

CONFORMACIÓN SIN PERDIDA DE MATERIAL

Tecnologías de Fabricación

Los procesos de transformación consisten en una serie de operaciones que parten de un material en bruto y modifican su forma hasta convertirla en una pieza elaborada que tiene utilidad industrial.

La forma final de una pieza, debe cumplir una serie de requisitos imprescindibles para ser considerada realmente útil:

- Quedar lista para ser montada en un conjunto.
- Fiel al diseño previamente establecido.
- Coste razonable de material y energía.
- Superar el control de calidad que garantice su fiabilidad.

Para fabricar un elemento, además de realizar un diseño previo en el que se especifiquen dimensiones y materiales, es necesario elegir el procedimiento de fabricación más idóneo, con el fin de dar forma al material.

Las técnicas de fabricación más usuales, se clasifican en tres grandes grupos:

1. **Procedimiento de fabricación por deformación o moldeo**, también llamado procedimiento de conformación sin pérdida de material, ya que a lo largo de los procesos no se desperdicia ni se pierde parte alguna del material con el que se trabaja.
2. **Procedimiento de fabricación por separación y corte**, también llamado procedimiento de conformación con pérdida de material, ya que a lo largo de los procesos se desperdicia o pierde alguna parte del material con el que se trabaja.
3. **Procedimiento de fabricación mediante unión de piezas.**

1.1.- Procedimiento de conformación sin pérdida de material. Conformación por fusión y moldeo.

Se realiza fundiendo el material y vertiéndolos en moldes que reproduzcan la forma de

la pieza. Esta técnica se conoce también como **fundición o colada**. Se aplica esencialmente para metales, plásticos, vidrio, cemento,....

Un molde es un recipiente que presenta una cavidad en la que se introduce un material en estado de fusión que, al solidificarse, adopta la forma de la cavidad. Luego se deja enfriar el tiempo necesario hasta que se solidifique y se extrae del molde. Los moldes, en general, constan de dos piezas, perfectamente acopladas.

Por medio de este método podemos fabricar y obtener piezas de formas muy diversas, siendo ampliamente utilizado en el campo de los recipientes de productos y carcasas de máquinas.

Los pasos a seguir para realizar este método de conformado son:

1. Diseñar la pieza que se desea fabricar.
2. Construir un modelo, que suele ser de madera o yeso, de forma artesanal.
3. Se construye el molde. Si la pieza es hueca se fabrican también los machos, que son unas piezas que recubren los huecos interiores.
4. Se llena el molde del material fundido (a este proceso se le llama colada).
5. Se procede al desmoldeo, es decir, extracción de la pieza del molde una vez solidificada.

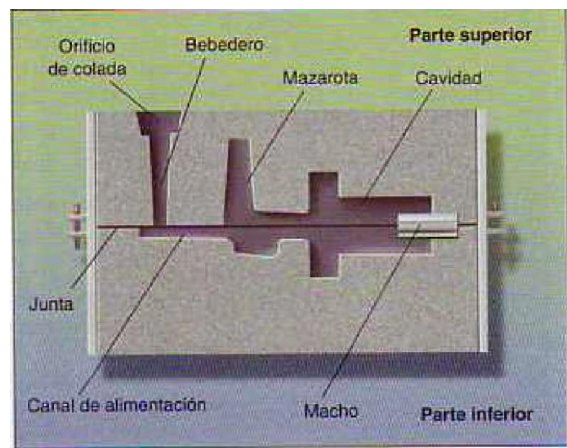


Fig. 2. Elementos de un molde industrial.

6. Se enfría la pieza.

Los procesos de moldeo son diferentes según la **naturaleza del molde** y el **método de vertido**. Así, según la naturaleza del molde pueden ser: de molde permanente (de hierro colado, acero o grafito) o de molde perdido (arena y arcilla); y según el método de vertido, puede ser por gravedad o por presión.

La elección de un método u otro depende de la complejidad de la pieza, grado de tolerancia respecto a las medidas establecidas, número de piezas a fabricar, coste del molde, acabado,...

Tipos de moldeo:

Los tipos de moldeo se clasifican en los siguientes grupos:

- Moldeo por gravedad.
- Moldeo por presión.

Moldeo por gravedad. Se realiza vertiendo el metal fundido sobre un molde, de manera que éste se desplace por su propio peso.

Se utiliza principalmente para fabricar piezas de fundición de acero, bronce, latón y distintas aleaciones de aluminio. Existen distintas técnicas: *en arena, en coquilla y a la cera perdida*.

1. Moldeo en arena

Es un procedimiento de molde perdido. Se emplea sílice (una arena muy pura) para hacer el molde, mezclada con arcilla y agua para aglomerar la arena. El proceso es el siguiente:

- Parte inferior del molde:

Se elabora un modelo de la pieza a fabricar (madera, resina,...) dividido en dos mitades exactamente iguales.

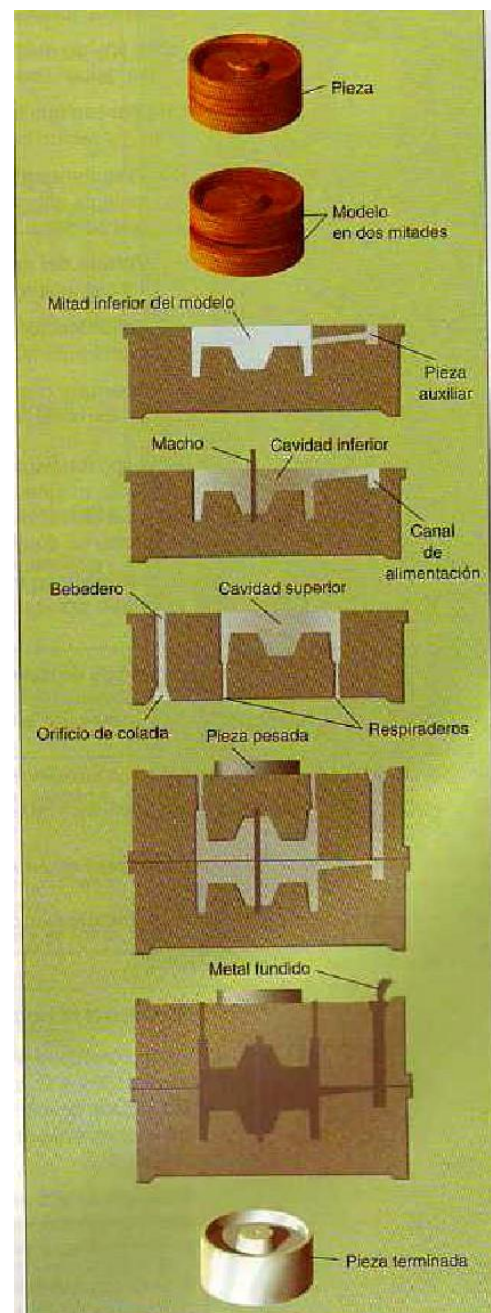
Se introduce una mitad del modelo en la parte inferior del molde y se rellena con arena. Se introduce una pieza auxiliar que formará el canal de alimentación.

Se comprime y compacta la arena alrededor del modelo. Se retiran el modelo y la pieza auxiliar. Así sus cavidades quedan marcadas en la arena.

- Parte superior del molde:

Se repiten los pasos anteriores, introduciendo las piezas que formarán el bebedero, el orificio de colada y los respiraderos (llamados mazarota, para que salgan los gases).

- Se unen las dos mitades del molde.
- Se colocan piezas en la parte superior para evitar que la presión de los gases pueda levantarla.
- Se vierte el material fundido por el orificio de colada.
- Se deja enfriar hasta la temperatura ambiente.
- Se rompe el molde y se extrae la pieza.
- Se eliminan las partes correspondientes al canal de alimentación, bebedero,... para volver a fundirlas.
- Se limpia y mecaniza superficialmente si es necesario.



Este es un proceso económico, apto para temperatura altas y todo tipo de metales, pero tiene el inconveniente de tener que realizar un molde para cada pieza.

2. Moldeo en coquilla.

Las coquillas son *moldes* metálicos *permanentes* (normalmente de acero o fundición gris)

que, al contrario que el método de moldeo con arena, *permite obtener un número muy elevado de piezas iguales utilizando el mismo molde*. Las coquillas son mucho más caras que

los moldes de arena, pero resulta rentable si se fabrican con ellas un número elevado de piezas (hasta miles). Presenta otra ventaja, al ser el molde metálico, la *velocidad a la que se enfría la pieza es mayor* además, la *precisión* de las piezas obtenidas es *mayor, así como sus acabados superficiales*. En cambio, *no* es bueno para moldear *piezas complejas*.

El proceso de fabricación por coquilla es el siguiente:

- Precalentamiento: El molde o coquilla, una vez cerrado, debe calentarse antes de introducir el metal fundido para que su dilatación se produzca de manera uniforme.
- Vertido del metal: Se vierte el metal y se llena la cavidad.
- Solidificación: Se deja enfriar el contenido a temperatura ambiente hasta que se solidifique.
- Apertura: Se abre el molde y se extrae la pieza.

Se usa para masas fundidas de aleaciones de Al, Mg o Cu. Si se pretende moldear piezas de acero, hay que usar moldes de acero refractario recubiertos de grafito para aumentar su durabilidad.

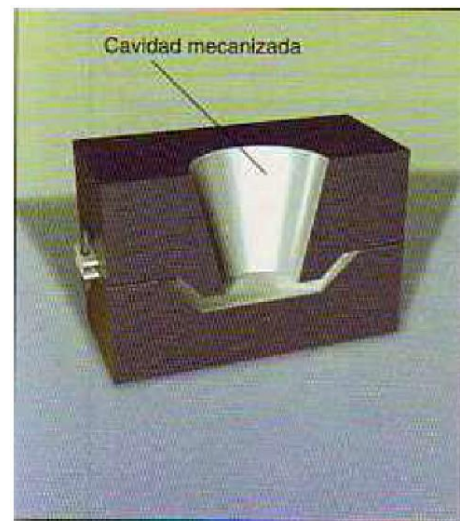


Fig. 4. Molde permanente o coquilla.

