

MINERALOGÍA SISTEMÁTICA

CLASIFICACIÓN DE LOS MINERALES

Según STRUNZ

La composición química ha sido la base de la clasificación de los minerales. De acuerdo a este esquema los minerales se dividen en clases, según el anión o grupo aniónico dominante (por ej., haluros, óxidos sulfuros etc.). Además debe tener en cuenta la estructura interna, ya que ambas representan la esencia de un mineral y determinan sus propiedades físicas.

CLASIFICACIÓN DE STRUNZ Y NICKEL (2001)

Las tablas de Struntz contienen las 10 Clases tradicionales, dispuestas por sus características químicas. Cada una de ellas está subdividida por principios químico-estructurales en Divisiones, Subdivisiones y Grupos. Grupos relacionados entre sí forman una Familia.

La gran diversidad de tipos de enlace de los minerales hace que se usen diferentes criterios para ubicarlos dentro de una clase.

Los sulfuros y óxidos son agrupados por su relación catión: anión. Los halogenuros, carbonatos, sulfatos y fosfatos son clasificados según la presencia o ausencia de OH y H₂O.

Los boratos y silicatos fundamentalmente en base a su estructura.

I -ELEMENTOS NATIVOS

II- SULFUROS Y SULFOSALES

III- HALOGENUROS

IV- ÓXIDOS E HIDRÓXIDOS

V- NITRATOS, CARBONATOS

VI- BORATOS

VII- SULFATOS, CROMATOS, MOLIBDATOS Y WOLFRAMATOS

VIII- FOSFATOS, ARSENIATOS, Y VANADATOS

IX- SILICATOS;

Con las siguientes subclases:

NESOSILICATOS

SOROSILICATOS

CICLOSILICATOS

INOSILICATOS

FILOSILICATOS

TECTOSILICATOS

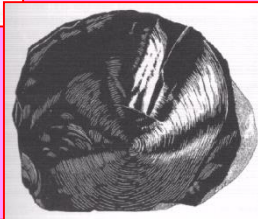
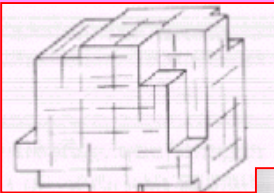
SILICATOS NO CLASIFICADOS

X-SUSTANCIAS ORGÁNICAS

PROPIEDADES FÍSICAS

PROPIEDADES MECÁNICAS

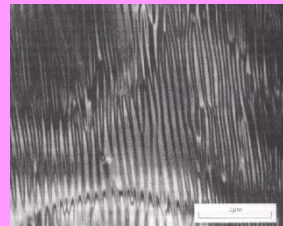
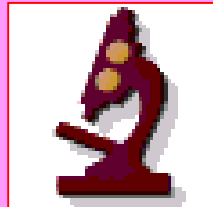
Clivaje, Partición, Fractura, Dureza, Tenacidad



PROPIEDADES ÓPTICAS MACRO: Color, Huella o raya, Brillo, Transparencia.

ÓPTICAS MICRO:

Con microscopio de POLARIZACIÓN



PROPIEDADES MAGNÉTICAS

RADIOACTIVIDAD

PROPIEDADES ELÉCTRICAS

LUMINISCENCIA

PESO ESPECÍFICO (G) O DENSIDAD RELATIVA

+

PROPIEDADES QUÍMICAS

Elementos nativos:

1. Con excepción de los gases libres, solo existen cerca de 20 elementos que se encuentran es estado nativo.
2. Pueden ser clasificados en:

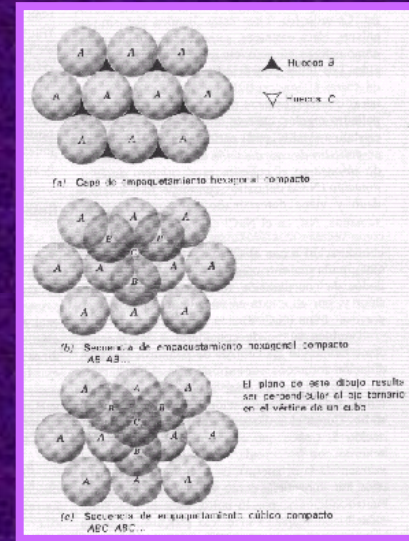
Metales

No-Metales

Semi-Metales

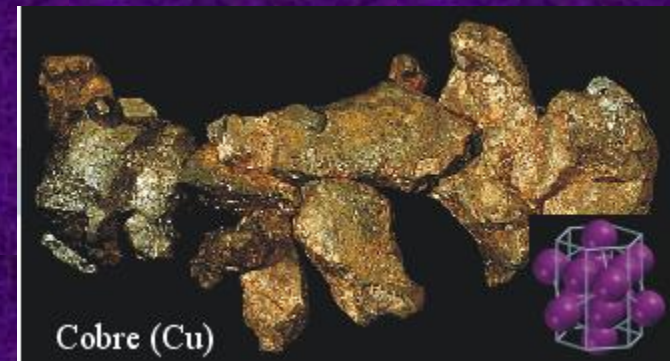
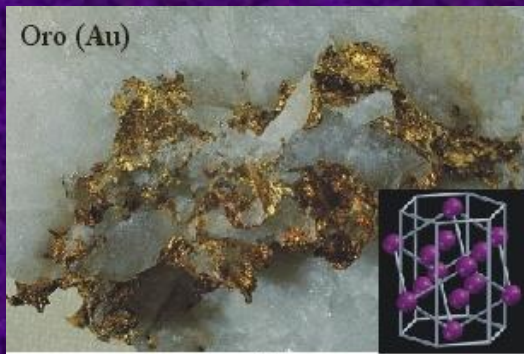
I - ELEMENTOS NATIVOS

Son minerales formados esencialmente por átomos iguales y muy semejante entre ellos.



