

Tema 13. Uniones no Soldadas

Introducción

No siempre son deseables uniones permanentes como las que se obtienen con la soldadura. Por ejemplo, un motor está formado por multitud de piezas que, agrupadas, conforman un mecanismo complejo en el que hay componentes unidos entre sí firmemente, mientras que otros giran o efectúan movimientos con relativa libertad. En todo caso, todos ellos conforman una unidad. Para que esta unión pueda tener efecto es necesaria la participación de unos elementos que, además de mantener unidos a sus componentes, permitan que el motor pueda ser desmontado en caso de avería sin que ningún componente sufra deterioro.

Pero la importancia de estos elementos de unión no sólo radica en su capacidad de permitir montajes y desmontajes; en otras muchas ocasiones son el método más sencillo de llevar a cabo una unión; ¿cómo, sino, se sujetarían las bisagras a las puertas? ¿Y la tabla de una mesa a su estructura de acero? Como puedes comprobar, los elementos de unión están presentes en cualquier máquina, estructura o instalación, y es esa la razón por la que se hace necesario su estudio. Te invitamos a la lectura atenta de esta unidad.

Contenidos generales

A lo largo de esta unidad didáctica estudiarás los distintos tipos de tornillos empleados en las uniones desmontables y la aplicación que se da a cada uno de ellos, así como las herramientas de apriete que han de utilizarse con cada tipo de tornillo y la forma de utilizarlas correctamente. También estudiarás las variedades existentes de otros elementos empleados en las uniones desmontables y sus aplicaciones.

Tornillos

La fotografía muestra varios tornillos, todos ellos diferentes; los hay grandes, pequeños, con cabeza hexagonal, cilíndrica, cónica... Incluso el color es diferente: los hay negros, plateados, dorados... Todos son de uso común, y pueden encontrarse en cualquier taller a poco que utilice un mínimo de tornillería. Pero, ¿por qué hay tornillos tan distintos? ¿Qué importancia tiene la forma en la función que realiza?



Aunque existe una gran variedad de tornillos, la mayoría de ellos están normalizados, lo que significa que sus formas y dimensiones responden a normas aceptadas internacionalmente para facilitar su intercambio; ello no excluye que se puedan encontrar tornillos no normalizados, fabricados expresamente para una determinada función; estos tornillos no serán objeto de estudio en esta unidad. A continuación estudiarás las características que distinguen a los tornillos.

Características de los tornillos

Un **tornillo** es una pieza cilíndrica, generalmente de metal, roscada en toda o parte de su longitud y provista en uno de sus extremos de una cabeza con la forma adecuada para poder ser apretado.

o Partes principales

En un tornillo se distinguen cuatro partes principales: cabeza, mortaja, vástago y rosca.

La **cabeza** es la parte que sirve de tope al tornillo. Puede tener forma hexagonal, cuadrada, semiesférica, cilíndrica o troncocónica y, salvo excepciones, contiene una **ranura** o **mortaja** para el acoplamiento del destornillador o la llave de apriete.



Fig. 1: Partes principales de un tornillo.

El **vástago** es la parte del tornillo que atraviesa los materiales a unir. Es de sección cilíndrica y tiene tallada una **rosca** en toda o parte de su longitud que le permite acoplarse a una tuerca (figura 2–A) o bien directamente a una de las piezas que une (figura 2–B).

o Consideraciones sobre la unión mediante tornillos

Para que pueda ser apretado un conjunto de varias piezas, el tornillo debe roscar sólo en la tuerca (si se utiliza) o bien en la última de las piezas (la más alejada de la cabeza), atravesando con holgura el resto de agujeros.

Si deseas recordar los pasos a seguir para el mecanizado de agujeros roscados, te remitimos a la unidad “Operaciones básicas de mecanizado II”.

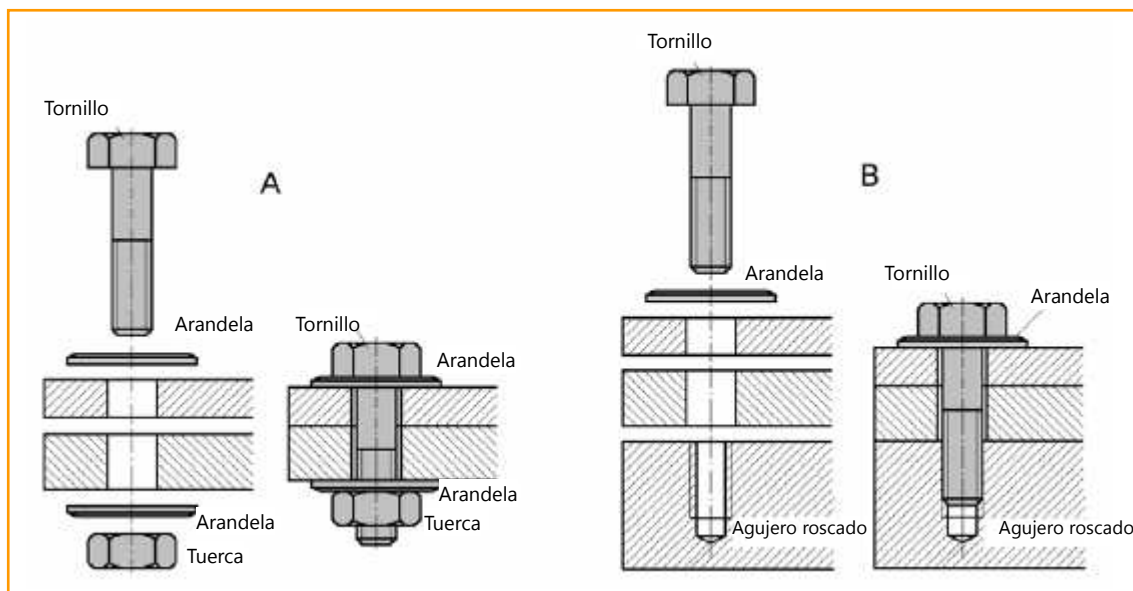


Fig. 2: Unión mediante tornillos.

A.: Unión mediante tornillo-tuerca.

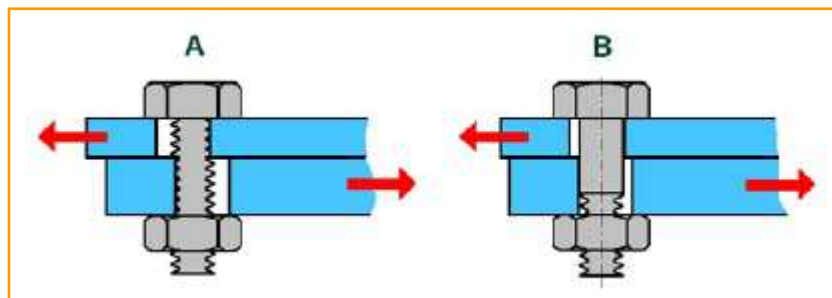
B: Unión mediante tornillo y agujero roscado.



Fig. 3: Unión dos piezas mediante tornillos.

A lo largo de esta unidad didáctica podrás observar que el vástago de algunos tornillos aparece roscado totalmente, mientras que en otros lo está sólo parcialmente; esto se debe a que, en ciertos casos, el tornillo debe soportar importantes esfuerzos laterales que le transmiten las piezas que une, y podría producirse el aplastamiento de las crestas de la rosca. Por otra parte, la rosca constituye una disminución de la sección del tornillo, disminuyendo en consecuencia su resistencia. Para evitar ambos efectos, algunos tornillos se fabrican con una parte sin roscar, que es sobre la que apoya la cara interior del agujero (figura 4).

Si no se prevén esfuerzos laterales importantes, el tornillo roscado totalmente ofrece la ventaja de poder unir piezas de muy poco espesor sin la limitación de la longitud de rosca.



A.: Roscado totalmente.
B.: Roscado parcialmente.

Fig. 4: Esfuerzos laterales sobre un tornillo.

o Principio de funcionamiento de los tornillos

Es sabido que los tornillos están sometidos a los esfuerzos que le transmiten las piezas que une; así, por ejemplo, los tornillos que sujetan las ruedas de los automóviles soportan el peso del vehículo más los traqueteos debidos a las irregularidades del terreno, los cambios de dirección, etc.

Pero los tornillos están sometidos también a otro esfuerzo no menos importante: el que se produce por el mero hecho de ser apretados. Cuando unimos dos piezas mediante un tornillo y una tuerca, roscamos éstos manualmente hasta que hacen tope con la superficie de las piezas; a partir de esa situación es difícil seguir roscando, pues ya no hay espacio para que la tuerca se desplace a lo largo del tornillo. Sin embargo, con la ayuda de una llave o un destornillador, aún podremos seguir girando algo más la tuerca; ¿cómo es esto posible si ya no hay espacio para su desplazamiento?

La respuesta está en el comportamiento del material con el que está fabricado el tornillo. El acero se comporta en cierta medida como un material elástico. Si aplicamos dos fuerzas F iguales y de sentido opuesto en los extremos de una barra de acero, observaremos que ésta

se estira, recuperando de nuevo su forma inicial una vez que cesa la fuerza (figura 5). Si aumentamos progresivamente F , la barra se estirará aún más, y a partir de cierto valor de F , llamado **límite elástico**, la barra no volverá a recuperar su forma, quedando estirada permanentemente.

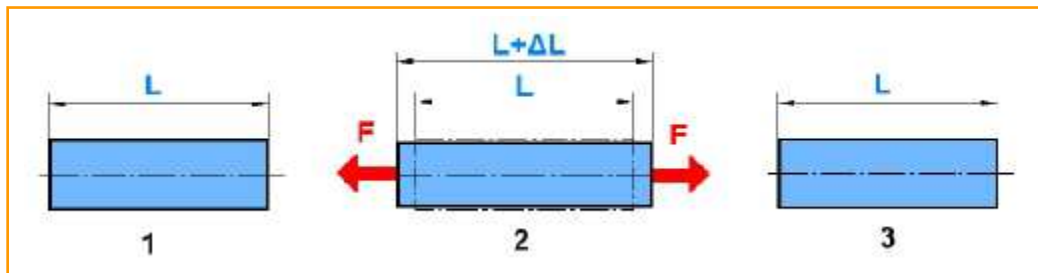


Fig. 5: Comportamiento del acero dentro de su límite elástico.

Si seguimos aumentando la fuerza, llegará un momento en que la barra se romperá. A la fuerza que hay que aplicar para producir la rotura de la barra se la llama **resistencia a tracción**.

En nuestro caso, el apriete de la tuerca produce el estiramiento del tornillo, el cual tenderá a recuperar su longitud inicial ejerciendo una fuerza que comprime a las piezas que une. Según esto, está claro que un tornillo aprieta mientras se mantenga dentro de su límite elástico; si se aprieta en exceso, superará este límite y se estirará sin recuperar su forma inicial, y en consecuencia no ejercerá apriete alguno.

