

Tema 9. OPERACIONES BÁSICAS DE MACANIZADO II

Introducción

En este tema completaremos el estudio de las operaciones básicas de taller iniciado en el tema anterior. Dentro de estas operaciones encontrarás el limado, una de las operaciones más clásicas, y sin embargo aún necesarias a la hora de realizar pequeños mecanizados manuales. También estudiarás otras operaciones muy frecuentes, como el taladrado, el amolado, el curvado y el ensanchado de tubos; y otras que, aunque no tan frecuentes, mantienen una utilidad indudable en nuestro ámbito profesional: roscar, plegar, esmerilar...

Contenidos generales

A lo largo de este tema estudiarás:

Las distintas herramientas que te permitirán rebajar las medidas de las piezas y darles un acabado y una presencia más aceptables que las que presentan tras el corte o serrado.

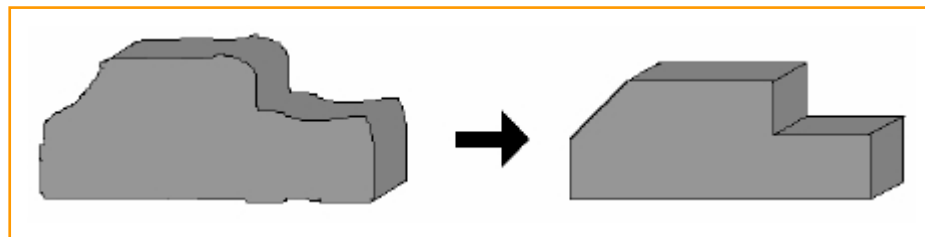
Las máquinas que se emplean para hacer agujeros en piezas de distintos materiales: metal, madera y materiales de construcción.

Las herramientas empleadas para fabricar roscas interiores y exteriores manualmente.

Distintas formas de plegar perfiles y chapas, ya sea manualmente o bien con el concurso de máquinas. También estudiarás las herramientas utilizadas para curvar y ensanchar tubos, operaciones muy frecuentes en el ámbito de las instalaciones de fluidos.

1. Operaciones de desbaste y acabado

Fíjate en la figura de la izquierda; se ha obtenido serrando un trozo de acero, y en ella se observan irregularidades tras la operación. Fíjate ahora en la de la derecha; se trata de la misma pieza, pero sus bordes son ahora rectos y regulares.



¿Conoces alguna herramienta capaz de hacer esa transformación? ¿Se podría haber utilizado alguna de las herramientas estudiadas en el capítulo anterior?

Sucede en ocasiones que la cantidad de material que necesitamos eliminar de una pieza es pequeña en comparación con su tamaño; es lo que comúnmente conocemos como “rebajar”. En ese caso resulta difícil la utilización de la cizalla, pues ésta necesita una sobremedida de varios milímetros para que pueda cortar correctamente. Tampoco las tijeras son útiles cuando el espesor de la chapa es grande. La utilización del cincel necesitaría un retoque posterior, ya que la superficie quedaría con irregularidades. En el caso de los tubos, también se necesita una sobremedida de varios milímetros para que estos apoyen correctamente sobre los rodillos del cortatubos.

Las herramientas que estudiarás a continuación te permitirán eliminar ese material sobrante, aproximando las medidas de la pieza a las deseadas (desbaste) y, finalmente, darles una mejor apariencia y calidad superficial (acabado).

1.1 Limado

o Características generales de las limas

Las limas son herramientas que permiten eliminar material de las piezas metálicas con el objeto de darles una forma determinada o de mejorar el acabado de sus superficies. Su uso está limitado a trabajos de poca envergadura, debido a que eliminan el material muy lentamente, recayendo todo el esfuerzo sobre el operario.

Están fabricadas en acero para herramientas, templado para que tenga mayor dureza superficial. Para poder manejarlas se les coloca un **mango** de madera o de plástico en uno de sus extremos, denominado **espiga**.

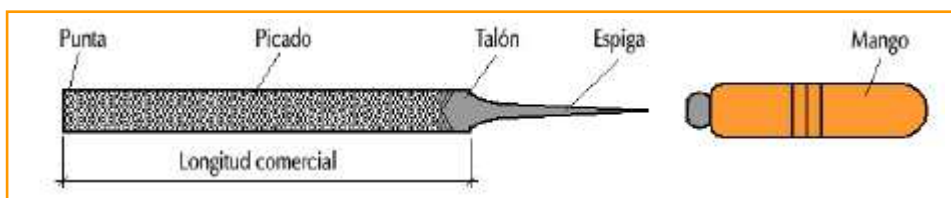


Fig. 1: Partes de una lima.

Las características de una lima son:

Tamaño. Viene definido por su **longitud comercial** o distancia entre la **punta** y el **talón**. Son longitudes usuales: 100, 125, 150, 200, 250 y 300 mm. Algunos fabricantes dan estas longitudes en pulgadas; la relación aproximada entre unas y otras es, respectivamente: 4", 5", 6", 8", 10" y 12".

Forma. La forma de una lima queda definida por su **sección transversal**. Las hay planas, triangulares, cuadradas, redondas y de media caña. Elegiremos la forma de lima que se adapte mejor a la superficie que vamos a mecanizar.



Fig. 2 : Distintas formas de limas.



Fig. 3 : Elección de limas según la forma de la pieza a mecanizar.

Plana Triangular Cuadrada Redonda Media caña

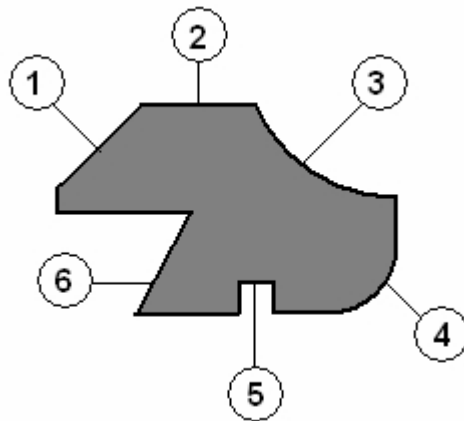
Grado de corte. Una lima puede ser basta, entrefina (o semifina) y fina, dependiendo del tamaño de sus dientes (**picado** de la lima). Las limas bastas tienen los dientes grandes, permitiendo eliminar gran cantidad de material en cada pasada. Las limas finas, por el contrario, tienen los dientes más pequeños, y se utilizan para dar un acabado fino o pulido a las caras limadas.



Fig. 4 : Picado de una lima fina (arriba) y una basta (abajo).

1

¿Qué forma de lima utilizarías para mecanizar las distintas caras de la pieza de la figura señaladas con un número?



o Técnica operatoria

La pieza se sujeta en el tornillo de banco de manera que la cara a limar quede en hori-



Fig. 5 : Técnicas del limado.

zontal y sobresalga por encima de las mordazas unos 5 o 10 mm (figura 5). Si sobresale excesivamente se producen vibraciones en la pieza que dificultan el trabajo, especialmente si ésta tiene poco espesor.

La lima se sujeta por el mango con una mano, mientras la otra hace presión hacia abajo por el otro extremo.

Moveremos la lima alternativamente hacia delante y hacia atrás con una cadencia aproximada de 60 u 80 golpes por minuto. El movimiento lo ejecutan los brazos, evitando mover todo el cuerpo innecesariamente.

Debido a la geometría de su picado, similar a la de los dientes de la sierra, las limas sólo mecanizan hacia delante, por lo que durante el limado ejerceremos presión sólo en el movimiento de avance, dejando que la lima se deslice sin presión durante el retroceso.

La lima no solo lleva movimiento hacia delante y hacia atrás; también se desplaza lateralmente en cada pasada para cubrir todo el ancho de la superficie. Este desplazamiento se realiza en el movimiento de retroceso y es aproximadamente $\frac{1}{3}$ del ancho de la lima.

o Seguridad

Uno de los accidentes más comunes se produce cuando la mano choca contra los bordes de la pieza, produciéndose cortes o heridas.



Fig. 6 : Modo correcto de colocar el mango en la lima.

Existe también el riesgo de que se suelte el mango durante el trabajo, pudiendo clavarse la espiga en la mano.

Por estas razones, es aconsejable utilizar guantes de seguridad que nos protejan de posibles cortes.

Si se suelta el mango de la lima lo pondremos de nuevo en su posición. Para que quede firmemente colocado cogemos la lima por la parte tallada y golpearemos sobre el banco de trabajo (figura 6). No haremos nunca esta operación sujetando la lima por el mango, ya que al ir a golpear sobre el banco puede soltarse éste y clavarse la espiga en la mano.

1.2 Esmerilado

o Características generales de las esmeriladoras

Al igual que el limado, el esmerilado tiene por objeto desbastar o eliminar el material sobrante de las piezas. Generalmente se utiliza para el afilado de herramientas de corte como cinceles, brocas, puntas de trazar o granetes. La máquina utilizada para este fin es la electroesmeriladora o simplemente esmeriladora, la cual consta de un motor al que se le ha acoplado una muela esmeril a cada lado del eje.



Fig. 7 : Esmeriladora.

La muela está hecha con granos de abrasivo unidos entre sí mediante un aglomerante. El tipo de abrasivo a utilizar depende del material que se va a esmerilar. Muchas de las muelas esmeriles se fabrican en **óxido de aluminio**, también llamado **corindón**, con el que se pueden esmerilar la mayor parte de los aceros, pero no las fundiciones. El **carburo de silicio** se utiliza para el esmerilado de muchos materiales no ferrosos (aluminio, cobre, latón...) y también de las fundiciones. Para identificar el tipo de muela más indicado para el trabajo a realizar, éstas incluyen el material de que están hechas en su etiqueta adherida a una de sus caras.

Los granos de abrasivo actúan como pequeñas cuchillas que eliminan el material de la pieza en forma de virutas incandescentes

o Técnicas de la operación

Las muelas abrasivas se utilizan, siempre que sea posible, por su periferia, evitando usar sus caras laterales. El uso de las caras laterales produce a la larga el adelgazamiento del disco y ocasionan su rotura.

Es importante que la periferia de la muela sea perfectamente cilíndrica, sin que haya en ella surcos ni irregularidades. Estos surcos aparecen cuando mantenemos la pieza fija

sobre la superficie de la periferia de la muela, ocasionándose un desgaste localizado en esa zona. Para evitarlo utilizaremos toda la periferia de la muela, moviendo la pieza de un lado a otro para que el desgaste sea uniforme.