GRUPO DEL ORO ($F4/m\bar{3}2/m$) Oro, Plata y Cobre

Blandos, maleables, dúctiles, séctiles, buenos conductores del calor y electricidad, brillo metálico, punto de fusión bajos, densidad elevada, idiomorfos



GRUPO DEL PLATINO ($F4/m\bar{3}2/m$) Platino, Paladio, Iridio, Osmio

Más duros y con punto de fusión + alto que el grupo del Au

GRUPO DEL HIERRO ($F4/m\bar{3}2/m$) Hierro ($Im\bar{3}m$) raro en la Tierra

Ferroníquel : Kamacita ($Im\bar{3}m$) y Taenita ($Fm\bar{3}m$) en meteoritos

Elementos nativos:

Metales nativos:

Grupo del Oro (Au, Ag y Cu)

1. Pertenecen al mismo grupo de elementos de la tabla periódica (Cu, Ag, Au)
2. Son suficientemente inertes como para presentarse en estado elemental en la naturaleza.
3. Los átomos se encuentran unidos por enlaces metálicos.
4. Son isoestructurales (isométricos $Fm\bar{3}m$) con empaquetamientos cúbicos compacto (N.C.=12).
5. Son blandos, maleables, dúctiles y séctiles.
6. Son excelentes conductores de electricidad y calor.
7. Poseen brillo metálico y fractura ganchuda.
8. Presentan bajos puntos de fusión.
9. Presentan altas densidades.
10. Forman aleaciones entre sí (especialmente Au-Ag)

Elementos nativos

Metales nativos

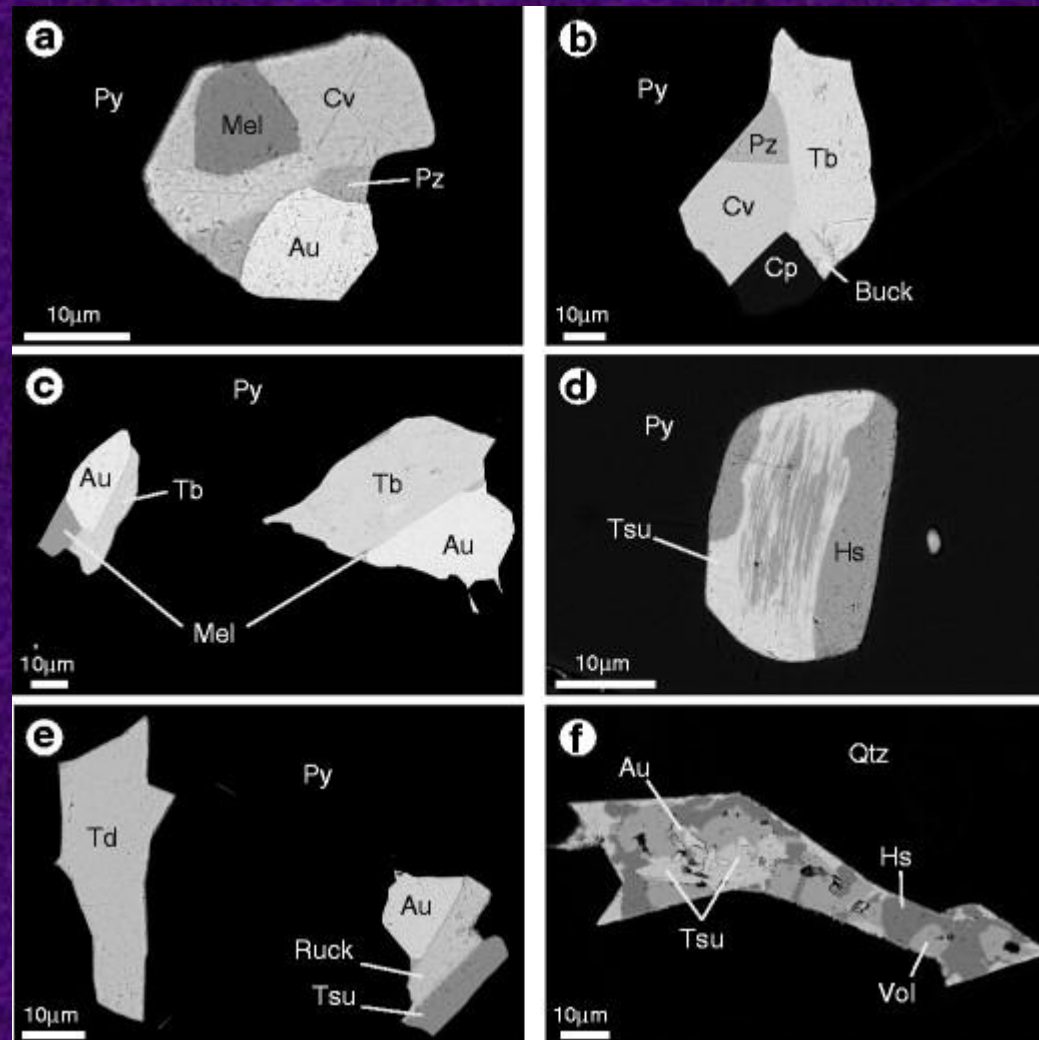
Oro (Au):

- **Cristalografía:** Isométrico; $4/m\bar{3}2/m$
- **Fractura:** Ganchuda
- **Dureza:** 2,5
- **G:** 19,3
- **Brillo:** metálico
- **Color:** amarillo característico
- **Raya:** amarilla brillante
- **Diafanidad:** Opaco
- **Ocurrencia:** Yacimientos epi y mesotermales. Asociado a Cinturones de Rocas Verdes. Yacimientos de Placeres.
- **Hábito:** Cristales octaédricos y masas arborescentes. En “pepitas”
- **Otros:** Dúctil, séctil y maleable. Conductor de electricidad y calor.
- **Usos:** En joyería y como patrón monetario, igualmente en electrónica o para aplicaciones de la industria aeroespacial.

Pepita de Oro



Au como microinclusiones en sulfuros



Elementos nativos

Metales nativos

Plata (Ag):

- **Cristalografía:** Isométrico; $4/m\bar{3}2/m$
- **Fractura:** Ganchuda
- **Dureza:** 2,5-3
- **G:** 10,5
- **Brillo:** metálico
- **Color:** Blanco plata
- **Raya:** Blanco plata
- **Diafanidad:** Opaco
- **Ocurrencia:** Yacimientos hidrotermales asociado a sulfuros, calcita, barita, bismuto nativo.
- **Hábito:** Cristales octaédricos (raros) y masas arborescentes e hilamentosas.
- **Otros:** Dúctil, séctil y maleable. Conductor de electricidad y calor. Patina negra superficial.
- **Usos:** En joyería. Como la mena de plata, aunque la mayor parte de este metal se extrae de los sulfuros de plata (acantita, proustita, pirargirita).

