

## TIPOS DE MATERIALES

### METALES

Se define a los metales como aquellos elementos químicos que se caracterizan por tener las siguientes propiedades:

- Poseen una estructura interna común.
- Son sólidos a temperaturas normales, excepto el mercurio y el galio
- Tienen una alta densidad
- Tienen elevada conductividad térmica y eléctrica.
- Tienen considerable resistencia mecánica.
- Suelen ser maleables.
- Se pueden fundir, conformar y reciclar.

### Clasificación

Se clasifican en dos grandes grupos según el contenido en hierro:

- Ferrosos:
  - Hierro  $C < 0,1\%$
  - Aceros  $0,1\% < C < 2\%$
  - Fundiciones  $2\% < C < 7\%$

*Las aleaciones (mezcla de dos o más materiales, donde al menos uno, de forma mayoritaria es un metal) con un contenido de carbono superior, carecen de interés industrial porque son demasiado frágiles.*

- No ferrosos
  - Aleaciones pesadas (Cu, Pb, Zn)
  - Aleaciones ligeras (Al, Ti)
  - Aleaciones ultraligeras (Mg, Be)

### FERROSOS

Un material es ferroso o férrico cuando su componente principal es el hierro. Normalmente posee pequeñas cantidades de C que se han incorporado en el proceso de obtención y otros metales incorporados, para que la aleación resultante adquiera propiedades especiales.

El Fe puro no presenta buenas propiedades mecánicas, por lo que tiene muy pocas aplicaciones técnicas

### Características del hierro puro

- Es un material magnético (ferromagnético).
- Color blanco azulado.
- Muy dúctil y maleable.
- Punto de fusión: aproximadamente 1500 °C
- Densidad alta (7,87 g/cm<sup>3</sup>.)
- Buen conductor del calor y la electricidad.
- Se corroe y oxida con mucha facilidad.
- Bajas propiedades mecánicas (al corte, limado, conformado, etc).
- Es un metal más bien blando.

En la industria, el hierro se emplea aleado con carbono y otros materiales, lo que mejora mucho sus propiedades. Una aleación de Fe + C es un **producto siderúrgico**, que se define como toda *sustancia férrea que ha sufrido un proceso metalúrgico.*

**Método de obtención. Proceso siderúrgico.**

Se conoce como *proceso siderúrgico* al conjunto de operaciones que es preciso realizar para llegar a obtener un metal férrico de unas determinadas características. El proceso siderúrgico engloba desde la extracción del mineral de hierro en las minas hasta la obtención del producto final.

El Fe es un metal que forma parte de la corteza terrestre (5 %); nunca se presenta en estado puro, sino combinado formando óxidos, hidróxidos, carbonatos y sulfuros.

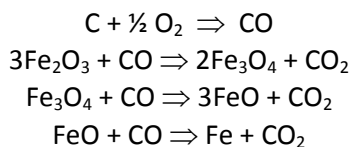
Según el contenido en hierro se distinguen distintos tipos:

Mineral de hierro	Contenido en hierro	Composición
Magnetita	>70%	Óxido de hierro
Hematites roja	70%	Óxido de hierro
Limonita	60%	Hidróxido de hierro
Siderita	40-50%	Carbonato de hierro
Pirita	<40%	Sulfuro de hierro

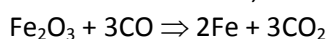
El mineral que se extrae de la mina contiene una parte con el componente de hierro, llamada *mena* (*elementos aprovechables*), y otra parte compuesta por sustancias no ferrosas llamada *ganga* (*elementos no aprovechables*) tales como roca, sílice,...

Los pasos a seguir en todo proceso son:

1. Separar la mena de la ganga utilizando sus propiedades físicas: densidad, comportamiento magnético,...
2. Obtener el elemento que nos interesa, Fe, por medio de una reacción química llamada reducción del hierro, que consiste en añadir monóxido de carbono tantas veces como sea necesario hasta obtener hierro puro.



