

300617

4

20

UNIVERSIDAD LA SALLE



ESCUELA DE INGENIERÍA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

" MANUAL PARA LA FABRICACIÓN Y USO DE TORNILLOS "

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTAN

ERNESTO ARZAMENDI ANDRACA
PRUDENCIO FRIGOLET GÓMEZ

ASESOR DE TESIS : ING. JAVIER SAUCEDO

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MÉXICO, D.F. A 30 DE MAYO DE 1996.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A nuestros padres:

Sra. Aurelia Andraca de Arzamendi
Sr. Octavio Arzamendi Pérez

Sr. Prudencio Frigolet Lerma +
Sra. Guadalupe Gómez Vda. de Frigolet

Por todo su apoyo , sacrificio y consejos.
Con todo nuestro amor , agradecimiento y admiración.

A nuestras esposas e hijos:

Ana Ma. Meneses de Arzamendi
Ana Fernanda Arzamendi Meneses
Karla Daniela Arzamendi Meneses

Eduviges Arregui de Frigolet
Ana Ximena Frigolet Arregui
Rodrigo Frigolet Arregui

Con todo nuestro amor y agradecimiento
por su apoyo , comprensión y dedicación.

A Nuestros hermanos:

Octavio Arzamendi Andraca
Marisela Arzamendi Andraca
Alejandra I. Arzamendi Andraca
Ma. Eugenia Arzamendi Andraca

Carlos Frigolet Gómez
Patricia Frigolet Gómez
Guadalupe Frigolet Gómez

A nuestros amigos y compañeros:

Con afecto y respeto.

A nuestros maestros:

Con respeto y admiración.

Nuestro agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de este trabajo.

En especial al Ing. Sergio A. Calderón Leal.

Ing. Javier Saucedo Garza.

Roberto Rodríguez Arteaga

Patricia Porras Meneses

A la Universidad La Salle :

Con todo nuestro agradecimiento.

" A Dios nuestro Señor "

Por todo lo que esta palabra significa.

Indice General

	Página
Indice de Tablas	X
Indice de Ilustraciones	XI
Introducción	1
Capítulo I Generalidades	3
Capítulo II Procesos de Manufactura	13
Capítulo III Materiales para la fabricación de Tornillos.	85
Capítulo IV Herramienta utilizada para la Fabricación de Tornillos.	125
Capítulo V Clasificación de Tornillos.	139
Conclusiones	170
Bibliografía	XII

Indice de Tablas

	Tabla	Página
Características y tipos de tornillos según su cuerda	1-3	9-12
Dimensiones convenientes de punzones primeros para las relaciones de forjado de de los aceros.	4	37
Características físicas de los aceros antes y después de la extrusión.	5	44
Grados de acero para forjar en frío y para forjar en frío con extrusión	6	46
Materiales usados para el rolado de roscas de acero aleados y al carbono.	7	55-56
Calificación de maquinabilidad para aceros con aleaciones y al carbono.	8	57-58
Aleaciones no ferrosas	9	59-62
Aluminio y aleaciones de aluminio	10	63-64
Tabla de roscas americanas clase 2B	11	75
Tabla de roscas americanas clase 2A	12	76
Roscas métricas	13	77
Aceros e influencia de los elementos químicos en ellos	14	117
Espesor de capa de revestimientos galvánicos sobre acero	15	123
Sugerencias típicas para matrices y herramientas usadas para forjar en frío.	16	136
Sugerencias Típicas para matrices y herramientas usadas para forjar en frío	17	138
Especificaciones mecánicas según norma ISO	18	142

Índice de Tablas

	Tabla	Página
Dimensiones tornillo cabeza plana embutida ranurada DIN 63	19	144
Dimensiones tornillo cabeza cilíndrica ranurada DIN 84	20	146
Dimensiones tornillo cabeza redonda DIN 86	21	148
Dimensiones tornillo cabeza ovalada embutida ranurada DIN 88 y 91	22	150
Dimensiones tornillo cabeza hexagonal DIN 931	23	152
Dimensiones tornillo cabeza estufa ranurada	24	156
Dimensiones tornillo cabeza redonda ranurada	25	158
Dimensiones tornillo cabeza fillister ranurada	26	160
Dimensiones tornillo cabeza ovalada embutida ranurada	27	162
Dimensiones tornillo cabeza plana embutida ranurada	28	164
Dimensiones tornillo cabeza hexagonal con o sin ranura	29	166
Dimensiones tornillo cabeza ovalada embutida phillips	30	168
Especificaciones mecánicas según norma SAE	31	170

Indice de Ilustraciones

	Fig.	Página
Desarrollo geométrico de un tornillo.	1	5
Tipos de cuerdas o roscas de tornillos	2	12
Diagrama de flujo del proceso de fabricación.	3	14-15
Posición de herramientas en la máquina forjadora. esclareciendo las funciones de algunas de ellas usadas en el proceso de forjado.	4	21
Tipos de matrices.	5	23
Mecanismos y componentes esenciales de una máquina forjadora de dado sólido doble golpe.	6	26
Volumen de forja.	7	33
Tipos de cabezas recalçadas.	8	34
Nomograma dimensional de forjado.	9	36
Perno extruído.	10	39
Matrices de extrusión y despuntado.	11	41
Dimensiones de matrices de extrusión y despuntado.	12	42
Roscas cortadas y roscas roladas.	13	50
Rosca rolada	14	53
Rosca de formas estándar americana interna y externa	15	66
Rosca de forma estándar americana	16	69
Peines para rolar cuerdas.	17	71
Sierra circular.	18	80
Dados para despuntar tornillos.	19	82
Matriz hexagonal para desbarbar tornillos.	20	84

Índice de Ilustraciones

	Fig.	Página
Gráficas de temperatura de baño	21	101
Forma de engrasar el alambre.	22	133
Tornillo cabeza plana embutida ranurada din 63.	23	143
Tornillos cabeza cilíndrica ranurada din 84.	24	145
Tornillo cabeza redonda ranurada din 86	25	147
Tornillo cabeza ovalada embutida ranurada din 88 y 91.	26	149
Tornillo cabeza hexagonal din 931	27	151
Tornillo cabeza estufa ranurada	28	155
Tornillo cabeza redonda ranurada	29	157
Tornillo cabeza fillister ranurada	30	159
Tornillo cabeza ovalada embutida ranurada	31	161
Tornillo cabeza plana embutida ranurada	32	163
Tornillo cabeza hexagonal con o sin ranura	33	165
Tornillo cabeza ovalada embutida Phillips	34	167

INTRODUCCIÓN

La más grandiosa historia nunca dicha, la conquista de la naturaleza hecha por el hombre ha dependido de su habilidad por sujetar o unir cosas útiles.

Desde la edad de piedra hasta la era glaciár, desde el primer cavernícola quien unió piedras y palos para así convertirlos en herramientas más útiles hasta el hombre del Siglo XX, el cual hace posible el ensamble de realidades industriales, productos para el consumidor, etc.

Los fabricantes de sujetadores mecánicos ejecutan su trabajo tranquilamente pero siempre atendiendo en forma vigorosa las demandas tecnológicas de requerimientos humanos vitales, como producción de alimentos, vestidos, construcción de viviendas, transportación, comunicación y minería.

En 1969 mientras millones de personas esperaban ante sus pantallas de televisión, dos astronautas del Apollo XII ajustaban su cámara de televisión a color sobre la superficie de la luna. Momentos después los 78,000 Dlls. que costó la cámara se perdieron y la audiencia terrestre se tuvo que conformar únicamente con las palabras sin imagen de los astronautas.

De acuerdo al fabricante, la falla que la cámara sufrió fue un insignificante problema que pudo haber sido fácilmente reparado con un simple desarmador, pero de los millones de dólares del valor del equipo que llevaba la cápsula del Apollo XII, virtualmente ninguna clase de herramienta de mano fue incluida.

Este incidente ejemplifica la importancia de los sujetadores mecánicos, tornillos, tuercas, clavos, remaches aún en la tecnología tan sofisticada de los viajes espaciales y la televisión interplanetaria. La realidad es, que los sujetadores han mantenido al mundo unido a través de la historia del hombre.

La historia de la tecnología de los sujetadores, ha ido en forma paralela a la historia de la tecnología del hombre, ambas, desarrollándose conjuntamente, dependiendo y avanzando una con otra.

Por ejemplo, si consideramos la rueda, la cual es una de las más grandes invenciones del hombre, por si sola no es algo útil, pero tiene un gran valor y uso y llega a ser algo muy valioso cuando, ésta es sujeta a algo. Un humorista ha dicho que: "Si la rueda fue el más grande invento de la antigüedad el siguiente gran invento fue el eje", con lo cual nosotros podemos agregar: Ni la rueda ni el eje son útiles tecnológicamente hablando, hasta que no son sujetadas por algo (tornillo, birlo, etc.).

CAPITULO I

GENERALIDADES

I.1 DEFINICIÓN DE TORNILLO

El tornillo es un elemento de unión o sujeción el cual es conocido por todos. Podríamos también asegurar que hoy en día no existe otro elemento de unión mas útil que éste.

Se desconoce la fecha en que se inventó, solo se tienen algunos datos de que en Estados Unidos de Norteamérica empezó la producción comercial, por el año de 1839, los cuales se hacían de hierro cuadrado, forjados en una prensa de pedal y redondeados en un martinete primitivo para luego hacer las roscas en un torno.

En aquellos tiempos las maquinas para producir tornillos eran hechas por las mismas fábricas. Con el paso del tiempo se dedicaron algunas fábricas a la elaboración de elementos sujetadores, surgiendo así una nueva industria de alcances nunca pensados, la cual fue denominada "La Industria del Tornillo".

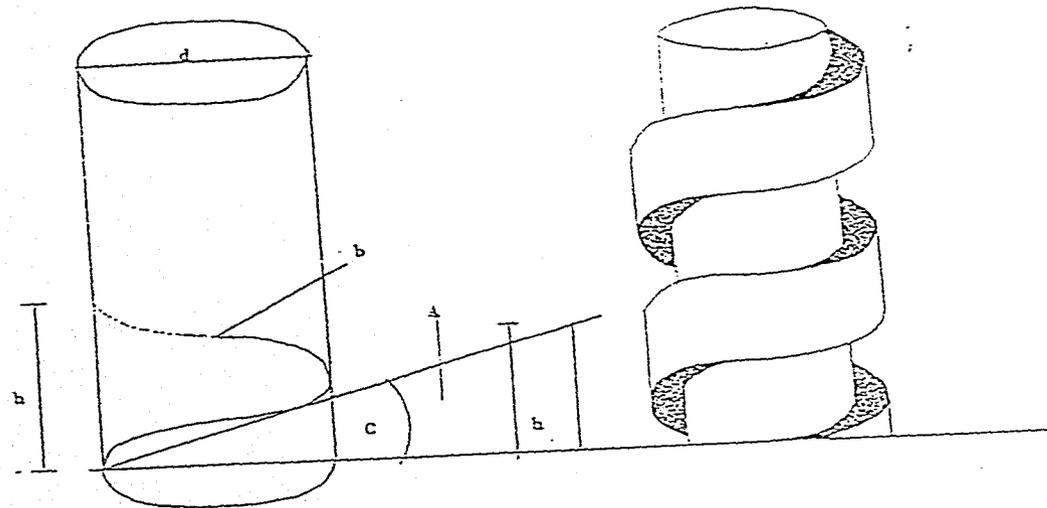
Actualmente existen una gran cantidad de industrias en todo el mundo dedicadas a la producción de máquinas y herramientas para la fabricación de tornillos, tuercas y similares y ha sido tal el éxito que constantemente aparecen nuevos diseños los cuales tienen como objetivo ampliar la gama de artículos que pueden producirse en ellos, con mayor calidad y mayor rango de producción.

I.2 DESARROLLO GEOMÉTRICO DE UN TORNILLO

Si se tiene un cilindro de algún material, y sobre el se enrolla un triángulo rectángulo de papel, de manera que uno de los catetos coincida en todo momento con la base del sólido podrá observarse que la hipotenusa del triángulo rectángulo forma una curva sobre la superficie del cilindro que toma el nombre de hélice. Si se hace que un cateto sea igual al perímetro de la circunferencia que sirve de base al cilindro y al otro cateto se le da una longitud cualquiera, al enrollar el triángulo sobre el cilindro, el cateto menor coincidirá con el vértice opuesto a él.

Se dice entonces que la hélice es de un giro completo y al cateto mayor del triángulo se le llama paso de la hélice. Como el triángulo puede enrollarse indistintamente hacia la izquierda o derecha, podemos decir que existen roscas derechas o izquierdas.

DESARROLLO GEOMÉTRICO DE UN TORNILLO



- A: TRIANGULO RECTANGULO
- b: ELIPSE
- h: PASO
- d: DIÁMETRO
- C: ANGULO DE PENDIENTE

I.3 CLASIFICACIÓN DE LOS TORNILLOS

Tratar de hacer una división de los tornillos que se elaboran actualmente sería un trabajo que nos llevaría mucho tiempo, tomando en cuenta lo anterior los clasificaremos en dos grandes grupos de manera muy general:

A) TORNILLOS TIPO MAQUINA

B) TORNILLOS AUTORROSCANTES

TORNILLOS TIPO MAQUINA. Es el tornillo que como su nombre lo indica se utiliza en partes para maquinaria .

TORNILLOS TIPO AUTORROSCANTE. Es el tornillo que tiene la capacidad de formar su propia rosca interna realizándola en dos pasos: cortando y desplazando.

Los tornillos se pueden subclasificar dependiendo de:

- A) El material del que esta constituido. Por ejemplo:latón, acero, aluminio, etc.
- B) El uso al que son destinados. Por ejemplo: relojería, carpintería, partes automotrices, etc.
- C) La forma o el tipo de cabeza. Por ejemplo:hexagonal, cuadrada, oval, redonda, etc.

La máquina utilizada para la elaboración de los tornillos tiene origen en distintos países; sin embargo, los fabricantes mas confiables de acuerdo a la experiencia de los mas grandes fabricantes de tornillos son:

FABRICANTES	PAÍS
HARTFORD SPECIAL INC.	E U A
NATIONAL MACHINERY INC.	E U A
WARREN INDUSTRIES INC.	E U A
ROCKFORD MANUFACTURING GROUP	E U A
WATERBURY FARREL INC.	E U A
CARLO SELVI	ITALIA
CHUN-ZU	TAIWAN
HANG-FON	TAIWAN
NAKASHIMADA	JAPÓN

Estos dos últimos han tenido un desarrollo tecnológico muy notable en cuanto al diseño de máquinas para fabricar tornillos, forjadoras, roladoras, ranuradoras, así como en la fabricación de aceros utilizados como materia prima, compitiendo con países reconocidos por su alto desarrollo tecnológico en este campo, a tal grado que el principal proveedor de tornillos y tuercas en los Estados Unidos de Norteamérica es Taiwan contando con una calidad y costo que difícilmente se puede igualar.

I.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS TORNILLOS SEGÚN SU TIPO

TORNILLOS TIPO A.- Rosca espaciada de punta de barrena, las puntas de la barrena tienen roscas completas terminadas.

TORNILLO TIPO AB.- Rosca espaciada de punta de barrena, las puntas de la barrena tienen roscas completas terminadas.

TORNILLO TIPO B.- Las roscas en la punta cónica tienen crestas sin terminar, ya que las piezas se preparan con puntas cónicas.

TORNILLO TIPO F.- Las roscas cónicas en las puntas están completamente terminadas.

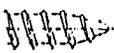
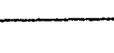
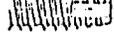
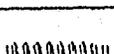
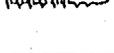
TORNILLOS TIPO T, D y BT.- Roscas para tornillo máquina. Las roscas en la punta cónica tienen crestas sin acabar. Este tipo de tornillo presenta un corte en la punta del mismo. El tornillo es cortado o ranurado después de haber sido rolado.

TORNILLO TIPO U.- Tienen roscas espaciadas con avance muy inclinado. Este tipo se usa en superficies que normalmente quedaran fijas permanentemente.

Las características de estos tipos de tornillos y de otros se muestran en la tabla No. 1

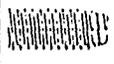
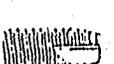
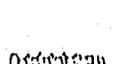
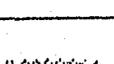
CARACTERÍSTICAS Y TIPOS DE TORNILLOS SEGÚN SU CUERDA

TABLA No. 1

Tipo del tornillo			Tipo de rosca	Características
AD o A	Formado de rosca		Rosca espaciada de punta de barrena	Las puntas de barrena tienen rosca completa terminada
B	Formado de rosca		Rosca recta espaciada	Las rosca en la punta cónica tienen crestas sin acabar ya que las piezas en bruto se preparan con puntas cónicas
UG	Cortado de rosca			Las rosca en la punta cónica tienen crestas sin acabar ya que las piezas en bruto se preparan con puntas cónicas. El tornillo se acanala después de rotar la rosca
UP	Formado de rosca			Las rosca en la punta cónica tienen crestas sin acabar ya que las piezas en bruto se preparan con punta cónica
UI	Cortado de rosca			Las rosca en la punta cónica tienen crestas sin acabar ya que las piezas en bruto se preparan con puntas cónicas. El tornillo se acanala después de rotar la rosca
F	Cortado de rosca		Rosca de tornillo de maquina de punta cónica	Las rosca cónicas en la punta están completamente acabadas las piezas en bruto se preparan con punta cónica. Los dados producen canales cónicas durante el rogado de la rosca
-Pant Scraper- (F)	Cortado de rosca		Rosca recta para tornillo máquina	Las rosca en la punta cónica tienen crestas sin acabar ya que las piezas en bruto se preparan con puntas cónicas. Los dados producen canales rectos durante el rogado de las rosca

CONTINUACION

TABLA No. 2

Tipo de rosca		Tipo de rosca	Observaciones
C	Formado de rosca		Las roscas en punta cónica tienen crestas sin acabar ya que las piezas en bruto están preparadas con puntas cónicas
D	Cortado de rosca		Las roscas en la punta cónica tienen crestas sin acabar ya que las piezas en bruto están preparadas con puntas cónicas. El tornillo se ranura después del rolado de la rosca
G	Cortado de rosca		Las roscas en la punta cónica tienen crestas sin acabar ya que las piezas en bruto están preparadas con puntas cónicas. El tornillo se ranura después del rolado
T	Cortado de rosca		Las roscas en la punta cónica tienen crestas sin acabar ya que las piezas en bruto están preparadas con puntas cónicas. El tornillo se ranura después del rolado de la rosca
UF con roscas incompletas en la punta	Cortado de rosca		Rosca recta, espaciada. Las roscas en la punta cónica tienen crestas sin acabar ya que las piezas en bruto están preparadas con puntas cónicas. Los dados producen acanaladuras cónicas durante el rolado de roscas
UF con roscas completas en la punta	Cortado de rosca		Rosca espaciada en la punta cónica. Las roscas cónicas en la punta tienen roscas de acabado completo. Las piezas en bruto están preparadas con punta cónica. Los dados producen acanaladuras cónicas durante el rolado de la rosca

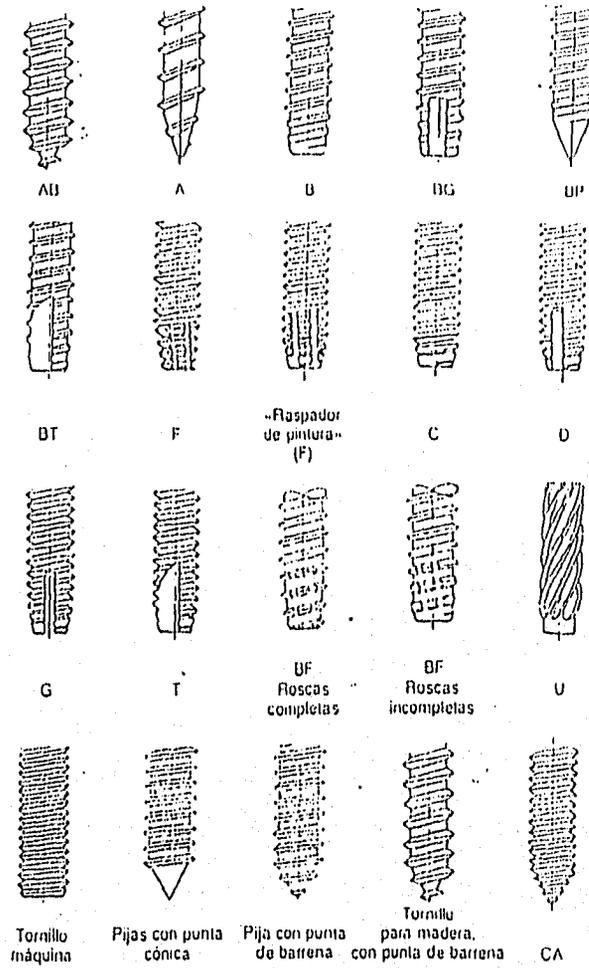
CONTINUACION

TABLA No. 3

Tipo de tornillo	Tipo de rosca	Usos y aplicaciones
Tornillo de rosca "U"	 <p>Rosca espaciada con ángulo de avance muy pronunciado</p>	La cara rosca en el dado está hecha para adaptarse a la longitud de la rosca y proporcionar holgura para el piloto
Tornillo máquina	 <p>Rosca para tornillo estándar recto</p>	Roscas rectas completas, usando piezas en bruto rectas con bracos
Tornillo para punta cónica	 <p>Roscas espaciadas rectas</p>	Roscas rectas de acabado completo. Las piezas en bruto están preparadas con punta cónica.
Tornillo para punta de barrena	 <p>Rosca espaciada en la punta de barrena</p>	Las puntas de barrena tienen rosca de acabado completo. Las piezas en bruto se preparan con puntas cónicas.
Tornillo para máquina con punta de barrena	 <p>Rosca espaciada con punta de barrena</p>	Las puntas de barrena tienen rosca de acabado completo. Las piezas en bruto se preparan usualmente con puntas piloto, o más delgadas.