Fig. 8 : Afilado de una herramienta en la esmeriladora.

Tenemos que evitar el recalentamiento de la pieza que esmerilamos. Las altas temperaturas producen modificaciones de las características de los metales —por ejemplo, una herramienta de corte puede perder su dureza si se calienta en exceso—. Para evitar que la pieza se caliente evitaremos ejercer una gran presión contra la muela y sumergiremos periódicamente la pieza en líquido refrigerante o simplemente en agua.

Cuando esmerilamos materiales blandos como el aluminio, el cobre o el latón con una muela de corindón (recordemos que la muela adecuada para este tipo de materiales es la de carburo de silicio), los granos abrasivos no se desprenden, y los restos del material se van incrustando poco a poco entre sus granos, quedando su superficie lisa y sin capacidad abrasiva. A este fenómeno se le llama “embotamiento”. Para corregirlo hay que rectificar (limpiar) la superficie de la muela con un útil de diamante pasándolo por su superficie con la esmeriladora en marcha.

Durante el esmerilado también se desprenden los granos de abrasivo, lo que facilita su renovación evitando el embotamiento de la superficie de la rueda.

o Seguridad

Debido a la gran velocidad de giro de las muelas (3.000 rpm), a su capacidad abrasiva y al desprendimiento de chispas durante el esmerilado, es imprescindible el uso de gafas que nos protejan completamente los ojos, así como de guantes de seguridad que eviten el contacto accidental de la piel con las muelas abrasivas.

Antes de poner en marcha una esmeriladora es conveniente hacer una rápida inspección visual y táctil haciendo girar con las manos las muelas para comprobar que no estén flojas ni agrietadas. Esta operación es aún más recomendable si la máquina es utilizada por muchas personas o si está expuesta a golpes accidentales.

Una vez hecha la inspección visual aún tendremos la precaución de no situarnos delante de las muelas en el momento del arranque; si algo se desprende de las muelas saldrá despedido en esa dirección.

Las muelas han de girar de forma que la chispa salga despedida hacia abajo. En caso contrario hay que detener la máquina lo antes posible. Las tuercas que sujetan las muelas están pensadas para que tiendan a apretarse durante el giro; si la máquina gira al revés tenderán a aflojarse y soltarse, produciendo vibraciones que pueden ocasionar su rotura. El cambio de giro se produce en los motores trifásicos cuando se permutan dos de los tres cables que llevan corriente al motor; en los motores monofásicos esta inversión no es posible.

1.3 Amolado

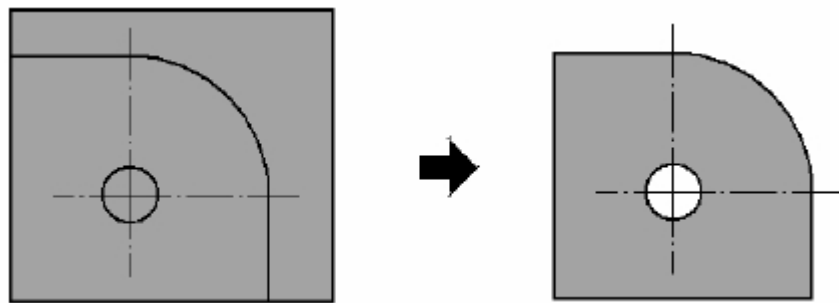
La máquina utilizada en el amolado se denomina **amoladora**. En la unidad didáctica anterior hemos estudiado esta máquina en su función de corte de materiales. En esa unidad se mencionaron sus características, técnica operatoria y precauciones en su manejo, por lo que nos limitaremos aquí a comentar sus aplicaciones en las operaciones de desbaste.

La amoladora permite rebajar las dimensiones de piezas metálicas y de materiales de obra utilizando el disco adecuado para cada caso. Recuerda que los discos de desbaste se utilizan por una de sus caras laterales y que no deben utilizarse nunca para cortar.

Son ejemplos de utilización los siguientes: eliminación de las rebabas en los bordes de las piezas metálicas, limpieza de la capa superficial de las chapas que se van a soldar, retoque de pequeñas irregularidades en los bordes de las piezas serradas o en las uniones de las piezas soldadas, etc.

2

La figura de la izquierda representa una chapa cuadrada de 80 x 80 mm y 3 mm de espesor. En una de sus caras se ha trazado la pieza que se desea obtener. La figura de la derecha muestra la pieza ya obtenida. Explica la forma de hacerlo utilizando tan solo una sierra de mano, una lima y una taladradora.



2. Taladrado



En la figura observarás que las piezas tienen agujeros para permitir la unión mediante tornillos. ¿Conoces alguna herramienta capaz de realizarlos?

Existen muchas formas de hacer agujeros: un soplete puede perforar una chapa por efecto del calor y la oxidación; también se pueden hacer agujeros con troqueles que cortan la chapa con la forma deseada; e incluso se hacen agujeros generando un arco eléctrico entre un electrodo y la pieza, arrancando partículas de la pieza hasta permitir reproducir en ella la forma del electrodo.

2.1 Máquina taladradora

La máquina más utilizada por los instaladores es la taladradora, ya en su forma portátil o bien como taladradora fija de mesa. Son éstas las máquinas que estudiaremos en este tema. Incluimos una pequeña descripción e indicaciones para utilizarlas correctamente, así como recomendaciones para evitar accidentes durante su uso.

o Taladradora portátil

Básicamente consta de un motor que transmite el movimiento a través de unos engranajes hasta el eje de trabajo; en el extremo de este eje se encuentra el portabrocas, destinado a la sujeción de la broca.

El motor puede ser alimentado por la corriente de la red o bien por una batería recargable. Este último tipo es el ideal para trabajar en lugares en los que no hay instalación eléctrica, aunque su potencia y su autonomía son más limitadas.

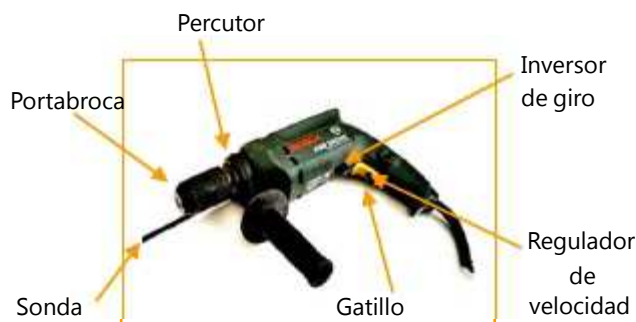


Fig. 9 : Taladro portátil.

Dispositivos que se pueden encontrar en una taladradora portátil:

Portabrocas. Es el elemento destinado a la sujeción de la broca. Se abre o cierra haciendo girar su casquillo exterior con una llave o simplemente con la mano.

Gatillo. Está situado bajo la empuñadura. Cuando se pulsa pone en marcha la taladradora. Es posible inmovilizarlo en la posición de marcha accionando un botón pensado para este fin.

Regulador de velocidad. Prácticamente todos los modelos disponen de este dispositivo que permite reducir la velocidad de giro desde máxima (en torno a las 3000 rpm) hasta la total parada.

Percutor. El percutor imprime una vibración al eje de la máquina; esta vibración permite el taladrado de materiales de construcción al facilitar su fraccionamiento.

Inversor de giro. Mediante una palanca se puede invertir el giro del motor. Esta inversión es útil cuando la broca se queda atascada en la pieza durante el taladrado. La broca tiene forma de hélice y penetra en la pieza girando en el sentido de las agujas del reloj; al girar en sentido contrario tiende a salir, de forma similar a como lo hace un sacacorchos en el corcho de una botella.

Sonda. Es una regla que se utiliza como tope para controlar la profundidad del taladrado.

o Taladradora de mesa

Esta máquina consta de un motor eléctrico cuyo movimiento se transmite hasta el eje de trabajo, bien por medio de engranajes o bien por medio de una correa de transmisión y un cono de poleas.

Destacaremos en este tipo de máquinas los siguientes elementos:

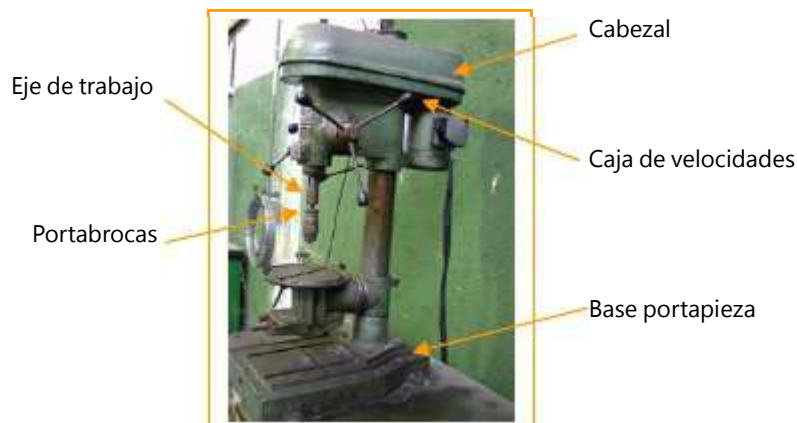


Fig. 10 : Taladro de mesa.

Cabezal. Es la parte de la taladradora que sustenta al motor, al eje de trabajo y a la caja de velocidades.

Caja de velocidades. En las máquinas con transmisión por correa está constituida por dos conjuntos de poleas de distintos diámetros; uno de ellos instalado en el eje del motor y el otro en el eje del portabrocas. Se puede variar la velocidad de giro de la broca cambiando la posición de la polea. Tiene un dispositivo que permite destensar la correa para el efectuar el cambio de velocidades. Una vez efectuado el cambio hay que volver a tensarla.



Fig. 11: Cabezal de una taladradora de mesa en el que se aprecian las poleas y la correa de la caja de velocidades.

Base portapiezas. Constituye la base de la máquina. Las piezas a taladrar se pueden fijar directamente a esta base, aunque en piezas pequeñas lo más usual es utilizar una mordaza independiente para este fin.



Fig. 12: Mordaza para sujetar las piezas que se van a taladrar.

Portabrocas. Es el elemento destinado a la sujeción de la broca. Se abre o cierra haciendo girar su casquillo exterior. En los taladros de mesa este giro se hace sin necesidad de llave. Los modelos habituales admiten diámetros de brocas de hasta 13 mm, aunque dependiendo de los modelos esta capacidad puede ser algo mayor.



