

## 2.- Procedimientos de conformación con pérdida de material.

### 2.1.- Procedimiento de conformación con pérdida de material. Conformación por separación y corte.

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

#### 2.1.1.- Por separación mecánica

##### 2.1.1.1.- Separación mecánica sin arranque de viruta

###### 2.1.1.1.1.- 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**.

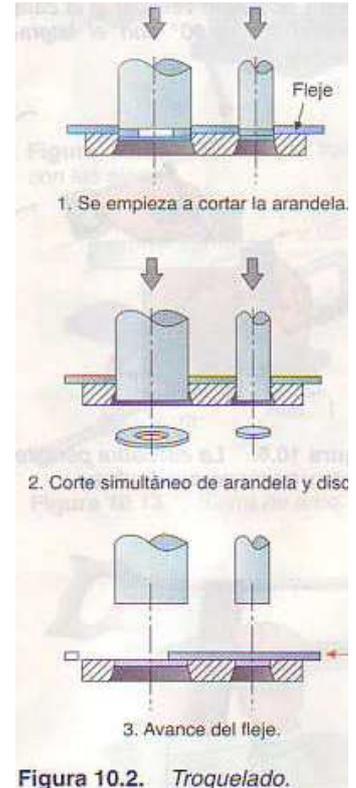
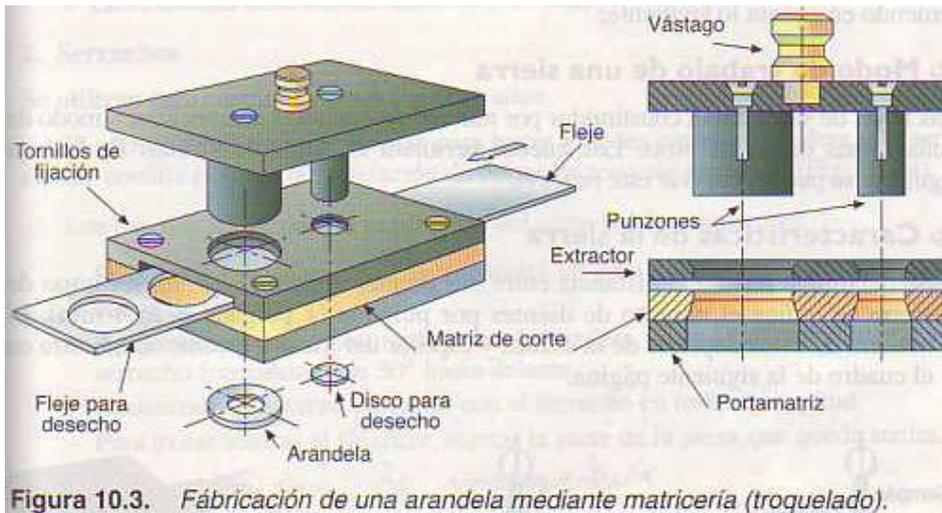


###### 2.1.1.1.2.- Cizalladura

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).

###### 2.1.1.1.3.- 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*



### 2.1.1.2.- 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.

#### 2.1.1.2.1.- 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.

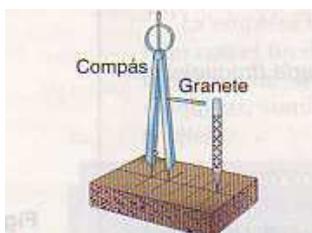


Figura 10.8. El granete permite hacer pequeñas huellas en materiales duros y evita que resbale el compás.

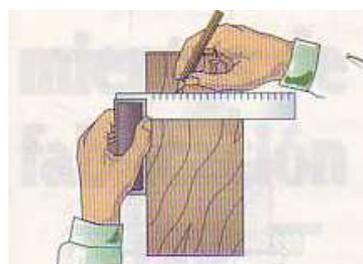


Figura 10.6. La escuadra permite medir y trazar perpendiculares.

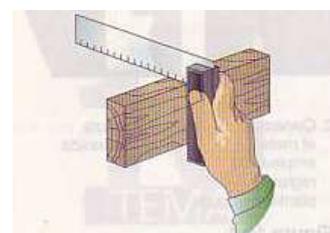


Figura 10.5. Mediante la escuadra se puede verificar si la cara superior forma 90° con el lateral derecho.

