

Anexo B

# MANUAL DE MINERALOGÍA

Modificado de Apuntes para el curso  
GL33A.

*Fundamentos de  
Cristalografía y Mineralogía*

Departamento de Geología  
Universidad de Chile  
junio 1998

<b>Anexo B</b> .....		1
ANHIDRITA	CaSO <sub>4</sub> .....	4
ACANTITA	Ag <sub>2</sub> S (Argentita).....	4
ALUNITA	KAl <sub>3</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>6</sub> .....	4
ANGLESITA	PbSO <sub>4</sub> .....	5
ATACAMITA	Cu <sub>2</sub> Cl(OH) <sub>3</sub> .....	5
AZUFRE	S(s).....	6
ANTLERITA	Cu <sub>3</sub> (SO <sub>4</sub> )(OH) <sub>4</sub> .....	6
ARAGONITO	CaCO <sub>3</sub> .....	6
ARSENOPIRITA	FeAsS (Mispiquel).....	7
BORNITA	Cu <sub>5</sub> FeS <sub>4</sub> .....	7
AZURITA	Cu <sub>3</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> .....	8
BARITINA	BaSO <sub>4</sub> (espato pesado).....	8
BAUXITA	.....	9
BISMUTINA	Bi <sub>2</sub> S <sub>3</sub> .....	9
BRUCITA	Mg(OH) <sub>2</sub> .....	10
CALCOSINA	Cu <sub>2</sub> S.....	10
CALAVERITA	AuTe <sub>2</sub> .....	10
CALCITA	CaCO <sub>3</sub> .....	11
CERUSITA	PbCO <sub>3</sub> .....	11
CALCOPIRITA	CuFeS <sub>2</sub> .....	12
CASITERITA	SnO <sub>2</sub> .....	12
CELESTINA	SrSO <sub>4</sub> .....	13
COVELINA	CuS.....	13
CINABRIO	HgS .....	13
COBRE	Cu(s).....	14
CORINDON	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	14
DIAMANTE	C(S) .....	15
CRIOLITA	Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> .....	15
CROCOÍTA	PbCrO <sub>4</sub> .....	15
CUPRITA	Cu <sub>2</sub> O.....	16
ESFALERITA (Blenda de Zn)	ZnS.....	16
DIÁSPORO	n AlO. <sub>3</sub> (OH) .....	17
CaFe(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	ANKERITA .....	17
ENARGITA	Cu <sub>3</sub> AsS <sub>4</sub> .....	18
GALENA	PbS .....	18
MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	ESPINEL.....	19
ESTIBNITA	Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub> .....	19
ESTRONCIANITA	SrCO <sub>3</sub> .....	19
FLUORITA	CaF <sub>2</sub> .....	20
HEMATITA	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	20
GOETHITA	n FeO . (OH).....	21
GRAFITO	C.....	21
HALITA	NaCl .....	22
MAGNESITA	MgCO <sub>3</sub> .....	22
FeTiO <sub>3</sub>	ILMENITA .....	23
LIMONITA	.....	23
MALAQUITA	Cu <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (OH) <sub>2</sub> .....	23
ORO	Au.....	24
MAGNETITA	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	24
MARCASITA	FeS <sub>2</sub> .....	25
MOLIBDENITA	MoS <sub>2</sub> .....	25
PIROLUSITA	MnO <sub>2</sub> .....	25
OROPIMENTE	As <sub>2</sub> S <sub>3</sub> .....	26
PERICLASA	MgO.....	26
PIRITA	FeS <sub>2</sub> .....	27
PIRARGIRITA	Ag <sub>3</sub> SbS <sub>3</sub> (plata roja oscura) .....	27
PROUSTITA	Ag <sub>3</sub> AsS <sub>3</sub> (plata roja clara).....	27
PSILOMELANO	(Ba <sup>2+</sup> ,Mn <sup>2+</sup> ) <sub>3</sub> (O,OH) <sub>6</sub> Mn <sup>4+</sup> +8 O <sub>16</sub> .....	27
PIRROTITA	Fe <sub>1-X</sub> S (pirita magnética) .....	28
PLATA	Ag .....	28
Pt	PLATINO.....	28
RUTILO	TiO <sub>2</sub> .....	29
QUERARGIRITA	AgCl (cerargirita).....	29
REJALGAR	AsS.....	30
RODOCROSITA	MnCO <sub>3</sub> .....	30

SMITHSONITA	ZnCO <sub>3</sub>	30
CaWO <sub>4</sub>	SCHEELITA	31
SIDERITA	FeCO <sub>3</sub>	31
SILVANITA	(Au,Ag)Te <sub>2</sub>	32
SILVITA	KCl	32
WITHERITA	BaCO <sub>3</sub>	33
TETRAEDRITA	Cu <sub>12</sub> Sb <sub>4</sub> S <sub>13</sub>	33
TENNANTITA	Cu <sub>12</sub> As <sub>4</sub> S <sub>13</sub>	33
TRIFILITA	Li(Fe,Mn)PO <sub>4</sub>	33
LITIOFILITA	Li(Mn,Fe)PO <sub>4</sub>	33
UO <sub>2</sub>	URANINITA	34
WOLFRAMITA	(Fe,Mn)WO <sub>4</sub>	34
WULFENITA	PbMoO <sub>4</sub>	34
YESO	CaSO <sub>4</sub> *2H <sub>2</sub> O	35

## **ANHIDRITA      CaSO<sub>4</sub>**

S (Sistema): ortorrómbico 2/m2/m2/m

A ( • cx raros (tabulares gruesos) sobre {010} {100} {001} también prismáticos paralelos al Eb

• generalmente masivo o en masas cristalinas parecidas a un mx cúbico con exfoliación cúbica

H: 3 - 3.5 (v/s yeso: 2)

G: 2.85 - 2.98 (v/s calcita: 2.71)

T: frágil

E 3 direcciones perpendiculares entre sí (v/s baritina: 2 dir):

{010} perfecta; {100} casi perfecta; {001} buena

B: vítreo, perlado en caras de exfoliación

D: transparente - translúcido

C: incoloro-azulado o violeta; también blanco o con tinte rosa, castaño o rojo

R:

O algunas variedades de anhidrita pueden ser difíciles de reconocer como tales

Y • aparece en la misma forma que el yeso, estando frecuentemente asociada a él, pese a ser menos corriente que este

• en capas asociadas con depósitos de sal en el cap rock de domos salinos y en calizas

• también en cavidades amigdaloides de basaltos

## **ACANTITA Ag<sub>2</sub>S (Argentita)**

S • monoclinico 2/m (T<173°C)

• cúbico 4/m32/m (T>173°C)

A • los polimorfos de alta T° comúnmente en cubos, octaedros y dodecaedros

• cx frecuentemente en grupos ramificados o reticulado

• comúnmente en forma masiva o en capas.

H: 2 - 2.5

G: 7.3

T: muy séctil.

E: mala

B metálico brillante en superficie reciente que, al ser expuesta al aire, se torna negra mate, debido a la formación de un sulfuro terroso

D: ópaca

C: gris oscuro a negro

R: negra brillante

Q el Ag<sub>2</sub>S al enfriarse, por encima de 173°C, forma maclas penetrantes que presentan el aspecto aparente de cristales cúbicos llamados argentita, que es como históricamente ha sido referida la acantita. Sin embargo, parece ser que la acantita es la única forma estable del Ag<sub>2</sub>S a temperaturas ordinarias.

Y • origen primario en vetas asociada a plata nativa, plata roja, polibasita, estefanita, galena y blenda

• también de origen secundario

• también en inclusiones microscópicas en la galena argentífera

U: mena importante de plata.

## **ALUNITA KAl<sub>3</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(OH)<sub>6</sub>**

S: romboédrico 3m

A • cx generalmente de combinación piramidal (+) y (-), que parecen romboédros de hábito casi cúbico (90°50'); pueden ser tabulares sobre {0001}

• comúnmente diseminado o masivo

H: 4  
 G: 2.6 - 2.8  
 T: frágil  
 E: imperfecta {0001}  
 B: vítreo-perlado (en cx); terroso (en mena)  
 D: transparente - translúcido  
 C: blanco, gris, rojizo,  
 O es usualmente masiva y difícil de distinguir de rocas como calizas y dolomitas y otros minerales masivos como anhidrita y magnesita granular  
 Q • especie similar jarosita  $KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$ , mx secundario que se presenta formando recubrimientos y costras en ciertas menas ferríferas  
 • el Na puede reemplazar parcialmente al K como mínimo hasta Na:K = 7:4; cuando el Na excede al K da origen a la natroalunita  $(Na,K)Al_3(SO_4)_2(OH)_6$   
 Y • formada generalmente a partir de soluciones de  $H_2SO_4$  que actúan sobre rocas ricas en feldespato, formandose en algunos lugares grandes masas de alunita  
 • se halla en pequeñas cantidades cerca de los cráteres volcánicos

## ANGLESITA $PbSO_4$

S: ortorrómbico 2/m2/m2/m  
 A • cx frecuentemente similares a la baritina, pero mucho más variados. Pueden ser prismáticos, con desarrollo paralelo a cualquiera de los ejes y frecuentemente son ricos en formas, con desarrollo muy complejo  
 • también masivo, granular a compacto  
 • frecuentemente terroso, en capas concéntricas que suelen tener un núcleo inalterado de galena  
 H: 3  
 G: 6.2 - 6.4 (extremadamente alto)  
 T: frágil  
 E: buena {001} e imperfecta {210}  
 F: conoidal  
 B: adamantino (puro y cristalino); mate (terroso)  
 D: transparente - translúcido  
 C incoloro, blanco, gris y tonalidades pálidas de amarillo  
 puede estar coloreado gris oscuro por las impurezas  
 R:  
 Y • mx supérgeno de Pb corriente. Se forma por la oxidación de la galena, directamente a sulfato (como se evidencia de las capas concéntricas de anglesita rodeando núcleos de galena inalterada) o por la disolución y redepositación posterior  
 • se le encuentra en las capas superiores, oxidadas de las vetas de Pb, asociada a la GALENA, cerusita, blenda, smithsonita, hemimorfita y óxidos de Fe

## ATACAMITA $Cu_2Cl(OH)_3$

S: ortorrómbico 2/m2/m2/m  
 A • cx comúnmente con hábito prismático delgado, con estriaciones verticales; también tabular // {010}  
 • usualmente se encuentra en agregados cristalinos granulares y fibrosos, a veces radiados  
 H: 3 - 3.5  
 G: 3.75 - 3.77  
 E: perfecta {010}  
 B: adamantino a vítreo  
 D: transparente - translúcido  
 C: diversas tonalidades de verde.  
 O: no efervesce en HCl (v/s malaquita: efervescencia fuerte)  
 Y: mx relativamente raro, formado como mx supérgeno en zona de oxidación de depósitos de Cu

## AZUFRE S(s)

S: ortorrómbico  $2/m\ 2/m\ 2/m$

A • cx comúnmente piramidales, frecuentemente con dos pirámides, prisma de 1° orden y base

• en masas irregulares (con parcial o nula cristalinización), masivo, reniforme, estalactítico, terroso y como incrustaciones.

H: 1.5 - 2.5

G: 2.05 - 2.09

T: frágil

E: --- (v/s oropimente: perfecto {010})

F: concoidal o desigual

B: resinoso.

D: transparente-translúcido

C amarillo de azufre, variando con el contenido de impurezas a tonos amarillos de verde, gris y rojo

R: incolora

O: arde con facilidad

Q: impurezas pequeñas de Se sustituyendo al S. Funde a 119°C.