3. Moldeo a la cera perdida.

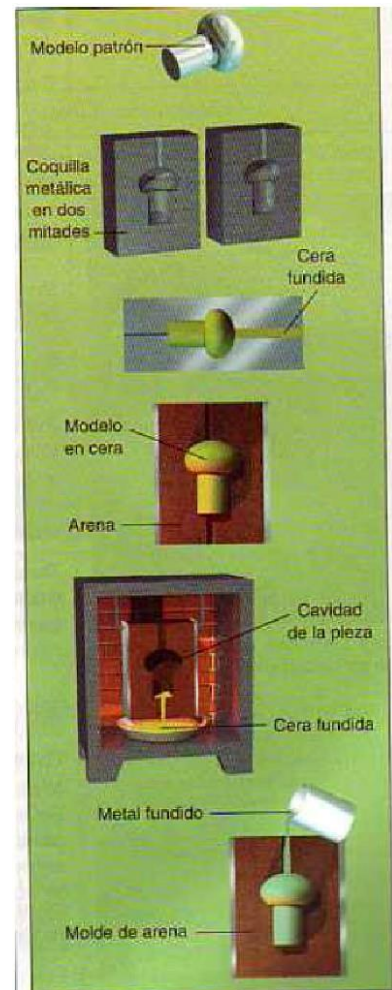
Es uno de los procesos más antiguos que se conoce, ya que era usado por egipcios y romanos.

Se emplea para fabricar objetos artísticos a base de metales nobles, como Au, Ag, Pt, o de forma muy compleja y pequeña.

El principal inconveniente es que es un proceso relativamente caro, pero presenta también la ventaja de que no necesita un mecanizado posterior.

El procedimiento es el siguiente:

- Se elabora un modelo patrón de la pieza en latón.
- Con ayuda del modelo se mecaniza la cavidad de la coquilla o molde permanente y se divide en dos partes iguales
- Se cierra el molde y se introduce cera caliente. Se crea un modelo en cera.
- Se introduce el modelo en cera en una caja de acero inoxidable que se rellena con arena de sílice, dejando los orificios pertinentes para el llenado del metal y para la salida de los gases.
- Se introduce la caja en un horno, hasta que alcance unos 100°C. La cera se funde y se recoge en unos canales del fondo del horno.
- Se eleva la temperatura del horno hasta unos 1000°C.
- Se endurece la arena y se forma la cavidad correspondiente a la pieza.
- El molde se extrae del horno y se vierte el metal fundido en su interior.
- Una vez solidificado, se rompe el molde y se obtiene la pieza.



Moldeo por presión. Se lleva a cabo introduciendo la masa metálica fundida en el interior del molde forzando la entrada en el mismo. En este método se emplean moldes permanentes.

1. Moldeo por fuerza centrífuga

El molde gira alrededor de un eje que puede ser horizontal o vertical, con lo que la fuerza centrífuga obliga al metal fundido a rellenar todas las cavidades del mismo.

Se emplea fundamentalmente para moldear piezas de revolución, presentando además, la ventaja de que pueden obtenerse piezas de menor espesor que las que se obtienen por gravedad. Las piezas presentan menos grietas y oquedades.

Por el contrario, los moldes resultan caros, ya que deben ser más gruesos debido a las presiones elevadas que deben soportar.



2. Moldeo por inyección

Es el moldeo a presión propiamente dicho. El metal se inyecta en el molde por medio de una máquina. La inyección puede hacerse por medio de un émbolo o usando aire comprimido.

Los moldes son similares a las coquillas, aunque se suelen denominar **matrices**. Este método presenta la ventaja de que pueden fabricarse piezas de formas

complicadas de una manera bastante económica y de gran precisión. Además, las piezas resultan limpias y sin defectos.



Fig. 6. Proceso de inyección de metal fundido en la matriz.

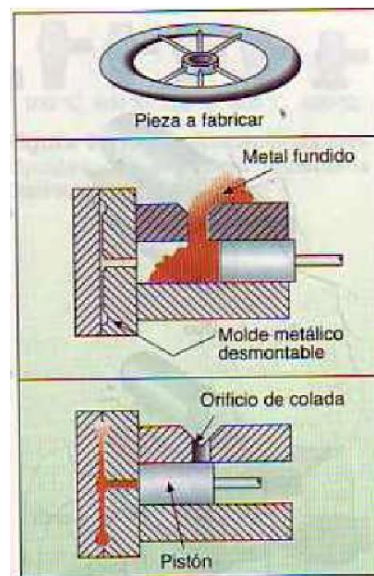


Figura 9.6. Colada por presión.

1.2.- Procedimiento de conformación sin pérdida de material. Conformación por deformación.

Cuando un objeto es sometido a la acción de una fuerza, ésta provoca una deformación que puede ser elástica o plástica, dependiendo de la naturaleza del material sobre el que actúa y del esfuerzo aplicado.

Los procesos industriales de **conformación por deformación** consisten en *someter a los materiales a la acción de fuerzas que superen los límites de elasticidad, de modo que provoquen en ellos deformaciones plásticas de carácter permanente.*

Son procesos de gran interés industrial y se realizan tanto **en frío** como **en caliente**. En caliente se aplica principalmente para metales y plásticos. En frío se aplica sólo para metales.

También podemos clasificarlos en función del *tipo de esfuerzo al que están sometidos*. Así, pueden ser de **tracción** o de **compresión**.

1.2.1.- Deformación en caliente.

En la deformación en caliente, estudiaremos cuatro métodos:

- Forja
- Laminación
- Extrusión
- Estampación en caliente

Forja.

Consiste en calentar el metal hasta una temperatura inferior a la de fusión (hasta cerca de 1000 °C) y posteriormente golpearlo con un martillo o una prensa. A esta temperatura aumenta la plasticidad del metal por lo que se le puede dar la forma deseada sin romper o quebrar el material.

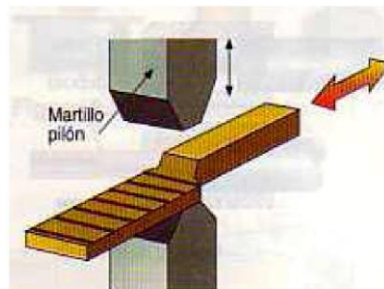
Antiguamente se deformaban las barras calentándolas en una *fragua* de carbón, el herrero sacaba las piezas ayudándose de *tenazas*, la colocaba sobre el *yunque* y, con el *martillo*, la golpeaba dándole la forma deseada.

Esto es la **forja a mano**. Este método es limitado.



Figura 9.12. Forja a mano.

Actualmente se emplean **prensas**, accionadas mecánicas o hidráulicas, que comprimen el material hasta darle la forma deseada. También se emplean **martillos mecánicos** que golpean el material sucesivamente.



Los materiales que admiten forja son principalmente algunos metales puros, como el Al, Cu, Fe y Zn, y aleaciones, como aceros, aleaciones de Al y Mg, bronce y latones. Entre las operaciones más habituales de forja que se realizan, están:

- Estirado: Alargamiento de la pieza con reducción de su sección.
- Degüello: Disminuir la sección de la pieza en una zona determinada.
- Recalcado: Aumentar la sección disminuyendo la longitud.
- Punzonado: Practicar agujeros en la pieza.
- Corte: Dividir la pieza en trozos de tamaño prefijado.

Laminación.

Consiste en hacer pasar entre dos o más rodillos que giran en sentido contrario, una masa metálica de forma continua. A través de sucesivas pasadas se reduce su espesor y se adapta su forma para obtener planchas, barras o perfiles. El lingote se calienta a una temperatura por debajo de la de fusión.

Los rodillos están separados una distancia un poco más pequeña que la anchura del lingote. Se emplea para metales y plásticos.

Según la pieza que queramos obtener existen distintos tipos de laminación

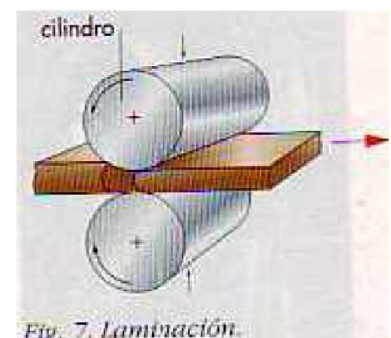
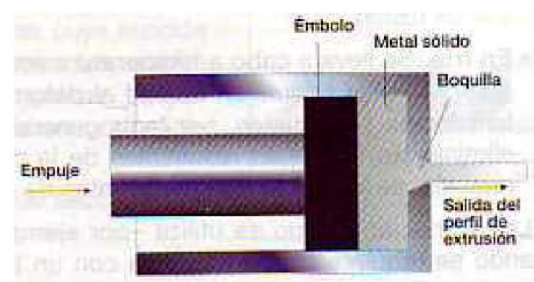


Fig. 7. Laminación.

Extrusión.

Es un proceso continuo para conformar materiales, haciéndolos fluir a presión, por medio de un **émbolo**, a través de orificios con una forma determinada. El metal no debe estar fundido, sino por debajo de su punto de fusión. Es muy empleado para metales como Pb, Al, Zn, Sn, Cu,... aunque también se emplea para plásticos.

Los dispositivos empleados para este proceso se denominan **matrices** y están provistos de **boquillas** cuya sección es igual a la del perfil que se desea obtener.



Estampación en caliente.

Se trata de una operación estrechamente relacionada con la forja mecánica. Consiste en situar el metal entre dos moldes denominados **estampas** y someterlo a un esfuerzo de compresión por medio de una prensa. Las estampas son una especie de moldes formados por dos partes, la estampa superior y la estampa inferior. Ésta permanece fija a una mesa, mientras que la otra es accionada mecánicamente, cayendo sobre la otra.

1.2.2.- Deformación en frío.

Existen varios métodos, algunos similares a la deformación en caliente. En este caso, estudiaremos:

- Estampación en frío
- Forjado en frío
- Extrusión en frío
- Doblado y curvado
- Embutición
- Estirado
- Trefilado

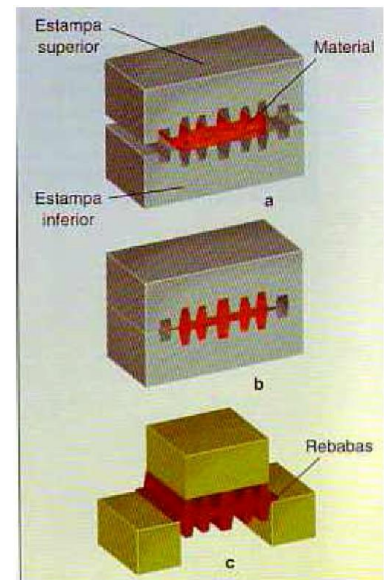


Fig. 9. Proceso de estampación en caliente: a) preparación; b) estampación; c) acabado.

Estampación en frío

Es esencialmente igual a la estampación en caliente, pero sólo se aplica para obtener chapas o para darles la forma deseada (para carrocerías de automóviles, puertas, ...). Los materiales más empleados son el acero y el aluminio. En este caso la estampa inferior se denomina matriz y la superior se denomina punzón. La plancha se introduce entre las estampas, de forma que den relieve por un lado y se hunda por el otro. La ventaja principal frente a la estampación en caliente es su menor coste.



