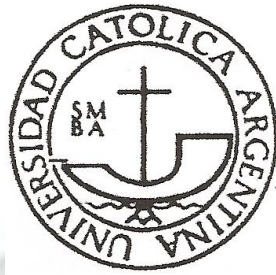


**Pontificia Universidad Católica Argentina**  
“Santa María de los Buenos Aires”  
Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería



## “Fabricación de tornillos”

**Materia:** Procesos Industriales I

**Carrera:** Ingeniería Industrial

**Comisión:** “AN”

Año 2013

**Profesores:**

Montesano, Juan

Di Pietro, Ángel

Posadas, José

**Integrantes:**

Andrade, Matías

Castro Laporte, Melina



## ***Introducción***

Se denomina tornillo a un elemento u operador mecánico cilíndrico con una cabeza, generalmente metálico, aunque pueden ser de madera o plástico, utilizado en la fijación temporal de unas piezas con otras, que está dotado de una caña roscada con rosca triangular.

El inventor del tornillo fue el griego Arquitas de Tarento (430-360 a.C.), al el se debe también el invento de la polea. Arquímedes (287-212 a.C.) perfeccionó el tornillo y lo llegó a utilizar para elevar agua. También fue Arquímedes el que invento el tornillo sin fin, comúnmente llamado sin fin dado que no tiene fin, da vueltas y vueltas, se lo utiliza en tolvas y sin fines (tubos con uno adentro) para llevar granos y afines.

Pero no fue hasta la revolución industrial un elemento muy usado, principalmente porque debían ser producidos artesanalmente y nunca dos eran iguales, mucho menos la cavidad, agujero o tuerca en la que debía enroscar. Llegado el despertar de las máquinas este problema fue solucionado con la producción masiva con los mismos patrones.

Igualmente había un problema, los fabricantes producían medidas diferentes y era un caos el conseguir las mismas. Por ello en 1841 el inglés Joseph Whitworth (1803-1887) sugirió un paso de rosca universal para todos los tornillos fabricados en cualquier parte. Esta idea prosperó y hoy existe la rosca universal, pero no hay una solo rosca, tenemos la común de 9 o 12 hilos (vueltas que da la rosca), la milimétrica, la rosca fina, la rosca gruesa, la rosca izquierda (se enrosca al revés).

### **Roscas**

La producción de tornillos es realizada por máquinas moldeadoras que convierten el metal usado en la forma específica. Estas máquinas de moldeo, que intervienen en casi todo el proceso son fáciles de operar, no causan contaminación, y pueden producir una amplia variedad de tornillos y tuercas. El tamaño y tipo de los pernos están determinados por las matrices que son utilizadas. Ya que el proceso de moldeo y enroscado de los pernos es hecho automáticamente, sólo es necesario disponer de un número mínimo de operarios semicalificados.

## ***Características de los tornillos***

Los tornillos los definen las siguientes características:

- **Diámetro exterior de la caña:** en el sistema métrico se expresa en mm y en el sistema inglés en fracciones de pulgada.
- **Tipo de rosca:** métrica, Whitworth, trapecial, redonda, en diente de sierra, eléctrica, etc. Las roscas pueden ser exteriores o machos (tornillos) o bien interiores o hembras (tuercas), debiendo ser sus magnitudes coherentes para que ambos elementos puedan enroscarse.
- **Paso de la rosca:** Distancia que hay entre dos crestas sucesivas, en el sistema métrico se expresa en mm y en el sistema inglés por el número de hilos que hay en una pulgada.
- **Sentido de la hélice de la rosca:** a derechas o a izquierdas. Prácticamente casi toda la tornillería tiene rosca a derechas, pero algunos ejes de máquinas tienen alguna vez rosca a izquierda. Los tornillos de las ruedas de los vehículos



industriales tienen roscas de diferente sentido en los tornillos de las ruedas de la derecha (a derechas) que en los de la izquierda (a izquierdas). Esto se debe a que de esta forma los tornillos tienden a apretarse cuando las ruedas giran en el sentido de la marcha. Asimismo, la combinación de roscas a derechas y a izquierdas es utilizada en tensores roscados.

