

LOS METALES.

Los materiales metálicos los utiliza el ser humano desde tiempos prehistóricos y están presentes en todas las actividades económicas hoy en día.

Entre sus propiedades cabe destacar las siguientes:

- Brillo característico.
- Más densos y pesados que otros materiales.
- Gran resistencia mecánica. Soportan grandes esfuerzos, presiones y golpes.
- Suelen ser tenaces, maleables y dúctiles, por eso es fácil darles forma.
- Son buenos conductores de la electricidad y del calor.

Obtención

Los metales son materiales que se obtienen a partir de **minerales** que forman parte de las rocas. Por ejemplo, el metal hierro se extrae de minerales de hierro como la *magnetita* o la *siderita*.

Los minerales que se extraen de las minas, se componen de dos partes:

- **Mena:** es la parte útil del mineral, de la que se extrae el metal.
- **Ganga:** es la parte no útil del mineral. Esta parte se desecha. La *ganga* debe separarse de la *mena*.

Alguno de los más importantes son la *bauxita*, de la que se extrae el aluminio y el *mineral de hierro*, del que se extrae el hierro.

La rama de la técnica que el ser humano ha desarrollado para obtener el metal de los minerales se llama *metalurgia*. Existe una rama de la metalurgia que trabaja sólo con minerales de hierro que se llama *siderurgia*.

Las propiedades de los **metales puros**, como la dureza, la resistencia a la corrosión, la tenacidad, la ductilidad, elevada conductividad térmica y eléctrica, etc. mejoran considerablemente cuando se mezclan con otros metales y no metales formando **aleaciones**.

Los metales y las aleaciones más usados actualmente en la industria son: el *acero*, el *aluminio* y las *aleaciones ultraligeras*.

Tipos de metales

Los Metales se pueden dividir en dos grandes grupos:

- **Metales ferrosos:** Son aquellos metales que contienen hierro como componente principal. Entre estos están...
 - El *hierro puro*.
 - El *acero*.
 - La *fundición*.
- **Metales no ferrosos:** Son aquellos metales que no contienen hierro o contienen muy poca cantidad de hierro. Hay muchos:
 - El cobre.
 - El aluminio.
 - El bronce.

- El cinc.
- El plomo, etc.

Hay un tipo de metales no ferrosos que destacan por su valor económico, llamados **metales nobles**, los cuales son: oro, plata y platino.

5.1. METALES FERROSOS.

El metal más empleado hoy en día es el hierro, pues es abundante y tiene buenas propiedades.

Los metales férricos más importantes son:

- **Hierro puro (Fe):** No presenta buenas propiedades mecánicas, por lo que tiene muy pocas aplicaciones técnicas (se usa en electricidad y electrónica por sus propiedades magnéticas). Tiene un porcentaje de carbono (C) menor del 0,003%.
- **Acero:** Es una aleación de hierro y carbono (que no es un metal). El acero tiene un contenido en carbono que oscila entre el 0,03 y el 1,76%.
- **Fundición:** Es una aleación de hierro y carbono que tiene un contenido en carbono que oscila entre el 1,76 y el 6,67%.

Diferencias entre el acero y la fundición

1. La fundición tiene más carbono que el acero
2. La fundición es más dura que el acero, es decir, es más difícil de rayar.
3. La fundición es más resistente a la oxidación y al desgaste que el acero.
4. La fundición es muy frágil. Si se intenta deformar se fractura.

Aplicaciones de los metales ferrosos

Acero	Fundiciones
Herramientas Cacharros de cocina y cubiertos Electrodomésticos Elementos de estructuras metálicas Tornillos, tuercas, clavos, ...	Farolas Tapas de alcantarillas Motores...

5.1.1. OBTENCIÓN DEL HIERRO.

Como características más importantes cabe indicar que el hierro tiene el símbolo químico *Fe*, tiene un peso específico de $7,68 \text{ Kg/dm}^3$, un punto de fusión $1535 \text{ }^\circ\text{C}$ y un calor específico de $0,11 \text{ Kcal/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$.

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 hierro 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 minerales más utilizados industrialmente son la **magnetita** y la **hematites**.

El mineral de hierro en forma de óxido, es necesario someterlo a unas operaciones preparatorias. Estas tienen por objeto aumentar el porcentaje de hierro del mineral y mejorar sus condiciones físicas (porosidad) para facilitar su posterior *reducción*. El tamaño de los trozos, porcentaje de polvos y la cantidad de la ganga influyen también en el proceso.

Con el fin de separar la ganga se utilizan los métodos de separación *hidromecánica*, *flotación* o *separación magnética*. Estas operaciones suelen ser:

- **Lavado**, para eliminar la tierra y otras impurezas que contenga el mineral.
- **Triturado**, de los trozos demasiados grandes de mineral.
- **Sinterizado**, que consiste en aglomerar los trozos demasiados pequeños y el mineral en polvo, formando trozos de tamaño medio, lo que permite un mayor aprovechamiento del mineral.

El material que se obtiene, desmenuzado en forma de bolitas, posee una concentración de hierro próxima al 70%. Éste debe llevarse a un **alto horno** para obtener una mayor concentración.

En él sucede un proceso siderúrgico llamado **reducción**, que consiste en eliminar el oxígeno del mineral de hierro para que quede el hierro libre. Para ello se emplean unos materiales que reciben el nombre de reductores, siendo el más empleado en *carbón de coque*, que se obtiene de la destilación de la hulla.