Plata



Elementos nativos

Metales nativos

Cobre (Cu; De *Cuprus* (Siria), donde fue encontrado por primera vez):

• **Cristalografía:** Isométrico; $4/m\bar{3}2/m$

• **Fractura:** Ganchuda

• **Dureza:** 2,5-3

• **G:** 8,9

• **Brillo:** metálico

• **Color:** Rojo cobre

• **Raya:** Rojo cobre

• **Diafanidad:** Opaco

• **Ocurrencia:** Yacimientos primarios asociados a lavas basálticas, donde aparece como resultado de reacción de soluciones hidrotermales con minerales de óxidos de hierro.

• **Hábito:** Cristales octaédricos (raros) y masas arborescentes.

• **Otros:** Dúctil, séctil y maleable. Conductor de electricidad y calor.

• **Usos:** Mena menor de cobre. Como hilo para conductores eléctricos. También se utiliza para aleaciones, como el latón, bronce y otros.

Cobre



Aleaciones en el Grupo del Oro



Variedades de electrum
Aleaciones de Au y Ag



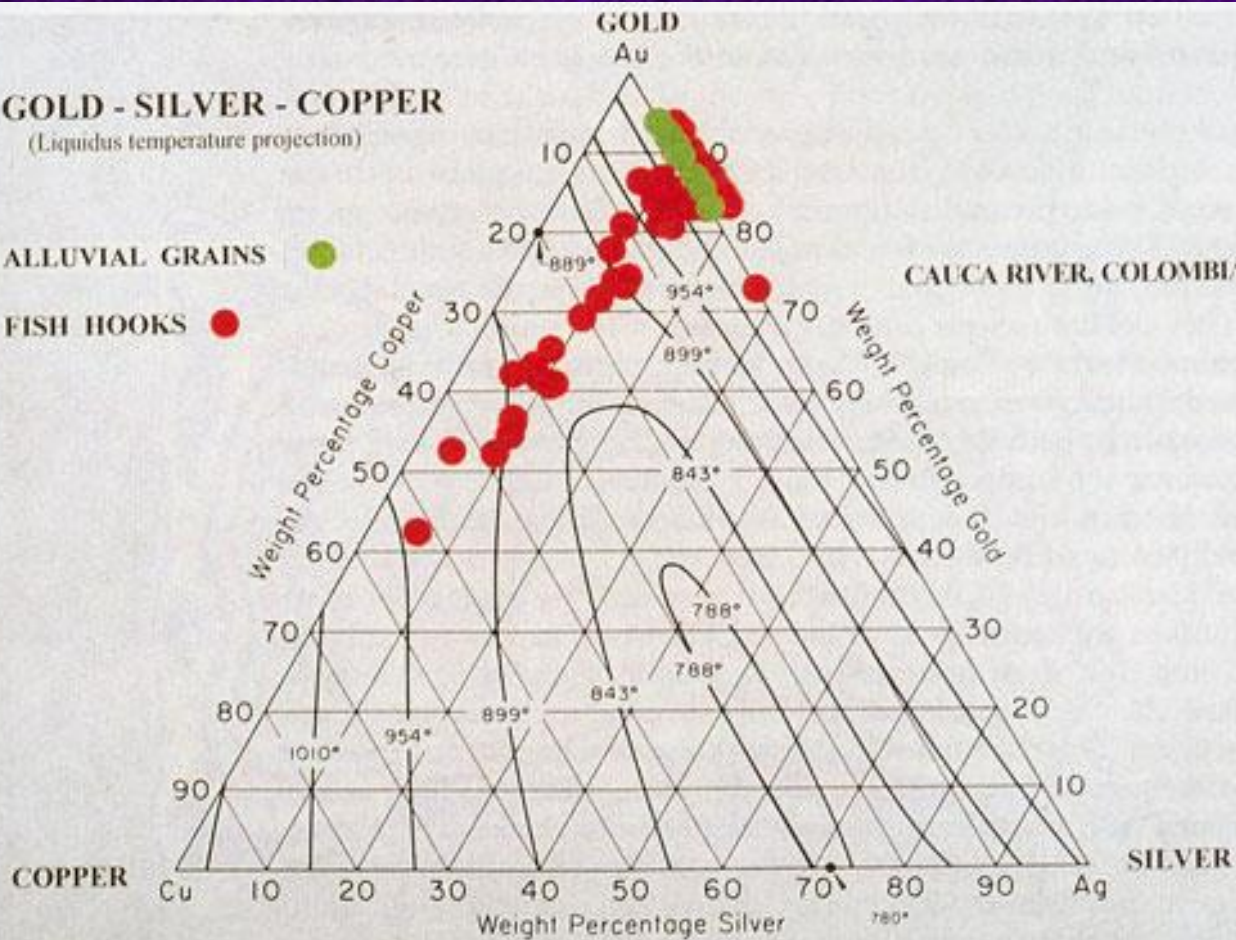
GOLD - SILVER - COPPER

(Liquidus temperature projection)

ALLUVIAL GRAINS ●

FISH HOOKS ●

CAUCA RIVER, COLOMBIA



Elementos nativos:

Metales nativos:

Grupo del Platino (Pt, Pd, Os, Ir)

1. Son suficientemente inertes como para presentarse en estado elemental en la naturaleza.
2. Los átomos se encuentran unidos por enlaces metálicos.
3. Son isoestructurales (isométricos $Fm\bar{3}m$) con empaquetamientos cúbicos compacto (N.C.=12).
4. Forman aleaciones Pt-Ir, Os-Ir (hexagonales compactos).
5. Poseen mayor dureza y mayores puntos de fusión que los elementos del grupo del oro.

Elementos nativos:

Metales nativos:

Platino (Pt; recibió su nombre por su parecido con la plata):

- Cristalografía:** Isométrico; $4/m\bar{3}2/m$
- Fractura:** Ganchuda
- Dureza:** 4-4 ½
- G:** 21,45
- Brillo:** metálico
- Color:** Gris acero
- Raya:** Gris acero
- Diafanidad:** Opaco

•**Ocurrencia:** En rocas ígneas ultrabásicas, precisamente en dunitas en asociación con olivino, cromita, piroxeno y magnetita. También en placeres asociados a los macizos de dichas rocas.