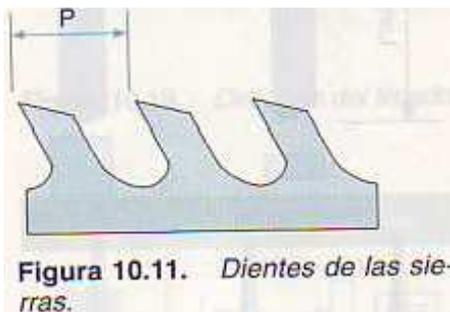
Las herramientas de aserrado poseen una hoja de acero provista de dientes afilados y cortantes, capaces de cortar materiales muy diversos como madera, plásticos, metales,...

El diseño de los dientes de las hojas se hace teniendo en cuenta el material que hay que serrar:

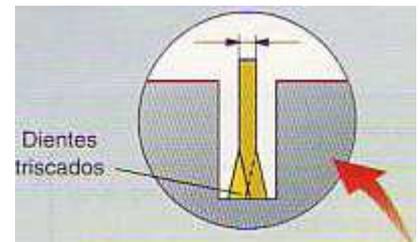
- ✓ Para cortar un material blando, como la madera, los dientes son más grandes y están más separados
- ✓ Para cortar una material más duro, como el hierro, se necesitan dientes más pequeños y más juntos.

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

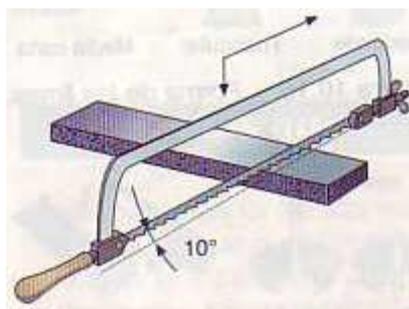
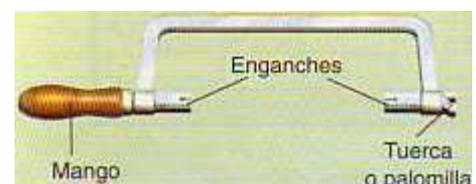


Figura 10.13. Sierra de arco.

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**

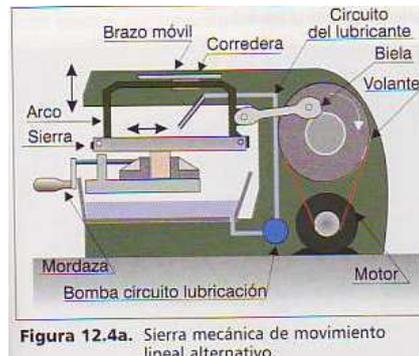
Este tipo de sierras se emplean especialmente para el aserrado de materiales de grandes dimensiones, o para materiales que requieren una gran cantidad de esfuerzo.

Las máquinas para aserrar pueden ser **fijas o portátiles**.

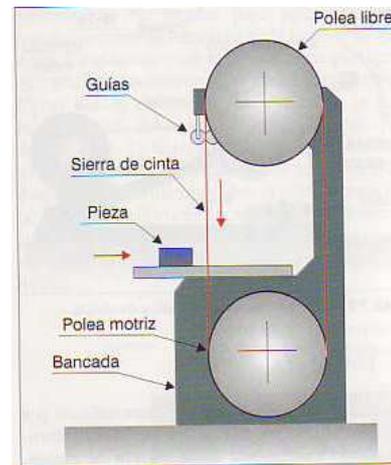
Las **máquinas fijas** son *más potentes* y se emplean para *trabajos de gran envergadura*, al contrario que las portátiles. En el primer caso, es la pieza la que se mueve, permaneciendo completamente fija la máquina.