En el *alto horno* se introducen:

- El **mineral de hierro** en forma de óxido.
- El **reductor**, coque, que además de actuar como reductor, proporciona con su combustión el calor necesario para alcanzar las temperaturas de fusión del mineral.
- El **fundente** (generalmente, *pieza caliza*), cuya misión consiste en combinarse con la ganga que acompaña al mineral de hierro. De la combinación del fundente y ganga, se obtiene un producto denominado **escoria**, que en estado líquido se separa de la masa

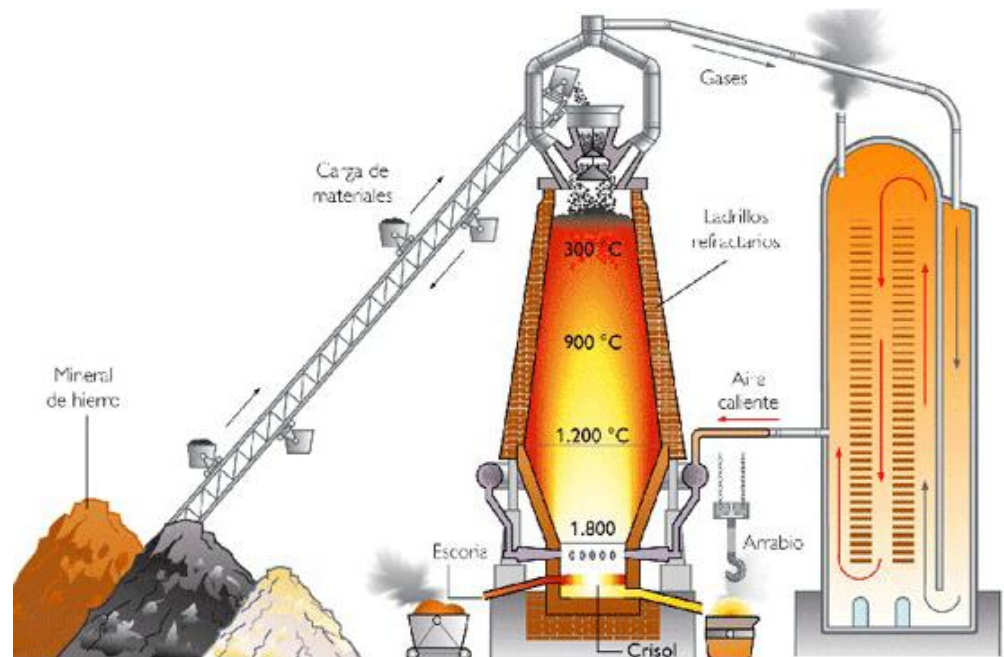
fundida de hierro debido a su menor densidad.

El *mineral de hierro*, el *coque* y el *fundente*, se cargan en el horno por la parte superior llamada **tragante**, y va descendiendo a zonas de mayor temperatura a medida que va comenzando la reducción, llegando a la parte más ancha del horno llamada *vientre* en estado líquido.

El hierro fundido se combina con el carbono, formando el **arrabio**, que desciende hasta el **crisol**. Cuando esta mezcla llega a la **bigotera**, se extraen por ésta las *escorias* formadas por el fundente y ganga.

En este proceso químico aparte del *arrabio* y de las *escorias*, también se producen gases que son eliminados por una salida de la parte alta de la cuba del horno. Los gases se recuperan por el valor energético que contienen y las *escorias* se utilizan para fabricar asfaltos.

Cuando han salido las *escorias* se abre la **piquera**, que se encuentra en el fondo del *crisol, denominado **solera** y se deja salir del*



horno el *arrabio* líquido que se carga en unos contenedores especiales llamados **torpedos** en los que se transporta.

El *arrabio* es un producto frágil y quebradizo con muchas impurezas que no tiene aplicación industrial, por lo que es preciso someterlo a otros procedimientos para transformarlo en **hierro dulce**, **acero** o **fundición**. El *arrabio* contiene mucho hierro pero a su vez un alto contenido en carbono.

5.1.2. EL 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. No tiene muchas aplicaciones industriales por sus malas propiedades mecánicas (resulta muy poroso, se oxida con gran facilidad y presenta con frecuencia grietas internas). Se usa en electricidad y electrónica por sus propiedades magnéticas (formando lo que se conoce como **ferritas**).

5.1.3. ACERO.

El acero es una aleación *hierro-carbono* cuya composición corresponde a cantidades de carbono inferiores al 1,76%, además de contener otras impurezas o metales.

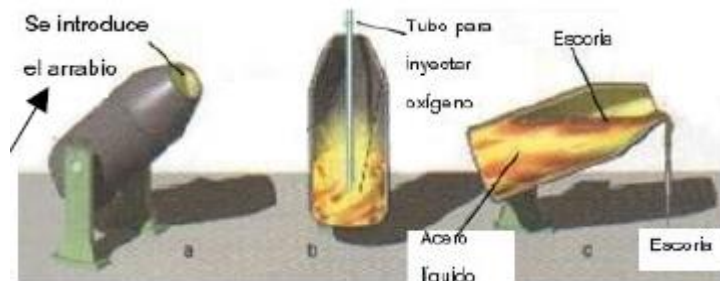
A diferencia de la mayoría de aleaciones, el acero no se obtiene por fusión y mezcla de sus componentes. Para obtener acero es preciso eliminar las impurezas que tiene el arrabio principalmente fósforo y azufre, así como reducir el porcentaje de carbono que suele estar entre el 3% y el 5%, lo cual se consigue por medio del **afino**.

Aunque existen varios procedimientos de afino, en la actualidad los dos más empleados son el **convertidor** o **procedimiento LD** y el **horno eléctrico**. En ambos casos se obtiene acero de excelente calidad.

