

# INDUSTRIA QUIMICA INORGANICA (I)



## TEMA 17

# PRINCIPIOS DE METALURGIA

# PRINCIPIOS DE METALURGIA



## INDICE

**17.1. Los metales en la naturaleza.**

**17.2. Procesos metalúrgicos: Preparación de la mena.**

**17.3. Producción de metales:**

**Pirometalurgia**

**Electrometalurgia.**

**17.4. Purificación de metales**

# Los Metales

## Definición

- ❑ Los metales son electropositivos (tienden a perder electrones),
- ❑ conducen fácilmente el calor y la electricidad.
- ❑ En estado sólido los metales tienen estructura cristalina
- ❑ Sus átomos están situados en los nudos de una red regular
- ❑ Los metales son isotrópicos (tienen iguales propiedades en todas las direcciones)

# Los Metales en la Naturaleza



## **MINERAL**

Sustancia de origen natural con una composición química característica dentro de cierto intervalo.

## **MENA**

Deposito mineral cuya concentración es adecuada, en el aspecto económico, para extraer un metal específico.

## **GANGA**

Parte no utilizada del mineral.

# Los Metales en la Naturaleza

**¿COMO SE ENCUENTRAN LOS METALES EN LA NATURALEZA?**

1A	2A	3B	4B	5B	6B	7B	8B	9B	10B	11B	12B	13A	14A	15A	16A	17A	18A
Li	Be											Al					
Na	Mg																
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga					
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn				
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi			

Sulfuros (Blue)  
 Sin combinar (Orange)  
 Cloruros (Green)  
 Otros compuestos (Light Green)  
 Óxidos (Olive)

# Los Metales en la Naturaleza

## PRINCIPALES TIPOS DE MINERALES

Type	Minerals
Uncombined metals	Ag, Au, Bi, Cu, Pd, Pt
Carbonates	BaCO <sub>3</sub> (witherite), CaCO <sub>3</sub> (calcite, limestone), MgCO <sub>3</sub> (magnesite), CaCO <sub>3</sub> · MgCO <sub>3</sub> (dolomite), PbCO <sub>3</sub> (cerussite), ZnCO <sub>3</sub> (smithsonite)
Halides	CaF <sub>2</sub> (fluorite), NaCl (halite), KCl (sylvite), Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> (cryolite)
Oxides	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 2H <sub>2</sub> O (bauxite), Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (corundum), Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (hematite), Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> (magnetite), Cu <sub>2</sub> O (cuprite), MnO <sub>2</sub> (pyrolusite), SnO <sub>2</sub> (cassiterite), TiO <sub>2</sub> (rutile), ZnO (zincite)
Phosphates	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (phosphate rock), Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> OH (hydroxyapatite)
Silicates	Be <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> Si <sub>6</sub> O <sub>18</sub> (beryl), ZrSiO <sub>4</sub> (zircon), NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> (albite), Mg <sub>3</sub> (Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> )(OH) <sub>2</sub> (talc)
Sulfides	Ag <sub>2</sub> S (argentite), CdS (greenockite), Cu <sub>2</sub> S (chalcocite), FeS <sub>2</sub> (pyrite), HgS (cinnabar), PbS (galena), ZnS (sphalerite)
Sulfates	BaSO <sub>4</sub> (barite), CaSO <sub>4</sub> (anhydrite), PbSO <sub>4</sub> (anglesite), SrSO <sub>4</sub> (celestite), MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O (epsomite)

# Metalurgia

Ciencia aplicada cuyo objeto es el estudio de las operaciones industriales tendientes a la preparación, tratamiento (físico y/o químico) y producción de metales y sus aleaciones. **Separación de los metales**

La técnica metalúrgica comprende las siguientes fases:

- Obtención del metal a partir de uno de sus minerales (mena)
- Afino o purificación del metal.
- Preparación de aleaciones. Tratamientos mecánicos, térmicos o termoquímicos para su mejor utilización.

**ALEACION** Disolución sólida homogénea de dos o más metales o de un metal o metales con uno o más no metales.

# Los Procesos Metalúrgicos

## TECNICAS METALURGICAS

**La Siderurgia.** (arrabio, hierro, acero )

**Las metalurgias especiales** (cobre, aluminio, cinc, estaño, plomo, etc.),

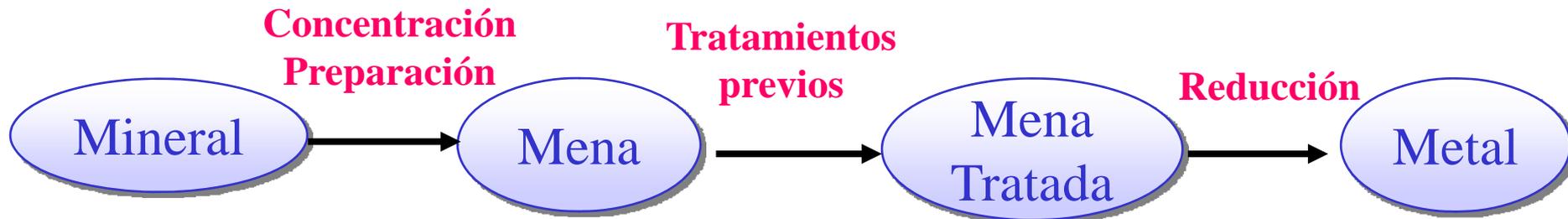
**La pulvimetalurgia.** (metalurgia de polvos)

**La electrometalurgia.** (electrolisis)

# Los Procesos Metalúrgicos

## Obtención del Metal

- ❑ **Concentración** (que es la separación de la mayor parte de la ganga o material de desecho que acompaña al mineral).
- ❑ **Preparación química** del mineral para la etapa siguiente, por medio de la tostación o de la calcinación.
- ❑ **Reducción** u operación por la que el metal combinado pasa a elemento simple.



# Los Procesos Metalúrgicos

## CONCENTRACIÓN O PREPARACION DE LA MENA

- Flotación. (Método mecánico)
- Amalgama. (Método Químico)
- Aislamiento magnético. (Método eléctrico)



Mena de hierro

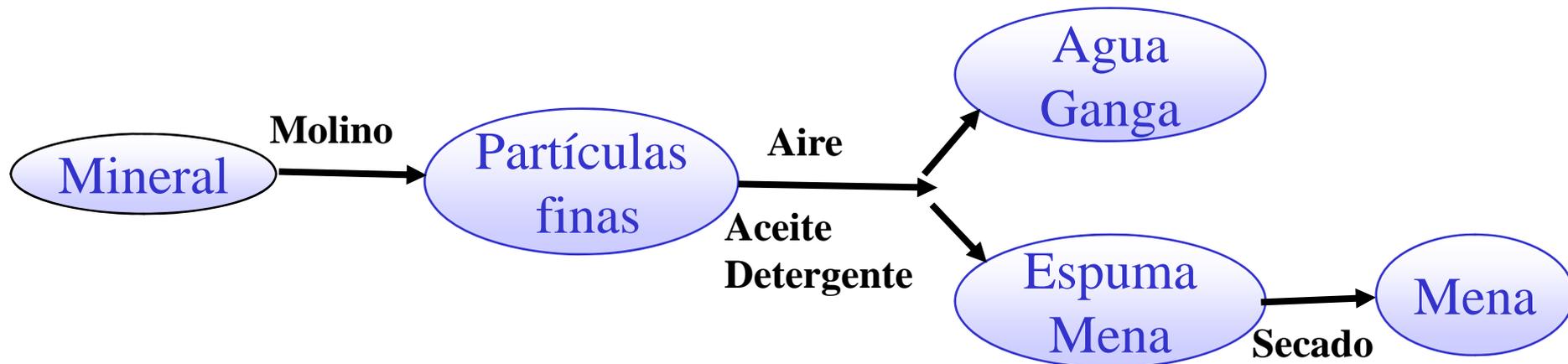


Calcopirita  
Mena de Cobre

# Los Procesos Metalúrgicos

## FLOTACION

Constituye el principal proceso de concentración de los minerales, que busca enriquecer las especies mineralógicas útiles de una mena mediante la eliminación de las especies o materiales sin valor.



