

# LOS METALES

## 1.- INTRODUCCIÓN

El uso de los metales se remonta hacia 7.500 a.C, aunque éstos sólo eran trabajados en frío o ligeramente calentados para darle su forma.

Sobre el 5.000 a.C se inició la fundición de los metales, fundamentalmente el cobre.

Sobre 3.000 a.C. se descubrió el bronce, que es una aleación de cobre y estaño pero con una dureza mucho mayor que la de ambos. Se aplicó en armas (espadas, cascos, corazas,...)

Sobre 1.500 a.C. se descubre el hierro, un metal mucho más duro que supuso una revolución para la fabricación de armas y herramientas. El primer hierro usado tuvo su origen en los meteoritos.



## 2.- PROPIEDADES DE LOS MATERIALES METÁLICOS

Las principales propiedades comunes a casi todos los metales son:

- Son muy buenos conductores del calor.
- Son buenos conductores de la electricidad; los más usados son el cobre y el aluminio.
- Tienen una considerable resistencia mecánica, lo que hace que se usen en la construcción de estructuras.
- Tienen una buena tenacidad, aguantando golpes sin romperse.
- Poseen una elevada maleabilidad y ductilidad
- Se pueden reciclar volviéndolos a fundir.



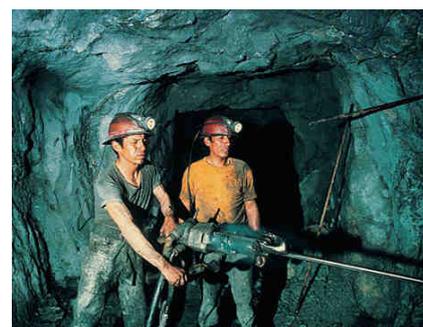
## 3.- LA OBTENCIÓN DE LOS METALES

### 3.1.- LA EXTRACCIÓN MINERA

Normalmente, los metales no se encuentran puros en la naturaleza, sino mezclados con otros elementos formando parte de los **minerales**.

Los minerales se extraen de la tierra en **minas**, que pueden ser **a cielo abierto** o **subterráneas**.

- En las minas a cielo abierto se extraen minerales cercanos a la superficie; tienen un gran impacto ambiental y paisajístico.
- Las minas subterráneas explotan los yacimientos minerales situados a mayor profundidad, mediante pozos y galerías que van siguiendo los filones del mineral. Este tipo de minería entraña bastante peligro por los derrumbes o por las bolsas de gas combustible que pueden provocar explosiones.



### 3.2.- LA SEPARACIÓN DE LA MENA DE LA GANGA

No todo el mineral es aprovechable; la parte aprovechable para obtener metales se denomina **mena**, mientras que la no aprovechable se denomina **ganga**, la cual suele ser del orden del 95%.

Para separar la mena de la ganga se procede primero a la **trituración** del mineral mediante diversos tipos de instalaciones, como los *molinos de bolas* y las *trituradoras de martillos* o de *rodillos*.

Una vez triturado, se separa la mena de la ganga por procedimientos que dependen del tipo de metal: **separación magnética**, **celdas de flotación**, etc.



### 3.3.- EL SINTERIZADO

Tras la trituración del mineral, la mena suele quedar reducida a partículas demasiado finas que dificultan su manipulación, por lo que se aglomeran en bloques mediante algún material aglomerante y la aplicación de calor. Este proceso se denomina **sinterizado**.

También se utiliza este proceso para obtener directamente piezas metálicas a partir de partículas pequeñas del metal.



## 4.- CLASIFICACIÓN DE LOS METALES

De entre todos los metales, el hierro y sus aleaciones suponen el 90% de la producción mundial. Por ello, los metales se clasifican en:

- **Materiales férricos:** son el hierro y las aleaciones cuyo componente principal es el hierro (aceros y fundiciones).
- **Metales no férricos:** son los metales y *aleaciones* que no contienen hierro, como el cobre, el aluminio, el níquel, el latón, el bronce, etc.

