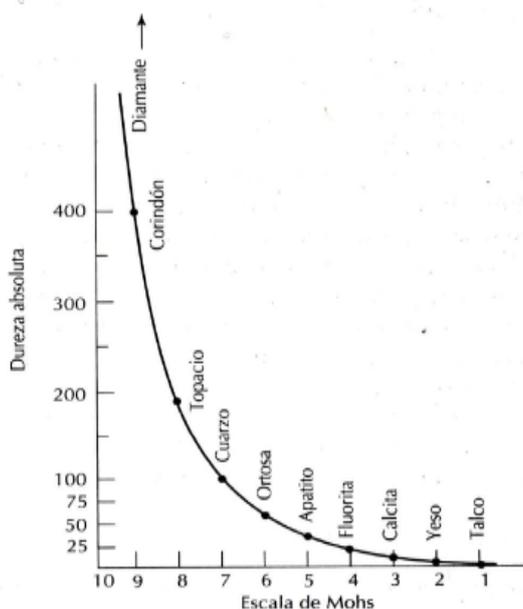
ESCALA DE MOHS

D	MINERAL	COMPOSICIÓN	CARACTERÍSTICAS
1	Talco	$Mg_3(Si_4O_{10})(OH)_2$	Muy blandos, se rayan con la uña (2,5)
2	Yeso	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	
3	Calcita	$CaCO_3$	Blandos, se rayan fácil con la navaja (5,0)
4	Fluorita	CaF_2	
5	Apatita	$Ca_5(PO_4)_3F$	Duros, se rayan con la lima (6,5)
6	Ortosa	$K(AlSi_3O_8)$	
7	Cuarzo	SiO_2	Muy duros, rayan al vidrio y al acero. Dan chispas con el eslabón
8	Topacio	$Al_2(SiO_4)(F, OH)_2$	
9	Corindón	Al_2O_3	
10	Diamante	C	



ESCALA PRÁCTICA DE WERNER

DUREZA	MATERIAL
2.5	- La uña del dedo
3	- Una moneda de cobre
5	- Una punta de acero (Una punta de navaja de cuchillo, un clavo)
5.5	- Un fragmento de vidrio
6.5	- Una punta del acero de una lima



Comparación de la escala relativa de Mohs y las medidas absolutas de dureza. Para la determinación precisa de dureza de minerales se emplea un instrumento llamado ESCLERÓMETRO.

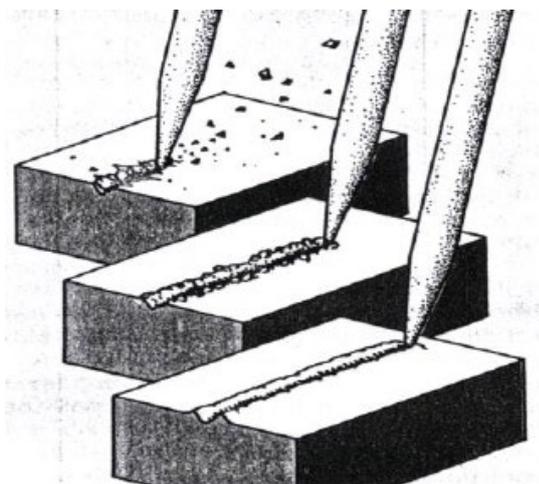
TENACIDAD.- Se denomina tenacidad a la resistencia que opone un mineral a ser partido, molido, doblado o desgarrado, en resumen, su cohesión.

CLASES DE TENACIDAD

1. Frágil.- Un mineral que fácilmente se rompe o reduce a polvo, siendo una propiedad características de minerales con enlaces iónicos dominantes. Ejemplos: La esfalerita, galena, estefanita.



2. **Maleable.-** Un mineral que puede ser conformado en hojas delgadas por percusión. Ejemplos: Oro nativo, plata nativo y cobre nativo
3. **Séctil.-** Un mineral que puede cortarse fácilmente en virutas delgadas con un cuchillo. Ejemplos: Molibdenita, grafito, yeso
4. **Dúctil.-** Un mineral al que se puede estirar fácilmente en forma de hilo. Ejemplos: Plata nativo, cobre nativo, cerargirita.
5. **Flexible.-** Un mineral puede ser doblado y pero no tiene la capacidad de recuperar su forma original, manteniendo la deformación de forma permanente. Ejemplos: Talco, clorita y molibdenita.
6. **Elástico.-** Un mineral que puede ser doblado, pero recupera su forma original una vez terminada la fuerza que lo deformaba. Ejemplos: Moscovita, biotita, flogopita



Examen de la tenacidad de un mineral frágil, de uno blando y de uno séctil (de arriba abajo)

MINERALOGÍA



ELEMENTOS NATIVOS

Se consideran elementos nativos aquellos minerales constituidos por átomos de un solo elemento que se encuentra en la naturaleza en estado nativo, es decir en estado de oxidación cero, incluyendo el mercurio y algunas aleaciones metálicas naturales. De acuerdo con su naturaleza química, se diferencian elementos metálicos (Au, Ag, Cu, etc.), semimetálicos o metaloides (As, Sb, Te), y elementos no metálicos (C, S, Se).

Esta clase se caracteriza por una escasa diversidad mineralógica debido a que solamente unos 20 elementos se encuentran en la naturaleza en estado nativo (exceptuando los gases libres de la atmósfera). Su abundancia es insignificante (representan menos de 0,15% de la masa de la corteza terrestre), y algunos como el diamante y el oro alcanzan un gran valor económico por su rareza y propiedades.



CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las sustancias químicas pueden ser simples o compuestas. Son sustancias simples las que están constituidas por un elemento químico y son sustancias compuestas (compuestos) las que contienen más de un elemento químico. Por lo general, en las sustancias simples los elementos se presentan en estado de oxidación 0, mientras que en las sustancias compuestas los elementos suelen tener estados de oxidación diferentes de 0. Sin embargo, hay sustancias compuestas que contienen más de un elemento, pero todos ellos en estado de oxidación 0, este es el caso de las aleaciones o combinaciones de metales.