Afino con convertidor o procedimiento LD

El arrabio en estado líquido transportado en los *torpedos*, se vacía en un recipiente denominado **cuchara**, que lo vierte en el **horno de afino** que recibe el nombre de *convertidor*. Además del *arrabio*, en el convertidor se echa *chatarra*, *fundentes* (cal) y *ferroaleaciones* que se funden con el arrabio.

Dentro del convertidor se inyecta oxígeno a presión a través de una lanza, con lo que se consigue quemar las impurezas y el exceso de carbono del arrabio, convirtiéndose en acero.



Después de esto se inclina el horno y se saca la *escoria* que flota sobre la masa líquida. A continuación se vierte el acero sobre la *cuchara*.

Con el acero procedente del convertidor se realiza la **colada**, que puede ser de tres tipos: **convencional**, **continua** o de **lingoteras**.

Al final de la misma se obtienen unos productos denominados desbastes, que pueden ser de dos tipos, largos (*bloom*) o planos (*slab*). Los desbastes pasan a los trenes de laminación, donde se obtienen las distintas formas comerciales de los aceros: chapas, pletinas, alambres, perfiles estructurales, etc.

Afino en hornos eléctricos

Es un procedimiento costoso, pero los aceros obtenidos son de mejor calidad que los obtenidos en el convertidor LD. Se produce un acero muy homogéneo, sin impurezas y con una composición precisa.

El acero se obtiene a partir de cuatro productos: *chatarra*, *ferroaleaciones* y fundente (cal), que se introducen directamente en el horno.

Puede alcanzar altas temperaturas, lo que le hace adecuado para fundir cualquier aleación ferrosa y otras, incluso de metales que funden a muy alta temperatura.

El calor necesario para la fusión del metal se obtiene de un arco eléctrico formado entre los electrodos de grafito.

En primer lugar se introduce en el horno la chatarra más el fundente. A continuación se

saca la escoria, se añade *carbón de coque* que se emplea como reductor para evitar la oxidación del metal, y se sigue calentando toda la masa. Luego se le añaden las ferroaleaciones.

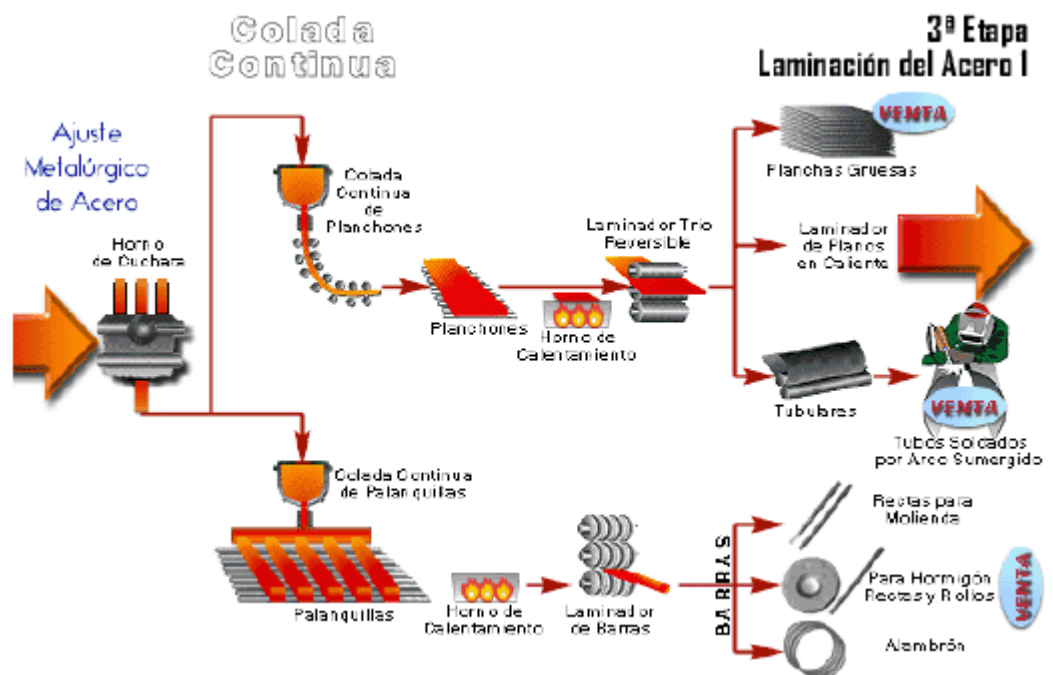
Finalmente se vierte todo el acero fundido sobre una *cuchara especial* que lo llevará al área de **colada**.

Proceso de transformación del acero

El acero fundido que se obtiene a partir de cualquiera de los procedimientos anteriores recibe el nombre de **colada**. Para su posterior transformación, se utilizan tres procesos básicos

- Colada convencional: consiste en verter el acero líquido sobre moldes con la forma de la pieza que se desea obtener. Posteriormente, se deja enfriar el metal y más tarde se extrae la pieza.
- Colada sobre lingoteras: si en un momento determinado la demanda de productos ferrosos es baja, lo que se hace es colarlo (solidificarlo) en el interior de **lingoteras** (moldes prismáticos de fundición y secciones cuadradas) y dejarlo enfriar. Posteriormente, se extrae de la lingotera hasta que la demanda aumente.
- Colada continua: es el procedimiento de colada más moderno y económico que existe. Consiste en verter el acero líquido sobre un molde sin fondo ni tapadera, con forma curva y sección

transversal con la forma geométrica del producto a obtener. El acero líquido, a medida que se va desplazando. El



acero líquido, a medida que se va desplazando se va solidificando. Finalmente, se corta a la medida deseada. De las máquinas de colada continua se obtienen distintos productos que dependen de la forma del molde:

- **Desbastes planos (planchones)**. Se destinan a la fabricación de chapas.
- **Desbastes de sección cuadrada**. Se dedican a la fabricación de perfiles y carriles.
- **Palanquillas de sección cuadrada**. Más pequeña que la de los anteriores. Se destinan a la producción de perfiles redondos.