### 4.1.- LOS MATERIALES FÉRRICOS

El hierro puro apenas se utiliza a nivel industrial; por ello, se alea con **carbono** solo o con carbono y otros metales que mejoran sus propiedades.

#### 4.1.1.- CLASIFICACIÓN

Los materiales férricos se clasifican según su contenido en carbono (C):

- **Hierro dulce:** contiene un porcentaje de carbono menor al 0,1%
- **Acero:** contiene un porcentaje de carbono entre 0,1% y 2%.
- **Fundición:** contiene un porcentaje de carbono entre 2% y 5%

Los contenidos superiores al 5% hacen que la aleación sea demasiado frágil y prácticamente no tienen interés industrial.

#### A.- El hierro dulce (o hierro industrial)

El hierro puro o con muy bajo contenido en carbono apenas se utiliza por ser un material muy blando y fácilmente deformable.

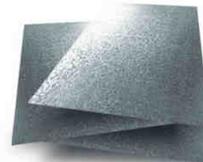
Sus únicas aplicaciones están en el campo del electromagnetismo. Se utiliza como núcleo de bobinas, electroimanes y transformadores.



## B.- El acero

Sus principales propiedades son:

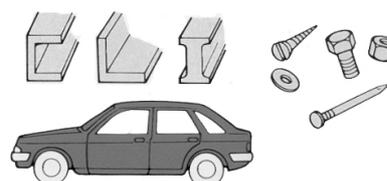
- Es dúctil, maleable y tenaz.
- Su dureza y su resistencia al desgaste aumentan con el contenido en carbono, pero también su fragilidad.
- Se puede soldar, aunque cuanto mayor contenido en carbono, peor se sueldan.
- Se oxida fácilmente (salvo los aceros inoxidable).



Los aceros se clasifican en:

- **Aceros al carbono** (o no aleados): son los que no contienen otros elementos aparte de hierro y carbono, o los contienen en proporciones muy pequeñas. Entre ellos, distinguimos:

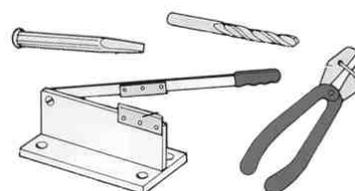
- Aceros con bajo contenido en carbono: son los más fáciles de cortar y trabajar; se utilizan en la fabricación de tornillería, chapas, carrocerías, vigas para estructuras, etc.



- Aceros con contenido medio en carbono: tienen buena resistencia a la fatiga (esfuerzos variables de forma cíclica) y al desgaste. Se utiliza en bielas, destornilladores, engranajes, etc.



- Aceros con alto contenido en carbono: son muy duros y resistentes al desgaste pero también muy frágiles. Se utilizan en herramientas de corte (cortafíos, cinceles, cizallas), de taladrado (brocas), piezas sometidas a rozamiento (cojinetes, engranajes), etc.



- **Aceros aleados**: son los que contienen otros elementos en proporciones significativas. Cada elemento aporta unas cualidades determinadas:

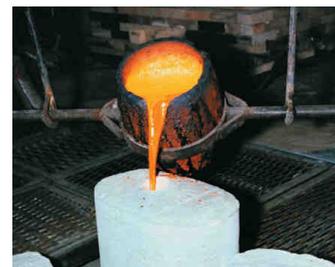
- Cobalto: aumenta la dureza y la resistencia al desgaste. Se utiliza, por ejemplo, en brocas.
- Cromo y níquel: aumentan la resistencia a la corrosión y a la oxidación. Son los **aceros inoxidables**. Se utiliza en fregaderos, utensilios de cocina, griferías, estructuras de mesas y sillas metálicas, etc.
- Vanadio: confiere una gran resistencia a la fatiga y a la tracción. Se usa en herramientas (llaves fijas y ajustables, destornilladores, etc), hojas de cuchillos, etc.
- Wolframio (o tungsteno): confiere gran dureza a cualquier temperatura. Se usa en fresadoras, cabezales de máquinas perforadoras, dientes de discos de sierras circulares, etc.