## ANTLERITA $\text{Cu}_3(\text{SO}_4)(\text{OH})_4$

S: ortorrómbico  $2/m\ 2/m\ 2/m$

A • cx tabulares sobre {010}, pueden ser delgados, estriados verticalmente, a menudo aciculares

• en agregados paralelos, reniforme, macizo

H: 3.5 - 4

G: 3.9

E: perfecta {010}

B: vítreo

D: transparente - translúcido

C: verde esmeralda - verde negruzco

R: verde pálido

O • soluble en HCl diluido, sin efervescencia (v/s malaquita: efervescencia débil).

• no se puede distinguir a simple vista entre atacamita, brocantita y antlerita

Y en zona de oxidación de vetas de Cu, especialmente en regiones áridas; puede formarse directamente como mx secundario a partir de calcosina, o el Cu puede llegar en solución y más tarde depositarse como antlerita, rellenando las grietas de la veta

## ARAGONITO $\text{CaCO}_3$

S: ortorrómbico  $2/m\ 2/m\ 2/m$

A • existen tres hábitos cristalinos:

1. cx pirámides aciculares, consistiendo de un prisma vertical terminado por la combinación de una bipirámide muy inclinada y un prisma de 1°orden; generalmente en grupos radiales de cxs cuyo tamaño disminuye gradualmente

2. cxs tabulares, constituidos por el 2° pinacoide {010}, modificado por {110} y un prisma bajo  $k\{011\}$ , frecuentemente maclados en {110}

3. maclas cíclicas pseudo-hexagonales, presentando un prisma hexagonal terminado por un plano basal, que está formado por la interposición de tres individuos maclados sobre {110} con planos {001} comunes; las maclas cíclicas se distinguen de la forma hexagonal verdadera, si se tiene en cuenta que el plano basal está estriado en tres direcciones distintas, y también porque al no ser el ángulo del prisma de los cx exactamente 60°, las caras compuestas del prisma resultante por macla, presentan ligeros ángulos entrantes

• también en masas reniformes, columnares y estalactíticas.

H: 3.5 - 4 (v/s calcita: 2.5 - 3)

G: 2.95 (v/s calcita: 2.71; witherita: 4.3; estroncianita: 3.7 )

E pinacoidal {010} limpio, prismático {110} malo

(v/s calcita romboédrica; los fragmentos de exfoliación de la calcita columnar terminan en una exfoliación transversal que falta en el aragonito)

B: vítreo

D: transparente - translúcido

C: incoloro ,blanquecino, amarillento pálido y diversas tonalidades

O: efervece en HCl frío

Q: pequeñas cantidades de Sr y Pb pueden sustituir al Ca

Y

- mucho menos corriente y menos estable que calcita por lo que se forma bajo condiciones fisicoquímicas predeterminadas a T baja, en depósitos superficiales; y en fuentes termales
- asociado a capas de yeso y depósitos de Fe, en donde adquiere formas parecidas a las de coral
- también formando cortezas fibrosas en las serpentinitas y amigdalas en basaltos
- en algunas rx metamórficas producto de la recristalización a P alta y T relativamente baja

## ARSENOPIRITA FeAsS (Mispiquel)

S: monoclinico 2/m, pseudoortorrómbico

A

- cx prismáticos // Ec, a veces // Eb; maclas según {100} y {001} producen cx pseudoortorrómbicos según {110} en maclas de contacto o compenetración que pueden ser polisintéticas como en la marcasita

- agregados columnares y masas granulares (v/s hábito de marcasita y escudedurita)

H: 5.5 - 6 (v/s marcasita: 6 - 6.5)

G: 6.07

T: frágil

E: débil {101}

B: metálico

D: ópaca

C blanco grisáceo de plata

(v/s marcasita: amarillo bronce pálido, más pálido que pirita)

R: negra

Q parte del Fe puede estar sustituido por Co, extendiéndose la serie hasta el glaucodoto: (Co,Fe)AsS

Y: mx de As más común

- asociado a menas de Sn y W en depósitos de alta T°
- en vetas hidrotermales, asociado a menas de plata y cobre, galena, blenda, pirita y calcopirita. Frecuentemente asociado al Au
- en forma escasa en pegmatitas, en depósitos metamórficos de contacto, diseminado en calizas cristalinas.

U: mena de As

## BORNITA Cu<sub>5</sub>FeS<sub>4</sub>

S

- tetragonal 42m (T<228°C)
- cúbico 4/m32/m (T>228°C)

A

- cx generalmente tetragonales; raramente en cx pseudocúbicos mal formados y aun más raramente en cx dodecaédricos y octaédricos

- normalmente masivo y en masas granulares finas; y como pátina de oxidación

H: 3

G: 5.06 - 5.08.

E: malo, raramente observado.

T: frágil.

B: metálico.

C

- bronce pardo (en superficie reciente), pero al aire se cubre rápidamente de una pátina jaspeada

- púrpura y azul iridiscente “pecho de paloma” y, finalmente,

- negro terroso

R: negro grisáceo

Q: se altera rápidamente a calcosina y covelina

Y • mena de cobre muy generalizada, que normalmente se encuentra con otros sulfuros; calcosina, calcopirita, covelina, pirrotina y pirita, en depósitos hipógenos

- menos frecuente como mineral supergéno, formado en la parte superior de la zona de enriquecimiento de filones de cobre por oxidación principalmente de calcopirita-diseminada

- en rocas básicas, en depósitos metamórficos de contacto, en depósitos de reemplazo y en pegmatitas.

U: mena menos importante que calcosina o calcopirita.

Y • origen comúnmente volcánico hidrotermal, derivado de gases (como producto directo de la sublimación o por oxidación incompleta de H<sub>2</sub>S), de sulfatos o por precipitación de fluidos hidrotermales en depósitos de metales bases y/o preciosos formado por oxidación de los sulfuros

- frecuentemente en rx sedimentarias Terciarias, asociado a yeso, anhidrita, calcita; frecuentemente en rx arcillosas, también en depósitos bitualuminosos

U para la manufactura de compuestos de azufre; ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S). Insecticidas, fertilizantes artificiales, industria del caucho, jabones, textiles, cuero, pinturas, tinturas y en la refinación del petróleo. Principales Productores: La mitad proviene de S nativo, el resto de productos secundarios en fundiciones de sulfuros. E.E.U.U., México, Italia, Chile.

## **AZURITA Cu<sub>3</sub> (CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>**

S: monoclinico 2/m

A • cxs de hábito frecuentemente complejo y deformados, frecuentemente tabulares o equidimensionales

- también en grupos esféricos radiados, comúnmente material terroso asociado a malaquita

H: 3.5 - 4

G: 3.77

E: perfecta {011} prismática; regular {100} pinacoidal

B: vítreo

D: transparente - translúcido

C: azul marino intenso

O: soluble en HCl con efervescencia

Q se observa con frecuencia la pseudomorfosis de malaquita en azurita; menos comúnmente por cuprita

Y mismo origen y paragénesis que malaquita, pero es mucho mas frecuente que ella.

U: mena secundaria de cobre.

## **BARITINA BaSO<sub>4</sub> (espato pesado)**

S: ortorrómbico 2/m2/m2/m

A • generalmente cx tabulares {001}; a veces con forma de rombo y/o prismas rectangulares alargados. Los cx pueden ser muy complicados

- frecuentemente en grupos de cx tabulares divergentes, formando la baritina en cresta o rosas de baritina

- también en láminas gruesas; granular, terroso

H: 3 - 3.5

G: 4.5 (alto para ser un mx no metálico)

T: frágil

E 2 direcciones:

perfecto {001} pinacoidal; menos perfecto {210} prismático

B: vítreo, en algunos ejemplares perlado en la base

D: transparente - translúcido

C: incoloro, blanco y tonos pálidos azulados, amarillentos, rojizos

Q existe una SS total entre BaSO<sub>4</sub> - SrSO<sub>4</sub>, pero la mayoría de los mx están próximos a los extremos, baritina o celestina. El Ba puede estar sustituido por una pequeña cantidad de Pb



- Y • comúnmente en vetas hidrotermales asociadas con menas de Ag, Pb, Cu, Co, Mn  
 • también en vetas de calizas con calcita o como masas residuales en arcillas que cubren las calizas  
 • en areniscas con menas de Cu, y en ciertos lugares como cemento en areniscas  
 • ocasionalmente como toba depositada por aguas termales

## BAUXITA

- A • psolítico, en granos concrecionados redondos  
 • también macizo, terroso y arcilloso.

H: 1 - 3.

G: 2 - 2.55

T: frágil

E: ---B: mate a terroso

D: translúcido

C: blanco, amarillo, gris y rojo, el amarillo pardo es muy común

Q mezcla de óxidos de Al hidratados de composición no definida, siendo sus principales constituyentes diásporo, gibbsita y boehmita, cualquiera de los cuales puede ser la especie dominante. Normalmente contienen hierro. El color amarillo es producto del contenido de limonita)

Y origen supérgeno: Corrientemente originada en condiciones tropicales o subtropicales por la meteorización prolongada de rocas aluminicas. Puede derivarse también por meteorización de calizas que contienen arcillas. Aparentemente se ha formado por precipitación coloidal. Aparece como derivado directo de la roca original, por transporte y depósito subsiguiente en una formación sedimentaria. También en ciertos depósitos tropicales conocidos como lateritas, formados principalmente por hidróxido aluminico y óxidos de hierro formados en los suelos residuales. Las lateritas varían considerablemente en composición y pureza, pero tienen muchas veces gran valor como fuentes de Al y Fe.

U: mena de aluminio.

## BISMUTINA $\text{Bi}_2\text{S}_3$

S: ortorrómbico.

- A • cristalización pequeña e imperfecta  
 • en masas foliadas y fibrosas  
 • raramente prismático, acicular o radiado.

H: 2.

G: 6.81.

E: perfecto, 1 dirección.

T: frágil.

B: metálico.

C: gris metálico.

R: gris metálico.

Y típicamente en vetas de alta T°, asociado con bismuto, arsenopirita, wolframita y casiterita.

11

Y mx formador de rx: uno de los mx más corrientes y difundidos

- como enormes y extensas masas de rx sedimentarias calcáreas, siendo el único mx presente en ciertas calizas; constituyente importante en margas y areniscas calcáreas
- también presente en el mármol (calizas metamorfa)
- la creta es un depósito pulvulento de  $\text{CaCO}_3$  de grano fino
- en depósitos de cuevas con forma estalactítica, estalagmítica e incrustaciones, generalmente semitranslúcida y de color amarillo claro
- mx primario en rx ígneas como carbonatitas y sienitas nefeliníferas
- en vetas hidrotermales asociada a menas de sulfuros

U: se usa en la fabricación de cementos, construcción, decoración de fachadas como caliza y mármol, etc.

## BRUCITA $Mg(OH)_2$

S: romboédrico  $32/m$

A • cx generalmente tabulares en {0001} que pueden presentar pequeñas truncaduras romboédricas  
• normalmente hojoso, macizo.

H: 2.5 (v/s talco)

G: 2.39.

E: perfecta {0001}, 1 dirección

T: láminas flexibles pero no elásticas (v/s mica: elásticas); séctil

B • perlado en la base (cara de exfoliación)  
• vítreo a céreo en las demás partes

C: claro (blanco, gris, verde)

Q:  $Fe^{2+}$  y  $Mn^{2+}$  pueden sustituir al Mg

Y • asociada a serpentina, dolomita, magnesita y cromita como producto de alteración de la periclasa y de los silicatos de Mg  
• también en calizas cristalinas.