TIPOS DE CUERDAS O ROSCAS DE TORNILLOS

FIGURA No. 2



CAPITULO II

PROCESOS DE MANUFACTURA

Los procesos de manufactura utilizados para la fabricación de los diferentes tipos de tornillos son los siguientes:

1.- FORJADO

2.- RANURADO

3.- DESBARBADO

4.- DESPUNTADO

5.- ROLADO

Dentro de estos procesos existen dos que son básicos y de suma importancia, el forjado y el rolado, por lo tanto serán en estos, donde profundizaremos nuestro estudio. Los otros no dejan de tener importancia y por lo tanto se dar una explicación en el tema de procesos secundarios.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

FIGURA No. 3

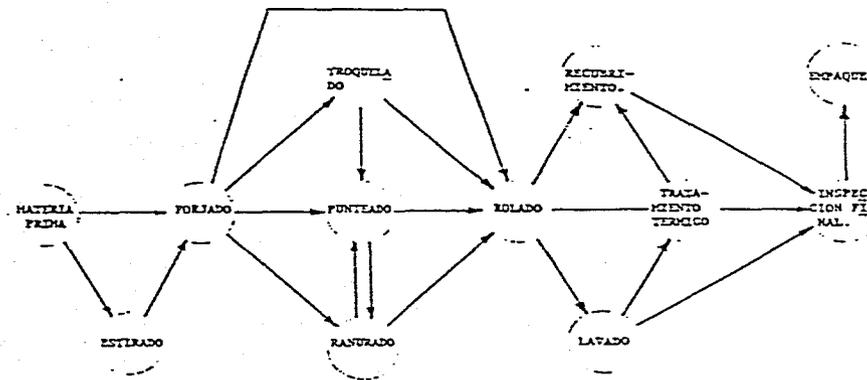
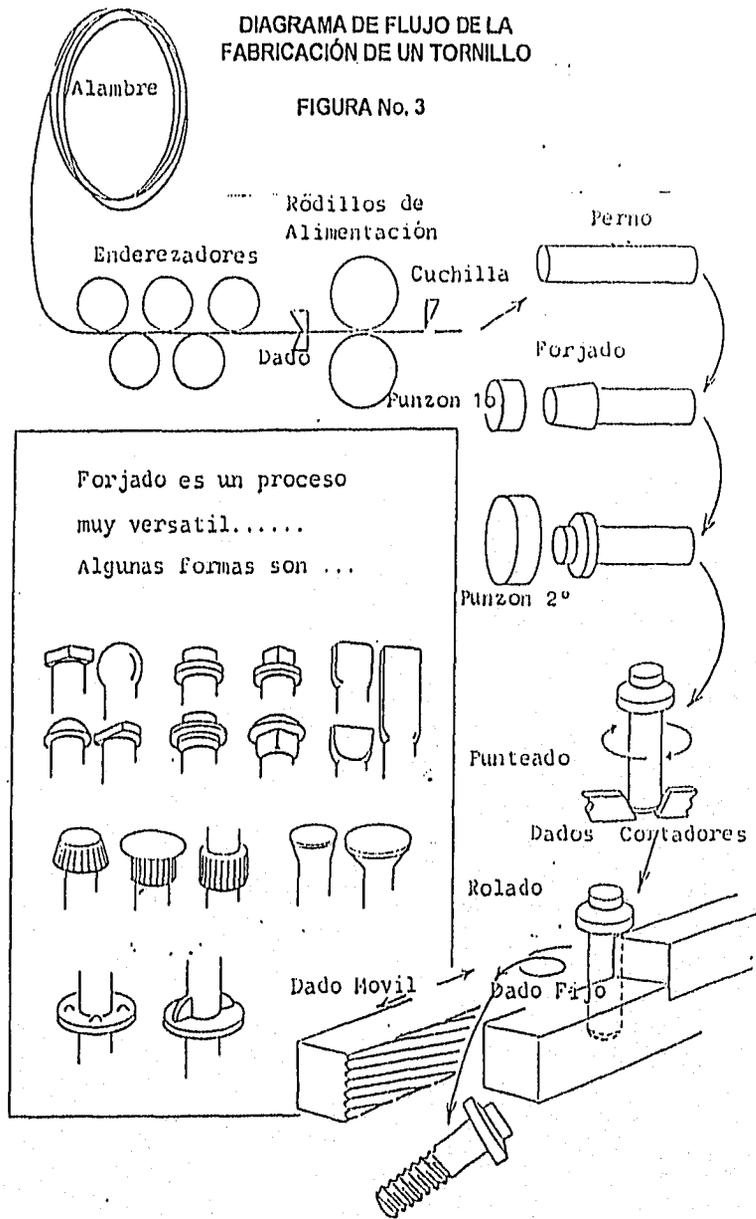


DIAGRAMA DE FLUJO DE LA FABRICACIÓN DE UN TORNILLO

FIGURA No. 3



II.1 FORJADO

Es un proceso de manufactura que se lleva a cabo a altas velocidades en el cual no hay desperdicio de material y se obtienen partes de alta calidad a un costo unitario muy bajo.

El comportamiento de los materiales metálicos en los procesos de formación, depende de la temperatura a la que se realiza la operación, por lo tanto, existen dos tipos de forjados, los cuales son:

A) FORJADO EN FRÍO

B) FORJADO EN CALIENTE

II.1.1 FORJADO EN FRÍO

Cuando la operación se realiza a la temperatura ambiente, o sea, abajo de la temperatura de recristalización del material.

II.1.2 FORJADO EN CALIENTE

Cuando la operación se realiza arriba de la temperatura de recristalización del material.

Cuando un material es sometido a un cambio de forma, adquiere durante el proceso un aumento en la dureza que dependerá de :

En forjado en frío:

De la medida del material, capacidad de endurecimiento en frío del material y en menos proporción de la velocidad del forjado.

En forjado en caliente:

Dependerá de la temperatura de trabajo y también de la velocidad a la que se realiza la operación.

II.1.3 FORJADO EN FRÍO

Es un proceso en el cual, la fuerza desarrollada por uno o más golpes de una herramienta de forjado es empleada para formar o desplazar el metal (partiendo del alambre o barra), para formar una sección de diferente contorno que la original.

Este proceso es ampliamente usado para producir una gran variedad de pequeños y medianos tornillos.

Algunas ventajas de este proceso sobre el maquinado, tomando como base que se pretende fabricar la misma pieza, y con la materia prima adecuada son:

- 1.- Prácticamente se desprecia el desperdicio en material.
- 2.- Aumento en el esfuerzo a la tensión.
- 3.- Controla el flujo del grano.

A pesar de que el uso principal del forjado en frío es para la producción de pernos para sujetadores con cuerda y formar las cabezas de los remaches, una gran variedad de formas pueden ser exitosas y económicamente producidas por el mismo proceso .

El forjado ya sea en frío o en caliente es hecho en máquinas especiales llamadas forjadoras, las cuales son muy parecidas a las prensas horizontales.

La operación usual consiste en alimentar automáticamente alambre dentro de la forjadora, donde es cortado en pedazos que son transferidos a un dado. Dichos pedazos de alambre son sostenidos dentro de un dado con una porción de éste sobresaliendo, esta porción es golpeada una o más veces por martillos formados, después de esto la parte forjada es automáticamente expulsada. La operación completa se lleva a cabo a altas velocidades.

Para el forjado en frío, la materia prima usualmente alambre en rollos, entra a la máquina a temperatura ambiente con la máquina continuamente trabajando. Las máquinas forjadoras son clasificadas de acuerdo al número de golpes que dan a cada pieza y al tipo de dados usados para sostener y formar el perno.

Las forjadoras en uso general, son diseñadas para hacer partes teniendo diámetros tan pequeños como 1.58 mm., las máquinas de un solo golpe pueden producir hasta 420 piezas por minuto, las de dos golpes hasta 250 piezas por minuto.

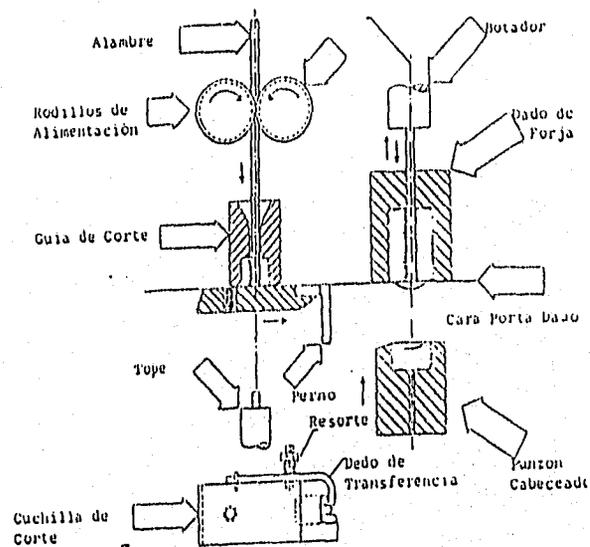
El rango máximo de producción de forjadoras más grandes (diámetros de trabajo de 25.4 mm.) es de 50 piezas por minuto.

Dos tipos de dados son usados en forjadoras en frío, dado abierto y dado sólido. Las forjadoras pueden tener un dado sólido, un par de dados abiertos o varios dados sólidos.

En el último caso, el pedazo de alambre es transferido automáticamente de un dado a otro, entre los golpes de los martillos.

POSICION DE LAS HERRAMIENTAS EN LA MAQUINA
FORJADORA ESCLARECIENDO LAS FUNCIONES DE ALGUNAS
DE ELLAS USADAS EN EL PROCESO DE FORJADO.

FIGURA No. 4



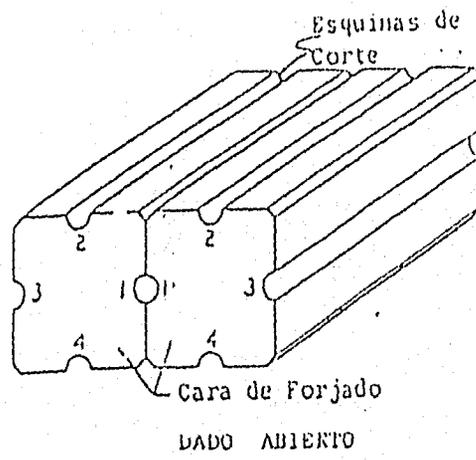
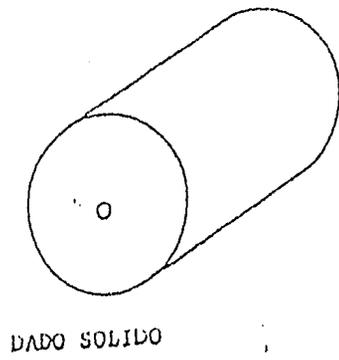
A) DADO SÓLIDO

Es un dado cilíndrico de una sola pieza con un barreno de tamaño y forma apropiada extendido axialmente a través de su centro de barreno por la parte trasera del dado. Para la operación de forjados en el pedazo de alambre es cortado y empujado dentro del barreno del dado hasta que éste tope contra el perno botador.

La porción del pedazo de alambre que sobresale del dado es golpeado una o más veces por los martillos formadores hasta obtener la forma deseada, entonces el perno botador avanza dentro del dado empujando así la parte forjada y con esto depositando la pieza fuera de la máquina. La longitud de los tornillos en dado cerrado es por regla general ocho veces el diámetro, por lo tanto si se aumenta esa longitud los botadores se romperán con mayor frecuencia.

TIPOS DE MATRICES

FIGURA No. 5



B) DADO ABIERTO.

Este consiste en un par de bloques llamados dados, con ranuras semicirculares alineadas, las cuales forman un barreno que se extiende axialmente, cuando éstas se unen, o sea, cuando las dos caras están alineadas y juntas, uno de esos dados permanece fijo mientras el otro puede moverse a una distancia limitada del dado fijo.

En operación, el dado móvil se separa del dado fijo y el alambre se mueve desde la parte trasera del dado, dentro del barreno que ambos dados forman. Cuando la longitud apropiada del material se extiende sobre la cara frontal de los dados, el dado móvil avanza hacia el dado fijo, el alambre es sujetado por ambos dados, y juntos los dados se mueven en forma lateral, consiguiendo de este modo cortar el alambre que se encuentra entre ellos. Los martillos forjadores, de forma apropiada, golpean una o más veces la porción del alambre formando así la cabeza, después los dados se separan soltando la pieza ya forjada, la cual caerá de la máquina y el ciclo estará listo para repetirse.

Después de haber dado una breve explicación de los dos tipos de dados, nos dispondremos a hablar acerca de las máquinas más usualmente utilizadas para forjar tornillos.

II.2 MAQUINAS EN FRÍO

II.2.1 FORJADORAS DE DADO SÓLIDO UN GOLPE.

Estas son hechas en diferentes tamaños desde 3.175 mm. hasta 25.4 mm., estos tamaños se refieren al tamaño de la pieza que puede ser forjada (diámetro aproximado).

Debido a que son máquinas de un solo golpe el diseño del producto, o sea, la relación de forjado no debe ser mayor que dos diámetros, esto significa, que la longitud que ser forjada no debe exceder de dos veces el diámetro del alambre.

Estas máquinas son comúnmente usadas para fabricar remaches y balines para baleros.

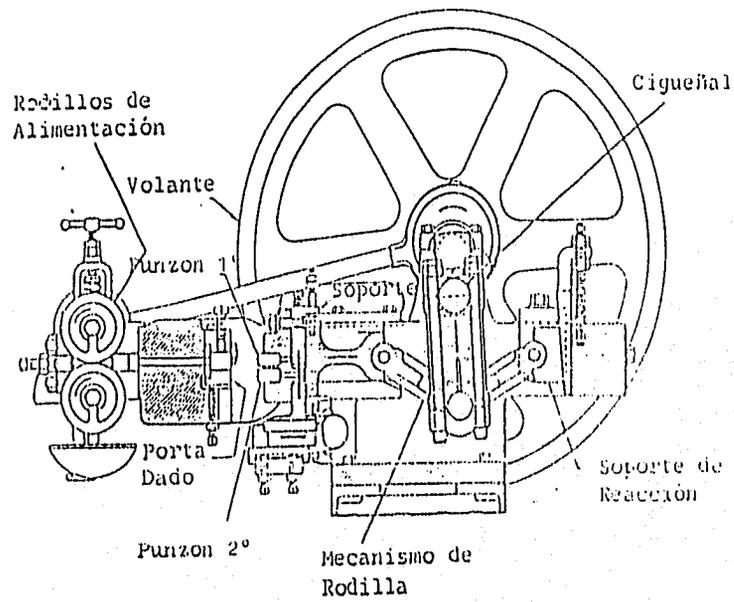
II.2.2 FORJADORA DADO SÓLIDO DOS GOLPES.

Estas son hechas en los mismos tamaños que la anterior, pueden forjar productos de longitudes pequeñas y medianas (generalmente de 8 a 16 diámetros de longitud) y la relación de forjado es hasta cinco veces el diámetro del alambre.

A continuación, daremos a conocer la operación de este tipo de máquinas forjadoras.

MECANISMOS Y COMPONENTES ESENCIALES DE UNA MAQUINA FORJADORA DE DADO SÓLIDO DOBLE GOLPE

FIGURA No. 6



II.2.2.1 OPERACIÓN.

La mayoría de las máquinas forjadoras usadas para alta producción son alimentadas de alambre en rollo. Este alambre es alimentado dentro de la máquina a través de unos rodillos de alimentación, pasando después por una guía de corte estacionaria.

En frente de la guía se encuentra un mecanismo de corte y transferencia del alambre. Cuando el alambre pasa a través de la guía, el extremo choca con un tope de alambre y se determina la longitud del alambre que será forjado. El mecanismo de corte y transferencia en una operación corta y en la otra transfiere el pedazo de alambre a una posición, generalmente en frente del dado de forja. El punzón forjador se mueve hacia el dado y empuja el pedazo de alambre dentro del dado.

Dentro del dado el alambre es detenido por un perno botador el cual actúa como soporte trasero y posiciona el pedazo de alambre con la cantidad correcta de éste fuera del dado para forjarlo. En una máquina de un golpe o dos golpes, la operación es terminada con este dado y el perno expulsor, avanza para expulsar la pieza terminada.

En máquinas de dos o tres dados el mecanismo de transferencia tiene unos dedos en frente de cada dado y después de cada golpe, el perno botador empuja la pieza hacia afuera, el mecanismo de transferencia sujeta la pieza y la transfiere al dado siguiente.

II. 3 MÁQUINAS PARA FORJADO EN CALIENTE

Las máquinas forjadoras en caliente son similares tanto en diseño, como en operación a las máquinas forjadoras en frío. La mayoría de las forjadoras en caliente son de dado abierto, generalmente con varias ranuras en sus caras correspondientes.

El pedazo de barra es transferido de ranura a ranura entre golpe y golpe, las máquinas forjadoras en caliente pueden trabajar continuamente o interactivamente dependiendo de como se determine el proceso.

Este tipo de forjadoras son generalmente usadas para trabajar diámetros tan grandes que no pueden ser manejados eficientemente por forjadoras en frío, o para forjar barras de más de 152.4 mm. de longitud.

Las forjadoras automáticamente en caliente hacen de 80 a 120 piezas por minuto, la velocidad de operación manual de este tipo de máquinas depende del tamaño de la pieza de trabajo y de la experiencia del operador.

Generalmente, la materia prima para el forjado en caliente son barras rectas. La barra completa puede ser precalentada o puede ser cortada a la longitud adecuada y calentar solo los extremos que serán forjados, alimentándose entonces a la máquina, ya sea en forma manual o automática.

La temperatura a la cual la barra es calentada es determinada por el tipo de material y la cantidad de volumen que deber ser desplazado. Normalmente las barras de acero son calentadas hasta obtener un color rojo para el forjado en caliente.

Hornos de gas o de petróleo son los usados generalmente para calentar las barras. Si la longitud completa de las barras debe ser calentada, el horno será lo suficientemente largo para mantener varias barras al mismo tiempo. Las barras son alimentadas desde el final del horno hasta la máquina y las barras adicionales son cargadas dentro del horno al mismo tiempo, o conforme sea requerido.

Cuando un solo extremo ya va a ser calentado, el horno debe tener una o más ranuras y los pedazos de barra serán insertados dentro de esas ranuras lo suficientemente alejados para calentar la cantidad de material necesario.

Cuando un solo extremo va a ser calentado, el horno debe tener una o más ranuras y los pedazos de barra serán insertados dentro de esas ranuras lo suficientemente alejados para calentar la cantidad de material necesario.

En años recientes el uso de electricidad para el calentamiento de las barras se ha incrementado, debido a que las temperaturas pueden ser controladas con mayor

exactitud y la cáscara formada en las barras al ser calentadas es menor a las que se forman en hornos de gas.

El calentamiento eléctrico puede hacerse por dos métodos:

- Por resistencias
- Por inducción

En el calentamiento por resistencias el pedazo de barra es cortado a la longitud requerida y la porción que será calentada es colocada entre dos electrodos a través de los cuales fluye corriente para calentar el material a la temperatura necesaria para forjar.

En el calentamiento por inducción, la porción que será calentada es pasada a través de una bobina energizada, la cual inducirá una corriente dentro del pedazo de barra para así conseguir un calentamiento mucho más rápido.

Los rangos de temperaturas para el forjado en caliente van desde 662°C hasta 1832°C dependiendo de las características del metal trabajado.

En el forjado en caliente, debido al precalentamiento, las barras de hasta 76.2 mm. de diámetro pueden ser forjadas con equipos especiales que soporten estas medidas, para

lo cual muy pocos fabricantes cuentan con el equipo necesario para manejar estos rangos.

En conclusión, algunas de las principales diferencias entre el forjado en frío y el forjado en caliente son las siguientes:

FORJADO EN FRÍO	FORJADO EN CALIENTE
1. Se pueden obtener piezas con tolerancias más cerradas.	1. Al ser calentado el metal de trabajo a una temperatura suficientemente elevada se incrementa su ductibilidad , lo que trae como consecuencia, una marcada reducción en la energía requerida para forjar el material.
2. Las superficies de las piezas obtenidas son generalmente lisas y en algunas ocasiones necesitan operaciones secundarias para mejorar el acabado.	
3. Economía de combustible.	

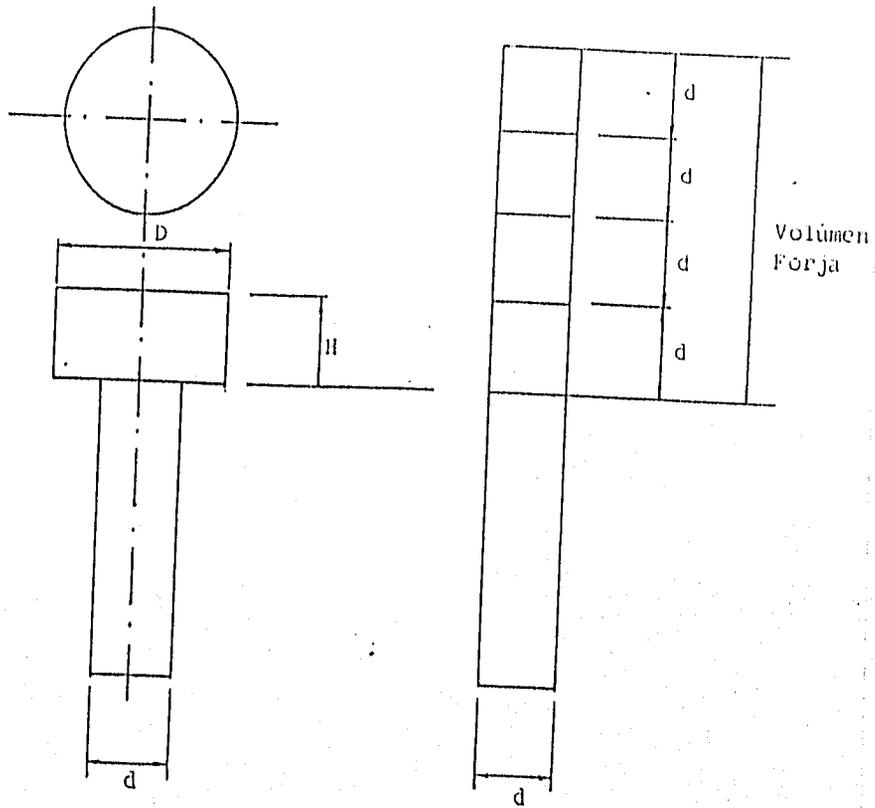
II. 4 RELACIÓN DE FORJA.

Esta relación está dada por la vinculación que existe entre la longitud del material que tomará parte en la formación y el diámetro de dicha sección.

El volumen se expresa en términos de la longitud del material en unidades de su propio diámetro.

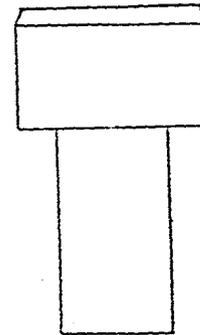
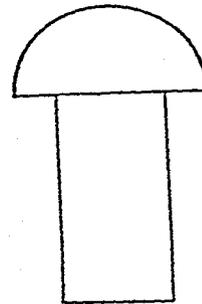
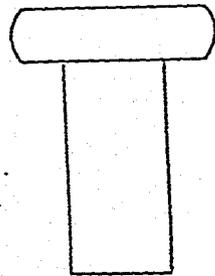
VOLUMEN DE FORJA

FIGURA No. 7



TIPOS DE CABEZAS RECALCADAS

FIGURA No. 8



La fórmula de trabajo para calcular el número de diámetros a desplazar es:

$$\frac{\text{Volumen de la porción desplazada}}{\text{Volumen de un diámetro}} = \frac{D^2 H}{3 D} = \text{Número de diámetros a desplazar}$$

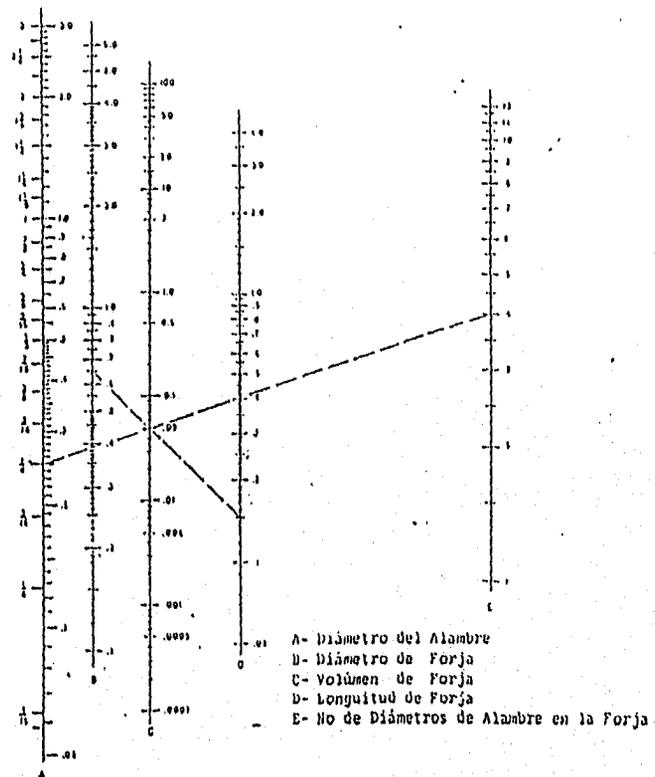
La experiencia nos indica que la longitud del alambre que puede ser desplazado con un golpe es 2 1/4 diámetros y con dos golpes de 4 1/2 diámetros.

