

# Tema 6: Materiales metálicos

## 6.1 LOS METALES

Los metales son materiales que tienen múltiples aplicaciones y constituyen, en la actualidad, una pieza clave en la industria del transporte y de las telecomunicaciones, en el sector agrícola, en el campo de la construcción y en maquinaria de fabricación, entre otros sectores.

### 6.1.1 PROPIEDADES DE LOS METALES

La gran cantidad de aplicaciones que presentan los metales se debe a sus propiedades. Al tacto, los metales son duros, no adherentes, fríos y muy suaves si su superficie ha sido pulida o tratada. Además, muchos metales tienen un característico brillo metálico.

### 6.1.2 OBTENCIÓN DE LOS METALES

Los metales son materiales que se obtienen a partir de los minerales que forman parte de las rocas. Así, el metal de cobre se extrae de minerales como la calcopirita o la malaquita.

La extracción del mineral se realiza en **minas a cielo abierto** si la capa de mineral se halla a poca profundidad. Por el contrario, si el yacimiento o filón es profundo, la excavación se lleva a cabo bajo tierra y recibe el nombre de **mina subterránea**. En ambos tipos de explotación se hace uso de explosivos, excavadoras, taladradoras y otras máquinas, a fin de arrancar el mineral de la roca.

En el yacimiento se encuentran unidos los minerales útiles, o **mena**, y los minerales no utilizables, o **ganga**. Estos últimos deben ser separados de los primeros mediante diferentes procesos físicos. Una vez separada la mena de la ganga, el siguiente paso consiste en extraer el metal de la mena. Para ello, es transportada a las industrias metalúrgicas, donde es sometida a complicados procesos físicos y químicos.

- La **metalurgia** es el conjunto de industrias que se encargan de la extracción y transformación de los minerales metálicos.
- La **siderurgia** es la rama de la metalurgia que trabaja con los materiales ferrosos. Incluye desde el proceso de extracción del mineral de hierro hasta su presentación comercial para ser utilizado en la fabricación de productos.

### 6.1.3 TIPOS DE METALES

Según su procedencia, los metales pueden clasificarse en ferrosos y no ferrosos:

- **Metales ferrosos**. Son aquellos cuyo componente principal es el hierro. Entre ellos, se encuentran el hierro puro, el acero y la fundición.
- **Metales no ferrosos**. Son materiales metálicos que no contienen hierro o que lo contienen en muy pequeña cantidad. Ejemplos de este tipo de metales son el cobre, el plomo, el aluminio y el cinc.

## 6.2 MATERIALES FERROSOS

Los metales ferrosos son los más empleados en la actualidad, ya que tanto las técnicas de extracción del mineral como los procesos de obtención del metal son relativamente económicos. Los minerales de hierro que se extraen de la corteza terrestre deben someterse a diferentes procesos para obtener de ellos el hierro puro. Además del hierro puro, se utilizan también las aleaciones.

Una **aleación** es una mezcla de dos o más elementos químicos, de los cuales el que se encuentra en mayor proporción, es un metal.

Las aleaciones de hierro se obtienen añadiendo a este metal carbono. Según el porcentaje que tengan de dicho elemento, se clasifican en:

- **Hierro puro**: la concentración de carbono se sitúa entre el 0,008 % y el 0,03 %.
- **Acero**: la concentración de carbono oscila entre el 0,03 % y el 1,76%.
- **Fundición**: la concentración de carbono se encuentra entre el 1,76 % y el 6,67%.

## 6.2.1 EL HIERRO Y LA FUNDICIÓN

El **hierro** es un metal de color blanco grisáceo que tiene buenas propiedades magnéticas; sin embargo, presenta algunos inconvenientes: se corroe con facilidad, tiene un punto de fusión elevado y es de difícil mecanizado. Además, resulta frágil y quebradizo. Por todo ello, tiene escasa utilidad. Se emplea en componentes eléctricos y electrónicos.

