

METALES NO FERROSOS

Introducción

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 **cuatro** grupos

a. Metales **pesados**: Son aquellos cuya densidad es igual o mayor a 5 gr/cm³. Se encuentran en este grupo el cobre, el estaño, el plomo, el cinc, el níquel, el cromo y el cobalto.

b. Metales **ligeros**: Tienen una densidad comprendida entre 2 y 5 gr/cm³. Los más utilizados son el aluminio y el titanio.

c. Metales **ultraligeros**: Su densidad es menor a 2 gr/cm³. 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.

d. Metales **nobles**: densidad alta. Este grupo, por su densidad, debería pertenecer a los metales pesados pero por su relevancia histórica siempre se han estudiado por separado. Son el oro, la plata y el platino.

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.

1 - COBRE

Las propiedades de este metal son:

- Es uno de los metales no ferrosos de mayor utilización.
- Tiene un color rojo-pardo.
- Su conductividad eléctrica es elevada (solo superada por la plata).
- Su punto de fusión es de 1083°C.
- Su conductividad térmica también es elevada.
- Es un metal bastante pesado, su densidad es 8'9gr/cm³.
- Resiste muy bien la corrosión y la oxidación.
- Es muy dúctil y maleable.

Obtención del cobre

Los minerales mas 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**

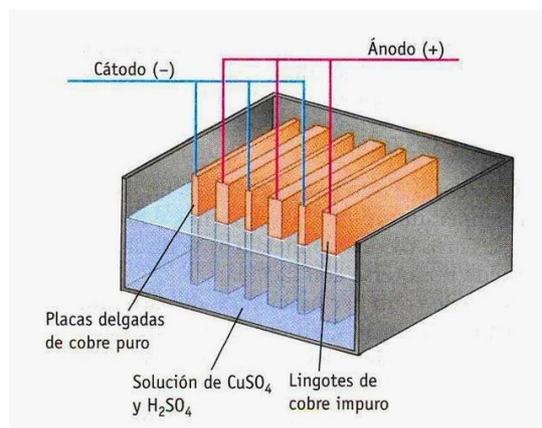
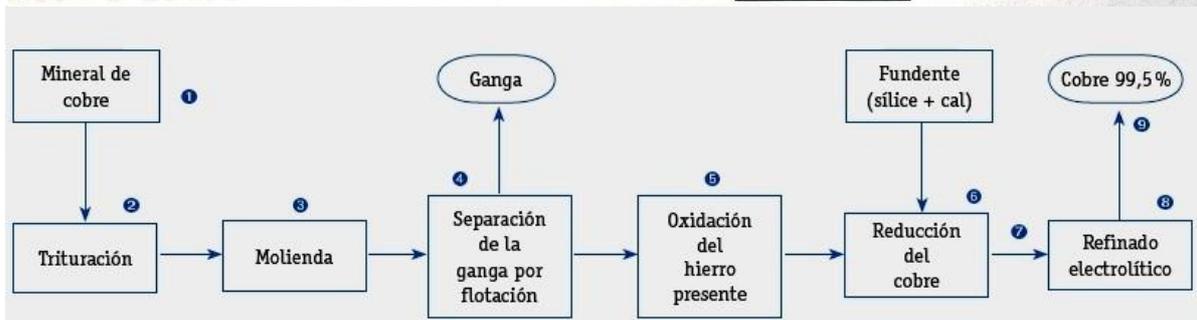
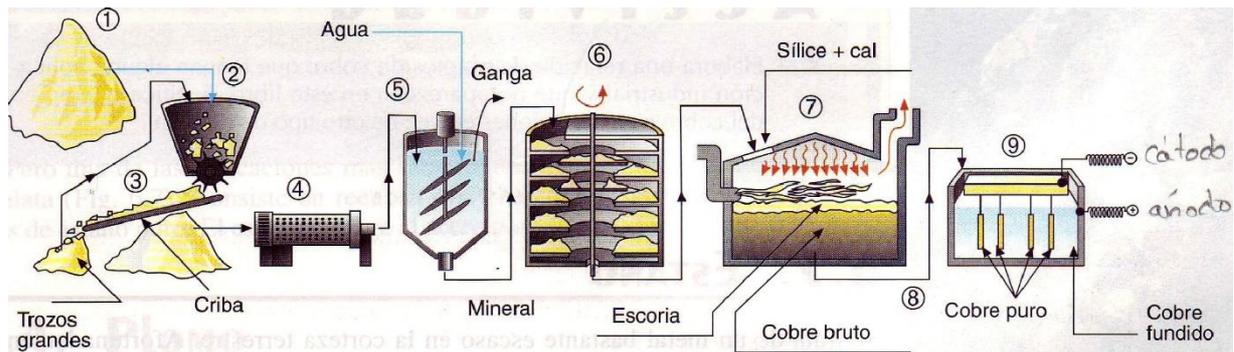
- La vía **seca**