- **Material constituyente y resistencia mecánica que tienen:** salvo excepciones la mayor parte de tornillos son de acero de diferentes aleaciones y resistencia mecánica. Para madera se utilizan mucho los tornillos de latón.
- **Longitud de la caña:** es variable.
- **Tipo de cabeza:** en estrella o phillips, bristol, de pala y algunos otros especiales.
- **Tolerancia y calidad de la rosca**

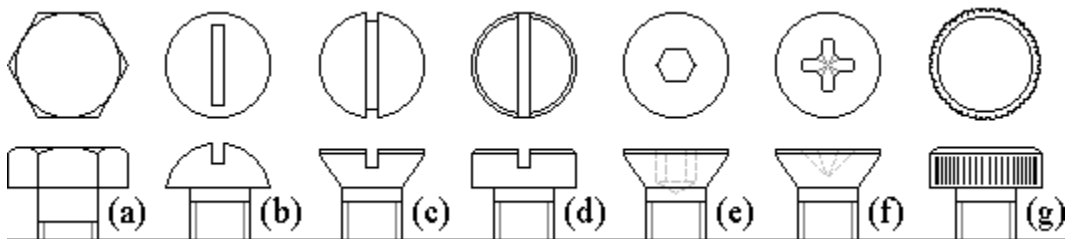
### *Clasificación según la rosca*

- **Rosca en V Aguda**  
Se aplica en donde es importante la sujeción por fricción o el ajuste, como en instrumentos de precisión, aunque su utilización actualmente es rara.
- **Rosca Redondeada**  
Se utiliza en tapones para botellas y bombillos, donde no se requiere mucha fuerza, es bastante adecuada cuando las roscas han de ser moldeadas o laminadas en chapa metálica.
- **Rosca Nacional Americana Unificada**  
Esta la forma es la base del estándar de las roscas en Estados Unidos, Canadá y Gran Bretaña.
- **Rosca Cuadrada**  
Esta rosca puede transmitir todas las fuerzas en dirección casi paralela al eje, a veces se modifica la forma de filete cuadrado dándole una conicidad o inclinación de  $5^\circ$  a los lados.
- **Rosca Acme**  
Ha reemplazado generalmente a la rosca de filete truncado. Es más resistente, más fácil de tallar y permite el empleo de una tuerca partida o de desembague que no puede ser utilizada con una rosca de filete cuadrado.
- **Rosca Acme de Filete Truncado**  
La rosca Acme de filete truncado es resistente y adecuada para las aplicaciones de transmisión de fuerza en que las limitaciones de espacio la hacen conveniente.
- **Rosca Whitworth**  
Utilizada en Gran Bretaña para uso general siendo su equivalente la rosca Nacional Americana.
- **Rosca Sin Fin**  
Se utiliza sobre ejes para transmitir fuerza a los engranajes sinfín.
- **Rosca Trapezoidal**  
Este tipo de rosca se utiliza para dirigir la fuerza en una dirección. Se emplea en gatos y cerrojos de cañones.



## ***Cabezas***

El diseño de las cabezas de los tornillos responde, en general, a dos necesidades: por un lado, conseguir la superficie de apoyo adecuada para la herramienta de apriete de forma tal que se pueda alcanzar la fuerza necesaria sin que la cabeza se rompa o deforme. Por otro, necesidades de seguridad implican (incluso en reglamentos oficiales de obligado cumplimiento) que ciertos dispositivos requieran herramientas especiales para la apertura, lo que exige que el tornillo (si éste es el medio elegido para asegurar el cierre) no pueda desenroscarse con un destornillador convencional, dificultando así que personal no autorizado acceda al interior.



## ***Materia Prima***

El material más utilizado es el acero, algunos de los aceros más comúnmente utilizados para la fabricación de tornillos son los siguientes:

- SAE 1008: Para pernos GRADO 1 (34k9/mm<sup>2</sup>) y CLASE3 .6( 30kg/mm<sup>2</sup>)
- SAE 1010- 1022: Para pernos GRADO 2 (42kg/mm<sup>2</sup>) y CLASE4 .6 & 5.8 (42.6kg/mm<sup>2</sup>)
- SAE 1038- 1045: Para pernos GRADO 5 (84k9/mm<sup>2</sup>) y CLASE8 .8 (80k9/mm<sup>2</sup>).
- SAE 4'140- 8640: Para pernos GRADO 8 (105k9/mm<sup>2</sup>) y CLASE1 0.9( 100kg/mm<sup>2</sup>)

El acero llega del proveedor (la acería) como rollos de alambón o en barras.