Es un error pensar que cuánto más apretados estén los tornillos mejor ejercerán su función; como hemos visto, los tornillos excesivamente apretados pierden su capacidad de apriete, siendo esta la causa de frecuentes problemas y averías.

o Calidad

Para referirnos a las dos propiedades citadas —límite elástico y resistencia a tracción—

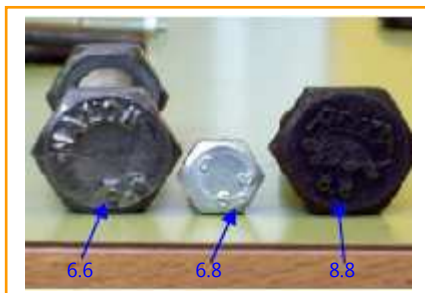


Fig. 6: Calidad de los tornillos.

utilizamos el término **calidad**. Los tornillos destinados a soportar grandes esfuerzos llevan grabada en su cabeza una inscripción que identifica su calidad; se compone de dos cifras separadas por un punto (figura 6); la primera cifra expresa la centésima parte de su resistencia a tracción (expresada en N/mm^2), mientras que el producto de la primera por la segunda nos proporciona la décima parte de su límite de elasticidad (también en N/mm^2).

o Tratamientos superficiales y otros materiales

Habrás observado que algunos tornillos se oxidan con el paso del tiempo, mientras que otros mantienen su aspecto a lo largo del tiempo; ¿a qué se deben estas diferencias?

Como ya sabrás, el acero se oxida al ponerse en contacto con el agua o la humedad del aire, esta oxidación es aún más rápida cuando el acero está sometido a altas temperaturas.

Para evitar la oxidación, a los tornillos se les aplica un tratamiento superficial o bien se fabrican con materiales resistentes a la corrosión.



Fig. 7: Tornillos con distintos tratamientos superficiales.

Los tratamientos y materiales de uso más común para evitar la oxidación son:

Pavonado. Es un tratamiento superficial consistente en crear una fina capa de óxido sobre la superficie del metal para protegerlo de la acción del aire y preservarlo de posteriores oxidaciones.

El pavonado da a los tornillos una coloración oscura superficial que desaparece con el desgaste.

Cincado. La superficie del metal se recubre con una fina capa de cinc, que se aplica electrolíticamente. Este tratamiento da al tornillo un color gris claro de poco brillo.

Latonado. Los tornillos se recubren de una fina capa de latón; este tratamiento se distingue perfectamente por el color dorado de este metal.

Niquelado. Los tornillos niquelados tienen un aspecto similar a los cincados, aunque este tratamiento proporciona un mayor brillo a las superficies.

Tornillos de acero inoxidable. En este caso no se trata de un tratamiento superficial, sino del material con el que está fabricado todo el tornillo. El acero inoxidable presenta un color gris plata brillante. Para comprobar si un tornillo es de acero inoxidable puedes someterlo a la atracción de un imán: el acero inoxidable no es atraído por los imanes.

Clasificación de los tornillos

Como hemos dicho en la introducción de este capítulo, los tornillos presentan variaciones en la cabeza y en la rosca, las cuales dan lugar a distintos tipos de tornillos. Establecemos una posible clasificación en base a los siguientes criterios:

Forma de la cabeza.

Forma de la ranura o mortaja.

Tipo de rosca.

o Forma de la cabeza

Dentro de la variedad de formas de cabeza existentes, puedes ver en la figura 8 las más usuales:



Fig. 8: Formas de cabeza de los tornillos.

Los tornillos de **cabeza hexagonal** se utilizan en uniones que exigen un gran esfuerzo de apriete. La cabeza puede sobresalir de la superficie de la pieza o bien ir alojada en un orificio mecanizado para tal fin. Debido a su capacidad para soportar grandes esfuerzos, encontraremos tornillos con cabeza hexagonal en culatas de motores de explosión, en compresores, en la fijación de las ruedas de los vehículos, etc.

La **cabeza cuadrada** es poco utilizada actualmente, siendo sustituida por la cabeza hexagonal, debido a que ésta última permite acoplar la llave de apriete cada 60°, mientras que la cuadrada sólo cada 90°, lo cual, como veremos, es una desventaja cuando hay que efectuar aprietes con poco espacio disponible.

Si la cabeza del tornillo sobresale de la superficie puede resultar molesta al causar enganches o heridas; para evitarlo se utilizan tornillos de cabeza redonda, ya que carece de aristas vivas. Encontraremos este tipo de cabeza en sillas, mesas, herramientas de mano, etc.

Los tornillos de **cabeza cilíndrica** se emplean principalmente en uniones en las que la cabeza deba quedar oculta para no obstaculizar el movimiento de otros elementos mecánicos. Por esa razón y por los grandes esfuerzos que soportan, podremos encontrar tornillos de este tipo en maquinaria en general: tornos, fresadoras, motores, compresores, etc. (figura 9).

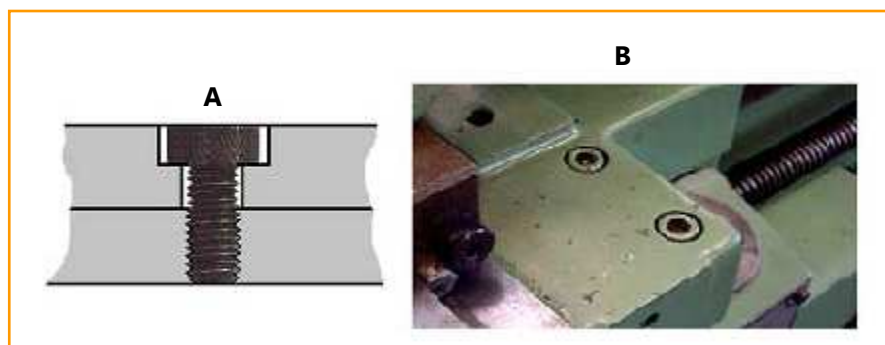


Fig. 9:

A. Alojamiento de la cabeza de un tornillo de cabeza cilíndrica.

B. Tornillos de cabeza cilíndrica (tipo allen) en una máquina-herramienta.

La **cabeza plana** tiene la ventaja de sobresalir poco de la pieza. Sus aristas redondeadas evitan las molestias por contacto. Se utiliza en tornillos para chapa, en grifería y en válvulas para gas.

La **cabeza alomada** es una cabeza plana ligeramente abombada; es muy utilizada en tornillos para chapa, por lo que podremos encontrarlo en carpintería de aluminio, carcasas de máquinas, etc.

Para evitar que el tornillo sobresalga de la superficie se utiliza la **cabeza avellanada**, la cual queda alojada en un orificio de su misma forma que recibe el nombre de *avellanado*. En carpintería son muy utilizados los tornillos de este tipo para unir las piezas metálicas a las estructuras de madera (bisagras, cerraduras, pestillos, etc.) (figura 10).

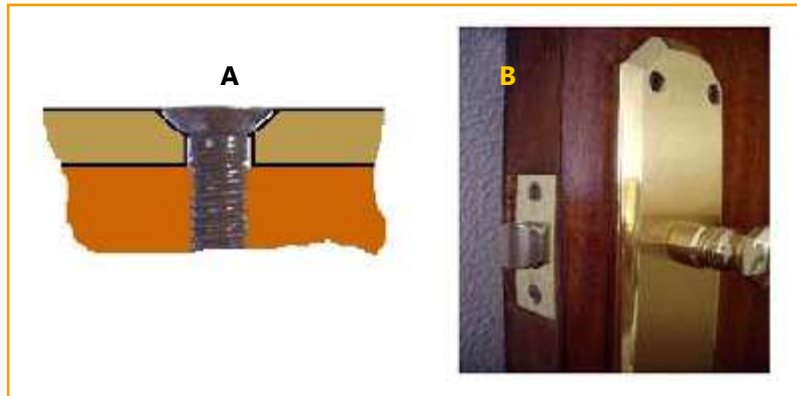


Fig. 10:

A. Alojamiento de la cabeza de un tornillo avellanado.

B. Tornillos de cabeza cilíndrica avellanada en la cerradura de una puerta.

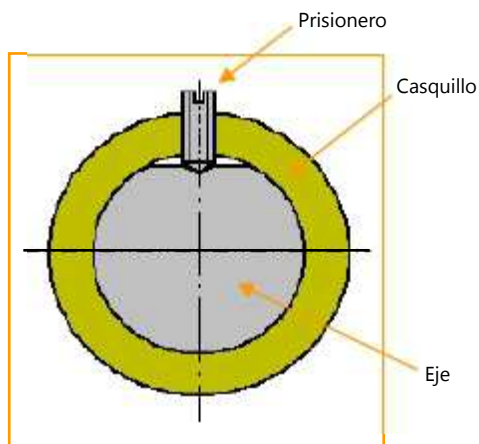


Fig. 11: Unión de casquillo y eje mediante tornillo prisionero.

Si se afloja o sobresale ligeramente la cabeza de un tornillo avellanado, su arista produce rozaduras y enganches molestos; para evitarlo se utiliza la **cabeza gota de sebo**, que suaviza la arista de la primera al tiempo que aumenta su consistencia y mejora su aspecto.

Por último, existe un tipo de tornillos sin cabeza llamados **tornillos prisioneros**, que se utilizan para conseguir el giro solidario entre una rueda o casquillo y su eje en (figura 11).

o Tipos de ranura o mortaja

La cabeza hexagonal y la cuadrada permiten el acoplamiento de la herramientas de apriete sobre sus caras planas; esto no es posible en el resto de cabezas, cuyo contorno es circular o cónico. Para que estos tornillos puedan ser apretados disponen de una ranura o mortaja que encaja con la herramienta de apriete. En la figura 12 se muestran distintos tipos de ranuras y mortajas.



- a. Cabeza hexagonal sin ranura
- b. Ranura longitudinal
- c. Ranura en cruz (tipo Philips)
- d. Ranura en cruz (tipo Pozidriv)
- e. Hexágono interior (tipo Allen)
- f. Torx

Fig. 12: Cabezas de tornillos.

Ranura longitudinal. La ranura está mecanizada diametralmente de extremo a extremo de la cabeza; su anchura y profundidad guardan proporción con el tamaño del tornillo.

Ranura en cruz (tipo Philips). Se trata de un orificio en forma de cruz ligeramente cónico en profundidad.

Ranura en cruz (tipo Pozidriv). La mortaja tipo Pozidriv es una evolución de la Philips; se diferencia de ésta en que tiene cuatro pequeñas ranuras adicionales para que el destornillador —que ha de ser también tipo Pozidriv— efectúe la fuerza apoyándose en ocho puntos, y no en cuatro como la Philips (figura 37).

Hexágono interior (tipo Allen). Esta mortaja tiene forma de prisma hexagonal. La llave actúa sobre seis puntos de la mortaja en lugar de sobre dos o cuatro, como es el caso de la ranura longitudinal. Si se desmontan frecuentemente, se produce el redondeo de las aristas del hexágono, siendo muy difícil posteriores aprietes.