## CALCOSINA $Cu_2S$

S • ortorrómbico  $2/m2/m2/m$  ( $T < 105^\circ C$ )  
• hexágono ( $T > 105^\circ C$ )

A • raramente en cx, prismáticos, pequeños y tabulares de aspecto hexagonal, con estrías //  
Ea

• típicamente en masas granulares finas y en forma masiva

H: 2.5 - 3.

G: 5.5 - 5.8

E: prismática {110}, raramente se observa

F: concoidal

T: ligeramente séctil.

B: metálico (color gris) - mate (color negro por oxidación)

D: opaca

C: gris oscuro (fresco) - negro (óxidado)

R: gris oscuro - negro

O: algunas calcosinas son blandas y fuliginosas

Q: puede contener pequeñas cantidades de Ag y Fe

Z: digenita  $Cu_9S_5$ : azul a negra, asociada a calcosina

Y • principalmente como producto de enriquecimiento secundario en depósitos de cobre, asociado con

1. bornita y covelina, calcopirita, enargita, pirita y otros sulfuros en la zona de reducción

2. cuprita, malaquita y azurita en la zona de oxidación

• también como mineral hipógeno en sistemas hidrotermales.

U: mena importante de cobre.

## CALAVERITA $AuTe_2$

S: monoclínico  $2/m$

A • raramente en cx bien definidos que son alargados y // Eb, las caras de esta zona están fuertemente estriadas y finalizan en los extremos del Eb con gran número de caras. frecuentemente en maclas en {101}, {310}, {111}

• normalmente granular

H: 2.5

G: 9.35

E: --- (v/s silvanita: perfecta {010}, 1 dirección)

T: muy frágil.

B: metálico

D: ópaco  
C: amarillo latón a blanco de plata.  
R: amarillenta a gris verdosa.  
Q: presencia de pequeña cantidad de Ag sustituyendo al Au (v/s silvanita)  
Y en vetas hidrotermales de baja T°  
también en algunos depósitos de alta T°. Asociada a silvanita y otros teluros.  
U: mena de oro.

## **CALCITA CaCO<sub>3</sub>**

S: romboédrico 3 2/m

A • cx de hábitos extremadamente variados, generalmente muy complicados, siendo los más importantes:

1. cxs prismáticos, largos o cortos, con caras del prisma bien desarrolladas que terminan con el pinacoide básico o el romboédro
2. cxs romboédricos, donde las formas romboédricas son predominantes, la forma fundamental r (de exfoliación) no es corriente
3. cxs escalenoédricos, con el escalenoédro como forma dominante, frecuentemente con caras prismáticas y truncaduras romboédricas; el escalenoédro más corriente es el {2131}

Se han hallado todas las variaciones y combinaciones posibles de estos tipos

- es muy común la macla de plano {0112}; muchas veces con maclas laminares que pueden tener un origen secundario, como en las calizas cristalinas; también maclas con plano de macla {0001}
- generalmente en cx o agregados granulosos ( finos a gruesos)
- también en nasas compactas, terrosas o estalactíticas.

H: 3 (cara de exfoliación) ; 2.5 (en pinacoide básico)  
(v/s aragonito: 3.5 - 4 )

G: 2.71

E: perfecto {1011}, romboédrica (<ex 74°55')

(v/s aragonito: pinacoidal {010} limpio, prismático {110} malo )

P: {0112}, según las laminillas de la macla

B: vítreo a terroso

D: transparente - translúcido

C • claro:usualmente blanco a incoloro , pero puede tener diversos tonos: grisáceo, rojizo, verdoso, azulado, amarillento

- si es impura es parda a negra.

R: blanca.

O: efervesc fuertemente con HCl diluido y frío

Q: el Mn, Fe<sup>2+</sup>, Mg pueden sustituir al Ca, existiendo una serie de SS total hasta rodocrosita MnCO<sub>3</sub> por encima de 550°C; SS parcial con la siderita FeCO<sub>3</sub> hasta un 5% (wt) de FeO: algunas calcitas inorgánicas pueden contener entre 0 a 2% (wt) de MgO

## **CERUSITA PbCO<sub>3</sub>**

S: ortorrómbico 2/m2/m2/m

A hábito variado, muchas veces maclado (v/s anglesita: formas diferentes)

- a menudo tabular sobre {110}, pudiendo formar grupos reticulados de placas cruzadas formando un ángulo de 60°

- frecuentemente en maclas hexagonales con ángulos entrantes profundos en la zona vertical
- también en agregados granulares cristalinos , fibrosos , macizo granular; compacto; terroso.

H: 3 - 3.5

G: 6.55

E: buena{110} prismática, regular{021}

B: adamantino

D: transparente - subtranslúcido

C: incoloro, blanquecino o grisáceo

O soluble en ácido nítrico diluido caliente con efervescencia

(v/s anglesita: no efervece)

Y mena supergena de Pb, muy distribuida:

- formada por la acción de aguas carbonatadas sobre la galena
- asociada con galena y blenda primarias, y a diversos mx secundarios tales como: anglesita, pirromorfita, smithsonita y limonita.

U: importante mena de plomo

## **CALCOPIRITA    $\text{CuFeS}_2$**

S: tetragonal

A • raramente en cx tetraedricos por la presencia de caras diesfenoidales {112} dominantes

• típicamente en agregados granulares y masas compactas

H: 3.5 - 4 (v/s pirita: 6 - 6.5)

G: 4.1 - 4.3.

E: malo

T: frágil (v/s Au: dúctil)

B: metálico

D: opaca

C: amarillo latón, frecuentemente con pátina bronceada o iridiscente.

R: negra verdosa (la alteración superficial le da un color más oscuro)

Q • puede contener Au o Ag; frecuentemente en cantidades menores en grandes masas de pirita, transformandose en mena no económica

• se altera frecuentemente a malaquita, azurita, covelina, calcosina y cuprita.

Y: mx de cobre más corriente

• en vetas hidrotermales epitermales (asociado con galena, esfelerita, dolomita; o a pirrotita y pentlandita) y mesotermales y en depósitos de reemplazo

• principal mineral de cobre primario en los porfido-cupriferos

• aparece también como constituyente primario de rocas ígneas y pegmatitas;

• en depósitos metamórficos de contacto y diseminada en rocas esquistosas

U: mena importante de cobre.

## **CASITERITA    $\text{SnO}_2$**

S: tetragonal  $4/m2/m2/m$

A • cx prismáticos {110} y piramidales {010} (1° y 2° orden) pequeños

• normalmente en masas granulares - drusas, a veces masas reniformes con apariencia de fibras radiadas (estaño lechoso)

H: 6 - 7

G: 6.8 - 7.1 (excesivo para un mx no metálico)

T: frágil

E: imperfecta {010} prismática

B: adamantino a submetálico y mate

D: traslúcido, rara vez transparente

C: normalmente pardo a negro o gris; raras veces amarillo o blanco

R: clara: blanco, gris, pardo

Q: reemplazo de  $\text{Fe}^{3+}$  por Sn, con trazas de Ta y Nb.

Y • en pequeñas cantidades en rocas ígneas silicicatadas, pegmatitas y vetas hidrotermales asociada al cuarzo en o cerca de rx granítica

• las vetas de Sn normalmente contienen mx de F o B turmalina, topacio, fluorita, apatito, los mx en los halos de la veta están normalmente muy alterados-normalmente asociado a wolframita, molibdenita, arsenopirita

• en placeres como Sn en grano (gijarras cilíndricos)

U: en aleaciones de metales, en soldaduras

## CELESTINA SrSO<sub>4</sub>

S: ortorrómbico 2/m2/m2/m

A • cx muy parecidos a los de baritina-comúnmente en tablas // {011} o prismáticos // Eb o Ea, con desarrollo de los prismas de 1° y 2° orden. Los cx alargados según el Ea terminan generalmente en caras de igual desarrollo de d{101} y m{210}

• también en fibras radiadas o granular

H: 3 - 3.5 (v/s baritina: 4.5)

G: 3.95 - 3.97

T: frágil

E: perfecta {001} y buena {210}

B: vítreo a perlado

D: transparente - translúcido

C: incoloro, blanco, a veces azulado o rojizo

R:

O: muy parecido a la baritina

Q: el Sr es sustituido por el Ba existiendo una serie completa de SS que llega hasta la baritina. A T ordinaria solo existe una SS parcial entre anhidrita CaSO<sub>4</sub> y Sr SO<sub>4</sub>

Y • generalmente diseminada en calizas y areniscas, en bolsones o revistiendo porosidad. Asociada a calcita, dolomita, yeso, halita, azufre, fluorita

• también como ganga en las vetas de Pb

## COVELINA CuS

S: hexagonal 6/m2/m2/m

A • raramente en cx hexagonales tabulares

• normalmente masiva como revestimiento

• típicamente en agregados masivos o terrosos, como revestimiento o diseminada en otros minerales de cobre.

H: 1.5 - 2.

G: 4.6 - 4.76.

E: perfecta {0001}, 1 dirección (obteniéndose hojas micáceas flexibles)

T: frágil.

B: resinoso a terroso - metálico

D: opaca

C: azul índigo oscuro, frecuentemente con iridiscencia roja y amarilla

R: gris ploma - negra.

Y • no es abundante, se halla en muchos depósitos de cobre como mineral supérgeno, normalmente como recubrimiento en la zona de enriquecimiento de sulfuros

• asociada principalmente a calcosina, calcopirita, bornita y enargita, de los que deriva por alteración; raramente es primaria.

U: mena menor de cobre.

## CINABRIO HgS

S • romboédrico 32 (T<344°C)

• cúbico 43m (T>344°C): metacinabrio

A • cx normalmente romboédricos, frecuentemente en maclas de penetración; caras trapezoédricas muy raras

• raramente en cx tetraédricos (metacinabrio) con caras toscas, usualmente masivo; tabulares, columnares, prismáticos (cinabrio)

• normalmente en masa granular fina; terroso, como incrustaciones y diseminaciones en la roca

H: 2.5.

G: 8.10.

E: perfecta {1010} prismática

T: frágil o séctil.

B: adamantino (puro); resinoso, terrosa a mate (impuro);

metálico (metacinabrio)  
 D: traslúcido - transparente.  
 C: rojo bermellón (puro) - rojo castaño (impuro);  
 negro grisáceo (metacinabrio)  
 R: roja escarlata  
 Q: trazas de Se, Te reemplazando al S; frecuentemente con impurezas de arcilla, óxidos de Fe y betún  
 Y • en depósitos volcanogénicos como impregnaciones y filones de relleno (cerca de rocas volcánicas recientes y fuentes termales) y depositado cerca de la superficie, por soluciones que fueron probablemente alcalinas  
 • típicamente en vetas hidrotermales de baja T, asociado a pirita, marcasita, oropimente, rejalgar, estibnita y sulfuros de Cu en una ganga de ópalo, calcedonia, cuarzo, baritina, calcita y fluorita  
 U: mena más importante de Hg.