## ***Descripción del proceso***

### **Recepción del alambón**

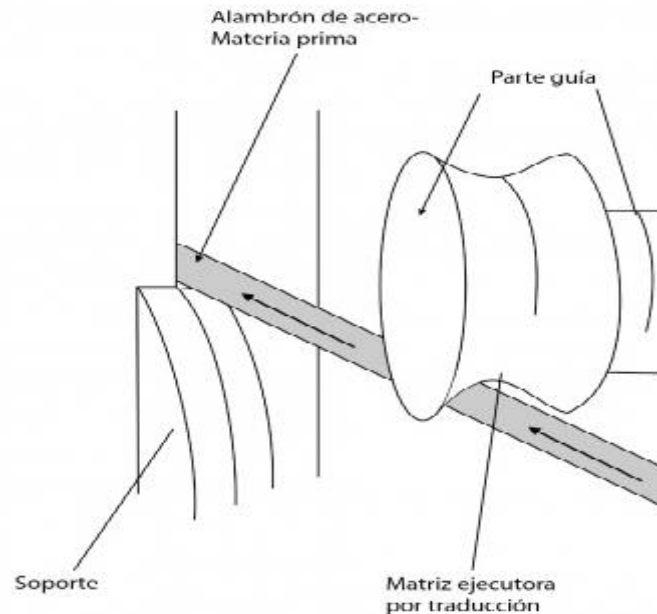
Se recibe el alambón ya procesado por el proveedor. El mismo comienza dejando el alambón 30 horas en un horno para poder ablandarlo. Luego pasa a lo llamado decapado, en el cual se limpian las superficies del alambón. Para esto se lo sumerge 15 minutos en ácido clorhídrico de una pureza al 90%. A continuación se lava un minuto en agua para pasar al fosfatizado, donde se sumerge al alambón en fosfato durante tres horas. Esto le brinda una propiedad antioxidante y reduce su desgaste. Por último, se le hace una trafilación, que es un procesamiento en frío donde se reduce el diámetro del alambón.

El proveedor es el encargado de certificar la composición química y las propiedades mecánicas del alambón.



## Enderezado y corte

Se utiliza una maquina moldeadora la cual endereza el alambre para luego cortarlo en trozos relativamente más largos de lo que será el tornillo. Esto se hace para utilizar ese sobrante como tuerca.

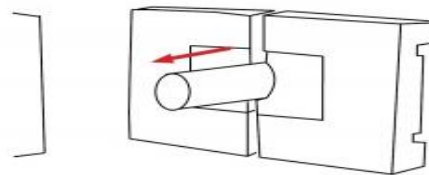
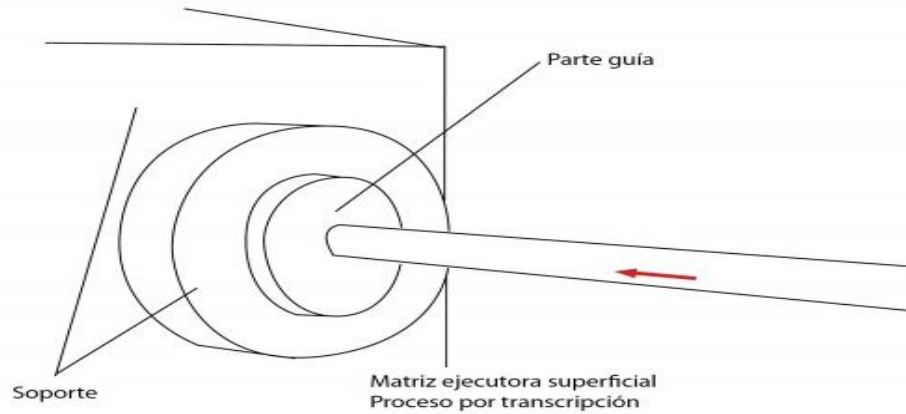


## Moldeado

El moldeado se hace por forjado en frío a temperatura ambiente, cada pieza pasa por un molde encerado, que la deja perfectamente redonda. Este es un proceso automatizado ya que solo se necesita que el operario regule y prepare la maquina, para que el proceso se lleve a cabo automáticamente.

Para moldear la cabeza del tornillo se pasa el alambren por una serie de moldes. La maquina configura hasta unos 300 tornillos por minuto.

Un molde crea un pequeño collar, el siguiente lo transforma en una cabeza redonda. Por ultimo transforma esta en una cabeza hexagonal. (VER VIDEO)