### C.- Las fundiciones

Sus principales propiedades son:

- Las fundiciones contienen más carbono que los aceros.
- Tienen más bajo punto de fusión que el acero, y fluyen muy bien en estado líquido por lo que es fácil obtener con ellas piezas hechas en moldes.
- Son más baratas y más fáciles de mecanizar que los aceros.
- Son muy difíciles de soldar.
- Son más duras y resistentes al desgaste y a la corrosión, pero también más frágiles, menos dúctiles y menos tenaces que el acero.



#### 4.1.2.- LA OBTENCIÓN DE MATERIALES FÉRRICOS

Para producir los materiales férricos se necesita:

- Mineral de hierro: los principales son la magnetita (72% de Fe), el oligisto o hematitas (70% de Fe), la siderita (48% de Fe) y la pirita (46% de Fe).
- Carbón de coque: se obtiene de la hulla, eliminando los componentes más volátiles, en los hornos de coque. Aporta el carbono y actúa también como combustible.
- Piedra caliza: está formada principalmente por carbonato cálcico. Se utiliza también para fabricar cemento y como piedra de construcción.

Para facilitar el posterior proceso de fusión y absorción del carbono por el hierro, los tres componentes se mezclan y se le aplica calor para formar una masa porosa homogénea llamada **sinter**. A este proceso se le llama **sinterización**.

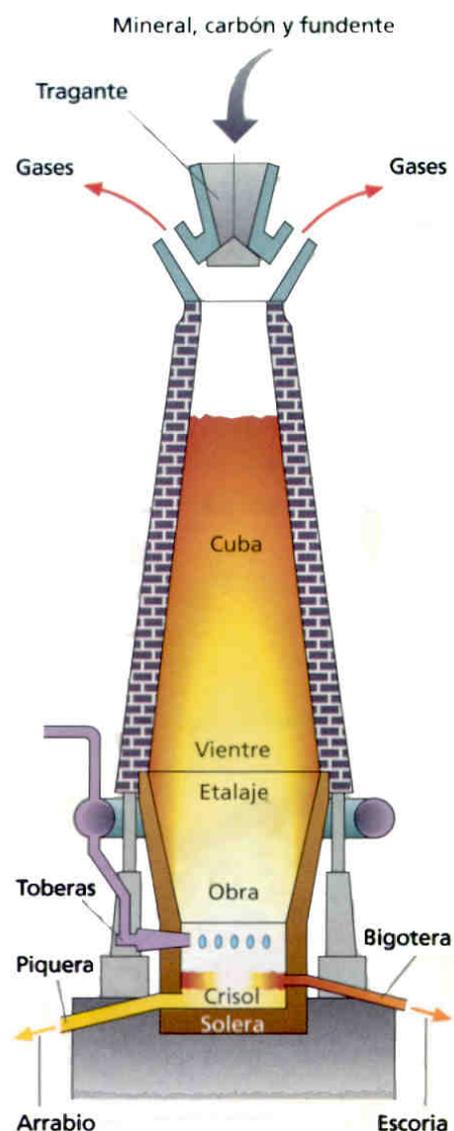
El sinter, junto con chatarra de hierro, se vierte en una instalación denominada **alto horno**. Se añade combustible y aire por las **toberas** para provocar la combustión del carbón de coque. En la zona más ancha del alto horno se alcanzan temperaturas de unos 1.650 °C, suficiente para que se funda el mineral de hierro. El hierro fundido se denomina **arrabio** y, al ser más pesado, se deposita en el fondo del alto horno (**crisol**). La ganga reacciona químicamente con la caliza formando la **escoria**, que, al ser más ligera, flota sobre el arrabio.