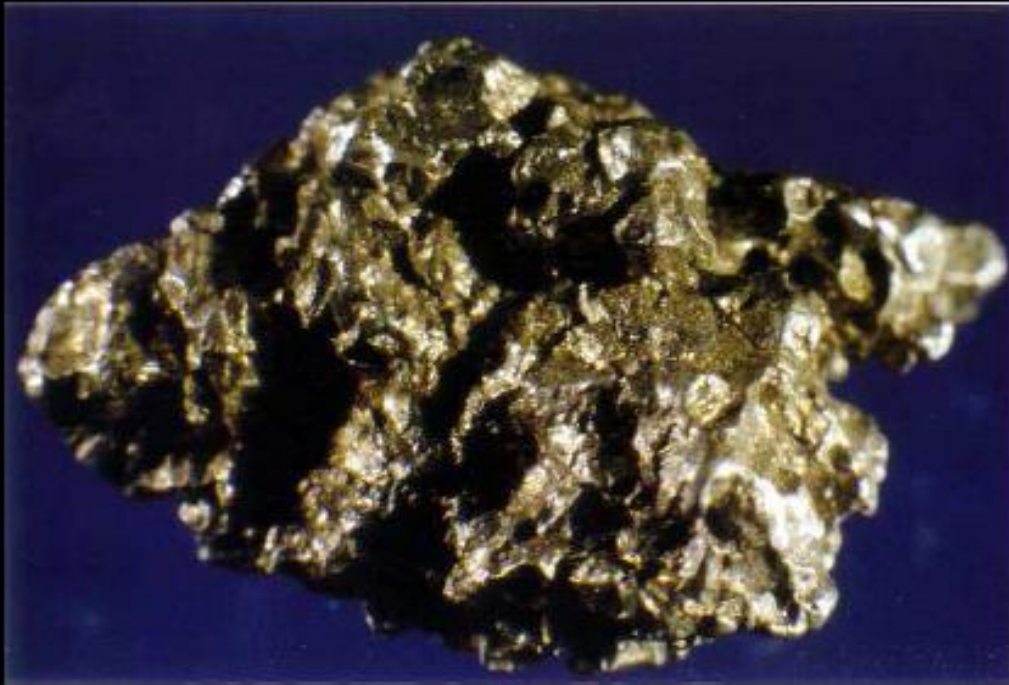
•**Hábito:** Cristales cúbico (raros) y granos pequeños (pepitas).

•**Otros:** Muy maleable. Excelente conductor de electricidad. Alto punto de fusión (1755°C).

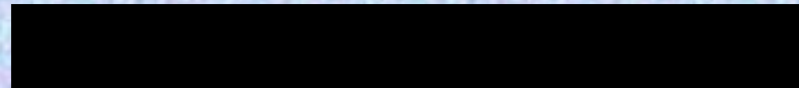
•**Usos:** Se utiliza para la fabricación de instrumental médico, equipos electrónicos y como agente catalítico en la producción de ácido sulfúrico. Es el metal más precioso y es también usado en joyería.

Platino

Mineralogía Descriptiva II



Elementos nativos:



Semi-metales nativos:

1. Pertenecen a este grupo los elementos Bi, Sb y As.
2. Los átomos se encuentran unidos por enlaces mixtos (metálico-covalente).
3. Son isoestructurales (hexagonal $\bar{3}m$).
4. Presentan clivajes basales bien desarrollados.
5. Generalmente son frágiles.
6. No son tan buenos conductores de electricidad y calor como los elementos metálicos.

Elementos nativos:

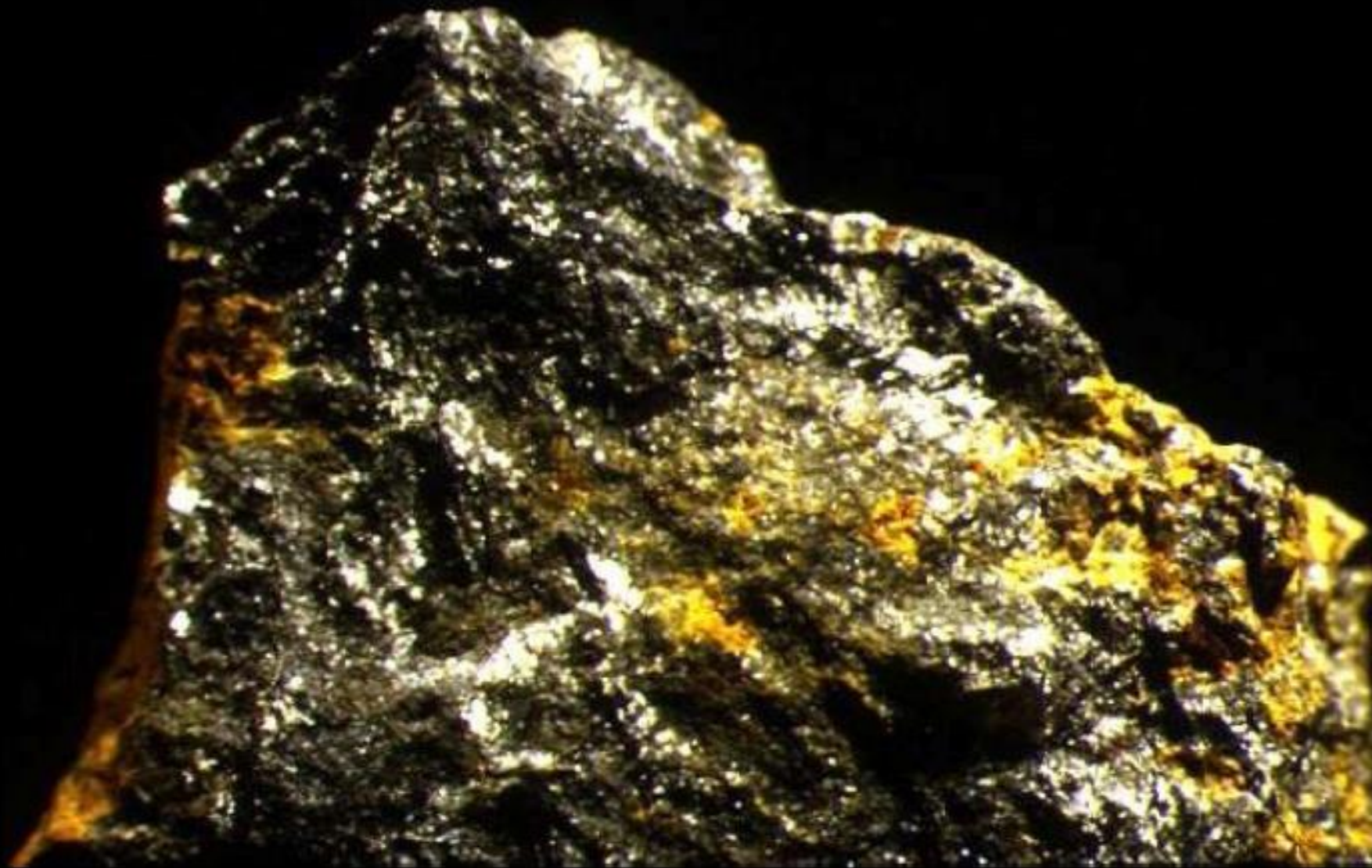
Semi-metales nativos:

Antimonio (Sb; significa en latín "*anti monje*")

- **Cristalografía:** Hexagonal; $\bar{3}m$
- **Clivaje:** Perfecto {0001}
- **Dureza:** 3-3 ½
- **G:** 6,6
- **Brillo:** metálico
- **Color:** Blanco de estaño
- **Raya:** Gris plomo
- **Diafanidad:** Opaco
- **Ocurrencia:** Aparece en vetas hidrotermales
- **Hábito:** Cristales tabulares () y granos.
- **Otros:** Es antimonio puro, pero contiene algo de arsénico, plata y hierro. Soluble en agua regia.
- **Usos:** Mena de antimonio.

Antimonio

Mineralogía Descriptiva II



Elementos nativos:

No-metales nativos (S y C (Diamante y Grafito):

Azufre (S):

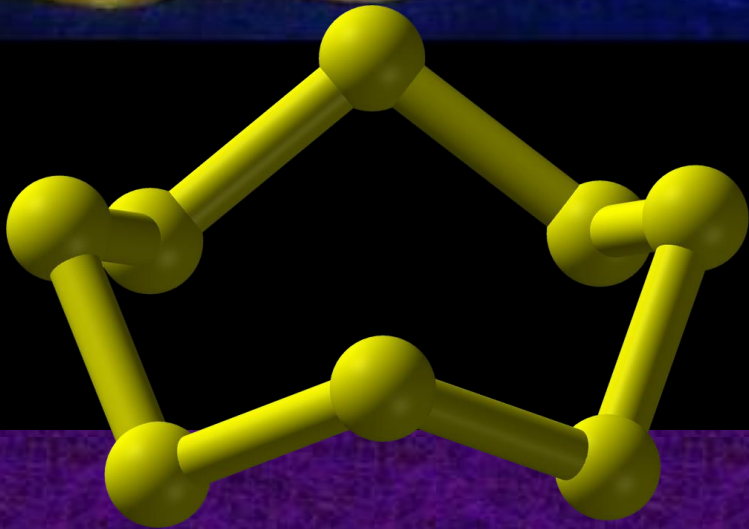
- **Cristalografía:** ortorrómbico; $2/m2/m2/m$
- **Fractura:** Concoidal
- **Dureza:** $1 \frac{1}{2} - 2 \frac{1}{2}$
- **G:** 2,05
- **Brillo:** resinoso
- **Color:** Amarillo
- **Raya:** Amarillo claro
- **Diafanidad:** Transparente a translucido.
- **Ocurrencia:** En terrenos con actividad volcánica, como producto de sublimación. Por reducción de sulfatos, especialmente yeso.
- **Hábito:** Cristales con hábitos piramidales. En masas irregulares y terroso.
- **Otros:** Arde con facilidad.
- **Usos:** Como abono e insecticida; para la fabricación de ácido sulfúrico y de caucho. También se usa en producción de jabón, textiles, papel, piel, tintes y en refinado de petróleo.

Elementos nativos:

No-metales nativos (S y C (Diamante y Grafito)):

Azufre (S):

1. La especie estable pertenece al sistema ortorrómbico ($2/m2/m2/m$).
2. Posee dos polimorfos monoclinicos poco estables.
3. La celda unitaria de la especie ortorrómbica posee 128 átomos de S, formada por la unión de anillos de 8 miembros de moléculas S_8 .
4. Los anillos se encuentran unidos por fuerzas de van der Waals.