Dependiendo del ancho estos productos se denominan también *bloom*, si son estrechos y

slab, sin ser más anchos.

Estos productos se obtienen al hacerlos pasar por unos *trenes de laminación*. La **laminación** consiste en hacer pasar el material (acero solidificado) entre dos rodillos o cilindros que giran a la misma velocidad pero de sentido contrario. De esta manera se reduce la sección transversal y se aumenta la longitud. Existen dos tipos de laminación:

- *Laminación en caliente*: la temperatura del material suele ser de unos 1000 °C.
- *Laminación en frío*: se realiza a temperatura ambiente.

La cantidad de trenes de laminación, así como la forma de los rodillos, dependerá del producto que se quiera obtener. En cualquier caso, siempre habrá uno o varios trenes desbastadores y secciones de enfriamiento.

Tipos de aceros y aplicaciones

El acero es sin duda, la aleación más útil para el ser humano. Como sabemos los aceros son aleaciones de hierro y de carbono (entre el 0'03 y el 1'76 %) a las que se pueden añadir otros materiales (manganeso, níquel, silicio, cromo, vanadio, etc.) según las propiedades del tipo de acero que se desee lograr. Se aplican en muchos campos industriales.

Hay dos tipos de aceros:

- **Aceros comunes**. Hechos sólo con hierro y carbono. Dependiendo del porcentaje de carbono, estos aceros poseen unas características determinadas, de manera que a medida que aumenta el contenido en carbono, aumenta la dureza y la resistencia a la tracción y disminuye la plasticidad (maleabilidad y ductilidad).

Los de bajo contenido en carbono son dúctiles y maleables, mientras que los de alto contenido son frágiles y duros. Estos aceros admiten bien los trabajos de *forja* y *laminación* y son aptos para *tratamientos térmicos*.

Aceros bajo en carbono: los aceros producidos con un contenido bajo en carbono entre el 0,1 y el 0,3% se clasifican como aceros bajos en carbono. Se pueden cortar y trabajar con máquina fácilmente, son muy fáciles de soldar y poco resistentes a la corrosión. Debido a su ductilidad y su resistencia a la tracción permite tratamientos mecánicos en frío. Este tratamiento lo vuelve menos dúctil y más frágil. Se emplean en estructuras (alambres, barras, láminas, vigas...), material de ferretería (clavos, tornillos, tuercas...) y piezas forjadas y moldeadas.

Aceros con contenido medio en carbono: estos aceros contienen entre un 0,4% y un 0,5% de carbono. Por tanto, son más duros y menos dúctiles que los aceros bajos en carbono. Son muy tenaces y tienen una resistencia elevada a la tracción. Se usan para la fabricación de productos tenaces y resistentes al desgaste tales como, herramientas (martillos, hachas, llaves...)

Aceros con gran contenido en carbono: estos aceros tienen un contenido de carbono que oscila del 0,5 al 0,7%. Son materiales muy duros y frágiles. Se usan principalmente para herramientas cortantes y productos que tienen que resistir el desgaste (hoja de guillotina,

formones, brocas, muelles...).

- **Aceros aleados o especiales.** Si en el proceso de afino se incorporan al baño de acero elementos como el níquel, cromo, molibdeno, vanadio, cobalto, etc. obtenemos aceros *especiales* o *aleados* que normalmente se utilizan para aplicaciones concretas debido a sus cualidades específicas. Dependiendo de los elementos que añadimos al acero, éstos pueden mejorar ciertas propiedades:

Nombre del elemento	Propiedades que mejoran
Cobalto	Dureza, aumenta sus propiedades magnéticas. Disminuye la templabilidad.
Cromo	Resistencia a la oxidación y corrosión, dureza, tenacidad. Favorece la templabilidad.
Manganeso	Dureza, resistencia al desgaste y a la tracción. Aumenta la templabilidad.
Molibdeno	Dureza, tenacidad. Aumenta la templabilidad.
Níquel	Resistencia a la corrosión, resistencia a la tracción. Aumenta la templabilidad.
Silicio	Elasticidad, aumento de la conductividad magnética
Vanadio	Dureza, resistencia a la fatiga, la tracción y al desgaste.

5.1.4. LA FUNDICIÓN.

Las fundiciones son aleaciones de hierro y carbono con mayor contenido que el acero (entre el 1,76 y el 6,67%) y adquieren su forma directamente de la colada. Es un material muy frágil y quebradizo con una capa exterior muy dura. Tienen una resistencia elevada a la compresión, pero resistencia baja a la tracción. No se someten a procesos de deformación ni en frío ni en caliente, no son dúctiles ni maleables y no pueden forjarse ni laminarse. Son poco tenaces, pero resistentes al desgaste por rozamiento. Son fáciles de moldear y se emplean en la fabricación de piezas de gran tamaño. Al tener más carbono resisten mejor la corrosión y los cambios de temperatura.

Su fabricación es más sencilla que la del acero, ya que su punto de fusión es más bajo y, por tanto, la mecanización resulta más fácil. Las piezas de fundición, por su fácil fabricación, son más baratas que las de acero.