Periódicamente se extrae el arrabio por un orificio denominado **piquera**, situado en la parte baja del crisol, y la escoria por un orificio denominado **bigotera**, situado en la parte superior del crisol. La escoria suele emplearse como fertilizante y en la fabricación de cementos.

La producción de un alto horno varía según su tamaño, oscilando entre 1.500 Tm/día para hornos pequeños a 10.000 Tm/día para hornos gigantes.

Para obtener las fundiciones se vierte el arrabio en moldes y se deja solidificar.

Para obtener los aceros hay que reducir el contenido de carbono y eliminar impurezas. Este proceso se denomina **afino** y se realiza en unos hornos llamados **convertidores**.

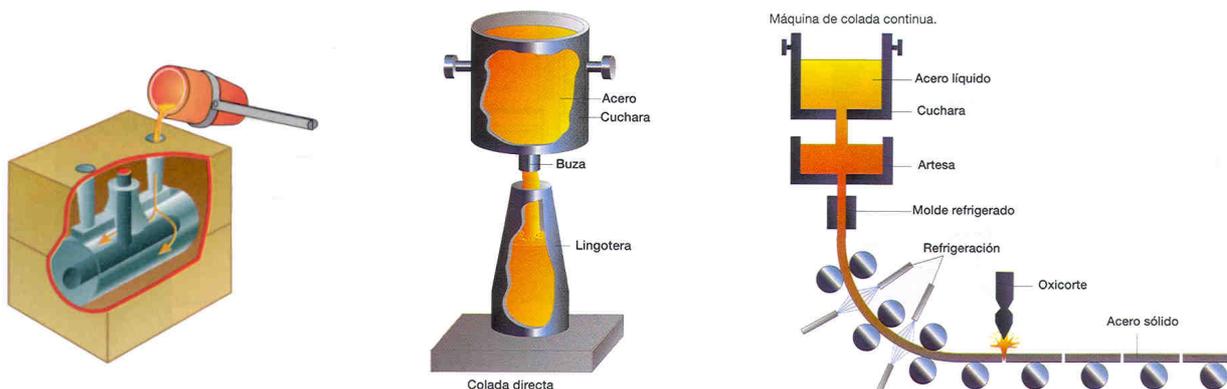


*Esquema de un alto horno.*

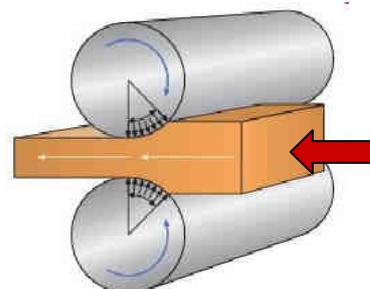
### 4.1.3.- LA SOLIDIFICACIÓN DEL ACERO

Existen tres procedimientos para solidificar el acero:

- **Fabricación directa de piezas por moldeo:** se vierte el acero líquido sobre moldes con la forma de las piezas. Se deja enfriar y luego se desmoldea.
- **Colada sobre lingoteras:** se vierte el acero sobre moldes llamados lingoteras para formar lingotes de acero que luego se laminan en trenes de laminación.
- **Colada continua:** el acero se vierte sobre un molde refrigerado con fondo desplazable. El producto se va solidificando al pasar por el molde y posteriormente por chorros de agua.



La **laminación** del acero consiste en hacer pasar los lingotes o la colada de acero entre unos rodillos giratorios que le van reduciendo poco a poco la sección en pasadas sucesivas.