A. Vía **húmeda**: Se emplea solamente cuando el contenido de cobre en el mineral es muy reducido (menos de un 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).

B. Vía **seca**: Se emplea solamente cuando el contenido de cobre supera el 10%. Consta de las siguientes fases.

1. Se **tritura** el mineral, se **criba** y se **muele** hasta reducirlo a **polvo**.

2. Se introduce en un recipiente con **agua** abundante, donde se agita para eliminar la ganga que flota.
 3. La mena que quede se lleva a un **horno de pisos** donde se oxida para eliminar el hierro presente. De este modo se separa el cobre del hierro.
 4. A continuación se introduce el mineral de cobre en un **horno donde se funde**. Luego se añade **silíce** y **cal** que reaccionan con el azufre y restos de hierro, formando la **escoria** que flota y se elimina. El cobre líquido que se encuentra debajo se denomina **cobre bruto**, cuya pureza es del 40%.
 5. 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%.



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.

· **Latones binarios cobre–cinc.**

Los Latones Binarios tienen características muy específicas y sus aplicaciones están relacionadas con el porcentaje de zinc que contenga la aleación. Usos:

Bisutería de fantasía.
Discos para monedas e insignias.
Quincallería.
Fundas de balas.
Aplicaciones industriales.
Instrumentos musicales.
Telas metálicas.
Radiadores de automóviles.
Accesorios de fontanería sanitaria.
Arquitectura.

· **Latones con plomo.**

Desde el punto de vista de la maquinabilidad, los latones con plomo están a la cabeza de todas las demás aleaciones.

Piezas roscadas para electrotecnia
Engranajes
Conexiones machos y hembras
Piezas para circuitos eléctricos e instrumentos de precisión
Relojería
Válvulas para bicicletas
Tornos automáticos de gran velocidad
Accesorios para carpintería
Piezas para automóviles
Elementos mecánicos diversos
Accesorios decorativos
Marcos de puertas, ventanas y vitrinas
Rieles para cortinas

· **Latones especiales.**

Los Latones Especiales se obtienen añadiendo uno o más elementos a los latones simples con el fin de mejorar las características de estos.

Los elementos utilizados industrialmente, además del plomo, son el estaño, aluminio, manganeso, hierro, níquel, silicio y, en pequeñas proporciones, arsénico. Estos elementos se agregan para mejorar las propiedades mecánicas y aumentar la resistencia a ciertas formas de corrosión. Entre los Latones Especiales existe una gran variedad, pero los más importantes son los siguientes:

Latón con Aluminio, Latón Almirantazgo, Latón Naval, Latones de Alta Resistencia.

La Hélice naval de latón de alta resistencia, es una aplicación de Latón Especial.