Se han encontrado, hasta ahora, en la Corteza Terrestre 30 elementos químicos en estado nativo, es decir, en estado de oxidación 0. La mayor parte de estos elementos son metales, aunque pueden encontrarse sin dificultad ciertos elementos, como el azufre y el grafito.

La importancia de tales elementos frente al resto de las sustancias minerales es pequeña, ya que constituyen no más del 0.15% de la masa de la Corteza Terrestre.

La mayor parte de los Elementos Nativos se encuentran en estado sólido, pero hay algunos líquidos, como el mercurio y elementos gaseosos como los gases nobles, el oxígeno y el nitrógeno que se encuentran en la atmósfera. Algunos autores no consideran minerales a las sustancias que no sean sólidas, pero la tendencia general es la de considerarlos sustancias minerales.

Los elementos nativos pueden ser metálicos, semimetálicos y no metálicos, cada tipo posee diferentes características, tanto químicas, como físicas.

Las características generales de los elementos metálicos se resumen en los puntos siguientes:

- Densidades elevadas.
- Brillo y aspecto metálico.
- Color blanco o gris, salvo excepciones, como el cobre y el oro.
- Elevada conductividad térmica y eléctrica.
- Índices de refracción elevados, salvo el oro, la plata y el cobre.
- Los que poseen índices de coordinación 12 son blandos, maleables y no exfoliables.
- Suelen cristalizar en el sistema cúbico.
- Son muy frecuentes las sustituciones isomorfas, en donde un átomo se sustituye por otro de tamaño parecido.
- La densidad no suele ser muy elevada.
- Si tienen brillo metálico, es poco intenso. Los elementos no metálicos presentan brillo variado.
- Son frágiles. Suelen ser más o menos exfoliables.



- No suelen cristalizar en el sistema cúbico, pero si lo hacen, las redes están deformadas.
- Los semimetales nativos (metaloides) poseen enlaces con carácter mixto iónico-covalente.
- Dentro de un grupo, el carácter metálico aumenta cuando se hace mayor el número atómico

ELEMENTOS NATIVOS:

- Oro Au
- Plata Ag
- Cobre Cu

- Platino Pt
- Arsénico As
- Antimonio Sb

- Carbono:
- Diamante C
- Grafito C
- Azufre S

SULFUROS:

Los sulfuros son un gran grupo de minerales que comprende la mayoría de las menas metálicas económicamente importantes. Sulfoarseniuros, arseniuros y Teleruros similares o los sulfuros, pero más raros.

Un sulfuro es, básicamente, un compuesto de azufre (S) y uno o más metales, sin oxígeno (O). Las estructuras de los más sencillos se pueden describir como un empaquetamiento de esferas grandes de S entre las que se colocan los pequeños átomos metálicos. El enlace es una mezcla variable de los enlaces metálicos, iónico y covalente.

La mayoría de los sulfuros tienen carácter metálico con colores distintivos y huellas de colores característicos, brillo metálico y son opacos. Tienen altas densidades y son más frágiles comparados con los metales puros. Los no opacos como el cinabrio, el rejalgam y el oropimente poseen índices de refracción elevados y transmiten luz solo en los bordes delgado



SULFUROS

- Argentita Ag_2S
- Calcosina Cu_2S
- Bornita Cu_5FeS_4
- Galena PbS
- Blenda (esfalerita) ZnS
- Calcopirita CuFeS_2
- Pirrotita FeS Covelina CuS
- Cinabrio HgS Rejalgar As_2S_3
- Oropimente As_2S_3
- stibina Sb_2S_3
- Pirita FeS_2 Marcasita FeS_2
- Arsenopirita FeAsS
- Molibdenita MoS_2
- Alabandita MnS

SULFOSALES

Los sulfosales comprenden un gran grupo de minerales, poco frecuentes en su mayoría, que contienen dos o más metales. Los sulfosales suelen ser minerales de Ag, Cu o Pb que están en filones hidrotermales, normalmente en poca cantidad y generalmente asociados a sulfuros más comunes. Tienen un brillo metálico, una dureza inferior, densidades elevadas y son, en su mayoría frágiles, se descomponen con más facilidad por los ácidos, poseen una capacidad de reflexión relativamente inferior; se caracterizan por sus complejas estructuras atómicas y cristalinas y tienen una fórmula química general. A continuación se mencionan sólo las más importantes sulfosales

SULFOSALES:

Polibasita $\text{Ag}_{16}\text{Sb}_2\text{S}_{11}$

Estefanita Ag_5SbS_4

Pirargirita Ag_3SbS_3

Proustita Ag_3AsS_3



Tetraedrita (Cu, Fe, Zn, Ag)₁₂ Sb₄ S₁₃

Tennantita (Cu, Fe, Zn, Ag)₁₂ As₄ S₁₃

Enargita Cu₃ As S₄

Luzonita Cu₃ As S₄

Jamesonita Pb₄ Fe Sb₆ S₁₄

Bournonita Pb Cu Sb S₃

Boulangerita 5Pb S₂ Sb₂ S

ÓXIDOS

Los minerales de óxidos son compuestos naturales en los cuales el oxígeno (O) aparece combinando con uno o más metales. Normalmente consisten en un empaquetamiento compacto de grandes átomos de oxígeno con los metales, menores, en los intersticios. Los metales suelen estar coordinados por cuatro o seis oxígenos. En general el enlace es iónico y fuerte; los óxidos suelen caracterizar por su gran dureza y alta densidad, elevada estabilidad química, alto punto de fusión, la muy baja solubilidad. Muchos de ellos son importantes menas, tanto por su abundancia como por la fácil metalurgia (es suficiente un proceso de reducción). Generalmente, se presentan de forma accesoria en las rocas ígneas y metamórficas y, a causa de su gran resistencia, también en sedimentos donde pueden concentrarse en estratos.