### 4.2.- LOS METALES NO FÉRRICOS

Los de mayor aplicación industrial son:

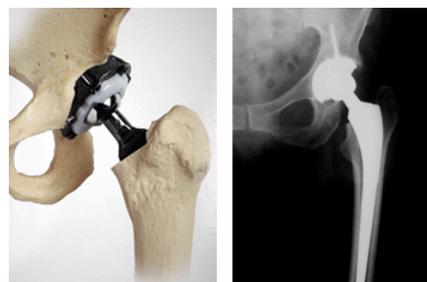
- **Cobre:** es un excelente conductor de la electricidad y del calor, se suelda con facilidad y es muy dúctil y maleable. Sus principales aplicaciones son como conductor eléctrico, en tuberías y en intercambiadores de calor.
- **Estaño:** tiene un bajo punto de fusión, se suelda con facilidad y es inoxidable. Sus principales aplicaciones son como elemento de soldadura de tuberías, componentes electrónicos, etc., en aleaciones, como el bronce o en recubrimientos, como la hojalata.
- **Aluminio:** es ligero, blando y maleable, resistente a la corrosión y no tóxico. Se utiliza como conductor eléctrico, en la fabricación de envases de alimentos y bebidas, en carpintería metálica (puertas y ventanas) y en estructuras ligeras.
- **Cinc:** su principal característica es su resistencia a la corrosión. Se utiliza en recubrimientos de tejados, canalones, tubos y depósitos, en el galvanizado del acero, en pinturas metalizadas y en aleaciones (latón, plata alemana, calaminas, etc.).



- **Magnesio:** es muy ligero y bastante caro. No es muy resistente, pero se alea con otros materiales, como el cinc, para mejorar su resistencia mecánica. Se utiliza en aplicaciones aeroespaciales. También se usa en pirotecnia y explosivos, por reaccionar muy violentamente con el oxígeno.



- **Titanio:** es muy resistente a la corrosión y a los esfuerzos (más que el acero). También es biocompatible. El problema es que es muy caro, por lo que se alea con otros metales más baratos. Se usa en implantes médicos, en estructuras de aeronaves, en turbinas de aviones,...



También se utilizan **aleaciones** de estos metales, en algunos casos porque se mejoran las propiedades (caso del latón, el bronce y el duraluminio) y en otros por abaratar el material (como es el caso de añadir aluminio al magnesio y al titanio).

- **Latón:** aleación de cobre y cinc (5 a 40%), color dorado o plateado, tiene el doble de resistencia a la tracción del el Cu o el Zn. Se usa en cerraduras, accesorios de fontanería, etc.
- **Bronce:** aleación de cobre y estaño (10%), más resistente a la tracción y duro que los latones y muy resistente a la corrosión. Se usa en monumentos, cojinetes, etc.
- **Duraluminio:** aleación de aluminio (94%) y pequeñas cantidades de cobre, magnesio y manganeso. Es más resistente que el aluminio; se utiliza en estructuras de aviones, llantas de camiones, artículos de ortopedia, etc.

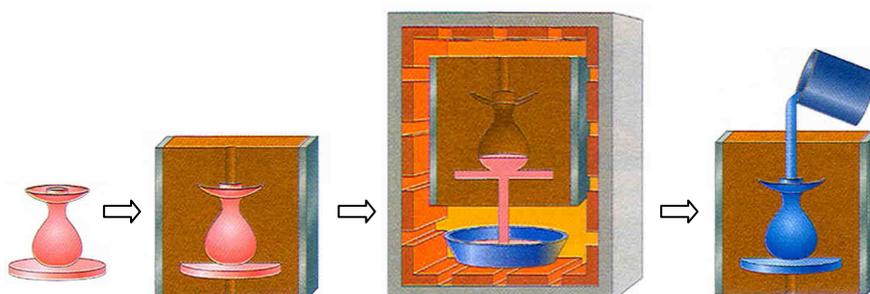


## 5.- TÉCNICAS DE FABRICACIÓN CON METALES

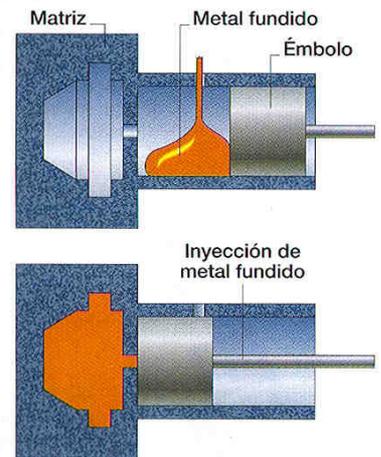
Las principales técnicas de fabricación de piezas de metal son las siguientes:

### 5.1. TÉCNICAS DE FABRICACIÓN POR MOLDEO

- **Moldeo a la cera perdida:** se fabrica un molde de arena cerámica o yeso alrededor de un modelo en cera de la pieza que se quiere fabricar. Se extrae la cera en estado líquido por aplicación de calor para que quede un hueco en el molde con la forma de la pieza; después se vierte el metal líquido para que rellene el hueco y adopte la forma de la pieza. El molde se rompe para sacar la pieza.



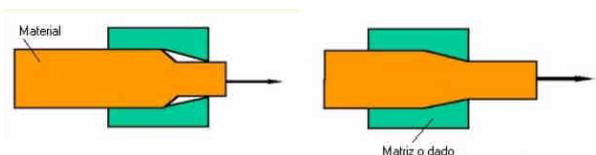
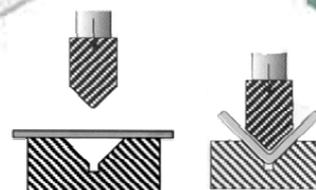
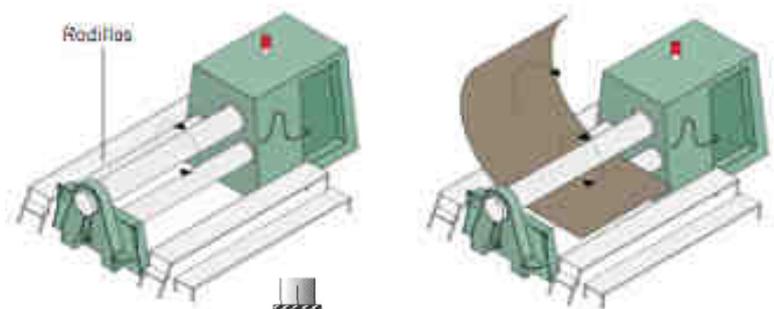
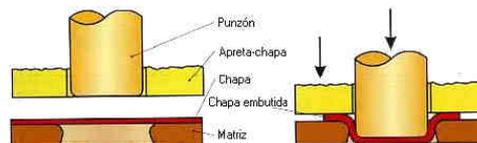
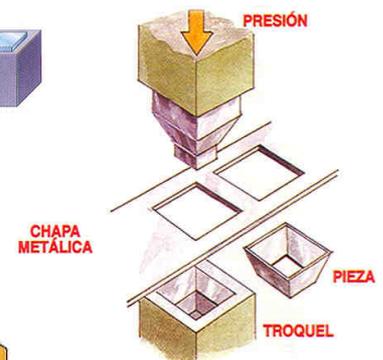
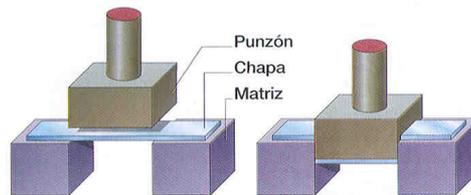
- **Moldeo por inyección a presión:** el metal líquido se mete a presión en el molde empujado por un pistón. El molde, que está formado por dos partes, se abre para sacar la pieza, por lo que puede volver a utilizarse muchas veces.
- **Moldeo por extrusión:** se obliga al metal semifundido a salir por una boquilla con la forma deseada empujado por un pistón. Conforme sale, se va enfriando para que no se deforme. Se usa para perfiles largos.



Inyección de metal fundido en la matriz.