## COBRE Cu(s)

S: cúbico 4/m<sup>32</sup>/m  
 A • cx típicamente con caras de tetrahexaedros y también de cubos, dodecaedros y octaedros  
 • cx típicamente mal formados y dendríticos  
 • generalmente en masas, placas, escamas e hilos, irregulares  
 • raramente en formas torcidas y en alambres  
 H: 2.5 - 3  
 G: 8.9  
 F: astillosa (aserrada)  
 T: altamente dúctil, muy maleable y séctil.  
 B: metálico  
 D: opaca  
 C: rojo cobre en superficie fresca, normalmente tiñe a color oscuro opaco por su pátina.  
 R: rojo cobre (en superficie fresca)  
 Q: contiene cantidades pequeñas de Ag, Bi, Hg, As, Sb.  
 Y • en lavas basálticas, producto de depositación hidrotermal  
 • en zonas de oxidación de yacimientos de Cu  
 (asociada a cuprita, malaquita, azurita)  
 U: mena menor de Cu, uso eléctrico (alambre) y para aleaciones. Sigue al Fe como metal más usado.

## CORINDON Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

S: romboédrico 32/m  
 A • cx normalmente tabulares (piramidales {0001} y prismáticos {1120}), a menudo redondeados en forma de barril y con profundas estriaciones horizontales. Puede presentar caras de romboédro  
 • generalmente en masas granulares o masivo con plano de rotura casi cúbico, granuloso fino o basto.  
 H: 9 (c/r mica; suele alterarse a mica, por lo cual debe usarse una superficie reciente)  
 G: 4.02.  
 T: frágil.  
 F: partición {1011} romboédrica y {0001} basal casi con ángulos cúbicos; raramente prismática  
 B: adamantino a vitreo  
 D: transparente - translúcido  
 C: generalmente tonalidades de castaño, rosa o azul. también incoloro (puro) rojo (rubí), azul (zafiro), blanco, negro, verde, gris  
 R: ---  
 O: -opalescencia brillante en variedad al mirarla ortogonalmente el eje c (“zafiro o rubí estrellado”)  
 -variedades: esmeril (corindón granular negro intimamente ligado con oligisto, magnetita, hercinita)  
 Q: reemplazo de Fe y Ti por Al (zafiro). Contiene trazas de Cr (rubí)  
 Y • normalmente asociado con clorita, mica, olivino, serpentinita, magnetita, espinela, cianita, diásporo; accesorio común en rx metamórficas (mármol, gneiss, esquistos micáceos)

- en bauxitas y otras rocas ricas en Al
  - en rocas ígneas pobres en sílice (sienitas, sienitas nefeliníferas)
  - puede hallarse en grandes masas en la zona de separación entre peridotitas y rocas encajantes. Diseminado en pequeños cristales en ciertos lamprófidos y en cx en pegmatitas.
  - frecuentemente en cx y cantos de rodados de suelos detríticos y arena, preservado gracias a su dureza e inercia química.
- U: abrasivo industrial y gemas (aquamarina, celeste; zafiro azul; zafiro rosado; rubí, rojo).

## DIAMANTE C(S)

S: cúbico  $4/m\bar{3}2/m$

A • cx octaédricos, dodecaédricos y cúbicos. se observan con frecuencia caras curvas, sobre todo del hexaquisoctaedro. los cx pueden ser aplastados en {111}. Son corrientes las maclas en {111} (ley de al espinela), por lo general aplastadas // plano de macla

- “bort”: variedad de formas redondeadas, de resultas de ser un agregado radial o criptocristalino

H: 10

G: 3.51

E: perfecto {111}

T: frágil.

B: adamantino

C: incoloro o amarillo pálido; variedades en tonalidades pálidas de azul, anaranjado, rojo, verde, pardo. Son muy raras las tonalidades fuertes

R: ---

O: graso (sin tallar)

Q: solo C.

Y • en kimberlitas (rocas ultrabásicas ricas en volátiles, principalmente CO<sub>2</sub>, y en K), de textura porfídica. Estos intrusivos son de tamaño variable y en general tienen forma circular en planta, formando chimeneas. Se forman a altas P y T. Se dan principalmente en Sudáfrica.

- también en lamproitas (rocas ígneas ricas en K y pobres en Al)
- en depósitos aluviales.

U: en industria como abrasivo, en sierras y perforadoras, y en joyería.

## CRIOBITA $\text{Na}_3\text{AlF}_6$

S: monoclinico  $2/m$

A • cx generalmente con formas prisma {001} y tercer pinacoide {110}

- raramente en cx; comúnmente cx pseudocúbicos y agregados paralelos saliendo de la masa del mx

- generalmente masivo

H: 2.5

G: 2.95 - 3

E: pseudocúbica en {110} y {001}, da formas cúbicas

B: vítreo a graso (peculiar)

D: transparente a translúcido

C: incoloro a blanco de nieve

R:

Y: el único depósito importante se encuentra en Ivigtut (costa de Groenlandia), en grandes masas de granito asociada a siderita, galena, blenda y calcopirita y con menos frecuencia cuarzo, wolframita, casiterita, molibdenita, arsenopirita y columbita

## CROCOÍTA $\text{PbCrO}_4$

S: monoclinico  $2/m$

A • corrientemente en cx prismáticos delgados, verticalmente estriados y en agregados columnares (v/s wulfenita)

- también granular

H: 2.5 - 3

G: 5.9 - 6.1 (v/s wulfenita: 6.8 )

T: frágil

E: imperfecta {110}

B: adamantino

D: translúcido

C Rojo jacinto brillante

(v/s wulfenita: amarillo, anaranjado, rojo, gris, blanco )

R: amarilla anaranjada

Y Mx raro que se encuentra en la zona de oxidación de los depósitos de Pb, en donde las vetas de Pb han atravesado rocas que contienen cromita . Asociada a piromorfita, cerusita y wulfenita

25

CROMITA  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$

S: cúbico 4/m32/m

A • raramente en cx octaédricos pequeños

- normalmente macizo, granular o compacto

H: 5.5.

G: 4.6.

T: frágil.

E: ----

B: metálico a submetálico (frecuentemente graso)

D: opaco a subtranslúcido

C: negro a pardo negro

R: pardo oscuro. (v/s magnetita: negra)

O: magnetismo débil (v/s magnetita: magnetismo fuerte)

Y se asocia a peridotitas por cristalización temprana de rocas ígneas, junto con olivinos.

U única mena de Cr; gran uso industrial en aleaciones de acero, cromados, pinturas y textiles.

## CUPRITA $\text{Cu}_2\text{O}$

S: cúbico 4/m32/m

A • cx cúbicos: octaedricos, dodecaedricos (v/s otros mx rojos); frecuentemente en combinaciones (#1)

- cx aciculares, fibrosos y en agregados de masa terrosa.

- agregados masivo terroso de grano fino (#2)

H: 3.5 - 4 (v/s hematita: 5.5 - 6)

G: 6.1

T: frágil

E: ---

B: metálico adamantino (en las variedades cristalizadas claras) (#1)-terroso

D: translúcido-opaco

C rojo en varios tonos; rojo rubí en los cristales transparentes llamados "rubí de cobre".

R: rojo castaño.

O: asociada generalmente con limonita.

Y • típica en zona de oxidación superior de las vetas HT, estructuras y cuerpos de pórfidos cupríferos

- siempre asociado con óxidos de Fe ; arcillas y otros minerales secundarios de cobre, como el cobre nativo, malaquita, azurita, crisocola, calcosina.

U: mena supérgena importante de Cu.

## ESFALERITA (Blenda de Zn) $\text{ZnS}$

S: cúbico 43m

A • cx tetraedros, dodecaedros, cubos y formas más complejas, generalmente mal formados o en agregados redondeados que suelen ser maclas polisintéticas {111}



- generalmente en masas exfoliables o granulares, compacto, botroidal, criptocristalino
- H: 3.5 - 4.  
G: 3.9 - 4.1.  
E perfecta {011} dodecaédrica, 3 direcciones  
(si el grano es muy fino, no presenta exfoliación)  
T: frágil.  
B
- adamantino(puro)
  - graso o resinoso brillante (impuro)
  - metálico (muy impuro)
- D: trasparente a traslúcida - opaca  
C
- incolora (pura)
  - blanco a verde (casi pura)
  - amarillo a castaño - gris oscuro a negro (muy impura)
- se oscurece con el aumento de hierro; y también rojo  
R
- blanca (pura)
  - amarillo pálido a castaño rojizo (impura), más clara que el mx
- Q contiene casi siempre Fe en SS parcial con Zn (%Fe < 30%), en una proporción que depende de la T y química del medio. Si el Fe está en exceso por asociación con pirrotita, la cantidad de FeS en la esfalerita puede alcanzar hasta 50% mol. Si esfalerita y pirrotita cristalizan juntas, la cantidad de Fe indica T de formación (geotermómetro). Existen trazas en SS con Mn y Cd aunque en pequeñas cantidades  
Y
- muy corriente y siempre íntimamente relacionada con la galena, y generalmente asociada a ella
  - se presenta en pequeñas proporciones con galena, en vetas hidrotermales y depósitos de reemplazo asociada a pirrotina, piritita y magnetita
  - en depósitos epizonales puede estar asociado a marcasita, calcopirita, calcita, dolomita ; en depósitos de sulfuros masivos : en vetas en rocas ígneas; en depósitos metamórficos de contacto.

## DIÁSPORO n AIO.(OH)

- S: ortorrómbico 2/m2/m2/m.  
A
- normalmente en cx delgados, tabulares //{010} alargados a veces en {001}
  - láminas; masas hojosas, diseminado.
- H: 6.5 - 7.  
G: 3.35 - 3.45.  
E: perfecto {010}, 1 dirección  
B: vítreo (excepto en la cara de exfoliación, donde es perlado)  
D: transparente- traslúcido.  
C: blanquecino, grisáceo, amarillento, verdoso  
Y
- corrientemente asociado a corindón en el esmeril
  - en dolomitas y esquistos cloríticos
  - en bauxitas

## CaFe(CO3)2 ANKERITA

- S: romboédrico 3 (dolomita)  
A dolomita:
- cx usualmente formados por el romboedro fundamental; otras veces por un romboédro agudo y base , a menudo con las caras curvas, tanto que forman cx en forma de silla de montar; otras formas son raras
  - también en masas exfoliables granulares (gruesas o finas) y compactas;
  - maclas corrientes en {0001}, maclas laminares en {0221}
- ankerita:
- generalmente no se presenta en cxs bien formados
  - cuando está cristalizada es parecida a la dolomita.
- 29  
H: 3.5 - 4

G: 2.85 (dolomita); 3.1 (ankerita)

crece con la sustitución creciente de Fe desde dolomita hacia ankerita

E: perfecto {1011}, romboédrico

B: vítreo; perlado en algunas variedades (espato perla)

D: transparente - translúcido

C • dolomita: generalmente rosado (fuerte a suave); a veces incoloro, blanco, gris, verde)

• ankerita: típicamente blanco-amarillenta, pero debido a la oxidación de Fe puede parecer pardo a pardo amarillenta

O dolomita:

grandes fragmentos son atacados lentamente por HCl frío, solubles con efervescencia en HCl caliente, pero el mx en polvo es altamente soluble en HCl frío

• la variedad en rx compacta se distingue de la calcita por su reacción menos vigorosa con el HCl

Q SS total entre dolomita y ankerita; existe probablemente otra SS total entre ankerita y kutnahorita  $\text{CaMn}(\text{CO}_3)_2$

Y • en masas rocosas extensas formando las calizas dolomíticas y el mármol dolomítico

• también aparece como mx filoniano hidrotermal, principalmente en vetas de Pb-Zn que atraviesan las calizas, asociado a fluorita, calcita, baritina y siderita

• la ankerita es un carbonato común en las formaciones de hierro.

U: como piedra de edificación y ornamentación. Para la fabricación de magnesia.

## ENARGITA $\text{Cu}_3\text{AsS}_4$

S: ortorrómbico.