# Los Procesos Metalúrgicos

## AMALGAMA

Aleación de mercurio con otro metal o metales. ( Plata, estaño, cobre o zinc)



## CONCENTRACIÓN MAGNETICA

Los minerales con propiedades magnéticas muy marcadas, como la magnetita, se concentran por medio de electroimanes que atraen el metal pero no la ganga.



$\text{Fe}_3\text{O}_4$ , magnetita

# Los Procesos Metalúrgicos

## TRATAMIENTOS PREVIOS

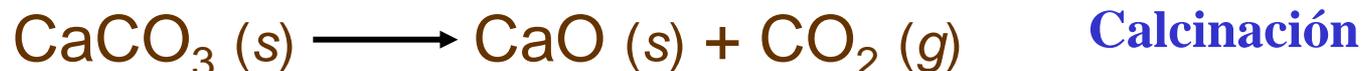
Los métodos de separación o **concentración química** son en general los más importantes desde el punto de vista económico. Hoy, esta separación se utiliza con frecuencia como segunda etapa del proceso, después de la concentración mecánica

**Eliminación de impurezas:** - **Tostación**  
- **Calcinación**

La **tostación** consiste en la conversión de los sulfuros en óxidos, por calentamiento en aire



La **calcinación** se utilizan para convertir carbonatos o hidróxidos a otros compuestos más fácilmente reducibles.



# Los Procesos Metalúrgicos

**REDUCCION QUIMICA** Se emplea como agente reductor un metal más electropositivo.

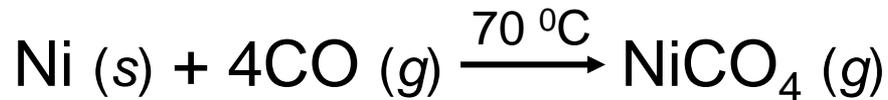


**REDUCCION ELECTROLITICA** Se emplea para metales muy electropositivo.



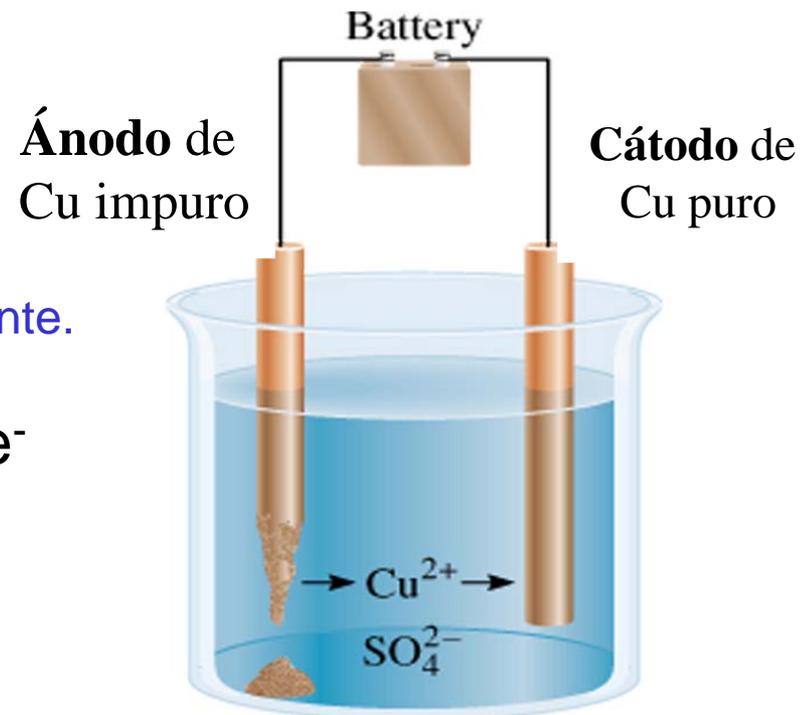
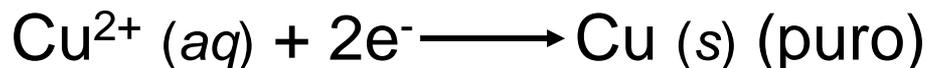
# Purificación de Metales