Las especificaciones dadas anteriormente pueden variar considerablemente si se usa herramienta especial. Por otra parte, diámetros a desplazar demasiado largos, cabezas demasiado altas, formas en "T" y secciones a desplazar no concéntricas pueden ocasionar variaciones, así como también volúmenes de desplazamiento muy pequeños.

Por lo antes mencionado se ha elaborado un monograma en el cual pueden ser obtenidos el número de diámetros a desplazar, así como el volumen desplazado partiendo del diámetro del alambre, diámetro de la cabeza y la altura de la cabeza.

NOMOGRAMA DIMENSIONAL DE FORJADO

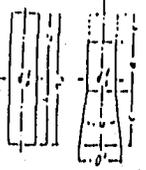
FIGURA NO. 9



DIMENSIONES CONVENIENTES DE PUNZONES
PRIMEROS PARA LAS RELACIONES DE
FORJADO SIGUIENTES

TABLA No. 4

Relación de forjado	0,5		0,7		0,8		0,9		1,0		1,1		1,2		1,3		1,4	
	d_0/d	d_0/d_1	d_0/d	d_0/d_1	d_0/d	d_0/d_1	d_0/d	d_0/d_1	d_0/d	d_0/d_1	d_0/d	d_0/d_1	d_0/d	d_0/d_1	d_0/d	d_0/d_1	d_0/d	d_0/d_1
Ancho del cono $\alpha = 15^\circ$	r	1,1 - d_0																
	f	1,1 - d_0																
Ancho del cono $\alpha = 20^\circ$	r	1,1 - d_0																
	f	1,1 - d_0																



- h_0 Long. total
- d_0 ϕ diámetro
- d Parte cilíndrica
- resacaado por
- b Long. resacaado
- sin resacaado
- c Long. cono
- U altura
- e Long. resacaado
- en presacaado
- α Angulo del cono

Relación de resacaado $i = h_0/d_0 \leq 4,5$

Relación de resacaado sin resacaado $i = b/d_0 \leq 1,6$

Volumen de cono $V_1 = 0,311 \cdot f \cdot d_0^3 \leq 1,0 \cdot d_0^3$

$r = h_0 - (1 + c) \cdot b - c$

$D = d_0 \cdot \sqrt{1 + 1,7 \cdot i \cdot U}$

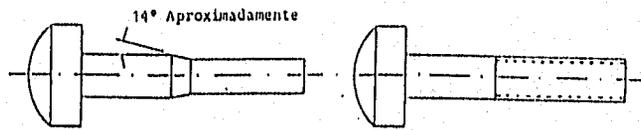
$c = \frac{D - d_0}{1 + 1,0/i}$

II. 5. EXTRUSION

El término extrusión se refiere a la reducción de una sección de alambre o barra a un diámetro más pequeño que el diámetro original del alambre, se lleva a cabo forzando el material dentro de un dado de un diámetro menor al del alambre para obtener un perno como se muestra a continuación:

PERNO EXTRUIDO

FIGURA No. 10

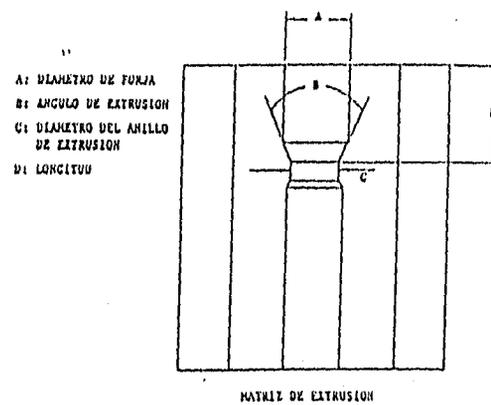


Es llamado también extrusión en frío debido a que el material entra al dado a temperatura ambiente o a una temperatura inferior a la temperatura de recristalización del material. Cualquier aumento subsecuente en la temperatura es debido a la fricción durante la deformación.

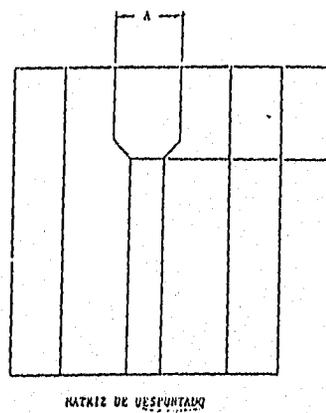
La extrusión es hecha a través de un dado el cual tendrá un barreno en uno de sus extremos con una longitud suficiente para que el perno entre pero extendiéndose entre barreno dentro del dado tanto como sea requerido por el largo del diámetro, entonces un conectar al barreno mencionado anteriormente con otro más pequeño, el cual continúa hasta el otro extremo del dado. El perno entrará al dado fácilmente hasta llegar un poco antes del de extrusión, y a partir de ahí, el perno debe ser forzado o extruido dentro de este.

MATRICES DE EXTRUSIÓN Y DESPUNTADO

FIGURA NO. 12

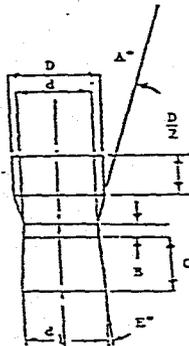


A: DIAMETRO DE FORJA
 B: LONGITUD



DIMENSIONES DE MATRICES DE EXTRUSIÓN Y DESPUNTADO

FIGURA No. 12



LA CONCENTRICIDAD DE D, d Y d_1 SON CRÍTICAS.
EL ACABADO DE D, d, d_1 A Y E DEBE SER FINO
Y SIN MARCAS DE HERRAMIENTAS.

REDUCCION: NORMAS Y DISEÑO MAX. REDUCCION EN AREA
CON EXTRUSION ABIERTA- --DOI CALCULO DE LA REDUCCION
EN AREA (R.A.):

$$\frac{\text{AREA D} - \text{AREA } d}{\text{AREA D}} \times 100 = \text{R.A. EN \%}$$

$$A = 13 \text{ a } 15$$

d_1 - DIAMETRO A EXTRUIR

DIMENSION	EXTRUSIONES NORMALES	EXTRUSIONES EXCEPCIONALES
D	TROZO + 0.05 + 0.10	1.008 X TROZO
d_1	$d + 0.10$ APROX	
B	0.8 A 1.6	0.4 a 3.2
C	4.8 A 9.5	SEGUN "E"
E	SEGUN "C"	1/2 MAX.

El propósito más común de extruir piezas forjadas es el de reducir la sección del vástago ya sea para cuerdas que serán roscadas subsecuentemente en esa sección, y la parte terminada por tanto tendrá el mismo diámetro exterior tanto en la parte con rosca como en la que no tiene rosca.

Algunas ventajas que se obtienen con este proceso son:

1. Ahorro de material
2. Sustancial economía de tiempo en producción
3. Eliminación de operaciones de rectificado y maquinado debido a la buena superficie final y a la exactitud de dimensiones de las piezas extruidas.
4. Eliminaciones de tratamientos térmicos debido al incremento de las propiedades mecánicas de las piezas extruidas.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS ACEROS
ANTES Y DESPUES DE LA EXTRUSION

TABLA No. 5

Acero	Antes de la extrusion					Despues de la extrusion					
	Reduccion					Reduccion					
	Edo tension kg/cm ²	Reduccion %	Area de seccion cm ²	Area de seccion cm ²	Coeficiente de Poisson	Edo tension kg/cm ²	Reduccion %	Area de seccion cm ²	Area de seccion cm ²	Coeficiente de Poisson	
1010	0-26	0-23	44	72	30	10	0-43	0-39	16	55	38
	152 5000	135 9500					191 2500	185 3000			
						75	0-36	0-31	15	49	85
							1140 7000	1102 4500			
1020	0-40	0-30	30	62	57	40	0-27	0-20	9	36	92
	130 0000	110 2500					1104 8000	1101 6600			
						70	0-85	0-04	11	44	160
							1172 2500	1122 4500			
1035	0-50	0-34	20	**	**	**	1-12	0-11	5-5	17	**
	184 0000	150 0000					1167 0000	1140 1000			
1040	0-52	0-34	35	64	81	70	0-24	0-17	14	45	74
	174 2000	149 7500					1110 3500	107 6250			
						40	0-67	0-78	17	41	89
							1129 7500	1112 3500			
1110	0-66	0-42	26	52	93	**	1-23	1-10	12	43	**
	195 0000	160 4000					1158 5000	1153 0000			
1115	0-49	0-32	34	65	72	40	0-26	0-19	8	32	98
	171 0000	146 4000					1110 7000	1100 0250			
						60	0-88	0-82	10	31	101
							1115 8000	1120 1100			
5120	0-53	0-33	32	44	74	40	0-40	0-27	16	54	82
	116 7500	117 7500					1215 9000	1102 7000			
						60	0-48	0-83	16	53	107
							1129 4500	1120 1250			
5130	0-65	0-38	20	**	**	**	1-08	0-30	12	47	**
	189 0000	155 0000					1157 0000	1215 3000			
6120	0-52	0-30	32	**	**	**	0-98	0-20	11	52	**
	175 0000	155 0000					1244 0000	1315 0000			
8020	0-34	0-32	31	62	81	**	1-00	0-87	14	52	109
	127 2500	155 8250					1144 3500	1125 6500			
8030	0-56	0-32	19	50	83	**	1-18	1-15	12	46	**
	141 7500	154 0000					1171 0000	1146 2500			
8730	0-68	0-45	25	**	**	**	1-06	1-00	17-5	51	**
	198 0000	165 0000					1154 0000	1145 0000			

El proceso de extrusión, está sujeto a las siguientes restricciones:

A) La cantidad de reducción para extrusión no debe exceder de aproximadamente 20% del diámetro original del alambre.

Para reducciones mayores son requeridas operaciones secundarias.

B) El dado o la herramienta usada para extruir el material debe tener una descarga, por lo tanto la parte forjada tendrá un ángulo de aproximadamente 14° (28° incluidos) entre el vástago y la sección extruída.

La posibilidad de extruir acero depende del contenido de carbono, a mayor contenido de carbono menor es la posibilidad de extrusión. Aceros con contenido de carbono hasta de un 45% son comúnmente usados en el proceso de extrusión.

GRADOS DE ACERO USADOS PARA FORJAR EN FRÍO
Y PARA FORJAR EN FRÍO CON EXTRUSION

TABLA No. 6

1. GRADOS DE ACERO USADOS COMUNNEMENTE PARA FORJAR EN FRÍO

C1006	C1022	C1008	A1335
C1008	C1030	C1109	A4037
C1013	C1035	C1110	A1340
C1016	C1038	A5120	A5140
C1018	C1040	A0620	A4140
C1020	C1036	A4027	A0640
	C1041	A4130	

2. GRADOS DE ACERO USADOS PARA FORJAR EN FRÍO CON EXTRUSION

C1008	C1018	C1040
C1010	C1010	A5120
C1012	C1030	A0620
C1016		A4130

II.6 ROLADO

Es la operación de formado de la rosca a un perno de dimensiones conocidas. El proceso de rolado de cuerdas tiene un desarrollo reciente. Los registros de que se disponen indican que se mostró por primera vez a principios del siglo XIX. Los archivos de las oficinas de patentes muestran diferentes personas trabajando en su desarrollo, y que la mayoría de sus fundamentos fueron conocidos hace cien años, sin embargo no se empezó a utilizar en la producción regular hasta 1880, y su uso hasta principios de 1940 estaba confinado por completo a la industria de los sujetadores.

Las máquinas de rolado se construyeron más pesadas y confiables, desarrollándose los dados para este objeto con una exactitud comparable a la de los calibradores de roscas, y las técnicas de operación fueron mejorando.

Las máquinas de movimiento alternativo para rolado de roscas con dados planos (en lo que basamos el presente estudio) eran el único tipo comercial que se podía obtener antes de la década de 1940, son las máquinas más apropiadas para el roscado de sujetadores a alta velocidad hasta aproximadamente 25.4mm de diámetro.

El rolado de roscas en máquinas automáticamente para fabricar tornillos es aceptado en la actualidad como método económico, standard para la fácil producción de roscas de precisión a elevados volúmenes de producción.

El rolado de roscas es un proceso sencillo de forjado en frío, confinado casi por completo a roscas externas.

Se le llama proceso de forjado en frío debido a que la mayoría del rolado se hace en piezas en bruto frías. En la actualidad se acepta el rolado de roscas en muchas industrias con el método preferido para producir roscas exactas, lisas, uniformes y de cualidades físicas superiores.

Para rolar las roscas se utilizan dos dados de acero endurecido. Las caras roscadas de estos dados se presionan contra la superficie de una pieza cilíndrica lisa en bruto y se reforma la superficie de esta pieza en roscas al rodar o girar la pieza en bruto sobre las caras del dado.

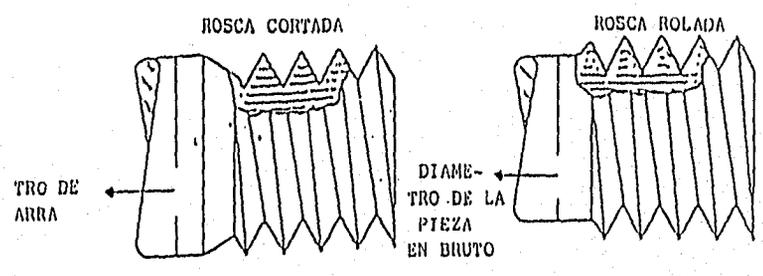
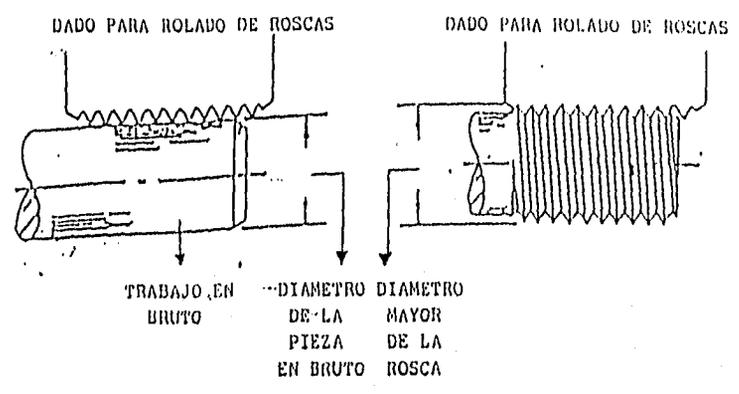
Las caras de trabajo de los dados tienen una forma de rosca que es contraria de la rosca que va a producirse. Al penetrar en la superficie de la pieza en bruto, los dados desplazan el material para formar las raíces de las roscas y forzan el material desplazado

radicalmente hacia afuera para formar las crestas de la rosca. La pieza en bruto tiene un diámetro mayor y menor de la rosca.

A continuación mostramos una comparación entre una rosca cortada y una rolada. A diferencia de otros procesos de roscado, en el rolado no se quita ningún material y consecuentemente no se producen rebabas.

ROSCAS CORTADAS Y ROLADAS

FIGURA No. 13



II. 6. 1 ROLABILIDAD DE LOS MATERIALES.

La rolabilidad la estudiaremos considerando tres aspectos.

- 1.- La resistencia del material a la deformación plástica.
- 2.- Comportamiento del material durante el desplazamiento.
- 3.- El grado de lisura del material rolado.

II.6.2 RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN PLÁSTICA.

Es probablemente el elemento más importante de la rolabilidad de un material. Este elemento determina la carga que se ejerce sobre los dados, y la cantidad de piezas que producen los dados antes de que ocurra una falla en los mismos, así también determina la fuerza necesaria para rolar el material. La resistencia total a la deformación plástica está formada por la combinación de diversas propiedades, entre ellas se encuentran:

- A) El punto de cedencia
- B) Dureza
- C) Resistencia a la fricción interna

Una propiedad importante de los materiales que afecta su rolabilidad es su característica de endurecimiento con el trabajo. Las roscas roladas son más fuertes que las roscas cortadas debido a esta propiedad. La mayoría de los materiales se endurecen con el trabajo en diferente grado.

II.6.3 COMPORTAMIENTO DEL MATERIAL DURANTE EL DESPLAZAMIENTO.

Algunos materiales se rolan con un doblez en la cresta de la rosca, este doblez es de diversos grados, y no siempre visible pero pueden revelarse al ser atacado por ácidos. Los que están familiarizados con este proceso creen que tiene poco efecto sobre la resistencia de la rosca ya que las roscas no fallan a través de la cresta, ya se trate de carga estática o fatiga.

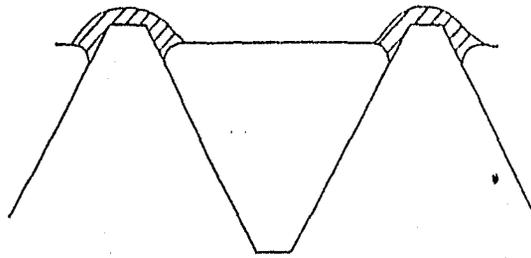
Las roscas cargadas sufren un esfuerzo mayor en la raíz y es el área más beneficiada por el rolado de roscas, es una verdad que las roscas roladas son más fuertes que cualquier tipo de rosca cortada. La preferencia universal de roscas roladas en la industria aeronáutica después de realizar pruebas exhaustivas apoya lo anterior.

Los materiales se desplazan en forma diferente durante el rolado. Esto será ilustrado con la siguiente figura:

El área afectada es grande y profunda. Las áreas trabajadas por cada cresta del dado se traslapan, ocasionando que la sección en el centro entre las raíces de las roscas se mueva finalmente hacia arriba con mayor velocidad.

ROSCA ROLADA

FIGURA No. 14



El grado de lisura del material rolado.

La ductibilidad de los materiales tiene un efecto importante en el uso del proceso de rolado de rosca. La ductibilidad parece estar relacionada con el grado de lisura de la superficie obtenida, y los materiales más dúctiles se rolan con superficies lisas

II.6.3 SELECCIÓN DE MATERIALES PARA EL ROLADO

Los aceros de carbón puro, los aceros estructurales de aleación, los aceros de alta velocidad, los bronce que no contienen plomo y el cobre constituyen la mayoría de los materiales que se usan en la producción de piezas para roscas roladas. La selección de los materiales depende frecuentemente de una combinación óptima de la facilidad con que puedan rolar y maquinarse los materiales.

A continuación presentamos varias tablas como ayuda para seleccionar los aceros aleados y al carbón que se utilizan con mayor frecuencia.

MATERIALES USADOS PARA EL ROLADO DE ROSCAS
DE ACERO ALEADOS Y AL CARBONO

TABLA No. 7

Material		Capacidad para el rolado					NOTAS	
		acabado en la rosca	vida relativa de la herramienta					
Descripcion	AISI No.		15-25	26-32	33-40			
Acero al Carbono	Carbono puro	C1005-C1095	E	H	H-M	N	L	Se prefiere para el rolado. Los de carbono inferior se sumen para partes entrap con cabros.
	Corta Libra	C1115-C1141	G	H	H-M	N		Estos son aceros básicos de Mullin-Silencio y con las su preferidos para el rolado de carbono puro. Cuando se exige equilibrio, C1115, C1110 y tienen un contenido de azufre rolado y no son tan desech
		A1111-A1112	F	H				Estos son aceros acidos de ligeramente contenidos de y azufre y aunque el azufre se acaban las superficies de 60 y 55 grados no se apr te calor calca espina o c plana como las rosca ACME
Aceros con plano carburo y alacenos)	Corta Libra	C1018-L	E	H				
		C1015-L	E	H	N			
		C1117-L	G	H				
		C1141-L	G	H	N			
		C1213-L	G	H	N			
		4140-L	E	H	N			
		4150-L	E	H	N			
		6020-L	E	H				
		8647-L	E	H	N			
Horganso	1320-1310	E	H	H-M	N	L		
Niquel	2117-2145	E	H	H-M	N	L		
	2115-2150	E	H	H-M	N	L		
Niquel-Cromo	2210-2216	E	H-M	N	H-L	L		

CONTINUACION

TABLA No. 7

	Kalibidasa	1017-1064	E	M-N	X	M-L	L		
	Cruco-Kalibidasa	1120-1159	E	M-N	X	M-L	L		
Acroas Alcedos	Miquel-Cruco-Kalibidasa	1217-1219						Se requieren pruebas con sus alaridos para saber. La morfología de subadultos depende de incrementos por edad de estado.	
		1415-1419							
		1518-1519	E	M-N	X	M-L	L		
		1619-1619							
		1812-1813							
	Miquel-Kalibidasa	1563-1619	E	M-N	X	M-L	L	Los Alcedos con hojas de es encorvadas en la parte del y el anterior en solo como la alapa (una). Carbas por 0.25 (uno) el otro a una subadultos por edad y lateral se solo como una de testudina lateral	
	Cruco	1715-1816	E	M-N	X	M-L	L		
	Cruco-Viandis	1820-1821	E	M-N	X	M-L	L		
	Miquel-Mangrova	1925-1911	E	M-N	X	M-L	L		
	Acroas para hacerse y didas	Alto carbona- alto craso	E		X	L			
Acroas Inaudibles		201-217	E		X	L		Color con Alpas de craso- no se subadult por lateral alce. Los propósitos de es alce de craso- no se subadult por lateral del dida. No se produce de lo craso.	
		103-115	E		X	L		Color con Alpas Inaudibles de subadultos y con una color que la parte 300. Sin color ligeros a subadultos en la parte de la parte.	
Acroas de alta velocidad	Temperatura de alta velocidad	111-1-21	E		X	L			
	Kalibidasa de alta velocidad	18-21	E		X	L			
Acroas Mitraciones	Mitraciones M.12		E		X	M-L	L	Una subadulto de otro	

CLASIFICACION DE MAQUINABILIDAD PARA ACEROS
CON ALEACIONES Y AL CARBONO

TABLA No. 8

Material		Dureza			Clasificación de maquinabilidad
Descripción	AISI No.	Rockwell			
		Brinell	Escala B / Escala C		
Aceros al Carbono	C1018	124-165	72-85	+120	50
	C1019	131-170	71-87	+150	50
	C1013	131-170	74-87	+150	50
	C1010	127-171	74-82	+160	65
	C1022	158-192	81-92	+121-1121	70
	C1039	170-212	87-96	+121-1101	65
	C1045	174-217	80-97	+141-1191	65
	C1040	175-229	81-98	+191-21	60
	C1045	177-229	83-98	+181-21	60
	C1050	178-229	83-98	+181-21	50
Aceros al Carbono	C1104	124-166	74-85	+140	85
	C1115	113-148	77-87	+180	85
	C1117	117-171	78-87	+180	85
	C1118	125-177	75-85	+180	80
	C1120	142-177	78-87	+190	80
	C1137	187-229	91-98	+100-21	75
	C1137	187-229	91-98	+100-21	70
	C1111	162-211	90-99	+110-21	65
	R1111	178-229	91-98	+100-21	65
	R1112	178-229	91-98	+100-21	150
Aceros con alto carbono y aleaciones	C1016-L	125-171	75-88	+161	80
	C1015-L	129-229	80-98	+180-21	75
	C1117-L	143-179	78-87	+180	130
	C1111-L	187-231	90-99	+192-21	70
	C1215-L	177-229	87-98	+180-21	100
	A150-L	197-229	91-98	+100-21	70
	A150-L	197-229	91-98	+100-21	65
	B120-L	120-175	67-76	+150-1101	50
	B117-L	183-225	90-98	+190-21	77
	Aceros al Manganeso	1220	170-210	87-98	+150-21
1220		171-215	83-95	+180-22	50
1220		187-211	91-96	+100-21	50
1270		187-211	91-98	+100-21	65
Aceros al Niquel	2113	130-217	88-96	+161-1101	55
	2120	129-229	87-98	+180-21	50
	2119	165-201	90-99	+100-21	15
	2115	138-229	81-98	+161-21	50
Aceros al Cromo	2120	163-207	85-95	+121-1151	60
	2130	138-217	88-96	+180-1101	55
	2140	197-229	91-98	+160-21	55
	2115	167-225	91-97	+100-22	50

ALEACIONES NO FERROSAS

TABLA No. 9

Clasificación del material	Materia usado económicamente	Composición aproximada	Clasificación de solubilidad		Clasificación de maquinabilidad (en % de la de acero)	Nota
			En caliente con la resaca	En frío con la resaca		
Cobre	Cobre electrolítico	Cobre 99.9	E		20	
	Cobre libre de sulfuro	Cobre 99.99 Sulfuro .02	E		20	
	Cobre azulescal	Cobre 99.1 Azufre 0.3	E	H	20	
	Cobre fosforado	Cobre 99.97 Fósforo .03	E		20	
	Cobre con plomo (según especificaciones)	Cobre 99.0 Plomo 1.0	C		80	
	Aleaciones Cobre-Cinc	Bronce Cusnicol	Cobre 98.0 Cinc 19.0	E		20
Bronce Rojo		Cobre 85.0 Cinc 15.0	E		30	
Fundición		Cobre 83.0 Cinc 17.0	E		30	
Bronce bajo		Cobre 80.0 Cinc 20.0	C	H	30	
Bronce para castillos		Cobre 70.0 Cinc 30.0	E		30	
Bronce especial al 66%		Cobre 66.0 Cinc 34.0	E		40	
Bronce especial al 62%		Cobre 62.0 Cinc 38.0	P-C		40	
Metals Munde		Cobre 60.0 Cinc 40.0	F		40	
Bronce de norte libre		Cobre 61.5 Cinc 35.5 Plomo 3.0	F	H	100	
Aleaciones de cobre al 60% con plomo		Cobre 61.5 Cinc 35.75 Plomo 1.75	F-C	H	90	Usado con agua... Efectuado en agua... Cantidad de agua... para fabricar... Marrillo.