ÓXIDOS:

Cuprita Cu₂O

Tenorita Cu O

Hematita Fe₂O₃

Magnetita Fe₃O₄

Cromita FeCr₂O₄

Pirolusita MnO₂

Casiterita SnO₂

HIDRÓXIDOS

Los minerales de hidróxidos, todas las estructuras de este grupo están caracterizadas por la presencia del grupo oxhidrilo (OH)- o moléculas de H₂O. En los hidróxidos el oxígeno está sustituido, todo o en parte, por grupos OH. Por lo general tienen menor dureza y densidad, está típicamente en la



zona de meteorización de las mineralizaciones, donde los minerales primarios han sido alterados. Los minerales del grupo de los hidróxidos se forman en general en el exterior, mediante la alteración de minerales preexistentes. Su estructura consiste en capas cohesionadas por enlaces iónicas y unidas unas a otras por débiles

93 enlaces de Van der Waals, lo cual explica la marcada exfoliación pinacoidal que presentan. Entre los hidróxidos existen también algunos minerales de gran interés económicos:

HIDRÓXIDOS:

Limonita $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Psilomelana $(\text{Ba}, \text{Mn})_3(\text{O}, \text{OH})_6\text{Mn}_8\text{O}_{16}$

HALUROS

Los haluros o halogenuros son minerales compuestos por metales que se combinan con uno de los elementos halógenos: Flúor (F), Cloro (Cl), Bromo (Br), y Yodo (I), son los grandes aniones monovalentes unidos por enlaces iónicos puros a los pequeños cationes monovalentes o divalentes, como el sodio (Na), el calcio (Ca). En estas estructuras el enlace es relativamente débil y se dirige esféricamente hacia todas las direcciones y no sólo hacia alguna en particular. Este hecho importante hace que los iones se comporten como esferas casi perfectos que se empaquetan según la máxima simetría posible. Así, estos minerales son muy a menudo cúbicos, muy blandos, y dureza y peso específico bajos y punto de fusión moderado o elevado. Los cloruros se forman casi siempre por evaporación de su soluciones; en cambio los fluoruros están típicamente en rocas ígneas y en las pegmatitas y filones hidrotermales asociados.

HALUROS:

Halita NaCl

Cerargirita Cl Ag

Fluorita CaF_2

Atacamita $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$

CARBONATOS

Los carbonatos son compuestos de elementos formados por grupos (CO_3) y uno o pocos cationes. En los carbonatos, con un átomo de carbono (C) en el centro y tres átomos de oxígeno alrededor, en los vértices de un triángulo equilátero, originando un grupo divalente que es la base de la estructura de estos minerales. El anión carbonato se enlaza iónicamente a los cationes metálicos, que son los responsables de la mayoría



de las propiedades de estos minerales (peso específico, color). Los carbonatos pertenecen a este grupo un número considerable de minerales entre los cuales muchos están muy difundidos en la naturaleza y otros son constituyentes mayoritarias de rocas de gran importancia, como las calizas, los mármoles y las dolomías. Los carbonatos producen efervescencia al ser tratados con ácido clorhídrico, los carbonatos anhidros jamás poseen dureza elevada, la cual oscila entre 3 y 5. son de muy buena solubilidad en el agua, sobre todo los carbonatos de álcalis y los bicarbonatos. Los carbonatos básicos de cobre: la azurita y la malaquita son de intensas coloraciones de azul y verde. Todos los demás carbonatos son incoloros o tienen colores pálidos. Entre las propiedades ópticas de los carbonatos son muy característicos los elevados índices de doble refracción

CARBONATOS

Calcita CaCO_3

Siderita FeCO_3

Rhodocrosita MnCO_3

Cerusita PbCO_3

Smithsonita ZnCO_3

Dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$

Malaquita $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$

Azurita $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$

SULFATOS

Los sulfatos son compuestos en los cuales uno o más elementos metálicos se combinan con el radical sulfato (SO_4). El tetraedro de (SO_4) es un anión complejo o grupo en el que cuatro átomos central de S como los vértices de un tetraedro. La mayoría de los sulfatos son blandos, con colores suaves y con tendencia a tener densidades bajas. La mayoría de los sulfatos son productos de la meteorización en la zona de oxidación de los yacimientos o de la evaporación de agua marina o lagos salados. La baritina y pocos sulfatos más se hallan principalmente como minerales primarios en filones.

SULFATOS:

Baritina BaSO_4

Anglesita PbSO_4

Yeso $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Calcantita $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Melanterita $\text{SO}_4\text{Fe} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Celestina SrSO_4

FOSFATOS

Los fosfatos son compuestos entre tetraedros de (PO_4) y uno o más cationes. Un tetraedro de (PO_4) consiste en un átomo de fósforo (P) central rodeado por cuatro de oxígeno situados en los vértices de un tetraedro. Los tetraedros de (PO_4) están generalmente aislados en la estructura cristalina. Algunos fosfatos son minerales primarios de las rocas ígneas y de las pegmatitas, mientras que otros son minerales, secundarios formados por procesos de alteración cerca de la superficie. Estos fosfatos se suelen caracterizar por su inferior dureza y peso específico.

FOSFATOS:

Vivianita $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ Piromorfita $\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$

SILICATOS

Los silicatos constituyen más del 90% de la corteza terrestre y por lo tanto son, con mucho el grupo de minerales más extenso. Los feldespatos representan por sí solo más del 60% y el cuarzo algo más del 10%. Los silicatos son los minerales predominantes en las rocas ígneas y en la mayoría de las metamórficas y sedimentarias. La unidad estructural básica de los silicatos es el tetraedro de (SiO_4) , con un átomo central de silicio (Si) rodeado por cuatro oxígenos (O) en disposición tetraédrica. El enlace silicio-oxígeno, entre iónico y covalente, es muy fuerte. Los tetraedros de (SiO_4) pueden estar aislados o en diferentes agrupaciones, lo cual sirve para clasificar los silicatos:

1. Nesosilicatos
2. Sorosilicatos
3. Ciclosilicatos
4. Inosilicatos
5. Filosilicatos
6. Tectosilicatos



SILICATOS:

Turmalina

Pirofilita

Rodonita

Talco

Crisocola

Hemimorfita

Cuarzo

**FICHAS DE COLORES DE RAPIDO RECONOCIMIENTO**

BLANCOS	Galena	Marcasita	Molibdenita	Bismutina	Casiterita
Comp. Química	PbS	FeS ₂	MoS ₂	Bi ₂ S ₃	SnO ₂
Sist. Cristalino	Cubico	Ortorr	Hexagonal	Ortorr.	Tetragonal
Color	Blanco	Blanco-crema	Blanco	Blanco a veces tonos azulados	Blanco- gris débilmente coloreado
Pleocroísmo	No presenta	Débil a fuerte	Muy fuerte	Si	Débil a moderado
Dureza	Media a baja	Alta	Baja	Baja	Dura
Isotr/Anisotr	Isótropo	Fuertemente anisótropo	Fuerte anisotropía	Fuerte anisotropía	Moderada
Reflexiones Internas	No presenta	No presenta	No presenta	-	Gris a gris oscuro
Reflectividad	Media	Alta	-	Alta	Baja



AMARILLOS	Pirita	Calcopirita	Pirrotina	Oro
Comp. Química	FeS ₂	CuFeS ₂	SFe	Au
Sistema Cristalino	Cubico	Tetragonal	Hexagonal	Cubico
Color	Blanco, blanco amarillento	Amarillo brillando a amarillo verdoso	Crema con tintes cafes rojizos débiles	Amarillo dorado
Pleocroísmo	No presenta	Débil	En aceite	-
Dureza	Alta	Media	Alta	Baja
Isotr/Anisotr	Isótropo	Débil anisótropo	Muy fuerte anisotropía	Isótropo
Reflexiones Internas	No presenta	No presenta	No presenta	-
Reflectividad	alta	-	-	Fuerte



AZULES	Covelina	Calcosina
Comp. Química	CuS	Cu ₂ S
Sistema Cristalino	Hexagonal	Rómbica - Cubica
Color	Azul intenso a azul claro	Blanco con tonos azulados
Pleocroísmo/	Alto	Medio
Dureza	Baja	-
Isotr/Anisotr	Anisotropía naranjas	Anisotropía débil, verde esmeralda a rosada
Reflexiones Internas	No presenta	-
Reflectividad	Baja	Media

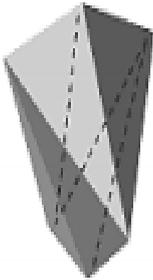
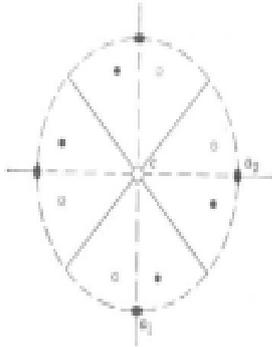
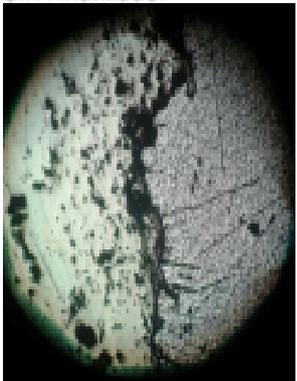
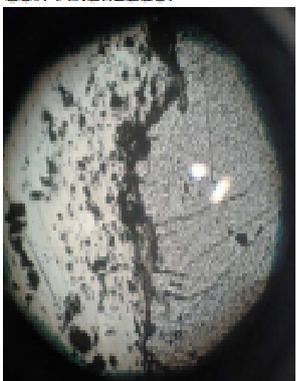


GRISES	Grafito	Hem. Especular	Magnetita	Blenda	Goethita
Comp. Química	C	Fe ₂ O ₃	Fe ₃ O ₄	ZnS	FeOOH
Sistema Cristalino	Hexagonal	Trigonal	Isométrico	Cúbico	Monoclínico
Color	Gris claro a veces con un tinte anaranjado	Blanco grisáceo con tintes azules	Gris con tinte marrón	Gris	Gris con tinte azulado
Pleocroísmo	Muy fuerte	Débil	No presenta	No presenta	Débil
Dureza	-	-	Alta	Media	Alta
Isotr/Anisotr	Anisotropía muy fuerte	Anisotropía muy clara	Isótropo	Isótropo	Anisótropo
Reflexiones Internas	No presenta	Rojas oscuras	Ausente	Muy frecuentes	Muy abundantes pardo rojizo
Reflectividad	Baja	Moderada	Si	Baja	Baja

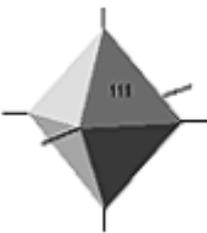
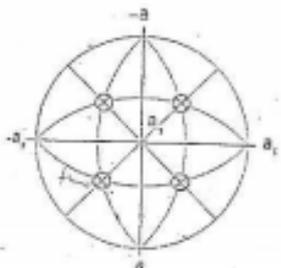
AMARILLOS
MINERAL: PIRITA

Composición Química: FeS ₂	Forma Cristalina (3d)	Proyección Estereográfica
Sistema Cristalino: cúbico		
Clase Cristalina: Diploédrica		
Simetría: 3A ₂ 4A ₃ 3 _m		
Herman Mauguin: 2/m3		
Notación de Miller: {h0l}		
Pleocroísmo/ Birreflectancia: No presenta	Visión Macroscópico	Visión Microscópica
Dureza: Alta		Sin Analizador
Reflectividad: Alta (54%)		Con Analizador
Isotropía/ Anisotropía: Isótropo, aunque puede ser débilmente anisótropo		
Reflexiones Internas: No presenta		
Asociaciones: cpy, oro, plata, galena, blenda		
<u>Criterios claves de identificación:</u> Color blanco amarillento, alta reflectividad y elevada dureza idiomorfos. Fácilmente se limonitiza		