Por sus características, los Latones Especiales son utilizados en la fabricación de:

Tubos de Condensadores
Tubos de Evaporadores y de Cambiadores de Calor
Quincallería naval
Engranajes
Tuberías para aire comprimido e hidráulica
Perfiles arquitectónicos

· **Bronces:**

- Cu con Sn (o cualquier otro metal menos el Zn). La aleación básica de bronce contiene aproximadamente el 88 % de cobre y el 12 % de estaño.
- Alta resistencia mecánica
- Elevada resistencia a la corrosión

- La aleación alfa de bronce con un 4 a 5 % de estaño se utiliza para acuñar monedas y para fabricar resortes, turbinas, y herramientas de corte.
- **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.
- **Bronce para armas de fuego**

- A partir del descubrimiento de la pólvora se utilizó un bronce para cañones compuesto por un 90 a 91 % de cobre y un 9 a 10 % de estaño, proporción que se denomina comúnmente "*bronce ordinario*". Estas armas eran conocidas en China en épocas tan tempranas como el siglo XI a. C., y en Europa se utilizaron a partir del siglo XIII tanto para cañones como en falconetes.

Para el siglo XV la artillería del Imperio otomano contaba con grandes bombardas de bronce.

- Bronce para campanas

- La fundición para campanas es generalmente frágil. La mayor proporción de cobre produce tonos más graves y profundos a igualdad de masa, mientras que el agregado de estaño, hierro o zinc produce tonos más agudos. Para obtener una estructura más cristalina y producir variantes en la sonoridad, los fundidores han utilizado también otros metales como antimonio o bismuto en pequeñas cantidades. La aleación con mayor sonoridad para fabricar campanas es el denominado metal de campana, que consta de 78 % de cobre y de 22 % de estaño. Es relativamente fácil para fundir.

- **Alpaca:**

La alpaca es una aleación de cobre, níquel, cinc y estaño.

Debido a que las alpacas presentan una maquinabilidad relativamente baja, es necesario mejorar esta propiedad agregando plomo.

Las alpacas con plomo pueden ser moldeadas. Sin embargo, se encuentran más frecuentemente, en forma de productos forjados, tales como chapas o barras que se prestan bien al maquinado, como asimismo llaves y bulones. Sus aplicaciones son variadas, pero se destacaron algunas áreas como las Telecomunicaciones, Arquitectura, Decoración, etc.

- **Conformado de las aleaciones de cobre:**

Fabricación: Se obtienen en el estado de recocido y pueden soportar gran cantidad de trabajo en frío y se les puede dar la forma deseada por embutido profundo, rebordeado, rechazado, doblado y operaciones similares. El latón endurecido por trabajo en frío se ablanda a aproximadamente 593°C. Soldadura, generalmente por el método oxiacetilénico, con un suministro suficiente de calor para vencer su alta conductividad térmica. Puede soldarse por arco eléctrico, con la aplicación de la soldadura por arco metálico protegido y por arco metálico o de tungsteno con protección gaseosa. Todas las aleaciones de cobre, excepto las que tienen aluminio, pueden soldarse con soldadura blanda o de plata.

Maquinado, se realiza con facilidad con los métodos usuales y las herramientas estándar destinadas para el acero, pero con velocidades más altas. Para fines de maquinado, las aleaciones de cobre pueden dividirse en tres grupos:

–Grupo A: de estructura homogénea que son tenaces y dúctiles y forman una viruta larga y continua.

–Grupo B: exentas de plomo de estructura duplex, forman una viruta larga pero frágil.

–Grupo C: con adición de 0.5 a 3.0% de plomo.

Las aleaciones de cobre son altamente resistentes al ataque atmosférico y al agrietamiento.

· Resistencia a la corrosión:

Todas las aleaciones de cobre son altamente resistentes al ataque atmosférico, pero para la exposición a la intemperie son preferibles las que contienen mas de 80% de cobre (o el cobre mismo) a causa de su resistencia al agrietamiento por esfuerzos introducidos en la elaboración.