Forjado en frío

Se utiliza principalmente para producir pequeñas piezas por martilleo, como tornillos, arandelas, varillas, etc. Las máquinas empleadas son potentes prensas.

Extrusión en frío

Consiste en introducir en un recipiente un material dúctil presionándolo fuertemente con un punzón o émbolo, lo que obliga al material a "fluir" por el orificio que queda libre. De esta manera se pueden obtener barras o tubos de sección constante (tubos de pasta de diente, de pegamento, carcasa de pilas,...).

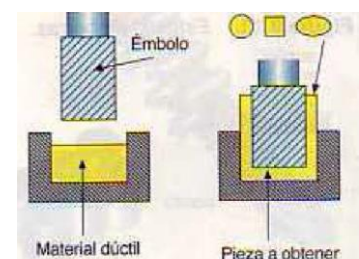
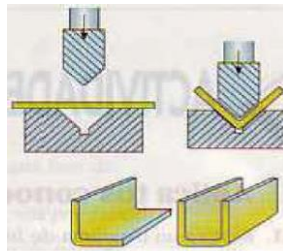


Figura 9.19. Obtención de piezas por extrusión (deformación en frío).

Doblado y curvado

Doblado. Se trata de hacer un pliegue para formar un cierto ángulo sobre la línea de dobles. El radio de curvatura de la deformación es relativamente pequeño.



Curvado. Tiene por objeto dar a la pieza la forma de una línea curva. El radio de curvatura de la deformación es relativamente grande.

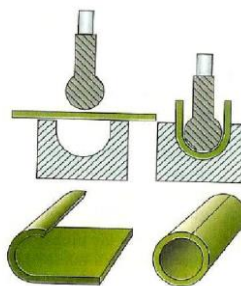


Figura 9.21. Curvado.

Embutición

Una prensa golpea chapas o láminas colocadas sobre el molde con la forma de la pieza buscada. Realizada esta operación, el grosor de la chapa no sufre variación. Con este procedimiento se deforman chapas para obtener formas muy diversas y de una manera rápida, tapas de envases, recipientes, ...

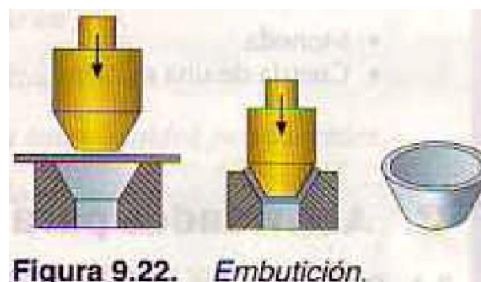
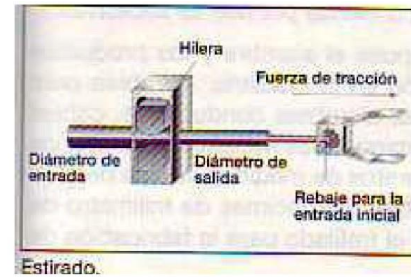
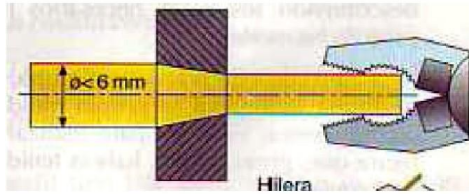


Figura 9.22. Embutición.

Estirado

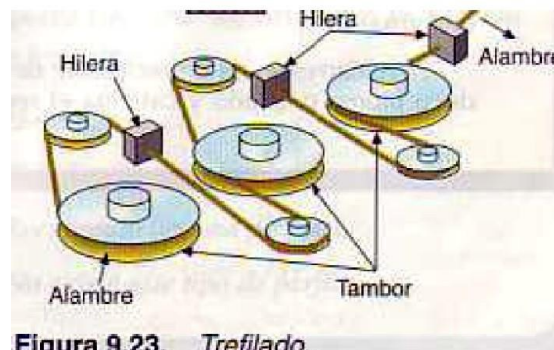
Con este método se pretende reducir la sección de un determinado material, por ejemplo, para reducir el grosor de una varilla. Esto se consigue haciéndolo pasar a través de unos orificios calibrados que se denominan **hileras**.

El material que se quiere estirar debe ser dúctil y tenaz. Se usa para barras procedentes de fundición de metales como Cu, latón, Al y aleaciones.



Trefilado

Es un procedimiento que se emplea para obtener alambres finos. Es un método muy similar al estirado, pues consiste en hacer pasar una varilla por **una serie** de orificios de diámetro decreciente, llamados también **hileras**. Al material se le obliga a pasar por los orificios estirándolos, al igual que el método anterior.



NOTA: No se debe confundir estirado y trefilado, son métodos muy similares pero la diferencia esencial es la siguiente...

- El **estirado** se aplica para varillas gruesas y tiene por objeto obtener varillas más finas.
- El **trefilado** se aplica sólo para obtener a alambres finos.

TEMA 2 - CONFORMACIÓN CON PERDIDA DE MATERIAL

La fabricación con pérdida de material, supone eliminar el material sobrante de una pieza inicial para transformarla en una pieza terminada con formas y dimensiones concretas.

El material sobrante, puede tener forma de virutas, recortes, o limaduras, según el procedimiento empleado.

Los procedimientos pueden realizarse con herramientas manuales (limado y aserrado) o mecánicas (cizallado, aserrado, taladrado, torneado, fresado, rectificado).

Los procedimientos de separación o corte se clasifican en:

- Por separación mecánica.
- Por calor.
- Por separación química.

1.- Por separación mecánica

1.1.- Separación mecánica sin arranque de viruta

1.1.1.- Corte.

Es el sistema más sencillo de separación o corte. Se realiza sobre materiales blandos y de pequeño espesor. Un ejemplo de herramienta es el **cutter**.



1.1.2.- Cizalladura

Es el método de corte en el que se utilizan herramientas que disponen de *dos cuchillas que se desplazan en direcciones diferentes*, quedando el material entre ambas y cortándolo en dos piezas.

Algunas herramientas usadas en este método de corte son: tijeras (manual), guillotina (mecánica) y máquinas de troquelar (mecánico).

1.1.3.- Troquelado

El **troquelado** o **punzonado**, consiste en separar de una pieza delgada (metal, plástico, cuero,...), una porción del material con una forma determinada, mediante un golpe de prensa, y empleando un dispositivo adecuado (los troqueles o punzones). Con este método podemos fabricar, por ejemplo, *arandelas*.

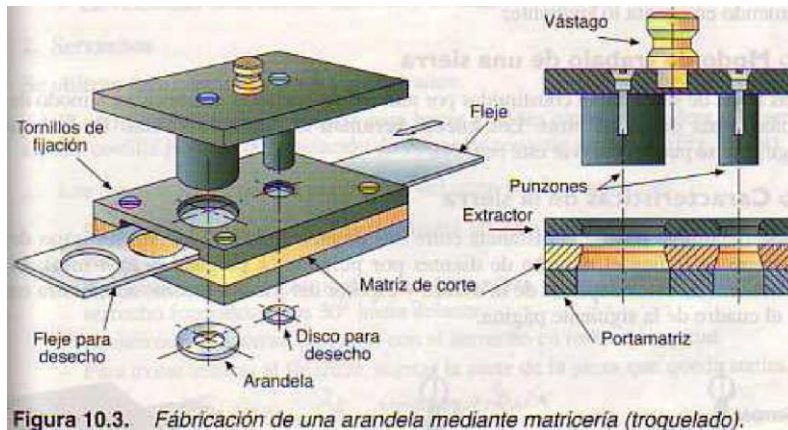


Figura 10.3. Fabricación de una arandela mediante matricería (troquelado).

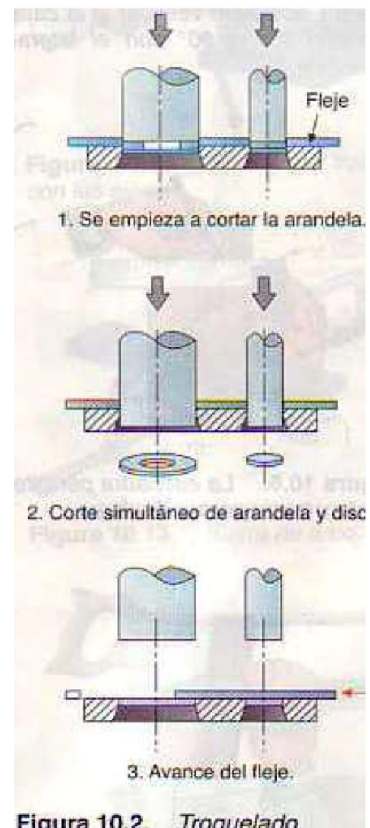


Figura 10.2. Troquelado.

1.1.2.- Separación mecánica con arranque de viruta

Con este procedimiento obtenemos un producto final arrancando virutas de los materiales en bruto. Normalmente se trabaja primero la pieza sin arranque de viruta.

1.2.1.- Aserrado

Es la operación de corte con arranque de viruta más común. En este grupo aparecen herramientas como las **sierras** y **serruchos**. La operación de aserrado debe considerar el marcado del material, utilizando herramientas de trazado tales como escuadra, regla, compás y punta de trazar (o lápiz). Se marcará por donde se deben realizar los cortes.

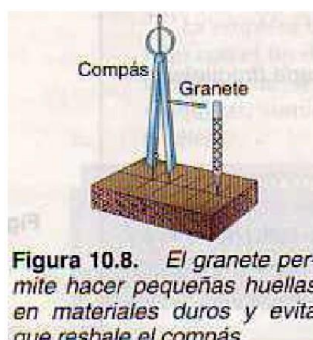


Figura 10.8. El granete permite hacer pequeñas huellas en materiales duros y evita que resbale el compás.



Figura 10.6. La escuadra permite medir y trazar perpendiculares.

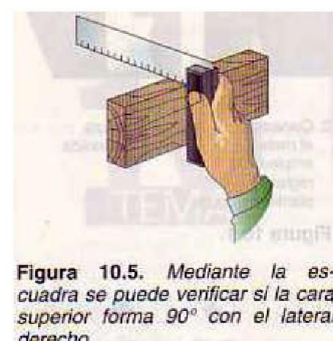


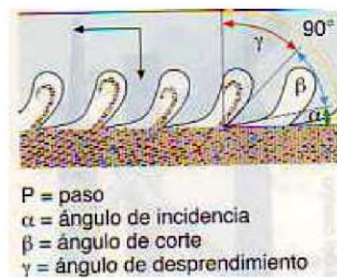
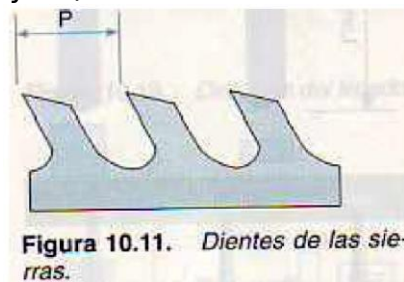
Figura 10.5. Mediante la escuadra se puede verificar si la cara superior forma 90° con el lateral derecho.