**DESTILACION** Puede conseguirse mediante destilación si el metal es más volátil que sus impurezas.



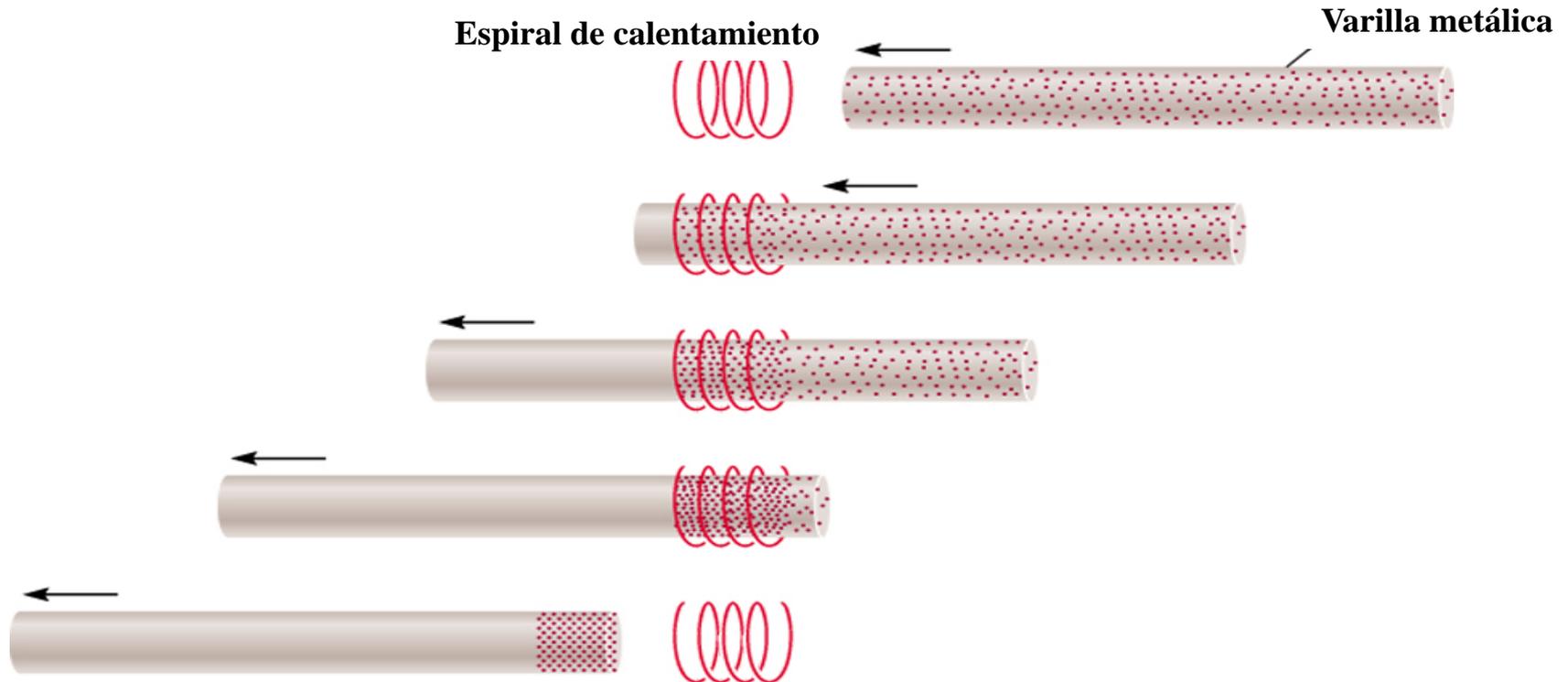
## ELECTROLISIS

Cu, Ag, Au, Al; se purifican electro químicamente.



# Purificación de Metales

**REFINADO POR ZONAS** Las impurezas se disuelven y el metal fundido cristaliza.



# INDUSTRIA QUIMICA INORGANICA (II)



## TEMA 18

### METALES DE IMPORTANCIA INDUSTRIAL

# METALES DE IMPORTANCIA INDUSTRIAL



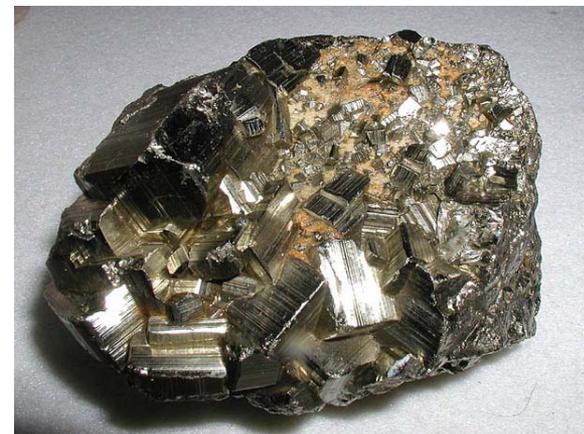
## INDICE

- 18.1. Metalurgia del hierro. Obtención de acero.
- 18.2. Producción de cobre.
- 18.3. Producción de aluminio.
- 18.4. Producción de Zinc, Plomo y Magnesio

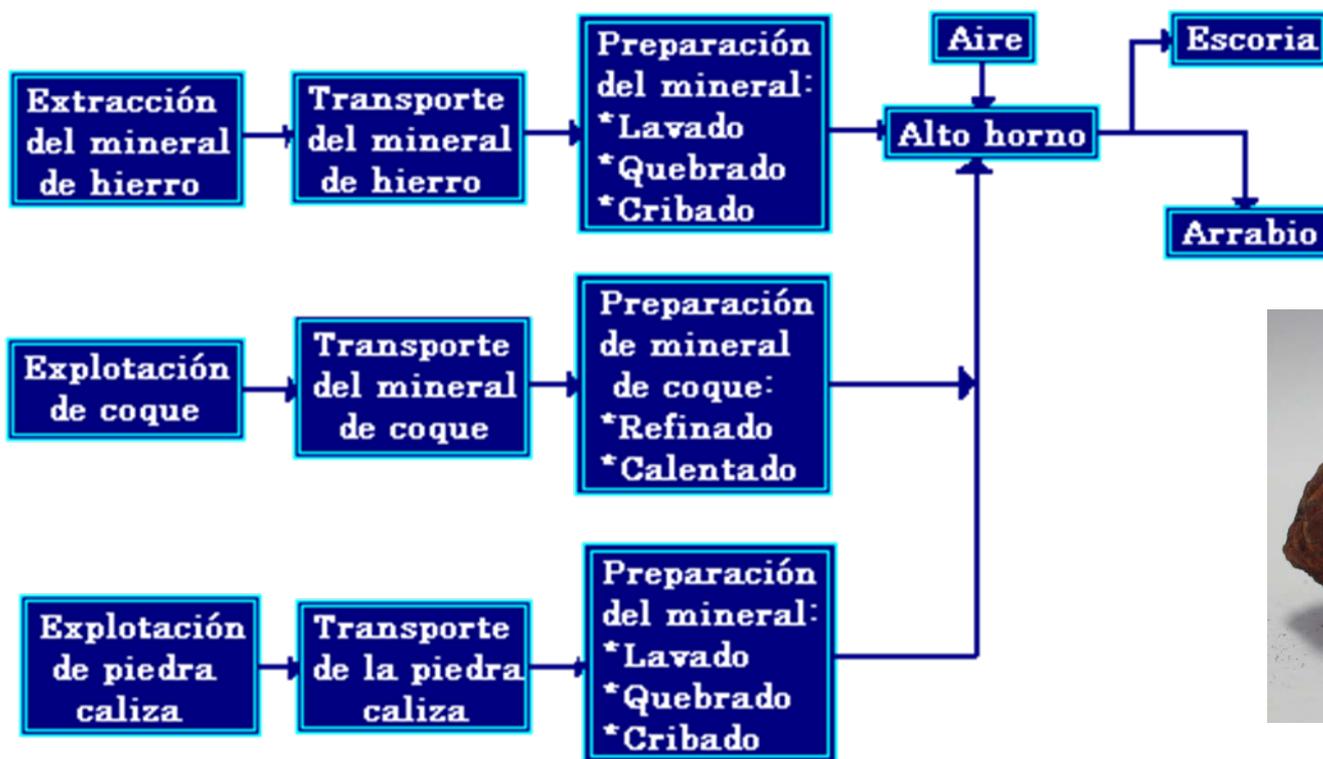
**18.1**  
**Metalurgia del Hierro**  
**Obtención de acero**

# Metalurgia del Hierro

## Proceso metalúrgico del hierro



Pirita, ( $\text{FeS}_2$ )



Hematite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )

# Metalurgia del Hierro

El proceso metalúrgico del hierro implica la reducción química de los minerales como el carbón en un alto horno.