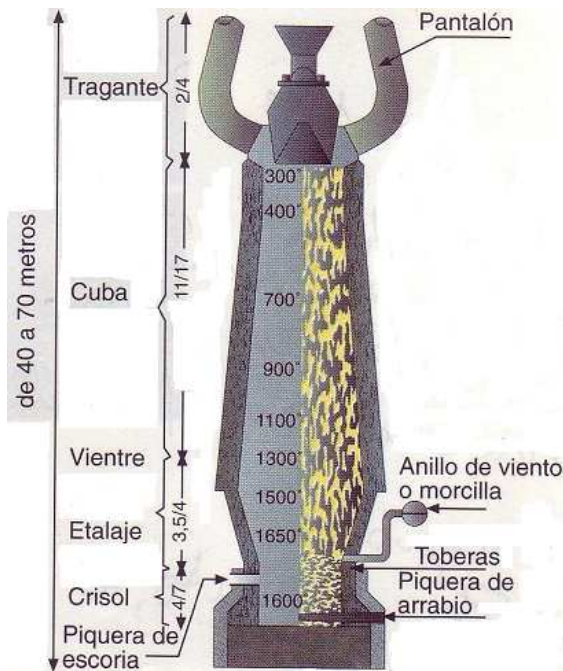
Sumando todas las reacciones, se obtiene que



Esta reacción ocurre en el **alto horno**, que es un horno especial en el que tiene lugar la fusión de los minerales de hierro y la transformación química en un metal rico en hierro llamado **arrabio**.

El alto horno está formado por dos troncos de cono colocados unos sobre otro y unidos por su parte más ancha. La altura varía entre unos 30 y 70 m y su diámetro entre 4 y 12 m. Su capacidad de producción varía entre 500 y 1500 toneladas diarias.

La pared interior está recubierta de ladrillo refractario para mantener y soportar las altas temperaturas, y la externa de acero. Entre ambas paredes existen canales de refrigeración.



Partes, medidas y temperaturas aproximadas de un alto horno

La parte superior, el **tragante**, está formada por dos tolvas (depósitos) en forma de campana con dispositivo de apertura y cierre para evitar que se escapen los gases en el momento de la carga del material.

El material se introduce por capas de la siguiente forma:

- Una capa de minerales de Fe (*magnetita, limonita, siderita o hematites*) previamente lavado y desmenuzado (2 Tm)
- Una capa de carbón de coque (*combustible*) para la fusión y reducción del material (1 Tm)
- Una capa de material fundente (*roca caliza*) que se combina con las impurezas, ganga y cenizas, que da lugar a la **escoria**. (0.5 Tm)

Esta combinación da lugar a la obtención de un material poroso llamado **sínter**

En la parte alta, llamada **cuba**, se produce el primer calentamiento, en el que se elimina la humedad y se calcina la caliza ( $\text{CO}_2 + \text{caliza}$ ) ayudada por la inyección de aire caliente insuflada por las toberas de la parte inferior. El CO resultante de la combustión del coque reduce el Fe, obteniéndose una masa esponjosa de Fe metálico.

A continuación, en el **vientre**, que es la parte más ancha, se funden el Fe y la escoria. Por las toberas, conducto que permite la entrada de aire a altas P y velocidades en torno a 200m/s, entra el aire necesario para la combustión (1350°C). En algunos casos se pueden alcanzar temperaturas del orden de los 1800°C, lo que supone un ahorro del carbón de coque.

En la parte inferior, llamada **etalaje**, se depositan el Fe y la escoria fundidos, de manera que al ser ésta última menos densa que el Fe flota sobre él y lo protege de la oxidación. La escoria y el Fe se extraen a través de dos orificios en la parte inferior, llamados **bigotera** y **piquera** respectivamente.

Así, los productos obtenidos del alto horno son:

- ✓ **Escoria**.- Es un residuo metalúrgico que a veces adquiere la categoría de subproducto, ya que se puede utilizar como material de construcción, bloques o como aislante de la humedad y en la fabricación de cemento y vidrio. La escoria, como se comentó anteriormente, se recoge por la parte inferior del alto horno por la piquera de escoria (bigotera).
- ✓ **Fundición, hierro colado o arrabio**.- Es el producto propiamente aprovechable del alto horno y está constituido por hierro con un contenido en carbono que varía entre el 2% y el 7%. Se presenta en estado líquido a 1800 °C. En ocasiones, a este metal se le denomina hierro de primera fusión.