A • cx alargados // Ec, rayados verticalmente, tabulares // {001}

• agregados columnares y, en forma de hojas; masivo.

H: 3.

G: 4.45.

E: perfecta {110} y {010}, 2 direcciones

T: frágil.

B: metálico

D: opaca

C: negro grisáceo - negro de hierro.

R: congruente

Q el Sb sustituye al As hasta un 6% (wt), y normalmente esta presente algo de Fe y Zn

Y Mineral relativamente raro

• se encuentra en vetas y en depósitos de reemplazo formados a T° moderadas

• asociado a piritita, blenda, bornita, galena, tetraédrita, covelina, calcosina.

U: mena de cobre.

## GALENA $\text{PbS}$

S: cúbico  $4/m\bar{3}2/m$

A • en cx: cubo (a veces aparece truncado el octaédrico); raramente dodecaédrico y triaquisoctaédrico

• en masas granulares.

H: 2.5

G: 7.4 - 7.6

E: perfecto {001}, 3 direcciones

T: frágil

B: metálico reluciente

C: gris plomo

R: gris plomo

Q • trazas de Zn, Cd, Sb, As, Bi. El Se puede sustituir al S, y se conoce una SS total entre SPb - SePb. Contiene frecuentemente Ag como mezcla de mx (acantita o tetraédrita) y también como SS

• se oxida a anglesita o cerusita

Y • en vetas asociada con blenda, piritita, marcasita, calcopiritita, anglesita, cerusita, dolomita, calcita, cuarzo, baritina y fluorita

- en vetas hidrotermales asociada a minerales de plata, frecuentemente conteniendo Ag
  - en yacimientos tipo Mississippi Valley, asociada con esfalerita; en depósitos de sulfuros masivos rellenando espacios libres
  - en depósitos de metamorfismo de contacto, pegmatitas y diseminada en rocas sedimentarias
- U: mena de plomo; puede ser mena de plata.

## **MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>    ESPINEL**

S: cúbico.4/m32/m

- A
- normalmente en cx octaédricos, maclados o no
  - también en masas granulares.

H: 8

G: 3.5 - 4.1 (3.55 para la composición teórica)

T: frágil.

B: vítreo

D: normalmente traslúcido, puede ser claro y transparente.

C: incoloro (puro); blanco, rojo, azul, verde, pardo, negro

R: blanca

Q: el Mg puede estar sustituido en todas proporciones por Fe<sup>2+</sup>, Zn y menos frecuentemente Mn; Al<sup>3+</sup> sustituido por Fe<sup>3+</sup>, Cr

Y

- mx de T alta

- en rocas ígneas pobres en sílice
- en rocas metamórficas.

U: abrasivo, la variedad roja como gema

## **ESTIBNITA            Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>**

S: ortorrómbico 2/m2/m2/m

- A
- prismas delgados con zona de prisma rayada verticalmente; frecuentemente terminados en punta y a veces curvados o doblados
  - frecuentemente en grupos de cx radiales o en grupos hojosos con exfoliación perfecta
  - masivo, granulado grueso a fino.

H: 2

G: 4.52 - 4.62.

E: perfecto {010} 1 dirección; con estriaciones // [100]

F: subconcoidal.

33

T: frágil.

B: metálico, reluciendo en las caras de exfoliación

D: ópaco

C: gris plomo - negro.

R: gris plomo - negro.

Q: puede contener pequeñas cantidades de Au, Ag, Fe, Pb, Cu

Y

- en vetas hidrotermales de baja T° o depósitos de reemplazo

- en depósitos de fuentes termales
- asociado a otros minerales de Sb formados como producto de su descomposición y con galena, cinabrio, blenda, baritina, rejalgar, oropimente, oro.

U: mena principal de antimonio.

## **ESTRONCIANITA            SrCO<sub>3</sub>**

S: ortorrómbico 2/m2/m2/m

- A
- cx generalmente aciculares radiales como el tipo 1 del aragonito; comúnmente maclados en {110}
  - también columnar, fibroso o granular.

H: 3.5 - 4

G: 3.7

E prismático {110} bueno

(v/s celestina: perfecta {001} y buena {210})

B: vítreo

D: transparente - translúcido

C: blanco, gris, amarillo, verde

O: efervece en HCl

Q puede contener algo de Ca en sustitución de Sr hasta un máximo de Ca:Sr aproximadamente de 1:4.5

Y • mx hidrotermal de T baja, asociado a baritina, celestina y calcita en vetas epitermales, en calizas y margas y menos frecuentemente en rx ígneas y como ganga en vetas de sulfuros.

U: fuente de Sr

## FLUORITA $\text{CaF}_2$

S: cúbico  $4/m\bar{3}2/m$

A • cx frecuentemente cubos maclados según [111] en forma de maclas de penetración; otras formas raras, siendo predominantes el hexaquisoctaédro y tetraquishexaedro

- generalmente en cx o masas exfoliables
- también macizo; granular grueso o fino; columnar

H: 4

G: 3.18

T: frágil

E: perfecta {111}, octaédrica

B: vítreo

D: transparente-translúcido

C varía ampliamente, comúnmente verde claro, amarillo, verde azulado o púrpura; también incoloro, blanco, rosa, azul y castaño. El color en algunas fluoritas se debe a la presencia de un hidrocarburo. Algunos cx y la variedad maciza presentan bandas de color variable. Algunas variedades de fluorita son fluorescentes

R:

Q: las tierras raras, especialmente Y y Ce pueden sustituir al Ca

Y mx común muy distribuido

- generalmente en vetas termales, como mx principal o de gangajunto a menas de metales, especialmente Pb y Ag
- común en dolomitas y calizas
- también mx accesorio menor en diversas rocas ígneas y pegmatitas
- asociada a mx muy diversos tales como calcita, dolomita, yeso, celestina, baritina, cuarzo, galena, blenda, casiterita, topacio, turmalina, apatito

## HEMATITA $\text{Fe}_2\text{O}_3$

S: rombohédrico  $3\bar{2}/m$

A: Existen 3 polimorfos de hematita:

- ESPECULARITA: cx tabulares gruesos o delgados. Masas botroidales a reniformes con estructura radiada.
- Micaceo y hojoso.
- Terroso.
- martita:pseudomorfo octaédrico de magnetita)

H: 5.5 - 6.5.

G: 5.26 (para los cristales).

T: frágil

F: partición: {1011} con ángulos casi cúbicos, y también {0001}

B: metálico (en variedad especular), terroso a submetálico (en otras variedades).

D: translúcido

C: gris metálico (en variedad especular), rojo a negro (en otras variedades).

R: roja (clara a oscura)

Q: contiene pequeñas cantidades de Ti y Mn

Y • se halla en rocas de todas las edades y formas. Puede formarse como un producto de sublimación asociada a actividad volcánica

- en depósitos metamórficos de contacto
- como mineral accesorio en las rocas ígneas feldespáticas, tales como el granito
- también reemplazando en gran escala a rocas silíceas
- puede haber sido originado por la oxidación de la limonita, siderita o magnetita
- se encuentra en las calizas rojas como cemento entre los granos de cuarzo
- puede formarse (al igual que limolita) en masas y capas irregulares producto de la meteorización de rocas que contienen Fe

U: mena importante de Fe

## GOETHITA $n \text{FeO} \cdot (\text{OH})$

S: ortorrómbico  $2/m2/m2/m$

A • raramente en cx aciculares prismáticos con estriación vertical, a menudo aplastados // {010}

- también macizo, reniforme, estalactítico; agregados fibrosos radiales, hojosos
- como hierro de los pantanos, generalmente suelto y poroso.

H: 5 - 5.5.

G: 4.37 (puede descender hasta 3.3 en materiales impuros)

E: perfecto {010}, 1 dirección.

B: adamantino a mate (sedoso en ciertas variedades escamosas o fibrosas)

D: subtranslúcido

C: pardo amarillento a pardo oscuro

R: pardo amarillento (v/s hematita: rojo)

Q el Mn puede estar presente hasta un 5%, las variedades compactas contienen frecuentemente agua adsorbida o capilar

Y es uno de los minerales más frecuentes y se forma en condiciones de oxidación como producto de la meteorización de minerales que contienen hierro.

U: mena de hierro.

## GRAFITO C

S: hexagonal  $6/m2/m2/m$

A • cx tabulares de formas hexagonales con plano basal muy desarrollado. Ciertas trazas triangulares sobre la base son el resultado de deslizamientos según una pirámide de 2° orden; otras formas muy raras

- más comúnmente en masas escamosas (hábito foliado), radiado o granular.

H: 1 - 2 (marca fácilmente el papel y los dedos)

G: 2.23

E: perfecto {0001}

T: flexible pero no elástico

B: metálico o terroso

D: opaca

C: negro, gris oscuro

R: negro o gris oscuro

O: grasoso al tacto

Q: puede contener impurezas de óxido de Fe, arcillas y otros mx.

Y • típicamente en rocas metamórficas, mármoles, esquistos, gneiss y concentraciones microcristalinas, en este último caso probablemente producto de restos carbonosos orgánicos sometidos a metamorfismos

- en grietas asociado a cuarzo, biotita, ortoclase, turmalina, apatito, esfero formados probablemente a partir de hidrocarburos que se introdujeron en su interior durante el metamorfismo regional que provenían de rocas carbonosas de los alrededores

- eventualmente como mx accesorio de rx ígneas básicas (basaltos o sienitas nefeliníferas) o pegmatitas
- U: refractantes, aleaciones, lubricantes, lápices, pinturas protectoras para el acero, baterías, electrodos, generadores eléctricos, etc.

## HALITA NaCl

S: cúbico 4/m32/m

- A
- cx en forma de tolva, siendo muy raros en otras formas
  - en cx o masas cristalinas granulares con exfoliación cúbica conocida como sal gema o sal de roca
  - también masivo, granular o compacto

H: 2.5

G: 2.16

T: frágil

E: perfecta {001}; cúbica en 3 direcciones

B:

D: transparente - translúcido

C: incoloro a blanco; puede tener tonalidades rojas, azuladas o púrpura en ejemplares impuros

R:

O: gusto salado (v/s silvita: salado amargo); diatérmico

Q comúnmente con impurezas tales como sulfatos de Mg y Ca y cloruro de Mg y Ca

Y mx muy corriente

- en amplias capas y masas irregulares, precipitado por evaporación con yeso, silvita, anhidrita y calcita
- también aparece disuelto en las aguas de los manantiales salados, en lagos salados y océanos. Es el principal constituyente disuelto en el agua de mar

## MAGNESITA MgCO<sub>3</sub>

S: romboédrico 32/m

- A
- raramente en cxs; romboédricos {1011}
  - usualmente criptocristalina en masas blancas, compactas, terrosas
  - menos frecuentemente en masas granulares exfoliables, gruesas a finas.

H: 3.5 - 5 (en variedad maciza y blanca: v/s horsteno: )

G: 3.0 - 3.2 (en variedades con exfoliación v/s dolomita: 2.85 )

E: perfecto {1011}, romboédrico

B: vítreo

D: transparente - translúcido

C: blanco, gris, amarillo, pardo

O: débil efervescencia en HCl frío, fuerte en HCl caliente

Q: el Fe<sup>2+</sup> sustituye al Mg, extendiéndose una SS total hasta la siderita, se presentan pequeñas cantidades de Ca y Mn (v/s dolomita en variedad exfoliable )

Y

- corrientemente en vetas derivadas de la alteración de rxs ígneas y metamórficas ricas en Mg. (serpentinitas y peridotitas) por la acción de aguas carbonatadas, siendo compacta, criptocristalina y comúnmente conteniendo sílice ópala

- las capas de magnesita cristalina exfoliable son:

1. de origen meteórico, asociadas a esquistos talcosos, cloríticos o micáceos
2. de origen sedimentario, como precipitado primario o por sustitución de calizas por la acción de soluciones que contienen Mg, formándose la dolomita como producto intermedio

U: se le extrae MgO para la fabricación de ladrillos refractarios para hornos, productos químicos industriales, etc.