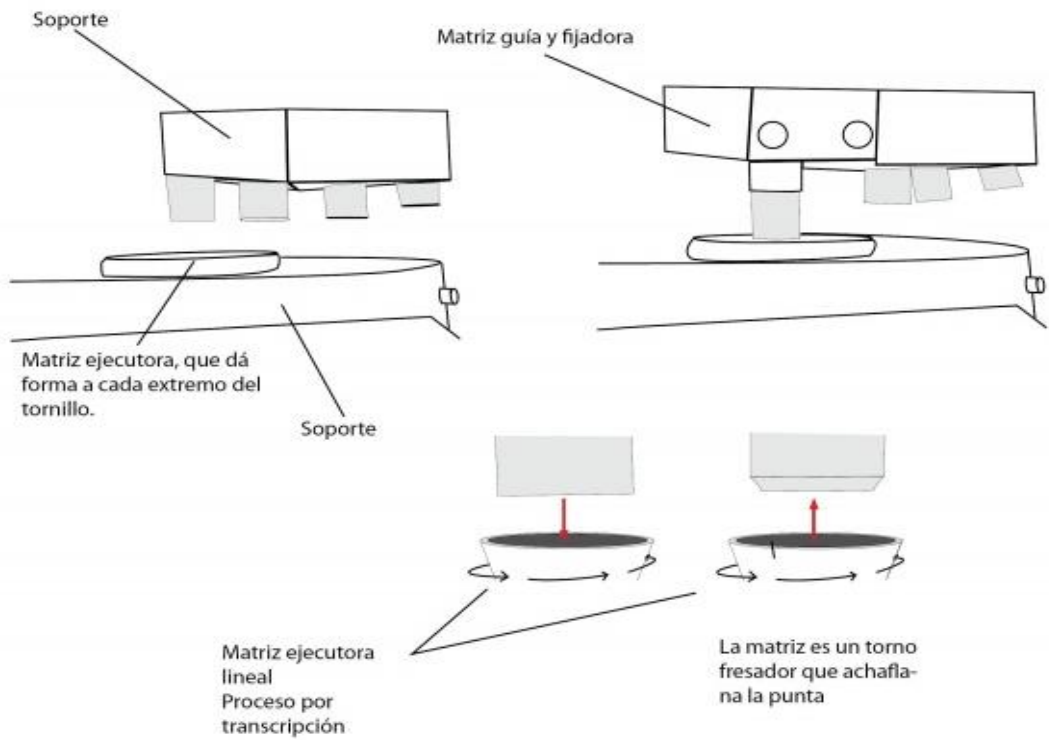
Las barras de acero después de este proceso,  
poseen la forma cilíndrica perfecta

## Desengrase

Ya que el aceite es usado como lubricante durante el proceso de moldeo, los pernos deben pasar por un proceso de desengrase. Este proceso previene la oxidación y prepara al perno para su posterior tratamiento. El aceite recuperado es reciclado y utilizado en el siguiente moldeo.

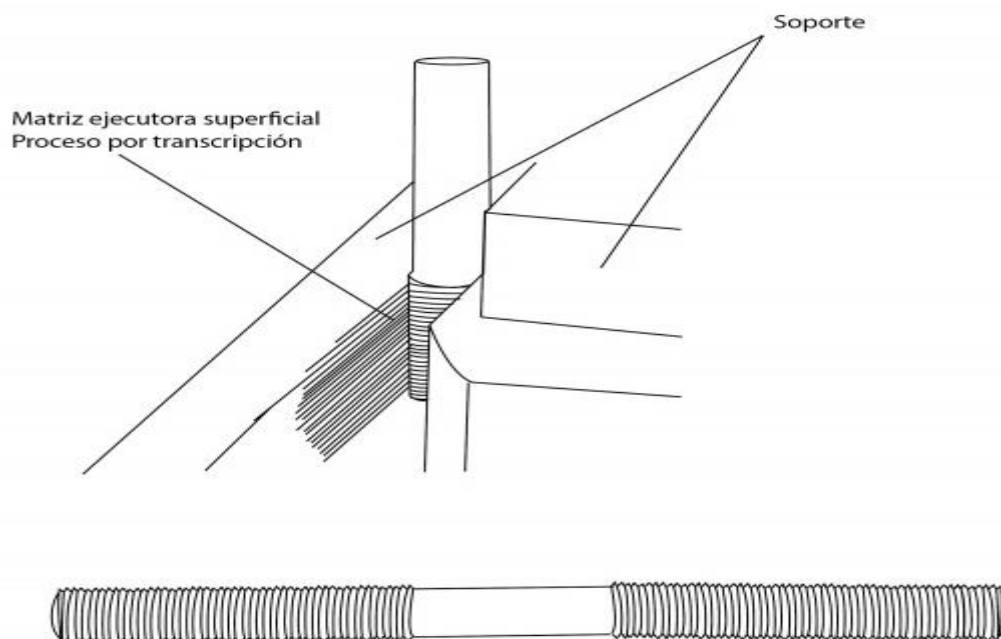
## Achaflanado

Una vez hecha la cabeza hexagonal del tornillo comienza el achaflanado. Este consiste en una operación mediante la cual se hace un chaflán, esto es, un corte o rebaje en una arista de un cuerpo sólido en el extremo opuesto de la cabeza. Una herramienta llamada punteadora da forma al tornillo para que no quede la punta plana, creando así lo denominado chaflán. En esta parte es donde se engancha la tuerca.