Para mejorar sus propiedades mecánicas, el hierro puro se combina con carbono en las proporciones indicadas anteriormente. La **fundición** presenta una elevada dureza y una gran resistencia al desgaste. Se utiliza para fabricar diversos elementos de maquinaria, carcasas de motores, bancas de máquinas, engranajes, pistones, farolas, tapas de alcantarilla, etcétera.

## 6.2.2 EL ACERO

El acero es una aleación del hierro con una pequeña cantidad de carbono. De este modo, se obtienen materiales de elevada dureza y tenacidad y con una mayor resistencia a la tracción. Es decir, se consigue una notable mejoría en las propiedades mecánicas.

Además de hierro y carbono, los aceros pueden contener otros elementos químicos, a fin de mejorar o conseguir propiedades específicas. Se obtienen así los aceros aleados. Los metales más empleados para elaborar dichos aceros son los siguientes: Silicio, manganeso, níquel, wolframio, cromo, plomo, etc.

### - Proceso de obtención del acero:

El proceso siderúrgico incluye un gran número de fases hasta la obtención final del acero. En primer lugar, y con el fin de eliminar las impurezas, el mineral de hierro se lava y se somete a procesos de trituración y cribado. Con ello, se logra separar la ganga de la mena. A continuación, se mezcla el mineral de hierro (mena) con carbón y caliza y se introduce en un alto horno a más de 1500 °C. Así se obtiene el arrabio, que es mineral de hierro fundido con carbono y otras impurezas. El arrabio obtenido es sometido a procesos posteriores con objeto de reducir el porcentaje de carbono, eliminar impurezas y ajustar la composición del acero, añadiendo los elementos que procedan en cada caso: cromo, níquel, manganeso, etcétera.

El esquema del proceso sería el siguiente:

Mineral de hierro → Lavado, triturado y cribado (separación de mena y ganga) → Mezcla de mena de hierro, carbón y caliza en alto horno (1500°C) → Arrabio (hierro fundido con carbono e impurezas) → Se introduce en un convertidor de afinado (para eliminar impurezas y reducir el porcentaje de carbono) → Posteriormente se añaden otros elementos químicos según el caso (Cromo, níquel, manganeso, etc.)

## 6.3 MATERIALES NO FERROSOS

Existen otros materiales metálicos no procedentes del hierro que, gracias a sus propiedades características, tienen una gran variedad de aplicaciones. No obstante, su obtención es, por lo general, muy costosa, debido a la pequeña concentración de sus menas y al elevado consumo energético que exigen sus procesos de obtención.

Los metales no ferrosos se pueden clasificar, según su densidad, en *metales ultraligeros*, *metales ligeros* y *metales pesados*.