Torx. Para aminorar el inconveniente del desgaste de las aristas del hexágono en los tornillos Allen, surge el sistema Torx, el cual presenta una ranura en forma de estrella de seis puntas; al tener las aristas más pronunciadas se evita su redondeo prematuro, alargando la vida de los tornillos.

Existen casos en los que, por seguridad, hay que evitar que cualquier persona pueda aflojar los tornillos de una determinada máquina o elemento. Los tornillos **Torx inviolables** fueron diseñados con esa finalidad; su ranura tiene un pivote central que impide la entrada de la llave normal, teniendo que recurrir a una llave con un orificio central que encaje en el pivote (figura 13). Con esta misma idea existen en el mercado tornillos con ranuras de lo más variadas.



Fig. 13: Tornillos con mortaja Torx inviolable.

o Tipos de roscas

Hay tornillos cuya rosca les permite introducirse en materiales blandos sin que haya habido una preparación previa del agujero. Otros, sin embargo, necesitan que el agujero esté previamente roscado, ya que no pueden tallar el material por sí solos. Este comportamiento tan diferente de las roscas nos sirve para establecer una clasificación en dos grandes grupos:

Roscas triangulares. Estas roscas están pensadas para soportar grandes esfuerzos, y por eso se utilizan en materiales con una resistencia mecánica importante, como son

los aceros. En este caso la rosca del tornillo ajusta exactamente con la rosca del agujero (tuerca). Pertenecen a este grupo la rosca métrica y la Whitworth.

Roscas cortantes. Estas roscas están pensadas para poder ser introducidas en materiales blandos (madera, aluminio, etc.), en los cuales tallan la rosca al mismo tiempo que se introducen. Debido a que roscan en materiales blandos, estas roscas no están pensadas para soportar grandes esfuerzos. A este grupo pertenecen las roscas de los tirafondos y las de los tornillos para chapa.

A pesar de que todos estos elementos quedan englobados bajo la denominación de *tornillos*, cuando se quieren establecer diferencias es frecuente emplear el término *tornillo* para designar a los elementos del primer grupo, mientras que los del segundo reciben el nombre más concreto de *tirafondos* y *tornillos para chapa* respectivamente.

Es importante distinguir a simple vista un tornillo (de rosca métrica o Whitworth) de un tirafondo o tornillo para chapa; el perfil de la rosca de un tornillo es una sucesión de triángulos unos a continuación de otros, mientras que el perfil de la rosca de un tirafondo y de un tornillo para chapa son triángulos de vértice sensiblemente más agudo y separados por una superficie cilíndrica (figura 14).

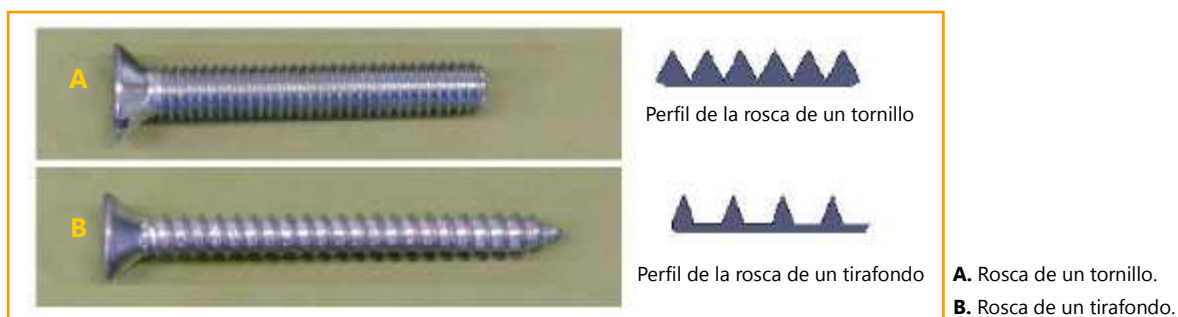
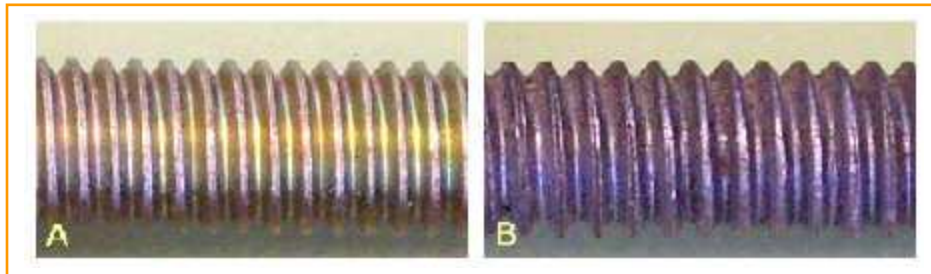


Fig. 14: Diferencias apreciables entre la rosca de un tornillo.

A. Roscas métricas y Whitworth

La **rosca métrica** tiene todas sus dimensiones en milímetros, y es la de uso más extendido en el ámbito europeo. La **rosca Whitworth** tiene todas sus dimensiones en pulgadas, siendo su uso muy habitual en los países de influencia anglosajona. Debido a que tienen dimensiones diferentes, ambas roscas son incompatibles entre sí, no pudiéndose sustituir un tornillo métrico por uno Whitworth ni a la inversa.

En la figura 15 puedes ver una rosca métrica (A) y una Whitworth (B); sólo las personas habituadas a trabajar con ellas pueden distinguirlas a simple vista.



A. Rosca métrica.
B. Rosca Whitworth.

Fig. 15: Diferentes roscas.

Ya sean métricas o Whitworth, las roscas mantienen siempre la misma proporción en sus formas sea cual sea el tamaño del tornillo. En la figura 16 puedes apreciar esta proporción en las roscas métricas de tres tornillos de distinto tamaño.



Fig. 16: Proporción en la forma de las roscas de tornillos.

Las roscas métrica y Whitworth han sido estudiadas en la unidad “Operaciones básicas de mecanizado II”, por lo que incluiremos aquí sólo a modo de recordatorio algunas de sus características.

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

ROSCA WITWORTH		
Diámetro nominal (pulgadas)	Paso (hilos por pulgada)	Diámetro de la broca (mm)
1/8	40	2,5
3/16	24	3,7
¼	20	5
5/16	18	6,5
3/8	16	8
½	12	10,5
5/8	11	13,7
¾	10	16,7

Tabla 1: Características de las roscas.

B. Tirafondos

Los **tirafondos** son tornillos destinados a unir piezas metálicas a piezas de madera, o bien a unir piezas de madera entre sí; otra de sus aplicaciones es la fijación de objetos a las paredes u otras partes de la edificación, para lo cual es necesario taladrar un agujero en la pared e introducir en él un taco de material plástico en el que el tirafondo tallará la rosca.

De entre los tirafondos destaca el llamado *tornillo barraquero*, cuyo diámetro es proporcionalmente mayor que el de un tirafondo corriente. Su cabeza es hexagonal, y está concebido especialmente para soportar grandes esfuerzos.

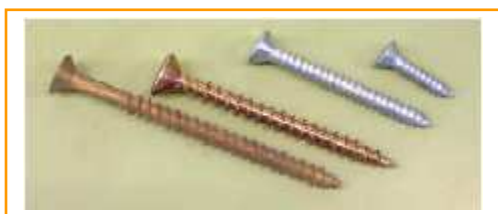


Fig. 17: Tirafondos.



Fig. 18: Tornillo barraquero.

Para sujetar elementos a las paredes u otras partes de la edificación, hay que intercalar un **taco** de material plástico entre el tirafondo y la pared para que el tirafondo pueda tallar en su interior la rosca; por otra parte, al introducirse el tirafondo en el taco, se produce una expansión de este último, con lo que queda firmemente sujeto a las paredes de la construcción.

Los **tacos** se caracterizan por su diámetro exterior y su longitud; un mismo diámetro de taco puede servir para varios diámetros de tirafondos. El diámetro de la broca para taladrar el agujero en la pared deberá coincidir con el diámetro exterior del taco. Los tacos más utilizados son los de **plástico blanco** y los de **expansión** (figura 19); éstos últimos están fabricados en un material de mayor resistencia mecánica, necesitando además un agujero en la pared de menor diámetro que el taco de plástico.

En la tabla adjunta se incluye la relación entre el diámetro de los tacos y el de los tirafondos correspondientes.



- A. De plástico blanco.
- B. De expansión.

Fig. 19: Tacos.

TIPO DE TACO	DIÁMETRO DEL TACO	DIÁMETRO DEL TIRAFONDO
de plástico blanco	5	1-2,5
	6	2-3,5
	7	3-4
	8	3-4,5
	9	4-5,5
	10	4-6
	18	5-7
de expansión	5	2,5-4
	6	3,5-5
	8	4,5-6

Tabla 2: Relación entre el diámetro del taco y el del tirafondo.

C. Tornillos para chapa

Los **tornillos para chapa**, también llamados *tornillos de rosca cortante* o *tornillos rosca-chapa*, están destinados a unir piezas metálicas entre sí. Están fabricados en un material más duro que aquel al que van destinados, con el fin de que, al ser introducidos en la chapa, tallen la rosca en ella. Antes de introducirlos es necesario taladrar un agujero que facilite la introducción del tornillo (tabla 3).



Fig. 20: Tornillos de rosca cortante.

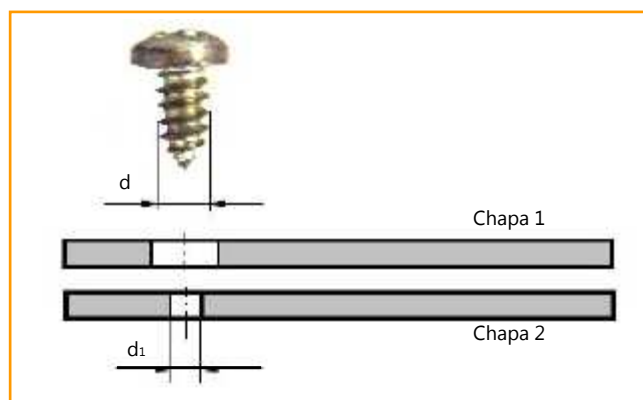


Fig. 21: Agujeros previos a la introducción del tornillo para chapa.

Diámetro de la rosca (d)	ESPESOR DE LA CHAPA				
	De 0,4 a 0,6	De 0,6 a 1	De 1 a 1,5	De 1,5 a 2,5	De 2,5 a 4
2,2	1,7	1,7	—	—	—
2,9	2,3	2,4	2,4	2,5	
3,5	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0
3,9		3,1	3,1	3,2	3,3
4,2		3,3	3,3	3,4	3,5
4,8		3,8	3,8	3,9	4,0
5,5		4,4	4,4	4,5	4,6
6,3				5,2	5,3

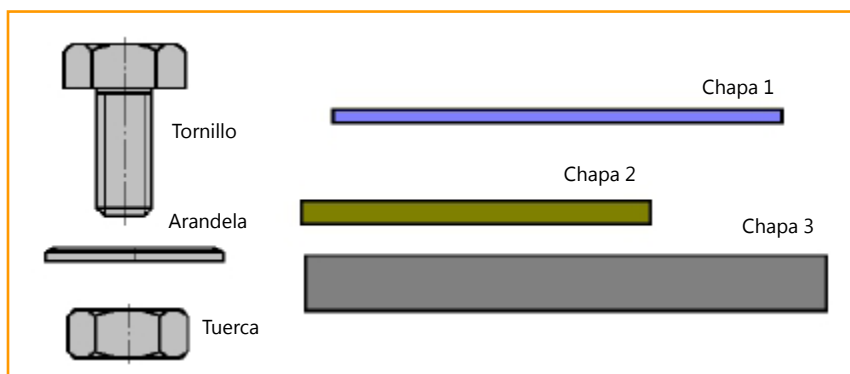
Tabla 3: Diámetro del agujero previo a la introducción del tornillo de rosca cortante (d_1).