Obtención de la fundición

El arrabio procedente del alto horno que se va a destinar a fundiciones se transporta en los torpedos y se cuela en unos moldes denominados *lingoteras*, donde al solidificar queda en forma de **lingotes**.

El arrabio se introduce en un **horno de cubilote**, colocando capas alternas de *arrabio* y de *coque* mezclado con *fundente* (piedra caliza). Una vez lleno el horno se inyecta aire por unas toberas lo que facilita su combustión, cayendo el metal fundido en la parte inferior del horno denominado **crisol**, a través de los huecos que deja el coque al quemar. Cuando el metal está fundido se deja salir a la escoria por un conducto y posteriormente se recoge la fundición en

estado líquido en una **cuchara** y se vierte en los moldes con la forma adecuada de las piezas que se desea obtener. Este proceso está en desuso.

Clasificación y aplicaciones de las fundiciones

Las características de una fundición no dependen solamente de su composición química, sino del proceso de elaboración. Ambas formas van a determinar la manera de presentar el carbono (combinado, en forma de grafito laminar, esferoidal, etc.)

Su clasificación se hace atendiendo al aspecto de la fractura (color y forma que tiene cuando se rompe), propiedades y composición. Se clasifican en:

- **Fundiciones ordinarias.** Hechas sólo con hierro y carbono y algunas pequeñas impurezas (parte de otro material). No se pueden trabajar en la forja. Por el aspecto que presenta su fractura se pueden clasificar en:
 - ***Fundición blanca:*** presenta todo o parte del carbono que contiene en forma de carburo de hierro o cementita, siendo éste el constituyente más duro de los aceros. Pero tiene el inconveniente de ser muy frágil. Su fractura es de un color blanco brillante, de ahí su nombre. Tiene una dureza muy alta y es casi imposible de mecanizar. Se fabrican engranajes para automóviles y maquinaria agrícola.
 - ***Fundición gris:*** presenta todo o parte del carbono en forma de finas láminas de grafito, repartidas entre la masa de hierro. Tiene grano fino. Es fácil de mecanizar y su dureza es menor que la anterior. Se emplea para la mayoría de las piezas mecánicas que han de servir de soporte o de alojamiento de mecanismos (ejemplo: carcasa de motores, bancadas de máquinas, etc.).
 - ***Fundición atruchada:*** sus propiedades son intermedias entre la fundición blanca y la gris. Recibe el nombre por su color, parecido al de las truchas.
- **Fundiciones aleadas.** Hechos con hierro, carbono y otros elementos en mayores proporciones con los cuales mejoran sus propiedades. Las propiedades mecánicas son mejores que las de las fundiciones ordinarias.
- **Fundiciones especiales.** Se obtiene a partir de las fundiciones ordinarias, mediante tratamientos térmicos adecuados o añadiendo algún elemento químico.

5.2. METALES NO FERROSOS.

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

Los materiales no férricos son más caros y difíciles de obtener que los férricos, sin embargo presentan algunas propiedades que los hacen necesarios: son más difíciles de oxidar, conducen mejor la electricidad y el calor, funden a temperaturas más bajas, son más fáciles de mecanizar, etc. Se pueden clasificar según su densidad en:

- **Pesados:** son aquellos cuya densidad es igual o mayor a 5 Kg/dm^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 Kg/dm^3 . Los más utilizados son el

aluminio y el titanio.

- **Ultraligeros:** su densidad es menor a 2 Kg/dm^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, en estado puro, son blandos y poseen una resistencia mecánica bastante reducida.

Para mejorar sus propiedades, los metales puros suelen alearse con otros. Las aleaciones de productos no ferrosos tienen gran cantidad de aplicaciones:

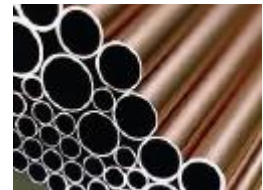
- Monedas (fabricadas con aleaciones de cobre, níquel y aluminio)
- Filamentos de bombillas (wolframio)
- Material de soldadura de componentes electrónicos (estaño-plomo)
- Recubrimientos (cromo, níquel, cinc)
- Etcétera.

Los metales no ferrosos más importantes son: cobre, estaño, plomo, cinc, aluminio, titanio y algunas de sus aleaciones.

5.2.1. METALES PESADOS.

Cobre

El cobre es un metal puro y el tercer metal más importante del mundo. Su símbolo químico es *Cu*, su peso específico $8,94 \text{ Kg/dm}^3$ y su punto de fusión $1083 \text{ }^\circ\text{C}$. Es un metal de color rojo brillante, muy resistente a la corrosión, conduce muy bien el calor y la electricidad, es muy dúctil y maleable. Se obtiene de minerales como la **cuprita**, la **calcopirita** y la **malaquita**. Cuando se oxida se recubre de una capa de carbonato llamada *cardenillo* que la protege de la oxidación posterior.



Se ha usado desde la antigüedad para hacer armas, adornos, monedas, etc. Hoy se usa en conductores eléctricos, bobinas, alambiques y conducciones de gas y agua, así como otros usos en construcción.

Existen dos métodos de obtención del cobre: por *vía húmeda* y por *vía seca*.

Proceso de obtención del cobre por vía seca

Se utiliza cuando el contenido de cobre supera el 10%. El procedimiento consiste en triturar y moler el mineral, y una vez triturado, introducirlo en una cuba de agua para separarlo de la ganga por flotación. El mineral concentrado se lleva a un horno, donde se oxida parcialmente (el hierro, pero no el cobre) y a continuación, se mete en un horno de reverbero, donde se funde, al cual se le añade fundente para que reaccione con el óxido de hierro y forme escoria. De todo este proceso se consigue cobre al 40%, si se quiere obtener el 99% es necesario un proceso de electrolítico. Este proceso es el más utilizado.