También se obtienen *humos y gases residuales* que se producen como consecuencia de la combustión del coque y de los gases producidos en la reducción química del mineral de hierro que, en un elevado porcentaje, se recogen en un colector situado en la parte superior del alto horno. Estos gases son, principalmente, *dióxido de carbono, monóxido de carbono y óxidos de azufre*.

**Nota:**

Los altos hornos funcionan de manera continua y sólo se apagan cuando hay que realizar reparaciones como consecuencia del desgaste del material refractario del recubrimiento de las paredes. La carga y descarga del material se realiza periódicamente cada 3-4 horas, periodo que puede modificarse controlando la inyección de aire por las toberas.

Existen una serie de pasos para reducir el consumo energético en este proceso:

- Sinterización del mineral (*tratamiento térmico de un polvo o compactado metálico o cerámico a una temperatura inferior a la de fusión de la mezcla, para incrementar la fuerza y la resistencia de la pieza creando enlaces fuertes entre las partículas.*)
- Inyección de gases combustibles por las toberas
- Aumento de la calidad del coque, disminución de la humedad y del tamaño de los granos.

Puede ocurrir que se produzca más arrabio que el que se puede utilizar inmediatamente, en este caso se pone en unos moldes llamados *lingoteras* para su uso posterior.

A partir de la primera fusión, se obtienen todos los productos ferrosos restantes: hierro dulce, otras fundiciones, acero...

**Hierro dulce**

El *hierro dulce*, como hemos visto, es aquel cuyo contenido en carbono es inferior al 0,1 %. En estas condiciones puede considerarse químicamente puro. Es un material de color plateado, de gran permeabilidad magnética, dúctil y maleable. Admite la forja, por lo que también se le denomina *hierro forjado*. Puede obtenerse por procedimientos electrolíticos, a partir de baños de sulfato y cloruro de hierro. El material que resulta se emplea para conducción eléctrica por su baja resistividad. Sin embargo, resulta muy poroso, se oxida con gran facilidad y presenta con frecuencia grietas internas que lo hacen poco útil para otras aplicaciones industriales.

**Fundiciones**

El *arrabio* o *fundición de primera fusión* cuando solidifica resulta un material muy duro, pero su contenido en carbono y otras impurezas hace que sea frágil y quebradizo y que no admita la forja ni la soldadura. En estas condiciones no puede utilizarse para fabricar piezas que vayan a estar sometidas a esfuerzos.

Según las impurezas que contiene, se distinguen la **fundición gris** y la **fundición blanca**, nombre que reciben por el aspecto que presenta su superficie de fractura.

La *fundición gris* se obtiene cuando el contenido de silicio es elevado. El carbono cristaliza entonces en forma de grafito y sólo puede emplearse para piezas moldeadas.

La *fundición blanca* se obtiene cuando el contenido de manganeso es elevado. En estas condiciones, el carbono se combina con el hierro formando carburo de hierro y se utiliza como una de las materias primas para la obtención del acero.

**Acero**

Como hemos visto, la proporción de carbono en el arrabio extraído del alto horno se encuentra en el intervalo correspondiente a las fundiciones, por lo que tenemos un producto ferroso intermedio, duro y frágil, que no puede ser extendido en hilos ni en láminas y que precisa una transformación posterior para su utilización industrial.

Se hace necesario, pues, reducir el contenido en carbono del arrabio para convertirlo en *acero*; que es un material que sigue siendo duro, pero más elástico, dúctil, maleable y capaz de soportar impactos.

Normalmente se traslada, en estado líquido, en unos contenedores especiales llamados *torpedos* hasta la planta de obtención del acero.

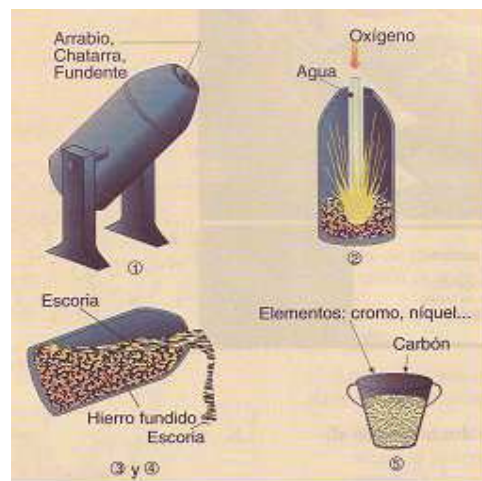
El acero se obtiene en unos recipientes llamados **convertidores** o bien en **hornos eléctricos** en los que se realiza un proceso de fusión, en los que se añade el arrabio, chatarra en algunos casos, y un fundente, sílice (SiO<sub>2</sub>) o caliza (CaCO<sub>3</sub>). En el convertidor se añade oxígeno al arrabio líquido para que combustione el exceso de carbono, reduciéndose este a un valor inferior al 2%. Este proceso recibe el nombre de *afino*.