## FeTiO<sub>3</sub>      ILMENITA

S: romboédrico 3

A • cxs normalmente tabulares gruesos, con plano basal bien desarrollado y pequeñas truncaduras romboédricas

- frecuentemente en placas delgadas
- normalmente macizo, compacto también aparece como granos en arenas, gracias a su gran resistencia que le permite acumularse.

H: 5.5 - 6.

G: 4.79

E: ---

T frágil.

B: metálico a submetálico

D: ópaca

C: negro de hierro

R: negro a rojo castaño (v/s hematita: rojo claro a oscuro)

O: magnetismo débil (v/s magnetita: magnetismo fuerte).

Y • mx accesorio en rocas ígneas

- en capas y masas lenticulares en gneiss y otras rx metamórficas. Frecuentemente en vetas o en forma masiva de alta T, producto de segregación magmática
- constituyente de arenas negras, asociada a magnetita, rutilo, circón, monacita.

U: mena importante de Ti, metal usado para aleaciones resistentes y livianas. Abrasivo industrial.

## LIMONITA

S: amorfo

A masivo, en costras, estalactitas, relleno de cavidades y como recubrimientos y pátinas pulverulentas sobre rocas.

H: 1.5 - 2.

G: 2.7 - 4.3

T: ---

E: ---

B: vítreo a terroso

D: opaca

C: amarillo, amarillo-anaranjado, amarillo-pardo, pardo

R: pardo amarillenta, rojo ladrillo, negro

Q no es un mx sino una mezcla de hidróxidos de Fe, de composición desconocida, de grano muy fino, amorfa, y de composición química y propiedades físicoquímicas variables; los principales constituyentes son: goethita, hematita, lepidocrosita con o sin cantidades variables de agua

Y producto de alteración supérgena de minerales de hierro. Asociada con hematita y goethita. Depósitos residuales grandes y masivos se denominan lateritas. Se dan en el mismo ambiente de las bauxitas.

U: mena de hierro.

## MALAQUITA      Cu<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>(OH)<sub>2</sub>

S: monoclinico 2/m

A • cxs generalmente prismáticos delgados , pero rara vez claros

- cristales pseudomorfos de azurita
- generalmente aparecen en fibras radiales , formando masas botroidales o estalactíticas
- a menudo granular o terroso.

H: 3.5 - 4

G: 3.9 - 4.03

E: perfecta {201} (rara vez se observa)

B • adamantino a vítreo (variedades cristalinas)

- sedoso (variedades fibrosas)

- mate (variedades terrosas)
- D: translúcido  
 C: verde brillante  
 R: verde pálido  
 Q efervesce al contacto con HCl (v/s otros mx verdes de Cu: no efervescen), generando una solución verde.  
 Y mena supergena de Cu muy frecuente:
- se halla en las zonas de oxidación de las vetas de Cu, asociada a la azurita, cuprita, cobre nativo y óxidos férricos
  - generalmente en vetas de Cu que yacen en calizas
- U: mena de cobre. Ciertas variedades son empleadas como joyas

## ORO Au

- S: cúbico 4/m32/m
- A
- cx típicamente octaédros, raras veces presentan caras de dodecaédros, cubo o tarpezoédros {113}; frecuentemente en grupos arborescentes con cx alargados en la dirección de E3 o aplastados // cara octaédros
  - también los cx se forman irregularmente, pasando por formas dendríticas, arborescentes, filiformes, reticuladas y granulares
  - raramente en cx normalmente en placas irregulares, escamas o masas
- H: 2.5 - 3  
 G: 19.3 (disminuye hasta 15, muy impuro) >> sulfuros amarillos y pajuelas de mica alterada  
 F: aserrada (irregular).  
 T: muy maleable, dúctil y séctil.  
 (v/s sulfuros amarillos y pajuelas amarillas de mica alterada)  
 B: metálico.  
 D: opaca  
 C: amarillo ópaco (diferentes tonos), más pálido al aumentar el contenido de Ag.  
 R: amarillo pálido.  
 O: similar a teluros y selenuros de Au
- Q
- SS total con Ag, si Ag > 20% se denomina Electrum. Puede haber presentes pequeñas cantidades de Cu y Fe, y trazas de Bi, Pb, Sn, Zn y metales del grupo del platino. La pureza o ley del Au se expresa en ppmil.
  - el Te y Se son posiblemente los únicos elementos que se combinan en la naturaleza
- Y elemento raro; el valor promedio en corteza es 4 ppb
- aparece concentrado típicamente en vetas hidrotermales o como trazas en mineralización de sulfuros.

## MAGNETITA Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

- S: cúbico 4/m32/m
- A
- generalmente en cx octaédricos (a veces maclado {111}) y dodecaédricos (estriados // arista con octaédros); otras formas raras
  - normalmente macizo, granular o en grano fino.
- H: 5.5 - 6.5  
 G: 5.18.  
 T: frágil.  
 P: octaédrica (en algunos ejemplares)  
 B: metálico  
 D: opaco.  
 C: negro de Fe  
 R: negra (v/s franklinita magnética: castaño rojizo a castaño oscuro)  
 O: magnetismo fuerte
- Y
- mx accesorio en rx ígneas y metamórficas
  - comúnmente asociado a rocas ígneas ricas en ferromagnesianos: diorita, gabro, peridotitas
  - como hojas finas y dendríticas entre hojas de mica



- en concentraciones tipo placer en sedimentos en segregaciones de rocas ígneas de alta T (exsolución de magma rico en Fe), generalmente muy titaníferas
  - en arenas negras de playa de mar
- U: segunda mena de Fe en importancia .

## MARCASITA $\text{FeS}_2$

S: ortorrómbico 2/m2/m2/m

A • cx generalmente tabulares {010} o menos comúnmente prismáticos {001}, comúnmente con caras curvas; frecuentemente maclados con formación de grupos en cresta de gallo o punta de espada

- comúnmente con formas radiadas o fibrosas
- frecuentemente estalactita con núcleo interno de estructura radiada recubierto por grupos de cx irregulares; también globular y reniforme y en drusas

H: 6 - 6.5.

G: 4.89.

F: irregular

B: metálico,

D: opaco.

C amarillo de bronce pálido o casi blanco en fractura reciente; pátina amarilla o pardo (más pálido que piritita)

R: negra grisácea.

Q: polimorfo de piritita, pero de composición constante  $\text{FeS}_2$

Y • en ambientes superficiales (supérgeno) a subsuperficiales, con pH ácido, baja T°

- comúnmente en depósitos de remplazo de calizas y frecuentemente en concreciones incrustadas en arcillolitas, margas y lutitas

U: mx guía en exploración de metales preciosos, mena de As, insecticidas, pinturas.

## MOLIBDENITA $\text{MoS}_2$

S: hexagonal 6/m2/m2/m

A • cx en placas hexagonales o prismas ligeramente cónicos y cortos

- comúnmente exfoliable (en masas o en escamas).

H: 1 - 1.5.

G: 4.62 - 4.73 (v/s grafito: 2.23)

E: perfecto {0001}, 1 dirección

T: séctil, láminas flexibles pero no elásticas

B: metálico.

D: opaco

C: gris de plomo (tono azulado) (v/s grafito: tono castaño)

R: negra grisácea, verdosa en porcelana (v/s grafito: negra en porcelana).

O: grasoso al tacto.

Y • mx accesorio en pegmatitas, aplitas y ciertos granitos

- corrientemente en vetas de alta T° asociada a casiterita, scheelita, wolframita y fluorita
- también en depósitos metamórficos de contacto con silicatos de Ca, scheelita y calcopiritita.

U: mena principal de Mo

## PIROLUSITA $\text{MnO}_2$

S: tetragonal 4/m2/m2/m

A • raramente en cx bien desarrollados (polianita), prismáticos

- generalmente en fibras o columnas radiantes
- también macizo granuloso (agregado granular pulvulento); en capas reniformes y formas dendríticas finamente sobrecrecidos con otros óxidos de Mn e hidróxidos, frecuentemente pseudomorfo de manganita

H: 1 - 2 ; 6 - 6.5 (polianita)

G: 4.75.

T: frágil

E: perfecta {110} prismática

F: astillosa

B: metálico - terroso

D: ópaco

C: negro de Fe - azul grisáceo

R: negro.de Fe

Y • típicamente como arborescencias dendríticas en diaclasas y como pátina de rodados producto de la disolución del Mn contenido en mx formadores de rx, precipitando especialmente como pirolusita y otros mx

- en nódulos polimetálicos de los fondos oceánicos
- en capas y lentes incluidos en arcillas residuales, producto de la meteorización de calizas manganíferas
- en vetas hidrotermales junto a cuarzo y otros mx metálicos
- wad: mena de Mn (depósito sedimentario) formado por la lixiviación y alteración supergénea de rocas ígneas, conformando una mezcla de óxidos de Mn hidratados

U: mena principal de Mn

## **OROPIMENTE As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>**

S: monoclinico 2/m

A • cx pequeños ,tabulares o prismáticos cortos, y raras veces claros; muchos pseudo ortorrómbicos

- normalmente, en masas hojosas o columnares.

H: 1.5 - 2

G: 3.49.

E: perfecta {010}, 1 dirección (v/s azufre), en escamas flexibles pero no elásticas.

T: séctil, flexible

B: resinoso,perlado en la cara exfoliada.

D: translúcido

C: amarillo limón.

R: amarillo pálido

Y mx raro, asociado normalmente al rejalgar y formado en condiciones análogas.

U: mx guía en exploración de metales preciosos, mena de As.

## **PERICLASA MgO**

S: cúbico

A • cx octaédricos o cúbico-octaédricos

- más comúnmente en agregados granulares.

H: 5.5

G: 3.58

E: cúbico perfecto, 3 direcciones.

T: frágil.

B: vítreo

D: traslúcido.

C: incoloro (puro), blanco, amarillo, negro, verde.

R: blanco.

Q: SS de Mg y Fe.

Y en ambientes metamórficos, formado a partir de dolomitas y otras rocas ricas en Mg.

## **PIRITA      FeS<sub>2</sub>**

S: cúbico 4m3

A • típicamente cristalina: cubos (cuyas caras están rayadas con estrías perpendiculares entre si en caras adyacentes), piritoedros y octaedros (formas distintas de las de marcasita). Las estrías representan una macla de compenetración (cruz de Fe) con [011] como eje de macla

• maciza, granular, reniforme, globular y estalactítica.

H: 6 - 6.5 (c/r calcopirita: 3.5 - 4; c/r Au: 2.5 - 3)

G: 5.02.