## MINERALES DE HIERRO

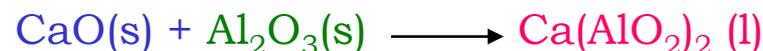
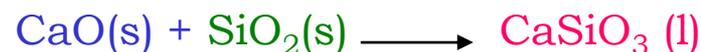
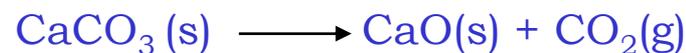
**Pirita** ( **FeS<sub>2</sub>** ), **47%**

**Siderita** ( **FeCO<sub>3</sub>** ), **48%**

**Hematita** ( **Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** ), **70%**

**Magnetita** ( **Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>** ), **72%**

**La caliza** se descompone:



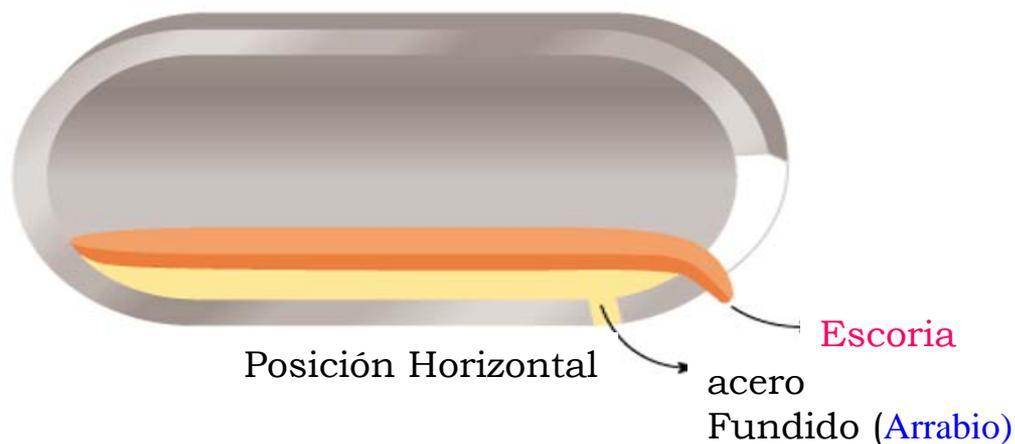
# Obtención de Acero

El acero se obtiene eliminando las impurezas del arrabio, producto de fundición de los altos hornos, y añadiendo después las cantidades adecuadas de carbono y otros elementos

**Aleación de Fe con C (0.03% - 1.4 %)**



**Conversión de hierro en acero es un proceso de oxidación.**



# Obtención de Acero

## Los aceros se clasifican en:

**aceros al carbono**, contienen diferentes cantidades de carbono y menos del 1,65% de manganeso, el 0,60% de silicio y el 0,60% de cobre.

**aceros aleados**, poseen vanadio y molibdeno además de cantidades mayores de manganeso, silicio y cobre que los aceros al carbono

**aceros inoxidables**, llevan cromo y níquel, entre otros elementos de aleación.

**aceros de herramientas**, contienen volframio, molibdeno y otros elementos de aleación que les proporcionan mayor resistencia, dureza y durabilidad.

**aceros de baja aleación ultrarresistentes**. tienen menos cantidad de elementos de aleación y deben su elevada resistencia al tratamiento especial que reciben



# Obtención de Acero

Debido a la facilidad que tiene el acero para oxidarse cuando entra en contacto con la atmósfera o con el agua, se hace necesario proteger, a los componentes de acero, de la oxidación y corrosión.

## Tratamientos superficiales más usados son los siguientes:

**Cincado.** Tratamiento superficial que se da a chapa de acero.

**Cromado.** Recubrimiento superficial para proteger de la oxidación y dar embellecimiento.

**Galvanizado.** Tratamiento superficial que se da a la chapa de acero.

**Niquelado.** Baño de níquel con el que se protege un metal de la oxidación.

**Pavonado.** Tratamiento superficial que se da a piezas pequeñas de acero, como la tornillería. (tratamiento al ácido)

**Pintura.** Especialmente para estructuras, automóviles, barcos, etc.

# Obtención de Acero

## Principales reacciones químicas

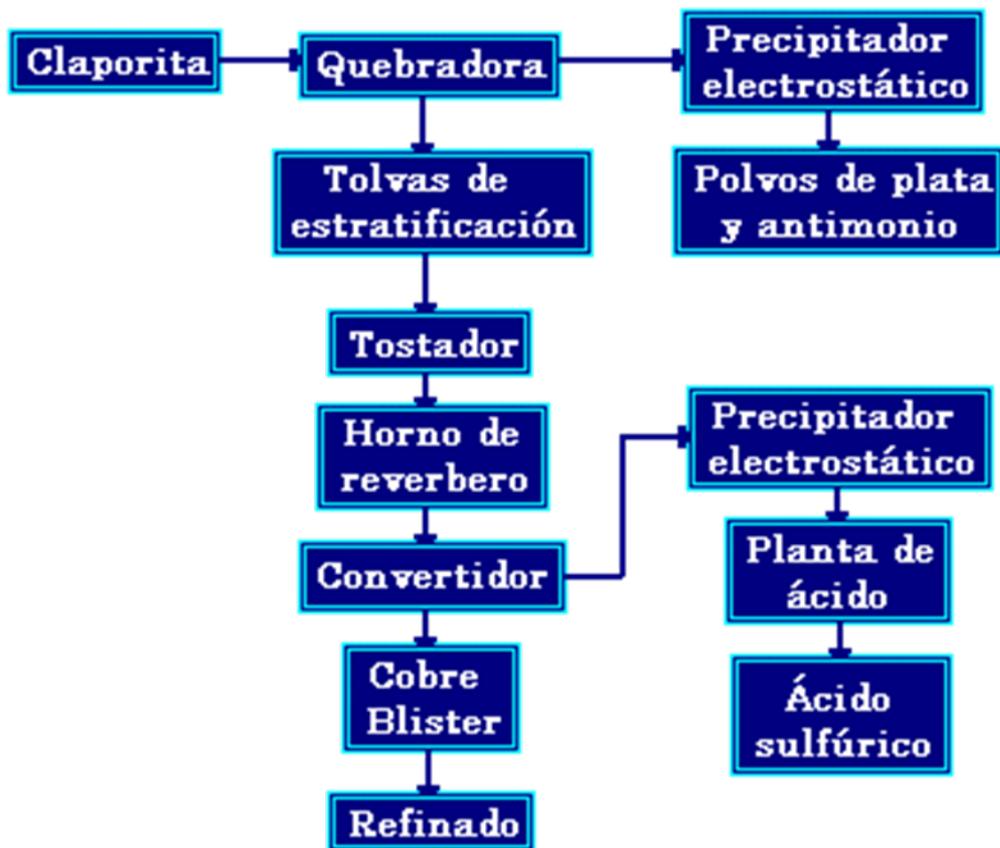
Elemento	Forma de eliminación	Reacción química
Carbono	Al combinarse con el oxígeno se quema dando lugar a CO y CO <sub>2</sub> gaseoso que se elimina a través de los humos.	$2 \text{ C} + \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ CO}$ $2 \text{ CO} + \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ CO}_2$
Manganeso	Se oxida y pasa a la escoria. Combinado con sílice da lugar a silicatos.	$2 \text{ Mn} + \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ MnO}$ $\text{ MnO} + \text{ SiO}_2 \rightarrow \text{ silicatos}$
Silicio	Se oxida y pasa a la escoria. Forma silicatos	$\text{ Si} + \text{ O}_2 \rightarrow \text{ SiO}_2$ $\text{ SiO}_2 + \text{ óxidos} \rightarrow \text{ silicatos}$
Fósforo	En una primera fase se oxida y pasa a la escoria. En presencia de carbono y altas temperaturas puede revertir al baño. Para fijarlo a la escoria se añade cal formándose fosfato de calcio.	$4 \text{ P} + 5 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ P}_2\text{O}_5$ $\text{ P}_2\text{O}_5 + 5 \text{ C} \rightarrow 2 \text{ P} + 5 \text{ CO}$ $2 \text{ P} + 5 \text{ FeO} + 3 \text{ CaO} \rightarrow \text{ P}_2\text{O}_5 \cdot 3 \text{ CaO} + 5 \text{ Fe}$
Azufre	Su eliminación debe realizarse mediante el aporte de cal, pasando a la escoria en forma de sulfuro de calcio. La presencia de manganeso favorece la desulfuración.	$\text{ S} + \text{ Fe} + \text{ CaO} \rightarrow \text{ FeO} + \text{ S Ca}$ $\text{ S} + \text{ Fe} + \text{ MnO} \rightarrow \text{ SMn} + \text{ FeO}$ $\text{ S} + \text{ Fe} + \text{ Mn} \rightarrow \text{ SMn} + \text{ Fe}$

