

PROCEDIMIENTOS DE FABRICACIÓN

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.

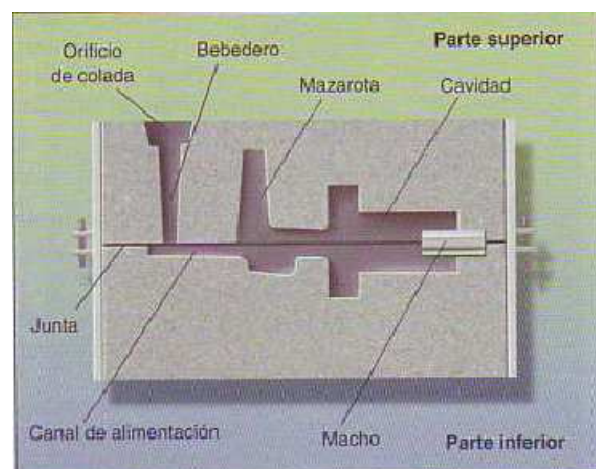


Fig. 2. Elementos de un molde industrial.

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.
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.

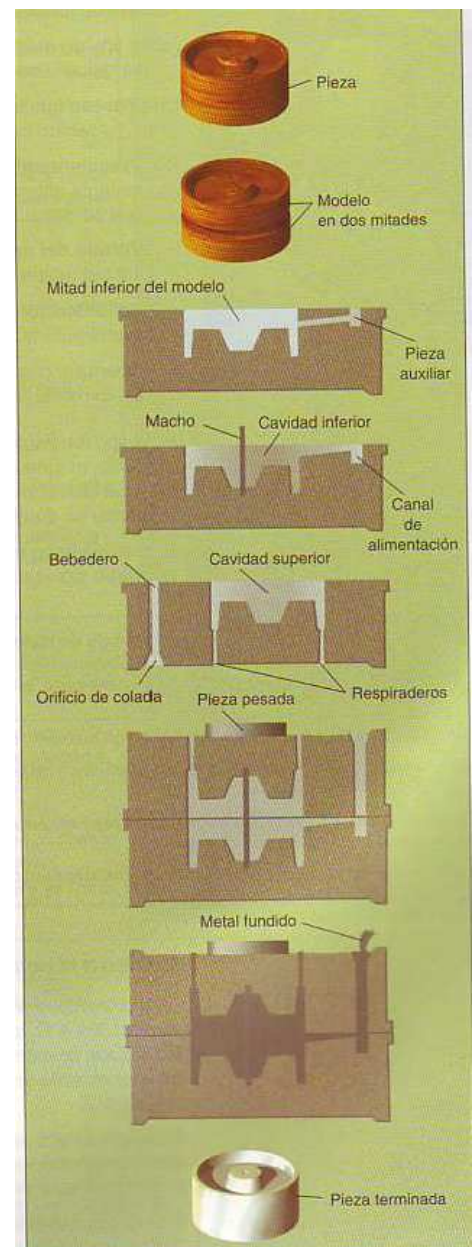
Se introduce una mitad del modelo en la parte inferior del molde y se rellena con arena. Se introduce una pieza auxiliar que formará el canal de alimentación.

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

- Pre calentamiento: 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.

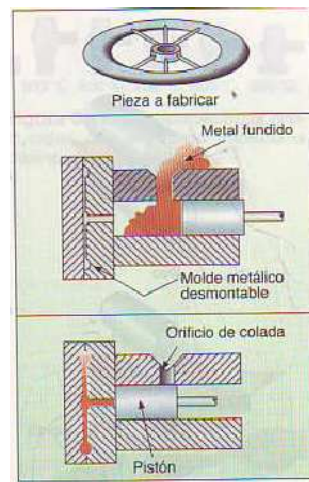


Figura 9.6. Colada por presión.

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.

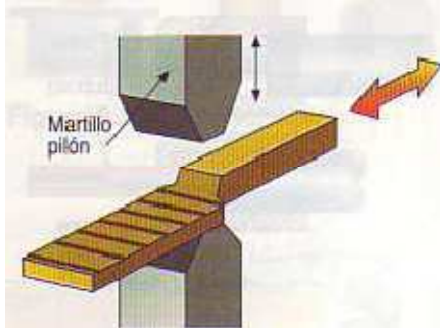
Antiguamente se deformaban las barras calentándolas en una *fragua* de carbón, el herrero sacaba las piezas ayudándose de *tenazas*, la colocaba sobre el *yunque* y, con el *martillo*, la golpeaba



Figura 9.12. Forja a mano.

dándole la forma deseada. Esto es la **forja a mano**. Este método es limitado.

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.