## METALES NO FERROSOS

<i>METAL</i>	<i>MINERAL DE ORIGEN</i>	<i>CARACTERÍSTICAS</i>	<i>APLICACIONES</i>
<i>COBRE</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuprita.</li> <li>- Calcopirita.</li> <li>- Malaquita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alta conductividad térmica y eléctrica.</li> <li>- Dúctil y maleable.</li> <li>- Blando, rojizo, brillo intenso.</li> <li>- Se oxida superficialmente y adquiere color verdoso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fabricación de cables eléctricos, tuberías, calderas, radiadores, etc.</li> </ul>
<i>PLOMO</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Galena.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Color gris plateado.</li> <li>- Blando y pesado.</li> <li>- Gran plasticidad.</li> <li>- Maleable y buen conductor del calor y la electricidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fabricación de baterías y acumuladores.</li> <li>- Se utilizaba como aditivo de combustibles.</li> <li>- Para aumentar la dureza del vidrio.</li> <li>- Protector contra radiaciones en medicina.</li> </ul>
<i>ESTAÑO</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Casiterita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Color blanco brillante.</li> <li>- Muy blando, poco dúctil, muy maleable.</li> <li>- No se oxida a temperatura ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La hojalata es chapa de acero recubierta por ambas caras de estaño (latas de conservas).</li> <li>- El estaño se añade al plomo para soldadura blanda.</li> </ul>
<i>CINC</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Blenda.</li> <li>- Calamina.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Color gris azulado.</li> <li>- Brillante.</li> <li>- Frágil en frío y de baja dureza.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cubiertas de edificios.</li> <li>- Cañerías y canalones (galvanizado).</li> </ul>
<i>ALUMINIO</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bauxita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metal muy escaso.</li> <li>- Blanco plateado.</li> <li>- Muy resistente a la corrosión.</li> <li>- Muy blando.</li> <li>- De baja densidad.</li> <li>- Muy dúctil y maleable.</li> <li>- Alta conductividad eléctrica y térmica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se utiliza en carpintería metálica, cubiertas, botes de bebidas.</li> <li>- Fabricación de aviones, automóviles, bicicletas.</li> <li>- Se alea con otros metales para mejorar sus propiedades mecánicas, obteniéndose aluminios muy duros y resistentes.</li> </ul>
<i>TITANIO</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rutilo.</li> <li>- Ilmenita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Blanco plateado.</li> <li>- Brillante, ligero, muy duro y resistente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En industria aeroespacial.</li> <li>- En prótesis médicas.</li> <li>- En elaboración de aceros muy duros.</li> <li>- En algunas estructuras arquitectónicas.</li> </ul>
<i>MAGNESIO</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Olivino.</li> <li>- Talco.</li> <li>- Asbesto.</li> <li>- Magnesita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Color blanco brillante.</li> <li>- Muy ligero, maleable y poco dúctil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se emplea en pirotecnia, reaccionando violentamente con el oxígeno.</li> <li>- Aleado con otros metales se obtienen aleaciones muy ligeras.</li> </ul>

<i>ALEACIONES NO FERROSAS</i>			
<i>LATÓN</i>	- Cobre y Cinc.	- Muy resistente a la corrosión.	- Ornamentación decorativa. - Artesanía. - Tuberías. - Condensadores, turbinas, hélices.
<i>BRONCE</i>	- Cobre y Estaño.	- Muy dúctil. - Muy resistente al desgaste y la corrosión.	- Hélices de barcos. - Campanas. - Tuercas. - Monedas. - Obras de arte. - Engranajes, cojinetes, rodamientos.

## 6.4 TÉCNICAS DE CONFORMACIÓN

Para obtener piezas de diferentes formas y productos industriales, se somete el material a una serie de procesos de conformación, que se eligen en función del metal y de su posterior aplicación.

### 6.4.1 DEFORMACIÓN

Comprende un conjunto de técnicas que modifican la forma de una pieza metálica mediante la aplicación de fuerzas externas. La deformación se puede llevar a cabo tanto en frío como en caliente. Con estas técnicas se proporciona a la pieza una forma y unas dimensiones determinadas y se mejoran sus propiedades mecánicas.

a) **Laminación:** Se hace pasar la pieza metálica por una serie de rodillos, denominados laminadores, que la comprimen, con lo que disminuye su grosor y aumenta su longitud. Este proceso suele hacerse en caliente y se emplea para obtener planchas, chapas, barras, perfiles estructurales, etcétera.

b) **Extrusión:** El metal en caliente pasa a través de un orificio que tiene la forma deseada, aplicando una fuerza de compresión mediante un émbolo o pistón. Se pueden obtener así piezas largas con el perfil apropiado. Por tanto, es una técnica idónea para obtener barras, tubos y perfiles variados.

c) **Forja:** Se somete la pieza metálica mediante golpeo a esfuerzos de compresión repetidos y continuos con martillo, tenaza y yunque. Esta técnica manual ha sido reemplazada por la forja industrial o mecánica. En ella, la pieza se coloca sobre una plataforma que hace las veces de yunque. Mediante un mecanismo neumático o hidráulico, la maza se eleva y cae sucesivamente sobre la pieza. En ambos tipos de forja, la pieza metálica inicial suele estar caliente. Con esta técnica pueden obtenerse piezas muy diversas.