Fig. 13: Portabrocas.

Eje de trabajo. Es el eje que sujeta al portabrocas y a la broca durante el taladrado. Tiene dos movimientos: uno giratorio, transmitido por el motor, y otro vertical, transmitido a través de la palanca de accionamiento para permitir la penetración de la broca en la pieza.

El portabrocas se sujeta a este eje mediante un ajuste cónico: su mango es cónico (figura 13) y ajusta perfectamente con el agujero también cónico del eje. A este cono de ajuste se le llama "cono morse", y es un sistema de fijación muy frecuente en máquinas-herramienta (tornos, fresadoras, etc.). Existen distintos diámetros de agujeros y ejes cónicos; para adaptar unos a otros se utilizan casquillos adaptadores.

También las brocas de diámetros grandes tienen el mango cónico para poder ajustarlas directamente al eje de trabajo (figura 14).

Interruptor. Sirve para poner en marcha o detener la máquina.

Sonda. Consiste en una regla con un tope que permite limitar la profundidad del agujero taladrado. Algunos modelos en lugar de regla llevan un casquillo graduado en el eje de la palanca.

Regulación de altura del cabezal. La altura del cabezal puede regularse a voluntad para dar cabida a piezas más grandes. Para dicha regulación basta con aflojar una palanca dispuesta para este fin. Un contrapeso en el interior de la columna equilibra el peso del cabezal impidiendo que éste caiga durante la regulación de la altura.

3

Posiblemente conocerás el sistema de velocidades de una bicicleta: Los pedales hacen girar a un conjunto de platos de distintos diámetros y el movimiento se transmite a través de la cadena hasta el eje de la rueda trasera, en el que hay un conjunto de piñones de distintos diámetros. Dependiendo de la posición de la cadena se obtienen distintas velocidades. Teniendo en cuenta este símil con la bicicleta, ¿podrías indicar cuáles son las posiciones de la correa que corresponden a la mayor y menor velocidad de giro de la broca en la taladradora de la figura?



2.2 Brocas

La broca es la herramienta que efectúa el mecanizado del agujero. Básicamente es una pieza metálica cilíndrica con un extremo afilado para facilitar la penetración, y dos acanaladuras en forma de hélice por las que se evacua el material taladrado. El extremo superior de la broca es cilíndrico o cónico para permitir su sujeción al porta-brocas o directamente al eje de la máquina.



Fig. 14 : Brocas de mango cónico y casquillos adaptadores.

La geometría de las brocas incluye los elementos descritos ya en las hojas de sierra: caras de desprendimiento y de incidencia, así como los ángulos de incidencia, de desprendimiento y de filo. Por ello, las brocas cortan en un solo sentido de giro, que es el de las agujas del reloj (sentido horario).

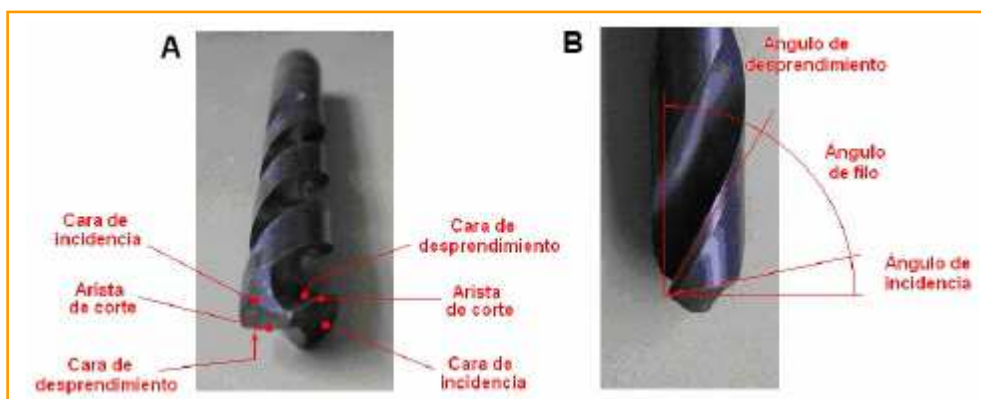


Fig. 15 : Geometría de una broca.



Fig. 16 : Brocas para madera, pared y acero.

Existen tres tipos de brocas en función del material que se va a taladrar: brocas para acero, brocas para madera y brocas para pared. La diferencia entre los tres tipos está en el extremo afilado y es perceptible a simple vista.

Las brocas para madera tienen un vértice agudo, de aproximadamente 40° , que ocupa la parte central del extremo afilado. Este vértice evita que la broca resbale al inicio del taladrado y facilita la penetración durante la operación.

Las brocas para pared se distinguen por la forma de pala de su extremo afilado. Esta "pala" está hecha de un material diferente al del resto de la broca, se trata de carburo de tungsteno (conocido también como widia o "metal duro"), y va soldada en el interior de una ranura al resto de la broca.

Las brocas para acero tienen el extremo afilado en forma de "V" de 118°.

Para el taladrado de agujeros de mucho diámetro se utilizan las **brocas de corona**. Constan de una broca central que realiza un taladrado previo y sirve de centro a la corona, la cual realiza un corte circular al diámetro deseado. Existen en el mercado brocas de este tipo para taladrar madera, metal o piedra.



Fig. 17 : Broca de corona para taladrado en madera.

4

Señala con una cruz el tipo de broca que utilizarías para hacer agujeros a los materiales que se indican en la tabla siguiente:

			
Marco de ventana de aluminio			
Pared de una vivienda			
Estantería de madera			
Chapa de acero			
Azulejos del cuarto de baño			
Pieza de latón			

o Velocidad de corte

Hemos creído oportuno incluir este apartado dedicado a la velocidad de corte, ya que es un concepto importante que afecta notablemente a la duración de las brocas y al tiempo empleado en el taladrado.

Hay que tener en cuenta que si la velocidad de corte es excesiva se producen calentamientos en la herramienta que provocan la pérdida de afilado, dificultando notablemente la operación. La velocidad demasiado lenta tiene el inconveniente de alargar innecesariamente el tiempo de taladrado. Una selección correcta de esa velocidad asegura un taladrado sin inconvenientes al tiempo que aumenta la durabilidad de la herramienta.



Fig. 18 : Velocidad de corte en una sierra de mano.

La **velocidad de corte** de una herramienta es la que llevan los puntos de su arista de corte respecto a la pieza que mecaniza. Se expresa en metros/minuto (m/min).

Cuando la herramienta tiene **movimiento rectilíneo** la velocidad de corte es la que lleva la propia herramienta. En una sierra de mano, por ejemplo, la velocidad de corte es la que imprimimos a la sierra cuando se desplaza hacia delante.



Fig. 19 : Velocidad de corte en una sierra circular.

En el **movimiento circular** la velocidad de corte es la velocidad lineal de los puntos de su periferia. Por ejemplo, en una sierra de disco la velocidad de corte es la velocidad lineal de los puntos de su cara dentada.

Pero, ¿qué entendemos por velocidad lineal en un objeto que gira? Un ejemplo servirá para ilustrar este concepto: Levantemos una bicicleta en el aire y hagamos girar una de sus ruedas. La velocidad lineal que llevan los puntos de su periferia (los de la cubierta) es la que llevaría la bicicleta si rodara por la carretera manteniendo esa misma velocidad de giro en la rueda.

Existe una relación directa entre la velocidad lineal y la velocidad de giro de las herramientas, ya que **cuanto mayor sea la velocidad de giro de una herramienta mayor será la velocidad lineal de los puntos de su periferia.**

También hay relación directa entre la velocidad lineal y el diámetro de la herramienta, ya que, para una misma velocidad de giro, **cuanto mayor sea el diámetro de la herramienta mayor será la velocidad lineal de los puntos de su periferia.**

Estas dos relaciones son evidentes al aplicarlas al ejemplo de la bicicleta: su velocidad será mayor cuanto mayor sea la velocidad con la que giran sus ruedas, y también lo será si, manteniendo la misma velocidad de giro, sustituimos las ruedas por otras de mayor diámetro.

Vamos a obtener ahora una expresión matemática que nos relacione la velocidad lineal de un punto de la periferia o velocidad de corte (v_c), la velocidad de giro (N) y el diámetro de la herramienta (D).

Partiremos de la conocida expresión:

$$\text{Velocidad (m/min)} = \text{espacio (m)} / \text{tiempo (min)} \quad (1)$$

Para una broca de diámetro D que gira a N vueltas por minuto (rpm), el espacio recorrido por un punto de la periferia en una vuelta completa será el perímetro de la circunferencia:

$$e = 2\pi R = 2\pi D/2 = \pi D$$

Y en las N vueltas recorrerá N veces dicho perímetro:

$$e = \pi DN$$

El tiempo empleado en ese recorrido es 1 minuto, por lo que sustituyendo en la fórmula (1) tendremos:

$$v_c = e/t = \pi DN/\text{min.} = \pi DN$$

Si queremos expresar el diámetro de la broca en mm manteniendo v_c en m/min, tendremos que dividir D entre 1.000, quedando la expresión anterior:

$$v_c = \pi DN/1.000 \quad (2)$$

Despejando N obtenemos:

$$N = \frac{1.000 v_c}{\pi D} \quad (3)$$

N = Velocidad de giro de la broca (rpm)

v_c = Velocidad de corte (m/min)

D = Diámetro de la broca (mm)

Existe una **velocidad de corte idónea** en función del material de la herramienta y del material que se corta. Es idónea porque permite una mayor producción con un desgaste aceptable de la herramienta. Esta velocidad la proporciona el fabricante en sus catálogos y hemos de respetarla en la medida de lo posible.

A continuación, en la tabla 1, proporcionamos velocidades de corte orientativas para taladrar diversos materiales con brocas de acero HSS, los valores máximo y mínimo

(columna de la derecha), dependen de factores como la calidad de la lubricación durante el corte, la robustez de la máquina, etc.

VELOCIDADES DE CORTE PARA TALADRAR CON BROCAS HSS	
Material a taladrar	Velocidad de corte
Acero hasta 50 kg/mm ²	25-35 m/min
Acero hasta 70 kg/mm ²	20-30 m/min
Acero hasta 90 kg/mm ²	16-20 m/min
Latón	60-100 m/min
Aluminio	40-120 m/min
Bronce	30-50 m/min

Tabla 1: Velocidades de corte para taladrar con brocas HSS.