Las sierras eléctricas pueden ser

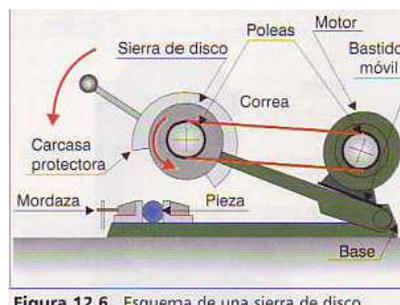
- ✓ De movimiento alternativo. (caladora)



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



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



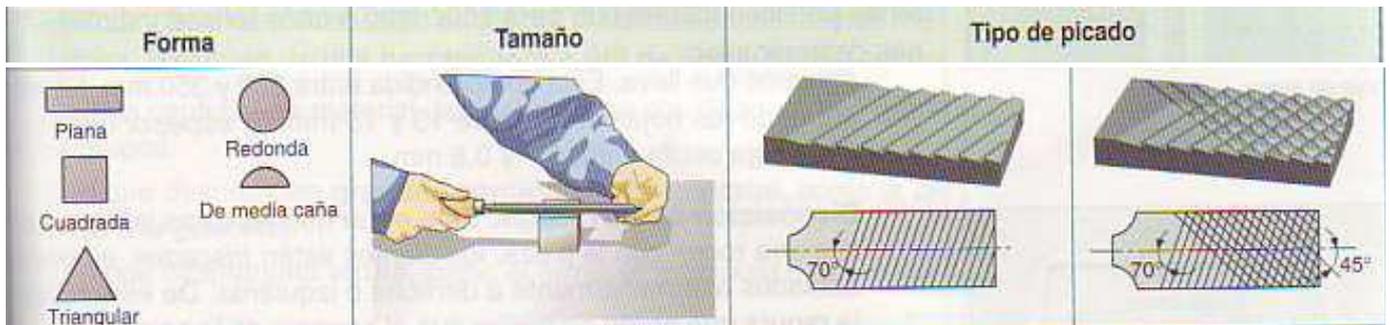
### 2.1.1.2.2.- Limado

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



Fig. 3. Posición correcta 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.

### 2.1.1.2.3.- 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 taladro.
- Cuerpo: Parte activa de la broca. Lleva unas ranuras en forma de hélice.
- Punta: Parte cónica que hace el corte.

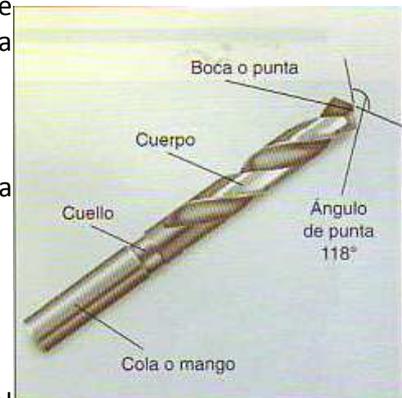


Fig. 12. Partes de una broca helicoidal.

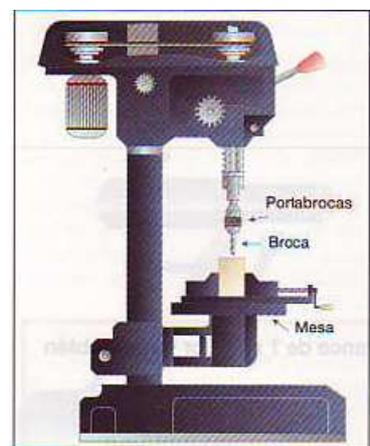
#### Elección de la broca

Se debe tener en cuenta el *tamaño* del agujero, la *dureza* del material y el *afilado* de la broca.

- Tamaño: El tamaño del agujero tiene que ser ligeramente superior al diámetro de la broca utilizada.
- Dureza del material: Determina el *ángulo de la punta de la broca*. A mayor dureza, mayor 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 (vidia) y las de *metal* están fabricadas con acero rápido y tienen un *ángulo de punta alto*.

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.



Esquema de una taladradora.

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.

#### 2.1.1.2.4.- 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 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.

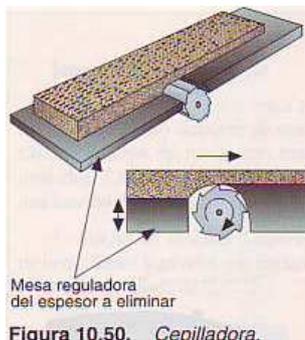


Figura 10.50. Cepilladora.

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 papel de lija, como el cuarzo, se denominan abrasivos.

El papel de lija se numera del 0 al 6, siendo el 0 la más basta (granos gruesos) y el 6 la más fina. Para superficies más duras se emplean abrasivos más duros y papeles más finos.