Existe una variante de estos tornillos cuya punta es similar a la de una broca, pudiendo ser introducidos directamente en la chapa mediante un destornillador eléctrico sin necesidad de agujero previo. Estos tornillos reciben el nombre de **autotaladrantes**.

1

Se desea unir tres chapas con los elementos de unión que aparecen en la figura. Las chapas y los elementos están representados a la misma escala para que puedas comparar sus tamaños tomando medidas directamente sobre las figuras.

- Analizar las posibilidades que tienes de llevar a cabo la unión utilizando el tornillo, la tuerca y la arandela.
- Indica cómo efectuarías la unión prescindiendo de la tuerca.



Longitud

La longitud de un tornillo se toma desde la base de la cabeza hasta el extremo del vástago, excepto en los tornillos de cabeza avellanada, en los que se toma la longitud total incluida la cabeza; en los de cabeza gota de sebo se toma esta misma longitud, sin tener en cuenta el abombamiento de la cabeza.

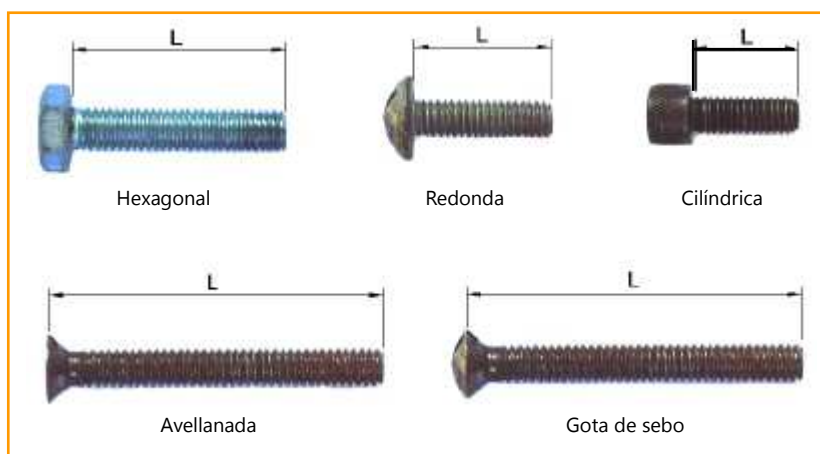


Fig. 22: Longitud comercial de los tornillos.

Denominación de tornillos

Como hemos visto, una sola característica no define completamente al tornillo; los tornillos de cabeza avellanada, por ejemplo, pueden tener ranura longitudinal, mortaja en cruz, etc.; su rosca puede ser indistintamente métrica, Whitworth, autorroscante, etc., y estar protegido con cualquiera de los tratamientos vistos en los capítulos anteriores. ¿Cómo se incluyen en una sola denominación todas estas características?

o Tornillos de rosca métrica o Witworth

Los tornillos con rosca métrica o Whitworth se denominan mencionando sus características en el siguiente orden:

- Forma de la cabeza.
- Ranura o mortaja (si la tiene).
- Tipo de rosca.
- Longitud.
- Calidad.
- Tratamiento superficial.

No siempre es posible incluirlas todas en la denominación; así, por ejemplo:

Los tornillos de cabeza hexagonal no suelen tener mortaja, por lo que ésta no se incluye en la denominación.

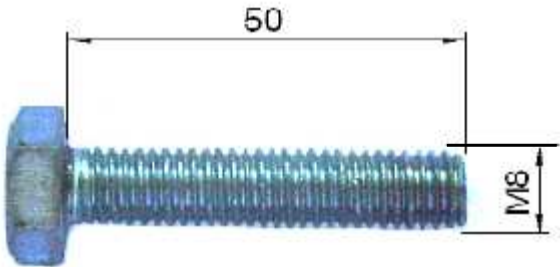
No siempre se conoce la calidad del tornillo; generalmente sólo se especifica en los de cabeza hexagonal y cilíndrica con hexágono interior, por ser los que están sometidos a una mayor fuerza de apriete.

La tabla siguiente muestra las distintas combinaciones que se pueden dar en la denominación:

FORMA DE LA CABEZA	MORTAJA	DIÁMETRO NOMINAL DE LA ROSCA	LONGITUD TOTAL	CALIDAD	TRATAMIENTO SUPERFICIAL
• Hexagonal • Redonda • Cilíndrica • Alomada • Avellanada • Gota de sebo	• Ranura longitudinal • Ranura en cruz • Hexágono interior • Torx	• Métrica: Se escribe M seguida del diámetro nominal en mm. • Whitworth: Se escribe el diámetro nominal en pulgadas	• En mm	• Dos cifras separadas por un punto	• Sin tratamiento • Cincado • Pavonado • Latonado • Niquelado

Tabla 4: Combinaciones posibles en la denominación de tornillos con rosca métrica.

Ejemplo



Tornillo de cabeza hexagonal M8x50, calidad 6.6, cincado.

o **Tirafondos y tornillos para chapa**

Los tirafondos y tornillos para chapa se designan enumerando sus características en el siguiente orden:

Tipo de elemento: Tirafondo, tornillo para chapa,....

Tipo de cabeza.

Tipo de mortaja (si la tiene).

Diámetro exterior de la rosca.

Longitud total.

Tratamiento superficial o acero inoxidable.

TIPO DE ELEMENTO	TIPO DE CABEZA	MORTAJA	DIÁMETRO DE LA ROSCA	LONGITUD TOTAL	TRATAMIENTO SUPERFICIAL
• Tirafondo • Tornillo para chapa • Tornillo para chapa autotaladrante • Tornillo barraquero	• Hexagonal • Redonda • Cilíndrica • Alomada • Gota de sebo	• Ranura longitudinal • Ranura en cruz • Hexágono interior • Torx	• Diámetro exterior en mm	• En mm	• Sin tratamiento • Cincado • Pavonado • Latonado • Niquelado

Tabla 5: Combinaciones posibles en la denominación de tirafondos y tornillos para chapa.

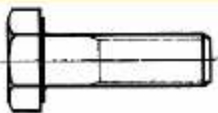
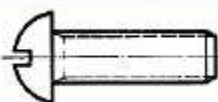
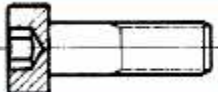
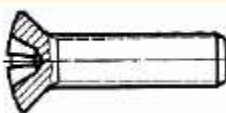
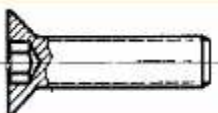
Ejemplo



Tornillo para chapa autotaladrante de cabeza alomada con mortaja en cruz, diámetro 4,2 x 25, cincado.

o Denominación según norma DIN

A pesar de lo visto anteriormente, es conveniente especificar el tornillo por el número de la norma que lo identifica, ya que ésta contiene de forma inequívoca sus características. La norma más utilizada en la denominación de tornillos es la DIN, de la cual damos a continuación una relación de algunos de ellos:

TORNILLO	DENOMINACIÓN	NORMA
	Tornillo de cabeza hexagonal	DIN 933
	Tornillo de cabeza hexagonal	DIN 931
	Tornillo de cabeza redonda con ranura longitudinal	DIN 86
	Tornillo de cabeza cilíndrica con hexágono interior	DIN 912
	Tornillo de cabeza avellanada con ranura longitudinal	DIN 963
	Tornillo de cabeza gota de sebo con ranura longitudinal	DIN 964
	Tornillo de cabeza avellanada con mortaja en cruz	DIN 7987
	Tornillo de cabeza gota de sebo con mortaja en cruz	DIN 7988
	Tornillo de cabeza avellanada con hexágono interior	DIN 7991
	Tornillo de cabeza plana con ranura longitudinal	DIN 85

(Continúa en la página siguiente)

(Continuación)

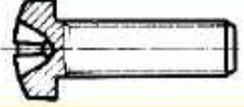
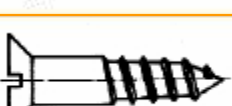
	Tornillo de cabeza alomada con mortaja en cruz	DIN 7985
	Tornillo para chapa de cabeza hexagonal	DIN 7976
	Tornillo para chapa de cabeza plana con ranura longitudinal	DIN 7971
	Tornillo para chapa de cabeza avellanada con ranura longitudinal	DIN 7972
	Tornillo para chapa de cabeza avellanada con mortaja en cruz	DIN 7982
	Tornillo para chapa de cabeza gota de sebo con ranura longitudinal	DIN 7973
	Tornillo para chapa de cabeza gota de sebo con mortaja en cruz	DIN 7983
	Tornillo para chapa de cabeza alomada con mortaja en cruz	DIN 7981
	Tirafondo cabeza gota de sebo con ranura longitudinal	DIN 95
	Tirafondo cabeza redonda con ranura longitudinal	DIN 96
	Tirafondo cabeza avellanada con ranura longitudinal	DIN 97
	Tornillo barraquero	DIN 571

Tabla 6: Denominación de tornillos según normas DIN.

2

La tabla siguiente incluye varios tornillos identificados por el número de la norma DIN correspondiente. En la columna de la izquierda se describen diversas uniones. Se trata de que relaciones cada unión con el tipo de tornillo que pueda realizarla adecuadamente, poniendo una cruz en el recuadro correspondiente (puede aparecer más de una cruz, o incluso ninguna, en cada fila o columna).

[illegible]

Herramientas y procesos de apriete

Si alguna vez has tenido que desarmar un aparato, ya fuera para repararlo o por mera curiosidad, la primera dificultad con la que te habrás encontrado sería posiblemente la de desenroscar los tornillos de la carcasa. Como ya sabes, hay tornillos con ranura, otros con cruz, otros con agujero hexagonal... Disponer del destornillador o la llave adecuada es la primera dificultad a salvar antes de afrontar cualquier reparación, pero, ¿podemos disponer de llaves y destornilladores para todos los tipos de tornillos?, ¿qué ocurre si no utilizamos la herramienta adecuada?

Llaves y destornilladores

Los tornillos se aprietan utilizando **destornilladores** o **llaves**. Se llaman destornilladores a las herramientas que, provistas de una empuñadura, actúan en la misma dirección que el eje del tornillo. Las llaves efectúan la fuerza lateralmente y a una cierta distancia del eje del tornillo, con lo que efectúan un apriete mucho mayor sin necesidad de realizar grandes esfuerzos.