Las herramientas de aserrado poseen una hoja de acero provista de dientes afilados y cortantes, capaces de cortar materiales muy diversos como madera, plásticos, metales,... El diseño de los dientes de las hojas se hace teniendo en cuenta el material que hay que serrar:

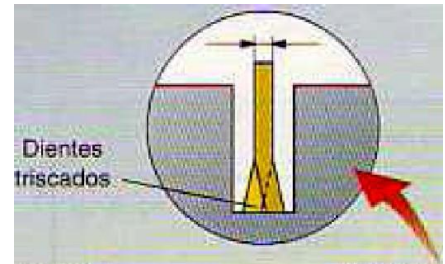
- Para cortar un material blando, como la madera, los dientes son más grandes y están más separados.
- Para cortar una material más duro, como el hierro, se necesitan dientes más pequeños y más juntos.

Se define el **paso** como la distancia que existe entre dos dientes consecutivos.

Se define el grado de corte como el número de dientes por centímetro de longitud (varía entre 6 y 13).

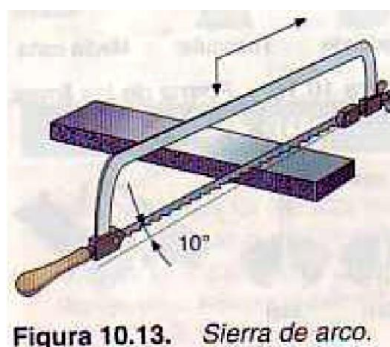


El **triscado** de los dientes consiste en curvarlos alternativamente a derecha e izquierda con objeto de evitar que las caras laterales de la pieza rocen con la sierra, lo que originaría un calentamiento de la hoja que acabaría atascándose. De este modo, la ranura que abren es mayor que el espesor de la hoja. Las **herramientas de trabajo** de aserrado pueden ser manuales o mecánicas.



Sierras manuales

- Sierra de arco o segueta



Formada por un bastidor (en forma de arco) con mango. El bastidor sujeta una hoja de acero dentada. La hoja es intercambiable, por lo que a la hora de fijar una de ellas, debemos tener en cuenta en la inclinación de los dientes. Un tornillo tensor (o palomilla) se encarga de mantener tensa la hoja dentro del bastidor. Las sierras se utilizan para cortar infinidad de materiales,



dependiendo del paso de la hoja. Un caso particular es la sierra de marquetería, utilizada comúnmente para cortar madera de poco grosor.

- Serruchos

Se utilizan para cortar madera y sus derivados. Hay infinidad de ellos (ordinario, de costilla, de precisión,...). En este caso no hay arco debido a la gran anchura de la hoja.



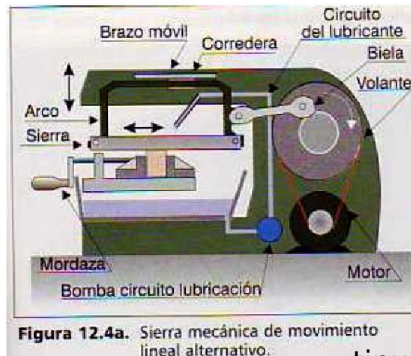
Sierras eléctricas o con motor de gasolina

Este tipo de sierras se emplean especialmente para el aserrado de materiales de grandes dimensiones, o para materiales que requieren una gran cantidad de esfuerzo. Las máquinas para aserrar pueden ser **fijas** o **portátiles**.

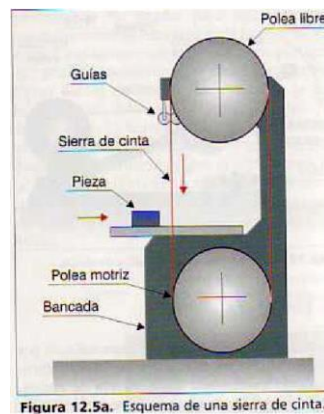
Las **máquinas fijas** son *más potentes* y se emplean para *trabajos de gran envergadura*, al contrario que las portátiles. En el primer caso, es la pieza la que se mueve, permaneciendo completamente fija la máquina.

Las sierras eléctricas pueden ser:

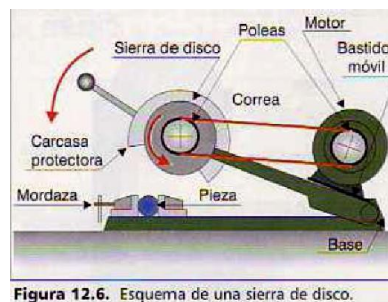
- De movimiento alternativo. (caladora)



- De movimiento continuo, también llamadas sierras de cinta o sin fin.



- De movimiento circular, cuya hoja de corte es circular.



1.2.2.- Limado

El limado es una *operación mecánica* mediante la cual se da forma a una pieza mediante el *desprendimiento del material en forma de limaduras*.

Las herramientas utilizadas para este fin son las **limas** y las **escofinas**, que consisten en una *barra de acero templado*, de *superficie estriada*, cuya misión es rebajar la pieza.

Se clasifican según diferentes criterios:

1. **Tamaño** (en pulgadas): Es la *longitud* del cuerpo de la lima. A mayor longitud, mayor superficie a limar.
2. **Forma**: Determinada por su *sección transversal*. Pueden ser planas, cuadradas, triangulares, de media caña, redondas,... Cada una se utiliza para una determinada operación de limado.
3. **Tipo de picado**: Es la *rugosidad* de la superficie del cuerpo metálico. Según su forma puede ser sencillo o doble. Así, tenemos **escofinas** (de grano basto, sólo empleadas para maderas) y **limas** propiamente dichas (de grano fino, empleadas para metales o maderas muy duras).



Proceso de limado

Para llevar a cabo correctamente esta operación (manual), hay que tener en cuenta los siguientes pasos:

1. **Sujeción de la pieza**: La pieza debe sujetarse entre las mordazas del tornillo de banco, de modo que no salga excesivamente de ellas para evitar que vibre.
2. **Sujeción de la lima**: La lima debe sujetarse con la mano derecha sobre el mango. La mano izquierda se apoya en la punta de la lima para presionar la pieza.
3. **Posición de trabajo**: hay que colocarse con el pie izquierdo algo adelantado. También puede realizarse de manera mecánica, usando una herramienta eléctrica llamada **limadora**. En este caso la pieza es móvil.

1.2.3.- Taladrado



Fig. 13. Taladradora de columna.

Es una operación que tiene por objeto el mecanizado de agujeros, con obtención de virutas. Para esta operación se emplean elementos de corte circular denominados **brocas**, los cuales se fabrican de *acero templado*. Las máquinas en las que se instalan las brocas reciben el nombre de **taladros** o **taladradoras**.

Existen muchos tipos de taladros: pero en definitiva se pueden dividir en taladros **portátiles** (de bricolaje) y taladros de **sobremesa o de columna** (los cuales son fijos).

Los taladros de sobremesa permiten efectuar agujeros de diámetros mayores y de más precisión.

Las brocas más conocidas son las helicoidales y en ellas se distinguen tres partes fundamentales: la *cola o mango*, el *cuerpo* y la *boca o punta*.

- **Cola:** parte que se fija al
- **Cuerpo:** Parte activa de la en forma de hélice.
- **Punta:** Parte cónica que

Elección de la broca

Se debe tener en cuenta el la *dureza* del material y el

- **Tamaño:** que ser ligeramente superior al utilizada.
- **Dureza del material:** De la punta de la broca. A debe ser el ángulo.
- **Afilado:** La forma de la punta determina el tipo de material para el que se emplea (madera, metal, pared,...). Las brocas para perforar *madera* terminan en *punta o pala*. Las de *pared* cuentan con una *pastilla de carburo metálico* en la punta y las de *metal* están fabricadas con acero rápido y tienen un *ángulo de punta alto*.

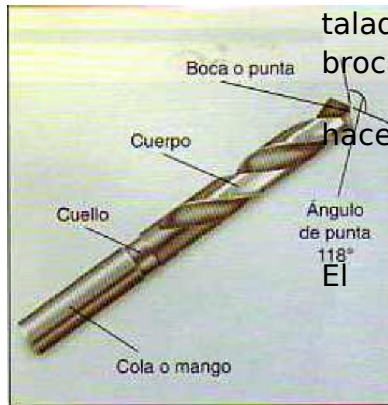


Fig. 12. Partes de una broca helicoidal.

taladro.

broca. Lleva unas ra- nuras

hace el corte.

tamaño del agujero, afilado de la broca.

tamaño del agujero tiene

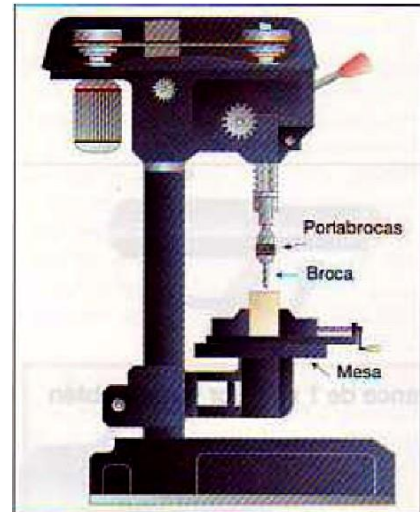
diámetro de la broca

termina el ángulo de mayor dureza, mayor

Para taladrar correctamente se deben:

1. Seleccionar la velocidad de corte (debido a la rotación de la máquina): Por norma, *cuanto más duro sea el material que se va a taladrar, menor será la velocidad de corte*.
2. Se sujeta la pieza que se taladre sobre la mesa de la taladradora por medio de unas mordazas.
3. Se puntea el centro del agujero con un granete.
4. Se elige la broca adecuada y se monta en el portabrocas.
5. Se inicia la operación, acercando la broca lentamente al material. De hecho, la velocidad de avance viene determinado por el tipo de broca y la dureza del material.
6. Una vez practicado el orificio, se retira la broca lentamente.

NOTA: En ocasiones es necesario lubricar la broca con el fin de disipar el calor producido durante el trabajo de corte. Existen tablas publicadas que nos permiten conocer los parámetros adecuados.