Convertidor

Los productos finales son:

- ✓ **Acero líquido**, que será transportado por medio de otra cuchara para ser sometido a procesos siderúrgicos. En determinadas ocasiones el acero necesita ser tratado en función de las necesidades de uso, por lo que necesitará ser sometido a procesos de desulfuración, desgasificación,... La colada de acero líquido se enfriará en unos moldes adecuados a los perfiles comerciales que se necesiten
- ✓ **Escoria**, que se recicla para otros fines, especialmente la construcción.
- ✓ **Gases**, Especialmente monóxido de carbono y dióxido de carbono, resultantes de la combustión de carbono.



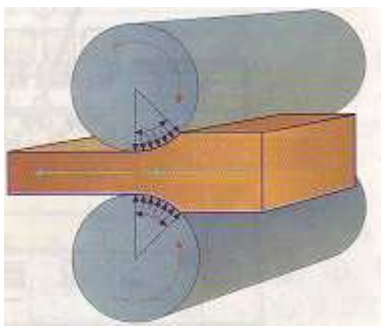
En el convertidor también se lleva a cabo la aleación del acero con otros metales (Ni, Cr, Mo, etc.) para obtener aceros aleados que mejoran las propiedades del metal original.

Se puede obtener una producción por hornada: Entre 100 y 300 toneladas, dependiendo del tipo de convertidor.

Una vez que se ha extraído el acero líquido del convertidor, se vierte en moldes con la forma de la pieza que se quiere obtener, posteriormente se deja solidificar y luego se extrae la pieza. A este proceso se le llama **colada**.

El proceso de colada más empleado hoy en día es el de colada continua, cuyo objetivo es solidificar el acero en productos de sección constante.

Una vez obtenida la pieza de acero se somete a un proceso de laminación para darle la forma y características deseadas.