En la figura 23 se muestran los extremos de los distintos tipos de herramienta de apriete, así como la forma correspondiente a las ranuras y mortajas sobre las que se utilizan. Obsérvese que en la cabeza hexagonal la herramienta se acopla en las caras paralelas del hexágono.



Fig. 23: Herramientas de apriete correspondientes a las diferentes cabezas y ranuras.

Procesos de apriete

o Apriete de tornillos de cabeza hexagonal

Para el apriete de los tornillos de cabeza hexagonal se utilizan varios tipos de llaves, incluimos aquí las más habituales:

Llave plana. Sus bocas ajustan en las caras paralelas del hexágono. Debido a que cuanto mayor es el tornillo más grande es su cabeza, será necesario disponer de un juego de llaves que abarque varias medidas. El que reproducimos a continuación abarca desde los 6 mm hasta los 32 mm.

**6-7; 8-9; 10-11; 12-13; 14-15; 16-17; 18-19;
20-22; 21-23; 24-26; 25-28; 27-29; 30-32**



Fig. 24: Llave plana.

En la figura 24 puedes observar que una misma llave incluye dos medidas, en este caso 24 mm y 26 mm

La disposición oblicua de las bocas permite acoplar la llave a la cabeza del tornillo en dos posiciones distintas, facilitando así el apriete cuando hay poco espacio. En la figura 25 te mostramos un ejemplo de esta posibilidad: al girar la llave a la derecha para aflojar el tornillo, tropezamos con un obstáculo que nos impide seguir girando (figura 25-A); al tratar de avanzar un paso más con la llave en la misma

La disposición oblicua de las bocas permite acoplar la llave a la

posición no nos es posible debido a la falta de espacio (figura 25-B); dándole la vuelta a la llave podremos continuar apretando el tornillo (figura 25-C).

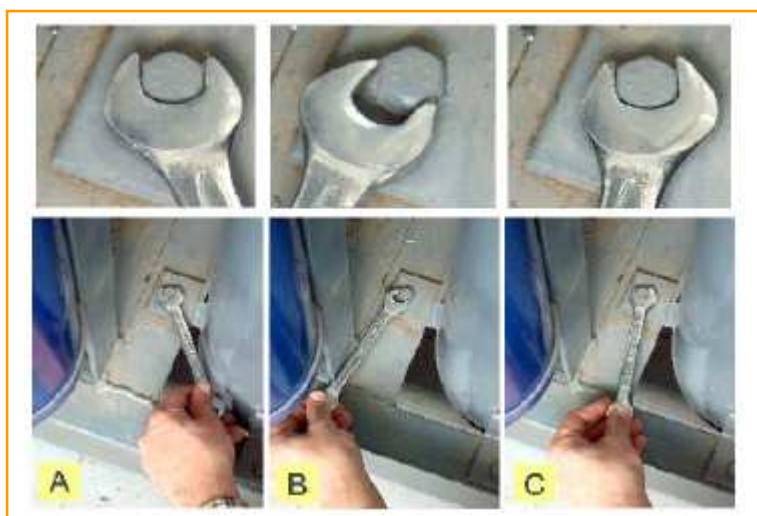


Fig. 25: Distintas posiciones de la llave fija para flojar un tornillo cuando hay poco espacio.

El inconveniente de la llave plana es que produce "redondeo" en la cabeza del tornillo debido a la holgura existente entre sus bocas y las caras del hexágono.

Llave de estrella. Sus bocas tienen forma de estrella de 12 puntas, lo que le permite abrazar la cabeza hexagonal por sus seis aristas simultáneamente; esto representa una ventaja respecto a las llaves planas, ya que al repartirse el esfuerzo entre más puntos de contacto se ocasiona menor deterioro a las aristas.

Otra ventaja de esta llave es que, al disponer de 12 puntas, se puede cambiar su posición respecto al tornillo girándola tan solo $1/12$ de vuelta, lo cual es sumamente ventajoso cuando no hay espacio suficiente para girar la llave.



Fig. 26: Llave de estrella acodada.

Presenta, sin embargo, el inconveniente de que sólo se puede introducir en la cabeza del tornillo frontalmente, lo cual no es siempre posible.

Existe una variante de la llave de estrella, denominada **llave de estrella acodada**, presenta la ventaja de dejar cierto espacio para la mano de la persona que maneja la llave.

Llave combinada. Se llama así a la llave que combina las bocas de la llave plana con las de la llave de estrella, simultaneando las ventajas de ambas. Tienen su razón de ser porque existen tornillos a los que no es posible acceder frontalmente; la llave plana se puede introducir en la cabeza del tornillo lateralmente.

Los juegos de llaves combinadas son más voluminosos, ya que estas llaves sólo tienen una medida de bocas en sus extremos, y no dos como las vistas hasta ahora.



Fig. 27: Llave combinada.

Llave de tubo. Se denomina así por su forma tubular, en cuyos extremos están las bocas de forma hexagonal. Debido a su longitud y a que se introduce en la cabeza del tornillo frontalmente, se puede efectuar con ella el apriete de tornillos a los que no es posible acceder con otras llaves. Se acciona mediante una varilla que se introduce en un orificio transversal dispuesto para tal fin, aunque también puede accionarse mediante una llave plana de su misma medida, ya que su cuerpo es hexagonal.



Fig. 28: Llave de tubo.

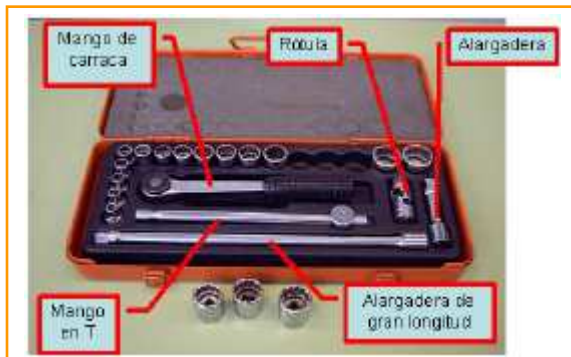


Fig. 29: Juego de llaves de vaso.



Fig. 30: Llave de vaso accionada con mango de carraca.



Fig. 31: Llave de vaso con alargadera.



Fig. 32: Llave de vaso con rótula y alargadera.



Fig. 33: Llaves de pipa.

Llave de vaso. Esta llave se acciona mediante un mango que se acopla en uno de sus extremos; el mango que puede ser del tipo destornillador, de T, o de carraca (en mecánica se denomina carraca al mecanismo giratorio que permite el apriete en un sentido y gira libremente en el otro; el ruido característico que hace al girar libremente es similar al del instrumento del que toma el nombre). La carraca permite el apriete del tornillo sin necesidad de dar la vuelta completa al mango y sin sacar la llave de la cabeza en cada giro (figura 30).

Los juegos de llaves de vaso suelen incluir alargaderas para actuar sobre tornillos que se encuentren en lugares de difícil acceso (figura 31), así como rótulas que permiten el apriete cuando la llave forma un ángulo oblicuo respecto a la cabeza del tornillo (figura 32).

Llave de pipa. Es una llave de tubo acodada. Gracias a su forma de "L" podemos disponer de dos brazos para el accionamiento: mediante el brazo corto efectuamos giros rápidos cuando el tornillo está flojo; para el apriete utilizaremos el brazo largo.

Llave ajustable. Más conocida como llave inglesa, presenta la enorme ventaja de adaptarse a cualquier tamaño de hexágono, con lo que con una sola herramienta podemos efectuar el apriete



Fig. 34: Llave ajustable.

de multitud de tornillos. Sin embargo, al presentar holgura en sus bocas no abraza bien la cabeza del tornillo, por lo que causa deformaciones en las aristas del hexágono, sobre todo en aquellos tornillos que exigen una gran fuerza de apriete.

o Apriete de tornillos con ranura longitudinal

Para el apriete de estos tornillos se utilizan los destornilladores planos, denominados así por tener su extremo en forma de pala. Existen distintos tamaños de destornilladores para adaptarse a los distintos tamaños de tornillos.

Un destornillador plano se caracteriza por su longitud total, así como por la longitud y anchura de su extremo plano, que habrán de coincidir en lo posible con la longitud y anchura de la ranura del tornillo (figura 35); un extremo de menor longitud o que no penetre hasta el fondo de la ranura ocasionará desperfectos en la cabeza del tornillo.

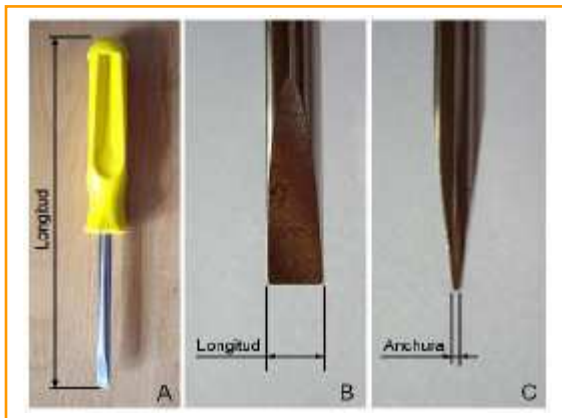


Fig. 35: Tipos de destornilladores.

- A. Longitud del destornillador.
- B. Longitud del extremo.
- C. Anchura del extremo.



Fig. 36: Detalle del ajuste del extremo del destornillador en la ranura del tornillo.

o Apriete de tornillos con ranura en cruz (tipo Philips)

La ventaja de los tornillos con mortaja en forma de cruz radica en que el destornillador efectúa la fuerza sobre cuatro puntos de la ranura, en lugar de sobre dos como lo hace el de ranura longitudinal.

Los destornilladores tipo Philips se identifican por un número (0, 1, 2, 3 ó 4) que define su tamaño. En la tabla siguiente se muestra la relación existente entre el número del destornillador y el diámetro de su vástago, lo cual puede dar una idea de su tamaño:

NÚMERO	DIÁMETRO DEL VÁSTAGO DEL DESTORNILLADOR
0	3
1	5
2	6
3	8
4	10

Tabla 7: Número y diámetro del vástago de los destornilladores tipo Philips.

o Apriete de tornillos con mortaja en cruz (tipo Pozidriv)

El destornillador tipo Pozidriv, utilizado para apretar tornillos con mortaja Pozidriv, efectúa la fuerza apoyándose en ocho puntos, y no en cuatro como en el caso de la Philips (figura 37). Además, la fuerza axial que hay que ejercer con este tipo de mortaja es menor que en la Philips debido a su menor conicidad.

Los destornilladores Pozidriv, al igual que los Philips, se identifican por un número (0, 1, 2, 3 ó 4) que indica su tamaño.



A. Mortaja Philips.
B. Mortaja Pozidriv.
C. Puntas de destornillador Philips y Pozidriv respectivamente.

Fig. 37: Mortajas en cruz.