CONTINUACION

TABLA No. 9

	Branco con controlado en fin de plomo	Cobre Cinc Esta'o	61.5 31.5 1.0	G-C	H	70	
	Metal del aluminio	Cobre Cinc Esta'o	71.0 28.0 1.0	E	H	30	
	Branco Metal	Cobre Cinc Esta'o	60.25 38.0 .75	F-G	H	30	
Branco con Esta'o	Branco naval con plomo	Cobre Cinc Plomo Esta'o	60.5 36.15 8.0 0.75	F	H	10	
	Branco Tabla	Cobre Cinc Esta'o	60.0 38.25 .75	F-G	H	30	
	Branco Tapeal	Cobre Cinc Esta'o	61.0 38.0 1.0	E	H	20	
	Miquel "A"	Miquel Carbono	88.4 .1	E	H	30	2) Grado de resistencia al trabajo
	Miquel bajo en carbono	Miquel Carbono	88.4 .01	E	H	30	
	D Miquel	Aluminio	4.15	E	H	30	
	E Miquel	Aluminio		G	H	25	
	Metal	Cobre Miquel	10.0 30.0	E	H	60	3) Aluminio que se condensa al trabajo.
Miquel y aleaciones de miquel (Aleaciones)	K metal	Aluminio aluminio aluminio		E	H	10	4) Grado de resistencia y ductibilidad en trabajo.
	L metal			E	H	30	5) Grado de resistencia al trabajo en frío.
	M metal			G	H	70	6) Grado de resistencia al trabajo en caliente.
	N metal	Miquel Cromo Niquel Aluminio		F	H	25	7) Grado de resistencia al trabajo en frío.
							8) Grado de resistencia al trabajo en caliente.

CONTINUACION

TABLA No. 9

	Hastelloy A, B, C	Hollidene Hisco	F	L	30	Existe en este sitio bajo condiciones pa- ra el soldo cuando esta recocido
	AMS 4500	Titanio concrecional puro	E-G	N-L	45	
Titanio	AMS 49AA	Aluminio 6 Vanadio 4 Titanio 90	E-G	L	25	
	AMS 4925	Aluminio 4 Manganeso 4 Titanio 92	E-G	L	25	
		Cobre 99.7 Niquel 1.1 Fosforo 0.2	E	H	**	
	Talvicio Cobre	Cobre 99.5 Zelvio 0.5	G	H	**	
Otras aleaciones		Cobre 98.5 Niquel 1.0 Manganeso 1.0 Al 0.25 Cinc Balance	F	H	**	
		Cobre 97.40 Niquel .35 Niquel 2.05	G	H	**	
		Cobre 97.60 Niquel .35 Niquel 2.05	F	L	**	
		Cobre 95.0 Estat'o 5.0 Fosforo 0.1	E	H	30	
	Cobre con Al de Inconel Inconel Al	Cobre 95.75 Estat'o 4.00 Fosforo .25	E	H	20	Estas aleaciones tienen espesor de cantidad usual de Inconel para la
	Cobre con Al de Inconel Inconel Al	Cobre 95.00 Estat'o 4.75 Fosforo .25	E	H	20	Identificación de la aleación. El estat'o con el aluminio pro- pósito y contribu- ye a las propieda- des de estas alea- ciones para poder trabajar en frío
Bronce Inconel	Cobre con Al de Inconel Inconel Al	Cobre 92.0 Estat'o 7.15 Fosforo .25	G	H	20	
	Bronce Inconel Al de Inconel	Cobre 89.50 Estat'o 10.50	F	H	20	

CONTINUACION

TABLA No. 9

	(grado D)				
	Bronce con -- Cobre	94.00			
	Castor y plal Cota'o	5.00	F	H	50
	no (grado B)	Plaso			
		Cobre			
	Bronce (grado) Cine	4.00			
	ro de carlo	4.00	F	H	50
	libra	4.00			
	Evadur 1010		E		30
	Evadur 1020		G	H	60
	Evadur 1015		E		30
	Duranza I		E		30
	Duranza II		G	H	35
	Duranza III		F		70
Aluslonas de cobre	Bronce Olla.A1		E		30
	Bronce Olla.B1		E		30
	Bronce Olla.D1		G	H	60
	Bronce Olla.G1		E		30
	Herculey 410		G		30
	Herculey 410		E		30
	Herculey 420		G		30
	Herculey 421		E		30
	Bronce con 511 Cobre	85.0			
	de aluslonas	Aluslonas 5.0	E	H	20
	Bronce con 881 Cobre	82.0			
	de aluslonas	Aluslonas 8.0	G	H	20
Bronce Aluslonas	Bronce con 2- luslonas-nyquel		F	H	20
	Bronce-aluslonas 51 nyquel		F	H	10
	Bronce con Nyquel-aluslonas tipo A1		E	H	20
	Bronce con Nyquel-aluslonas tipo B1		E	H	20
	15% cuproni- nyquel		E		
Cuproni-nyquel	20% cuproni- nyquel		E	H	20
	30% cuproni- nyquel		G		
	Nyquel	10.20			
	Plata	Cobre 55.15	E	H	20
		Cian 5.20			
	Plata	Nyquel 12.0			
		Cobre 65.0			

ALUMINIO Y ALEACIONES DE ALUMINIO

TABLA No: 10

Designación de la aleación		Condición	Asistencia de coque a las rodajas	Elasticidad	Clasificación de dureza	Clasificación de resistencia a la tracción	Clasificación de resistencia a la flexión	Notas
Nueva	Antigua							
1100-O	25-O	Recocido	5,000	100	E	G		
		1/4 Medio duro	13,000	55	E	G		
1100-H14	25-1/4H	1/4 Medio duro	11,000	45	E	G		
1100-H16	25-1/2H	1/2 Medio duro	17,000	26	G	G		Estas aleaciones son aluminio coque, principalmente duro y la dureza es controlada proporcionalmente en los tratamientos de aluminio con rodajas para rodajas cuando no se requieren bienes especiales a la tensión.
1100-H18	25-H	Totalmente duro	21,000	33	G	G		
3003-O	35-O	Recocido	6,000	87	E	G		
3003-H12	35-1/4H	1/4 Medio duro	15,000	45	E	G		
3003-H14	35-1/2H	1/2 Medio duro	18,000	26	G	G		
3003-H16	35-3/4H	3/4 Medio duro	21,000	31	F	G		
3003-H18	35-H	Totalmente duro	25,000	32	F	G		
2011-T3	115-T3	Tratado térmico, no recocido	47,000	31	F	E		Estas aleaciones contienen cobre, zinc y aluminio, y normalmente no se usan para rodajas.
2011-T3	115-T6	Tratado térmico, no recocido	44,000	31	F	E		
2014-O	145-O	Recocido	14,000	40	G	G		
2014-H	145-H	Entregado en agua	40,000	55	E	G		Aleaciones de aluminio de resistencia alta, con un uso en accesorios para tornillos.
2014-T	145-T	Tratado térmico, no recocido	40,000	57	F	G		
2017-O	175-O	Recocido	25,000	47	E	G		Buenas propiedades para trabajos en frío. Se usa para partes con cargas y tracción con roscas rodadas.

CONTINUACION

TABLA No. 10

2017-11	173-1	Tratado lana, y en- capuchado	12,000	33	E	H	C	
2117-11	1173-1	Tratado duro	21,000	40	E		C	
2217-0	215-0	Asociado	11,000	43	E	H	G	Algunos procedimientos para trabajo en fibras de uso para textiles con colores para como textiles para interiores.
2217-11	215-1	Tratado duro	16,000	44	E		C	
2221-0	223-0	Asociado	14,000	47	E		G	
2221-11	223-1, 41	3er Paso duro	21,000	49	D		G	
2221-11	223-1, 21	3er Paso duro	21,000	51	F	H	G	
2221-11	223-2, 41	3er Paso duro	21,000	52	F		G	
2221-11	223-11	Tratado duro	26,000	56	F		G	
2221-0	222-0	Asociado	7,000	58	E		G	
2221-11	222-11	Extinguir en agua	10,000	67	E	H	G	Como material para cables, algunos procedimientos no convencionales.
2221-11	222-1	Tratado duro	21,000	44	E		G	
2221-0	222-0	Asociado	20,000	56	E	H	G	Procedimientos incluidos, asociados para trabaja en la fibra suelta.
2221-11	222-11	Tratado duro	18,000	45	F		G	
2221-0	215-0	Asociado	8,000	43	E		G	
2221-11	215-11	Extinguir en agua	21,000	44	E	H	G	
2221-11	215-1	Tratado duro	21,000	52	F		G	
2221-0	223-0	Asociado	20,000	52	F	H	G	
2221-11	223-1	Tratado duro	20,000	52	F		C	

P Correo Acahill sobre C
 C Clasificación de asociación para el movimiento de Estados Unidos
 D El código en las clasificaciones de caso se indica como sigue: 100-centro, 200-centro, 300-centro, 400-centro y 500-centro
 E La vida relativa del caso se indica como sigue: 100-centro, 200-centro, 300-centro, 400-centro y 500-centro
 F La L indica la adición de uno a los otros hilander para mejorar los procedimientos de movimiento.

II.7 VENTAJAS DE LAS ROSCAS ROLADAS

II.7.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.

El forjado en frío que reciben las roscas durante el proceso de rolado las refuerza o aumenta el esfuerzo a la tensión, al cizallamiento y a la fatiga.

II.7.2. RESISTENCIA A LA TENSION.

El trabajo en frío en la superficie incrementa la resistencia a la tensión del metal, en las pruebas estéticas la tensión ha registrado un incremento del 10% en la resistencia a la ruptura de las piezas.

Un área de rosca externa la cual será usada con el propósito de calcular la resistencia a la tensión se calcula de la siguiente forma:

$$A_s = 0.7854 (D - (0.9743 / N))^2$$

DONDE :

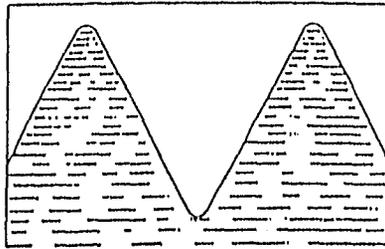
A_s = Resistencia del área en pulgadas cuadradas

D = Medida del diámetro en pulgadas

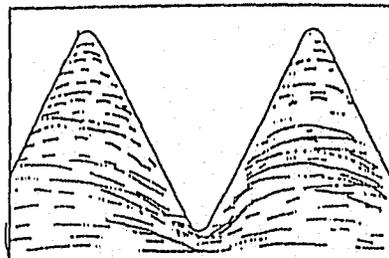
N = Número de Hilos

ROSCA DE FORMA ESTÁNDAR AMERICANA
INTERNA Y EXTERNA

FIGURA No. 15



ROSCA CORTADA



ROSCA ROLADA

II.7.3 RESISTENCIA A LA FATIGA.

El rolado de roscas incrementa la resistencia de las piezas a la falla por fatiga. El rolado con dados planos, deja la rosca con raíces y flancos pulidos, lisos, libres de marcas o desgarramientos que pueden servir como puntos locales de concentración de esfuerzos y por lo tanto puntos para fallas por fatiga.

II.7.4 EXACTITUD.

La producción de roscas exactas, normalmente requiere que se ejercite un control estrecho sobre el diámetro de paso, el de la rosca, el avance para el rolado que para cualquier otro proceso y lo más importante es mantener esa exactitud por largos períodos.

II.7.5 UNIFORMIDAD.

La forma de la rosca de un par de dados para rolar de roscas se reproduce fielmente en las piezas y no cambia durante la vida de los dados. Los dados no se desgastan en la misma forma que otras herramientas de roscado, el desgaste en vez de concentrarse en un filo agudo de corte se distribuye a lo largo de toda la superficie del dado, y relativamente libre de fricción.

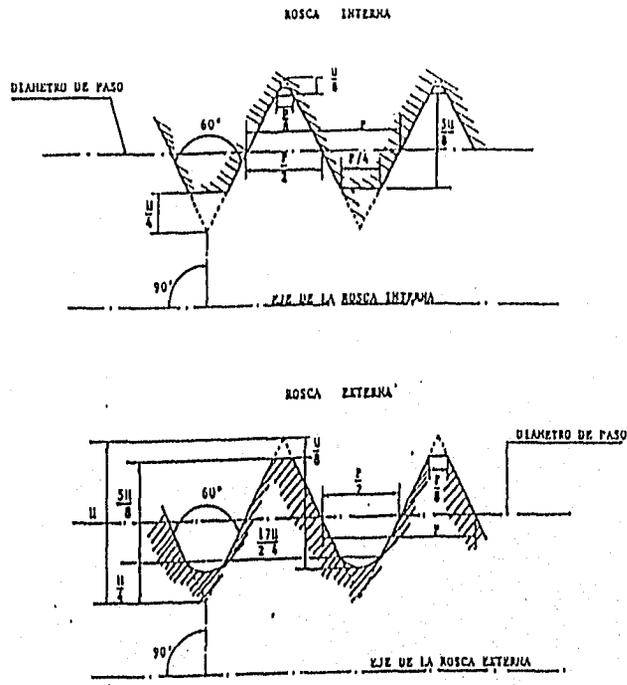
Por lo tanto la forma de la rosca de un dado para roscar no se cambia por erosión. No puede tampoco alterarse por un mal afilado, ya que nunca necesitan afilarse.

II.7.6 RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO.

Cuando se rola una rosca, las fibras del material no se cortan, sino que se reforman en líneas continuas sin ruptura, que siguen los contornos de la rosca.

ROSCA DE FORMA ESTÁNDAR AMERICANA

FIGURA No. 16



Es importante hacer notar que existen dos tipos fundamentales de peines:

A) PEINES NORMALES

B) PEINES DE CORTE

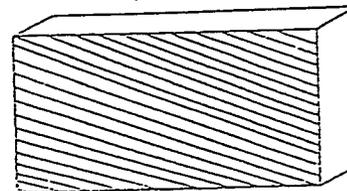
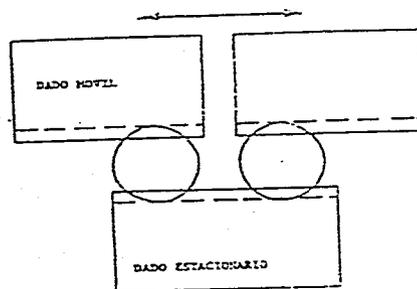
Los peines normales son los que se utilizan para la fabricación de todo tipo de rosca y en especial para tornillos tipo máquina.

Los peines de corte se utilizan para la fabricación de tornillos autoroscantes del tipo A y AB. La principal ventaja de utilizarlos es que se ahorra o elimina un proceso secundario llamado despuntado.

Las máquinas roladoras de tornillos están diseñadas en base a los mismos principios en general (Biela, Manivela, Corredera), sin embargo su funcionamiento difiere un poco en cuanto a la forma de suministro del material. En algunos casos se utilizan tolvas impulsadas por un reductor de velocidad. El otro sistema de alimentación emplea un plato colocado sobre una bobina que produce una vibración tal que el tornillo en proceso se va orientando hacia un riel el cual está unido a una guía con una inclinación de 30 grados sobre la cual se deslizan los pernos gracias al empuje de unas toberas que tiene colocadas el plato.

PEINES PARA ROLAR CUERDAS

FIGURA No. 17



CASA DEL DADO PARA ROLAR

II.8 CONCEPTO SOBRE ROSCAS DE TORNILLOS

Una rosca de tornillo es una cresta de sección uniforme en forma de hélice, sobre la superficie de un cilindro. El símbolo de la serie de rosca indica la forma de ésta así como su tolerancia .

EJEMPLO: 6.4 - 20 X 1 UNC 2H

Tiene un diámetro nominal de 6.4 mm con 20 hilos por pulgada 2H indica la tolerancia permitida en tal rosca y 1 es el largo.

Las series de roscas son un grupo de combinaciones-paso que se distinguen una de otra por el número de hilos, en los Estados Unidos existen dos clasificaciones que son:

A) NORMAL

B) ESPECIAL

La normal consta de tres grupos con pasos graduados basto, fino y extrafino y de ocho grupos con pasos constantes (4,6,8,12,16,20,28 y 32) hilos por pulgada. Dentro de lo posible de los posibles se debe tratar de utilizar la serie normal en ésta, el grupo de cuerdas proporciona mayor resistencia al desgarramiento de las cuerdas interiores.

La serie fina se usa debido a su alta resistencia y donde las partes a unir están sometidas a vibraciones. El grupo de las cuerdas extravenas (UNEF) se usa en aviones y partes mecánicas en las cuales la vibración es crítica, su uso es muy limitado.

II.9 TERMINOLOGÍA DE LAS ROSCAS DE LOS TORNILLOS

DIÁMETRO MAYOR.

Es el diámetro de un cilindro imaginario coaxialmente cuyos límites son los hilos de la rosca externa.

DIÁMETRO MENOR.

Es una cuerda recta será el diámetro de un cilindro coaxial en el cual sus límites imaginarios serán la raíz de la rosca.

DIÁMETRO DE PASO.

Diámetro coaxialmente imaginario que pasar por un punto situado a la mitad de la altura total del hilo, el cual es utilizado para calcular el área de trabajo del tornillo.

PASO.

Distancia medida paralelamente al eje entre dos puntos situados entre dos hilos adyacentes en la misma posición.

AVANCE.

Desplazamiento total que sufre un tornillo al hacerlo girar 360 grados.

TABLA DE ROSCAS CLASE 2B

TABLA No. 11

DIAMETRO NOMINAL			CUERDA INTERNA - CLASE 2B				
(mm.)	No./Pulg.	1)	DIAM. HERRON		DIAM. DE PASO		DIAM. MAYOR
			Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
2.10	2-56 UNC	0.0006	0.0667	0.0737	0.0744	0.0722	0.0660
	2-64 UNF	0.0006	0.0661	0.0753	0.0709	0.0700	0.0660
2.51	3-48 UNC	0.0007	0.0754	0.0845	0.0855	0.0805	0.0760
	3-56 UNF	0.0007	0.0797	0.0865	0.0874	0.0802	0.0760
2.04	4-40 UNC	0.0008	0.0849	0.0939	0.0950	0.0901	0.1120
	4-40 UNF	0.0007	0.0894	0.0968	0.0905	0.1016	0.1120
3.17	1/0-40 UNC						
3.17	5-40 UNC	0.0008	0.0879	0.1082	0.1000	0.1121	0.1250
	5-44 UNF	0.0007	0.1004	0.1079	0.1102	0.1134	0.1250
3.50	6-32 UNC	0.0008	0.1040	0.1140	0.1177	0.1214	0.1300
	6-40 UNF	0.0008	0.1110	0.1190	0.1210	0.1252	0.1300
3.96	5/32-32 UNC						
4.16	8-32 UNC	0.0009	0.1300	0.1390	0.1437	0.1475	0.1640
	8-36 UNF	0.0008	0.1340	0.1420	0.1460	0.1496	0.1640
4.75	3/10-24 UNC						
4.82	10-24 UNC	0.0010	0.1450	0.1560	0.1629	0.1672	0.1900
	10-32 UNF	0.0009	0.1560	0.1640	0.1697	0.1736	0.1900
5.40	12-24 UNC	0.0010	0.1710	0.1810	0.1869	0.1933	0.2100
	12-20 UNF	0.0010	0.1770	0.1860	0.1920	0.1970	0.2100
6.35	1/4-20 UNC	0.0011	0.1900	0.2070	0.2170	0.2223	0.2600
	1/4-20 UNF	0.0010	0.2110	0.2200	0.2260	0.2311	0.2500
7.03	5/16-18 UNC	0.0012	0.2520	0.2650	0.2704	0.2817	0.3125
	5/16-24 UNF	0.0011	0.2670	0.2770	0.2854	0.2902	0.3125
8.52	3/8-18 UNC	0.0013	0.3070	0.3210	0.3344	0.3401	0.3750
	3/8-24 UNF	0.0011	0.3300	0.3400	0.3479	0.3520	0.3750
11.11	7/16-14 UNC	0.0014	0.3600	0.3760	0.3911	0.3972	0.4375
	7/16-20 UNF	0.0013	0.3830	0.3950	0.4050	0.4104	0.4375
12.70	1/2-13 UNC	0.0015	0.4170	0.4340	0.4500	0.4585	0.5000
	1/2-20 UNF	0.0013	0.4460	0.4570	0.4675	0.4731	0.5000
14.28	9/16-12 UNC	0.0016	0.4720	0.4900	0.5001	0.5152	0.5625
	9/16-18 UNF	0.0014	0.5020	0.5150	0.5264	0.5323	0.5625
15.07	5/8-11 UNC	0.0016	0.5270	0.5460	0.5660	0.5732	0.6250
	5/8-18 UNF	0.0014	0.5650	0.5700	0.5809	0.5949	0.6250
19.05	3/4-10 UNC	0.0018	0.6420	0.6630	0.6850	0.6927	0.7500
	3/4-16 UNF	0.0015	0.6820	0.6960	0.7094	0.7159	0.7500
22.22	7/8-9 UNC	0.0019	0.7550	0.7700	0.8020	0.8110	0.8750
	7/8-14 UNF	0.0016	0.7900	0.8140	0.8266	0.8356	0.8750
	1-8 UNC	0.0020	0.8650	0.8900	0.9100	0.9276	1.0000
25.40	1-12 UNF	0.0018	0.9100	0.9200	0.9459	0.9535	1.0000
	1-14 UNF	0.0017	0.9230	0.9300	0.9536	0.9609	1.0000
	1 1/8-7 UNC	0.0022	0.9700	0.9900	1.0322	1.0416	1.1250
20.57	1 1/8-8 UNF	0.0021	0.9900	1.0150	1.0430	1.0520	1.1250
	1 1/8-12 UNF	0.0018	1.0350	1.0530	1.0700	1.0767	1.1250
	1 1/4-7 UNC	0.0022	1.0950	1.1230	1.1572	1.1660	1.2500
31.75	1 1/4-8 UNF	0.0021	1.1150	1.1400	1.1800	1.1700	1.2500
	1 1/4-12 UNF	0.0022	0.9700	0.9900	1.0322	1.0416	1.1250
20.57	1 1/2-8 UNF	0.0021	0.9900	1.0150	1.0430	1.0520	1.1250
	1 1/2-12 UNF	0.0018	1.0350	1.0530	1.0700	1.0767	1.1250
	1 1/2-7 UNF	0.0022	1.0950	1.1230	1.1572	1.1660	1.2500
31.75	1 1/2-8 UNF	0.0021	1.1150	1.1400	1.1800	1.1700	1.2500
	1 1/2-12 UNF	0.0018	1.1000	1.1700	1.1950	1.2030	1.2500

TODAS LAS MEDIDAS EN PULGADAS, EXCEPTO LA 12. COLUMNIA

(1) Para cuerdas con acabado electrolítico o cualquier otro recubrimiento el límite máximo es incrementado por el valor de esta columna.