Volcán Lastarria

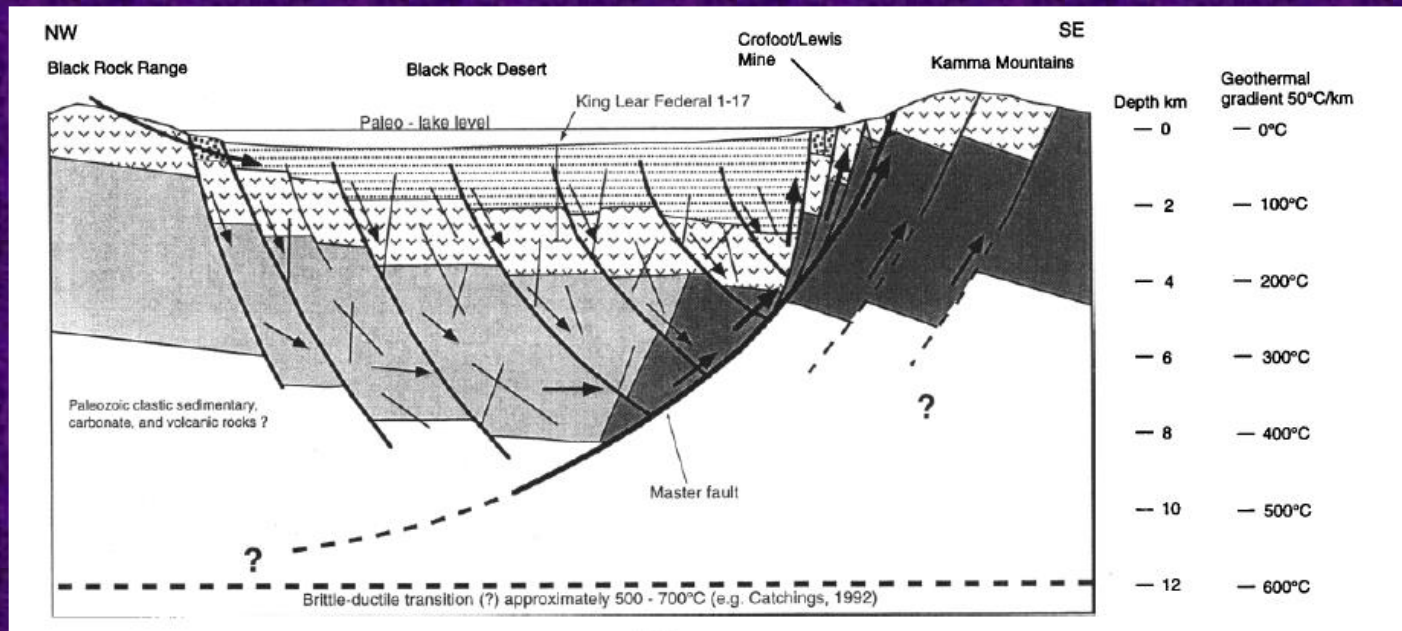


Steam heated

aguas recalentadas por vapor de ebullición rico en H₂S

MECANISMO DE DEPOSITACIÓN

Oxidación atmosférica del H₂S en la zona vadosa, asociada a aguas calentadas por vapor



Elementos nativos:

No-metales nativos (S y C (Diamante y Grafito)):

Diamante (C):

1. Polimorfo de C de alta presión.
3. Posee una estructura fuertemente enlazada donde cada carbono posee un fuerte enlace covalente direccional unido a los otros carbonos (hibridación sp^3) en disposiciones **tetraédricas**
4. Empaquetamiento no compacto con el 66% de espacios libres.
5. Se genera un prominente clivaje octaédrico {111}.
6. No es conductor de electricidad.
7. Posee la más alta dureza en la escala de Mohs.

No-metales nativos (S y C (Diamante y Grafito)):

Diamante (C; Del griego "*adamas*" que significa invencible):

- **Cristalografía:** Isométrico; $4/m\bar{3}2/m$
- **Clivaje:** Octaédrico perfecto
- **Dureza:** 10
- **G:** 3,52
- **Brillo:** adamantino
- **Color:** incoloro, azul, verde.
- **Raya:** -
- **Diafanidad:** Transparente a translucido.
- **Ocurrencia:** Se forma en rocas ultrabásicas del manto. Se transporta hacia la superficie a través de las llamadas tuberías de explosión. Aparece asociado a rocas volcánicas particulares llamadas kimberlitas y lamproitas. placeres aluviales.
- **Hábito:** Cristales con hábitos octaédricos.
- **Otros:** Alto índice de refracción.
- **Usos:** Es la gema más importante. Actualmente el diamante se sintetiza tanto para abrasivos, como para su empleo en joyería.



Diamante



No-metales nativos (S y C (Diamante y Grafito)):

Grafito (C):

1. Polimorfo de C de baja presión.
3. Posee una estructura donde los átomos de carbono se enlazan en hibridación sp^2 , cada uno con tres átomos vecinos.
4. Se forman hojas constituidas por anillos de seis miembros.
4. Las hojas se encuentran unidas por enlaces de van der Waals.
5. La nube electrónica de los orbitales p, permiten la buena conducción de electricidad.
6. Posee una estructura menos densa que el diamante (menor G).