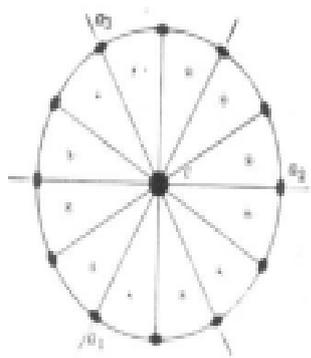
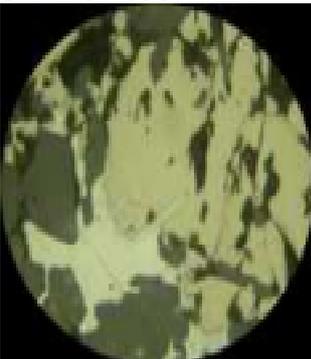
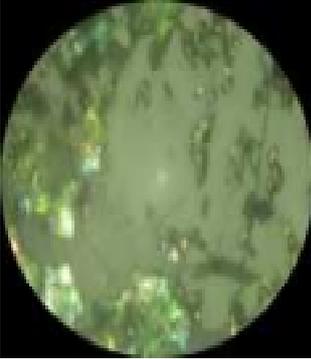
MINERAL: CALCOPIRITA

Composición Química: CuFeS_2	Forma Cristalina (3d)	Proyección Estereográfica
Sistema Cristalino: Tetragonal		
Clase Cristalina: Escalenoédrica tetragonal		
Simetría: $1A_3 2A_2 2m$		
Herman Mauguin: 42m		
Notación de Miller: {hkl}		
Pleocroísmo/ Birreflectancia: Generalmente débil.		
Dureza: Media		Sin Analizador 
Reflectividad: Media (43%)		Con Analizador 
Isotropía/ Anisotropía: En general, débilmente anisótropo.		
Reflexiones Internas: No presenta.		
Asociaciones cpy, Oro Galena ,Blenda		
<i>Criterios claves de identificación: color característico, en algunos casos puede confundirse con el oro (este es más blando y más reflectivo).</i>		

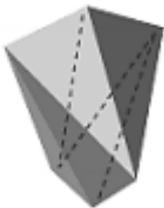
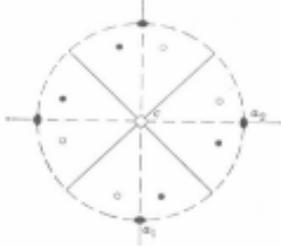
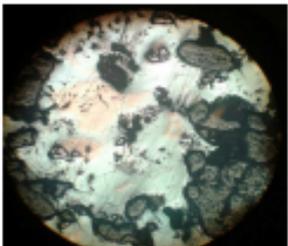
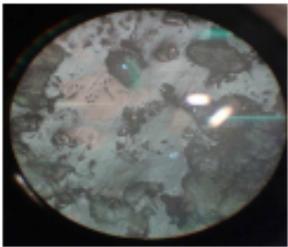


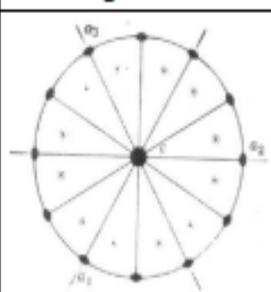
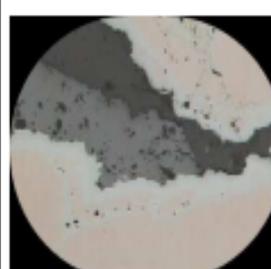
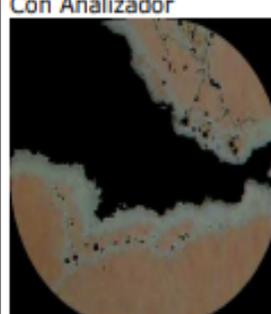
MINERAL: ORO		
Composición Química: Au	Forma Cristalina (3d) 	Proyección Estereográfica 
Sistema Cristalino: Cúbico		
Clase Cristalina: Hexaquisoctaédrica		
Simetría: 3A ₄ 4A ₃ 6A ₂ 9m i		
Herman Mauguin: 4/m 3* 2/m		
Notación de Miller: {hkl}		
Pleocroísmo/ Birreflectancia: No	Visión Macroscópica	Visión Microscópica
Dureza: De pulido blanda (2.5- 3)		Sin Analizador 
Reflectividad: Alta		Con Analizador 
Isotropía/ Anisotropía: Isótropo pero con extinción incompleta: a veces se observa un tono verdoso		
Reflexiones Internas: No presenta.		
Asociaciones a arsenopirita, cpy, cinabrio, cobaltita, niquelina, py etc.		
<u>Criterios claves de identificación:</u> El color amarillo dorado, la reflectancia extremadamente fuerte y la baja dureza. Se encuentra como granos de forma redondeada y lenticulares. El contenido de 20% o más de Ag en el electrum causa un color más blanco y un aumento en la reflectividad		

MINERAL: PIRROTINA

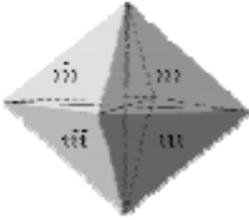
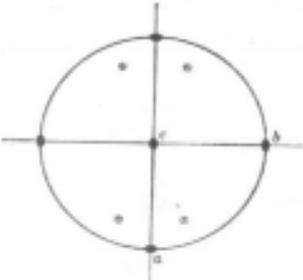
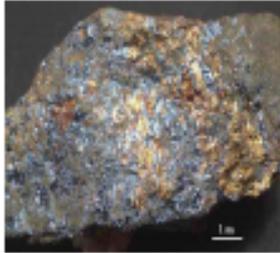
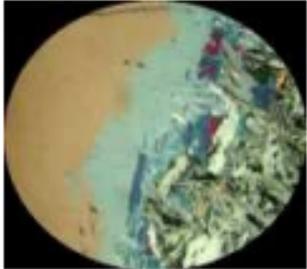
Composición Química: Fe _{1-x} S	Forma Cristalina (3d)	Proyección Estereográfica
Sistema Cristalino: Hexagonal		
Clase Cristalina: Bipiramidal dihexagonal.		
Simetría: 1A ₆ 6A ₂ 7m i		
Herman Mauguin: 6/m 2/m 2/m		
Notación de Miller: {hkil}		
Dureza: Media	Vision Macroscopica	Vision Microscopica
Pleocroísmo/ Birreflectancia: Distintivo. Café crema en secciones longitudinales y café rojizo en secciones transversales		Sin Analizador 
Reflectividad: Elevada		Con Analizador 
Isotropía/ Anisotropía: Muy fuerte.		
Reflexiones Internas: No presenta.		
Otras características: Son comunes las macas de deformación y los cuerpos laminares de ex solución en pentlandita.		
<u>Criterios claves de identificación:</u> Se distingue por su color café claro, fuerte anisotropía, dureza y pleocroísmo.		