d) **Estampación:** Se introduce una pieza metálica en caliente entre dos matrices, una fija y otra móvil, cuya forma coincide con la que se desea dar al objeto. A continuación, se juntan las dos matrices, con lo que el material adopta su forma interior. Se emplea para la construcción de carrocerías de automóviles, radiadores, etcétera.

e) **Embutición:** Es un proceso de conformación en frío que consiste en golpear una plancha de forma que se adapte al molde o matriz con la forma deseada. Esta técnica se emplea para obtener piezas huecas, como cojinetes, a partir de chapas planas.

f) **Doblado:** Se somete una plancha a un esfuerzo de flexión a fin de que adopte una forma curva con un determinado radio de curvatura. También permite obtener piezas con ángulos.

g) **Trefilado:** Se hace pasar un alambre por un orificio con la dimensión deseada. A continuación, se aplica una fuerza de tracción mediante una bobina de arrastre giratoria, lo que hace que aumente su longitud y disminuya su sección. Se emplea para fabricar hilos o cables metálicos.

#### 6.4.2 METALURGIA DE POLVOS

Este proceso consta de los siguientes pasos:

1. El metal es molido hasta convertirlo en polvo.
2. A continuación, se prensa con unas matrices de acero.
3. Se calienta en un horno a una temperatura próxima al 70 % de la temperatura de fusión del metal.
4. Se comprime la pieza para que adquiera el tamaño adecuado.
5. Se deja enfriar.

La pieza puede ser sometida a otros tratamientos posteriores de conformado para ajustar sus dimensiones, así como a tratamientos térmicos que mejoren sus propiedades mecánicas. Esta técnica se emplea para fabricar piezas metálicas de gran precisión: cojinetes, platinos utilizados como contactos de motores eléctricos, herramientas de corte, etcétera.

#### 6.4.3 MOLDEO

Consiste en introducir el metal fundido en un recipiente que dispone de una cavidad interior. Dicho recipiente, denominado molde, puede estar fabricado a base de arena, acero o fundición. Existe otro tipo de molde que se fabrica haciendo uso de un modelo en cera del objeto que se quiere construir. El moldeo se realiza como sigue:

1. Se calienta el metal en un horno hasta que se funde.
2. El metal líquido se vierte en el interior del molde.
3. Se deja enfriar hasta que el metal se solidifica.
4. Se extrae la pieza del molde.

La técnica de moldeo empleada depende de la aplicación que vaya a tener la pieza:

- Moldeo en arena: bloques de motores, bocas de incendio.
- Moldeo en metal: piezas pequeñas y aleaciones de bajo punto de fusión.
- Moldeo en cera: objetos decorativos, joyería, objetos artísticos, álabes de turbinas, piezas de odontología.

#### 6.5 TÉCNICAS DE MANIPULACIÓN

Son aquellas que se llevan a cabo con herramientas y máquinas herramienta a partir de materiales prefabricados, como planchas, barras y perfiles. Entre estas operaciones estudiaremos el *marcado*, el *corte*, el *perforado*, el *tallado/rebajado* y el *desbastado/afinado*.

- a) Marcado: Punta de trazar, granete, gramil y compás de puntas.
- b) Corte: Tijeras de chapa o cizalla, guillotina, prensa o troquel, sierra de arco.
- c) Máquinas herramienta para cortar: Sierra circular, amoladora.
- d) Perforado: Punzón.
- e) Máquinas herramienta para perforar: Taladradora.
- f) Tallado/rebajado: Cincel y buril,
- g) Máquinas herramienta para tallar y rebajar: Torno.
- h) Desbaste/afinado: Lima, rasqueta.
- i) Máquinas herramienta para desbastar y afinar: Lijadora, rectificadora.