○ **Apriete de tornillos con hexágono interior (tipo Allen)**

La herramienta de apriete utilizada con estos tornillos puede ser un destornillador con su extremo en forma de hexágono o, más comúnmente, una varilla de sección hexagonal doblada en forma de "L" (figura 38). La ventaja de este sistema de apriete radica en que la llave actúa sobre seis puntos de la mortaja en lugar de sobre dos o cuatro, como es el caso de la ranura longitudinal o la ranura en cruz; otra ventaja es que no necesita esfuerzo axial para efectuar el apriete, ya que la mortaja no tiene conicidad. Presenta, sin embargo, el inconveniente de que, tras un uso prolongado, se acaban redondeando las aristas del hexágono, siendo difícil efectuar posteriores aprietes.



Fig. 38: Juego de llaves hexagonales (tipo Allen).

Algunas llaves, como las que se muestran en la figura 33, tienen uno de sus extremos redondeado, lo que les permite acoplarse a la mortaja del tornillo formando un ángulo oblicuo (figura 39), lo cual es especialmente útil en lugares de difícil acceso.

Ya sean destornilladores o llaves, se identifican éstas por un número que expresa la medida entre las caras paralelas del hexágono que constituye su propia sección transversal; así, una llave Allen del nº 8 es la que tiene una sección hexagonal de 8 mm entre caras paralelas.



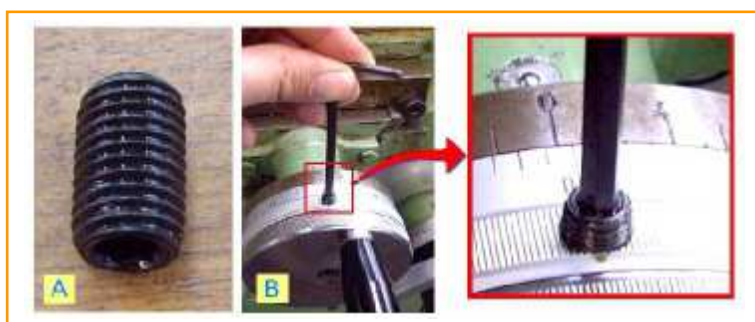
Fig. 39: El extremo redondeado permite el apriete de tornillo con cierto ángulo.

○ **Apriete de tornillos con mortaja en estrella (tipo Torx)**

La llave para tornillos Torx tiene cierta similitud con la llave Allen, diferenciándose tan solo en su sección, que en este caso es en forma de estrella.

o Apriete de tornillos prisioneros

Estos tornillos no soportan esfuerzos axiales (en la dirección de su eje) ya que carecen de cabeza. Para el accionamiento de la llave de apriete disponen de una mortaja que puede ser de cualquiera de los tipos vistos en esta unidad.



A. Tornillo prisionero.
B. Introducción del tornillo prisionero en el tambor graduado de un tornillo utilizando una llave Allen.

Fig. 40: Apriete de tornillos prisioneros.

o Par de apriete y llaves dinamométricas

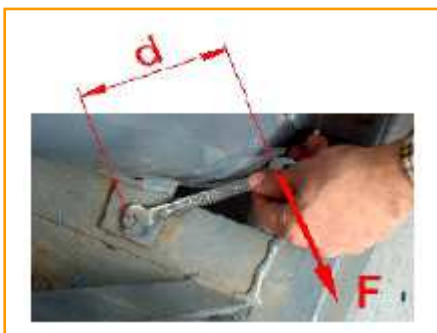


Fig. 41: Momento o par de apriete.

Ya hemos comentado en el capítulo anterior que si se aprietan los tornillos en exceso y se supera su límite elástico, éstos pierden su capacidad de apriete. Para evitarlo, se recomienda controlar la fuerza que se realiza durante la operación.

El efecto que produce la fuerza de apriete sobre el tornillo se denomina **momento o par de apriete**, y se define como el producto de la fuerza por su distancia al centro de giro, medida perpendicularmente a la dirección de la fuerza (figura 41); se expresa en

Newtons por metro (N·m).

$$\text{Momento} = \text{Fuerza (Newtons)} \times \text{distancia (metros)}$$

De la expresión anterior se deduce que cuanto más larga sea la llave utilizada, menor será la fuerza necesaria para realizar el apriete. En los destornilladores la fuerza se aplica sobre la periferia del mango, y la distancia es su propio radio. Debido a que la distancia al centro de giro es menor en los destornilladores que en las llaves, el momento que se ejerce con ellos también es más pequeño.

La fuerza que efectuamos con la llave o el destornillador tiene una componente que sigue la dirección del eje del tornillo y que es la que origina su estiramiento. Mediante razonamientos geométricos y físicos, los ingenieros deducen la relación existente entre dicha fuerza y el estiramiento que produce, lo cual permite establecer un par de apriete óptimo para cada tornillo. Este dato —el par de apriete— es facilitado por los fabricantes para aquellos tornillos sobre los que recaiga una gran responsabilidad, y es función del instalador el respetarlo para evitar posteriores problemas debidos a aprietes defectuosos.

Las llaves dinamométricas miden o limitan el par de apriete. En el primer caso la llave dispone de un medidor que indica el valor del par de apriete que se está ejerciendo en cada instante (figura 42); en el segundo caso, la llave patina una vez que se supera el par de apriete previamente regulado, emitiendo un ruido característico similar al de la llave de carraca (figura 43).



Fig. 42: Llave dinamométrica con medidor de par de apriete.



tador de par de apriete.

Cajas de herramientas

Con el fin de hacer frente a toda esta variedad de ranuras y mortajas, se comercializan juegos de llaves que se acoplan a mangos tipo destornillador, de T, o de carraca. En la figura 44-A se muestra una de estas cajas y en la figura 44-B un destornillador con distintas cabezas intercambiables.



Fig. 44: Juegos de llaves.

- A.** Caja de herramientas con distintos tipos de llaves.
- B.** Destornillador con cabezas intercambiables.

3

Comenta las siguientes fotografías:



Tuercas y arandelas

Hemos visto en los capítulos anteriores que los tornillos pueden insertarse en agujeros previamente roscados, o bien efectuar la unión con la ayuda de una pequeña pieza roscada llamada tuerca. Cuando se menciona la palabra tuerca nos viene a la mente su arquetipo: una pieza de forma hexagonal con un agujero roscado en medio; pero, ¿cuántas formas puede tener una tuerca? ¿Hay alguna relación entre la cabeza del tornillo y la tuerca?

La tuerca

Una tuerca es una pequeña pieza provista de un agujero roscado que encaja en el tornillo para permitir la unión y el apriete de las piezas que son atravesadas por éste.

Las tuercas tienen roscas del tipo métrica o Whitworth y sólo roscan en tornillos cuya rosca sea de ese mismo tipo y de su mismo diámetro nominal. Los tirafondos y tornillos para chapa nunca se instalan con tuercas; la unión tirafondo-tuerca es inexistente.

o Tipos de tuercas

Al igual que los tornillos, también existe una amplia variedad de tuercas con diferentes formas y funciones. Enumeraremos a continuación las más utilizadas:



- A.** Hexagonal.
- B.** Hexagonal autofrenante.
- C.** Hexagonal cerrada.
- D.** De mariposa.

Fig. 45: Distintos tipos de tuercas.

Tuerca hexagonal. Es, con diferencia, la tuerca más utilizada en las uniones tornillo-tuerca. En los conjuntos tornillo-tuerca en los que el tornillo es de cabeza hexagonal, ambos tienen el mismo tamaño de hexágono, por lo que utilizan llaves de la misma medida. Estas tuercas pueden tener distintas alturas y disponer de chaflán en uno o en ambos bordes.



Fig. 46: Tuercas hexagonales cerradas en un contador de agua.

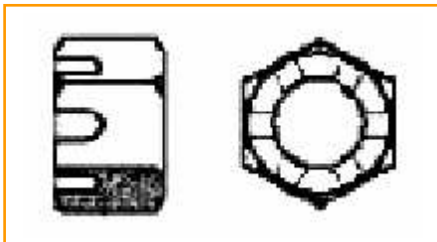


Fig. 47: Tuerca almenada.



Fig. 48: Tuerca almenada con pasador de aletas instalada en la caja de velocidades de un torno.

Tuerca autofrenante. Tiene un anillo de plástico a la salida de la rosca, el cual es apreciable en la figura 45-b; este anillo ajusta en la rosca del tornillo y, debido a su elevado coeficiente de rozamiento, evita que la tuerca se afloje espontáneamente por efecto de continuos movimientos o vibraciones.

Tuerca hexagonal cerrada. Se emplea para ocultar la salida del tornillo mejorando el aspecto de la unión, al tiempo que protege contra posibles lesiones por roce con el extremo del tornillo.

Tuerca de mariposa. Tiene su aplicación en aquellas uniones que requieren frecuentes montajes sin ayuda de llaves. Es incorrecto ayudarse de herramientas para efectuar el apriete de estas tuercas, ya que con ello sólo se consigue su deterioro y el de los elementos que ésta une.

Tuerca almenada. Se instala en órganos de máquinas sometidas a frecuentes movimientos y vibraciones. El encaje de un pasador de aletas (ver capítulo 4) entre sus almenas evita que se afloje accidentalmente.

Arandelas

La arandela es un elemento que se intercala entre la tuerca y la pieza con el fin de cumplir alguna de las siguientes funciones:

Repartir la fuerza de apriete sobre una mayor superficie, evitando su deterioro; esto es especialmente útil cuando las piezas a unir son de material blando (latón, aluminio, madera,...). Cumplen esta función las **arandelas planas**. Es recomendable intercalar también una arandela entre la cabeza del tornillo y la pieza

Inmovilizar la tuerca evitando que ésta se afloje accidentalmente. Cumplen esta función las **arandelas Grower** y las **arandelas dentadas**.



Fig. 49: Distintos tipos de arandelas.



Fig. 50: Uso de una arandela dentada en el grifo de una botella de oxígeno.

Otros elementos de unión

¿Cómo se fija una máquina al suelo del taller? ¿Existen tornillos de 1 metro de longitud? ¿Por qué no se cae el bulón que sujeta el pistón a la biela? ¿Cómo se une una polea a su eje? ¿Cómo se fija un grifo a la tubería?

He aquí un pequeño cajón de sastre en el que hemos reunido aquellos elementos de unión que no tenían cabida en capítulos anteriores.