MINERALES ROSADOS

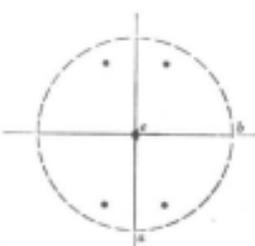
MINERAL: BORNITA		
Composición Química: S ₄ Cu ₅ Fe	Forma Cristalina (3d)	Proyeccion Estereografica
Sistema Cristalino: Tetragonal		
Clase Cristalina: Escalenoédrica tetragonal		
Simetría: 3A ₂ 2m		
Herman Mauguin: 4*2m		
Notación de Miller: {hkl}		
Pleocroísmo/ Birreflectancia: Débil.	Vision Macroscopica	Vision Microscopica
Dureza: Media.		Sin Analizador 
Reflectividad: Bastante baja.		Con Analizador 
Isotropía/ Anisotropía: Habitualmente es isótropa. en sesiones anisótropas se aprecia el color gris café a café rosado		
Reflexiones Internas: No presenta		
Asociaciones cn cppy, digenita, covelina, blenda. Puede ser reemplazada por covelina, calcosina, cppy, galena , hematita		
<u><i>Criterios claves de identificación</i></u> Color característico y casi único. Se puede confundir con la pirrotita, pero ésta es más dura y brillante. Las maclas polisintéticas y la patina púrpura ayudan al diagnóstico. Su débil anisotropía y Reflectividad		

MINERAL:NIQUELINA		
Composición Química: ANi	Forma Cristalina (3d)	Proyección Estereográfica
Sistema Cristalino: Hexagonal		
Clase Cristalina: Bipiramidal dihexagonal.		
Simetría: 1A6 6A2 7m i		
Herman Mauguin: 6/m 2/m 2/m		
Notación de Miller: {hkil}		
Pleocroísmo/ Birreflectancia: Débil.		
Dureza: Media a calcopirita		Sin Analizador
Reflectividad: Elevada		
Isotropía/ Anisotropía: Anisotropía fuerte con colores verdes y rojizos		
Reflexiones Internas: No Presenta		
Otras características: Raramente aparece cristalizada, predominando las estructuras masivas con estructuras columnares.		
<i>Crterios clave de identificación: La alta reflectividad, el color naranja marrón y la anisotropía en tintes azul-verde son característicos.</i>		
		

MINERAL: CALCOSINA

Composición Química: Cu_2S	Forma Cristalina (3d)	Proyección Estereográfica
Sistema Cristalino: (debajo de 103° C es rómbica y por encima cubica) Color: blanco con tonos azulados		
Clase Cristalina: Bipiramidal rómbica		
Simetría: $3A_2 3m$		
Herman Mauguin: $2/m 2/m 2/m$		
Notación de Miller: $\{010\}$		
Pleocroísmo/ Birreflectancia: Muy débil.		
Dureza: Baja a media.		Sin Analizador
Reflectividad: Media.		
Isotropía/ Anisotropía: Anisotropía débil, pero notoria		Con Analizador
Reflexiones Internas: No presenta.		
Otras características: presenta rayas azuladas debido al pulido, clivaje a veces visible en dos direcciones (100) (111)		
<i>Criterios claves de identificación: con acido se recubre de una patina azul, El color y la anisotropía</i>		

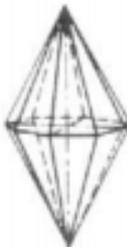
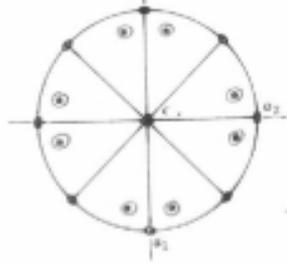
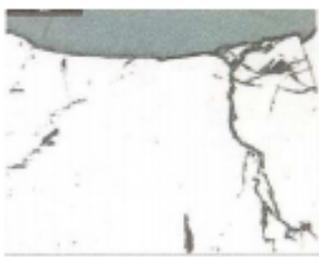
MINERAL: COVELINA		
Composición Química: SCu	Forma Cristalina (3d)	Proyección Estereográfica
Sistema Cristalino: Hexagonal		
Clase Cristalina: Bipiramidal dihexagonal.		
Simetría: 1A ₆ 6A ₂ 7m i		
Herman Mauguin: 6/m 2/m 2/m		
Notación de Miller: {hkil}		
Pleocroísmo/ Birreflectancia: Extraordinariamente alta.	Visión Macroscópica	Visión Microscópica
Dureza: Baja.		Sin Analizador
Reflectividad: Baja (14%)		
Isotropía/ Anisotropía: Anisotropía extrema en colores naranjas muy característicos		
Reflexiones Internas: No presenta		Con Analizador
Otras características: En agregados de cristales aciculares. Reemplaza a calcopirita, bornita, etc.		
<u>Criterios claves de identificación:</u> El color azul indigo. Fuerte pleocroísmo Anisotropía extrema. Reemplaza a Cpy		

MINERAL: MARCASITA		
Composición Química: FeS ₂	Forma Cristalina	Proyección Estereográfica
Sistema Cristalino: Ortorrómbico		
Clase Cristalina: Rómbica Cristalina		
Simetría: 2m 1A ₂		
Herman Mauguin: 2mm		
Notación de Miller: {hkl}		
Pleocroísmo/ Birreflectancia: Débil a fuerte	Visión Macroscópica	Visión Microscópica
Dureza: Alta		Sin Analizador
Reflectividad: Alta (52%)		
Isotropía/ Anisotropía: Fuertemente anisótropo, con colores verdes muy intensos.		Con Analizador
Reflexiones Internas: No presenta		
Otras características: Son comunes las maclas laminares. Crecimientos en "cresta de gallo"		
<i>Criterios claves de identificación: anisotropía habito tabular, diferencia a py</i>		