Esquema de una taladradora.

1.2.4.- Cepillado y lijado

Las máquinas herramientas que permiten obtener superficies planas son la **cepilladora** y la **lijadora**. La primera se emplea básicamente para madera.

La **cepilladora** dispone de un cilindro al que se le han

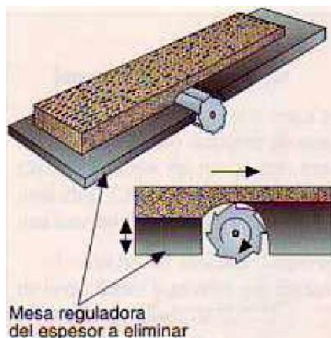


Figura 10.50. Cepilladora.

conectado una serie de **cuchillas** que, al girar, arrancan pequeñas virutas. La herramienta permanece fija mientras la pieza se mueve en línea recta sobre ella.

Se puede controlar la *velocidad de corte* (o velocidad del motor), la *velocidad de avance de la pieza* sobre la mesa de la cepilladora y la *profundidad*, que regula el espesor a eliminar.



También existen cepillos manuales. La **lijadora** se basa en frotar una lija (papel con granos de cuarzo) que desgastan la superficie. Las sustancias que se adhieren al cuarzo, se denominan abrasivos. El papel de lija se numera del 0 al 6, basta (granos gruesos) y el 6 la más fina. Para superficies más duras se emplean abrasivos más finos.

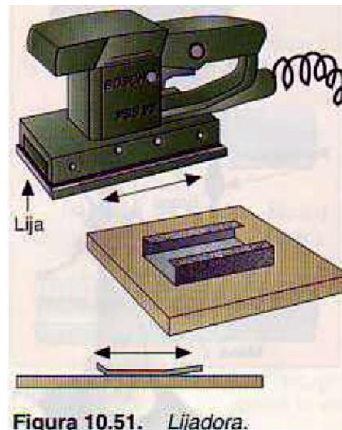


Figura 10.51. Lijadora.

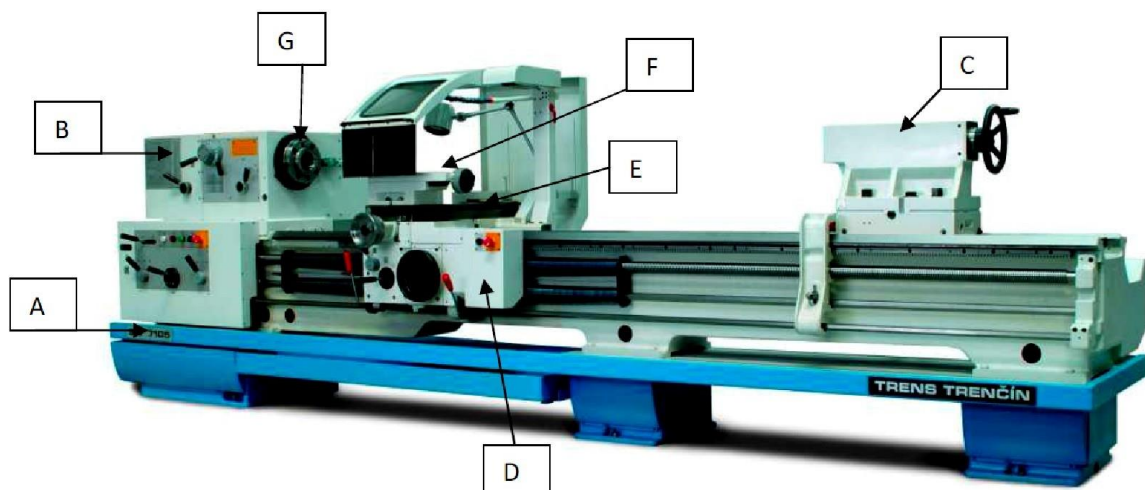
(papel con granos de papel de lija, como el siendo el 0 la más fina. Para superficies más duras y papeles

1.2.5.- Torno

El **torneado** es la operación que consiste en labrar o mecanizar una gran variedad de cuerpos de revolución (cilindros, conos o esferas) y en practicar roscas de cualquier perfil.

El **torno** es la herramienta que nos permite fabricar *piezas de revolución*, es decir, cuya sección transversal tiene forma circular.

Existen varios tipos de torno, siendo el más usado el torno paralelo (figura siguiente), en el que se trabajan las piezas situadas horizontalmente.



El torno consta de:

A. Bancada: parte robusta que sirve de soporte al resto.

B. Cabezal fijo: Situado en uno de los extremos de la máquina. Dispone de un plato (G), en el que se fija un de los extremos de la pieza que se va a torner. Un motor le imprime giro al cabezal fijo y, por lo tanto, la pieza gira (diferentes velocidades).

C. Cabezal móvil (contrapunta): Se encuentra en el extremo opuesto al cabezal fijo y se puede desplazar por medio de unas guías a lo largo del torno, es decir, longitudinalmente.

D. Carro principal o longitudinal: puede deslizarse paralelamente a la pieza.

E. Carro transversal: se desliza sobre la parte superior del carro principal y su movimiento es perpendicular a la pieza.

F. Carro portaútiles: Situado sobre el carro transversal y se apoya sobre una plataforma giratoria, por lo que puede fijarse en cualquier posición. Es el que lleva las cuchillas de corte.

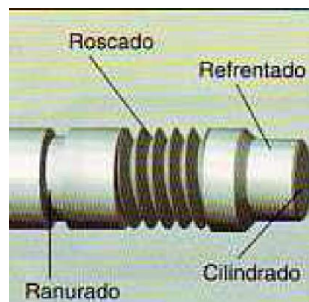
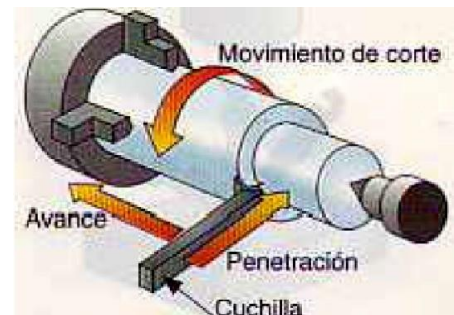
El trabajo del torno consiste básicamente, en *hacer girar la pieza que hay que fabricar sobre su eje de rotación al mismo tiempo que la herramienta de corte intercambiable (denominada cuchilla) avanza longitudinalmente con movimiento uniforme*. Esta cuchilla dispone de un filo para arrancar material en forma de viruta.

Los movimientos de trabajo del torno son:

- **Movimiento de corte:** Por rotación de la pieza.
- **Movimiento de avance:** Es el movimiento lineal de la cuchilla debido al desplazamiento longitudinal de la herramienta.
- **Movimiento de penetración:** movimiento lineal que penetra en la pieza.

Con el torno se pueden realizar una gran variedad de piezas de revolución, ya que realiza varias operaciones. Las fundamentales son:

1. Cilindrado: Consiste en la obtención de un cilindro recto de una longitud y diámetro determinado.
2. Refrentado: En este caso, la pieza no presenta el movimiento de avance, sino únicamente el de profundidad de pasada. Su fin es rebajar la longitud de la pieza hasta unas dimensiones dadas.
3. Ranurado: se trata de abrir ranuras en las piezas: es por lo tanto, un cilindrado obtenido en una franja estrecha. Dota a la pieza de un corte o ranura perpendicular al eje de ésta.
4. Troceado o sesgado: Permite dividir a la pieza en dos trozos mediante un corte perpendicular a su eje.
5. Roscado: Es un cilindrado realizado con velocidad de avance alta, mucho mayores que las de giro de la pieza. De este modo, se marca una hélice que definirá una rosca (de un tornillo).



1.2.6.-Fresado

Es una operación mecánica que consiste en **labrar cuerpos prismáticos** mediante arranque de viruta.

La máquina herramienta que realiza esta operación se conoce como **fresadora**. Las fresadoras disponen de unos elementos denominados **fresas** que se mueven con movimiento de rotación, mecanizando superficies de piezas que se desplazan bajo la herramienta con movimiento rectilíneo.

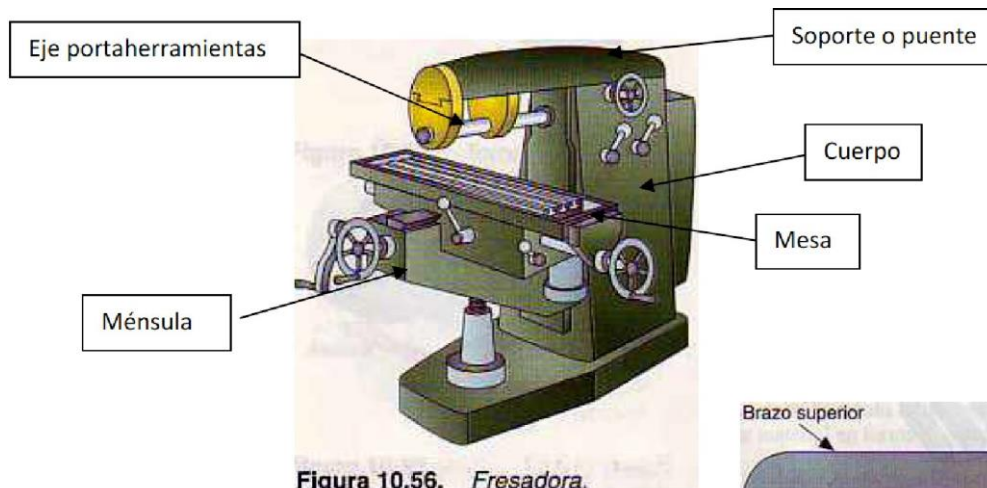


Figura 10.56. Fresadora.

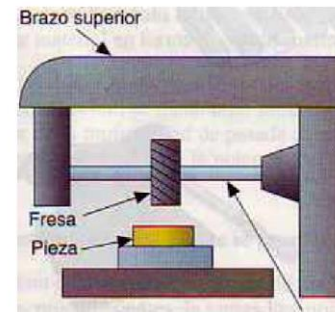


Figura 10.57. Vástago portafresas.

Las **fresas** son unas herramientas de *múltiples filos* y tienen *distintas formas y tamaños*.

Las fresas trabajan de la siguiente forma: *Las virutas son arrancadas debido a la rotación de la fresa, cuyos dientes se encuentran formando una circunferencia.*

Existen dos tipos de fresado según la posición del eje de la fresa:

1. **Fresado cilíndrico (horizontal)**: el eje de la fresa es paralelo a la superficie a fresar.