TABLA DE ROSCAS CLASE 2A

TABLA No. 12

DIAMETRO NOMINAL		CUBEDA INTERNA - CLASE 2A					
Den.	Nº. / Pulg.	II	DIAM. MAYOR	DIAM. DE PASO	DIAM. MENOR		
			Max. Se	Min.	Max.	Min.	Veredal
2.18	2-56 UNC	0.0006	0.0051	0.0013	0.0730	0.0717	0.0625
	2-64 UNF	0.0006	0.0051	0.0016	0.0753	0.0733	0.0662
2.51	2-48 UNC	0.0007	0.0083	0.0020	0.0841	0.0825	0.0727
	2-56 UNF	0.0007	0.0083	0.0017	0.0867	0.0845	0.0761
2.81	1-40 UNC	0.0001	0.1171	0.1061	0.0950	0.0925	0.0805
	1-44 UNF	0.0007	0.1113	0.1061	0.0978	0.0951	0.0831
3.17	1 1/8-40 UNC						
3.17	5-40 UNC	0.0001	0.1042	0.1181	0.1080	0.1054	0.0925
	5-44 UNF	0.0007	0.1043	0.1185	0.1085	0.1070	0.0961
3.40	6-32 UNC	0.0000	0.1372	0.1371	0.1160	0.1141	0.1000
	6-40 UNF	0.0000	0.1372	0.1371	0.1210	0.1194	0.1065
3.96	5/32-32 UNC						
4.16	8-32 UNC	0.0000	0.1631	0.1575	0.1470	0.1390	0.1210
	8-36 UNF	0.0000	0.1632	0.1571	0.1451	0.1424	0.1281
4.75	3/16-24 UNC						
5.82	10-24 UNC	0.0010	0.1890	0.1810	0.1610	0.1586	0.1270
	10-30 UNF	0.0000	0.1881	0.1881	0.1680	0.1658	0.1500
5.48	11-24 UNC	0.0010	0.2150	0.2070	0.1870	0.1845	0.1620
	11-30 UNF	0.0010	0.2150	0.2085	0.1882	0.1886	0.1610
6.35	1 1/8-20 UNC	0.0012	0.2449	0.2401	0.2101	0.2027	0.1876
	1 1/8-24 UNF	0.0010	0.2410	0.2415	0.2150	0.2155	0.2032
7.97	5/16-18 UNC	0.0012	0.3112	0.3026	0.2752	0.2712	0.2420
	5/16-24 UNF	0.0014	0.3114	0.3017	0.2843	0.2806	0.2503
8.52	3/8-16 UNC	0.0013	0.3137	0.3062	0.2731	0.2697	0.2410
	3/8-24 UNF	0.0014	0.3230	0.3167	0.2860	0.2830	0.2520
11.11	7/16-14 UNC	0.0014	0.4361	0.4358	0.3897	0.3850	0.3485
	7/16-20 UNF	0.0013	0.4312	0.4311	0.3827	0.3805	0.3440
11.70	1 1/2-12 UNC	0.0015	0.4915	0.4816	0.4495	0.4425	0.4045
	1 1/2-20 UNF	0.0013	0.4917	0.4906	0.4461	0.4410	0.4024
14.22	9/16-12 UNC	0.0016	0.5609	0.5485	0.5060	0.5010	0.4577
	9/16-18 UNF	0.0014	0.5611	0.5521	0.5050	0.5001	0.4622
15.87	5/8-10 UNC	0.0016	0.6734	0.6617	0.5544	0.5500	0.5110
	5/8-18 UNF	0.0014	0.6736	0.6649	0.5275	0.5230	0.5354
19.05	3/4-10 UNC	0.0018	0.7482	0.7352	0.6132	0.6113	0.5755
	3/4-16 UNF	0.0015	0.7485	0.7381	0.7020	0.7020	0.6710
22.22	7/8-8 UNC	0.0018	0.8731	0.8582	0.8000	0.7841	0.7382
	7/8-14 UNF	0.0016	0.8731	0.8631	0.7720	0.7616	0.7350
	1-8 UNC	0.0020	0.9980	0.9820	0.9150	0.9100	0.8416
25.40	1-12 UNF	0.0018	0.9982	0.9860	0.9141	0.9082	0.8960
	1-14 UNF	0.0017	0.9983	0.9880	0.9510	0.9463	0.9107
	1 1/8-7 UNC	0.0022	1.1220	1.1061	1.0200	1.0130	0.9475
28.57	1 1/8-9 UNF	0.0021	1.1220	1.1070	1.0417	1.0340	0.9695
	1 1/8-12 UNF	0.0018	1.1222	1.1110	1.0161	1.0101	1.0210
	1 1/4-7 UNC	0.0022	1.2476	1.2314	1.1550	1.1476	1.0725
31.75	1 1/4-8 UNF	0.0021	1.2479	1.2320	1.1667	1.1592	1.0915

ROSCAS METRICAS

TABLA No. 13

DIAMETRO NOMINAL	PASO	CUERDA EXTERNA CLASE 6G				CUERDA INTERNA CLASE 6H						
		DIAMETRO MAYOR		DIAMETRO MENOR		DIAMETRO MAYOR		DIAMETRO MENOR				
		MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.			
2.6	0.45	2.310	2.180	2.287	2.218	2.027	1.926	2.6	2.460	2.310	2.236	2.134
3	0.50	2.680	2.474	2.655	2.500	2.367	2.256	3	2.675	2.775	2.459	2.599
3.5	0.60	3.418	3.254	3.089	3.004	2.743	2.615	3.5	3.110	3.212	2.450	3.010
4	0.70	3.979	3.838	3.523	3.423	2.719	2.619	4	3.545	3.663	2.742	3.172
4	10.751	3.979	3.838	3.491	3.401	3.058	2.904	4	3.513	3.631	3.168	3.358
5	0.80	4.976	4.826	4.456	4.361	3.895	3.842	5	4.482	5.605	4.121	4.324
5	10.751	4.976	4.826	4.491	4.401	4.058	3.914	5	4.513	4.631	4.114	4.528
6	1	5.974	5.794	5.324	5.212	4.643	4.563	6	5.350	5.500	4.917	5.152
6	10.751	5.974	5.828	5.491	5.391	5.058	4.904	6	5.512	5.645	5.188	5.378
7	1	6.974	6.784	6.324	6.212	5.747	5.663	7	6.350	6.500	6.017	6.152
7	10.751	6.974	6.828	6.491	6.391	6.058	5.904	7	6.515	6.645	6.188	6.318
8	1.25	7.932	7.760	7.160	7.042	6.438	6.230	8	7.188	7.318	6.647	6.913
8	111	7.974	7.784	7.324	7.212	6.147	6.063	8	7.350	7.500	6.917	7.190
10	1.5	9.968	9.732	8.994	8.862	8.128	8.048	10	9.078	9.208	8.326	8.676
10	10.751	9.976	9.828	9.491	9.391	9.058	8.904	10	9.512	9.645	9.188	9.318
10	117	9.974	9.784	9.324	9.212	8.747	8.663	10	9.350	9.500	8.917	9.152
12	1.75	11.966	11.701	10.829	10.639	9.819	9.543	12	10.826	11.163	10.106	10.441
12	117	11.974	11.784	11.324	11.206	10.747	10.547	12	11.350	11.510	10.917	11.153
12	11.57	11.968	11.732	10.994	10.854	10.126	9.840	12	11.036	11.216	10.316	10.676
14	2	13.961	13.683	12.663	12.502	11.508	11.304	14	12.701	12.913	11.835	12.110
14	111	13.974	13.784	13.324	13.206	12.747	12.552	14	12.350	12.510	12.017	12.152
14	11.57	13.966	13.732	13.094	12.951	12.258	11.880	14	12.026	12.216	11.316	11.767
16	2	15.962	15.681	14.663	14.503	13.508	13.291	16	14.201	14.513	13.835	14.218
16	10.751	15.978	15.838	15.491	15.395	15.058	14.858	16	15.513	16.633	15.188	15.318
16	11.57	15.968	15.732	14.994	14.854	14.128	13.888	16	15.026	15.216	14.376	14.676
18	2.5	17.958	17.633	16.334	16.164	14.877	14.541	18	16.376	16.600	15.294	15.714
18	117	17.974	17.784	17.324	17.206	16.747	16.587	18	17.350	17.510	16.971	17.152
18	11.57	17.968	17.732	16.994	16.854	16.128	15.888	18	17.026	17.216	16.576	16.876
20	2.5	19.958	19.633	18.334	18.164	16.891	16.551	20	18.376	18.600	17.294	17.714
20	11.57	19.968	19.732	18.994	18.854	18.128	17.888	20	19.026	19.216	18.316	18.616
22	2.5	21.958	21.633	20.334	20.164	18.891	18.551	22	20.376	20.600	19.294	19.714
22	11.57	21.968	21.732	20.994	20.854	20.128	19.888	22	21.026	21.216	20.376	20.676
24	3	23.952	23.537	22.602	21.603	20.271	19.665	24	22.051	22.315	20.752	21.252
24	11.57	23.968	23.732	22.994	22.854	22.128	21.878	24	22.076	22.226	21.376	21.676

IGUALS LAS MEDIDAS EN MILIMETROS
Los pasos de la Rosca Mexicana-Fina se encuentran sobre presentada

II.10 PROCESOS SECUNDARIOS

Se llaman procesos secundarios a los que se efectúan después del forjado y antes del rolado, y son:

- RANURADO

- DESPUNTADO

- DESBARBADO

RANURADO.

Es la operación que se lleva a cabo para formar la ranura en las cabezas de los tornillos con el fin de introducir en ellas un desarmador para hacerlo girar.

Es importante hacer notar que este proceso se puede eliminar haciendo que el herramental de forja tenga la impresión de la ranura en el cabeceador, sin embargo la experiencia nos demuestra que es preferible ranurar por separado ya que la calidad es poco mejor y el proceso resulta más económico.

Para ranurar es necesario utilizar máquinas ranuradoras que pueden ser automáticamente o manuales, existen dos tipos de maquinaria para este proceso; la de sierra circular y la de sierra normal. En este caso nos referiremos a la máquina que usa sierras circulares.

Su principio de operación es el siguiente:

La alimentación es idéntica a la de la máquinas roladoras, éstas máquinas cuentan con un disco principal ranurado equidistantemente para poder ajustar el temporizador que al mismo tiempo acciona un empujador para que el disco sea alimentado por éste.

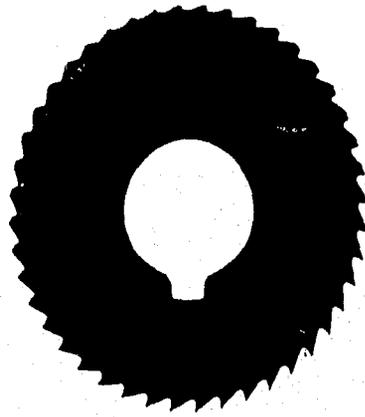
Las sierras utilizadas son de acero de alta velocidad, cuyas dimensiones más comunes son:

69.85 MM. de diámetro exterior por 25.4 MM de diámetro Interior con un espesor variable según sea el diámetro del tornillo que se desea ranurar.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

SIERRA CIRCULAR

FIGURA No. 18



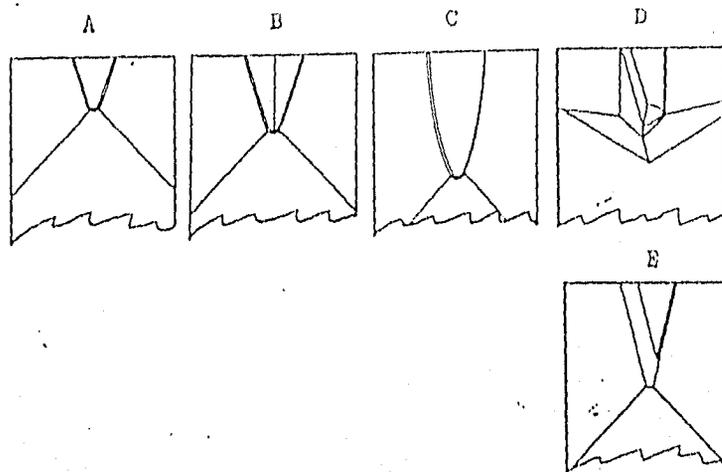
II.10.1 DESPUNTADO

Este proceso es utilizado para formar la punta del tornillo cuando el diseño de éstos así lo requiera.

El despuntado es muy utilizado para eliminar las puntas de los tornillos que serán rolados en tipo autorroscante (A y AB). Este proceso puede ser eliminado si se utilizan peines de corte para rolar cuerdas.

DADOS PARA DESPUNTAR TORNILLOS

FIGURA No. 19



- A.- PUNTA DE CONO
- B.- PUNTA DE DIAMANTE
- C.- PUNTA DE BALISTICA
- D.- PUNTA DE BROCA
- E.- PUNTA RIPO RPD

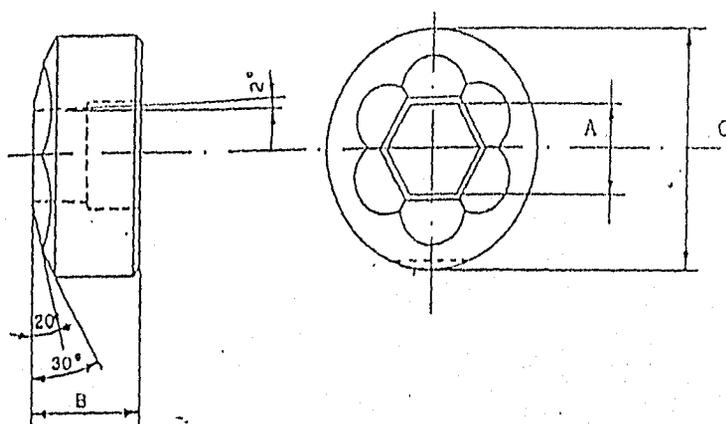
II.10.2 DESBARBADO

Es un proceso de troquelado de la cabeza del tornillo, ya sea hexagonal o cuadrada.

El principio es el de una troqueladora, en la cual se coloca la matriz de las dimensiones correctas, según el diámetro nominal del tornillo y una cabeza móvil efectúa el trabajo de recortado del material por medio de una matriz de corte que funciona como punzón.

MATRIZ HEXAGONAL PARA DESBARBAR TORNILLOS

FIGURA No. 20



A.- DISTANCIA ENTRE CARAS

B.- ANCHO DE LA MATRIZ

C.- DIÁMETRO EXTERIOR

CAPITULO III

MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE TORNILLOS

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

De acuerdo al tipo de formas que se usan para la fabricación de tornillos, se distinguen principalmente el redondo y el poligonal. El redondo se utiliza tanto para tornillería forjada en frío como en caliente, y por lo tanto es importante que se encuentre en rollos y previamente preparado.

Las barras de sección poligonal se emplean en los sistemas de forjado en caliente. Las tres secciones más comunes son las redondas, cuadradas y las hexagonales.

Para las piezas que pueden ser forjadas en frío, no es frecuente emplear diámetros mayores de 20 a 25 mm. y éste último, como una excepción, ya que para ello se requiere el empleo de máquinas especiales.

En cuanto a diámetros pequeños que se emplean para forjar en frío y también con el empleo de máquinas automáticamente especiales, es muy frecuente el uso de medidas entre 2 y 5 mm. , teniéndose como algo excepcional diámetros de 6 mm.

III.2 MODOS DE PRESENTACIÓN DE LOS MATERIALES

La forma más común de surtir los materiales por parte de AHMSA es en forma de rollos, siendo varias las razones por las cuales se aconseja esta forma de presentación como son:

La producción continúa a altas velocidades, sin inconveniente de los repetidos cambios e introducciones de los extremos por las guías, como sucediera con las barras, otra de las razones es que dentro de ciertos límites en las longitudes del vástago, la ligera curvatura que puede quedar como remanente de la que tenía cuando el material estaba enrollado, es despreciable.

Hay que tener en cuenta que a pesar de que éstas máquinas están dotadas de rodillos enderezadores, debido a lo reducido de los mismos y a veces al propio material, la curvatura no desaparece por completo, pero queda dentro de los límites permisibles. Naturalmente éste defecto se nota más cuando mayor sea la longitud del vástago.

Para facilitar el manejo de los rollos es normal que tengan un diámetro de 600 a 800 mm. , además hay que tener en cuenta que cuánto más pequeños se hagan, más pronunciada será la curvatura del alambre y por lo tanto mas difícil será enderezar.

En cuanto al peso de los rollos, éste debe variar entre los 40 y 60 kilogramos. De esto se deduce que pueden ser manejados por una sola persona, ya que al ser redondos, pueden incluso transportarse rodando en distancias cortas, pues van debidamente ligados por varios puntos para que no se deshagan.

No obstante en el extranjero, concretamente en los Estados Unidos y Alemania, se emplean rollos de 200 y 300 kilogramos, consiguiendo estas unidades mediante la soldadura adecuada de los extremos de unidades pequeñas.

Como queda dicho el rendimiento es tanto mayor, cuanto mayor sea la longitud y por lo tanto, el peso del rollo, pero estas condiciones están naturalmente condicionadas por las condiciones de la fábrica. El rendimiento es mayor porque al disminuir los paros obligados al tener que efectuar nueva carga de rollo con cierta frecuencia, se disminuyen automáticamente los tiempos perdidos.

Esto se hace notar más, cuando se fabrican tornillos de vástago largo en máquinas automáticamente, es decir, cuando cada unidad consume en su fabricación mayor longitud de alambre.

III.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

En el caso de material para la fabricación de tornillería forjada en frío, el material se presenta laminado en caliente y con tratamiento posterior, como por ejemplo, un decapado.

También el material se presenta en estado duro, es decir, que ha sido trefilado en frío, pero sin precocido posterior, por lo que conserva la dureza superficial propia del trefilado que ha servido para disminuir el diámetro original del alambre desde una medida superior hasta una inferior, que se obtiene con dados para estirar el alambre con núcleo de carburo de tungsteno.

Otra forma de presentarse es aquella que, habiendo sido obtenido por laminación, tiene en sí, cierta acritud para ser estirado en frío, puesto que ésta operación la aumenta aún más. Por ello es preciso dar previamente un precocido para quitar la acritud, después se realiza el estirado.

III. 4 MEDIDAS DEL MATERIAL PARA RECALCAR EN FRÍO.

Las piezas que, como los tornillos, están formadas por un vástago y una cabeza, se fabrican principalmente por los procedimientos de forjado en frío, y en caliente.

Para ello se parte de alambres cuya medida normal, generalmente la máxima, sea ligeramente inferior al diámetro del barreno de la matriz, con el fin de asegurar la entrada del material a la misma. Al producirse el forjado, el material se expande rellenando el espacio libre dejado por el, quedando la pieza a la dimensión deseada.

Dado que en la tornillería moderna se exigen más tolerancias imposibles de conseguir por laminación y, además el aspecto general de la superficie no se admite con fallas de material que afecten su redondez. Para poder obtener piezas totalmente correctas en cuanto a medidas y acabado, se debe partir con alambre previamente preparado mediante el trefilado.

Partiendo del principio de que, como norma general para obtener tornillos forjados en frío, se necesita alambre previamente preparado en cuanto a medidas y a estructura, será preciso, al pedir el material, tener en cuenta la medida final que debe tener el vástago, al mismo tiempo que para trefilar deberá escogerse siempre un diámetro por lo menos un milímetro mayor de la medida que se desee obtener después del estirado.

Esta observación tiene importancia para el trefilado, además de dejar el alambre a la medida adecuada tiene la particularidad de orientar las fibras del material de forma plástica y continúa en toda longitud del rollo, lo que favorece la capacidad de formación en el instante del forjado.

Concretando lo anterior, la medida del alambre para forjar en frío se prepara de modo que sea ligeramente inferior que la del vástago del tornillo que se pretende obtener, es decir, inferior a la nominal deseada en un valor que oscila entre 0.1 y 0.3 milímetros dependiendo de las características del material, de la longitud del vástago y de exigencia en cuanto a precisión de la pieza. Esta diferencia quedará eliminada totalmente al forjar, si el vástago es corto y, será un poco mayor cuanto más largo sea, de tal manera que las medidas nominales se conseguirán en los extremos y se van perdiendo hacia el centro del tornillo.

La medida final del vástago dependerá de la medida que se le haya dado a la matriz, es decir, que nunca se obtendrá un vástago mayor que el diámetro de la propia matriz.

Este principio a pesar de ser tan simple, es importante tenerlo en cuenta en el momento de planear o pedir las materias primas, pues de la tolerancia que permite el vástago y la medida que se tenga u obtenga en las matrices, dependerá la duración de éstas. A veces aunque las matrices se encuentren en buen estado físico y mecánico hay que desecharlas por no cumplir las condiciones geométricas..

III.5 COMPROBACIÓN DE LOS MATERIALES

La industria tornillera se encuentra, aún hoy en día, con el gran problema de la cantidad de defectos tan variados que los materiales presentan y que suponen a veces verdaderos quebrantos en el ritmo de la producción, cuando ésta se ha iniciado sin haber hecho previamente una verificación correcta de los materiales.

Teniendo en cuenta que esta fabricación suele hacerse en cantidades masivas, la aparición de cualquier defecto en el material, supone una pérdida considerable para la empresa.

Esta pérdida no consiste únicamente en pagarle a los operadores sin producir, sino que también, el material hoy en día es de un costo considerable, y más teniendo en cuenta que para ser trabajado mediante el forjado en frío, precisa una serie de operaciones previas de preparación y acondicionamiento. Otro punto que incrementan estas pérdidas y, que en ciertas ocasiones es de valor incalculable por las consecuencias que puede traer consigo, es el retraso en la entrega de un pedido, esto, puede acarrear por parte del cliente, desde sanciones económicas hasta la anulación total de sus pedidos, o lo que es todavía peor, perder definitivamente al cliente.

De todo ello puede desprenderse que la única manera de reducir a un mínimo esta desagradable posibilidad, es realizar una verificación adecuada del material que se compra, especialmente si las piezas que se han de fabricar con él son de una gran responsabilidad mecánica.

En los Estados Unidos el fabricante de tornillos en gran escala prácticamente ya no se preocupa de todos estos inconvenientes, puesto que las fábricas de acero hacen la entrega debidamente verificada, según las normas establecidas de antemano, lo que sin duda es de gran ventaja y tranquilidad para la empresa tornillera.