## 6.6 UNIONES

Una vez manipulados, los materiales metálicos se pueden ensamblar mediante uniones *fijas* o *desmontables*.

### 6.6.1 UNIONES FIJAS

En dichas uniones no es posible separar las piezas sin que estas se deterioren o se produzca la rotura del elemento de unión.

a) Remache: Se trata de una pieza cilíndrica, uno de cuyos extremos es una cabeza. Se introduce en los orificios de las piezas que se van a unir y, con una máquina denominada remachadora, se coloca otra cabeza en el extremo opuesto, de modo que las dos piezas queden unidas.

b) Unión por ajuste a presión: En este tipo de unión se introduce en un orificio, golpeando o mediante presión, un eje de diámetro un poco mayor que el del orificio. En algunos casos es preciso calentar la pieza hueca para que se dilate el agujero.

c) Adhesivos: La elección del adhesivo depende de las características de los materiales que se van a unir. Es conveniente rayar las caras que vayan a unirse, a fin de mejorar su adherencia. Entre los adhesivos cabe destacar: adhesivos termofusibles, resinas de dos componentes (proporcionan una unión excelente y son resistentes al agua) y adhesivos instantáneos.

d) Soldadura: Es la unión de materiales por medio de la aplicación de calor y presión sobre sus superficies. Con frecuencia es necesaria la aportación de material, que puede ser de distinta o de la misma naturaleza que el de las piezas que se van a unir. En el primer caso, se habla de *soldadura heterogénea*. Cuando no se utiliza material de aportación o es de la misma naturaleza que el de las piezas que se van a unir, se trata de una *soldadura homogénea*.

- Soldadura blanda. Se utiliza un soldador eléctrico y una aleación de estaño y plomo como material de aportación. Se alcanza una temperatura de 400 °C, suficiente para fundir la aleación. Se emplea para unir hojalata, chapa, latón y componentes eléctricos o electrónicos.

- Soldadura fuerte. Se utiliza un soplete de gas y, como material de aportación, latón o cobre. Se alcanza una temperatura de 800 °C. Se usa para unir acero, bronce o fundición.

- Soldadura oxiacetilénica. Es una soldadura homogénea. Se emplea un soplete oxiacetilénico, capaz de aportar una temperatura superior a los 3 000 °C.

### 6.6.2 UNIONES DESMONTABLES

Permiten la unión y separación de las piezas sin que se produzca rotura de los elementos de unión ni deterioro de las piezas.

a) Tornillo pasante con tuerca: El tornillo atraviesa por un lado las piezas que se van a unir. La tuerca se enrosca a la parte del tornillo que sobresale por el otro lado. Entre el tornillo y la pieza o entre la tuerca y la pieza pueden colocarse arandelas, para evitar la rotura del material o el aflojamiento de la unión.

b) Tornillo de unión: Su función es fijar una pieza enroscándose en otra, sobre la que se ha practicado previamente el agujero roscado. Si la rosca se realiza a medida que el tornillo se va introduciendo en la pieza, se trata de un *tornillo de rosca cortante*.

c) Espárrago: Consiste en una varilla roscada por sus dos extremos, con la parte central sin rosca. Uno de los extremos se fija a una pieza metálica de gran tamaño, a la que se une mediante el espárrago otra pieza desmontable más sencilla. Con dos tuercas se asegura una mejor fijación.

d) Chaveta o lengüeta: La chaveta es una pieza de acero en forma de cuña que permite fijar dos piezas cuando se coloca en los chaveteros o huecos practicados en las mismas. Cuando a la chaveta se le añaden tornillos para reforzar la unión, se denomina lengüeta.

e) Ejes estriados: Las dos piezas cilíndricas poseen unas ranuras (una por la parte exterior y la otra por la interior) que encajan entre sí. Estos ejes hacen posible la transmisión del giro entre ambas.

f) Guías: Permiten que dos piezas que están en contacto se desplacen la una con respecto a la otra. Una de las piezas suele estar fija.