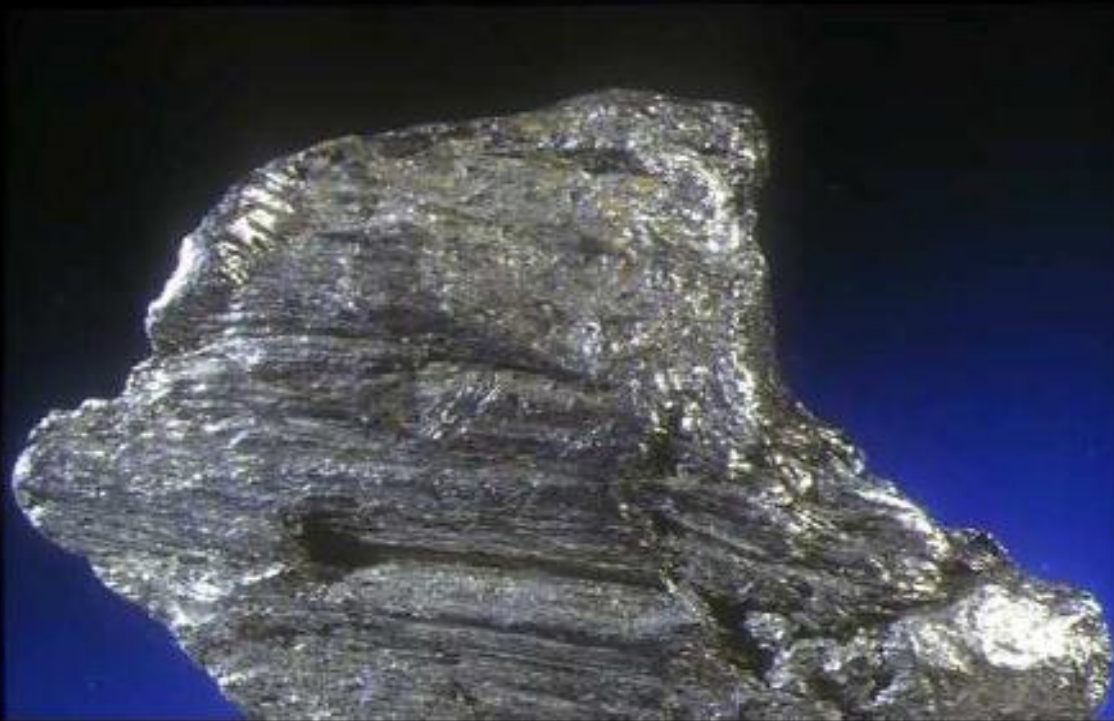
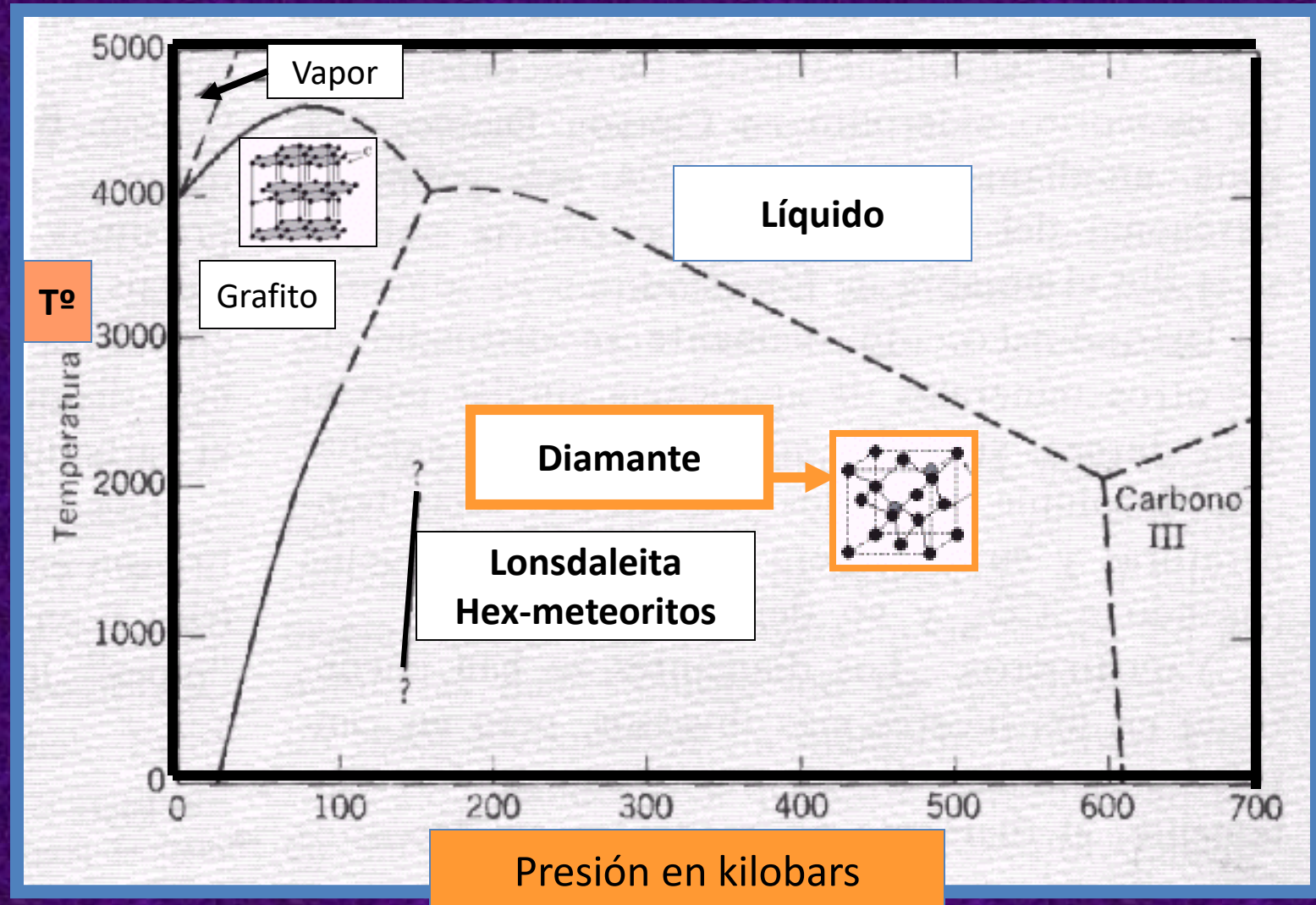
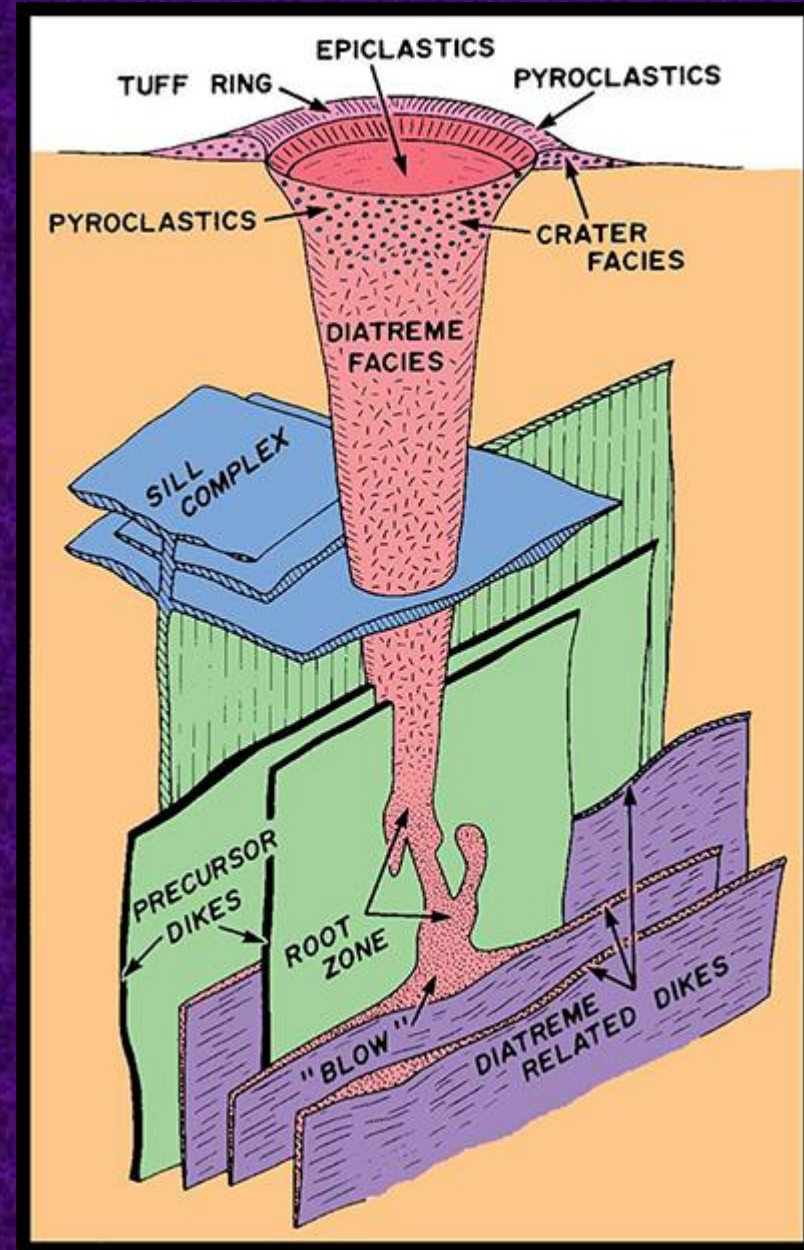