Proceso de obtención del cobre por vía húmeda

Se emplea cuando el contenido en cobre del mineral es inferior al 10%. El procedimiento

consiste en triturar todo el mineral y añadirle ácido sulfúrico. Luego, mediante un proceso de electrólisis, se obtiene el cobre.

Sus aleaciones principales son:

- **Bronce.** Aleación de cobre y estaño, tanto más dura cuanto más estaño contiene. Tienen buena resistencia a la corrosión. Se utiliza en esculturas, campanas, engranajes, etc.
- **Latón.** Aleación de cobre y cinc usada para hacer canalizaciones, tornillos, grifos, válvulas de gas y agua, bisagras, etc.
- **Cuproníquel.** Aleación de cobre y níquel que se utiliza en monedas y contactos eléctricos.



Estaño

Su símbolo es el *Sn*, su peso específico $7,28 \text{ Kg/dm}^3$ y su punto de fusión $231 \text{ }^\circ\text{C}$. Se conoce desde la antigüedad pero se consideraba una variante del plomo. El estaño es un metal de aspecto blanco brillante, muy resistente al aire, fácil de fundir y de trabajar. Es poco dúctil, muy maleable en frío y en caliente se torna quebradizo. Se obtiene de la **casiterita** que es un óxido de estaño, pero su riqueza en estaño es muy baja.

Se emplea, aleado con plomo o con plata, para soldadura blanda. También para recubrir el hierro, obteniendo *hojalata*, y para recubrir el cobre, pues al no ser tóxico puede usarse en instrumentos de alimentación. Aleado con el cobre forma el *bronce*.



Proceso de obtención

Es necesario concentrarlo por su baja riqueza. Para ello se tritura y se lava. Después se somete a un proceso de tostación para eliminar los sulfuros. A continuación se reduce en un horno de reverbero, usando antracita. Se moldea en bloques.

El proceso de afino se lleva a cabo en una cuba electrolítica, el ánodo está formado por planchas de estaño bruto y el cátodo por láminas de estaño puro.

Plomo

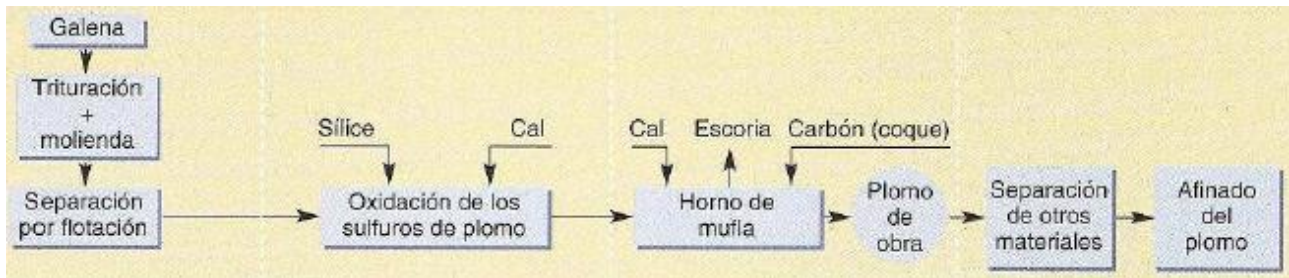
Su símbolo químico es *Pb*, su peso específico $11,34 \text{ Kg/dm}^3$ y su punto de fusión $327 \text{ }^\circ\text{C}$. Era conocido en la antigüedad pero se comenzó a utilizar a escala industrial en el S. XIX. El mineral más empleado es la **galena**. Es de color gris metálico, blando, maleable, pesado y muy frágil. Buen conductor térmico y eléctrico. Se oxida con facilidad, formando una capa de carbonato básico que lo autoprotege.

Su elevada densidad lo hace opaco a las radiaciones electromagnéticas por lo que se usa en instalaciones médicas de radiología y centrales nucleares.

Resiste bien los ácidos sulfúrico y clorhídrico, pero es atacado por el ácido nítrico y el vapor de azufre. Por su comportamiento con los ácidos se utiliza para fabricar recipientes que hayan de contenerlos. Se usa en la industria del vidrio como aditivo porque le da mayor peso y dureza. La fabricación de acumuladores constituye la principal utilización del plomo. Las aleaciones de plomo y estaño se usan en soldadura blanda.

El plomo es un veneno ya que el organismo es incapaz de eliminarlo. La intoxicación de plomo y sus derivados se denomina saturnismo.

Proceso de obtención



5.2.2. METALES LIGEROS.

Aluminio

Su símbolo químico es *Pb*, su peso específico $2,7 \text{ Kg/dm}^3$ y su punto de fusión $660 \text{ }^\circ\text{C}$. Es el metal más abundante de la naturaleza. El aluminio es un metal de color plateado claro, baja densidad, es muy resistente a la oxidación, buen conductor del calor y la electricidad y fácil de mecanizar (muy dúctil y maleable). El mineral del que se obtiene el aluminio es la **bauxita**.

Al contacto con el aire se cubre rápidamente con una capa dura y transparente de óxido de aluminio que resiste la posterior acción corrosiva, Es por esto, por lo que los materiales hechos de aluminio no se oxidan.

Por su baja densidad y su conductividad relativamente alta se utiliza como sustituto del cobre en cables de conducción eléctrica de gran longitud. Con el se fabrican productos muy variados, desde latas de refrescos, como fuselajes de aviones, ventanas, maquinaria, utensilios de cocina, envoltorios de alimentos, etc.