Ejemplo 1

¿Con qué velocidad ha de girar una broca de acero HSS de 10 milímetros de diámetro para taladrar una pieza de acero de 70 kg/mm²?

Según la tabla 1, la velocidad de corte ha de estar comprendida entre 20 y 30 m/min.

Tomaremos un valor intermedio de 25 m/min y lo sustituiremos en la fórmula (3):

$$N = \frac{1.000v_c}{\pi D} = \frac{1.000 \cdot 25}{3,14 \cdot 10} = 796 \text{ rpm}$$

De esta forma hemos obtenido los valores de la tabla siguiente para cada diámetro de broca:

TABLA DE VELOCIDADES DE CORTE Y RPM PARA BROCAS HSS								
Material	v _c	Diámetro de la broca						Lubrificante
		2	5	6	8	10	12	
Acero hasta 50 kg/mm ²	25-35 m/min	4.777 rpm	1.910 rpm	1.591 rpm	1.194 rpm	955 rpm	796 rpm	Aceite soluble
Acero hasta 70 kg/mm ²	20-30 m/min	3.980 rpm	1.592 rpm	1.326 rpm	995 rpm	796 rpm	663 rpm	Aceite soluble
Acero hasta 90 kg/mm ²	16-20 m/min	2.866 rpm	1.146 rpm	955 rpm	716 rpm	573 rpm	478 rpm	Aceite soluble
Latón	60-100 m/min	12.738 rpm	5.095 rpm	4.244 rpm	3.184 rpm	2.546 rpm	2.123 rpm	Aceite soluble
Aluminio	40-120 m/min	12.738 rpm	5.095 rpm	4.244 rpm	3.184 rpm	2.546 rpm	2.123 rpm	Aceite soluble
Bronce	30-50 m/min	6.369 rpm	2.547 rpm	2.122 rpm	1.592 rpm	1.273 rpm	1.061 rpm	Aceite soluble

Tabla 2: Velocidades de corte y rpm para brocas HSS.

Ahora bien, las taladradoras tienen una gama de velocidades discreta. Esta gama, además, varía de unos modelos a otros. A modo de ejemplo incluimos aquí la gama de velocidades de dos taladradoras que se pueden encontrar en el mercado:

Taladradora A: 520-845-1.225-1.725 2.590 rpm

Taladradora B: 2.100-1.340-830-430 rpm

¿Qué hacemos si las rpm idóneas no están entre las que se pueden seleccionar en la máquina? En ese caso seleccionaremos en la máquina la más próxima a la obtenida por cálculo.

Ejemplo 2

Supongamos que vamos a taladrar una pieza de acero de 50 kg/mm² con una broca HSS de diámetro 5 mm utilizando una taladradora cuya gama de velocidades es

520-845-1.225-1.725 2.590 rpm

A la vista de la tabla 2 debemos seleccionar una velocidad de giro de 1.910 rpm, pero la máquina no dispone de esta velocidad. Seleccionaremos entonces la más próxima, es decir, 1.725 rpm.

Ejemplo 3

Se desea taladrar un agujero de 10 mm de diámetro en una pieza de acero de 70 kg/mm². ¿Qué rpm hemos de poner en la taladradora si su gama de velocidades es:

2.100-1.340-830-430 rpm?

La tabla 2 nos proporciona 796 rpm. Esta velocidad no está muy alejada de las 830 rpm que se puede seleccionar en la máquina, por lo que seleccionaremos esta última velocidad para efectuar el taladrado.

5

Vas a taladrar un agujero de 6 mm de diámetro en una pieza de acero de 50 kg/mm². Utilizarás para ello una taladradora portátil permitiendo que gire a su máxima velocidad. Analiza las condiciones en las que vas a taladrar y, si lo crees necesario, propón alguna modificación que mejore esas condiciones.

2.3 Técnica de la operación

o Técnica de la operación en taladradoras de mesa

A continuación se enumeran ordenadamente las operaciones a realizar en el taladrado utilizando una taladradora de mesa:

1. Graneteado. Antes de taladrar es necesario hacer una muesca con un granete en el centro del futuro agujero; esta muesca evita que la broca resbale sobre la superficie de la pieza al iniciarse el taladrado.



Fig. 20 : Granete.

2. **Selección de la velocidad.** Como ya hemos visto, la velocidad de giro de las taladradoras puede variarse al cambiar la posición de la correa en la caja de velocidades. Comprobaremos que la velocidad de giro sea la adecuada al diámetro de la broca y al material a taladrar. En caso de no ser así, hay que cambiar la velocidad destensando la correa y colocándola en la posición correcta. Es recomendable desenchufar la máquina de la red durante esta operación para evitar arranques involuntarios. Una vez efectuado el cambio, se tensa de nuevo la correa y se enchufa la máquina a la red.
3. **Sujeción de la pieza.** Las piezas pequeñas se sujetan en la mordaza de la taladradora. Hay que prever la salida de la broca por el otro lado de la pieza cuando la traspase, con el fin de que no taladre accidentalmente la mordaza o la mesa de la máquina.



Fig. 21: Sujeción de la pieza en la mordaza para el taladrado.

Las chapas que por sus dimensiones no puedan ser sujetas en las mordazas, se sujetan con **entenallas**, que son unas mordazas pensadas especialmente para sujetar las piezas que se van a taladrar, y se sitúan sobre tablas de madera de suficiente espesor que eviten el taladrado accidental de la mesa de la taladradora.



Fig. 22 : Entenalla.

4. **Selección de la broca.** Seleccionaremos la broca del diámetro adecuado. La identificación podemos hacerla de alguna de estas formas:

- Leyendo el diámetro en su mango. Las brocas llevan grabado su diámetro en el mango, aunque debido al uso éste puede estar borrado.

- Midiendo su diámetro con un calibre. Procuraremos medirlo en la parte del mango que no esté deteriorada por el uso. Si lo hacemos en la parte helicoidal, extremaremos el cuidado para no medir un diámetro inferior al real.

Una vez seleccionado el diámetro de la broca, es conveniente comprobar que su extremo afilado no presente deterioro.

- 5. Comprobación de la altura del cabezal.** Hay que comprobar también si podremos hacer el agujero en toda su profundidad. A veces el cabezal de la máquina está demasiado alto y la broca no desciende lo suficiente como para atravesar la pieza. Esto se corrige haciendo descender el cabezal de la máquina.
- 6. Situación de la broca sobre el centro del agujero.** Con la máquina parada se hace descender la broca hasta hacer coincidir su extremo con la marca del granete. Se eleva de nuevo la broca y se pone en marcha la máquina. No hay que poner nunca en marcha la máquina con la broca tocando la pieza, ya que pueden producirse enganches o golpes bruscos que ocasionen su rotura.
- 7. Inicio del taladrado.** Una vez puesta en marcha la máquina, se hace descender lentamente la broca hasta que haga contacto con la pieza. A partir de aquí, haremos presión hasta que comienza a producirse viruta en forma de tirabuzón. Es conveniente lubricar el corte aplicando aceite con una aceitera manual o bien con el sistema de lubricación de que disponga la máquina.
- 8. Durante el taladrado.** Mantendremos la misma presión procurando una viruta uniforme y sin cambios de color. De vez en cuando sacaremos la broca del agujero para facilitar la salida de viruta. Si la viruta se vuelve azulada es debido a una velocidad excesiva o a un afilado defectuoso, por lo que habrá que detener la máquina y subsanar la anomalía.

Si no se produce viruta es que la broca no está cortando; en este caso hay que parar la máquina y comprobar la causa. Puede deberse a:
 - Una mala regulación de la altura del cabezal, que no permite que la broca siga descendiendo.
 - Una pérdida total del afilado.
 - Si la máquina tiene inversor de giro la anomalía puede deberse a que la broca esté girando en sentido antihorario.
- 9. Final del taladrado.** Cuando la broca esté a punto de atravesar la pieza disminuirémos la presión para que salga suavemente por el otro lado. De no hacerlo, la broca puede agarrarse e incluso llegar a romperse.

Taladrado de agujeros a gran diámetro

Para taladrar agujeros de diámetros superiores a 6 mm lo haremos escalonadamente. Así, por ejemplo, para taladrar un agujero de 10 mm, usaremos primero una broca de 6 mm y a continuación una de 10 mm. Este escalonamiento evita los grandes esfuerzos que serían necesarios si se hiciera de una sola pasada; por otra parte, el primer taladrado facilita la entrada de la segunda broca, evitando que ésta se desvíe durante el mecanizado.

o Técnica de la operación en taladradoras manuales

A. Taladrado de acero

Debido a que la fuerza del taladrado la realiza el operario, no es conveniente el uso de la taladradora manual para mecanizar agujeros de mucha longitud o de mucho diámetro sobre materiales duros.

Por otra parte, al ser sujeta con las manos no se puede asegurar la perpendicularidad de la broca sobre la superficie de la pieza, por lo que se pierde precisión en el taladrado. Por estas razones, reservaremos su uso para el mecanizado de piezas de poco espesor. Existen, sin embargo, soportes que permiten trabajar con estas taladradoras como si fueran de mesa; consiguiéndose mayor fuerza y precisión en la operación.

Es necesario realizar siempre un graneteado previo que evite el deslizamiento de la broca al inicio del taladrado.

Cuando la pieza, debido a sus dimensiones, pueda moverse durante la operación, la inmovilizaremos con una prensilla, situando una tabla debajo para permitir la salida de la broca sin que se deteriore la superficie del banco.

Para taladrar agujeros de diámetro mayor de 6 mm lo haremos escalonadamente, tal y como se indicó para la taladradora de mesa.

No hay que activar nunca el percutor cuando se taladran metales.

Cuando se esté a punto de atravesar la chapa hay que disminuir la presión sobre la pieza para evitar el enganche de la broca y su posible rotura.

Lubricar la operación con aceite facilitará siempre el mecanizado.



Fig. 23 : Taladrado de chapa con taladradora manual.

B. Taladrado de madera

No es necesario realizar una muesca en la superficie de la madera antes del taladrado, ya que las brocas para madera tienen un afilado especial con punta de centrado (ver figura 16) que evita ese desplazamiento.