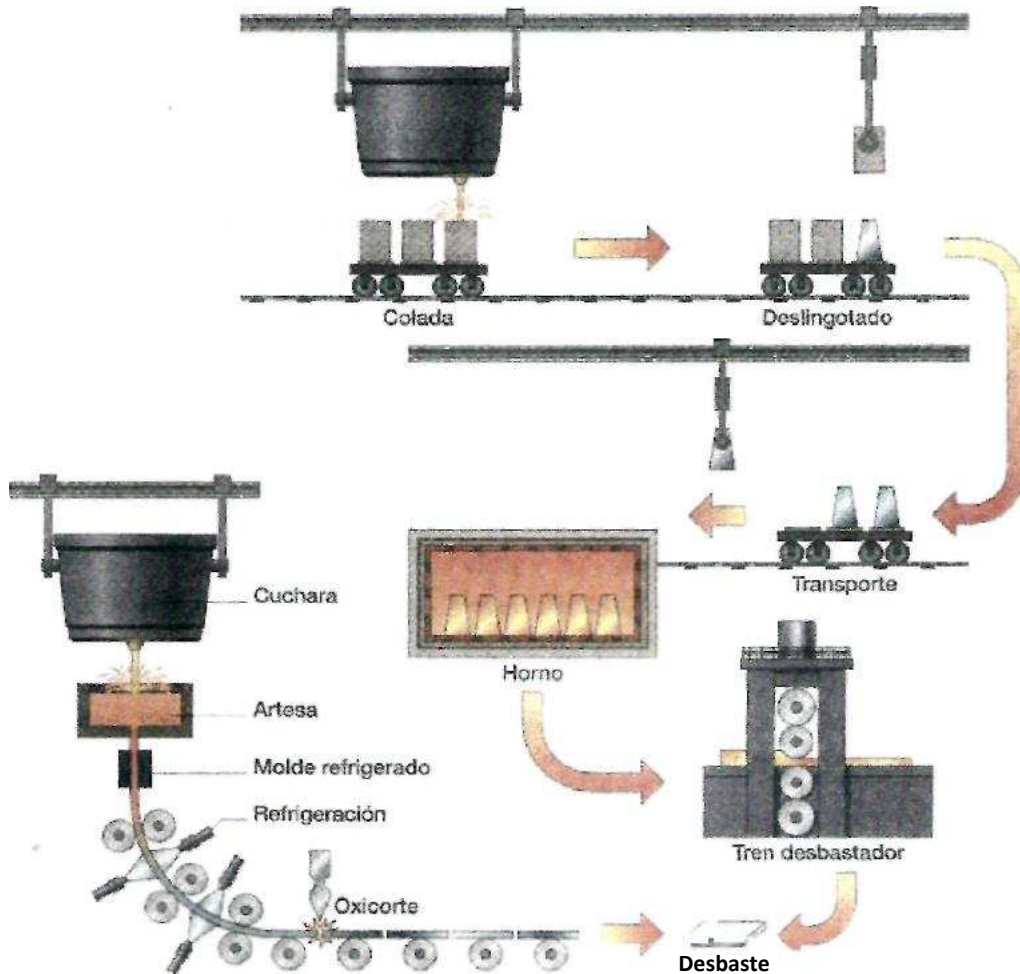


Detalle de laminación



Productos de colada continua

A continuación se muestra una colada convencional, que produce lingotes y una colada continua, que produce directamente los desbastes a partir de los que se fabrican los distintos perfiles.



Como hemos visto, el acero se alea con otros materiales para mejorar sus propiedades. La tabla siguiente muestra las propiedades que adquieren los aceros según el material aleante:

Material aleante	Propiedades
Carbono	Dureza Resistencia
Silicio	Elasticidad Aumenta la conductividad magnética
Manganeso	Dureza Resistencia al desgaste
Cromo	Dureza Resistencia al calor y al rozamiento. Imprescindible para hacerlo inoxidable.
Níquel	Aumenta la tenacidad Resistencia a la tracción y la corrosión
Molibdeno	Dureza Resistencia al desgaste mecánico en caliente
Vanadio	Dureza Resistencia al desgaste mecánico en caliente
Volframio	Tenacidad Resistencia al calor y a la corrosión

## Aceros comerciales

La gran variedad de productos que reciben genéricamente el nombre de aceros, ha obligado a clasificarlos según su composición, características técnicas y aplicaciones.

- Aceros al carbono: Más del 90% de todos los aceros son aceros al carbono. Estos aceros contienen diversas cantidades de carbono y menos del 1,65% de manganeso, el 0,60% de silicio y el 0,60% de cobre.

Entre los productos fabricados con aceros al carbono figuran máquinas, carrocerías de automóvil, la mayor parte de las estructuras de construcción de acero, cascos de buques, somieres y horquillas.

- Aceros aleados: Estos aceros contienen una proporción determinada de vanadio, molibdeno y otros elementos, además de cantidades mayores de manganeso, silicio y cobre que los aceros al carbono normales. Estos aceros de aleación se pueden clasificar a su vez en :
  - *Estructurales*. Son aquellos aceros que se emplean para diversas partes de máquinas, tales como engranajes, ejes y palancas. También se utilizan en las estructuras de edificios, construcción de chasis de automóviles, puentes y barcos. El contenido de la aleación varía desde 0,25% a un 6%.
  - *Para herramientas*. Aceros de alta calidad que se emplean en herramientas para cortar y modelar metales y no-metales; taladros, escariadores, fresas, terrajas y machos de roscar.
  - *Especiales*. Son los aceros inoxidable y aquellos con un contenido de cromo generalmente superior al 12%. Estos aceros de gran dureza y alta resistencia a las altas temperaturas y a la corrosión, se emplean en turbinas de vapor, engranajes, ejes y rodamientos.
- Aceros de baja aleación ultrarresistentes: Esta familia es la más reciente de las cuatro grandes clases de acero. Los aceros de baja aleación son más baratos que los aceros aleados convencionales ya que contienen cantidades menores de los costosos elementos de aleación. Sin embargo, reciben un tratamiento especial que les da una resistencia mucho mayor que la del acero al carbono. Por ejemplo, los vagones de mercancías fabricados con aceros de baja aleación pueden transportar cargas más grandes porque sus paredes son más delgadas que lo que sería necesario en caso de emplear acero al carbono. Además, como los vagones de acero de baja aleación pesan menos, las cargas pueden ser más pesadas. En la actualidad se construyen muchos edificios con estructuras de aceros de baja aleación. Las vigas pueden ser más delgadas sin disminuir su resistencia, logrando un mayor espacio interior en los edificios.
- Aceros inoxidables: Los aceros inoxidables contienen cromo, níquel y otros elementos de aleación, que los mantienen brillantes y resistentes a la herrumbre y oxidación a pesar de la acción de la humedad o de ácidos y gases corrosivos. Algunos aceros inoxidables son muy duros; otros son muy resistentes y mantienen esa resistencia durante largos periodos a temperaturas extremas. Debido a sus superficies brillantes, en arquitectura se emplean muchas veces con fines decorativos. El acero inoxidable se utiliza para las tuberías y tanques de refinerías de petróleo o plantas químicas, para los fuselajes de los aviones o para cápsulas espaciales.