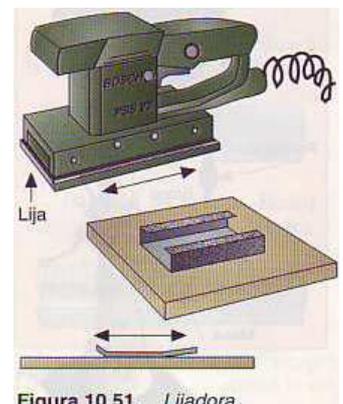


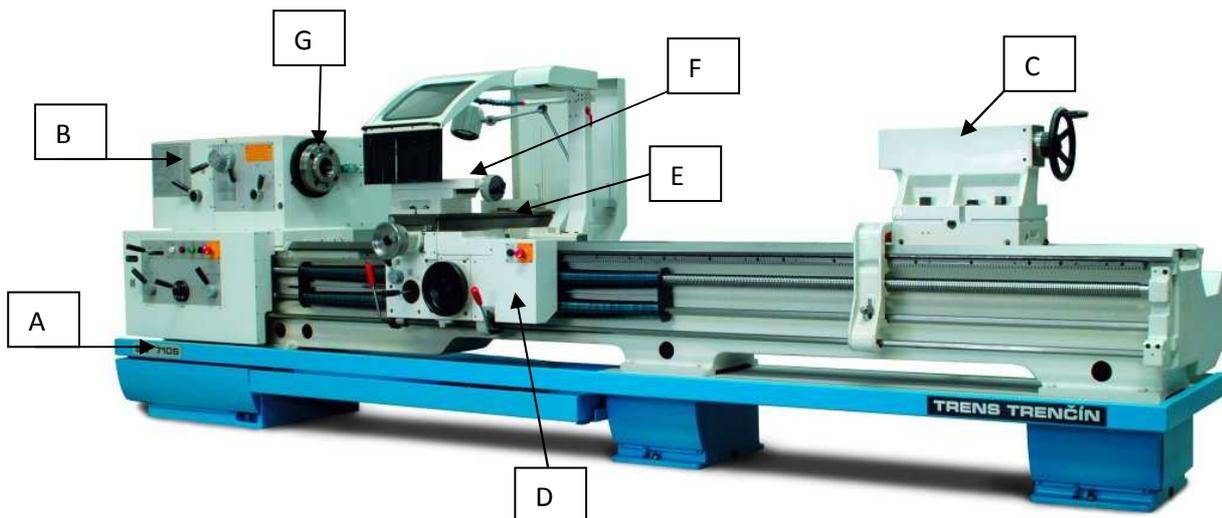
Figura 10.51. Lijadora.

#### 2.1.1.2.5.- Torno

El **torneado** es la operación mecánica 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.



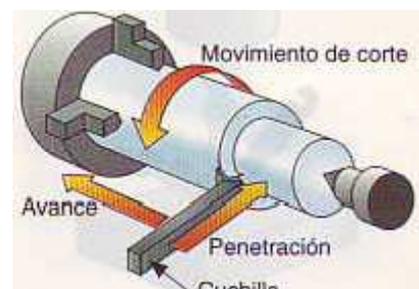
El torno consta de:

- 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:

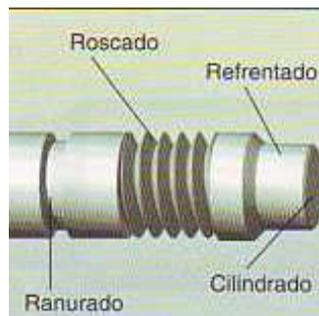
- **Movimiento de corte:** Por rotación de la pieza
- **Movimiento de avance:** Es el movimiento lineal de la cuchilla debido al desplazamiento longitudinal de la herramienta.
- **Movimiento de penetración:** movimiento lineal que penetra en la pieza.



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).