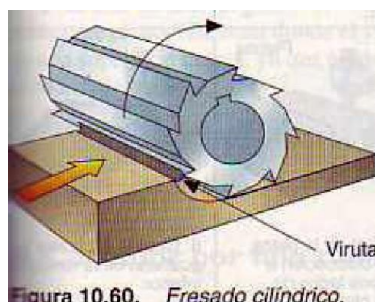


Figura 10.60. Fresado cilíndrico.

2. **Fresado frontal (vertical)**: el eje de la fresa es perpendicular a la superficie a fresar.

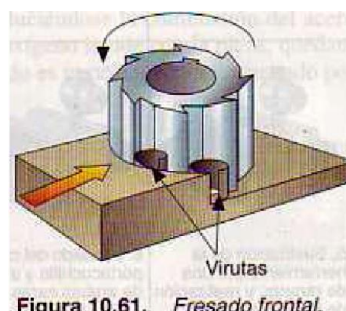


Figura 10.61. Fresado frontal.

El **procedimiento de trabajo** es:

- Se fija la pieza a la mesa de la fresadora
- Se determina el tipo de trabajo a realizar y se elige la fresa adecuada
- Se establecen las condiciones cinemáticas del proceso: velocidad de giro, de corte y de avance de la pieza.
- La fresa gira a gran velocidad y la pieza se desplaza hacia ella con movimiento rectilíneo.
- Cuando ambas entran en contacto, se elimina una capa de material.

Algunos tipos de fresas:



Algunos de los trabajos que pueden realizarse con una fresadora se presentan a continuación:

1.2.7.-Rectificado

El rectificado es un procedimiento de trabajo con arranque de viruta en que la herramienta es un disco rotativo (forma cilíndrica o tronco-cónica), denominado **muela**, compuesto por un material abrasivo, a base de cuarzo (u otros materiales muy duros).

Un material abrasivo es aquel, de extremada dureza, capaz de arrancar pequeñas virutas cuando

se le frota contra otro material más blando.

Con la rectificadora se obtiene una precisión de mecanizado superior a otros métodos.

Las **operaciones más frecuentes** son:

- **Acabado o afinado de superficies planas, cilíndricas o de otro tipo**, previamente mecanizadas. En este caso el espesor del material arrancado es de centésimas de mm.
- **Mecanizado de piezas de gran dureza superficial**, como piezas templadas que sería difícil mecanizarlas por otro procedimiento. Se puede llegar a arrancar una capa de material de décimas de mm.



2.23b. Abrasivos.

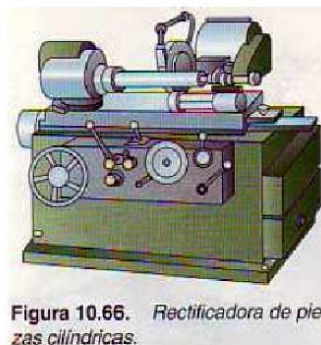


Figura 10.66. Rectificadora de piezas cilíndricas.

2.- Por calor

Las piezas se mecanizan con la aportación de calor.

Oxicorte o corte mediante soplete

Permite cortar aceros de baja concentración en carbono. Esta operación se basa en la propiedad que tiene el acero de arder muy rápidamente en oxígeno puro cuando alcanza la temperatura de ignición, inferior a la del punto de fusión.

Para ello se incide un potente chorro de oxígeno sobre la pieza que está sometida a una temperatura alta, produciéndose la combustión del acero en la zona de incidencia y por lo tanto un corte.



Fig. 11. Proceso de oxicorte.

Corte por plasma

Un chorro de plasma se obtiene cuando un gas (ligero) es fuertemente calentado por un arco voltaico de corriente continua. Debido a esto se dice que el gas se ioniza, es decir, los átomos del gas liberan electrones (quedando de esta manera electrones y cationes (iones positivos)).

Este calor se aprovecha para fundir piezas metálicas y pétreas.

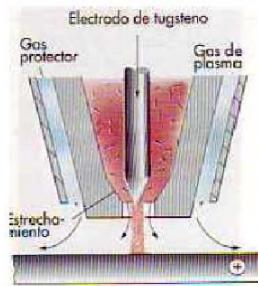


Fig. 12. Esquema de una boquilla de plasma.



Fig. 13. Máquina de corte por plasma.

3.- Separación química

Consiste en cortar un material mediante una reacción química. Un ejemplo es el **corte del cobre empleando ácido**. Se recubre de pintura la placa de metal salvo en aquellas zonas donde se quiera realizar el corte y se sumerge en ácido. Las zonas expuestas al ácido se disolverán y se producirá el corte.

TEMA 3 - CONFORMADO POR UNIÓN DE PIEZAS

En la mayoría de los casos, las máquinas, herramientas, útiles y mecanismos están compuestos por varias piezas unidas entre sí para cumplir su función. En este capítulo se analizarán diferentes formas de unión.

Tipos de uniones.

Las uniones pueden ser de dos tipos:

- **Desmontables:** permiten separar las piezas con facilidad, sin romper el medio de unión ni las propias piezas. Entre las más destacadas están las *roscas*, *chavetas*, *lengüetas* y *pasadores*.
- **Fijas o no desmontables:** se realizan con piezas cuyo desmontaje no se prevé durante la vida útil de la máquina o estructura o, en otros casos, por seguridad o exigencia del diseño. Para la separación de las piezas necesitamos romper el elemento de unión o, en muchos casos, deteriorar alguna de las piezas. Destacan el *roblonado*, el *remache tubular* y los diferentes tipos de *soldaduras*.

A continuación, se muestra una tabla con las uniones más utilizadas según el material:

Material	Unión desmontable	Unión fija
Metales	• Elementos roscados • Pasadores • Chavetas • Ejes estriados • Guías	• Remaches y roblones • Piezas ajustadas a presión • Soldadura • Adhesivos
Plásticos	• Elementos roscados.	• Adhesivos
Madera	• Elementos roscados	• Clavo • Adhesivos
Textiles	• Botón y ojal • Cremallera • Tiras de velero • Corchetes	• Costura • Adhesivos
Cerámicos	• Elementos roscados	• Adhesivos
Pétreos		• Adhesivos • Cementos

1. Uniones desmontables

1.1. Elementos roscados

Los elementos roscados por excelencia son los **tornillos** y las **tuercas**, cuya utilización es muy común en todo tipo de máquinas y mecanismos, con una gran variedad de formas y tamaños.

Se denomina **rosca** a cualquier elemento mecánico que disponga de un canal en forma de hélice continua construido sobre un cilindro.

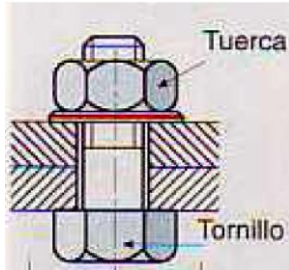
Según la posición de la hélice, distinguiremos entre tornillos y tuercas:

- Si la hélice es exterior al cilindro, tendremos un tornillo.
- Si la hélice es interior, obtenemos una tuerca.

Además de la posición de la hélice, hay que tener en cuenta otros factores como la *forma del filete* (triangular, redonda, cuadrada,...), el *número de entradas* y el *sentido de giro* (rosca a derecha o rosca a izquierda). Los elementos más comunes son:

Tornillo pasante y tuerca

Un **tornillo** es un *cuerpo* cilíndrico con una cabeza en un extremo para su enroscado; el otro extremo sirve para encajar mediante esfuerzos de presión y giro, en una tuerca o en un hueco roscado. La cabeza del tornillo y la tuerca suelen ser hexagonales, aunque pueden tener otras formas.

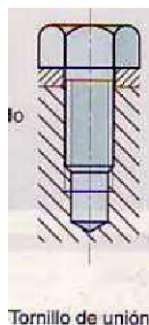


Los tornillos constan de dos partes:

- Cuerpo o elemento de unión, que está roscado.
- Cabeza o elemento de apriete.



Tornillos de unión



Son tornillos semejantes a los anteriores, pero se diferencian en que *una de las piezas tiene el agujero roscado, por lo que no se necesita tuerca*. Este tipo de unión se utiliza, generalmente, sobre piezas metálicas de un considerable grosor donde practicar el agujero roscado. Un caso particular son los **tirafondos**, son tornillos largos, que se utilizan frecuentemente para unir entre sí piezas de madera y carecen de tuerca, proporcionándoles una unión más segura que los clavos.



Otro tipo de tornillo de unión, son los **espárragos**, que consisten en una varilla roscada por ambos extremos, sin cabeza, con la parte central sin roscar.

Se suelen fijar en piezas metálicas grandes o costosas, donde se unen otras más simples que se van a desmontar con cierta regularidad durante la vida del mecanismo. Si durante el montaje o desmontaje se deteriora algún elemento, siempre será el espárrago y nunca la rosca de la pieza base.

Para llevar a cabo el montaje y desmontaje de un espárrago se coloca una tuerca fijada mediante una contratuerca, haciendo girar ambas simultáneamente mediante llaves de tubo.

Los **pernos** son tornillos de forma cilíndrica que, debido a su forma, pueden acoplarse a una tuerca o a un orificio roscado. Para apretar se inmoviliza la cabeza y se hace girar la tuerca con una llave apropiada.

Dependiendo de la función que realicen reciben distintos nombres:

- A. Pernos de apoyo
- B. Pernos de articulación
- C. Pernos de anclaje

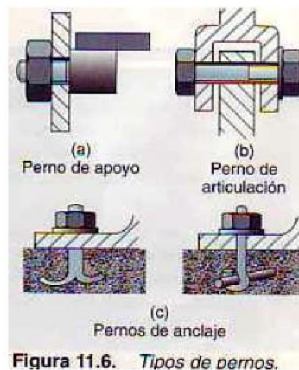
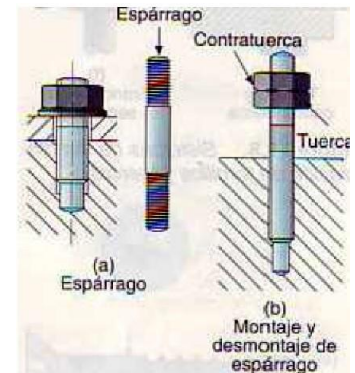
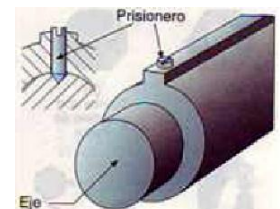


Figura 11.6. Tipos de pernos.

Los **prisioneros** son pequeños tornillos que se enroscan en una pieza, traspasándola y alojándose en un hueco de otra segunda. De esta forma se evita que una pieza pueda girar o desplazarse longitudinalmente respecto a la otra.