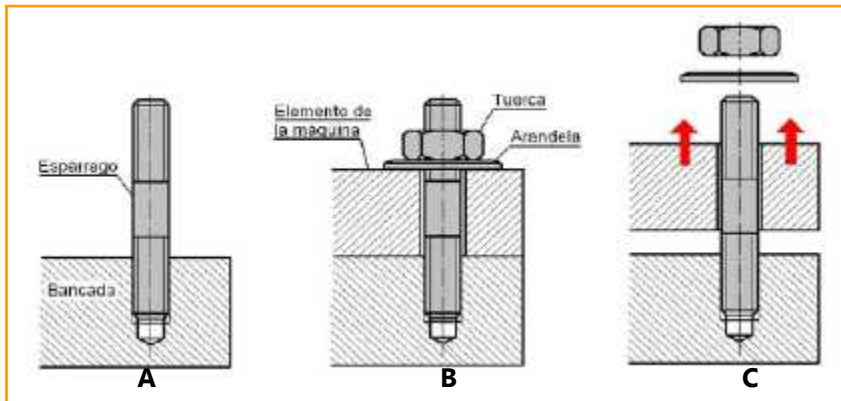
Espárragos

Pensemos en un elemento de máquina unido mediante tornillos a la bancada; si ha de ser desmontado frecuentemente, con el tiempo se producirá el deterioro de los agujeros roscados de la bancada; la restauración de estos agujeros es sumamente complicada, por lo que es preferible que este deterioro no llegue a producirse. Para evitar estas situaciones se utilizan los **espárragos**.



Fig. 51: Espárragos.

Los espárragos son varillas roscadas por ambos extremos (figura 51). Se introducen en los agujeros roscados de la bancada y se aprietan fuertemente para que no se aflojen en los sucesivos desmontajes. Los elementos de máquina se montan entonces sobre el espárrago; de esta manera, los sucesivos desmontajes ocasionarán el deterioro de la rosca del espárrago —fácilmente sustituible—, sin que ello afecte a la rosca de la bancada (figura 52).



- A.** Fijación del espárrago a la bancada.
B. Montaje y fijación del elemento de máquina mediante tuerca y arandela.
C. Montaje del elemento de máquina.

Fig. 52: Aplicación de los espárragos a la unión de elementos de máquinas.

Para apretar el espárrago en el agujero de la bancada, puesto que no tiene cabeza ni mortaja, se procederá del modo siguiente:

Primeramente se rosca el espárrago manualmente hasta hacer tope en el fondo del agujero.

A continuación se insertan dos tuercas en su extremo libre (figura 53-A), apretándolas una contra otra por medio de sendas llaves (figura 53-B).

Se procede a apretar el espárrago actuando con una llave sobre la tuerca superior como si se tratara de la cabeza de un tornillo (figura 53-C).

Finalmente, se aflojan las tuercas y se retiran del espárrago.

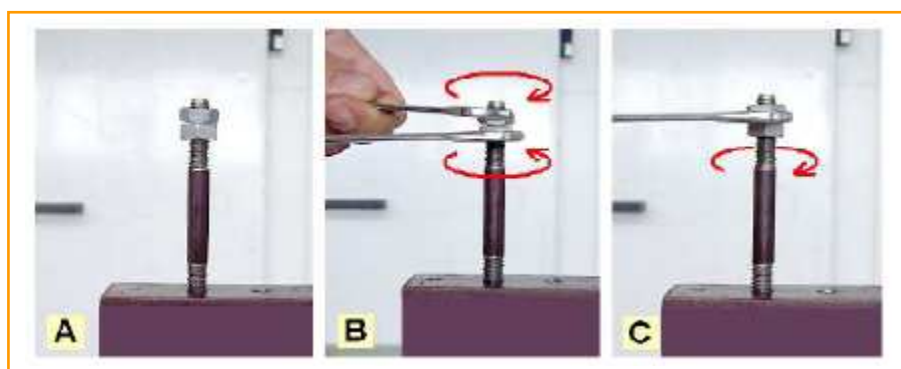


Fig. 53: Secuencia de apriete de un espárrago en la bancada de una máquina.

Varilla roscada

Se denomina así a la varilla con rosca en toda su longitud. Se comercializan con distintas longitudes, siendo las más habituales las de 1 y 2 metros. La rosca puede ser métrica o

Whitworth de distintos diámetros nominales. Tiene múltiples aplicaciones: en ciertos casos pueden sustituir a los espárragos; insertando una tuerca en cada extremo puede servir de elemento de unión de piezas de espesor considerable o servir de tirantes en la instalación de conductos suspendidos del techo, por citar algunos de sus usos.



Fig. 54: Varillas roscadas.

Puesto que la varilla comercial tiene una gran longitud, muchas veces es necesario cortarla en tramos más cortos. Cuando se corta con sierra de mano una varilla roscada, se forman rebabas en la zona de corte que impiden la entrada de las tuercas. Para evitar este inconveniente, antes de cortar hay que introducir previamente dos tuercas en la varilla y efectuar el corte entre ambas; al extraer las tuercas darán de nuevo forma a la rosca, eliminando el indeseable efecto de las rebabas.

Pernos de anclaje

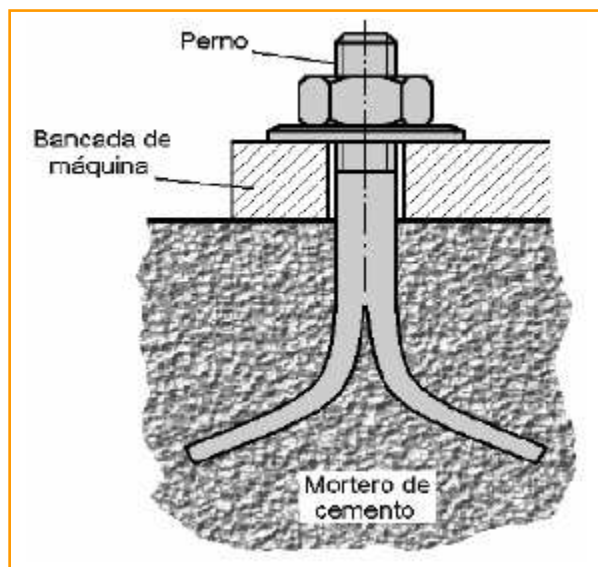


Fig. 55: Perno de anclaje.

Se utilizan para fijar máquinas o estructuras al suelo o a cualquier parte de la edificación; consisten en una varilla roscada en uno de sus extremos y abierta longitudinalmente en el otro con el fin de asegurar su fijación.

Para instalar los pernos de anclaje es necesario realizar previamente agujeros en los que se introducirán los extremos de los pernos abiertos longitudinalmente y doblados en forma de horquilla; a continuación se rellenan los agujeros con mortero de cemento. Una vez seco, ya se puede introducir la base de la máquina en los pernos y efectuar el apriete por medio de tuercas.

Pueden ser fabricados pernos de este tipo partiendo de un espárrago o de un trozo de varilla roscada, practicándole un corte longitudinal para efectuar la horquilla.

Anillos elásticos

La función de los anillos elásticos es inmovilizar axialmente ejes o bulones, sin impedir su giro. Se colocan en el eje o en el agujero, encajadas en una ranura dispuesta para tal fin. Los anillos que se colocan sobre el eje se denominan **anillos para exteriores** (figuras 56-A y 56-B), mientras que si se montan en el agujero reciben el nombre de **anillos para interiores** (figuras 56-C y 57). Para su montaje se precisan alicates de bocas especiales; en la figura 58 puede verse cómo actúa uno de estos alicates cerrando el anillo para poder ser introducido en el agujero.



Fig. 56: Anillos elásticos.



Fig. 57: Aplicación de un anillo elástico a la retención de un bulón de un pistón.

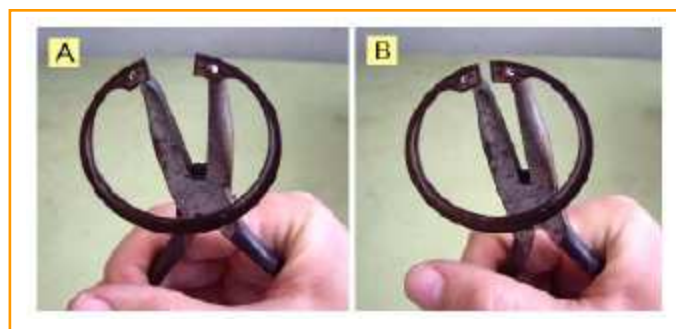


Fig. 58: Uso de los alicates para anillo elástico de interiores.

Pasadores

Los pasadores efectúan la unión atravesando las piezas por agujeros previamente mecanizados. Generalmente son de acero, aunque, dependiendo de su función, pueden ser de otros materiales más blandos, como el latón o el aluminio.

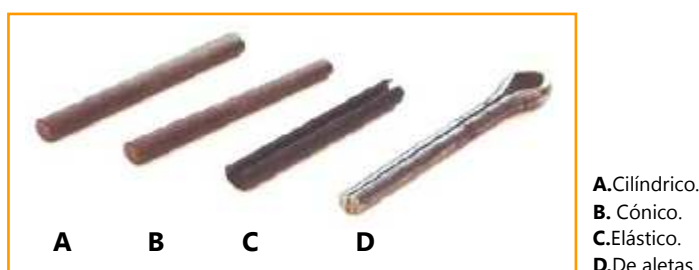


Fig. 59: Tipos de pasadores.

Los **pasadores cilíndricos (A)** se utilizan para asegurar la posición exacta entre dos o más piezas superpuestas; esto lo consiguen gracias a la exactitud con la que encajan en el agujero en el que se instalan (figura 60). Al mismo tiempo, impiden que las piezas se deslicen unas sobre otras; los tornillos por sí solos no siempre pueden cumplir esta función, ya que existe holgura entre ellos y los agujeros y la fuerza de apriete es muchas veces insuficiente para evitar el deslizamiento.

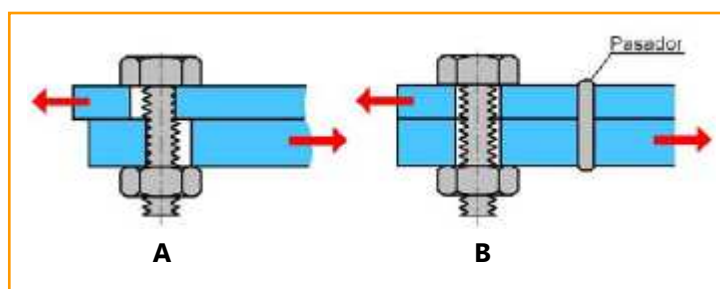


Fig. 60: Función del pasador cilíndrico.

Los **pasadores cónicos (B)** los encontraremos uniendo ruedas o poleas a sus ejes, permitiendo su giro solidario.



Fig. 61: Pasadores instalados en máquinas-herramientas.

Los **pasadores elásticos (C)** tienen forma tubular (son huecos), con una abertura longitudinal que les permite flexionar para adaptarse al agujero cuando su diámetro no está mecanizado con gran exactitud (figura 61-A). Por otra parte, su elasticidad facilita también su introducción o extracción del agujero.

Los **pasadores de aletas (D)** se utilizan generalmente para inmovilizar axialmente ruedas o poleas. Para su montaje se introducen en un agujero mecanizado a tal efecto y se doblan sus aletas en sentidos opuestos (figuras 62 y 63).

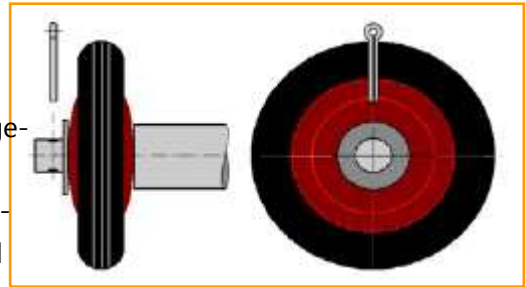


Fig. 62: Fijación de una rueda mediante pasador de aletas.