Son aleaciones con alto contenido de cobre:

a) Cobre–Cadmio y Cobre–Cadmio–Estaño.

b) Cobre–Cromo.

c) Cobre–Berilio y Cobre–Berilio–Cobalto.

d) Cobre–Níquel–Silicio.

e) Cobre–Silicio– Manganeseo

Cobre–cadmio–estaño

Líneas telefónicas

Conductores de líneas de ferrocarriles eléctricos.

La aleación cobre–cadmio proporciona la conducción eléctrica, resistencia a la abrasión necesarias para el transporte de alta velocidad.

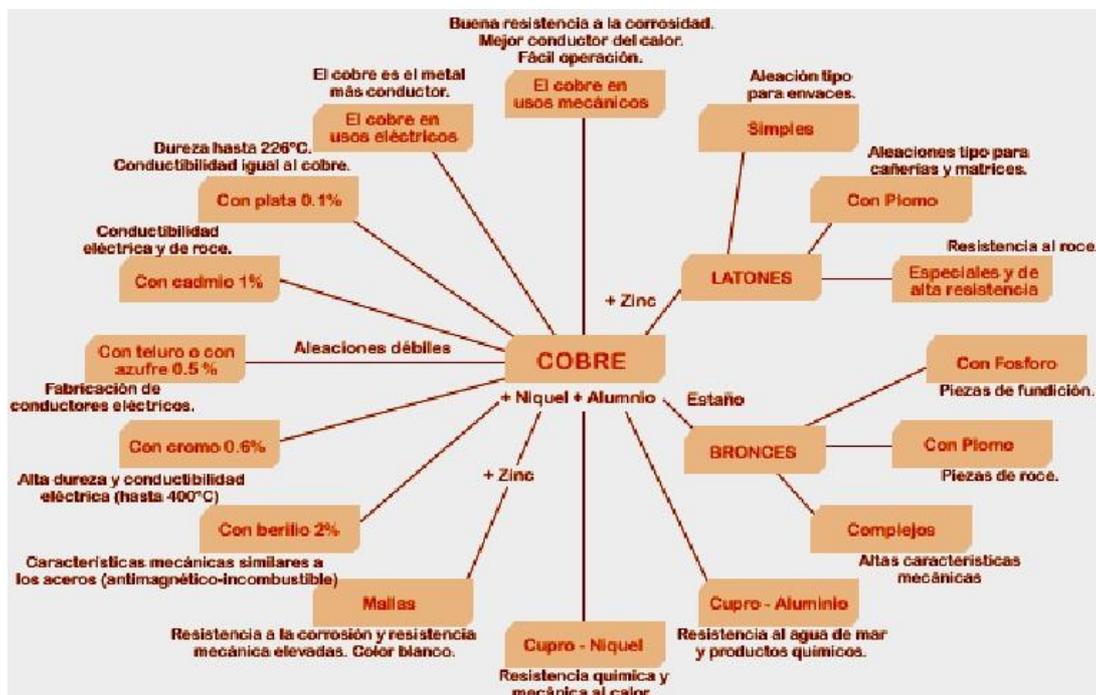
Cobre–bronce–alpaca;

Moneda.

Cobre–berilio–cobalto

Herramientas de cuproberilio para trabajos en presencia de materiales explosivos.

Matrices para plásticos



Aleación	Tipos/composición	Algunas aplicaciones
Bronce (aleación de cobre y estaño)	Ordinario. Sólo lleva cobre y estaño (del 5 al 30 %).	Campanas y engranajes.
	Especial. Lleva cobre, estaño y otros elementos químicos.	Esculturas y cables eléctricos.
Latón (aleación de cobre y cinc)	Ordinario. Sólo lleva cobre y cinc (del 30 al 55 %).	Tomillería.
	Especial. Lleva cobre, cinc y otros elementos químicos.	Grifos, tuercas y tornillos.
Cuproaluminio	Aleación de cobre y aluminio.	Hélices de barco, turbinas, etcétera.
Alpaca	Aleación de cobre, níquel y cinc. Tiene un color plateado.	Joyería barata, cubiertos, etcétera.
Cuproníquel	Aleación de cobre y níquel (del 40 al 50 %).	Monedas y contactos eléctricos.