También se usa para fabricar instrumentos y equipos quirúrgicos, o para fijar o sustituir huesos rotos, ya que resiste a la acción de los fluidos corporales. En cocinas y zonas de preparación de alimentos los utensilios son a menudo de acero inoxidable, ya que no oscurece los alimentos y pueden limpiarse con facilidad.

### Normativa

En España la norma **UNE-36001** clasifica las aleaciones férricas según las denominadas series F. A los aceros les corresponden las series F100 a F700, a las fundiciones la F800 y a otras aleaciones férricas la F900. Cada país tiene su propia norma para clasificar a los aceros, aunque todas ellas son más o menos equivalentes. Por ejemplo:

- Aceros para construcción (F100)
- Aceros inoxidables y anticorrosión (F300)
  - o Aceros inoxidables (F310)

### NO FERROSOS

Aunque los metales ferrosos son los más utilizados, el resto de los metales (los no ferrosos) son cada día más imprescindibles.

#### Clasificación

Se pueden clasificar en **tres** grupos

- **Pesados:** Son aquellos cuya densidad es igual o mayor a  $5 \text{ gr/cm}^3$ . Se encuentran en este grupo el cobre, el estaño, el plomo, el cinc, el níquel, el cromo y el cobalto entre otros.
- **Ligeros:** Tienen una densidad comprendida entre 2 y  $5 \text{ gr/cm}^3$ . Los más utilizados son el aluminio y el titanio.
- **Ultraligeros:** Su densidad es menor a  $2 \text{ gr/cm}^3$ . Se encuentran en este grupo el berilio y el magnesio, aunque el primero de ellos raramente se encuentra en estado puro, sino como elemento de aleación.

Todos estos metales no ferrosos, es estado puro, son blandos y poseen una resistencia mecánica bastante reducida. Para mejorar sus propiedades, los metales puros suelen alearse con otros.

Veamos algunos de los metales más usados:

### COBRE

Propiedades:

- Es uno de los metales no ferrosos de mayor utilización.
- Tiene un color rojo-pardo.
- Su conductividad eléctrica es elevada
- Su conductividad térmica también es elevada.
- Es un metal bastante pesado, su densidad es  $8.9 \text{ gr/cm}^3$ .
- Resiste muy bien la corrosión y la oxidación (El aire seco y el agua pura no lo atacan ninguna T, a la intemperie se recubre de una capa de carbonato verdosa –cardenillo- que le protege de la oxidación posterior)
- Relativamente blando
- Es muy dúctil y maleable.