## Roscado del tornillo

Un roscado es una superficie cuyo eje está contenido en el plano y en torno a él describe una trayectoria helicoidal cilíndrica. Luego, como el tornillo necesita filetes para que se puedan enroscar las tuercas, unos moldajes de rodillos a alta presión imprimen la forma de la rosca. Se emplea el método de forja en frío. Se hacen hasta 300 tornillos por minuto.





Especificaciones técnicas:

Diámetro del tornillo:  $\varnothing$  6-100mm

Paso del tornillo: 0.5mm-8mm

Tamaño del rodillo:  $\varnothing$ 170-220 x 50-120mm (Diámetro x espesor)

Potencia Max. de alimentación: 300ka

Ángulo de inclinación del cabezal principal:  $\pm 15^\circ$

Velocidad del cabezal giratorio principal: 26 / 35 / 62 rmp

Presión hidráulica: 200KN

Transmisión de potencia del eje: 11kw

Potencia de transmisión hidráulica: 5.5kw

Bomba de refrigeración: 120W

Dimensión: 1950\*1800\*1600mm

Peso: 3200Kg

### **Pasivación**

La pasivación se refiere a la formación de una película relativamente inerte, sobre la superficie de un material (frecuentemente un metal), que lo enmascara en contra de la acción de agentes externos. Los pernos de acero se oscurecen durante el proceso de moldeado y por lo tanto, deben pasar por un baño en ácido para eliminar las impurezas y recuperar el acabado.

### **Tratamiento térmico**

Posteriormente se procede a un tratamiento térmico en hornos de atmosfera controlada. Se los calienta a  $870^\circ\text{C}$  durante una hora esto da la resistencia necesaria y luego se los enfría durante 5 minutos en aceite frío lo que solidifica la estructura interna, ahora el acero es duro pero quebradizo. Luego se los vuelve a calentar por una hora para quitarles esa fragilidad. En este ultimo proceso el material conserva la dureza.





## **Protección superficial**

Generalmente, la función de los tornillos forma parte del soporte de la carga, por lo que una exposición prolongada puede dar lugar a daños en la integridad de la estructura con el consiguiente coste de reparación y/o sustitución. Además muchos tornillos trabajan a la intemperie. Por esta razón se utiliza la galvanización en caliente como uno de los métodos que se utilizan para mejorar la resistencia a la corrosión de los tornillos mediante un pequeño recubrimiento sobre la superficie.

Como paso final se debe proveer al producto con una protección superficial contra la oxidación, la cual se puede obtener con uno de los siguientes métodos según se desee el acabado:

- Cincado pasivo azul.
- Cincado dicromatizado amarillo.
- Fosfatado.
- Galvanizado en caliente.
- Pavonado

## **Pavonado**

El pavonado consiste en la aplicación de una capa superficial de óxido abrigantado, compuesto principalmente por óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) de color azulado, negro o café, con el que se cubren las piezas de acero para mejorar su aspecto y evitar su corrosión.

Existen dos métodos de pavonado: el ácido y el alcalino. El ácido es sin duda el método que proporciona mejor calidad, durabilidad y aspecto. Pero requiere mucho tiempo para lograr el resultado deseado. Se obtiene mediante la aplicación de ácidos que proporcionan una oxidación superficial de gran adherencia y durabilidad.

Atrae y retiene los aceites lubricantes. El revestimiento no aumenta ni disminuye las dimensiones de los metales tratados, por lo que las tolerancias para el ajuste de piezas no se ven afectadas. Además, las superficies tratadas pueden ser soldadas, enceradas, barnizadas o pintadas. Se obtiene un revestimiento mate cuando se aplica sobre una superficie tratada con chorro de arena o con un mordiente químico, y un revestimiento brillante sobre una superficie pulida o lisa.

Para situaciones de mayor protección anticorrosiva se utiliza tornillería fabricada con acero inoxidable que lógicamente es más cara, e incluso para casos más específicos se fabrican tornillos de titanio cuya resistencia anticorrosiva es casi total.



## **Fabricantes de tornillos en Argentina**

- Tormex SA de CV
- Cascala
- Bulones R.B.
- Colloca S.A.

### **VIDEO**

<http://www.youtube.com/watch?v=maP8WeEuX10>