Cuando se taladran agujeros pasantes existe el riesgo de que se astille la madera al salir la broca por el otro lado. Para evitarlo, colocaremos otra tabla debajo, fijando ambas con una prensilla; esto evitará el astillado.

C. Taladrado de piedra, ladrillo u hormigón

Para el taladrado de piedra, ladrillo u hormigón, es necesario activar el percutor de la taladradora. Si la pared está recubierta de yeso, cemento u otro material blando, esperamos a atravesar dicha capa para activarlo.

Si se trata de hacer agujeros para introducir tacos de plástico para tirafondos, mediremos previamente el diámetro y la longitud del taco. Seleccionaremos la broca del mismo diámetro que el taco y mediante la sonda controlaremos la profundidad del taladrado.

Para taladrar sobre azulejos o materiales cerámicos es necesario realizar previamente una pequeña muesca en su superficie, así se evitará que la broca resbale al iniciarse el taladrado. Esta muesca se puede hacer con un granete o con un clavo, golpeando suavemente con el martillo (no existe riesgo de rotura si se hace suavemente).

Se continuará el taladrado manteniendo una baja velocidad de giro y sin activar el percutor; las vibraciones que produce éste último podrían quebrar el azulejo.

2.4 Seguridad

El taladrado es una operación que conlleva principalmente tres riesgos cuyas consecuencias hemos de evitar:

Proyección de partículas. Durante el taladrado pueden proyectarse virutas e introducirse en los ojos. En especial hay que tener cuidado cuando las virutas están muy calientes, ya que producen quemaduras importantes. Para aminorar en lo posible estos riesgos hemos de procurar que las condiciones de corte sean las adecuadas, evitando recalentamientos excesivos. De todas formas, el peligro de que se proyecten partículas está siempre latente, sobremanera cuando se taladran materiales de construcción.

La existencia de estos riesgos hace imprescindible protegerse los ojos con gafas de seguridad.

Cortes. Durante el taladrado puede producirse un enganche de la broca en la pieza, provocando que se suelte de la mordaza y alcance nuestras manos. La chapa puede atravesar incluso los guantes de seguridad, por lo que es conveniente que sujetemos la mordaza por el mango y situemos nuestras manos fuera del alcance de la pieza en previsión de un giro fortuito de la misma.

Por otra parte, no quitaremos nunca las virutas con las manos, pues sus bordes afilados y calientes son muy cortantes.

Enganches. Al taladrar evitaremos llevar sueltos cinturones, mangas, pulseras o cualquier otra prenda que por sus características pueda engancharse a las partes móviles de la máquina. Por la misma razón, el cabello largo habrá de estar recogido.

Atrapamientos o golpes. Cuando trabajamos con taladradoras manuales existe un riesgo añadido ante un posible enganche de la broca en la pieza. Si la pieza está muy bien sujeta será la taladradora la que seguirá girando, pudiendo producirse atrapamientos o golpes con la empuñadura.



Fig. 24 : Forma correcta de sujetar la mordaza durante el taladrado.

3. Roscado

Habrás observado que las máquinas y las instalaciones tienen elementos roscados. Si observas con atención el motor de un vehículo verás que contiene una gran cantidad de tornillos y tuercas, y lo mismo sucede con la instalación de agua de tu vivienda, en la que podrás ver que las tuberías, las llaves y los grifos se unen unos a otros mediante elementos roscados.

Habrás podido comprobar también que las roscas permiten uniones desmontables sin que ninguno de los elementos se deteriore, siendo ésta una de sus principales ventajas.

Estos elementos roscados suelen adquirirse en el mercado ya elaborados, pero, ¿sabías que existe la posibilidad de que nosotros mismos fabriquemos las roscas?

En este capítulo estudiaremos las herramientas utilizadas para fabricar roscas permitiendo la unión de los distintos elementos de una instalación. Hemos creído conveniente introducir previamente algunos conceptos que nos ayuden a comprender su geometría y características, centrándonos luego en los tres tipos de roscas más utilizados en las instalaciones.

3.1 Tipos de roscas y características



Fig. 25: Detalle de una rosca exterior (tornillo) y de una rosca interior (tuerca seccionada).

Una rosca puede definirse como una acanaladura helicoidal tallada en una superficie cilíndrica. La rosca puede ser **exterior**, como en el caso de los tornillos, varillas roscadas, etc., o **interior**, como en el caso de las tuercas o los agujeros roscados.

La forma de la acanaladura da lugar a distintos tipos de rosca, de entre los que cabe citar los siguientes: **triangular**, **trapezoidal** y **redonda**.

La rosca **triangular** se utiliza principalmente en tortillería. La rosca **trapezoidal** está pensada para soportar grandes esfuerzos, por lo que es habitual en husillos de prensas, tornillos de banco, husillos para transmisión de movimientos, etc. La rosca **redonda** tiene aplicación en aquellas uniones que deban soportar grandes y bruscos esfuerzos, como la unión de vagones de ferrocarril, aunque podemos ver una variedad de este tipo de rosca en las bombillas de alumbrado.

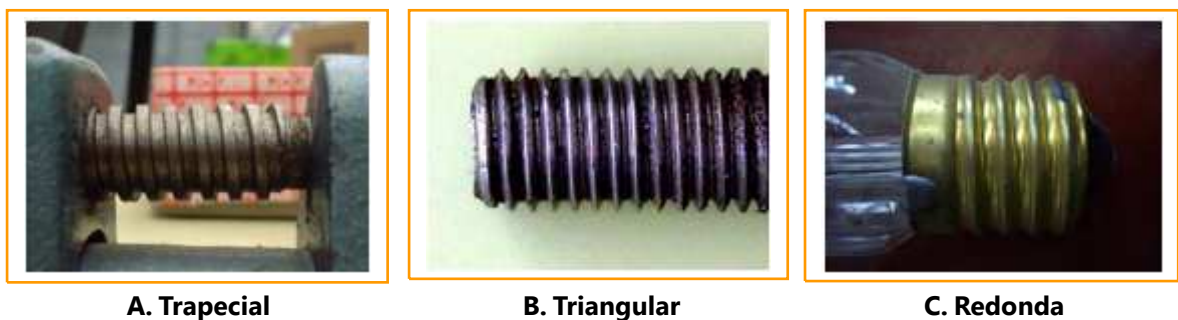


Fig. 26: Distintas formas de rocas.

Dependiendo del sentido de la hélice, las roscas pueden ser a **derechas** o a **izquierdas**. Las primeras se identifican porque al mirarlas desde arriba vemos la acanaladura alejarse hacia la derecha (en los agujeros roscados es al revés).

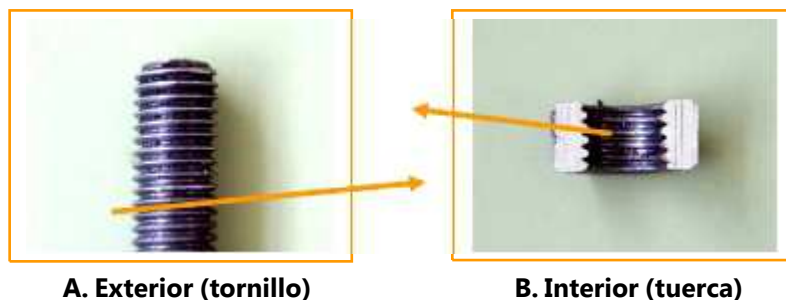


Fig. 27: Rocas a derechas.

En las roscas a izquierdas la acanaladura se aleja hacia la izquierda (en los agujeros roscados es al revés).

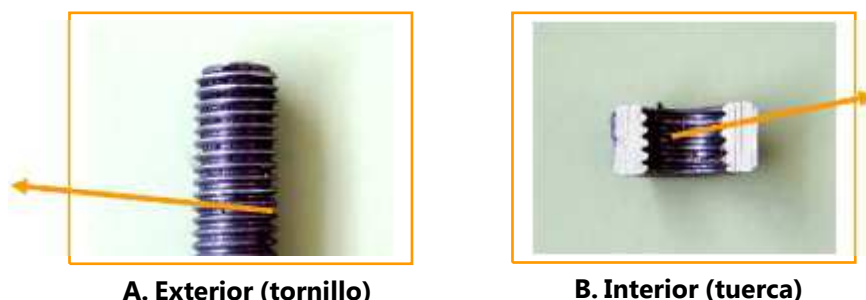


Fig. 28: Rocas a izquierdas.

6

Te proponemos que busques en tu entorno distintos elementos ros-
cados. Clasifícalos atendiendo al sentido de su rosca (a derechas o
izquierdas)

Roscas triangulares

En este capítulo dedicaremos especial atención a las roscas triangulares, y en concreto a dos tipos, la rosca **métrica** y la rosca **whitworth**, por ser las más comunes en los elementos de unión. Trataremos aparte las roscas de tubos, también **whitworth**, y denominadas **gas whitworth**, por su aplicación en uniones de tubos y accesorios en las instalaciones de calefacción y fontanería.

o Características

Las características que definen a una rosca triangular son:

Diámetro nominal. Es el diámetro exterior de la rosca, y define su tamaño. Es un diámetro teórico que generalmente no coincide con el real. En las roscas exteriores el diámetro real suele ser ligeramente inferior al nominal (unas décimas de mm) con el fin de mantener una pequeña holgura que facilite la entrada del tornillo en la tuerca.

Paso. Es la distancia entre dos crestas consecutivas de la rosca, medida en la dirección del eje del tornillo.

Ángulo entre flancos. Es el ángulo que forman entre sí las caras de la acanaladura de la rosca.

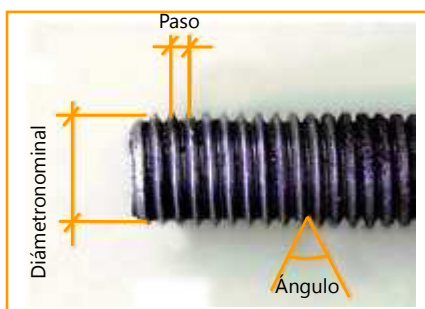


Fig. 29: Diámetro nominal, paso y ángulo entre flancos de una rosca.

o Tipos

A. Rosca métrica

En las roscas métricas la acanaladura tiene forma de triángulo equilátero; el ángulo entre flancos es por tanto de 60° . Todas sus dimensiones se expresan en milímetros.