Se emplea en aleaciones ligeras, tan resistentes como el acero y mucho menos pesadas. Las más conocidas son:

- **Duraluminio** (aluminio+ bronce): se usa en bases de sartenes, llantas de coche, bicicletas, etc.
- **Aluminio + magnesio**: se emplea mayoritariamente en aeronáutica y en automoción.

La obtención del aluminio a partir de la bauxita, precisa de gran cantidad de energía, por lo que es importante su reciclado.

Titanio

Su símbolo químico es *Ti*, su peso específico $4,45 \text{ Kg/dm}^3$ y su punto de fusión $1800 \text{ }^\circ\text{C}$. Su mineral más común es el **rutilo**. Se encuentra abundantemente en la naturaleza ya que es uno de los componentes de todas las rocas de origen volcánico. Es un metal blanco plateado que resiste mejor la oxidación y la corrosión que el acero inoxidable. Es ligero, muy duro y de gran resistencia mecánica. Las propiedades mecánicas son análogas, e incluso superiores, a las del acero, pero tiene la ventaja de que las conserva hasta los $400 \text{ }^\circ\text{C}$.

Dada su baja densidad y sus altas prestaciones mecánicas, se emplea en: estructuras y

elementos de máquinas en aeronáutica (aviones, cohetes, misiles, transbordadores espaciales, satélites de comunicaciones, etc.), herramientas de corte (nitrato de titanio), aletas para turbinas (carburo de titanio) y pinturas antioxidantes (en forma de óxido y pulverizado).

Se está utilizando en odontología como base de piezas dentales y en la unión de huesos, así como en articulaciones porque la incrustación de titanio en el hueso del cuerpo humano no provoca rechazo alguno y, pasado algún tiempo, se produce una soldadura de manera natural.

También se emplea para recubrimiento de edificios.

Proceso de obtención

El proceso de extracción es muy complejo por lo que encarece extraordinariamente el producto final.

El método de obtención del titanio que más se emplea en la actualidad es el *método Kroll*, que consta de:

- **Cloración:** se calienta el mineral al rojo vivo y se le añade carbón obteniendo tetracloruro de titanio.
- **Transformación:** El compuesto se introduce en un horno a 800 °C y se introduce un gas inerte y magnesio. Se forma titanio esponjoso.
- **Obtención:** El titanio esponjoso se introduce en un horno eléctrico y se le añade fundente, el resultado es titanio puro.

5.2.3. METALES ULTRALIGEROS.

Magnesio

Su símbolo químico es *Mg*, su peso específico es $1,74 \text{ Kg/dm}^3$ y su punto de fusión 650 °C. Los minerales de magnesio más importantes son: **carnalita** (es el más empleado y se halla en forma de cloruro de magnesio, que se obtiene del agua del mar), **dolomita** y la **magnesita**. El metal puro no se encuentra en la naturaleza. Tiene un color blanco brillante, parecido al de la plata. Es maleable y poco dúctil.

Tiene gran afinidad por el oxígeno y reacciona rápidamente cuando está pulverizado. Debido a esto se emplea en pirotecnia por su combustión casi explosiva. Forma aleaciones ultraligeras (aluminio-magnesio) por su densidad extraordinariamente baja. Se utilizan en la fabricación de bicicletas, automóviles, llantas y motocicletas de competición. Además, el metal se adiciona para eliminar el azufre del acero y el hierro.



Procedimiento de obtención

Dependiendo del mineral se obtiene por:

- **Electrólisis:** se aplica al cloruro de magnesio fundido.
- **Por reducción:** consiste en introducir el mineral en un horno eléctrico, al que se le añade fundente para provocar la eliminación de oxígeno. Así se libera el magnesio metálico.

5.3. TRATAMIENTOS DE LOS METALES PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES.

Los metales se pueden someter a una serie de tratamientos para potenciar sus propiedades: dureza, resistencia mecánica, plasticidad para facilitar su conformado,...

Existen cuatro clases de tratamientos:

- **Tratamientos térmicos.** El metal es sometido a procesos térmicos en los que no varía su composición química, aunque sí su estructura cristalina.
- **Tratamientos termoquímicos.** Los metales se someten a enfriamientos y calentamientos, pero además se modifica la composición química de su superficie exterior.
- **Tratamientos mecánicos.** Se mejoran las características de los metales mediante deformación mecánica, con o sin calor.
- **Tratamientos superficiales.** Se mejora la superficie de los metales sin variar su composición química másica. En estos tratamientos, a diferencia de los termoquímicos, no es necesario llevar a cabo calentamiento alguno.

Los tratamientos no deben alterar de forma notable la composición química del metal pues, en caso contrario, no sería un tratamiento, sino otro tipo de proceso.

Tratamientos térmicos

Son operaciones de calentamiento y enfriamiento de los metales que tienen por objeto modificar su estructura cristalina (en especial, el tamaño del grano). La composición química permanece inalterable.

Existen tres tratamientos fundamentales:

- **Recocido.** El metal se calienta durante cierto tiempo a una temperatura determinada y, a continuación, se *enfría lentamente*. Se consigue una mayor plasticidad para que pueda ser trabajado con facilidad. La temperatura y la duración de este tratamiento dependerán del grado de plasticidad que se quiera comunicar al metal.
- **Temple.** Consiste en el calentamiento del metal, seguido de un posterior *enfriamiento* realizado de forma *brusca*. Con esto se consigue obtener un metal muy duro y resistente mecánicamente. El endurecimiento adquirido por medio del temple se puede comparar al que se consigue por deformación en frío.
- **Revenido.** Se aplica exclusivamente a los metales templados, pudiendo considerarse como un tratamiento complementario del temple. Con ello se pretende *mejorar la tenacidad* del metal templado, a costa de disminuir un poco su dureza.