Por lo tanto, no queda otra salida para el fabricante de tornillos de calidad, que llevar a cabo su propia verificación, checando que el material que ha de transformar presente las condiciones requeridas, lo cual redituará en prestigio para su marca y mayores posibilidades de ampliar su mercado.

Hechas estas consideraciones, pasaremos a señalar algunos aspectos que comprenden la verificación de la materia prima.

III.6 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS QUÍMICO

La relación entre la composición química del material y su propia capacidad de formación, tiene gran importancia, por lo que es fácil suponer que mediante el análisis químico del mismo, se llegará a la conclusión deseada. Para mayor aclaración diremos que a mayor contenido de carbono, mayor dificultad para la formación.

Lo mismo ocurre con algunos elementos de aleación en cierto tipo de aceros, pues la sola presencia de algunos elementos o bien un contenido mayor de alguno de ellos, disminuirá la capacidad de formación.

Teniendo en cuenta que este control no es un procedimiento rápido y que se requiere de un laboratorio y la existencia de personal adecuado, no todas las industrias pueden tenerlo, sin embargo, es muy interesante, porque disponiendo de dicha instalación, pueden controlarse muchas otras cosas que de otro modo quedan ignoradas.

III. 7 PROCEDIMIENTO DE RECALCADO.

Este método por su sencillez y efectividad es de los más empleados pues, además de ser muy rápido, determina automáticamente otros defectos de tipo superficial que el material pudiera contener.

El empleo del mismo resulta altamente práctico, puesto que con él puede determinarse no solamente la capacidad de formación, sino que siguiendo un proceso fijado en el recalcado de muestras y escalón escalándolas sucesivamente puede determinarse con bastante certeza el límite de su capacidad de formación.

De este modo pueden aceptarse como aptos ciertos materiales para la fabricación de piezas cuyo recalcado no requiere sobrepasar este límite.

La figura 9 (copias) muestra distintos pedazos con varios grados de forjado, pudiéndose apreciar que al hacer una producción de su altura en un 60% comienza a aparecer una ligera fisura orientada a 45 grados y al reducir hasta un 80% esa fisura se presenta mucho más claramente, casi abierta por completo.

Este porcentaje viene expresado por la relación entre la altura de la muestra antes y después de ser sometida a la acción del forjado.

Debe tenerse en cuenta que la altura inicial de la misma debe guardar una relación con el diámetro. Se comprende que el recalado ser más fácil y con menos problemas, cuanto menor sea la relación de forjado.

Cuando el forjado exige una formación superior a la que se pueda obtener en un sólo golpe, la operación se realiza en una o más fases de trabajo, de no ser así, existe la posibilidad de flexión lateral.

El valor de la relación de forjado puede expresarse así:

$$E = L / D$$

L = LONGITUD DEL TROZO

D = DIÁMETRO

VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE LA SUPERFICIE.

Los defectos superficiales que el material puede presentar, suelen tener durante el trabajo en serie o masivo las mismas manifestaciones exteriores, por lo que no es importante la procedencia de los mismos sino detectar su existencia para la eliminación de los rollos o brasas de material afectados por dichos defectos.

Para verificar esta calidad superficial, podemos echar mano a procedimientos sencillos, prácticos y eficientes. A continuación detallaremos uno de ellos.

III.8 PROCEDIMIENTO DE ATAQUE POR ÁCIDO

Existen defectos superficiales que no llegan a ponerse claramente de manifiesto con los procedimientos anteriores, debido a su naturaleza o a la forma en las que están dentro del material por lo que no se hacen visibles.

El caso más característico es el de las grietas que siendo longitudinales, están bajo unas capas de escoria, dando a la superficie un aspecto normal.

El ataque con ácido a la superficie tiene la principal misión de disolver la escoria que oculta el defecto, dejándolo completamente al descubierto.

El procedimiento consiste en introducir trozos dentro de una cuba que contenga ácido clorhídrico a temperatura ambiente o ácido sulfúrico calentado.

Este ensayo tiene la ventaja que permite controlar mayores secciones de material y por lo tanto obtener más corteza en los mismos.

Añadiremos también que este ensayo puede ser realizado por personal no calificado, y además de ser práctico resulta económico.

III.9 PREPARACIÓN DE LOS MATERIALES

Acondicionamiento del material para ser trabajado.

Cuando la fabricación de tornillos se realiza por procedimiento de formación en frío, es necesario preparar la superficie del material, para obtenerla completamente lisa y evitar también que la cascarilla o capa de óxido actúe en las herramientas como abrasivo.

Además de éstas dos importantes razones, es preciso trabajar el material superficialmente para conseguir más medidas determinadas con tolerancias estrechas, que son las de entrada a la máquina. Teniendo en cuenta que las condiciones del estado superficial y la exactitud de medidas del material, es tan directamente relacionado con las condiciones totales de la pieza acabada, podemos comprender la gran importancia que tiene la preparación del material.

Con objeto de acondicionar mejor el material para su formación en frío, la fase de preparación de los mismos, se determina con un recubrimiento especial que favorece la realización de los trabajos subsiguientes.

Podemos decir que este acondicionamiento previo del material comprende las siguientes fases:

- DECAPADO
- ESTIRADO
- RECUBRIMIENTOS ESPECIALES
- RECOCIDO

Es bueno hacer notar que el orden que seguimos no indica siempre un orden cronológico, puesto que en ocasiones, por tener que efectuar fuertes reducciones de material siendo preciso hacerlo en varias pasadas, se necesitan también recocidos intermedios, y por consiguiente, los correspondientes decapados.

III.9.1 DECAPADO

La primera operación a realizar sobre un material que debe ser acondicionado para su entrada en fabricación por el método de formado en frío es el decapado.

Este consiste en eliminar la capa de óxido de cascarilla que puede cubrir la superficie del material, para ello se sumerge el acero durante cierto período de tiempo en una solución de ácido; ésta solución puede estar formada por distintos tipos de ácido, incluyendo a veces la propia materia o naturaleza del material a decapar.

Los ácidos más comúnmente usados son el sulfúrico, el ácido clorhídrico, el ácido nítrico y el ácido fosfórico. De ésta variedad de ácidos usados para el decapado los más usados son los dos primeros.

III.9.2 DECAPADO CON ÁCIDO SULFÚRICO.

El baño decapite de ácido sulfúrico es uno de los más económicos y uno de los más empleados.

Tiene el inconveniente de que su actividad a temperatura ambiente es lenta, por lo que es preciso calentarlo, utilizando medios de calefacción adecuados.

En caso de disponer de vapor de agua, éste puede utilizarse como medio de calefacción, resultando muy adecuado.

En caso contrario pueden montarse calefactores eléctricos, protegidos con vainas de plomo, los cuales resisten el ataque del ácido.

Instalado el número suficiente de estos elementos se logran elevar la temperatura del baño a unos 50 grados centígrados, la cual es la más adecuada, aunque también se obtienen buenos resultados a temperaturas superiores e inferiores, lo cual hace de la temperatura un factor variable.

Los factores que se deben tener en cuenta en todo baño de decapado son:

- 1.- TEMPERATURA DEL BAÑO
- 2.- CONCENTRACIÓN DEL ÁCIDO
- 2.- CANTIDAD DEL SULFATO DE HIERRO QUE CONTIENE EL BAÑO.

Atendiendo a la temperatura del baño, se puede elaborar un diagrama, donde se podrá apreciar una serie de curvas, en las que los ejes de las ordenadas representan el contenido de ácido libre en gramos por litro, y en el eje de las abscisas el tiempo en minutos que dura el decapado, directamente relacionado con la temperatura.

En dicha gráfica la primera de las curvas de izquierda a derecha indica que en un baño con 80 GRS/LT. de ácido libre a una temperatura de 80 grados centígrados, se necesita un tiempo de decapado de 5 a 8 minutos.

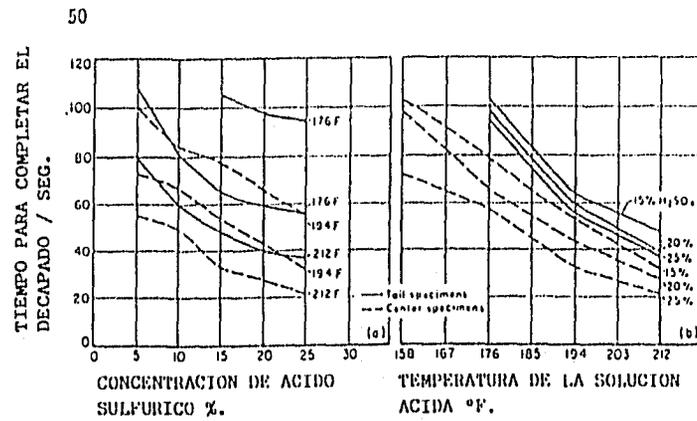
Manteniendo la misma temperatura, pero con 50 GRS/LT. de ácido libre, el tiempo aumenta muy poco, esto entre 7 y 8 minutos.

Al disminuir el contenido de ácido libre a 30 GRS/LT. El tiempo aumentará, entre 10 y 12 minutos, finalmente al descender la cantidad de ácido a 10 GRS/LT. El tiempo se incrementará notablemente, teniéndose, ahora entre 48 a 50 minutos.

Esta misma explicación de la gráfica, puede aplicarse exactamente del mismo modo a las curvas restantes, que representan el proceso descrito, a las temperatura de 60, 50, 35 y 25 grados centígrados. En todas ellas puede apreciarse con mucha claridad, que manteniendo la temperatura correspondiente, el tiempo de decapado aumenta de manera proporcional en función a la disminución de la cantidad de ácido contenido en cada baño, pero al llegar en cada curva a un contenido de 30 GRS/LT. El tiempo pasa a ser un factor determinante, ya que el baño puede llegar a ser económico.

GRAFICA DE TEMPERATURA DE BAÑO

FIGURA No.21



El segundo de los factores que debe ser considerado es la concentración del baño.

La concentración del baño con este tipo de ácido, suele ser de un 15%, lo cual permite que éste sea usado, inclusive aún cuando se haya empobrecido hasta un 2%, debiendo ser renovado en ese momento.

Una forma de alargar la vida del baño decapante, es el de añadir productos limitadores del decapado, que actúan de tal manera, que la acción del ácido se concentra únicamente sobre el óxido y no permitiendo el ataque sobre las superficies no oxidadas. De este modo, el contenido de hierro admisible en un baño, para que trabaje en buenas condiciones, es de 80 GRS/LT. Cuanto mejor sea el ataque, más tardará la solución en llegar al máximo admisible.

Con esta última explicación, se ha hecho referencia al último de los tres factores a considerar en el baño decapante que es la cantidad de sulfato de hierro que contiene el baño.

III.9.3 RECUBRIMIENTO CON CAL

Cuando el material que va a ser forjado en frío, ha sido decapado, enjugado en abundante agua y neutralizado el mismo gancho del cual se suspendió el material al iniciar el proceso, se traslada a otro depósito, que está lleno de un compuesto de agua con cal en suspensión, formando una solución.

Este depósito debe disponer de medios de calefacción para que de esta manera se pueda elevar la temperatura de la solución a unos 90 grados centígrados. El objeto principal de este calentamiento, es que, al extraer los rollos sumergidos en la solución, el agua se evapora rápidamente, quedando solamente adherida, una finísima capa de polvo de cal sobre toda la superficie del material.

Este procedimiento, bastante antiguo y simple, es aún, aplicado con éxito, pero se tiene el peligro de que si el material no entra inmediatamente en fabricación, es muy fácil que se produzca una oxidación interior, durante el período de almacenamiento.

Una causa por la cual se produce dicha oxidación, es por la humedad del ambiente.

Cuando esto sucede, no has mas remedio que volver a efectuar el proceso completo del decapado.

Esto es importante por la conveniencia de que la cal, en forma de capa sea pura, y no sirva de vehículo de arrastre, o aprisione en su propia capa a otros cuerpos, que como el óxido, actúan como abrasivos sobre las herramientas de forja, por producir rozamientos metálicos.

Es conveniente que siempre que se vaya a introducir una carga de material en el depósito de encalado, se renueve todo el baño, llegando incluso al fondo, esto con objeto de levantar la cal que en forma de pequeñas partículas se decanta si el baño se queda estático.

La capa de cal conseguida del modo que se acaba de explicar, puede ser considerada como un recubrimiento superficial y lubricante en seco.

III.9.4 RECUBRIMIENTO CON FOSFATOS

Actualmente se emplean los baños a base de fosfatos que aplicados sobre los alambres estirados o trefilados, se convierten en una gran ayuda, muy directa y de excelentes resultados de los trabajos de forjado en frío.

Antiguamente, el fosfato solo se conocía como elemento de antioxidante, pero este nuevo uso, abre un campo de aplicación a los mismos.

La forma de aplicar el fosfato sobre el material varía según los casos, pero el más común se realiza cuando va a entrar a la máquina, esto es, después del decapado normal, lavado y neutralizado, se procede a fosfatar, por inmersión en baño los rollos de alambre ya estirados, faltando únicamente la última pasada de estirado, que como ya dijimos anteriormente lo deja a la medida de entrada a la máquina.

Después del fosfato, se procede al encalado normal y a continuación se efectúa el último estirado.

Esta última operación, facilita la incrustación del fosfato y la cal en el material, conjuntamente con el elemento de fabricación elegido, el lubricante puede ser estearato de aluminio.

Con todo ello se obtiene una superficie de alambre perfectamente lisa, a medida exacta y preparada de tal modo, que favorece la formación en frío de la cabeza, así como el proceso de extrusión cuando se proceda a realizarlo.

No obstante, cuando se planea fabricar tornillos que en cualquiera de sus fases de fabricación vaya a ser extrusionado el vástago ; la capa de fosfato debe ser más gruesa.

Este proceso de extrusión produce un desgaste de las herramientas bastante considerable, y el fosfato por otra parte aumenta el rendimiento de las mismas hasta en un 70%, de ahí la gran importancia de este recubrimiento superficial.

Esto se logrará con la disminución considerable de rozamiento, entre el alambre y la matriz, evitando, muy particularmente, las incrustaciones del material en la herramienta que provoca rápidamente la no utilización de la matriz y una serie de piezas defectuosas por rayas, que deberán ser separadas de la producción quedando convertidos automáticamente en chatarra.

Otra ventaja que proporciona el fosfato es, su acción protectora contra la corrosión, durante el almacenamiento del material.

Resumiendo, al ser las superficies de roce de las matrices de una dureza relativa, el material encontrará mayor oposición a su avance en el proceso de formación en el interior de las matrices, y por lo tanto, es cuando más se notará la acción del recubrimiento con fosfato.

Y por el contrario, si las matrices están construidas en acero con tratamiento de nitrurado, o con el inserto de carburo de tungsteno, la resistencia que el material encontrará en su formación será menor que el caso anterior, y por esta causa se notará menos la acción del fosfato, aunque con ello no deja de ser tan conveniente e interesante como el caso anterior.

III.9.5 TRATAMIENTOS TÉRMICOS PREVIOS DE LOS MATERIALES

Los tratamientos térmicos sirven para mejorar las propiedades mecánicas de los metales y aleación a fin de hacerlos más aptos para realizar un trabajo determinado.

Se distinguen tres clases de tratamientos térmicos:

Tratamiento de regeneración o recocido, tratamiento de estabilización de un estado molecular o revenido, finalmente el temple. A estos tratamientos se añade a veces la cementación .

A) RECOCIDO

Es un tratamiento térmico que consiste en calentar a una temperatura elevada, generalmente cercana a la zona crítica, manteniendo la temperatura durante algún tiempo y luego dejar enfriar con lentitud.

Así pues, este tratamiento está indicado cuando se desea obtener alguna de las condiciones que a continuación se citan:

- 1.- Ablandar el acero para poder ser trabajado en fases siguientes ya sea, en procesos con o sin arranque de viruta.
- 2.- Destruir tensiones internas después de haber efectuado un maquinado por cualquier medio que haya dado lugar a variaciones bruscas en las formas y dimensiones del material.

- 3.- Para modificar la ductibilidad, tenacidad, características de dureza, de resistencia, etc.
- 4.- Para conseguir cristalizaciones estructurales finas, eliminando fallas de uniformidad y distorsiones en la estructura.
- 5.- Cuando deba destruirse un tratamiento de anterior temple.

B) ESFERORIZACION

Es el proceso de calentar y enfriar que produce una forma globular de carbono se esferORIZAN para mejorar sus condiciones de maquinabilidad.

En los aceros de bajo contenido de carbono, la esferORIZACION se hace para dotar al material de ciertas condiciones de resistencia, antes del tratamiento térmico siguiente.

Está determinado que la esferORIZACION aumenta la resistencia al desgaste, lo cual implica una gran ventaja que debe ser tomada en cuenta.

C) NORMALIZACIÓN

Este tratamiento consiste en calentar a una temperatura superior a la empleada en el recocido, aproximadamente de 37 a 40 grados centígrados. Por encima de la zona crítica superior, dejándose posteriormente enfriar normalmente a temperatura ambiente sin corrientes forzadas.

La normalización proporciona condiciones adecuadas al tamaño del grano. Sin tensiones de ninguna clase, y por lo tanto, con estructuras homogéneas. Particularmente es interesante si después deben realizarse otros tratamientos térmicos.

Cuando el normalizador deba efectuarse en aceros con bajo contenido de carbono, generalmente es suficiente para dejarlo en buenas condiciones de mecanización, puesto que además se habrán eliminado las posibles tensiones internas que aparecen en tratamientos térmicos posteriores al temple.

D) REVENIDO

El propósito del revenido es librar las tensiones del temple. Por lo que se lleva a cabo después de éste además aumenta la tenacidad del acero y da la dureza apropiada para cada uno.

Para poder tener una dureza adecuada, deben consultarse las curvas del revenido, en las cuales se indica la temperatura óptima.

El proceso en sí, consiste en calentar el material a la temperatura adecuada por un tiempo definido, seguido por enfriamiento a temperatura ambiente. Dependiendo del tipo de acero la temperatura varía en el proceso del revenido.

Si el revenido se hace de 200 a 300 grados centígrados se recomienda calcular como mínimo una hora por cada 10 mm. de espesor. Si el revenido se realiza a 150 grados centígrados es necesario un tiempo de aproximadamente dos horas por cada 10 mm. de espesor, y si el revenido se hace de 450 a 650 grados centígrados, basta con calcular 30 minutos por cada 10 mm. de espesor.

El revenido se realiza con frecuencia, observando el color que presenta el material, por lo cual, para facilitar éste trabajo la superficie del material se pule.

Es conveniente agregar que en los aceros de alta aleación, los colores aparecerán a una temperatura más alta que en los aceros normales.

E) TEMPLE

El temple consiste en enfriar un cuerpo más o menos bruscamente después de haberlo puesto a una temperatura bastante elevada. El metal se calienta previamente por encima de los 900 grados c. después se sumerge en agua, aceite, etc., con el temple el acero se hace más duro y elástico. El temple se realiza en forma diferente según la calidad del acero sobre el cual se trabaja y según las propiedades que se desean obtener. Una aleación puede presentar diferentes estados moleculares según la temperatura mantenida: en el enfriamiento brusco mantiene la estructura adquirida en caliente, de modo que el temple de una aleación puede modificar sus propiedades.

F) CEMENTACIÓN

En sentido general, el término cementación, se puede aplicar a toda difusión de un elemento en una pieza de metal mantenido en estado sólido.

Para templar el acero de bajo carbono es necesario aumentar el contenido de carbono de la superficie del acero, o sea, que una capa exterior delgada puede templarse por calentamiento del acero a la temperatura del temple y después enfriando súbitamente. El procedimiento, sin embargo, supone dos etapas distintas, la primera es la operación de carbonizar por saturación de la capa superficial con suficiente carbono, y la segunda representa el tratamiento térmico de las piezas carbonadas para obtener una capa exterior dura y al mismo tiempo dar al núcleo las propiedades físicas requeridas.

III.10 ACEROS Y LA INFLUENCIA DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS EN ELLOS

Por definición, el acero es una composición de hierro y carbón. El acero puede ser aleado con otros elementos para mejorar sus características físicas y mecánicas, así como para producir propiedades especiales, tales como: resistencia a la abrasión o al calor.

Los efectos principales de estos elementos se presentan a continuación:

CARBÓN (C)

No se considera normalmente como aleación, sin embargo es el elemento de más importancia en el acero.

Aumenta la resistencia a la tracción. Aumenta la dureza y da resistencia contra la abrasión y el desgaste. Baja la tenacidad y facilita el maquinado.

MANGANESO (MN)

Elemento que se agrega en la fabricación, para desoxidar y desgasificar aceros. Se combina con azufre para dar una mayor facilidad de maquinado. Aumenta la resistencia a la tracción. Aumenta la dureza y la resistencia contra la abrasión y el desgaste, permite disminuir la tendencia de inestabilidad y aumenta la facilidad de cementado.

FÓSFORO (P)

Aumenta la dureza y la facilidad de maquinado. Sin embargo produce fragilidad y una tendencia a que sea quebradizo en acero.

AZUFRE (S)

Aumenta la facilidad de maquinado en los aceros y disminuye la facilidad de soldar, así como la tenacidad del acero.

SILICIO (SI)

Es desoxidante, desgasificante, aumenta la resistencia a la tracción, aumenta la dureza y la permeabilidad magnética, tica.

CROMO (CR)

Aumenta la resistencia a la tracción, aumenta la dureza y la tenacidad, da resistencia a la aleación y al desgaste.

Permite mayor resistencia a la corrosión y a la oxidación.

NÍQUEL (NI)

Aumenta la resistencia a la tracción, aumenta la dureza sin afectar la tenacidad, también aumenta la resistencia a la corrosión.

MOLIBDENO (MO)

Aumenta la resistencia a la tracción, aumenta la dureza y la tenacidad, conservando la dureza a temperaturas elevadas.

TUNGSTENO (W)

Aumenta la dureza y tenacidad, da mayor resistencia a temperaturas elevadas.

VANADIO (V)

Aumenta la dureza, produce resistencia al golpe, y al choque. Mantiene un grado fino , justifica el efecto de otras aleaciones.

COBALTO (CO)

Mantiene la dureza al roce, aumenta la tenacidad.

ACEROS E INFLUENCIA DE LOS ELEMENTOS
QUÍMICOS EN ELLOS

TABLA No. 14

ACEROS POBRES EN CARBONO

Carbono en % (C %)	Silicio en % (Si %)	Manganeso en % (Mn %)	Fosforo % P _{0.004} %	S %
0.00 a 0.12	0.20 a 0.25	0.20	0.00 a 0.20	0.05

ACEROS CON MEDIANO CONTENIDO DE CARBONO

0.10 a 0.65	0.15 a 0.35	0.30 a 0.50	0.045 a 0.08	0.45 a 0.66
-------------	-------------	-------------	--------------	-------------

ACERO PARA MAQUINAS AUTOMATICAS

0.10 a 0.70	0.40 a 0.50	0.50 a 0.80	0.70	0.10 a 0.25
-------------	-------------	-------------	------	-------------

ACEROS CON ALTO CONTENIDO EN CARBONO

0.75 a 1.00	0.25 a 0.50	0.60 a 0.80	0.30 a 0.45	0.30 a 0.45
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

III.11 ACABADOS O RECUBRIMIENTOS

El recubrimiento o acabado de los tornillos, cumple dos funciones sumamente importantes que son:

A) ESTÉTICA

Casi todos los productos manufacturados de la rama metal mecánica necesitan un acabado final, para que luzcan al máximo; El caso de los tornillos no es la excepción, por lo tanto es conveniente proporcionar un acabado de acuerdo a las necesidades o requerimientos del cliente.