Estas roscas se denominan con una M mayúscula seguida de su diámetro nominal expresado en milímetros. Así, por ejemplo, la expresión M8 nos indica que se trata de una rosca métrica de 8 milímetros de diámetro nominal.

En la tabla siguiente se incluyen los diámetros de rosca comprendidos entre 4 y 20 milímetros y sus pasos correspondientes. Se incluye también el diámetro de la broca para fabricar roscas interiores, cuya utilidad veremos más adelante; este diámetro se obtiene restandole el paso al diámetro nominal correspondiente.

ROSCA MÉTRICA		
Diámetro nominal (mm)	Paso (mm)	Diámetro de la broca (mm)
4	0,7	3,3
5	0,8	4,2
6	1	5
8	1,25	6,75
10	1,5	8,5
12	1,75	10,25
14	2	12
16	2	14
18	2,5	15,5
20	2,5	17,5

Tabla 3: Rosca métrica.

B. Rosca Whitworth

En estas roscas la acanaladura tiene forma de triángulo isósceles, con un ángulo entre flancos de 55°. Sus dimensiones se expresan en pulgadas.

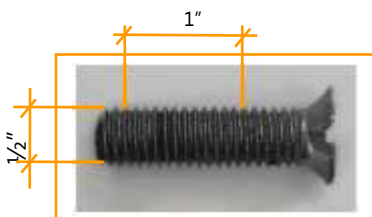


Fig. 30: Rosca de $\frac{1}{2}$ ".
Puede observarse las 12 acanaladuras en la pulgada acotada.

La rosca whitworth se denomina con su diámetro expresado en pulgadas. Así, por ejemplo, la expresión $\frac{1}{2}$ " nos indica que se trata de una rosca whitworth de media pulgada de diámetro nominal.

En la tabla adjunta se incluyen los diámetros de rosca comprendidos entre $\frac{1}{8}$ " y $\frac{3}{4}$ " y sus pasos correspondientes, los cuales vienen expresados en hilos por pulgada (gráficamente podemos representarlo como el número de acanaladuras que entran en una pulgada). También hemos incluido el diámetro de la broca para la fabricación de agujeros roscados.

ROSCA WHITWORTH		
Diámetro nominal (pulgadas)	Paso (hilos por pulgada)	Diámetro de la broca (mm)
$\frac{1}{8}$	40	2,5
$\frac{3}{16}$	24	3,7
$\frac{1}{4}$	20	5
$\frac{5}{16}$	18	6,5
$\frac{3}{8}$	16	8
$\frac{1}{2}$	12	10,5
$\frac{5}{8}$	11	13,7
$\frac{3}{4}$	10	16,7

Tabla 4: Rosca whitworth.

C. Rosca gas Withworth

Esta rosca podemos encontrarla en los tubos de acero roscados y, por extensión, en la inmensa mayoría de los accesorios de unión empleados en las instalaciones de fontanería.



Fig. 31: Rosca gas whitworth en un accesorio de fontanería.

Su perfil es el mismo que el de la rosca whitworth: triangular con 55° entre flancos.

Su diámetro nominal se corresponde con el diámetro interior del tubo, aunque la diferencia entre uno y otro es bastante notable; la simple medición del diámetro interior del tubo no nos sirve para identificar de forma inequívoca el diámetro nominal de la rosca.

Existen dos variantes de esta rosca: una cilíndrica y otra cónica. Esta última permite mayor hermeticidad en las uniones ya que su diámetro va aumentando a medida que penetra en el accesorio. En la figura 31 se puede apreciar la ligera conicidad de la rosca.

La rosca whitworth gas se denomina con una R mayúscula seguida de su diámetro nominal expresado en pulgadas. Así, por ejemplo, la expresión R1/2" nos indica que se trata de una rosca whitworth gas de diámetro nominal 1/2".

En la tabla siguiente se incluyen las roscas comprendidas entre 1/16" y 2"; se incluye también su diámetro expresado en mm, su paso y su diámetro interior para facilitar la identificación de roscas interiores. En los accesorios reales el diámetro exterior puede ser ligeramente inferior al de la tabla por las razones ya explicadas anteriormente; por el mismo motivo, la medida interior de la rosca puede ser ligeramente superior a la de la tabla.

ROSCA GAS WHITWORTH			
Diámetro nominal (pulgadas)	Diámetro exterior (mm)	Paso (hilos por pulgadas)	Diámetro rosca interior (mm)
1/16	7,723	28	6,56
1/8	9,728	28	8,56
1/4	13,157	19	11,44
3/8	16,662	19	14,95
1/2	20,955	14	18,63
3/4	26,441	14	24,11
1	33,249	11	30,29
1 1/4	41,910	11	38,95
1 1/2	47,803	11	44,84
2	59,614	11	56,65

Tabla 5: Rosca gas whitworth.

o Peines o galgas de roscas

En los apartados anteriores hemos visto que el paso de la rosca puede medirse directamente sobre la rosca, y que en el caso de la rosca whitworth este paso se determina por el número de hilos o acanaladuras que entran en 1".



Fig. 32: Peines o galgas para la comprobación del paso de las roscas.

Pero la medición del paso con el calibre conduce a menudo a errores, sobre todo cuando el tamaño de la rosca es pequeño. Para evitar estos errores es recomendable utilizar los peines de roscas, también llamados galgas de roscas, que son plantillas que materializan el perfil de las roscas (figura 32). Existen juegos con pasos en mm y con pasos en hilos por pulgada. Para identificar el paso de la rosca bastará con encontrar el peine que coincida exactamente con el perfil de la rosca (figura 33).



A. En una rosca M10



A. En una rosca R2"

Fig. 33: Comprobación de pasos de rosca con los peines.

o Fabricación de roscas

A. Fabricación de roscas exteriores



Fig. 34: Terrajas y portaterrajas para la fabricación de roscas exteriores.

Las roscas exteriores se mecanizan manualmente utilizando una herramienta denominada **terraja**. Tiene forma cilíndrica con un agujero central en el que se encuentra tallada la rosca que mecaniza. Cada terraja sólo mecaniza un tipo de rosca.

Las terrajas están fabricadas en acero HSS y se identifican por su diámetro exterior y la rosca que mecanizan, datos que figuran grabados en una de sus caras.

Para su manejo se necesita un **portaterraj**, que es un útil provisto de un alojamiento para sujetar la terraja (figura 34), y unos brazos que permiten realizar a mano los giros necesarios para el mecanizado.

El mecanizado de la rosca se realiza sobre una varilla o perfil redondo cuyo diámetro exterior ha de coincidir con el nominal de la rosca. Por ejemplo, para mecanizar una rosca M6 emplearemos una varilla de diámetro 6.

El proceso es el siguiente:

1. Previamente al mecanizado **efectuaremos un chaflán en el extremo de la varilla** para facilitar la introducción de la terraja. Este chaflán puede realizarse en la esmeriladora o bien con una lima.
2. **Sujeción de la varilla firmemente** en el tornillo de banco en posición vertical. Intercalaremos unas chapas de aluminio, cobre o latón entre la varilla y las mordazas para evitar que estas últimas dejen marcas en la superficie de la varilla
3. **Colocación de la terraja** en el extremo de la varilla ejerciendo presión hacia abajo al tiempo que se efectúa un giro hacia la derecha (sentido de las agujas del reloj). Notaremos que se inicia el mecanizado por la oposición al giro que ofrece la terraja, y porque ésta queda sujeta a la varilla. En esta situación comprobaremos desde distintos ángulos que la terraja esté horizontal. Si no lo está forzaremos ligeramente su posición para corregir la colocación. Si la terraja está inclinada mecanizará la varilla manteniendo esa inclinación en toda su longitud, dando lugar a una rosca defectuosa.
4. Una vez que la terraja esté en la posición correcta se continúa el **mecanizado de la rosca**. Para ello giraremos la terraja media vuelta en sentido horario y a continuación un cuarto en sentido antihorario; este último movimiento permite que se desprendan las virutas originadas en el corte. Lubricaremos la operación periódicamente con aceite.



Fig. 35: Sujeción de la varilla en el tornillo de banco durante el mecanizado de una rosca exterior.

B. Fabricación de roscas interiores

Para el mecanizado manual de roscas interiores se utilizan los **machos de roscar**. Se fabrican en acero HSS y llevan grabado en su cuello la rosca que mecanizan.



Fig. 36: Machos de roscar y giramachos.

Para poder girar a mano los machos se necesita un **giramachos**. Éste está provisto de unas mordazas que se cierran sobre el extremo superior del macho, que es de forma cuadrada para facilitar la sujeción (figura 36).

El tallado de la rosca se realiza en la superficie interior de un agujero taladrado previamente. El diámetro de la broca para taladrar el agujero correspondiente a cada tipo de rosca puede obtenerse de las tablas 3 y 4, o bien restándole al diámetro nominal el paso correspondiente.

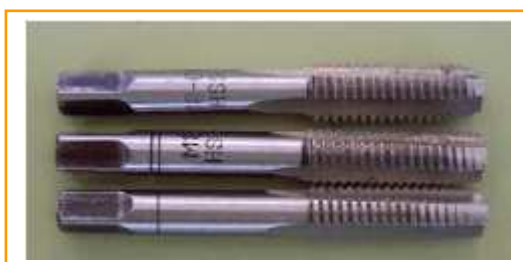


Fig. 37: Juego de machos de roscar.

Para mecanizar una rosca se necesita un juego de tres machos, los cuales tallan la rosca de forma progresiva en la superficie interior del agujero.

Los tres machos de roscar se introducen en orden sucesivo. Para identificar este orden el primer macho lleva una raya tallada en el mango; el segundo lleva dos y el tercero puede llevar tres o ninguna.

En la fotografía (figura 37) son perceptibles las diferencias de los tres machos. Obsérvese la conicidad a la entrada de la rosca y cómo ésta es más acentuada en el primer macho, siendo prácticamente nula en el tercero.

Para iniciar el roscado introducimos el primer macho en el agujero al tiempo que hacemos presión hacia abajo y efectuamos un giro en sentido horario.



Fig. 38: Inicio del roscado de un agujero.

Notaremos que se inicia el tallado por la oposición del macho al giro.

A partir de aquí continuaremos el tallado dando media vuelta en sentido horario y a continuación un cuarto en sentido antihorario para desprender las virutas formadas en el corte. La operación se lubrica con aceite.

Una vez se haya introducido el primer macho, se repite la operación con los otros dos en orden sucesivo.