T: frágil (v/s Au: muy séctil)

F: concoidal

B: metálico, resplandeciente

D: ópaca

C amarillo latón pálido (más pálido que calcopirita; más intenso que marcasita); puede ser oscuro debido a la pátina iridiscente

R: pardonegra o verdosa

O: paramagnética

Q • se forma a T alta o T baja. Puede contener cantidades de Ni y, puede existir SS total entre pirita y bravoita (Ni, Fe)CoS<sub>2</sub>, frecuentemente con pequeñísimas cantidades de Au y Cu como impurezas microscópicas

• se altera fácilmente a óxidos de hierro, normalmente limonita; son comunes los cx de limonita pseudomorfos de pirita

• polimorfo más estable que marcasita

Y sulfuro más corriente y extendido:

• aparece como segregación magmática directa y como mineral accesorio en rocas ígneas

• también en depósitos metamórficos de contacto y en vetas hidrotermales

• en rocas sedimentarias (de origen primario o secundario)

• asociada especialmente a calcopirita, blenda y galena.

## **PIRARGIRITA      Ag<sub>3</sub>SbS<sub>3</sub>      (plata roja oscura)**

## **PROUSTITA      Ag<sub>3</sub>AsS<sub>3</sub>      (plata roja clara)**

S: romboédrico 3m

A • cx comúnmente prismáticos y perfectos, y con desarrollo complejo

• normalmente en masa, compactos y en granos diseminados.

H: 2 - 2.5.

G: 5.58 (pirargirita) o 5.57 (proustita)

B: adamantino.

C: rojo (pirargirita) o bermellón (proustita).

R: congruente

O mx isoestructurales con cx de forma, propiedades físicas y yacimientos similares

Y la pirargirita es la más común

• se forman a bajas T° en las vetas de Ag junto a mx que cristalizan luego de la secuencia de depositación primaria

• asociadas a otras sulfosales de plata, acantita, tetraedrita y plata nativa.

U: mena de plata.

## **PSILOMELANO      (Ba<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>)<sub>3</sub> (O,OH)<sub>6</sub> Mn<sup>4+</sup><sub>8</sub> O<sub>16</sub>**

S: ortorrómbico 222

A • masas botroidales, estalactítico, dendríticas (aparece amorfo), costras masivas y finas

• como relleno de cavidades

H: 5 - 6 (v/s otros mx de Mn, pirolusita: 1 - 2)

G: 3.7 - 4.7

E: ---

B: submetálico: graso, ceroso, vítreo

D: opaco

C: negro

R: negra pardusca (v/s limonita: pardo amarillenta, rojo ladrillo, negro)

Y: asociado a pirolusita (idéntica paragénesis)

U: mena de Mn.

## **PIRROTITA      Fe<sub>1-X</sub> S      (pirita magnética)**

S      •      monoclinico 2/m (T < 250°C)

•      hexagonal 6/m2/m2/m (T > 300°C).

A      •      cx hexagonales tabulares y usualmente piramidales, comúnmente maclados

•      comúnmente en masas granulares.

H: 3.5 - 4,5

G: 4.58 - 4.79

T: frágil.

B: metálico

D: opaco

C: amarillo bronce (amarillento, pero menos que calcopirita)

R: negra.

O      magnética (varía mucho en intensidad, las menos magnéticas son las más ricas en Fe).

Q      SS omisional, con deficiencia de Fe como indica en la fórmula

Fe<sub>1-X</sub>S, con x entre 0 y 0.2.

Y      •      generalmente asociada a rocas ígneas básicas, sobretodo a noritas

•      con frecuencia aparece en granos diseminados o en grandes masas asociada a pentlandita, calcopirita y otros sulfuros

•      en depósitos metamórficos de contacto, en vetas y pegmatitas

## **PLATA      Ag**

S: cúbico 4/m32/m.

A      •      cx típicamente malformados

•      típicamente en grupos cristalinos ramosos, arborescentes y reticulados.

•      normalmente en masas irregulares, placas y escamas

•      raramente en agregados granulares o finos alambres

H: 2.5 - 3.

G: 10.5 (pura), 10-12 (impura)

F: aserrada (astillosa)

T: muy maleable, dúctil y séctil.

B: metálico

D: opaca

C      blanco argenta muy característico en superficie fresca; frecuentemente con pátina castaño o gris-negro

R: blanco argenta.

Q      forma SS con Au, Hg, Cu también puede contener Pt, Sb, Bi. La amalgama es una SS de Ag - Hg

Y      principalmente en vetas y yacimientos hidrotermales, asociado con sulfuros.

U: mena secundaria de Ag. Fotografía (emulsiones), aleaciones, cuchillería, equipos electrónicos, científicos; joyería

## **Pt      PLATINO**

S: cúbico 4/m 3 2/m

A      •      cx poco frecuentes y normalmente deformados

•      generalmente en pequeños granos y escamas

- eventualmente en masas irregulares y pepitas de gran tamaño

H: 4 - 4.5 (muy alta para un metal)  
 G: 21.45 (puro); 14-19 (nativo)  
 E: ---  
 T: maleable y dúctil.  
 B: metálico (reluciente).  
 C: gris de acero.  
 R: gris.  
 O: magnético (si es rico en Fe)  
 Q: impurezas naturales en SS de Fe, con cantidades menores de Ir, Os, Rh, Pd, Cu, Au, Ni.  
 Y • en rocas ultrabásicas (especialmente dunitas), asociado a olivino, cromita, piroxeno y magnetita (origen magmático)

- en placeres próximos a las rocas ígneas parentales que contienen Pt
- los tipos de yacimientos primarios pueden ser
  1. asociada con sulfuros, calcita, zeolita, baritina, fluorita, cuarzo
  2. asociada con arseniuros y sulfuros de Co, Ni, Ag, Bi(s), con uraninita y mx de Co-Ni

U: relacionados con su alto punto de fusión (1755°C), inactividad química y mayor dureza. En convertidores catalíticos, industria química del petróleo, medicina (instrumentos quirúrgicos), joyería, instrumentos eléctricos.

## RUTILO $\text{TiO}_2$

S: tetragonal  $4/m2/m2/m$   
 A • cx prismáticos, aciculares delgados, frecuentemente con extremos piramidales y estriación vertical

- macizo compacto; masas granulares

H: 6 - 6.5.  
 G: 4.18 - 4.25 (v/s casiterita: 6.8 - 7.1)  
 E: precisa {110} prismática  
 T: frágil.  
 B: brillante (adamantino peculiar) - metálico a submetálico  
 D: subtraslúcido, puede ser transparente; ópaco  
 C: rojo, castaño rojizo a negro.  
 R: castaño pálido, pardo, amarillo, gris, verde negruzco.  
 Q trazas de Fe, Ta, Ni pueden reemplazando parcialmente a Al. Presenta dos polimorfos: anatasa (tetragonal) y brookita (ortorrómbico)  
 Y • mx accesorio en rx ígneas graníticas y rx metamórficas (gneiss, esquistos micáceos, metacalizas y metadolomitas)

- mx accesorio en vetas de cuarzo, frecuentemente como cxs delgados en cuarzo y micas
- abundante en arenas negras asociado a ilmenita, magnetita, zircón, monacita
- se concentra en depositos tipo placer en sedimentos.

U: mena de Ti. Uso industrial, en aleaciones, pinturas.

## QUERARGIRITA $\text{AgCl}$ (cerargirita)

S: cúbico  $4/m32/m$   
 A • raramente en cx

- generalmente macizo (parecido a la cera); a menudo aparece en placas y cortezas, de apariencia semejante al cuerno, de ahí su nombre (plata córnea)

H: 2 - 3  
 G: 5.5  
 T: séctil  
 E: ---  
 B: céreo  
 D: transparente - translúcido  
 C gris perla a incoloro (al ser expuesto a la luz se oscurece rápidamente, pasando a pardo violeta)

R:

Q existe SS completa entre AgCl y BrCl (bromoargirita): Puede existir pequeñas cantidades de F sustituyendo al Cl o Br. Algunos ejemplares contienen Hg

Z mx similares menos comunes pero formados en condiciones similares: bromoargirita AgBr, iodobromita Ag(Cl,Br,I) isoestructural con cerargirita; iodoargirita AgI, hexagonal

Y mena supérgena de Ag importante

- solo aparece en la zona de enriquecimiento en vetas de Ag
- asociada a Ag(s), cerusita, y en general a mx secundarios

## **REJALGAR      AsS**

S: monoclinico 2/m

- A
- raramente en cx cortos prismáticos estriados verticalmente
  - frecuentemente en masas granulosas (gruesas a finas) y terrosas, y como incrustación

H: 1.5 - 2.

G: 3.48.

E: buena {010}, 1 dirección.

F: concoidal.

T: séctil.

B: resinoso

D: translúcido - transparente.

A: rojo anaranjado.

R: rojo anaranjado.

Y

- en filones de plomo, plata y oro, casi siempre asociado a oropimente, otros minerales de As y estibnita

- también como producto de la sublimación volcánica y como depósito hidrotermal.

U: mx guía en exploración de metales preciosos, mena de As, insecticidas, pinturas.

## **RODOCROSITA      MnCO<sub>3</sub>**

S: romboédrico 32/m

- A
- raramente en cxs romboédricos, los cuales pueden tener las caras curvas
  - usualmente en masa exfoliables, granular a compacta.

H: 3.5 - 4 (v/s rodonita MnSiO<sub>2</sub>: 6)

G: 3.5 - 3.7

E: perfecto{1011}, romboédrico

B: vítreo

D: transparente - translúcido

C: rosado: generalmente con tonalidad rosada a roja; puede ser también rosada clara a castaño oscuro

R: blanca

O: soluble en HCl caliente con efervescencia

Q el Ca<sup>2+</sup> y Fe<sup>2+</sup> sustituyen al Mn<sup>2+</sup>, extendiéndose la SS total hasta la rodocrosita y siderita la presencia de la kutnahorita CaMn(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> con una estructura ordenada del tipo de la dolomita sugiere que solo tiene lugar una SS parcial a T ordinaria entre el CaCO<sub>3</sub> y el MnCO<sub>3</sub>. El Mg puede también sustituir al Mn, pero la SS es parcial. Cantidades apreciables de Zn pueden sustituir al Mn

Y mx raro

- aparece en filones hidrotermales con menas de Ag, Pb y Cu, y otros mxs de Mn.