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 fontanería, tuberías y calderas.

	Aleación	Características/aplicaciones
En forma de aleación	Latones (Cobre y cinc)	Por ser más barato el cinc que el estaño, en muchas aplicaciones el latón está sustituyendo al bronce.
	Plata alemana o alpaca (Cu + Ni + Zn)	Utilizada antiguamente en cubertería. En la actualidad se utiliza en joyería barata y fabricación de estuches.
	Zamak (Al + Cu + Zn)	Se emplea para la obtención de piezas de gran precisión y de gran calidad superficial, con lo que no necesitan mecanizado.
En estado puro		Recubrimiento de tejados.
	En forma de chapas de diferentes espesores	Canalones y cornisas, así como tubos de bajada de agua y depósitos. Recubrimiento de pilas (Fig. 10.11).
Recubrimiento de piezas		• <i>Galvanizado electrolítico</i> : consiste en recubrir, mediante electrólisis, un metal con una capa muy fina de cinc (unas 15 milésimas de milímetro).
		• <i>Galvanizado en caliente</i> : la pieza se introduce en un baño de cinc fundido. Una vez enfriada, el cinc queda adherido y la pieza protegida.
		• <i>Metalizado</i> : se proyectan partículas diminutas de cinc, mezcladas con pintura, sobre la superficie a proteger.
		• <i>Sherardización</i> : consiste en recubrir con polvo de cinc una pieza de acero e introducirla en un horno. Por el calor, el cinc penetra en el acero.
Otras formas		Bronceadores, desodorantes, etcétera.
	Oxidos de cinc	Colorantes, pegamentos, conservantes, etcétera.

2 - ALUMINIO

Las propiedades de este metal son:

- Es un metal muy ligero ($2,7 \text{ gr/cm}^3$) y muy resistente a la oxidación.
- Es un buen conductor eléctrico y del calor.
- Es muy dúctil y maleable.
- Su punto de fusión es de 660°C .
- Es el elemento metálico más abundante en la corteza terrestre.
- Resistencia a la corrosión y la oxidación.

Obtención del aluminio

No se encuentra en la naturaleza en estado puro. El proceso para la producción de aluminio se realiza extrayendo del mineral, la bauxita, mediante purificación, la *alúmina* y, en una segunda fase, mediante electrolisis se obtiene el metal.