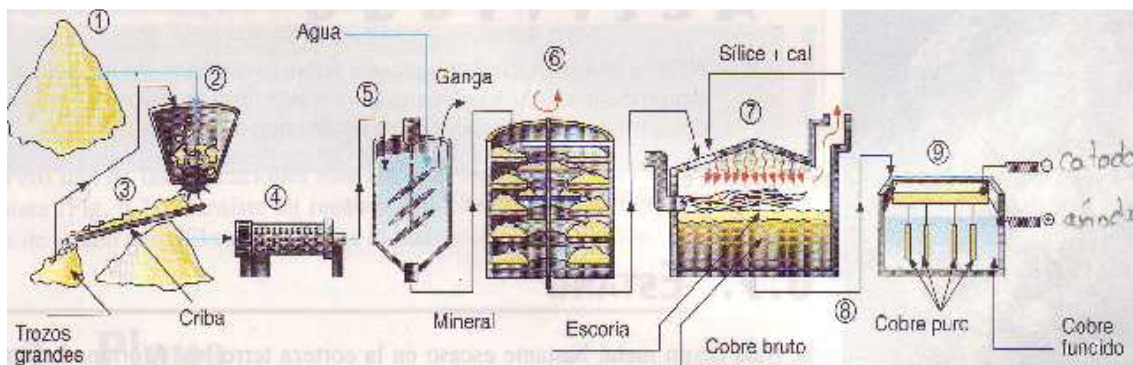
#### Obtención del cobre

Los minerales más utilizados para obtener cobre son sulfuros de cobre, especialmente la **calcopirita**. También existen minerales de óxido de cobre, destacando la **malaquita** y la **cuprita**. Los minerales de cobre suelen ir acompañados también de hierro.



Existen dos métodos de obtención del cobre

- La vía húmeda: Se emplea solamente cuando el contenido de cobre en el mineral es muy reducido (entre un 3 - 10%). Consiste en triturar todo el mineral y añadirle ácido sulfúrico y aplicar a la mezcla el proceso de electrólisis (es decir, aplicar una corriente continua introduciendo dos electrodos en la mezcla).
- La vía seca: Se emplea solamente cuando el contenido de cobre supera el 10%. Se tritura y muele el mineral hasta reducirlo a polvo. Se separa por flotación el Cu de la ganga. El mineral pasa a un horno (proceso de tostación) donde se elimina el azufre y se forman óxidos de hierro y Cu. El material se introduce en un horno (calcinación) donde los óxidos de Fe se combinan con la sílice y forman la escoria, mientras se produce la "mata blanca" (sulfuro de Cu). La mata se somete a un proceso de reducción, similar a los empleados en siderurgia y se obtiene Cu bruto (pureza del 40%), mezclado con algo de óxido de Cu. Por último, para obtener un cobre de alta pureza se somete el líquido a un proceso electrolítico. El cobre tendrá una pureza del 99,9%.



### Aplicaciones del cobre

Su principal aplicación es como conductor eléctrico, pues su ductilidad le permite transformarlo en cables de cualquier diámetro.

Por su alta resistencia a la oxidación se emplea en instalaciones de tuberías y calderas en intercambiadores de calor.

### Aleaciones del cobre

- Latones:
  - Cu con Zn
  - Menos resistente que el Cu
  - Soporta mejor el agua y el vapor
  - Uso en casquillos de ajuste de piezas mecánicas
  - Se añade Cu (moldeabilidad), Sn y Al (resistencia a la corrosión marina) o Pb (capacidad de mecanizado) para mejorar las propiedades.
- Bronces:
  - Cu con Sn (o cualquier otro metal menos el Zn)
  - Alta resistencia mecánica
  - Elevada resistencia a la corrosión
- Bronce de aluminio (cuproaluminio):

- 90% Cu – 10% Al.
- Mayor dureza y resistencia a la oxidación y corrosión.
- Uso en industria para equipos expuestos a líquidos corrosivos.

## ALUMINIO

Propiedades:

- Es un metal muy ligero (Baja densidad:  $2,75\text{gr/cm}^3$ ) y muy resistente a la oxidación.
- Es un buen conductor eléctrico y del calor.
- Es muy dúctil y maleable.
- Color plateado
- Muy blando