C. Fabricación de roscas de tubo

Para la fabricación de las roscas de tubo se emplean terrajas cuyas características difieren ligeramente de las empleadas para los tornillos.

El cuerpo de la terraja es de fundición y dispone de ranuras para el accionamiento. El accionado puede ser manual mediante un girador (Fig.39 y 40) o bien automático mediante una máquina (Fig.41). En su interior lleva instalados los peines, de acero HSS, destinados al tallado de la rosca. (Fig. 39) El girador manual tiene un dispositivo de carraca para que efectúe el giro en un solo sentido, patinando en sentido inverso; el sentido del giro puede invertirse a voluntad. En las máquinas de roscar este sentido se invierte mediante un interruptor.

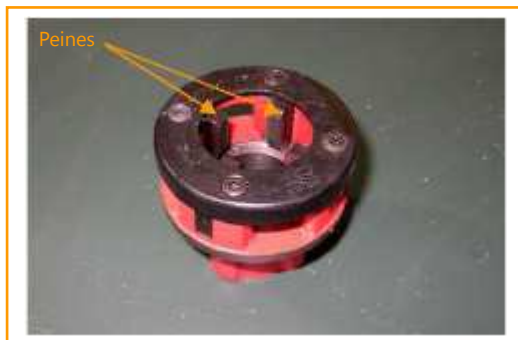


Fig. 39: Terraja para tubos y girador para su accionamiento.

Los peines pueden ser extraídos para ser cambiados por otros nuevos cuando se deterioren por el uso.

Para iniciar el mecanizado:

1. **Se sujeta el tubo** en una mordaza especial para tubos.
2. **Se coloca el girador en la terraja y se introduce la terraja en el tubo** por la parte que no tiene peines de rosca. (Fig. 40) Esta parte es cilíndrica y ajusta en la superficie del tubo, quedando la terraja perfectamente colocada para iniciar la rosca.



Fig. 40: Mecanizado manual de una rosca.

3. **Se inicia el mecanizado** haciendo presión sobre la terraja hacia el tubo, al tiempo que giramos el girador en sentido horario. Puede suceder que la carraca nos impida el giro; en ese caso cambiaremos de posición el inversor de giro. Una vez que notemos que la terraja ha agarrado, podemos seguir girando la terraja hasta completar el mecanizado. La longitud de la rosca figura en la tabla incluida arriba.

Es importante lubricar la operación con aceite.



Fig. 41: Máquina para roscar tubos. Observa la terraja colocada.

<http://www.youtube.com/watch?v=QDX5mtWkmNE>

<http://www.youtube.com/watch?v=oz8G6XvxVDA&feature=related>

4.- Conformado

Si observas atentamente cualquier tipo de instalación, ya sea de fontanería, de aire acondicionado, de extinción contra incendios, etc, comprobarás que las tuberías están curvadas en distintos ángulos para adaptarse a la forma de las paredes. Por otra parte, son muchos los elementos que se fabrican partiendo de chapas que se doblan para darles la forma deseada; un ejemplo de ello son los muebles frigoríficos de los locales de hostelería; ¿sabías que están fabricados con finas chapas de acero inoxidable hábilmente conformadas?

El instalador necesita variar la forma de los materiales con frecuencia; ¿conoces alguna máquina capaz de hacerlo?

El conformado es la operación que se realiza para variar la forma de los materiales. Existen distintos procedimientos de conformado, aunque en este capítulo estudiaremos los más habituales en el campo de las instalaciones, éstos son el plegado, el curvado y el ensanchado.

El plegado es la operación mediante la cual doblamos las chapas a distintos ángulos. El curvado permite doblar chapas y tubos con un determinado radio de curvatura. Finalmente, el ensanchado permite agrandar el diámetro de los tubos para que entren unos dentro de otros.

A continuación estudiaremos distintas máquinas para efectuar dichas transformaciones.

4.1 Plegado de chapas

o Plegadora automática de chapas

A. Características generales

Las plegadoras son máquinas que permiten el doblado de chapas en frío. Dependiendo del tamaño de la máquina este espesor puede variar entre 0,5 y 20 mm, y su longitud puede llegar hasta más de 6 metros.



Fig. 42: Plegadora automática de chapa.

Las partes principales de una plegadora automática son:

Bancada. Es la parte de la máquina que sostiene al resto de los elementos. Está fabricada en fundición.

Trancha. Es una pieza metálica plana vertical situada en la parte superior. Generalmente está accionada por cilindros hidráulicos. En su parte inferior se halla el punzón, que desciende verticalmente sobre la matriz de plegado.

Mesa. Es una pieza metálica plana vertical situada en la parte inferior de la máquina, en el mismo plano que la trancha. Contiene a la matriz de plegado.

Topes posteriores. Permiten delimitar la distancia del pliegue al borde de la chapa.

Mandos de accionamiento. El mando que hace descender a la trancha puede ser un pulsador, una barra accionada con el pie o un pedal.

La máquina efectúa el plegado al hacer descender el punzón sobre la matriz de doblado. El plegado más usual es en ángulo recto, aunque pueden utilizarse otros ángulos u otras conformaciones sin más que sustituir la matriz y el punzón de doblado.

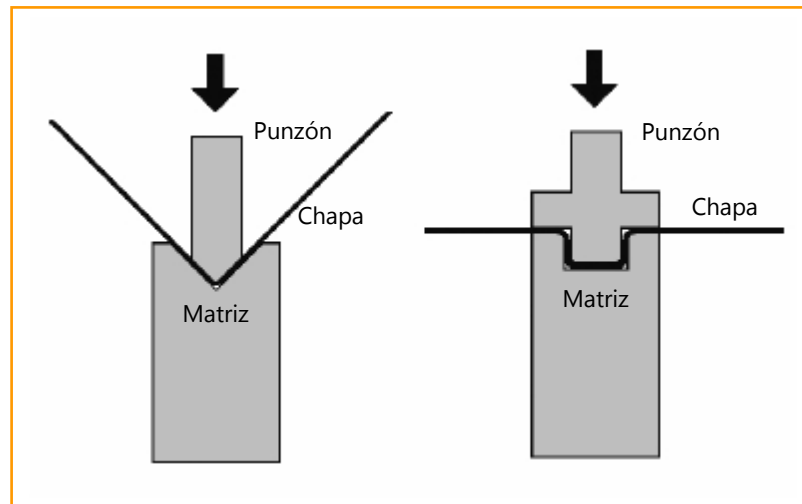


Fig. 43: Trabajos básicos de plegado de chapa mediante plegadora automática.

B. Técnica operatoria

1. Primeramente se sitúa el tope trasero para que nos proporcione la distancia al borde de la chapa a la que haremos el plegado.
2. A continuación accionamos el descenso de la trancha sujetando la pieza y acompañándola en su movimiento de elevación.
3. Una vez efectuado el plegado, extraemos la chapa de la máquina.

C. Seguridad

Debido a que debemos sujetar las chapas durante el doblado para evitar su caída, existe el riesgo de corte con los bordes de la misma, por lo que debemos proteger nuestras manos con guantes de seguridad.

Evitaremos doblar piezas muy pequeñas, pues existe el riesgo de atraparnos los dedos entre punzón y matriz.

Si hemos de sustituir punzón y matriz, desconectaremos la máquina para evitar puestas en marcha fortuitas.

o Plegadora de chapa manual

Generalmente con estas máquinas se pueden efectuar plegados de chapas cuyas dimensiones no superen los 3 mm de espesor y 2 metros de longitud. El sistema de plegado es sensiblemente distinto al de la plegadora automática, ya que aquí no se utilizan punzones ni matrices; la pieza se sujeta horizontalmente entre dos mordazas y una tercera mordaza dobla la chapa al ángulo deseado mediante un giro ascendente que se ejecuta manualmente.

A. Técnica operatoria

- 1. Introducimos la chapa entre las mordazas** hasta que haga contacto con el tope posterior, el cual habremos regulado de forma que el pliegue se produzca a la distancia deseada del borde de la chapa. Si la máquina carece de tope, tendremos que indicar esa distancia mediante un trazo y, al colocarla en la máquina, hacerlo coincidir con el borde de la mordaza superior.
- 2 .Cerramos las mordazas por medio de la manivela** hasta que la chapa quede sujeta y ajustada entre ellas.
- 3 .Efectuamos el doblado** elevando con ambas manos la pieza giratoria.



Fig. 44: Plegadora de chapa manual.



Fig. 45: Doblado de chapa con plegadora manual.

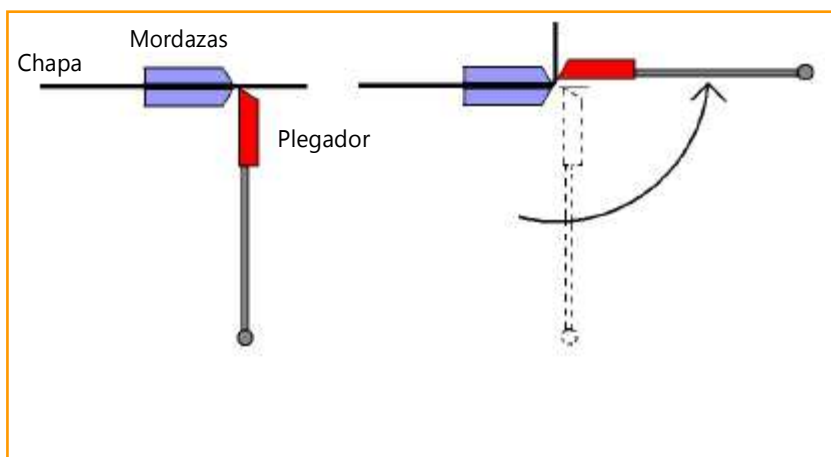


Fig. 46: Esquema de plegado en plegadora manual.

B. Seguridad

Debido a que se manipulan chapas cuyos bordes pueden tener rebabas, es imprescindible el uso de guantes durante el plegado.

o Plegado a mano

Para plegar a mano chapas de poco espesor y longitud podemos utilizar dos perfiles angulares. Sujutando la chapa entre ambos perfiles podemos efectuar el doblado con la ayuda de un martillo. Para que la chapa no se deforme por efecto de los golpes, interpondremos un taco de madera entre el martillo y la chapa. Las figuras muestran un ejemplo de este tipo de doblado.