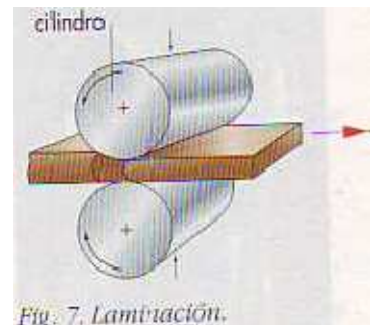


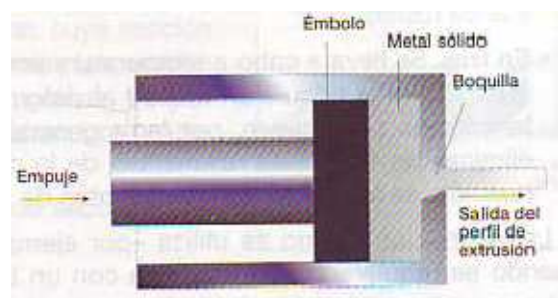
Fig. 7. Laminación.

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

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.

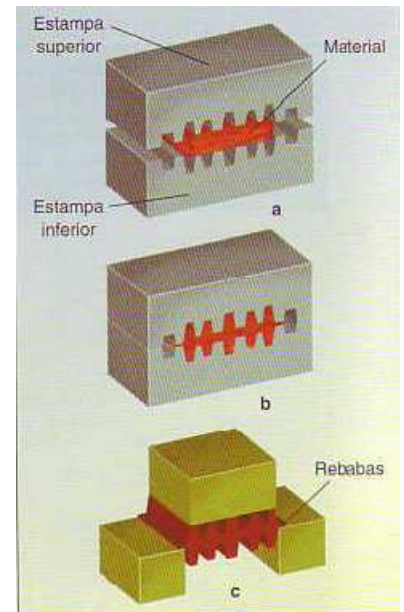


Fig. 9. Proceso de estampación en caliente: a) preparación; b) estampación; c) acabado.

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

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 martillo, 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,...)

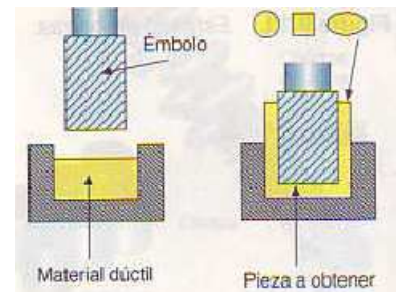
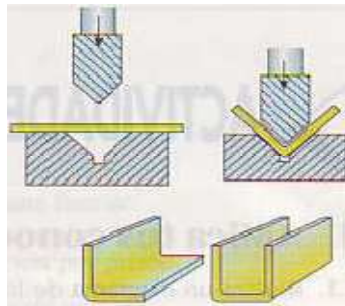


Figura 9.19. Obtención de piezas por extrusión (deformación en frío).

Doblado y curvado

Doblado. Se trata de hacer un pliegue para formar un cierto ángulo sobre la línea de doblez. 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

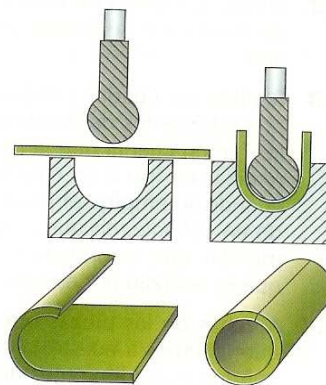


Figura 9.21. Curvado.

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, ...

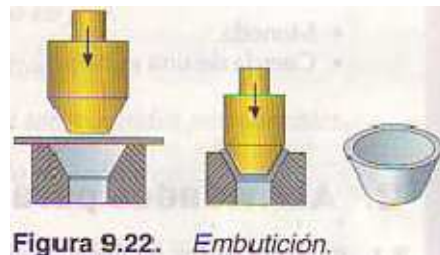
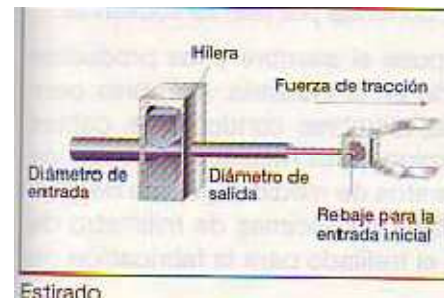
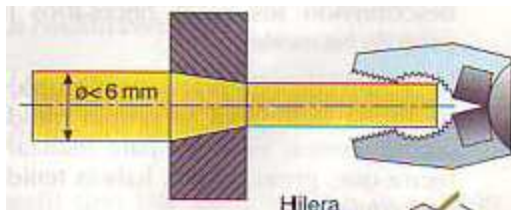


Figura 9.22. Embutición.

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.

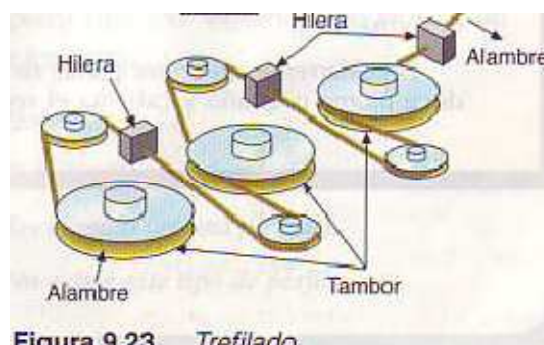


Figura 9.23. Trefilado.

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 alambres finos.