U: mena secundaria de Mn

## **SMITHSONITA      ZnCO<sub>3</sub>**

S: romboédrico 32/m

- A
- raramente en pequeños cxs romboedricos o escalenoedricos
  - generalmente reniforme, botroidal o estalactítica
  - también en incrustaciones cristalinas o en masa aplanadas (calaminas)

- también granular a terroso.
- H: 4 - 4.5  
G: 4.30 – 4.45  
E: perfecto {1011}, romboédrico (rara vez se observa)  
B: vítreo  
D: translúcido  
C generalmente pardo sucio; puede ser también incoloro, blanquecino, verdoso, azulado o rosado; la variedad amarillenta contiene Cd  
R: blanca  
O: efervesce en HCl  
Q el Fe<sup>2+</sup> puede sustituir considerablemente al Zn, pero existe un hueco en la serie ZnCO<sub>3</sub> - FeCO<sub>3</sub>. El Mn<sup>2+</sup> está generalmente presente en un pequeño porcentaje, pero la presencia de una rodrosita con Zn en la proporción Zn:Mn = 1:1.2 sugiere la existencia de una SS total entre ZnCO<sub>2</sub> y MnCO<sub>2</sub>. El Ca y Mg están presentes en pequeños %(wt). se encuentran pequeñas cantidades de Co en una variedad rosa y de Cu en una variedad azul-verdosa  
Y mena de Zn de origen supérgeno: se encuentra generalmente en depósitos de Zn en calizas; asociada a blenda, galena, hemimórfita, carusita, calcita, limonita; a menudo pseudomorfa de calcita  
U: mena de Zn

## CaWO<sub>4</sub> SCHEELITA

- S: tetragonal 4/m
- A
- cx generalmente bipirámides sencillas de 2° orden. La bipirámide de 1° orden {112} se parece mucho al octaédro por sus ángulos
  - también granular masivo
- H: 4.5 - 5  
G: 5.9 - 6.1 (muy alto para un mx no metálico)  
T: frágil  
E: precisa {101}  
B: vítreo a adamantino  
D: translúcido; transparente (en algunas muestras)  
C: blanco, amarillo, verde, pardo  
R:  
O puede ser fluorescente con color blanco azulado con radiación ultra violeta corta  
Q generalmente el Mo reemplaza en parte al W, extendiéndose una SS parcial a powellita Ca MoO<sub>2</sub>  
Y
- en pegmatitas graníticas, depósitos de metamorfismo de contacto y vetas de alta T asociados a rx garníticas
  - asociado a topacio, fluorita, apatito, molibdenita, wolframita
  - también en vetas de Au-Ag-cuarzo

## SIDERITA FeCO<sub>3</sub>

- S: romboédrico 32/m
- A
- comúnmente en cxs romboedrales, los cuales pueden mostrar caras curvas
  - también en concreciones globulares
  - generalmente en masas granulares exfoliables
  - puede ser botroidal, compacta, y terrosa.
- H: 3.5 - 4  
G: 3.96 (puro),(v/s otros carbonatos) decrece con la presencia de Mn<sup>2+</sup> y Mg  
E perfecta {1011}, romboédrica  
(v/s blenda: perfecta {011} dodecaédrica, 3 direcciones)  
B: vítreo  
D: transparente a translúcido  
C: pardo (claro a oscuro) (v/s otros carbonatos)  
O: efervesce en HCl caliente

Q • el Mn<sup>2+</sup> y Mg sustituyen al Fe<sup>2+</sup>, extendiéndose la SS total hasta la rodocrosita y la magnesita. La sustitución del Fe<sup>2+</sup> por Ca es parcial debido a la gran diferencia de tamaño entre los iones

- son corrientes los cx de limonita pseudomorfos de siderita

Y • frecuentemente como arcilla ferruginosa impurificada por mezcla con materiales de arcilla en concreciones concéntricas

- también como hierro litoide contaminado con otros materiales carbonosos, en formaciones estratiformes extensas en esquistos y corrientemente asociada a yacimientos de carbón.
- también formada por la acción de soluciones ferrosas sobre calizas
- cristalizada en vetas hidrotermales, asociada con diversas menas metálicas, tales como mx de Ag, pirita, calcopirita, tetaredrita y galena
- constituyente común en depósitos de Fe precámbricos

U: mena de Fe.

## SILVANITA (Au,Ag)Te<sub>2</sub>

S: monoclinico 2/m

A • raramente en cx bien definidos

- normalmente en hojas o granular
- frecuentemente en formas esqueléticas depositadas sobre las superficies de las rocas y con apariencia jeroglífica.

62

H: 1.5 - 2

G: 8 - 8. 2

E: perfecta {010}, 1 dirección. (v/s calaverita: ---)

B: metálico brillante

D: opaco

C: blanco de plata.

R: gris.

Y • mx raro, asociado a calaverita, telurios, pirita y otros sulfuros en pequeñas cantidades, Au, cuarzo, calcedonia, fluorita y carbonatos

- en vetas hidrotermales de baja T°, pero también en algunos depósitos de alta T°.

U: mena de oro.

## SILVITA KCl

S: cúbico 4/m32/m

A • cx frecuentemente cubos y octaédros combinados

- generalmente en masas cristalinas granulares con exfoliación cúbica, y en cristales compactos

H: 2

G: 1.99

T: frágil

E: perfecta {001}

B:

D: transparente (puro)

C: incoloro o blanco; también con tonalidades azuladas, amarillentas o rojizas debido a las impurezas

R:

O: fácilmente soluble en agua, sabor salado amargo (v/s halita: salado)

Q: puede contener Na Cl en mezcla

Y idéntico origen, forma de yacimiento y paragénesis que halita, pero es mucho más rara; es una de las últimas sales en precipitar



## WITHERITA $\text{BaCO}_3$

S: ortorrómbico  $2/m2/m2/m$

A • cxs siempre maclados según {110} formando bipirámides pseudo hexagonales con un intercrecimiento de tres individuos, algunas veces los cx terminan por ambos extremos profundamente estriados horizontalmente y con una serie de ángulos entrantes que le dan la apariencia de una pirámide que corona a otra comúnmente fuertemente estriados

• también botroidal a globular, columnar o granular.

H: 3.5

G: 4.3

E: pinacoidal {010} clara, prismático {110} mala.

B: vítreo

D: translúcido

C: incolora, blanca, gris.

O: soluble en HCl frío con efervescencia (v/s baritina: no es soluble)

Q: el Ba puede estar sustituido por pequeñas cantidades de Sr y Ca

Y mx relativamente raro, asociado frecuentemente a la galena

U: una fuente de Ba.

## TETRAEDRITA $\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$

## TENNANTITA $\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$

S: cúbico 43m

A • cx comunes tetraedro, triaquistetraedro, dodecaedro y cubo

• frecuentemente en cx que pueden presentarse en grupos de cxs paralelo

• también macizo, en granos finos o gruesos.

H: 3 - 4.5 (H tetraedrita < H tennantita)

G: 4.6-5.1 (G tetraedrita > G tennantita)

T: frágil (hábito masivo)

B: metálico - submetálico

D: ópaca

C: negro grisáceo (hábito masivo)

R: negra a parda.

O es imposible distinguir las por simple inspección, dada la SS total entre ellas

Q • forman una serie de SS total entre los miembros extremos

• Fe (1 - 13%), Zn (0 - 8%), Ag, Pb, Hg sustituyen al Cu

Y • la tetraedrita es el mineral más común de las sulfosales, se encuentra esparcido en yacimientos en variadas asociaciones

• la tennantita es menos corriente; aparece corrientemente en vetas de T baja a media hidrotermales de minerales de Cu, Ag, Pb y Zn; rara vez en vetas de alta T o depósitos de metamorfismo de contacto. Asociada a calcopirita, piritita, blenda, galena y otros minerales de plata, plomo y cobre

U: mena de plata y cobre.

## TRIFILITA $\text{Li}(\text{Fe},\text{Mn})\text{PO}_4$

## LITIOFILITA $\text{Li}(\text{Mn},\text{Fe})\text{PO}_4$

S: ortorrómbico  $2/m2/m2/M$

A • raramente en cx

• comúnmente en masas exfoliables y también compacto

H: 4.5 - 5

G: 3.42 - 3.56 (aumenta con el contenido de Fe)

T: frágil

E: casi perfecta {001}, imperfecta {010}, normales entre sí

B: vítreo a resinoso

D: translúcido

C gris azulado (trifilita) a rosado anaranjado o castaño oscuro al aumentar la cantidad de Mn presente en la litiofilita. Puede ser negro brillante por el óxido de Mn

R:

Q: SS total entre los miembros extremos por sustitución de Fe<sup>2+</sup> por Mn<sup>2+</sup>

Y mx que aparecen en pegmatitas graníticas asociados a otros fosfatos, espodumeno y berilo

## UO<sub>2</sub> URANINITA

S: cúbico 4/m $\bar{3}$ 2/m

A • octaedros, raramente cubos subordinados y caras dodecaédricas  
• frecuentemente como masas botroidales macizas (pechblenda)

H: 5 - 6.

G: 7.5 - 9.7 (cx); 6.5 - 9 (pechblenda)

T: frágil.

B: submetálico (graso)

D: opaco.

C: negro a pardo, o negro púrpura.

R: negro, pardo, oliva.

O: radioactivo

Q: UO<sub>2</sub> o U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>, parcialmente reemplazado por Th

Y • como cristales en granitos y sienitas

• como masas en vetas hidrotermales; asociado con tierras raras.

U: mena principal de U, energía nuclear.

## WOLFRAMITA (Fe,Mn)WO<sub>4</sub>

S: monoclinico 2/m

A • cx comúnmente tabulares // {100} con hábito foliado y caras estriadas // Ec  
• en formas hojosas, laminares o columnares, también en masas granulares

H: 4 - 4.5

G: 7 - 7.5 (aumenta con el contenido de Fe)

T: frágil

E: perfecta {010}, 1 dirección

B: submetálico -resinoso

D:

C: negro (ferberita) a pardo (hubnerita)

R: casi negra a parda

Q el Fe<sup>2+</sup> el Mn<sup>2+</sup> se sustituyen entre sí en todas las proporciones, existe SS total entre ferberita FeWo<sub>4</sub> y hubnerita MnWO<sub>4</sub>

Y • mx relativamente raro, formado a altas T

• generalmente en vetas de cuarzo y vetas de pegmatita, asociado al granito

• raras veces en vetas de sulfuros

• frecuentemente asociada a casiterita y también a la scheelita, bismuto, cuarzo, pirita, galena, blenda y arsenopirita

• en algunas vetas puede ser el único mx metálico presente

## WULFENITA PbMoO<sub>4</sub>

S: tetragonal 4 o 4/m

A cx generalmente cuadrados tabulares con prominencias {001}; algunos cx son muy delgados; raramente en cx piramidales; también algunos cx son maclas sobre {001}, con hábito bipiramidal

H: 3

G: 6.8

T: frágil

E: precisa {011}  
 B: vítreo a adamantino  
 D: transparente - translúcido  
 C: amarillo, anaranjado, rojo, gris, blanco  
 R: blanca  
 O: piezoelectrico  
 Q el Ca puede sustituir al Pb, indicando como mínimo una SS parcial con powellita  $\text{Ca}(\text{Mo},\text{W})\text{O}_4$   
 Y se encuentra en zonas de oxidación de las vetas de Pb, asociado a otros mx de Pb secundarios, especialmente cerusita, piromorfita, vanadita

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

S: monoclinico 2/m  
 A • cx de hábito simple, tabular sobre {010}; forma rómbica (diamante) con aristas biseladas por {120} y {111}; otras formas raras  
 • maclas frecuentes sobre {100}, resultando en maclas swallowtail en forma de cola de golondrina  
 H: 2  
 G: 2.32  
 T: frágil  
 E 3 direcciones no perpendiculares entre sí:  
 perfecta {010} pinaciodal dando hojas delgadas, con superficie concoidal {100} y con fractura fibrosa {011}  
 B: vítreo (generalmente), también perlado o sedoso  
 D: transparente-translúcido  
 C: incoloro, blanco, gris; varias tonalidades de amarillento, rojizo y castaño producto de impurezas  
 R:  
 O • espato satinado: yeso fibroso con brillo sedoso (recristalización de yeso en vetas)  
 • alabastro: variedad en masa de grano fino  
 • selenita: variedad que produce hojas de exfoliación incoloras y transparentes  
 Y • mx corriente y frecuente en rocas sedimentarias, muchas veces formando capas gruesas, con frecuencia intercalado en calizas y lutitas; generalmente en capas bajo los depósitos de sal, producto de precipitación inicialmente durante la evaporación de las soluciones salinas  
 • frecuentemente formado por alteración de anhidrita (suele mostrar pliegues debido al aumento de volumen)  
 • en regiones volcánicas, especialmente si las calizas han sido afectadas por la acción de vapores sulfurosos  
 • también como ganga en vetas metálicas  
 • en forma de masas lenticulares o cristales esparcidos en arcillas y lutitas  
 Asociación común: halita, anhidrita, dolomita, calcita, S(s), pirita, calcite