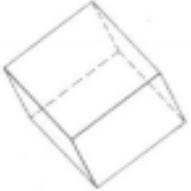
MINERALES BLANCO

MINERAL: GALENA		
Composición Química: PbS	Forma Cristalina	Proyección Estereográfica
Sistema Cristalino: Cubico		
Clase Cristalina: Hexaquisoctaédrica		
Simetría: 3A ₄ 4A ₃ 6A ₂ 9m i		
Herman Mauguin: 4/m 3* 2/m		
Notación de Miller: {hkl}		
Pleocroísmo/ Birreflectancia: No presenta		
Dureza: Media a baja (>>argentita, >covelina, = calcosina, <bournonita, bomita)		Sin Analizador
Isotropía/ Anisotropía: Isótropo		Con Analizador
Reflexiones Internas: No presenta		
<i>Criterios claves de identificación: Marcas triangulares de pulido, reflectividad relativamente alta. Isotropía.</i>		

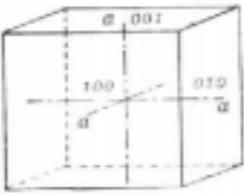
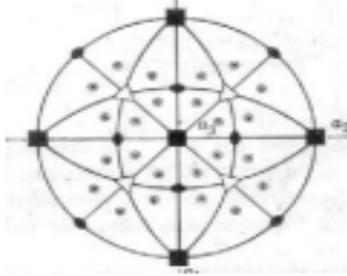
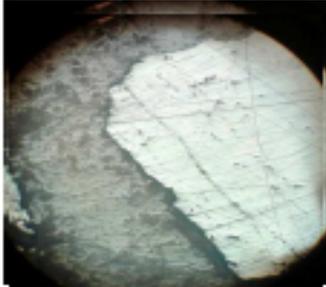
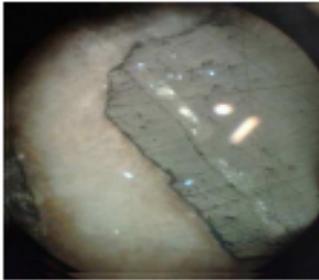


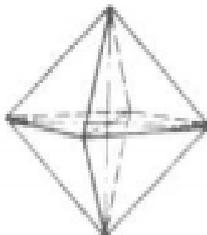
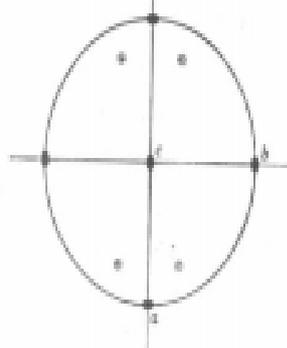
MINERAL: CASITERITA			
Composición Química: SnO ₂	Forma Cristalina	Proyección Estereográfica	
Sistema Cristalino: Tetragonal			
Clase Cristalina: Bipiramidal ditetragonal			
Simetría: 1A ₄ 4A ₂ 5m i			
Herman Mauguin: 4/m 2/m 2/m			
Notación de Miller: {0kl}			
Pleocroísmo/ Birreflectancia: Debilmente o no pleocroico. Gris a grises pardos.	Visión Macroscópica	Visión Microscópica	
Dureza: Dura (6-7): >>bismuto,>>bismutinita,> >molibdenita, >estannita (en aire)		Sin Analizador	
Isotropía/ Anisotropía: Fuertemente anisótropo, enmascarada por reflexiones internas gris a gris oscuro.			
Reflexiones Internas: Abundantes. Amarrillo blancuzco a amarillo-marrón		Con Analizador	
Maclas: Muy común.			
Reflectividad: Baja			
<p><u>Criterios clave de identificación:</u> La baja reflectividad, maclas frecuentes, abundantes reflexiones internas, y la dureza</p>			

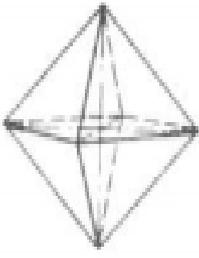
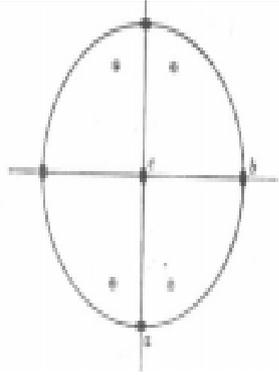
MINERAL: MOLIBDENITA		
Composición Química: MOS ₂	Forma Cristalina	Proyección Estereográfica
Sistema Cristalino: Hexagonal		
Clase Cristalina: Bipiramidal Dihexagonal		
Simetría: 1A ₆ 6A ₂ 7m i		
Herman Mauguin: 6/m 2/m 2/m		
Notación de Miller: {hki*l}		
Dureza: Baja	Visión Macroscópica	Visión Microscópica
Textura: Desarrolla maclas y agregados laminares con clivaje perfecto.		Sin Analizador
Reflexiones Internas: No presenta		
Isotropía/ Anisotropía: Anisotropía muy fuerte. Con los polarizadores casi paralelos es de color azul oscuro, a 45° es blanco con tintes rosáceos.		Con Analizador
Pleocroísmo/ Birreflectancia: Muy fuerte y característico. En secciones paralelas al eje longitudinal es de color blanco y en secciones perpendiculares en gris oscuro con tintes azulados.		
<u>Criterios claves de identificación:</u> Se reconoce por su baja dureza, buen clivaje, textura laminar, fuerte pleocroísmo y color bajo polarizadores cruzados.		