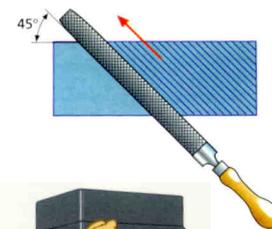
## 5.2. TÉCNICAS DE FABRICACIÓN POR DEFORMACIÓN DEL MATERIAL

- **Deformación por forja:** se golpea el metal a alta temperatura para darle la forma requerida.
- **Estampación:** se deforma el material dentro de una matriz con la forma deseada presionándolo con una prensa. Se utiliza para piezas de chapa.
- **Troquelado:** se da forma a una chapa mediante una prensa que incorpora un punzón o perforadora con borde cortante, con lo que al mismo tiempo que se deforma se corta parte del material (por ejemplo un agujero).
- **Embutición:** se consiguen piezas huecas con la forma de una matriz empujada por una prensa.
- **Curvado:** se da forma curva a chapas mediante unos rodillos; se emplea también para fabricar tubos de chapa de gran diámetro que no se pueden fabricar por extrusión.
- **Plegado:** se forman pliegues o dobleces en las chapas con el ángulo deseado por presión de una cuchilla (no cortante) empujada por una prensa.
- **Trefilado:** se hace pasar un varilla, tirando de ella, por una serie de agujeros cada vez más finos, hasta obtener el diámetro deseado. Se utiliza para obtener alambres.

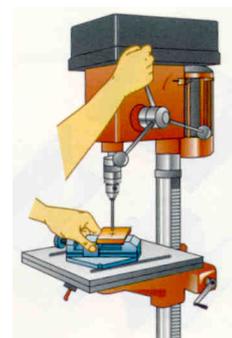


### 5.3. TÉCNICAS DE FABRICACIÓN POR ARRANQUE DE MATERIAL

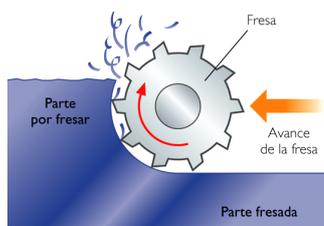
- **Limado:** se aplica para eliminar las rebabas que quedan tras los cortes, para acabar superficies planas u otras operaciones que requieran eliminación de material.



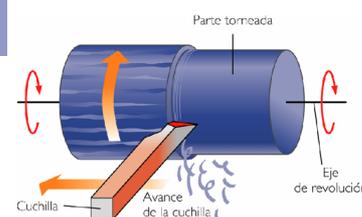
- **Taladrado:** se realizan agujeros redondos mediante una broca que gira. Debido al rozamiento, se genera gran cantidad de calor que puede deteriorar la broca o deformar las piezas, por lo que, en procedimientos industriales, se refrigera con un líquido denominado taladrina o aceite de corte.



- **Fresado:** una herramienta llamada fresa, que gira a gran velocidad, arranca material de las piezas. Puede ser la fresa la que se desplaza o la pieza que iría fijada sobre un carro desplazable.



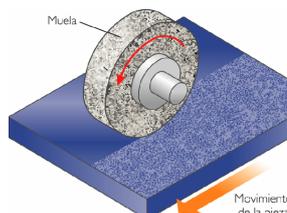
- **Torneado:** en una máquina denominada torno se hace girar la pieza; una cuchilla se acerca a la pieza arrancándole material. La cuchilla se desplaza en el carro portaherramientas a lo largo de la pieza para darle forma.



- **Esmerilado y desbarbado:** se usa un disco abrasivo giratorio para eliminar imperfecciones en las piezas o para afilarlas (brocas, cuchillas,...), etc. Es un proceso de poca precisión.



- **Rectificado:** un disco giratorio abrasivo ajusta con gran precisión piezas planas o cilíndricas. La pieza va sujeta a una mesa desplazable o gira como en los tornos.