B) PROTECCIÓN

A la mayoría de los tornillos se les recubre para que proporcionen mayor resistencia a los agentes destructivos como son: Desgaste, Descomposición o Atmosferas corrosivas.

Para tener la máxima calidad en este proceso, es necesario limpiar éste producto mediante un barril de flotación. O lo que es más común, por procesos químicos, tales como agentes alcalinos, ácidos, etc. también la limpieza electrolítica es muy usada.

El proceso de galvanización, en general, es la aplicación de un material de espesor muy delgado sobre el metal, o lo que es lo mismo, es la transformación de una superficie por medio químicos eléctricos.

A continuación se mencionan cada uno de los recubrimientos que permiten lograr este proceso:

1. CINCADO (GALVANIZADO)
 - A) CINCADO CROMATIZADO
 - B) CINCADO TROPICALIZADO
2. CADMINIZADO
3. COLORIZADO
4. NIQUELADO
5. CROMADO
6. LATONADO
7. PAVONADO

El hablar de cada uno de estos procesos a detalle, llevaría mucho tiempo, por lo que, sólo nos referiremos a los mas empleados comúnmente en recubrimiento de tornillos.

GALVANIZADO O CINCADO

Existen dos maneras básicas de realizar este proceso. Que son:

- EL MÉTODO DE COLGADO
- EL MÉTODO A GRANEL

El método de colgado se utiliza cuando la pieza a recubrir es muy voluminosa, y su proceso es el siguiente:

El ánodo consiste en un metal puro para recubrir, la pieza que se recubrirá hace las veces del cátodo. El tanque contiene una solución de sales del metal para ser aplicada (para esto se requiere de una corriente eléctrica con una densidad eléctrica de 6 a 24 A/DM², la corriente debe ser continua, por lo que será necesario el uso de un rectificador, cuya capacidad será variable según sean las necesidades de la planta galvanizadora).

Cuando la corriente fluya, el metal del ánodo pasa al electrolito iones de metal disuelto, que son depositados en estado sólido a la pieza. Las propiedades del metal para recubrir y las velocidades dependen de factores tales como: Densidad de corriente, temperatura del electrolito, propiedades del material de la pieza a recubrir, así como condiciones de superficie.

Los baños de cinc se mantienen por lo general a 450 grados centígrados.

En el cincado, se obtienen recubrimientos de espesores relativamente delgados . El espesor mínimo, de la capa es de 0.003 a 0.005 mm.

III.11.2 NIQUELADO

Este recubrimiento se realiza para obtener un aspecto agradable, a la vez que se obtiene una protección anticorrosiva.

Para asegurar una protección suficiente a la capa fina del níquel debe ser, según la calidad de por lo menos, 0.002 mm. a 0.006 mm. cuando se utiliza una capa intermedia de cobre.

El espesor mínimo total de capa oscila entre 0.003 y 0.012mm.

ESPESOR DE CAPAS DE REVESTIMIENTOS
GALVANICOS SOBRE ACERO

TABLA NO. 15

Espesor de capa al mil mm	Revestimientos de cinc	Revestimientos de cadmio	Revestimientos de níquel	Revestimientos de cromo-níquel
	Siabolo	Siabolo	Siabolo	Siabolo
0,040	Zn 40/Fe	--	--	CrNi 40/Fe
0,036	Zn 36/Fe	--	--	CrNi 36/Fe
0,024	Zn 24/Fe	Cd 24/Fe	--	CrNi 24/Fe
0,012	Zn 12/Fe	Cd 12/Fe	Ni 12/Fe	CrNi 12/Fe
0,006	Zn 6/Fe	Cd 6/Fe	Ni 6/Fe	CrNi 6/Fe
0,003	Zn 3/Fe	Cd 3/Fe	Ni 3/Fe	CrNi 3/Fe

Los espesores de capa se refieren aquí solamente a las capas de níquel o cobre-níquel. La capa de cromo tiene, en general, un espesor de 0,0003 mm.

Se utiliza principalmente para metales de recubrimiento de elevado punto de fusión, en los que puede utilizarse el procedimiento de inmersión, sobre todo para el cobrizado, niquelado y cromado .

También se utiliza para metales con bajo punto de fusión tales como el cinc, estaño y cadmio.

CAPITULO IV

HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA LA FABRICACIÓN DE TORNILLOS

IV.1 CONCEPTO SOBRE HERRAMIENTA PARA FORJAR TORNILLOS EN FRÍO

Es indiscutible que en todo proceso de fabricación las herramientas tienen un papel importantísimo para la obtención del producto que se trata de conseguir.

En el caso de la fabricación de tornillos de calidad es de sumo interés estudiar este punto, sobre todo teniendo en cuenta que, la maquinaria para la fabricación de tornillos en frío tiene un precio muy elevado y por lo tanto el valor de la hora - máquina será alto también

Por esta razón es conveniente hacer notar que dicho herramental está en una proporción del 25 por ciento aproximadamente del valor del tiempo empleado en fabricar una partida de mediana importancia (100,000 y 150,000 piezas).

Este valor desciende cuando la cantidad de piezas a fabricar aumenta y cuando la precisión de las tolerancias es más amplia. Por el contrario, dicho valor aumenta cuando la cantidad de piezas disminuye, o bien, lo riguroso de las medidas de los vástagos no permite un amplio aprovechamiento de la herramienta, es decir, que las matrices tienen

menos vida útil debido al estrecho rango existente entre la medida mínima y la máxima admisible.

Este factor es digno de tomarse en cuenta, especialmente al tener que disponer de herramientas formadas por varios juegos o unidades generalmente de aceros especiales, de fabricación laboriosa, de gran exactitud en sus medidas, sometidas a elevadas velocidades de fabricación que originan rápidos desgastes e incluso roturas inutilizándolas para el trabajo en las condiciones para las que fueron diseñadas y construidas.

Cuando las matrices y los punzones se consideran como acabados para las medidas para las cuales fueron originalmente fabricadas pueden aprovecharse sometiéndolas, a un recocido que elimine el temple anterior y darles nuevas dimensiones e incluso nuevas formas y después se vuelven a temprar. En algunas ocasiones tratándose de matrices de barreno recto, pueden transformarse para un diámetro de medida inmediatamente superior.

Con todo lo dicho anteriormente podemos llegar a las conclusiones que encierran lo que verdaderamente debemos tener en cuenta para la fabricación de las herramientas, las cuales son:

1.- CONSEGUIR HERRAMIENTAS DE MÁXIMA DURACIÓN EN EL TRABAJO.

Con esto se aumenta el rendimiento de las mismas, ya que provocan menos paros de instalación.

Esto se logra mediante un estudio de herramental, el modo de construirlo y la forma de explotarlo.

2.- CONSEGUIR UN ABARATAMIENTO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS.

Siendo necesario para ello estudiar detenidamente su proceso constructivo.

IV.2 ESFUERZOS QUE ACTÚAN SOBRE LAS HERRAMIENTAS

Durante el trabajo toda herramienta sufre o soporta esfuerzos que descomponen en primarios o parciales que pueden ser estudiados por separado, pero aparecen simultáneamente, dependiendo su importancia y distribución de la clase de máquina y el procedimiento o método de trabajo empleado.

IV.2.1 ESFUERZOS DE TIPO MECÁNICO

En el forjado, los esfuerzos que se producen son de choque, de compresión y de tratamiento o desgaste. Todos estos esfuerzos aparecen de modo simultáneo, por lo que las herramientas deben construirse de modo que sean resistentes a cada uno de ellos. Por lo tanto deberán tener una elevada tenacidad, una buena resistencia al desgaste y una correcta dureza.

Debemos tener en cuenta que en ocasiones, las condiciones óptimas de resistencia a un esfuerzo determinado son incompatibles con las correspondientes a otro esfuerzo, por lo cual, es muy conveniente asegurarse del tipo de material a emplear en su construcción con el fin de que mediante un tratamiento térmico de la herramienta pueda conseguirse el más alto grado de resistencia a cada uno de los esfuerzos.

Sabemos que contra una acción de desgaste , podemos oponer una elevada dureza de herramienta pero , sin embargo , este no es el estado ideal para soportar lo fuertes choques o compresiones. En cualquier caso , la elección del acero , el correcto tratamiento térmico y el conveniente empleo de la herramienta nos puede conducir a el éxito , a lograr los buenos resultados siempre anhelados.

IV.2.2 ESFUERZOS DE TIPO TÉRMICO

Las herramientas para la formación de tornillos en frío aumentan su temperatura debido a la transformación en calor del esfuerzo mecánico que impulsa el punzón contra el material deformándolo instantáneamente. Por otra parte la rápida deformación del material forjado produce una cantidad de calor que se va transmitiendo por contacto directo a las herramientas.

El valor de esta temperatura es proporcional entre ciertos límites a la velocidad de la máquina , de modo que a mayor número de operaciones por minuto, mayor ser el nivel de calor. Aunque este valor se mantiene relativamente bajo y varía poco a funcionamiento continuo , no llega a transformar las características de las herramientas , sin embargo , pueden tener importancia si las herramientas están compuestas por partes de distintos materiales y por lo tanto siendo distintos sus coeficientes de dilatación.

IV.3 MOTIVOS QUE INFLUYEN EN LA BAJA DURACIÓN DE LA HERRAMIENTA

El rendimiento de la herramienta en general depende directamente de la exigencia de medidas de las piezas a fabricar , de sus dimensiones , de su forma y de las características del material a forjar.

También influyen de modo importante en la duración de las herramientas , el estado en que se encuentre la máquina sobre la que se ha de montar dicha herramienta , puesto que es muy frecuente que en óptimas condiciones de la herramienta , de la materia prima e incluso de formas normales a forjar se dé el caso de bajos rendimientos. Por lo regular en estos casos se ha tenido como factor común el desgaste de las máquinas , producido por las altas velocidades a que trabajan , así como también a la alta calidad de fabricación.

La disminución del rendimiento de las herramientas se debe también a la cascarilla que recubre la superficie del material , ya que esto da una sobre medida que produce un aumento de rozamiento entre la pieza y la herramienta. En el primer caso se recomienda una nueva preparación del material , y en el segundo la eliminación de la cascarilla antes de su introducción en la herramienta.

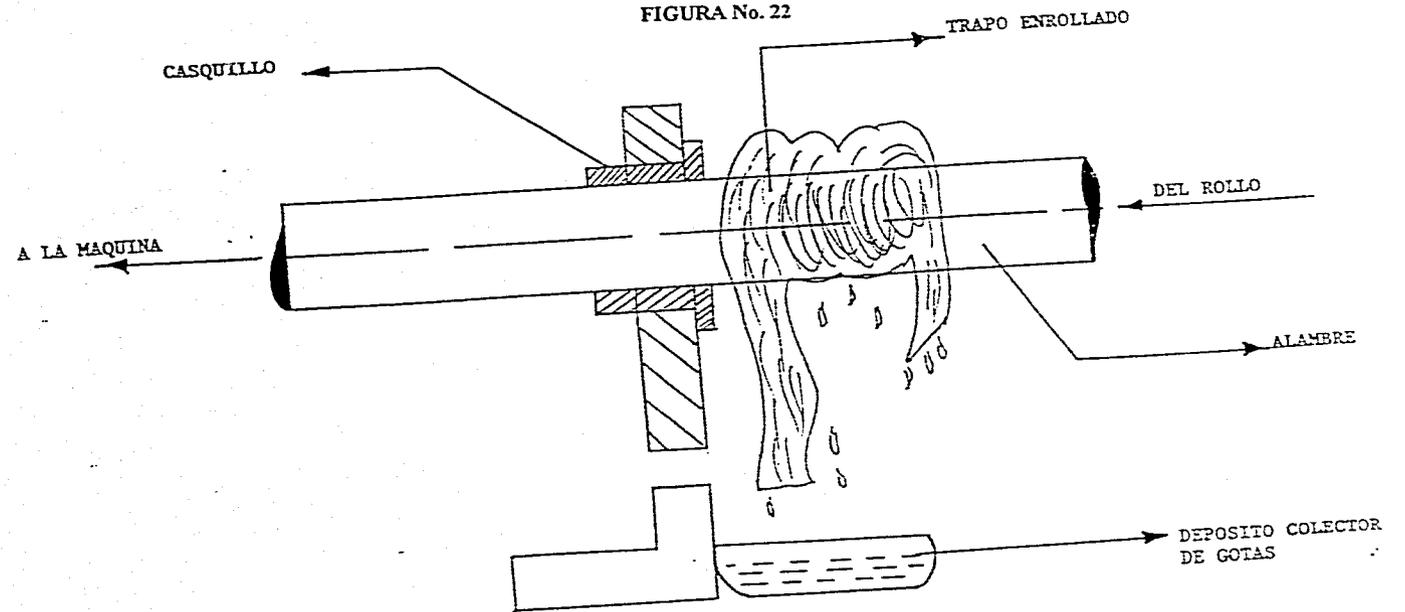
La oxidación también afecta al rendimiento de las operaciones , puesto que la superficie es atacada de óxido actuando sobre las herramientas como abrasivos , de ahí que durante la preparación del material o del alambre se incluyan una fase de recubrimientos a base de cal y fosfato. Esta protección a base de distintos tipos de materiales de recubrimiento , además de su misión de proteger contra la oxidación , facilitan el deslizamiento a través de las herramientas , con lo que se consiguen dos efectos altamente beneficiosos. Además en muchos casos , algunas compañías aconsejan anteponer al sistema de rodillos de alimentación , un sistema para aceitar el alambre , de modo que se obtenga así la disminución aún mas del rozamiento del material con las herramientas y esta misma lubricación actuar sobre los órganos interiores en movimiento , como son los expulsores.

Este sistema de engrase es muy sencillo , puesto que consta de un soporte de 3 o 4 mm. de grueso en forma de escuadra , fijado sobre la misma máquina , sobre este soporte se monta un casquillo de diámetro interior algo mayor que el más grande admitido de acuerdo a la capacidad de la máquina y de una longitud que puede ser de una o dos veces dicho diámetro.

El alambre procedente del propio rollo , pasa a los rodillos de alimentación a través, de dicho casquillo , y queda automáticamente engrasado por una fina película , gracias a un trozo de trapo empapado en aceite que se coloca a la entrada del casquillo ; a este trapo se le va añadiendo aceite a medida como este se vaya secando. Abajo , en el suelo se monta un recipiente sobre el cual caer el aceite que va goteando.

FORMA DE ENGRASAR EL ALAMBRE

FIGURA No. 22



Este sistema tiene la ventaja de que retiene cualquier cuerpo extraño que vaya adherido al alambre y pudiera introducirse en el interior de las herramientas.

Otro aspecto que puede motivar un bajo rendimiento de las herramientas, es el de la descarbonización del alambre o material. La influencia es tal que para un alambre fuertemente descarbonado, el rendimiento de una herramienta puede ser del 50% y menos del que normalmente se haya obtenido en condiciones normalmente de trabajo.

IV.4 OTRAS CAUSAS DE BAJA DURACIÓN DE LA HERRAMIENTA

Hasta ahora hemos considerado los diversos motivos que pueden intervenir en un bajo rendimiento de las herramientas desde el punto de vista externo a la propia herramienta, pero debe tenerse en cuenta que existen varias circunstancias que pueden motivar una baja duración de las mismas, y que pueden ser motivadas por diversos aspectos de su propia fabricación.

De un modo general, los podemos resumir de la siguiente forma:

A) De tipo constructivo o mecánico

Por no haber sido debidamente estudiado su proceso de fabricación; aristas vivas, cambios de sección bruscos, etc.

B) De tipo material

Acero posiblemente no adecuado al trabajo que la herramienta debe ejecutar.

C) De tipo térmico

Por haber sufrido un tratamiento incorrecto al tipo de acero elegido , o bien , que se haya llevado a cabo de modo incorrecto , por ejemplo , temperatura de enfriamiento demasiado alta o un temple irregular que puede motivar la aparición de grietas en las herramientas.

Para más detalle a continuación se presentan una serie de causas y efectos producidos por las mismas, las cuales son las más comunes.

**SUGERENCIAS TÍPICAS PARA MATRICES Y HERRAMIENTAS
USADAS PARA FORJAR EN FRIO**

TABLA No. 16

CAUSAS	EFECTOS
Grietas de trabajo en las superficies de contacto.	Rotura precoz durante el trabajo.
Cambios bruscos de sección, herramienta sin radios unión, y cantos agudos innecesarios sin redondear.	Rendimiento bajo por rotura de vértices y de zonas críticas creadas por las uniones de secciones distintas sin radios de unión.
Temple a temperatura demasiado elevada.	Tenacidad reducida y producción baja. Posible formación de grietas de temple.
Recalentado fuerte.	Grietas en el temple o rotura precoz durante el trabajo, en estas condiciones ya no puede utilizarse.
Temple a temperatura insuficiente.	No temple o lo hace insuficiente. En ocasiones zonas blandas en la superficie de trabajo.
Calentamiento Incompleto irregular, por ser excesivamente rápidos.	Temple irregular. Cantos y/o vértices se rompen. Facilidad de rotura de la capa dura.
Descarburación de la herramienta.	Aparentemente temple insuficiente. Zonas de trabajo blandos. Producción totalmente nula.
Enfriamiento brusco insuficiente.	Capa endurecida irregular y temple insuficiente. Desgaste rápido.
Recocido débil o corto de tiempo, revenido insuficiente por baja temperatura o corto tiempo	Tenacidad escasa. Rotura prematura.
Revenido a temperatura excesivamente alta	Dureza escasa. Fuerte desgaste en superficie de trabajo.

IV.5 DURACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS

Desde luego que este será un comentario poco ambiguo, puesto que la duración esta supeditada a tantos factores que de no reunir solo uno de ellos, todos los demás quedarían inutilizados.

Ante todo la primera variable depende del mismo procedimiento de trabajo; siendo además importante la forma en que las herramientas deben ser construidas para lograr el conjunto que forma el grupo de útiles que la máquina necesite para su funcionamiento.

Por lo general, en un grupo de herramientas de formación en frío, las que más sufren y que deben ser reemplazadas con mayor frecuencia son más matrices. Sin embargo el punzón, la guía de corte, y la misma cuchilla no sufren tanto.

La matriz es la más castigada y generalmente la herramienta a la que más se exige, en cuanto a medidas, pues recuérdese que en su interior tiene la forma del vástago del tornillo, cuyo diámetro se adapta en el momento del forjado a la pared del agujero de la matriz y que al ser expulsado, produce un desgaste de agrandamiento en la misma.

Por esto la matriz es la herramienta que más se cambia durante el trabajo, y más teniendo en cuenta que los vástagos de los tornillos salen a la medida máxima admisible.

Para evitar pérdidas de tiempo es necesario disponer de un buen número de matrices en existencia.

En este caso, por ejemplo, podríamos hablar de las matrices con inserto de carburo de tungsteno.

**SUGERENCIAS TÍPICAS PARA MATRICES Y HERRAMIENTAS
USADAS PARA FORJAR EN FRÍO:**

TABLA No. 17

NOMBRE DE LA PIEZA	TIPO DE ACERO	ANÁLISIS	TRATAMIENTO TÉRMICO
Guía de corte		C. 95%	Calentar a 1475°F
Punzón 1°		Mn 25%	Enfriar en agua
Punzón 2°		Si 20%	Revenir a 450°F
Dado/ o Matriz	AISI-W1		Dureza Rockwell C 58-60
Botadores		C90,Mn 1.30	Calentar a 1750°F
Cuchillas Corte (Sólidas)	AISI-01	Cr.30 W.50	Enfriar en aceite a 400°F. Enfriar al aire a temperatura ambiente . Revenir a 400°F Dureza Rockwell C56-61 Acero alta velocidad.
Insertos de Extrusión	AISI-T1	C.61-65 Cr.4.00 W.18.00 Va.1.0	Precalear a 1450°F. Calentar a 2300°F. Enfriar al aire. Revenir 1050°F. Enfriar al aire. Revenir a 1120°F. En Dureza Rockwell 60-61
Camisas para los insertos	AISI H-13	C.40 Cr.5.00 Si.1.10 M.1.25 Mn.30 Va.90	Calentar a 1850°F Enfriar al aire. Revenir a 1025°F. En - friar al aire. Revenir 2 veces a 1025°F. Enfriar al aire. Du reza Rockwell 47-51

CAPITULO V

CLASIFICACIÓN DE TORNILLOS

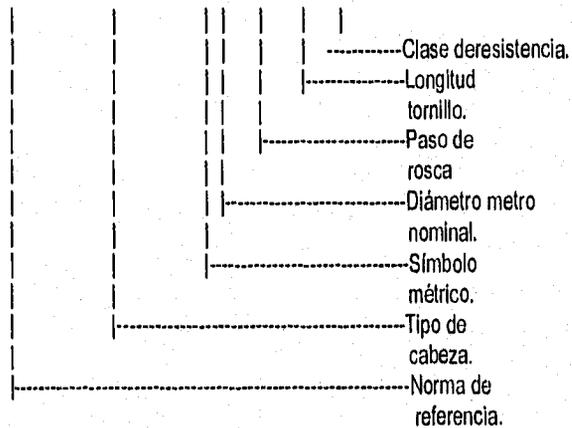
V.1 DESIGNACIÓN SEGÚN NOM

La Norma Oficial Mexicana (NOM) , establece la designación en base al sistema métrico de la siguiente manera:

- Primero se designa el tipo de material
- Norma de referencia
- Tipo de cabeza
- Símbolo métrico diámetro nominal
- Paso de la rosca
- Longitud del tornillo
- Clase de resistencia

Ejemplo:

NOM-30 -Cab.Cilíndrica - M5 - 0.8 - 20 - 4.8



V.2 TIPOS DE CABEZA SEGÚN ISO

Actualmente , ISO toma como base la norma DIN (DAST ISTNORM) que quiere decir "esto es normal " , y se sigue tomando como base dicha norma donde prácticamente se está complementando la norma ISO.

A continuación se dan ejemplos de tipos de cabezas, las cuales se ajustan a la forma física descrita en el manual de tornillos DIN, básicamente son de forma similar a los comprendidos en la norma SAE.

- DIN 63 - Cabeza plana embutida ranurada
- DIN 84 - Cabeza cilíndrica ranurada
- DIN 86 - Cabeza redonda ranurada
- DIN 88 - Cabeza ovalada embutida
- DIN 931- Cabeza hexagonal con o sin ranura

De estos tipos de cabeza enunciados anteriormente se dan a continuación sus principales características como son:

- Diámetro de la cabeza
- Diámetro del vástago
- Profundidad de ranura
- Espesor de cabeza , etc.

V.2.1 PROPIEDADES MECÁNICAS PARA TORNILLOS ISO

La norma ISO indica la clase de resistencia por dos números, el primero multiplicado por diez nos indica la resistencia a la tracción mínima del tornillo, multiplicando ambos números nos da como resultado la resistencia a la cedencia mínima.

En la tabla siguiente se dan las especificaciones mecánicas según la norma ISO.