MINERAL: HEMATITA ESPECULAR		
Composición Química: Fe_2O_3		Proyección Estereográfica
Sistema Cristalino: Trigonal		
Clase Cristalina: Romboedro		
Simetría: $1A_3$		
Herman Mauguin: 3^*		
Notación de Miller: {hki*}		
Reflectividad: Moderada	Visión Macroscópica	Visión Microscópica
Isotropía/ Anisotropía: Anisotropía muy clara, especialmente en los bordes de las maclas, donde se observan colores azules grisáceos a amarillos grisáceos. Presente extinción súbita.		Sin Analizador
Pleocroísmo/ Birreflectancia: Débil		
Reflexiones Internas: Rojas oscuras, a menudo se observan mejor en especímenes poco pulidos.		Con Analizador
Texturas: laminares y maclas, y las lamina de ex solución en ilmenita. Puede reemplazar a la magnetita a lo largo de planos de clivaje, originando martita.		
<u>Criterios claves de identificación:</u> Se distingue por su moderada reflectancia y su anisotropía. También por ser difícil de pulir y presentar reflexiones internas rojizas		



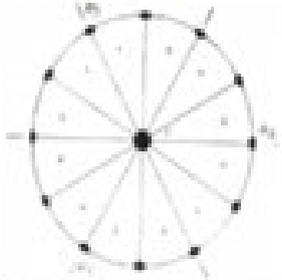
MINERAL: ESFALERITA / BLENDA		
Composición Química: ZnS	Forma Cristalina	Proyección Estereográfica
Sistema Cristalino: Cubico		
Clase Cristalina: Hexaquisoctaedrica		
Simetría: 3A ₂ 4*A ₃ 6A ₂ 9m i		
Herman Mauguin: 4/m 3* 2/m		
Notación de Miller: {001}		
Isotropía/ Anisotropía: Isótopo	Visión Macroscópica	Visión Microscópica
Reflexiones Internas: Muy frecuentes, de color rojizo n variedades ricas en Fe, marrón amarillento en variedades pobres en Fe.		Sin Analizador
Pleocroísmo/ Birreflectancia: No presenta		
Reflectividad: Baja		Con Analizador
Dureza: Media (>calcopirita, tetraedrita, estannina, enargita; <pirrotina, magnetita, pirita)		
Otras características: Comunes texturas de ex solución de esfalerita en otros minerales (calcopirita) y viceversa.		
<p><i>Claves de identificación: Baja reflectividad y reflexiones internas. Se distingue de casiterita en que ésta es más dura y anisótropa y presenta peor pulido y de magnetita en que ésta tiene un tinte marrón y no presenta reflexiones internas.</i></p>		

MINERAL: GOETHITA		
Composición Química: FeO OH	Forma Cristalina	Proyección Estereográfica
Sistema Cristalino: Ortorrómico		
Clase Cristalina: Bipiramidal rómbica		
Simetría: $3A_2 3m i$		
Herman Mauguin: $2/m 2/m 2/m$		
Notación de Miller: {hkl}		
Dureza: Alta	Visión Macroscópica	Visión Microscópica
Reflexiones Internas: Muy abundantes, de colores pardo-rojizos.		Sin Analizador 
Pleocroísmo/ Birreflectancia: Débil		Con Analizador 
Reflectividad: Baja (16%)		
Isotropía/ Anisotropía: Anisótropo, distinguible con colores azules. A veces enmascarada por las reflexiones internas. Muy abundantes, de colores pardo-rojizos.		
<i><u>Crterios claves de identificación:</u> las texturas y reflexiones internas.</i>		

MINERAL: ESTIBINA			
Composición Química: Sb_2S_3	Forma Cristalina	Proyección Estereográfica	
Sistema Cristalino: Rómbico			
Clase Cristalina: Bipiramidal rómbica			
Simetría: $3 A_2 3m i$			
Herman Mauguin: $2/m 2/m 2/m$			
Notación de Miller: {hkl}			
Reflexiones Internas: No presenta	Visión Macroscópica	Visión Microscópica	
Reflectividad: Media (38%)		Sin Analizador	
Pleocroísmo/ Birreflectancia: Muy fuerte			
Dureza: Baja (< galena, bourmonita; << calcopirita)			Con Analizador 
Isotropía/ Anisotropía: Marcadamente anisótropo en color azul, gris y marrón.			
Otras características: Maclado polisintético muy común, terminado en punta.			
<u>Criterios claves de identificación:</u> pleocroísmo de birreflexión, anisotropía muy característica, maclado polisintético.			

MINERAL: CUPRITA		
Composición Química: Cu_2O	Forma Cristalina	Proyección Estereográfica
Sistema Cristalino: Isométrico		
Clase Cristalina: Hexaquisoctaedrica		
Simetría: $3A_4, 4A_3, 6A_2, 9m, i$		
Herman Mauguin: $4/m \bar{3} 2/m$		
Notación de Miller: {hkl}		
Reflexiones Internas: Abundantes rojas	Visión Macroscópica	Visión Microscópica
Reflectividad: Presente pero no distinguible. Se puede detectar con alta iluminación.		Sin Analizador
Pleocroísmo/ Birreflectancia: Débil		
Características: Es frecuente asociado con cobre nativo.		
Isotropía/ Anisotropía: Anisótropo, tonos verdes a azules son visibles con los polarizadores casi paralelos, pero pueden ser enmascarados por las múltiples reflexiones internas.		
<p><u>Criterios claves de identificación:</u> Se distingue por sus abundantes reflexiones internas rojas, su color gris azulado, su anisotropía y su frecuente asociación con cobre nativo. A menudo muestra mal pulido</p>		



MINERAL: GRAFITO			
Composición Química: C	Forma Cristalina	Proyeccion Estereografica	
Sistema Cristalino: Hexagonal			
Clase Cristalina: Bipiramidal dihexagonal			
Simetría: 1A _h , 6A ₂ , 7m i			
Herman Mauguin: 6/m 2/m 2/m			
Notación de Miller: {hkl*0}			
Reflexiones Internas: No presenta	Vision Macroscopica	Vision Microscopica	
Isotropía/ Anisotropía: Anisotropía muy fuerte, con colores que varían entre amarillo rojizo, café oscuro y gris violáceo; las secciones basales pueden aparecer como isotrópicas.		Sin Analizador	
Pleocroísmo/ Birreflectancia: Muy fuerte y característica. Café si la sección es paralela al eje longitudinal, casi negro si es perpendicular.			
Texturas: Son comunes las láminas, hojas o listones de agregados como manojos. No se observan maclas ni zonaciones.		Con Analizador	
Reflectividad: (en aire) 0.6 a 0.7			
<u>Criterios claves de identificación:</u> Se distingue por su fuerte anisotropía y pleocroísmo y su clivaje perfecto. Se encuentra como pequeñas placas y paquete de hojas. Común extinción ondulante.			