3.1.2.- Arandelas

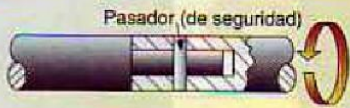
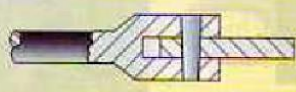
Las arandelas son elementos auxiliares que resultan imprescindibles en muchas aplicaciones que emplean tornillos. Una **arandela** es una corona o anillo metálico que se usa para evitar el roce de las piezas entre las que se coloca y asegurar su inmovilidad.



1.3. Pasadores

Son piezas de forma cilíndrica o cónica que sirven para sujetar elementos de máquinas que van a estar juntos. Se utilizan cuando queremos impedir un movimiento o mantener dos o más piezas en la misma posición relativa.

Los pasadores no están preparados para transmitir grandes esfuerzos. Es más, a veces interesa que se rompan para evitar averías mayores. Ejemplo: pasadores de la cadena de una bicicleta (mantienen unidos los eslabones de la cadena).

TIPO	DIBUJO	APLICACIÓN
Pasador cilíndrico		
Pasador cónico		
Pasador elástico tubular		
Pasador de aletas		

Los cilíndricos se usan para posicionar una pieza respecto a otra, pero no la fijan.

Los cónicos y los elásticos y de aletas se usan como fijadores, la diferencia principal es que los cónicos se alojan en agujeros calibrados y los de seguridad no.

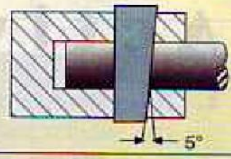
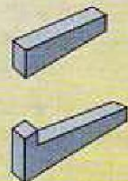
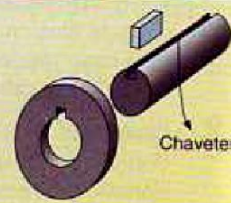
1.4. Chavetas y lengüetas

Se utilizan cuando se necesita conseguir que el movimiento de un árbol o eje sea solidario con cualquier otro elemento de la máquina.

Las **chavetas** son unas piezas prismáticas, generalmente de sección rectangular, en forma de cuña de acero que se interponen entre dos piezas para unir las y hacer solidario el giro entre ellas.

Para ello es necesario realizar, previamente, un **chavetero** (ranura) en ambas piezas donde se introduce una chaveta.

Las chavetas pueden ser transversales o longitudinales, según su colocación respecto al eje de giro.

TIPO	DIBUJO	MONTAJE TÍPICO
Chaveta transversal Colocada perpendicular al eje y forzada en una de las piezas, se utiliza para unir ejes o útiles de máquinas herramientas, de forma similar a los pasadores.		
Chaveta longitudinal Se coloca paralela al eje y se utiliza para transmitir el giro entre dos piezas, inmovilizándolas en sentido axial, al ajustarse la chaveta en sentido radial sobre las piezas.		

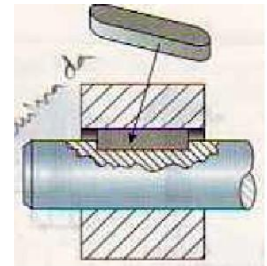
Dentro de esta clasificación existen distintos tipos normalizados de chavetas, según la función que deben desempeñar.

Las **lengüetas** son una clase especial de chaveta de ajuste, por lo que también son piezas prismáticas de acero que se fijan al chavetero , por medio de tornillos o mediante una forma especial (lengüetas de disco).

La diferencia fundamental entre chavetas y lengüetas está en su forma y en las caras empleadas para el ajuste.

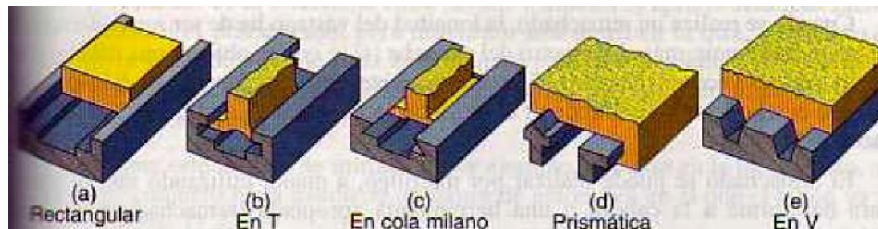
- ☐ Las chavetas son de forma cónica y realizan el ajuste por su cara superior en inferior.
- ☐ Las lengüetas tienen sección recta y el ajuste se produce por las caras laterales.

Las lengüetas permiten el desplazamiento longitudinal de una pieza respecto de la otra ya que no están sujetas, pero no permiten el giro axial.



1.5. Guías

Son piezas que se emplean en las máquinas y en otros aparatos para permitir que una pieza se desplace en una dirección determinada con respecto a otra que se encuentra fija.



1.6. Ejes estriados

Sobre una superficie cilíndrica, interior o exterior, se realizan una serie de ranuras, cuya finalidad es transmitir grandes esfuerzos de giro entre dos piezas que encajan entre sí.



1.7. Otros elementos

- **Botón y ojal:** Empleado en prendas textiles de vestir. El ojal es la abertura o corte que se realiza en una de las partes a unir.
- **Velcro:** Son dos tiras de plástico que se pegan al ponerse en contacto entre sí. Para separarlas basta con tirar de ellas.
- **Corchetes:** Son dos elementos metálicos que, presionados uno contra otro, permiten la sujeción de dos prendas de vestir.

2. Uniones fijas

Las uniones fijas más comunes son:

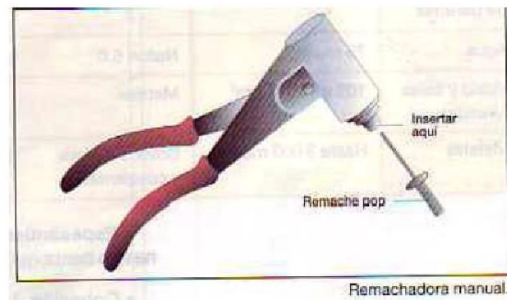
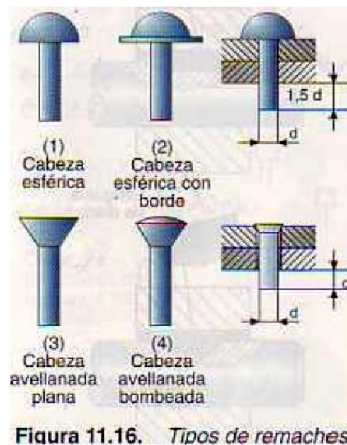
- Remaches y roblones.

- Adhesivos.
- Ajuste a presión.
- Soldadura.

2.1. Remaches y roblones

Un **remache** es una pequeña varilla cilíndrica con una cabeza en un extremo, que sirve para unir varias chapas o piezas de forma permanente, al deformar el extremo opuesto al de la cabeza por medio de presión o golpe, obteniendo en él otra cabeza. A este proceso se le llama **remachado** o **roblonado**.

El remachado puede realizarse a mano o mediante una **remachadora**, que puede ser manual o mecánica.



Los remaches y roblones se fabrican de metal, de acero de bajo contenido en carbono, o de materiales más dúctiles como el aluminio. Así se facilita la formación de la segunda cabeza del roblón o remache denominada *cabeza de cierre*.

Es muy conocida su aplicación en la industria aeronáutica para fijar chapas a la estructura del avión.

Los **roblones** son remaches grandes de diámetro superior a 10 mm. En este caso, el remachado se realiza en caliente: se eleva la temperatura del roblón al rojo vivo, de manera que el material se reblandece y se puede deformar fácilmente. (**roblonado**).

2.2. Unión por ajuste a presión

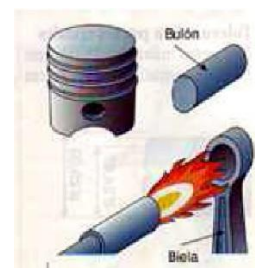
Una *unión por ajuste a presión o por aprieto* es aquella que se realiza cuando el eje es más grande que el hueco donde va a ir colocado. Esta unión impide el movimiento entre ambas piezas.

Podemos diferenciar pues, dos elementos: el **eje** es la pieza interior y el **agujero** es la pieza exterior.

Dependiendo de la diferencia entre las dos medidas, el aprieto será más **fuerte** o más **débil**.

En el primer caso (fuerte), para introducir una pieza dentro de la otra, será necesario calentar la pieza donde esté situado el agujero para que se dilate y, seguidamente, poder introducir el eje con facilidad.

Cuando ambas piezas alcanzan la temperatura ambiente, la unión estará realizada. Con este método se introduce, por ejemplo, el bulón en la biela y esto, a su vez, en el conjunto biela-pistón de un motor de automóvil en el que el bulón va fijo a la biela.



Para ajustes con poca diferencia se introduce una pieza en la otra por medio de presión, ya sea aplicando un método manual o ayudándose de prensas hidráulicas.

Concepto de ajuste. La mayor parte de los productos fabricados por la industria están compuestos por diversas piezas acopladas unas a otras. Para que el funcionamiento sea correcto será necesario que unas piezas estén fijas y otras puedan girar libremente.

Dependiendo de las medidas de cada una se tendrá:

- Cuando $d < D$ existe lo que se denomina juego.
Juego = $D - d$. A este tipo de ajuste se le denomina: **ajuste libre o móvil**.
- Cuando $d > D$ habrá lo que se denomina aprieto.
Aprieto = $d - D$. A este tipo de ajuste se le denomina: **ajuste forzado o fijo**.



2.3. Adhesivo

Este tipo de unión se realiza interponiendo entre las dos superficies que se desea unir una capa de material con alto poder de adherencia, que se denomina **adhesivo**. Tras aplicar el adhesivo, las piezas se juntan y se presionan ligeramente hasta que el pegamento se seca. A partir de este momento la unión es firme.

Los tipos de adhesivos son:

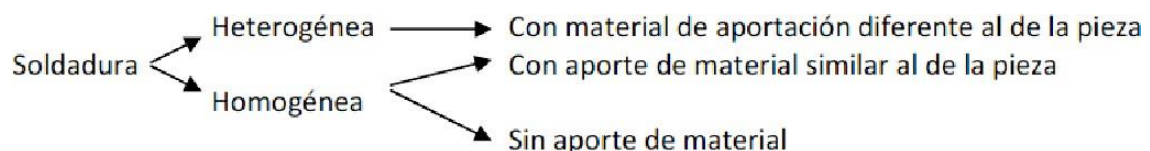
- **Adhesivos naturales**: de origen animal o vegetal. Son los más antiguos y menos eficaces. Su uso decae.
- **Adhesivos sintéticos**: son los que más se emplean hoy en día, por ser más eficaces.