# 18.2

## Obtención de Cobre

# Producción de Cobre

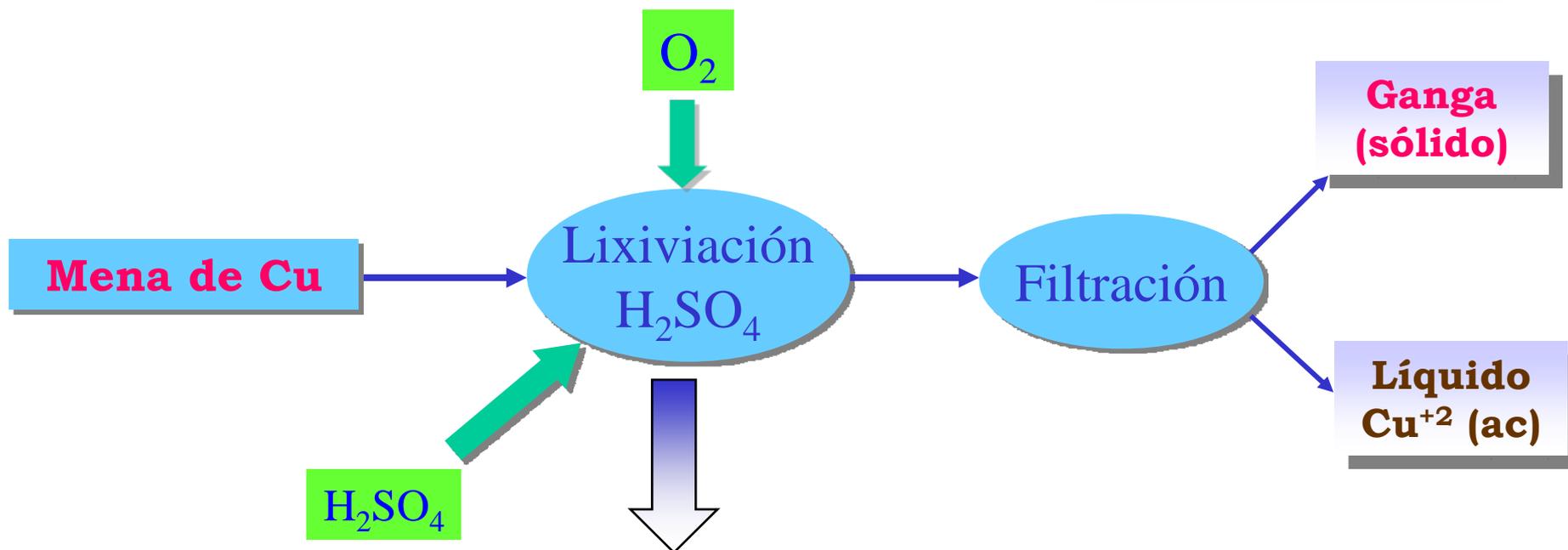
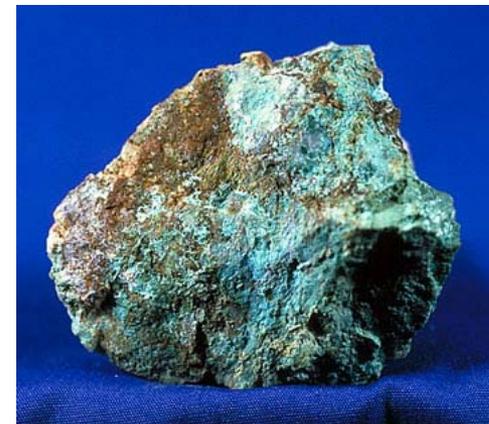
El cobre se obtiene fundamentalmente de un mineral llamado CALCOPIRITA el que contiene grandes cantidades de cobre, azufre y hierro



Calcopirita,  $\text{FeCuS}_2$

# Producción de Cobre

Menas de Cu: **Cuprita** (  $\text{Cu}_2\text{O}$  )



# Producción de Cobre

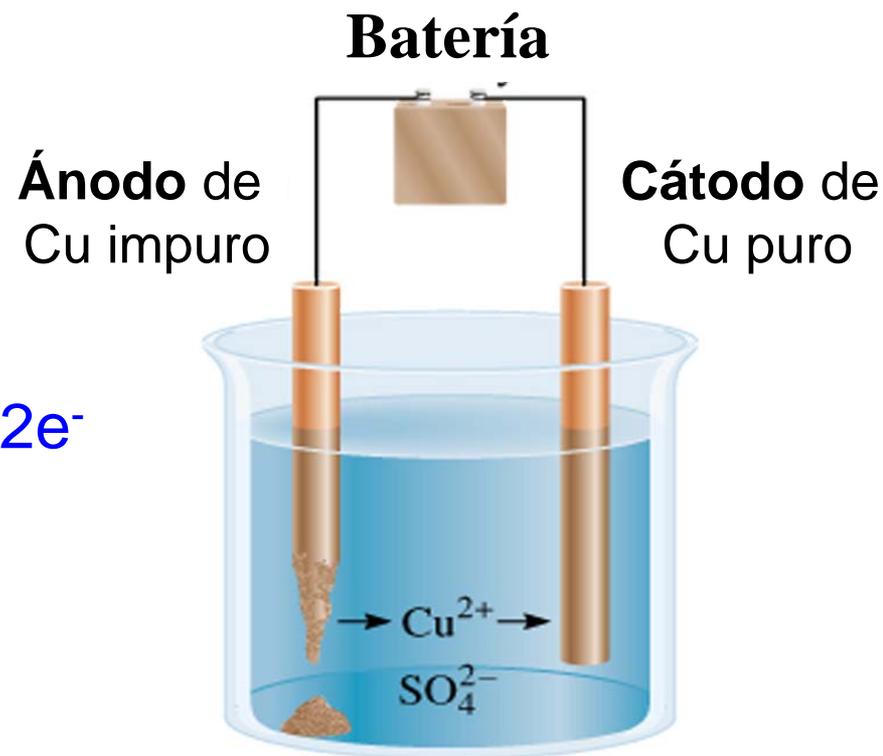
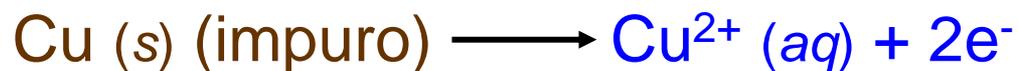
Menas de Cu: Azurita (  $\text{CuCO}_3 \text{ Cu(OH)}_2$  )