### 5.4. TÉCNICAS DE CORTE DE MATERIAL

- **Tronzado:** se corta el material utilizando una herramienta denominada tronzadora compuesta por una muela abrasiva en forma de disco que gira a gran velocidad.



- **Cizallado:** se corta el material mediante la acción de dos cuchillas con filos cortantes. Es similar a unas tijeras pero con mucha fuerza.



- **Oxicorte:** se utiliza para el corte de chapas o barras metálicas. Primero se calienta el metal al alta temperatura con la llama de un soplete y seguidamente se incide con una corriente de oxígeno que oxida el metal convirtiéndolo en óxido, el cual se derrite en forma de chispas al ser su temperatura de fusión inferior a la del metal.

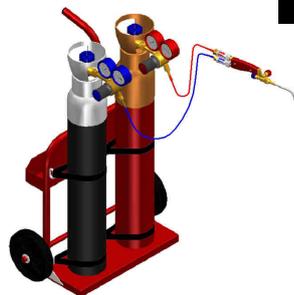


### 5.5. TÉCNICAS DE FABRICACIÓN POR UNIÓN DE PIEZAS

- **Unión por soldadura eléctrica:** se genera calor por el paso de una corriente eléctrica muy elevada de forma que se llega a fundir el metal. Puede haber aporte de material externo, como en la soldadura por arco, o sin aporte de material, como en la soldadura por puntos.



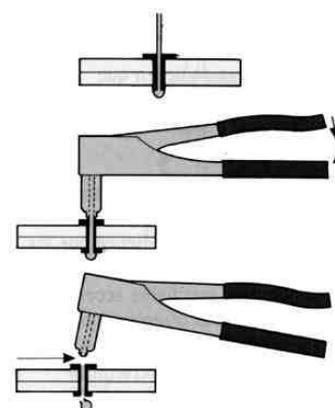
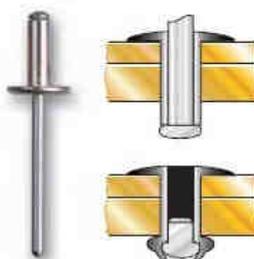
- **Unión por soldadura oxiacetilénica (o autógena):** el calor procede de la combustión de una mezcla de oxígeno y un gas llamado acetileno en un aparato llamado soplete. Puede hacerse con o sin aporte de material de relleno.



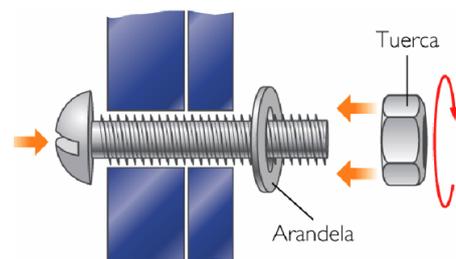
- **Unión por soldadura blanda:** el calor lo aporta un soldador (eléctrico o de llama). Se usa una aleación de estaño y plomo como material de relleno. Se usa en fontanería o para soldar chapas finas como la hojalata. Sólo se funde el material de relleno, no el de las piezas a soldar. Se suele utilizar una pasta denominada **decapante** o **fundente** para eliminar el óxido existente, evitar la formación de óxido en la soldadura durante el calentamiento y facilitar la soldadura.



- **Unión remachada:** se usa para unión de chapas de poco espesor. Se practica un agujero donde se introduce un remache; a continuación se deforma el remache por golpes o presión para formar otra cabeza.



- **Unión atornillada:** los tornillos pueden ser roscados, colocándose una tuerca en el extremo contrario a la cabeza, o bien del tipo rosca-chapa, que se enrosca en la propia chapa e la que se coloca. Existen tornillos autorroscantes, que van labrando su propia rosca en la chapa donde se coloca conforme se atornillan.



Tornillo rosca madera



Tornillo-tuerca rosca métrica



Tornillo autorroscante



Tornillo rosca chapa