2.4. Soldadura

La soldadura es un *proceso de unión entre metales por la acción del calor*, hasta que el material de aportación funde, uniendo ambas superficies, o hasta que el propio material de las piezas se funde y las une.

Si el material de aportación es similar al de las piezas, o no existe, se denomina **soldadura homogénea**, y si es distinto, **soldadura heterogénea**.

Si no hay material de aportación a la soldadura homogénea se le llama **autógena**.



Con la soldadura homogénea se consigue una unión mejor al fundirse las piezas y luego enfriarse.

En ocasiones se realizan precalentamientos o tratamientos térmicos posteriores a la soldadura

para evitar deformaciones o grietas.

Los diferentes tipos de soldadura que veremos son:

Soldadura homogénea		Soldadura heterogénea	
Tipo	Aplicación	Tipo	Aplicación
Soldadura oxiacetilénica o autógena	Unión de chapas finas	Soldadura blanda	Unión de componentes electrónicos a circuitos impresos
Soldadura eléctrica por resistencia	Unión de chapas en las carrocerías de automóviles	Soldadura fuerte	Unión de piezas y varillas de pequeño espesor y diámetro
		Unión por arco eléctrico o voltaico	Unión de perfiles metálicos en la construcción.

Soldadura blanda (dulce)

Tipo: heterogénea.

Temperatura de trabajo: menos de 400 °C.

Material de aportación: aleación de plomo y estaño, se presenta en barras o rollos de hilo que funde a 230 °C. Para que la unión sea posible, se aplica un material desoxidante o fundente (una resina) que evita la formación de óxidos y favorece la unión.

El soldador suministra el calor en la zona donde se va a realizar la unión. Pero antes se recubre la zona con la resina antioxidante (material desoxidante).

Se utiliza básicamente en unión de componentes electrónicos a circuitos impresos, unión de cables eléctricos, de chapas de hojalata,...



Soldadura fuerte (amarilla)

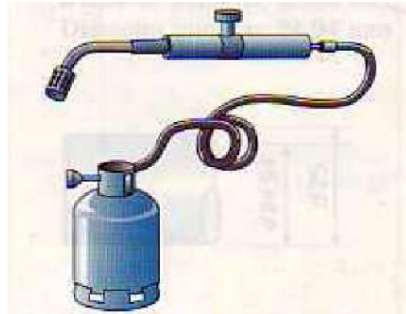


Figura 11.29. Soldador alimentado por butano o propano.

metálicas y para materiales que tengan punto de fusión alto, como acero, fundición y bronce.

Tipo: heterogénea.

Temperatura de trabajo: hasta 800 °C.

Material de aportación: aleaciones de plata, cobre y cinc (conocida como soldadura de plata) o de cobre y cinc.

Como material fundente desoxidante se emplea **bórax** (tetraborato de sodio, cuya misión es bajar el punto de fusión).

Un soplete de gas aporta el calor necesario para la unión. Este tipo de soldadura se lleva a cabo cuando se exige una resistencia considerable en la unión de dos piezas

metálicas y para materiales que tengan punto de fusión alto, como acero, fundición y bronce.

Soldadura oxiacetilénica o autógena

Tipo: homogénea.

Temperatura de trabajo: hasta 3000 °C.

Material de aportación: ninguno.

Para soldar es necesario fundir zonas a unir de los dos metales. (Luego se le añade el metal de aportación en forma de varillas, en caso de que no sea autógena, que es también es posible).

Para realizar la soldadura se necesita el siguiente equipo:

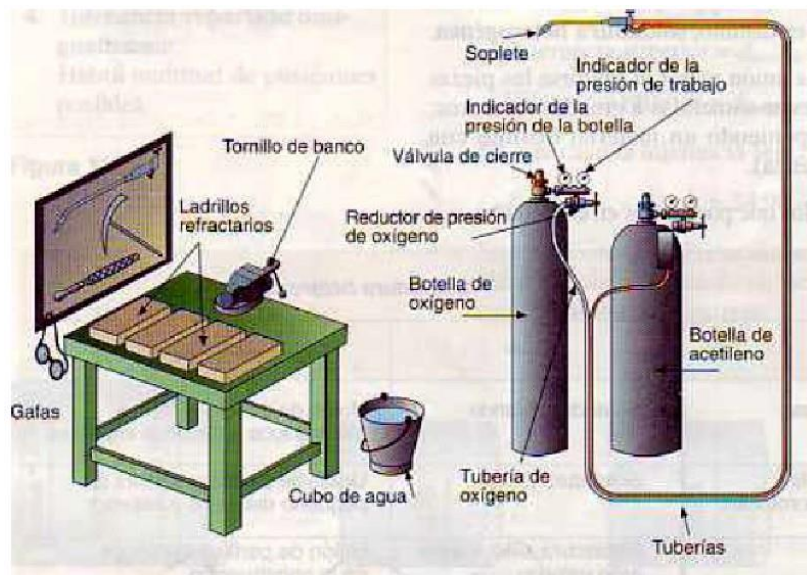
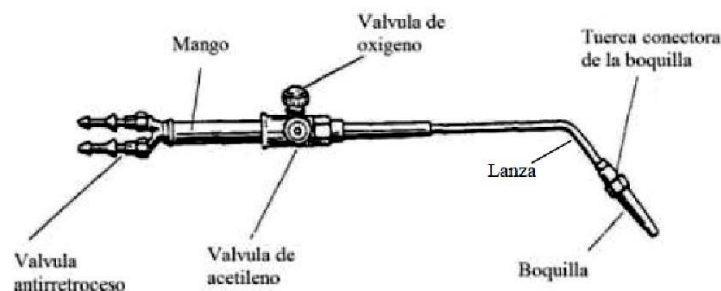


Figura 11.30. Elementos de que consta un equipo de soldadura oxiacetilénica.

- Una **botella de acetileno comprimido** disuelto en acetona (para evitar explosiones) con válvula de seguridad. El acetileno es un gas con un poder calorífico muy alto. Se desprenden 1300 kJ por cada 26 g del gas que alcanza temperatura de 3500 °C.
- Una **botella de oxígeno** a gran presión. Tanto la botella de acetileno como de oxígeno llevan válvulas de cierre y reducción, manómetros para medir la presión.
- **Tuberías:** que suelen ser de goma flexible, que conducen el acetileno y el oxígeno hasta el soplete. Suelen ser de distinto color para diferenciarlos.
- **Soplete:** se encarga de mezclar el oxígeno y el acetileno en las proporciones adecuadas, reguladas por las dos válvulas situadas en el mango, para que la mezcla se queme adecuadamente en la salida de la boquilla.
- **Material de protección:** guantes, gafas, ropa, etc.
- **Puesto de trabajo:** que suele ser una mesa acondicionada.



Soldadura eléctrica

Es el método de unión de piezas de acero más empleado. Este tipo de soldadura *utiliza corriente eléctrica para calentar la zona o puntos de unión, consiguiendo una temperatura superior a la de fusión del metal*.

Para ello se dispone de un potente **transformador** que suministra una elevada intensidad de corriente (amperios), disminuyendo la tensión de alimentación (voltios).

Los métodos más utilizados son:

Soldadura eléctrica por arco voltaico: si dos conductores, unidos cada uno a un polo de un generador, se acercan, llega un momento en que, a una cierta distancia,

salta un arco entre ambos. Este arco produce una temperatura muy superior a la de fusión del acero.

El arco se crea entre una varilla de aporte de material, llamada **electrodo**, que debe permanecer separada de la pieza a soldar para que pueda saltar el arco, y, al mismo tiempo, desplazarse para que el material se deposite en la zona que hay que unir.

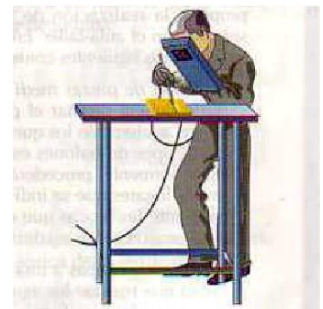
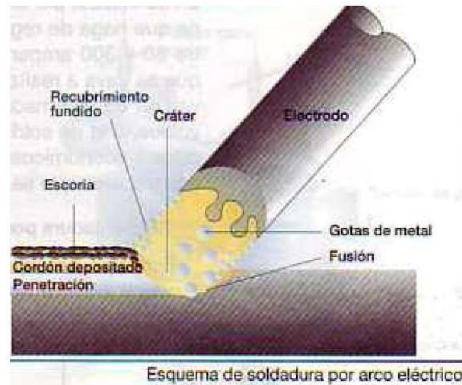
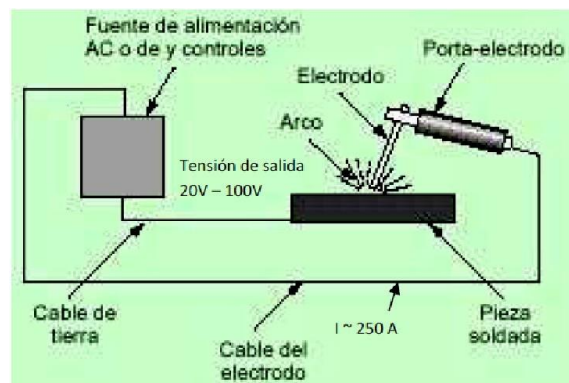


Figura 11.33. Soldadura eléctrica por arco.



Soldadura por resistencia: Los metales se unen sin necesidad de material de aporte, es decir, por aplicación de presión y corriente eléctrica sobre las áreas a soldar. La cantidad de calor a aportar, depende de la resistencia eléctrica sobre dicha área. Este hecho, es un factor importante en este tipo de procesos de soldadura y le aporta el nombre a dicho proceso.

Consiste en unir chapas o piezas muy finas sujetas entre dos electrodos, por los que se hace pasar una corriente eléctrica que funde estos puntos.

Este tipo de soldadura se basa en el efecto Joule: el calentamiento se produce al pasar una corriente eléctrica a través de la unión. Los propios electrodos son los que sujetan las piezas que hay que unir hasta que los puntos se han solidificado.

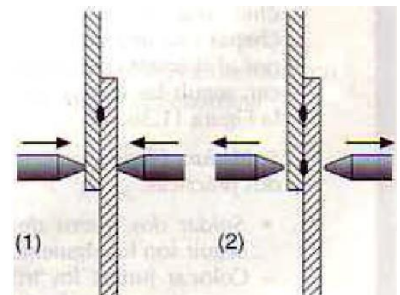


Figura 11.34. Soldadura eléctrica por puntos.