# Producción de Cobre

**ELECTROLISIS:** Se obtiene Cu pureza > 99.5 %

Se eliminan Impurezas como: Zn, Fe, Ag, Au

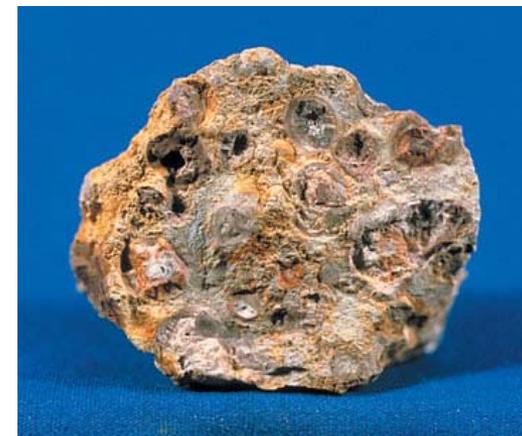


# 18.3

## Obtención de Aluminio

# Producción de Aluminio

Bauxita, es una importante mena del aluminio compuesta por óxido de aluminio con varios grados de hidratación. Suele estar mezclada con impurezas, en especial con hierro.



Mena de Buxita

Proceso Bayer

Electrolisis:  
Proceso Hall

Bauxita

Alúmina  
 $\text{Al}_2\text{O}_3$   
+  
 $\text{Cr}^{+3}$ ,  $\text{Fe}^{+3}$ ,  $\text{Ti}^{+4}$