Tratamientos termoquímicos

Los tratamientos termoquímicos consisten en operaciones de calentamiento y enfriamiento de los metales, completadas con la aportación de otros elementos en la superficie de las piezas.

Los más relevantes son:

- **Cementación.** Consiste en la *adición de carbono* a la superficie de un acero que presente un bajo contenido en carbono a una cierta temperatura. Se obtiene así una *dureza superficial* muy elevada.

- **Nitruración.** Es un proceso de endurecimiento del acero por absorción de nitrógeno a una temperatura determinada. Además, proporciona una buena *resistencia a la corrosión*. Se utiliza para endurecer piezas de maquinaria (bielas, cigüeñales, etc.); también herramientas, como brocas, etcétera.
- **Cianuración.** Es un tratamiento intermedio entre los dos anteriores. Se utiliza no solamente en aceros con bajo contenido en carbono (como en el caso de la cementación), sino también en aquéllos cuyo contenido en carbono sea medio o alto, cuando se pretende que adquieran una buena *resistencia*.
- **Carbonitruración.** Consigue aumentar la *dureza* de los aceros mediante la absorción simultánea de carbono y nitrógeno a una temperatura determinada. La diferencia con el tratamiento anterior radica en que la carbonitruración se realiza mediante gases, y la cianuración por medio de baños. Se emplea en piezas de gran espesor.
- **Sulfinitación.** Mediante la inmersión del metal en un baño especial se consigue incorporarle una capa de carbono, nitrógeno y, sobre todo, azufre. Con este tratamiento se aumenta considerablemente la *resistencia al desgaste* de los metales, a la vez que se disminuye su coeficiente de rozamiento.

Tratamientos mecánicos

Mejoran las características de los metales por deformación mecánica, con o sin calor. Existen los siguientes tratamientos mecánicos:

- **Tratamientos mecánicos en caliente**, también denominados **forja**. Consisten en calentar un metal a una temperatura determinada para, luego, deformarlo golpeándolo fuertemente. Con esto se afina el tamaño del grano y se eliminan del material sopladuras y cavidades interiores, con lo que se *mejora su estructura interna*.
- **Tratamientos mecánicos en frío.** Consisten en deformar el metal a la temperatura ambiente, bien golpeándolo, o por trefilado o laminación. Estos tratamientos incrementan la *dureza* y la *resistencia mecánica* del metal y, también, acarrearán una *disminución en su plasticidad*.

Tratamientos superficiales

Los más utilizados son:

- **Metalización.** Se proyecta un metal fundido, pulverizándolo sobre la superficie de otro. Con esto se consigue comunicar a la superficie de un metal las características de otro diferente.
- **Cromado.** Se deposita cromo electrolíticamente sobre el metal; de esta manera, se disminuye su coeficiente de rozamiento y se aumenta su *resistencia al desgaste*.

5.5. IMPACTO AMBIENTAL DE LOS MATERIALES METÁLICOS.

La evaluación y valoración del impacto ambiental producido por la extracción, transformación, fabricación y reciclado de materiales metálicos constituye una técnica generalizada en todos los países industrializados y, especialmente en la Unión Europea. Este impacto se produce:

- **Durante la extracción de los minerales.** Si esta extracción se realiza a cielo abierto, el

impacto todavía puede ser mayor, ya que puede afectar a determinados hábitats.

- **Durante la obtención de los distintos metales.** Las emisiones que salen de las fábricas destinadas a la obtención de metales dañan a la atmósfera. La contaminación acústica causada por los aparatos de estas fábricas. Tenemos diversos tipos de impactos.

	<i>Tipo de impacto</i>	<i>Medidas correctoras</i>
<i>Emisiones</i>	<ul style="list-style-type: none"> • De metales pesados (óxidos metálicos y vapores metálicos volátiles), que son cancerígenos. • Gases, polvo e hidrógeno gaseoso, que es muy corrosivo (peligroso para la salud y el medio ambiente). 	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar que salgan de la fábrica. • Seleccionar emplazamiento. • Usar mascarillas.
<i>Aguas residuales</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas de lavado y decapado de metales (soluciones alcalinas y ácidas). • Fangos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Neutralizar mediante productos químicos. • Vertederos controlados (evitar que haya escapes y pueda contaminar aguas subterráneas).
<i>Contaminación acústica</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Causada por instalaciones y aparatos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aislamiento exterior. Si el nivel es superior a 80 decibelios, usar protectores auditivos.

En particular, en el *proceso de obtención del hierro* 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*.

Residuos

La industria, para fabricar los productos que usamos diariamente, genera gran cantidad de residuos. Muchos de estos residuos pueden ser reciclados, pero otros no.

Los residuos industriales se pueden clasificar en *inertes* y *tóxicos*:

- *Residuos inertes.*

Son aquellos que no presentan ningún riesgo para el ambiente ni para las personas, bien porque la propia naturaleza se encarga de degradarlos o porque, una vez depositados en el vertedero, no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas importantes.

- *Residuos tóxicos y peligrosos.*

Son aquellas sustancias inflamables, corrosivas, tóxicas o que pueden producir reacciones químicas (si su concentración es mayor de un valor determinado), originando peligros para la salud o para el medio ambiente. Estos residuos pueden ser: sólidos, líquidos o gaseosos.

- **Durante el proceso de reciclado.** El impacto ambiental es mucho menor que en la obtención de minerales, pero también es importante.