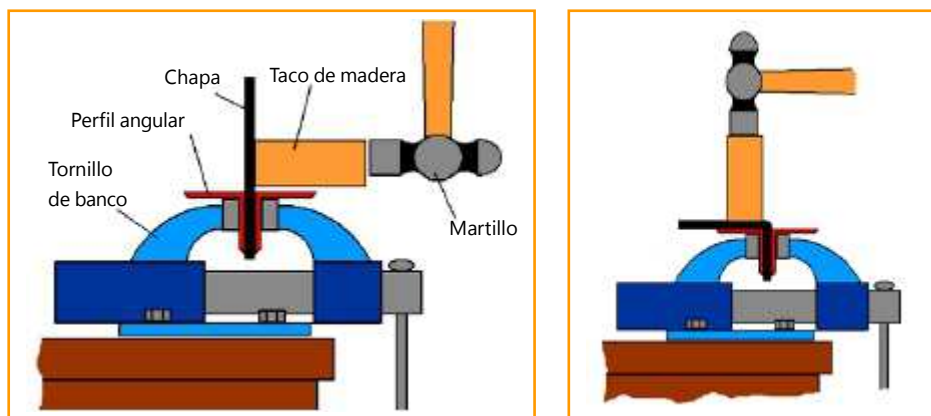


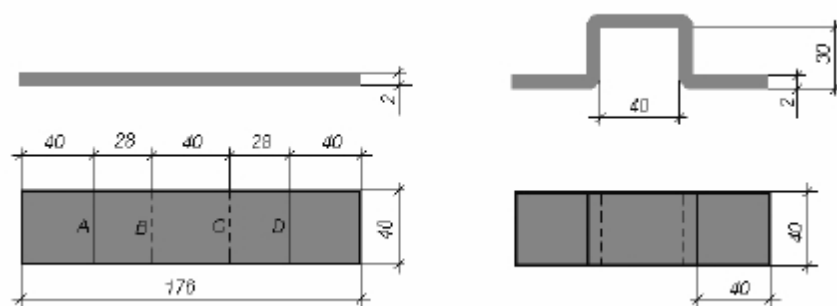
Fig. 47: Doblado de chapa con ayuda de perfiles angulares.

http://www.youtube.com/watch?v=l_stw54dfZ4&feature=related

http://www.youtube.com/watch?v=UhccilooD_Q

7

La chapa de la figura, de 2 mm de espesor, está trazada indicando las zonas de doblado que permitirán la obtención de la abrazadera representada a la derecha. Los trazos A y D están en una cara y los B y C en la otra. Indica la secuencia de doblado si se va a realizar en el tornillo de banco según el procedimiento indicado anteriormente.



4.2 Curvado de tubos

Decíamos al comienzo de este capítulo, que el curvado es la técnica que permite curvar chapas y tubos. Esta operación puede presentar inconvenientes cuando se curvan tubos, los principales son:

Por un lado, el esfuerzo a realizar, que, si bien no es muy grande en los tubos de cobre recocido (blando), sí lo es en los de cobre rígido (duro), y aún más en los de acero.

Por otro lado, existe el inconveniente de que al doblar los tubos se aplastan por la zona curvada, con la consiguiente disminución de la sección en esa zona.

Las herramientas destinadas al curvado de tubos aminoran el esfuerzo del doblado y prácticamente eliminan el aplastamiento.

Describiremos brevemente a continuación tres herramientas utilizadas para realizar esta operación.



Fig. 48: Doblatubos de muelle

Muelles doblatubos. Se utilizan para curvar con las manos tubos de cobre recocido. El diámetro interior del muelle coincide con el exterior del tubo, evitando su aplastamiento durante el curvado, ya que el muelle lo obliga a mantener su sección circular en toda su longitud.

Hemos de evitar curvas muy cerradas, ya que dificultan enormemente la extracción del muelle una vez doblado el tubo.

<http://www.youtube.com/watch?v=3oUBXHiu1-A>

Si esto nos sucediera, debemos girarlo sobre sí mismo como si estuviéramos desenroscándolo del tubo, el muelle tiene forma de rosca, y ese movimiento facilitará su extracción. Con el giro también lograremos que el muelle se abra, agrandando su diámetro interior y facilitando también la extracción.

Curvadora de tubos manual. Esta herramienta permite el curvado de tubos de cobre rígido hasta 18 milímetros, con un ángulo de curvatura de hasta 180°.

Consta de dos brazos; uno de ellos sujeta una pieza semicircular, llamada **horma**, cuyo borde tiene una acanaladura semicircular del mismo diámetro que el del tubo. Sobre dicha acanaladura se desliza otra pieza, llamada **patín, que, accionada** por el otro brazo, fuerza al tubo a doblarse sobre la horma. Las acanaladuras de la

horma y el patín son del mismo diámetro que el tubo, evitando su aplastamiento durante la operación.

Para efectuar el curvado con más comodidad se puede sujetar uno de los brazos al tornillo de banco, pudiendo de esta forma accionar el otro brazo con las dos manos.



Fig. 49: Curvadora de tubos manual y detalle de doblado

<http://www.youtube.com/watch?v=FeE-Ev2CnbY>

Curvadora de tubos eléctrica. Esta máquina permite el doblado de tubos de cobre y también de acero suave y acero inoxidable desde 12 hasta 30 milímetros de diámetro. El ángulo de curvatura puede llegar a los 180°.



Fig. 50: Curvadora de tubos eléctricos.

<http://www.youtube.com/watch?v=J76OTikluX8>

Consiste en un motor eléctrico que hace girar al eje por medio de una transmisión de engranajes. Sus partes principales son:

- *Horma.* Es la pieza semicircular destinada a proporcionar la curvatura al tubo. Tiene una acanaladura semicircular en su borde para alojar al tubo que se va a curvar. La máquina dispone de hormas de recambio para cada diámetro de tubo.

- *Patín.* Es la pieza que abraza al tubo, forzándolo a mantenerse en la acanaladura de la horma durante el curvado. También es recambiable en función del diámetro del tubo.
- *Tope.* Se puede controlar el ángulo de curvatura mediante un tope, el cual parará automáticamente la máquina cuando el doblado llegue al ángulo deseado.

4.3 Ensanchado de tubos

El ensanchado de tubos consiste en aumentar el diámetro interior del tubo en uno de sus extremos para permitir la introducción de otro tubo del mismo diámetro y poder soldarlos por capilaridad (soldadura con estaño).

El ensanchado se realiza generalmente en tubos de cobre **recocido**, en el caso de tubos de cobre **rígido** es necesario un recocido previo de la parte afectada, de no hacerlo así, probablemente se producirían agrietamientos en esa parte.

El **recocido** es un tratamiento térmico que proporciona propiedades plásticas al cobre y a otros metales. Podemos realizarlo en el taller calentando hasta el rojo con un soplete la parte que se va a ensanchar, y enfriándolo a continuación al aire o lentamente con un trapo húmedo.

o Expandidor

Esta herramienta de ensanchado dispone de una boquilla que se introduce en el interior del tubo. Al cerrar los brazos del expandidor, la boquilla se expande por efecto de un punzón cónico que separa las múltiples mordazas que la constituyen.

El expandidor dispone de un juego de boquillas, cada una de ellas adaptable a un diámetro de tubo.



Fig. 51: Expandidor de tubos y detalle de boquilla expandida.

o Ensanchador de husillo

Esta herramienta consta de:

Sujetatubos, consistente en dos piezas que se unen mediante tuercas de mariposa; ambas piezas unidas conforman un conjunto de agujeros destinados a la sujeción de los tubos (cada agujero se corresponde con un diámetro de tubo).

Horquilla. Tiene dos acanaladuras que ajustan en el sujetatubos de forma que, durante el ensanchado, ambos elementos permanecen unidos.

Cabezal ensanchador. Es una pieza en la que se distinguen dos diámetros: uno de ellos coincide con el diámetro interior del tubo y el otro con el exterior. Normalmente son intercambiables, permitiendo utilizar la herramienta para distintos diámetros de tubo.

Husillo. Va roscado en la parte superior de la horquilla y es accionado por una maneta; Cuando se acciona la maneta el cabezal ensanchador se introduce en el tubo.

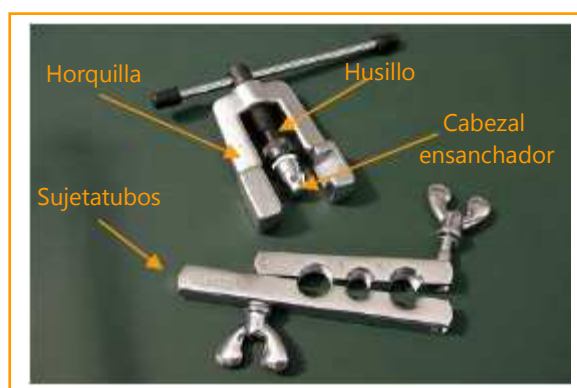


Fig. 52: Ensanchador de husillo.



Fig. 53: Ensanchadores de golpe y tubos unidos mediante expansión.

o Ensanchadores de golpe

Los ensanchadores de golpe son punzones cuyo extremo activo tiene dos diámetros: uno de ellos coincide con el diámetro interior del tubo y el otro con el exterior.

Para efectuar el ensanchado se precisa un **sujetatubos** como el descrito en el apartado anterior. Una vez sujeto el tubo, se introduce el extremo del ensanchador hasta su diámetro mayor. A partir de aquí, se golpea con el martillo produciéndose el ensanchamiento.

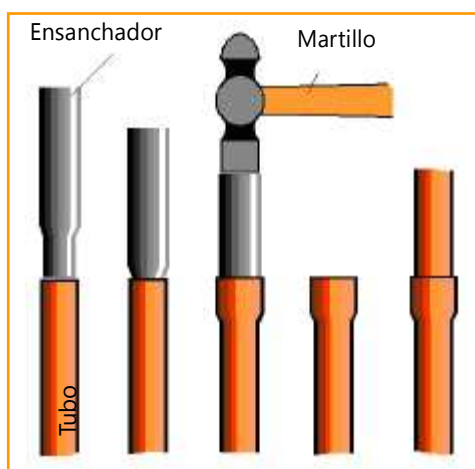


Fig. 54: Secuencia de ensanchado con un ensanchador de golpe y posterior unión de tubos.

<http://www.youtube.com/watch?v=WXOo8MtDv7A>