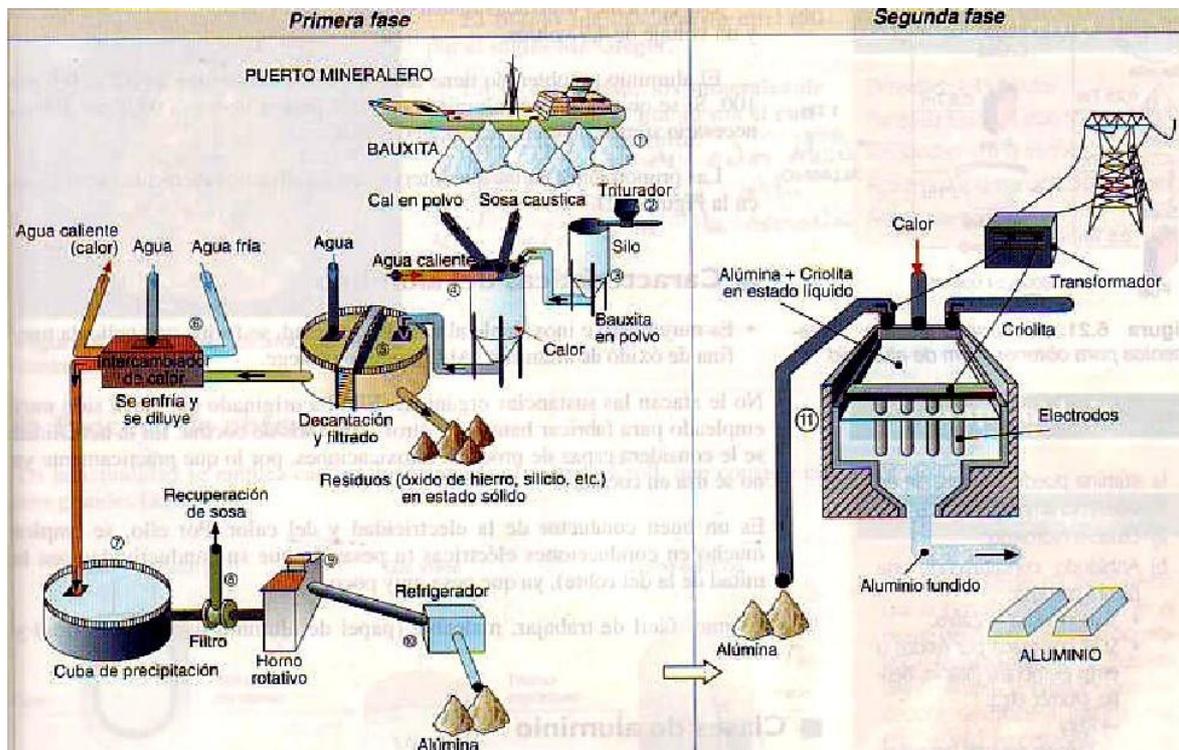
El mineral del que se extrae el aluminio es la bauxita. El método de extracción tiene dos fases:

Se emplea un método llamado de Bayer y después se combina con la electrólisis:

1. Se tritura y muele el mineral hasta reducirlo a polvo
2. Se mezcla el polvo con sosa cáustica, cal y agua caliente.
3. La sosa disuelve la bauxita, separándose los residuos en el decantador.
4. El material útil se llama alúmina, al cual debe eliminarse toda el agua que posea y refrigerarse.

Hasta aquí el método Bayer.

5. Para obtener el aluminio, se disuelve la alúmina en una sustancia llamada criolita a una temperatura de 1000 °C y se somete a un proceso de electrólisis que descompone el material en aluminio.



Aleaciones del aluminio

El aluminio suele alearse con otros metales para mejorar sus propiedades mecánicas.

- Con cobre: Es el duraluminio. Es un aluminio de alta dureza y buena maquinabilidad, además de ser ligero
- Con Cinc: Es un aluminio duro y resistente a la corrosión.
- *Estudio de la aleación intermetálica aluminio-níquel*; la aleación intermetálica de aluminio y níquel (Ni_3Al) ofrece también perspectivas de operación a altas temperaturas y con buen rendimiento termodinámico.
- *Aleaciones de aluminio para fundición*; las aleaciones de aluminio son fundidas principalmente por tres procesos: fundición de arena, molde permanente y fundición en coquilla.
- *Fundición de arena* Es el más sencillo y versátil de los procesos de fundición del aluminio. Es normalmente elegido para la producción de:
 - Cantidades pequeñas de piezas fundidas idénticas.
 - Piezas fundidas complejas con núcleos complicados.
 - Grandes piezas fundidas.
 - Piezas fundidas para la construcción.

La mayor parte de estas aleaciones están basadas en sistemas de aluminio-cobre o aluminio-silicio, con adiciones para mejorar las características de fundición o de servicio. Entre las aleaciones aluminio-cobre, la que contiene 8% de cobre ha sido usada por mucho tiempo como la aleación para fines generales, aunque las adiciones de silicio y hierro, mejoran las características de la fundición por que la hacen menos quebradiza en caliente; la adición de zinc, mejora su maquinabilidad.

Las aleaciones con 12% de cobre son ligeramente más resistentes que las de 8%, pero considerablemente menos tenaces.