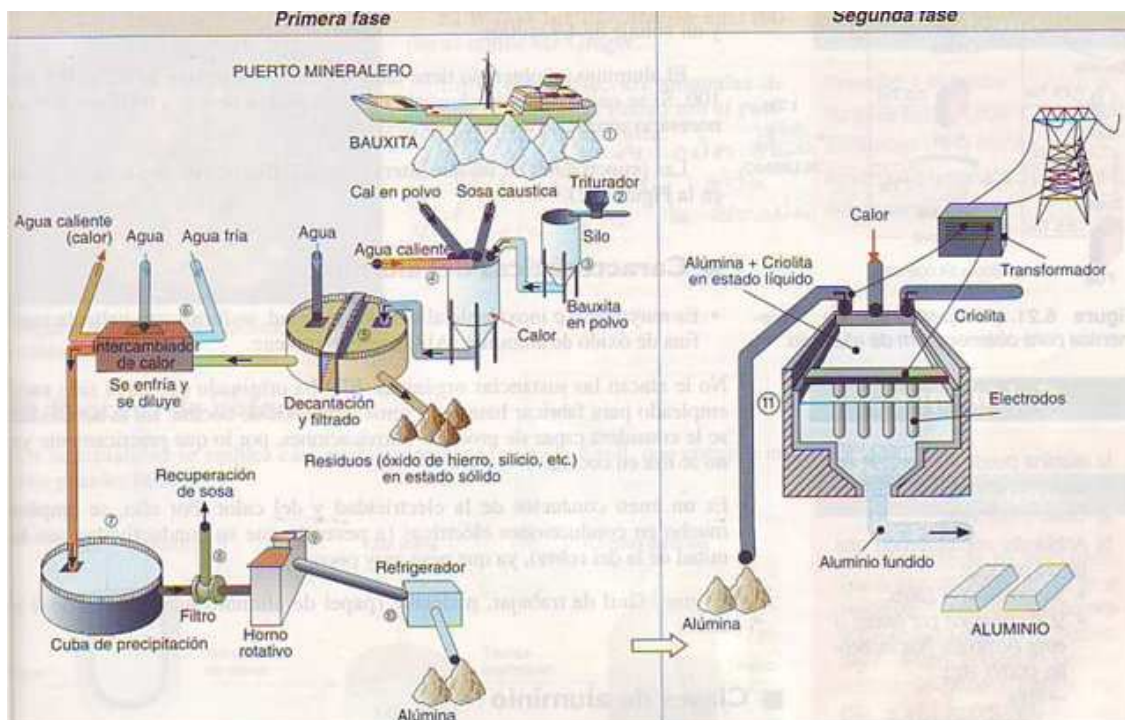
### Obtención del aluminio

El mineral del que se extrae el aluminio es la bauxita. El método de extracción tiene dos fases; se emplea un método llamado *Bayer* y después se combina con la electrólisis:

- Se tritura y muele el mineral hasta reducirlo a polvo
- Se mezcla el polvo con sosa caústica, cal y agua caliente.
- La sosa disuelve la bauxita, separándose los residuos en el decantador.
- El material útil se llama *alúmina*, debe eliminarse todo el agua que posea y refrigerarse.

Hasta aquí el método Bayer.

- Para obtener el aluminio, se disuelve la alúmina en una sustancia llamada *criolita* (fluoruro de aluminio y sodio  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ , disuelve fácilmente el óxido de aluminio  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) a una temperatura de  $1000\text{ }^\circ\text{C}$  y se somete a un proceso de electrólisis que descompone el material en aluminio.



### **Aplicaciones**

- Se alea con otros metales (por ser muy blando – “aleaciones ligeras”) como Cu (“duraluminio” – construcción), Mg (industria aeronáutica y naval, automóviles y bicicletas), Si (construcción de motores), Ni y Co (“alnico” – imanes permanentes), Zn (aluminio duro y resistente a la corrosión)
- Por su baja densidad y conductividad relativamente alta, se emplea como sustituto del Cu en cables de gran longitud
- Por su resistencia a la corrosión se usa en utensilios de cocina, depósitos para bebidas, envolver alimentos,...

### **PLOMO**

#### Propiedades:

- Color gris plateado
- Densidad elevada ( $11,4\text{gr/cm}^3$ )
- Muy blando
- Baja conductividad térmica y eléctrica
- Flexible
- Maleable

#### Aplicaciones:

- Por la alta densidad es opaco a las radiaciones electromagnéticas, se usa como escudo protector en instalaciones de radiología y centrales nucleares
- Recipientes que contengan ácidos (baterías y acumuladores eléctricos) por su resistencia a la corrosión.
- Nunca debe usarse para contener alimentos. Es un veneno mineral. El organismo humano es incapaz de eliminarlo. La intoxicación por Pb se llama **saturnismo** y provoca intensos dolores intestinales, cefaleas, alucinaciones e hipertensión arterial. Puede contraerse por vía respiratoria, digestiva y cutánea
- Aditivo del vidrio para dureza y peso (lentes)