#### 2.1.1.2.6.-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.

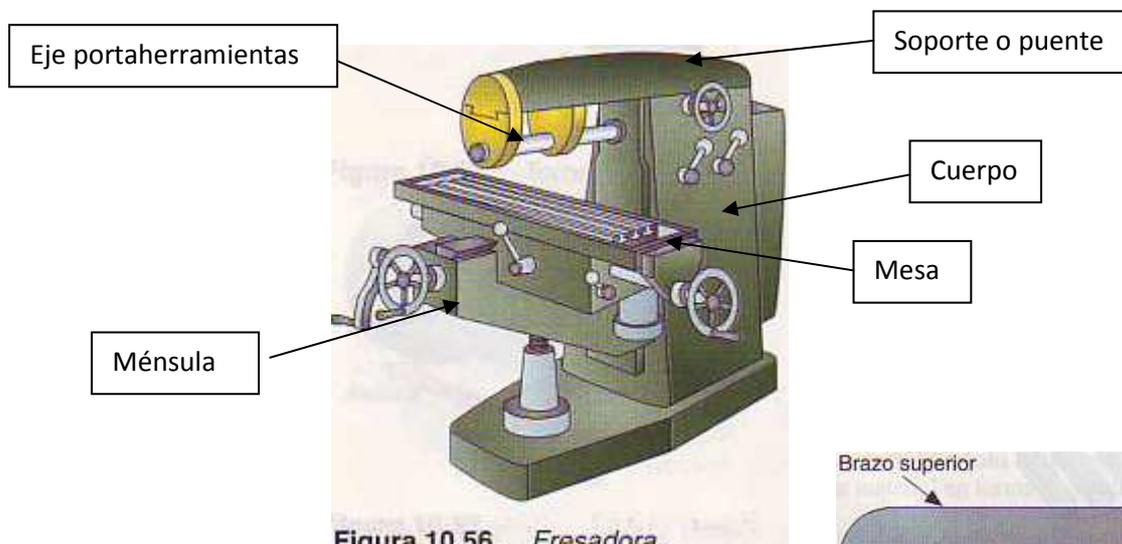


Figura 10.56. Fresadora.

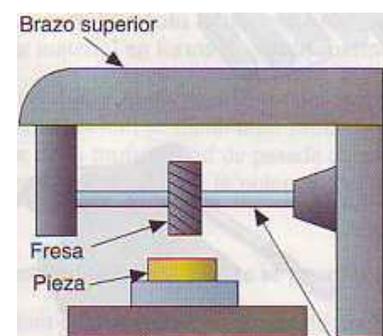


Figura 10.57. Vástago portafresas.

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

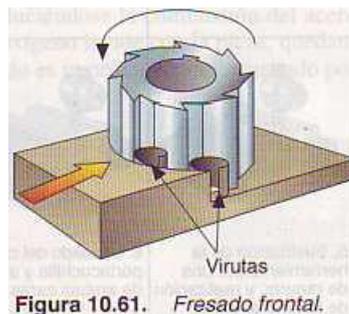
Las fresas trabajan de la siguiente forma: *Las virutas son arrancadas debido a la rotación de la fresa, cuyos dientes se encuentran formando una circunferencia.*

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.



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



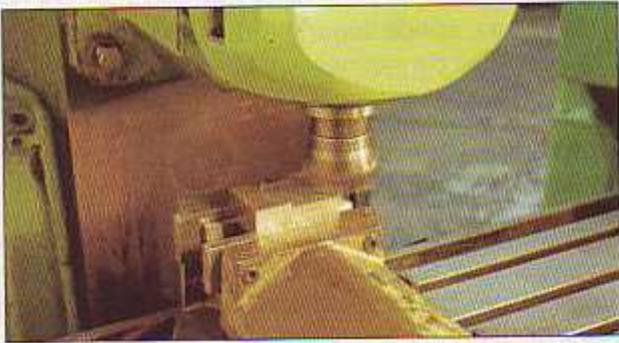
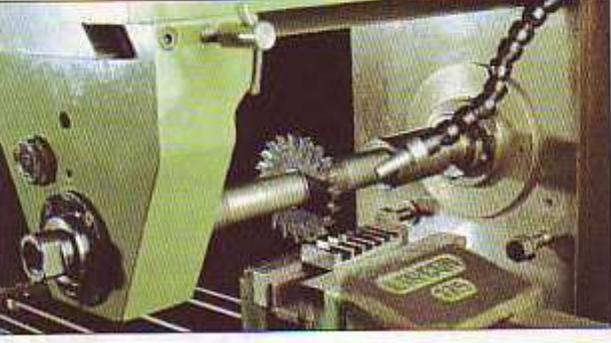
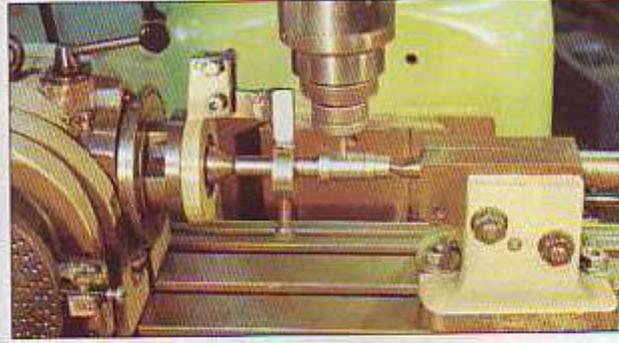
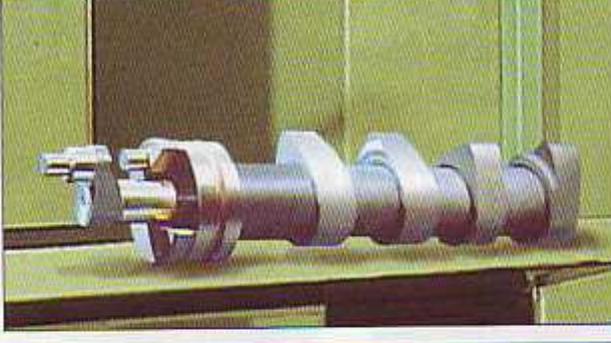
El **procedimiento de trabajo** es:

- 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:

<p align="center"><b>Planeado de superficies</b></p>	<p align="center"><b>Ranurado de piezas</b></p>
<p>Consiste en hacer plana una superficie por medio de una <i>fresa cilíndrica</i>.</p>	<p>Se trata de abrir todo tipo de ranuras en las piezas utilizando <i>fresas de tres cortes</i>.</p>
	
<p align="center"><b>Ejecución de chaveteros</b></p>	<p align="center"><b>Fresado de levas</b></p>
<p>Se lleva a cabo sobre los ejes de las máquinas con <i>fresas de tres cortes con mango</i>.</p>	<p>Permite obtener cualquier tipo de levas utilizando <i>fresas de disco</i>.</p>
	
<p align="center"><b>Tallado de ruedas dentadas</b></p>	<p align="center"><b>Ejecución de figuras geométricas</b></p>
<p>Por medio de <i>fresas para engranajes</i>, se pueden obtener éstos con formas, tamaños y número de dientes distintos.</p>	<p>Se consiguen piezas con formas poliédricas utilizando <i>fresas planas</i>.</p>
	

### 2.1.1.2.7.-Rectificado

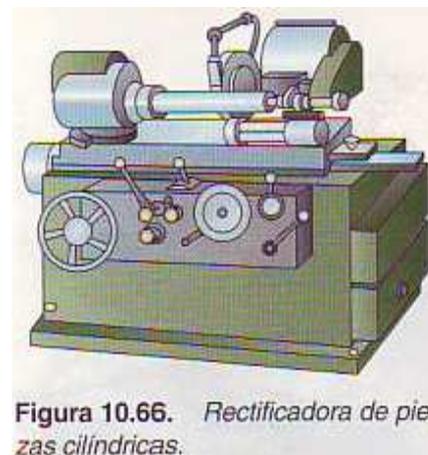
El rectificado es un procedimiento de trabajo con arranque de viruta en que la herramienta es un *disco rotativo* (forma cilíndrica o tronco-cónica), denominado **muela**, compuesto por un material abrasivo, a base de cuarzo (u otros materiales muy duros).

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.



### 2.1.2.- 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.



#### 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 ésto 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.

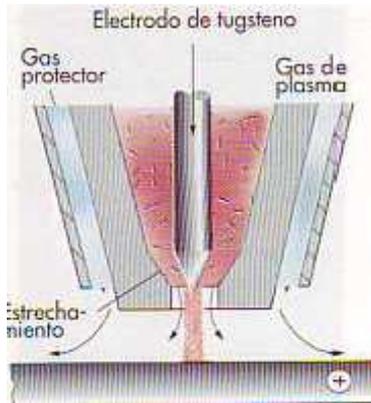


Fig. 12. Esquema de una boquilla de plasma.



Fig. 13. Máquina de corte por plasma.

### 2.1.3.- 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.