Las aleaciones de aluminio– silicio son de gran aplicación por sus excelentes cualidades para la fundición y su resistencia a la corrosión; no son quebradizas en caliente y es fácil obtener con ellas fundiciones sólidas en secciones gruesas o delgadas, la más comúnmente utilizada es la que contiene 5% de silicio, se solidifica normalmente con una gruesa estructura hipereutéctica que se modifica antes de fundirse por la adición de una pequeña cantidad de sodio para darle una estructura fina eutéctica de mayor resistencia mecánica y tenacidad, el contenido de hierro debe ser bajo para evitar la fragilidad.

Las aleaciones de aluminio–magnesio son superiores a casi todas las otras aleaciones de fundición de aluminio en cuanto a resistencia, corrosión y maquinabilidad; además de excelentes condiciones de resistencia mecánica y ductilidad.

- *Fundición con molde permanente* Se vierte el metal fundido en un molde metálico permanente bajo gravedad y bajo presión centrífuga solamente. Las piezas fundidas así tienen una estructura de grano más fino, y son más resistentes que las piezas fundidas con moldes de arena, debido a que la velocidad de enfriamiento es más rápida. Además, las piezas fundidas en molde permanente poseen generalmente menores contracciones y porosidad que las piezas fundidas en arena. Sin embargo, los moldes permanentes tienen limitaciones de tamaño, y para piezas complejas puede resultar difícil o imposible.

Aplicaciones

El aluminio puro es blando y frágil, pero sus aleaciones con pequeñas cantidades de cobre, manganeso, silicio, magnesio y otros elementos presentan una gran variedad de características adecuadas a las más diversas aplicaciones. Estas aleaciones constituyen el componente principal de multitud de componentes de los aviones y cohetes, en los que el peso es un factor crítico.

Cuando se evapora aluminio en el vacío, forma un revestimiento que refleja tanto la luz visible como la infrarroja; además la capa de óxido que se forma impide el

deterioro del recubrimiento, por esta razón se ha empleado para revestir los espejos de telescopios, en sustitución de la plata. Dada su gran reactividad química, finamente pulverizado se usa como combustible sólido de cohetes y para aumentar la potencia de explosión, como ánodo de sacrificio y en procesos de aluminotermia (termita) para la obtención de metales.

- Transporte, como material estructural en aviones, automóviles, tanques, superestructuras de buques, blindajes, etc.
 - Estructuras portantes de aluminio en edificios
 - Embalaje, papel de aluminio, latas, tetrabrik, etc.
 - Construcción; ventanas, puertas, perfiles estructurales, carpintería del aluminio en general, etc.
 - Bienes de uso; utensilios de cocina, herramientas, etc.
 - Transmisión eléctrica. Aunque su conductividad eléctrica es tan sólo el 60% de la del cobre, su mayor ligereza disminuye el peso de los conductores y permite una mayor separación de las torres de alta tensión, disminuyendo los costes de la infraestructura.
 - Recipientes criogénicos (hasta $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$, ya que no presenta temperatura de transición (dúctil a frágil) como el acero, así la tenacidad del material es mejor a bajas temperaturas, calderería.
 - Las sales de aluminio de los ácidos grasos (p. ej. el estearato de aluminio) forman parte de la formulación del NAPALM.
 - Los hidruros complejos de aluminio son reductores valiosos en síntesis orgánica.
-
- Los haluros de aluminio tienen características de ácido Lewis y son utilizados como tales como catalizadores o reactivos auxiliares.
 - Los aluminosilicatos son una clase importante de minerales. Forman parte de las arcillas y son la base de muchas cerámicas.
 - Aditivos de óxido de aluminio o aluminosilicatos a vidrios varían las características térmicas, mecánicas y ópticas de los vidrios.
 - El corundo (Al_2O_3) es utilizado como abrasivo. Unas variantes (rubí, zafiro) se utilizan en la joyería como piedras preciosas.