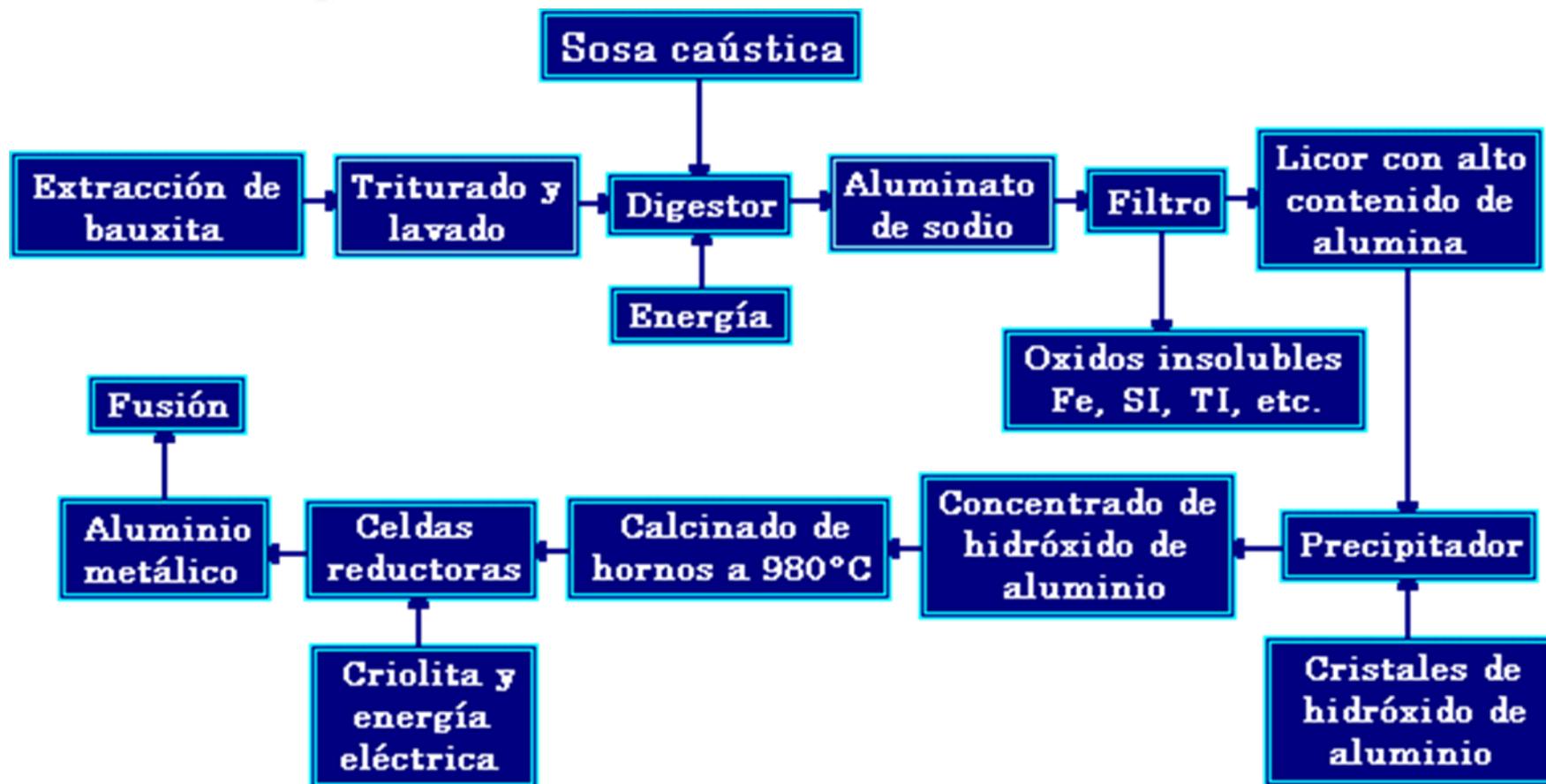
Aluminio

Hexagonal  
 $\alpha$ -Alúmina  
Pasta para pulir

Hexagonal  
 $\gamma$ -Alúmina  
Soporte para cromatografía

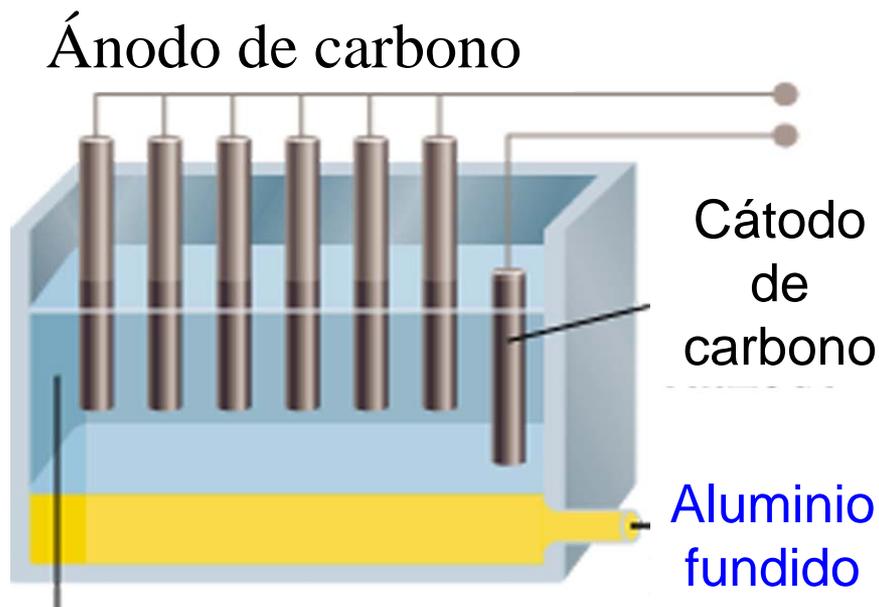
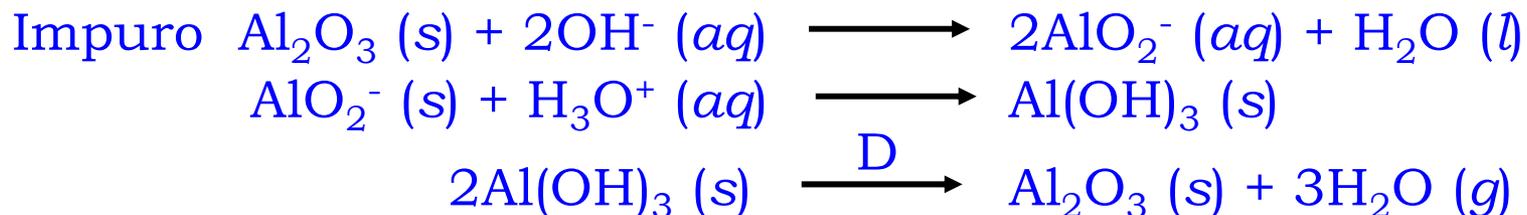
# Producción de Aluminio

## Proceso Bayer:

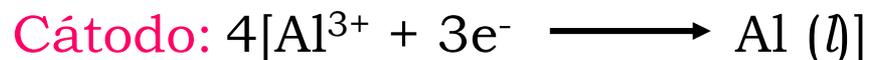
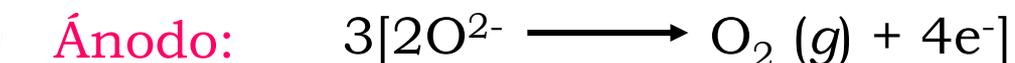


# Producción de Aluminio

## Electrolisis: Proceso Hall



$\text{Al}_2\text{O}_3$  en criolita fundida,  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$