DIAGRAMA DE FASE DEL CARBONO

DIAGRAMA – TERMODINÁMICO



Los diamantes se hallan en diatremas kimberlíticos (rocas volcánicas piroclásticas) ultramáficas provenientes del manto. La estructura asemeja tubos/chimeneas. También hay diamantes en placeres derivados de la erosión de las mismas





Mirny, Siberia central



Camión

ELEMENTOS NATIVOS

NOMBRE	C. QUIMICA	SIST. CRIST.	COLOR	BRILLO	DUREZA	Pe	F	RAYA	CLIVAJE
ORO	Au (Ag,Cu)	C	Amarillo	Metálico	2,5 - 3	15,6 - 19,3	3 1100°	Amarilla	C: NO TIENE F: GANCHUDA
PLATA	Ag (Au, Pt, Sb, Bi, Hg)	C	Blanca de plata. Gris. Negra	Metálico	2,5 -3	10,1 -11,1	3 1050°	Blanco de plata	C: NO TIENE F: GANCHUDA
COBRE	Cu (Fe, Au, etc.)	C	Rojo de Cobre	Metálico	2,5 -3	8,8 - 8,9	3 1080°	Roja metálica	C: NO TIENE F: GANCHUDA
PLATINO	Pt (Fe, In, Pd, Os)	C	Gris acero Blanquesino	Metálico	4 - 4,5	14_19 21_22	Inf.	Gris brlanquesino	C: NO TIENE F: GANCHUDA
BISMUTO	Bi (As, S, Te)	Hex. Romb.	Blanco de Ag con tintes rojizos	Metálico	2,5	9,8	1 271°	Blanco de plata	C: Basal F: -
AZUFRE	S (Se) α y β MONOCL.	R	Amarillo rojizo (As) Verdoso (OFe)	Resinoso	1,5 - 2,5	2,1	120° Funde a 270°	Blanca transparente	C: Imperfecto F: Concoidez desigual

	HÁBITO	ENSAYOS	OCURRENCIA	CARACTERES DISTINTIVOS	OBSERVACIONES
ORO	Masivo laminar	Insoluble en ácidos. Soluble en Agua Regia. Ácido cloruro Aurico.	Placeres_ Vetas con cuarzo - (Hidrotermal)	Alto Pe. Maleable. Insoluble en ácido. Fusible.	Lingotes de inversión. Monedas. Joyas. Instrumentos científicos.
PLATA	Cristales aciculares "Charqui" (arborescente)	Soluble en HNO ₃ + HCl ppdo. Blanco de Ag. No soluble en H ₂ O ø. Soluble en NO ₃ H_Marrón	Con otras menas de Ag y galena formando Galena argentífera. (Hidrotermal). Zona oxidación.	Maleable. Fusible.	Joyas. Películas fotográficas (emulsiones). Equipos electrónicos.
COBRE	Masivo "Charqui"	Soluble en HNO ₃ + NH ₃ . solución azul. Complejo amónico cúprico.	Asociado: Calcopirita, Calcosina, Cuprita, Malaquita y Azurita en condiciones de Reducción. Partes inferiores de las zonas de oxidación.	Color. Pe. Maleable. Funde 3.	Menas de Cobre. Electricidad. Orfebrería. Cu+Sn (bronce). Cu+Zn (latón).
PLATINO	Granos y escamas	Soluble en Agua Regia ø Acido Cloro Platino	En rocas igneas básicas. Montes Urales. Placeres (Colombia)	Alto Pe. Insoluble e Infusible_ Conductividad. Estabilidad química.	Aparatos Químicos. Joyería. Equipos electrónicos.
BISMUTO	Arborescente granular. Hojoso.	Funde facilmente y se volatiza en T. Carbón aureola amarilla naranja en ø a amarillo limón en frio. T. Yeso_ castaño chocolate. Rojo brillante con vapores NH ₃ amarillo, narnaja,rojo, cereza.	En vetas graníticas con menas de Co y Ni	Sectil. Fusible. Maleable por calentamiento. Explosión. Color.	Con Pb, Sn, Cd aleaciones de bajo punto de fusión (fusible electrónico). Menas de Bi. Medicina y Cosméticos.
AZUFRE	Masivo. Estalactítico. Pulvulento.	Arde con llama azul SO ₂ . soluble en tetracloruro de Carbono.	Origen volcánico. Con yeso y calizas.	Combustibilidad. Alto índice de refracción = 2,24.	Producción de H ₂ SO ₄ . Papel. Caucho. Insecticida. Material bélico. Acero resulturado.

<i>NOMBRE</i>	<i>C. QUIMICA</i>	<i>SIST. CRIST.</i>	<i>COLOR</i>	<i>BRILLO</i>	<i>DUREZA</i>	<i>Pe</i>	<i>F</i>	<i>RAYA</i>	<i>CLIVAJE</i>
DIAMANTE	C	C	Incoloro (amarillo - rojo - azul marino) negro	Adamantino	10	3,5	Inf.	Blanca transparente	C: 111_Perfec. F: Concoidal
GRAFITO	C	H	Negro	Metálico a apagado	1 - 2	2,2	Inf.	Negra. Mancha los dedos	C: Basal perfecta

<i>HÁBITO</i>	<i>ENSAYOS</i>	<i>OCURRENCIA</i>	<i>CARACTERES DISTINTIVOS</i>	<i>OBSERVACIONES</i>
DIAMANTE				
Masivo. Formas esfericas.	Inatacable funde a 1900° en atmosfera oxidante CO ₂ .	En placeres, aluviones sedimentarios (ríos). Rocas ultrabásicas, Kimberlita, magmas de gran profundidad donde el diamante es estable (Peridonta) en chimeneas. Sud Africa.	Dureza. Inatacable por los ácidos. Índice de refracción n= 2,4195	Gema. Brillante. Brocas (perforaciones). Abrasivo. 6 toneladas en S Africa, desde 1903_75%

GRAFITO				
Hojoso. Escamoso.	Como el diamante	En esquistos y rocas graníticas (ácidas).	De la Molibdenita por Pe y formación de CO ₂ en atmósfera oxidante. Raya negra grafito. Negra verdosa - Molibdenita. TA Molibdenita desprende: SO ₂	Refractario. Por su alto punto de fusión se usa como electrodo en hornos eléctricos. Lubricantes. Lápices. Pinturas.