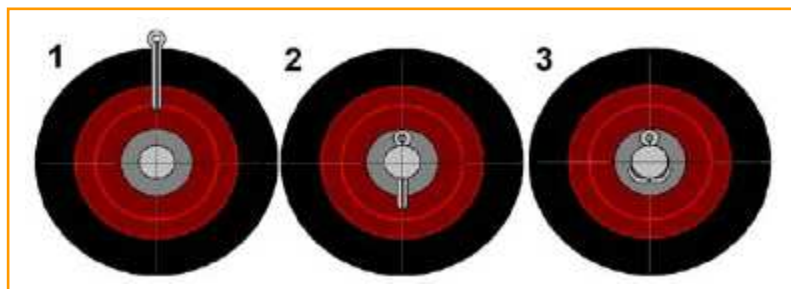


Fig. 63: Secuencia del montaje del pasador en el eje de la rueda.



Fig. 64: Juego de botadores.

Los pasadores cilíndricos, cónicos y elásticos se montan golpeándolos suavemente con un mazo de plástico o, en su defecto, interponiendo una pieza de material blando (latón, cobre, aluminio...) entre el martillo de acero y el pasador. Para desmontarlos se golpean cuidadosamente por uno de sus extremos con un punzón especial denominado botador (figura 64). Existen juegos de botadores de distintos diámetros para los distintos diámetros de pasadores.

Si tratamos de extraer un pasador golpeándolo directamente con una pieza de acero, sólo lograremos mellarlo y ensancharlo en sus extremos, haciendo cada vez más difícil su extracción.

Chavetas

Para permitir el giro solidario entre una rueda y su eje, se intercala entre ambas una pequeña pieza alojada en una ranura de su misma forma y dimensiones. Esta pequeña pieza es la responsable de transmitir el movimiento entre los dos elementos mecánicos, y recibe el nombre de **chaveta** (figura 65).



Fig. 65: Unión de una rueda dentada en un eje mediante chaveta.

Las chavetas pueden tener varias formas, aunque las más usuales son la **chaveta prismática de extremos redondeados** y la **chaveta semicircular** (figura 66).

En algunos mecanismos, la unión mediante chaveta permite el desplazamiento de las ruedas a lo largo del eje; tal es el caso de los piñones en las cajas de cambios de los automóviles.



A. Chaveta prismática de extremos redondeados.
B. Chaveta semicircular.

Fig. 66: Tipos de chaveta.

Remaches



Fig. 67: Remaches.

Los remaches son elementos de unión cuya aplicación se limita actualmente a la chapa fina. Están fabricados en materiales blandos, como el aluminio o el latón, con el fin de obtener fácilmente su deformación. Para su colocación, el remache se introduce en un agujero atravesando las

dos chapas a unir y, por distintos procedimientos, se deforma su extremo hasta producir un ensanchamiento que abraza y comprime a ambas chapas.

Los remaches se caracterizan por el tipo de material del que están hechos y por sus dimensiones: diámetro y longitud; el diámetro depende del esfuerzo al que vayan a estar sometidos, y la longitud, del espesor de las chapas a unir. Las dimensiones se especifican en la figura 68.

Los remaches se instalan utilizando una herramienta llamada remachadora, que puede ser manual o automática. La figura 69 muestra una remachadora manual provista de boquillas de repuesto para distintos tamaños de remache.

Cuando se va a llevar a cabo un remachado, es necesario comprobar previamente que la boquilla se corresponde con el diámetro del remache; éstas llevan grabado el diámetro del remache al que van destinadas.

A continuación hay que introducir el remache en la remachadora; para ello, abriremos sus brazos totalmente, pues de esta manera se abrirán las mordazas que sujetarán la espiga del remache en el interior de la boquilla (figura 70). Al cerrar de nuevo los brazos de la remachadora, el remache quedará firmemente sujeto en la boquilla por su espiga.

En la figura 71 hemos ilustrado la secuencia de operaciones para efectuar el remachado de dos chapas.

Primeramente se taladran en una de las chapas los dos agujeros que servirán para la unión. Utilizaremos una broca del mismo diámetro que el remache o, en su defecto, ligeramente mayor.

Mediante una entenalla se sujetan ambas chapas. La chapa taladrada se coloca en la parte superior para que sirva de plantilla en el taladrado de la chapa inferior, obteniéndose así la coincidencia de los agujeros.

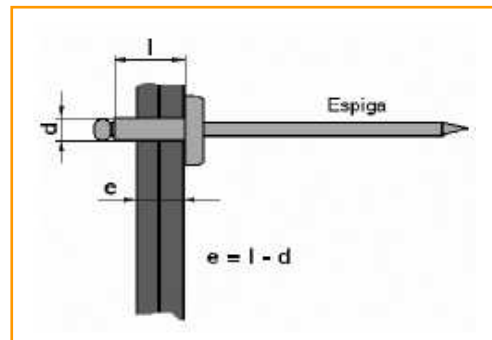


Fig. 68: Dimensiones de un remache y espesor máximo de las chapas a unir.



Fig. 69: Remachadora manual.



Fig. 70: Introducción del remache en la boquilla.

Se efectúa el taladrado de la chapa inferior.

Se introduce la espiga en la remachadora y el remache en el agujero. A continuación se cierran poco a poco los brazos de la remachadora para que la boquilla tire de la espiga del remache y lo aplaste contra la superficie de la chapa. Poco después se producirá la rotura de la espiga, la cual deberá ser extraída de la boquilla abriendo los brazos de la remachadora para liberarla de las mordazas. La espiga puede salir por la boquilla o por la parte superior, ya que las remachadoras disponen de un orificio para ello.

A continuación se introduce un nuevo remache en la remachadora y se repite la operación en el otro agujero.

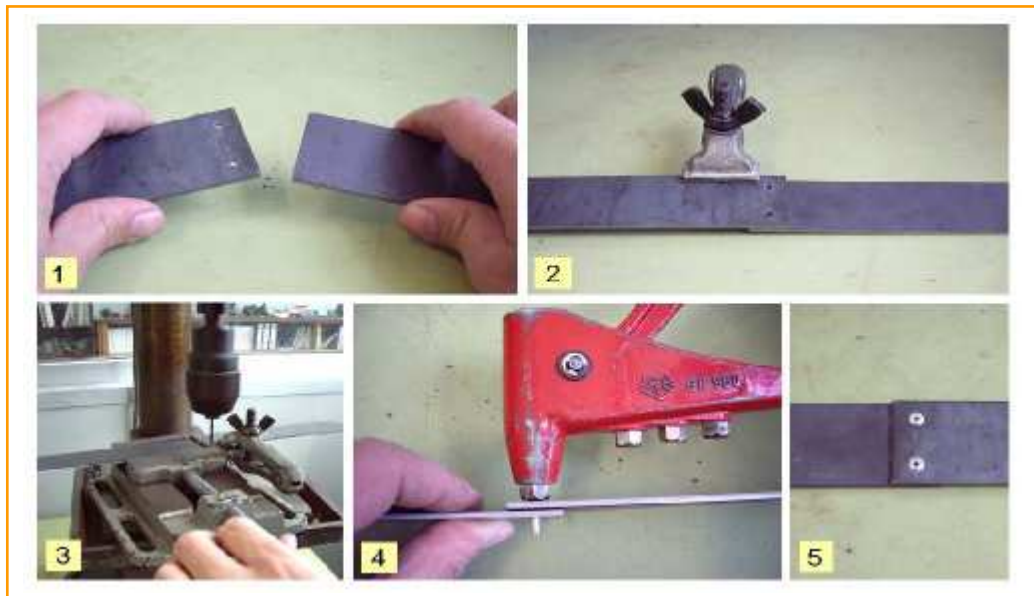


Fig. 71: Secuencia de remachado de dos chapas.



Fig. 72: Eliminación de un remache mediante taladrado.

La unión efectuada por los remaches puede ser desmontada mediante la destrucción de los mismos, sin que las piezas que conforman la estructura sufran el más mínimo deterioro. Para ello taladraremos el remache por su parte delantera con una broca de su mismo diámetro (figura 72).

Racores

Los racores son elementos utilizados en la unión de tuberías entre sí o a otros accesorios (grifos, válvulas,

etc.). Hay racores que se unen a la tubería mediante soldadura, y otros que lo hacen mediante rosca; por último los hay que combinan ambos sistemas: soldadura en un extremo y rosca en el otro.

Los racores pueden tener distintas formas, siendo las más comunes las siguientes: Recta: no cambia la dirección de la tubería; en este caso se llaman manguitos.

- Recta con reducción de diámetros:** en este caso se llama manguito reductor o simplemente reducción.
- Curva:** Puede formar ángulos de 30°, 45°, 90° o 135°. Si forma 90° y su radio de curvatura es muy pequeño se denomina codo.
- Te:** permite efectuar una derivación (una salida o entrada) en la tubería de igual o distinto diámetro.
- Cruz:** Permite efectuar dos derivaciones en la tubería.



Fig. 73: Racores.

La rosca de los racores que se utilizan en instalaciones de fontanería es Whitworth gas; sus características han sido estudiadas en la unidad "Operaciones Básicas de Mecanizado II". En la siguiente tabla recordamos algunas de ellas.

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
¼	13,157	19	11,44
3/8	16,662	19	14,95
½	20,955	14	18,63
¾	26,441	14	24,11
1	33,249	11	30,29
1¼	41,910	11	38,95
1½	47,803	11	44,84
2	59,614	11	56,65

Tabla 8: Roscas Gas Whitworth.

Los racores pueden ser aflojados o apretados utilizando llaves fijas o ajustables como las utilizadas en tornillos de cabeza hexagonal; para que esto sea posible, los racores han de disponer del hexágono correspondiente que permita el ajuste de la llave, como es el caso del racor de la figura 67-A.



Fig. 74: Llave de grifa o Stillson.

Si el racor no dispone de hexágono, se aprieta o afloja mediante una llave especial para tubos denominada **llave de grifa** o llave **Stillson** (figura 74), la cual es ajustable a la medida deseada y dispone en sus bocas de dientes que agarran fuertemente contra la superficie del tubo. Estos dientes sólo agarran en un sentido, resbalando en el otro, por lo que habrá que tener en cuenta la orientación de los mismos cuando apretemos o aflojemos el racor (figura 75).



A. Apretar.
B. Aflojar.

Fig. 75: Giro de la llave de Grifa.

4

¿Qué elementos de unión se están utilizando en los siguientes casos?

- a. Fijación de la mordaza al banco.
- b. Unión de la polea al eje del compresor.
- c. Unión del ventilador tangencial a su eje.
- d. Sujeción del conducto de ventilación al techo.
- e. Unión de la palanca a la bomba.
- f. Sujeción de los herrajes al marco de aluminio.