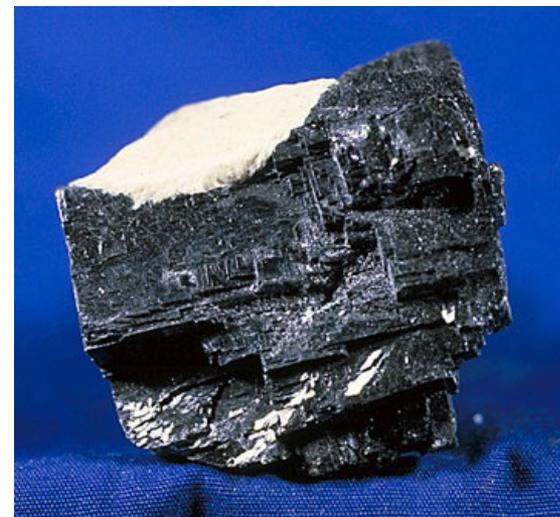


**18.4**

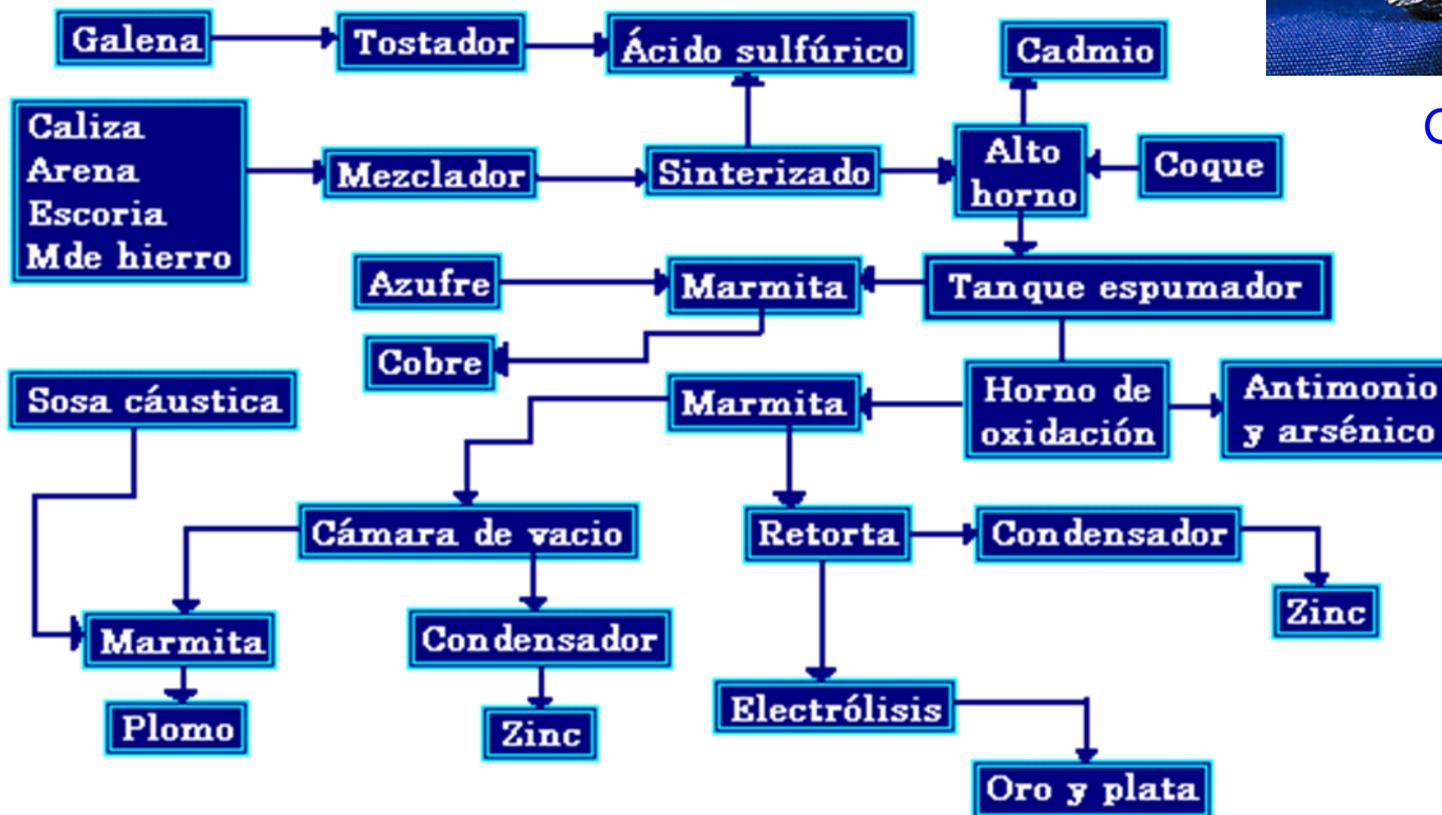
**Obtención de Plomo, Zinc y Magnesio**

# Producción de Plomo

El concentrado de plomo o GALENA contiene 65 a 68 % de plomo



Galena, PbS

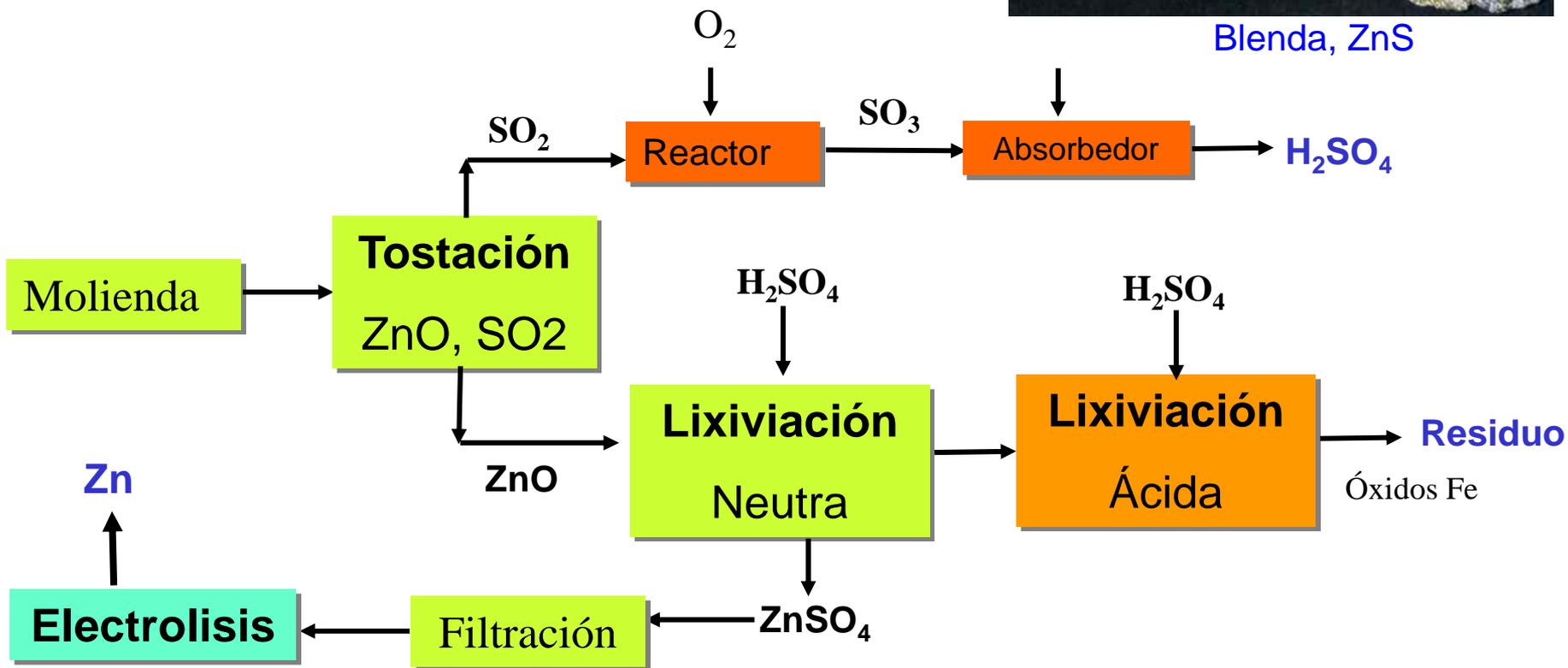


# Producción de Zinc

La principal materia prima de la fábrica de zinc está constituida por concentrados de **sulfuro de zinc**, procedentes de diferentes minas



Blenda, ZnS

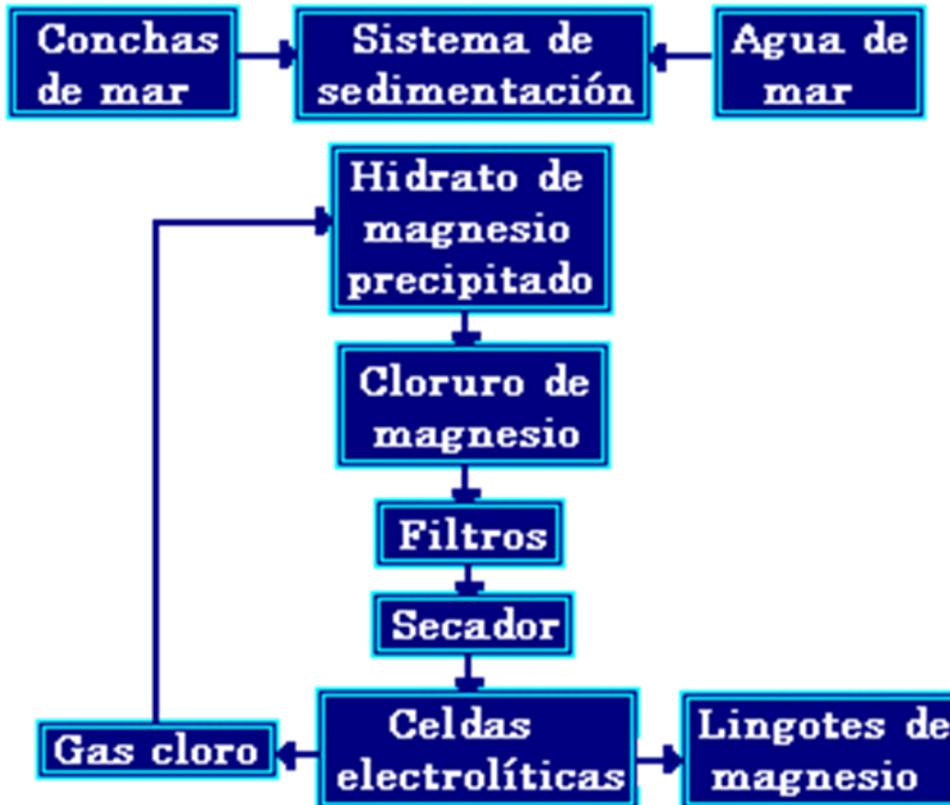


# Producción de Magnesio

Es un metal ligero, más que el aluminio. Se obtiene de la magnesita, carnalita o dolomita, color gris amarillento.



Magnesita,  $MgCO_3$



Se utiliza para la fabricación de piezas fundidas, industria pirotécnica y aviación.

# Algunas Aleaciones

Nombre	Cu	Sn	Zn	Pb	Ni	Si	Mn	Al	Fe	Uso
Latón rojo	90		10							Trabajos duros
Latón amarillo	70		30							Cartuchos
Latón rojo con plomo	85	5	5	5						Maquinaria
Latón amarillo con plomo	72	1	24	3						Bombas
Bronce con estaño	88	8	4							Cojinetes de embarcaciones
Bronce para campanas	80	20								Campanas
Bronce para cojinetes	83	7	3	7						Cojinetes de máquinas
Bronce con silicio	95					4	1			Maquinaria de fundición
Bronce al manganeso	62	1.5	31	1		4	1.5	1.5	1.5	Alta resistencia
Bronce al aluminio	78				5		3	10	4	Resistencia a la corrosión
Plata níquel	65	4	6	5	20					Lavanderías y lecherías