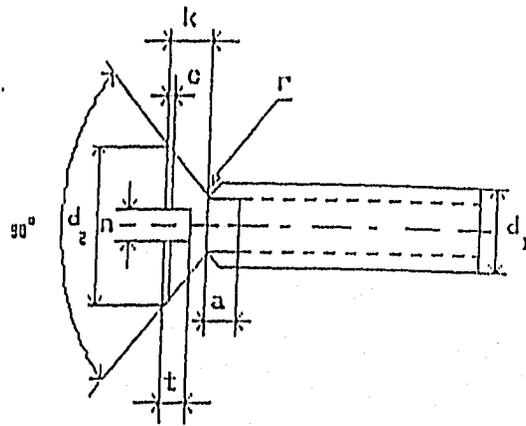
ESPECIFICACIONES MECÁNICAS SEGÚN
LA NORMA ISO

TABLA No. 18

PROPIEDADES MECÁNICAS		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.5	6.8	6.9	8.8	10.0	12.9	14.9
Esfuerzo de Tensión	Min Kg/An	34	40	50	60	80	100	120	140				
	Max Kg/An	48	55	70	80	100	120	140	160				
Esfuerzo de cedencia	2	20	24	32	30	40	36	48	---	---	---	---	---
	kg. mín. Kg/An												
Dureza Brinell HI	Min HB	90	110	140	120	225	280	320	390				
	2 Kg/An	150	170	215	245	300	365	415	---				
Dureza Rockwell	Min HB	49	62	77	88	---	---	---	---				
	HR	HRC	--	--	--	--	18	21	34	40			
HR	HRA	87	88	97	102	---	---	---	---				
	HRC	--	--	7	--	--	31	38	44	49			

TORNILLO CABEZA PLANA
EMBUTIDA RANURADA DIN 63

FIGURA No. 23



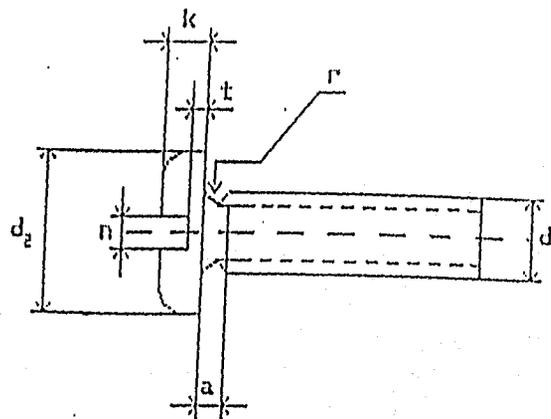
DIMENSIONES TORNILLO CABEZA PLANA
 EMBUTIDA RANURADA DIN 63

TABLA No. 19

d 1	M2.6	M3	(M3.5), M4	M5	M6	M8	M10
e 2.2	1	1	1.2	1.2	1.5	2	2.5
d 2	5	5.5	6	7	8	11	13
k	1.7	2	2.4	2.8	3.5	4	5
n	0.6	0.8	0.8	1	1.2	1.6	2
r	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.8
l	0.9	1	1.2	1.4	1.7	2	2.5

TORNILLO CABEZA CILINDRICA
RANURADA DIN 84

FIGURA No. 24



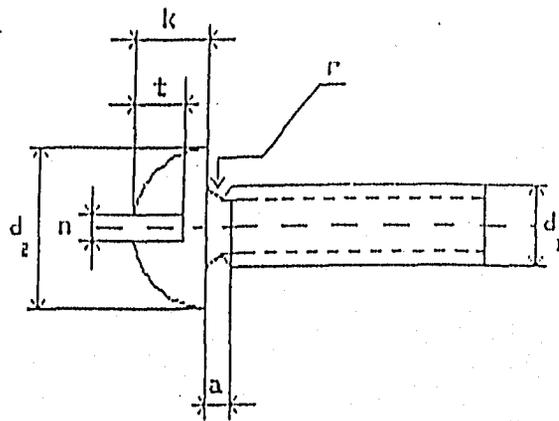
DIMENSIONES TORNILLO CABEZA CILINDRICA
 RANURADA DIN 84

TABLA No. 20

d ₁	H2,6	H3	(H3,5)	H4	H5
a _{max}	1	1	1,2	1,2	1,5
o	0,2	0,25	0,25	0,3	0,3
d ₂	5	5,5	6	7	8
k	1,4	1,5	1,5	1,8	2,3
n	0,6	0,8	0,8	1	1,2
r	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5
t	0,8	0,8	0,8	1	1,2

TORNILLO CABEZA REDONDA
RANURADA DIN 86

FIGURA No. 25



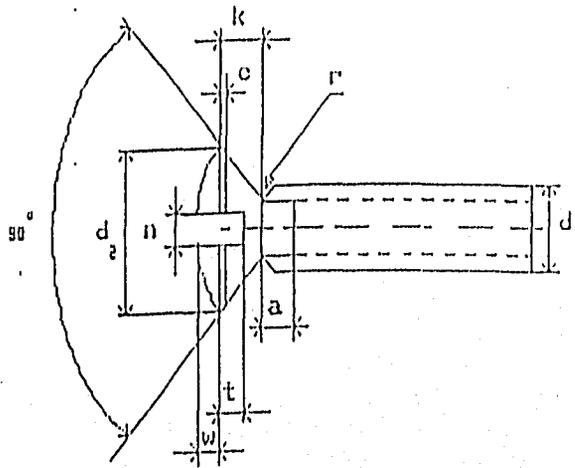
DIMENSIONES TORNILLO CABEZA REDONDA
RANURADA DIN 86

TABLA No. 21

d	H3	H4	H5	H6
1				
a _{max}	1	1.2	1.5	2
d	5.5	7	8	10
2				
k	2.7	3.5	4.5	5
n	0.8	1	1.2	1.6
r	0.3	0.4	0.5	0.6
t	1.3	1.7	2.2	2.5

TORNILLO CABEZA OVALADA EMBUTIDA
RANURADA DIN 88 Y 91

FIGURA No. 26



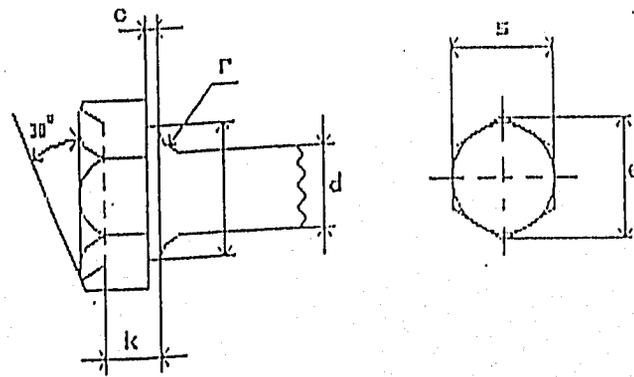
DIMENSIONES TORNILLO CABEZA OVALADA
EMBUTIDA RANURADA DIN 88 Y 91

TABLA No. 22

	DIN 91				DIN 88			
	M2.6	M3	(M3.5)	M4	M5	M6	M8	
d ₁	1	1	1.2	1.2	1.5	2	2.5	
a _{max}	0.2	0.25	0.25	0.3	0.3	0.3	0.4	
d ₂	5	5.5	6	7	9	12	16	
k	1.4	1.5	1.5	1.8	2.3	3.3	4.4	
n	0.6	0.8	0.8	1	1.2	1.6	2	
r	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.8	
t	1	1	1.2	1.5	1.8	2.7	3.7	
w	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	1	1.3	

TORNILLO CABEZA HEXAGONAL
DIN 931

FIGURA No. 27



DIMENSIONES TORNILLO CABEZA
HEXAGONAL DIN 931

TABLA No. 23

d	H4	H5	H6	(H7)	H8	H10
o	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4
e	0,1	0,2	11,5	12,7	15	10,6
k	2,0	3,5	4	5	5,5	7
r	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,5
s	7	0,8	10	11	13	17

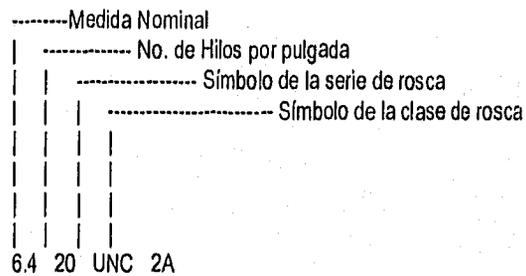
V.3 DESIGNACIÓN DE TORNILLOS SISTEMA SAE

El método normal para designar ricas de tornillos en el sistema SAE es el siguiente:

- Primeramente se da la medida nominal del tornillo
- Numero de hilos por pulgada
- Serie de cuerda
- Símbolo de la clase de cuerda

En algunas ocasiones se complementa la información con el diámetro de paso y su tolerancia.

Ejemplo:



Para tornillos recubiertos (con acabado) de la clase 2A los límites de diámetro de paso deberán acompañarse de las palabras "antes de acabado " , y el diámetro de paso básico deberá especificarse como tal , seguido por las palabras " después del acabado " .

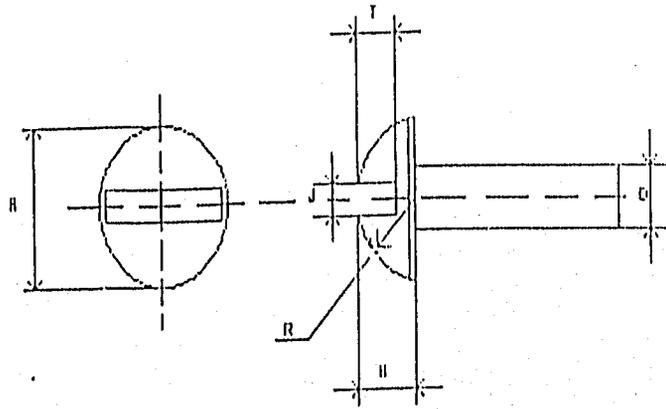
V.3.1 TIPOS DE CABEZA PARA TORNILLOS

La norma SAE designa y cubre los tipos de cabeza para tornillos comúnmente reconocidos como más usuales del mercado , y se describen según su forma de la siguiente manera:

- A) Cabeza estufa ranurada
- B) Cabeza redonda ranurada
- C) Cabeza ovalada embutida ranurada
- D) Cabeza hexagonal (con o sin ranura)
- E) Cabeza fillister ranurada
- F) Cabeza plana embutida ranurada
- G) Cabeza ovalada embutida Phillips

TORNILLO CABEZA
ESTUFA RANURADA

FIGURA No. 28



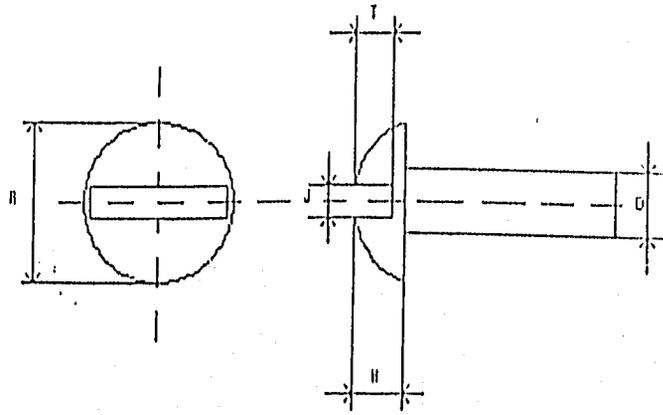
DIMENSIONES TORNILLO CABEZA
ESTUFA RANURADA

TABLA No. 24

No.	D		A		N		J		T		R
	DIAMETRO NOMINAL		DIAMETRO DE LA CATERA		ALVEA DE LA CATERA		ANCHO DE LA RANURA		PROFUNDIDAD DE LA RANURA		
	MAJ. MM.	MIN. MM.	MAJ. MM.	MIN. MM.	MAJ. MM.	MIN. MM.	MAJ. MM.	MIN. MM.	MAJ. MM.	MIN. MM.	
2	2.18	4.92	4.57	1.34	1.44	0.78	0.58	0.78	0.55	3.27	
4	2.91	6.52	6.12	1.75	1.49	0.89	0.39	1.01	0.16	4.29	
5	3.17	7.34	6.90	1.97	1.67	1.09	0.88	1.04	0.15	4.85	
6	3.50	8.15	7.69	2.19	1.87	1.21	0.89	1.11	0.92	5.35	
8	4.16	9.75	9.24	2.58	2.23	1.37	1.14	1.47	1.74	6.45	
10	4.82	11.32	10.78	2.99	2.61	1.52	1.27	1.72	1.34	7.18	
12	5.48	12.87	12.36	3.10	2.99	1.79	1.42	1.95	1.54	8.52	
1/4	6.35	14.55	13.96	3.91	3.37	1.99	1.61	2.29	1.77	9.52	
5/16	7.03	17.72	14.97	4.64	4.11	2.13	1.83	2.69	2.15	11.00	

TORNILLO CABEZA REDONDA
RANURADA

FIGURA No. 29



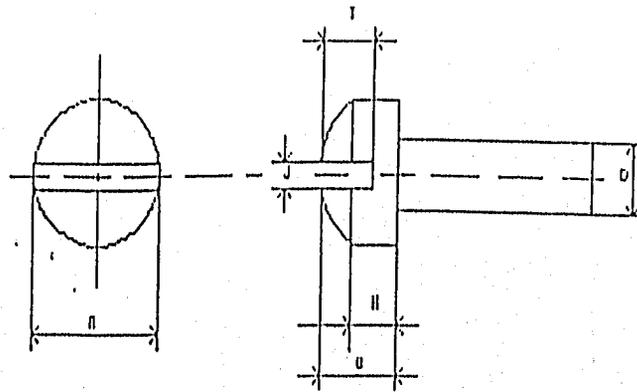
DIMENSIONES TORNILLO CABEZA
REDONDA RANURADA

TABLA No. 25

D		A		H		J		T		
DIAMETRO NOMINAL		DIAMETRO DE LA CABEZA		ALTURA DE LA CABEZA		ANCHO DE LA CABEZA		PROFUNDIDAD DE LA BAHURA		
NOM. SAE	ESTU- FA	MAX. mm.	MIN. mm.	MAX. mm.	MIN. mm.	MAX. mm.	MIN. mm.	MAX. mm.	MIN. mm.	
2	----	2.18	4.11	3.78	1.75	1.40	8.70	0.50	1.24	0.93
4	----	2.94	5.35	4.90	2.10	1.90	0.90	9.70	1.47	1.11
5	1/8	3.17	5.90	5.51	2.41	2.18	1.02	8.88	1.68	1.19
6	----	3.58	6.68	6.09	2.61	2.31	1.21	8.89	1.72	1.29
8	5/32	3.96	7.84	7.28	3.04	2.71	1.31	1.14	1.95	1.47
10	----	4.16	7.84	7.28	3.04	2.71	1.31	1.14	1.95	1.47
12	3/16	4.75	9.11	8.48	3.47	3.12	1.52	1.27	2.20	1.65
14	----	4.82	9.11	8.48	3.47	3.12	1.52	1.27	2.20	1.65
16	----	5.48	10.36	9.78	3.88	3.53	1.78	1.42	2.43	1.85
18	1/4	6.35	11.98	11.25	4.44	4.05	1.90	1.62	2.76	2.08
20	5/16	7.93	14.98	14.14	5.48	5.02	2.13	1.82	3.25	2.51

TORNILLO CABEZA FILLISTER
RANURADA

FIGURA No. 30



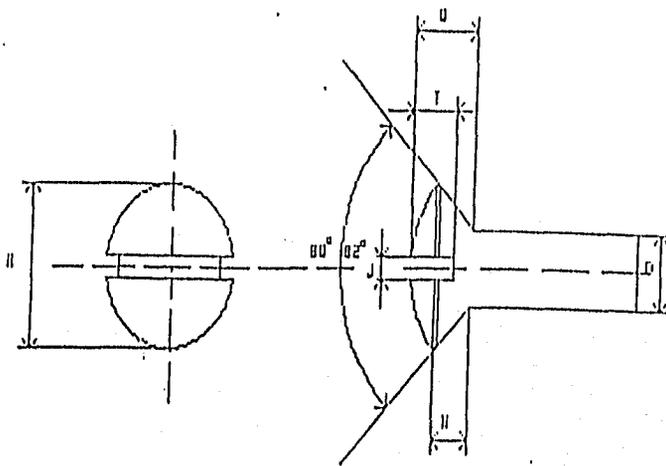
DIMENSIONES TORNILLO CABEZA
FILLISTER RANURADA

TABLA No. 26

D	A		H		G		J		I		
	DIAMETRO DE LA CABEZA		ALCURA PARECIAS DE LA CABEZA		ALCURA TOTAL DE LA CABEZA		ANCHO DE LA RANURA		PROFUNDIDAD DE LA RANURA		
	DIAM.	MIN.	DIAM.	MIN.	DIAM.	MIN.	DIAM.	MIN.	DIAM.	MIN.	
No.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	
2	2.18	3.55	3.14	1.57	1.34	2.19	1.67	0.79	0.59	0.73	0.52
4	2.84	4.64	4.21	2.00	1.75	2.71	2.23	0.99	0.79	1.21	0.82
5	3.17	5.20	4.74	2.23	1.99	3.04	2.54	1.09	0.81	1.37	1.01
6	3.50	5.74	5.28	2.47	2.18	3.35	2.81	1.21	0.97	1.54	1.14
8	4.16	6.35	6.35	2.87	2.51	3.94	3.37	1.37	1.14	1.80	1.31
10	4.82	7.95	7.41	3.30	2.79	4.57	3.94	1.52	1.27	2.10	1.62
12	5.48	9.04	8.48	3.75	3.49	5.20	4.52	1.70	1.47	2.38	1.84
174	6.35	10.31	9.88	4.31	3.73	6.01	5.75	1.90	1.62	2.76	2.20
3/16	7.93	13.15	12.44	5.35	4.82	7.47	6.95	2.15	1.83	3.17	2.39

TORNILLO CABEZA OVALADA
EMBUTIDA RANURADA

FIGURA No. 31



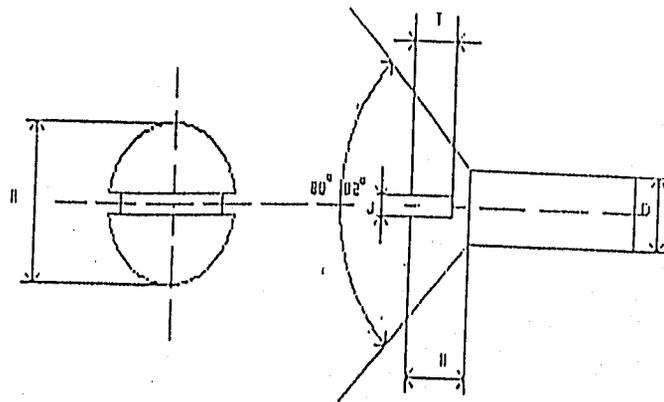
DIMENSIONES TORNILLO CABEZA OVALADA
EMBUTIDA RANURADA

TABLA No. 27

D	A			H	O		J		T		
	DIAMETRO NOMINAL		DIAMETRO DE LA CABEZA		ALTURA PARCIAL DE LA CABEZA	ALTURA TOTAL DE LA CABEZA		ANCHO DE LA RANURA		PROFUNDIDAD DE LA RANURA	
No.	MAX. mm.	MIN. mm.	Altura paralela de la cabeza mm.	Referencia mm.	MAX. mm.	MIN. mm.	MAX. mm.	MIN. mm.	MAX. mm.	MIN. mm.	
2	2.18	4.30	3.98	3.76	1.29	7.03	1.60	0.18	0.58	1.14	0.93
4	2.84	5.21	5.25	4.85	1.70	2.61	2.13	0.99	0.78	1.49	1.24
5	3.17	6.40	5.89	5.58	1.80	2.94	2.41	1.09	0.88	1.70	1.39
6	3.50	1.08	6.52	6.18	2.10	3.25	2.66	1.21	0.99	1.87	1.52
8	4.16	8.43	7.82	7.41	2.54	3.86	3.20	1.37	1.14	2.23	1.82
10	4.82	1.37	8.11	8.03	2.94	4.47	3.75	1.52	1.27	2.61	2.13
12	5.48	11.12	10.41	11.80	5.00	5.00	4.29	1.70	1.42	2.97	2.43
1/4	6.35	12.87	12.11	11.40	3.88	5.89	5.00	1.90	1.62	3.45	2.84
5/16	7.93	16.12	15.24	14.42	4.85	7.26	6.32	2.13	1.87	4.34	3.58

TORNILLO CABEZA PLANA
EMBUTIDA RANURADA

FIGURA No. 32



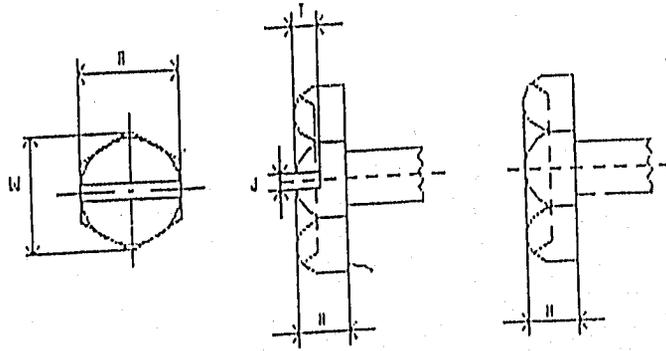
DIMENSIONES TORNILLO CABEZA
PLANA EMBUTIDA RANURADA

TABLA No. 28

D		A			H		J		T	
DIAMETRO NOMINAL		DIAMETRO DE LA CABEZA			ALTURA DE LA CABEZA		ANCHO DE LA RANURA		PROFUNDIDAD DE LA RANURA	
HUN. ISO	ESTU-FA	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
2	----	2.10	4.36	3.73	1.29	0.70	0.50	0.50	0.36	
4	----	2.04	5.71	4.95	1.70	0.99	0.70	0.76	0.50	
5	1/0	3.17	6.40	5.50	1.90	1.09	0.80	0.86	0.55	
6	----	3.50	7.09	6.19	2.10	1.21	0.99	1.14	0.73	
8	5/32	3.98	8.43	7.41	2.54	1.37	1.14	1.14	0.73	
8	----	4.16	8.43	7.41	2.54	1.37	1.14	1.34	0.86	
10	3/16	4.75	9.77	8.63	2.94	1.52	1.27	1.34	0.86	
10	----	4.82	9.77	8.63	2.94	1.52	1.27	1.52	0.99	
12	----	5.40	11.12	9.80	3.35	1.70	1.42	1.77	1.16	
1/4	----	6.35	12.87	11.40	3.80	1.90	1.62	2.23	1.47	
5/16	----	7.03	16.12	14.42	4.05	2.13	1.82	3.35	2.51	

TORNILLO CABEZA HEXAGONAL
CON O SIN RANURA

FIGURA No. 33



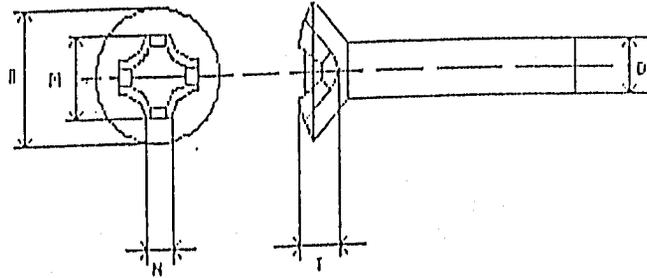
DIMENSIONES TORNILLO CABEZA
HEXAGONAL CON O SIN RANURA

TABLA No. 29

No.	D		G		V		H		Z		T	
	DIAMETRO NOMINAL		DISTANCIA ENTRE PLANOS		DISTANCIA ENTRE ESQUINAS		ALTURA DE LA CABEZA		ANCHO DE LA RANURA		PROFUNDIDAD DE LA RANURA	
	MAX. mm.	MIN. mm.	MAX. mm.	MIN. mm.	MAX. mm.	MIN. mm.	MAX. mm.	MIN. mm.	MAX. mm.	MIN. mm.	MAX. mm.	MIN. mm.
2	2.18	2.17	3.04	3.40	1.27	1.01	----	----	----	----	----	----
4	2.84	4.74	4.58	5.13	1.52	1.24	0.99	0.78	0.91	0.63		
5	3.17	4.74	4.58	5.13	1.77	1.47	1.09	0.88	1.06	0.76		
6	3.50	6.35	6.19	6.90	2.39	2.03	1.21	0.99	1.16	0.83		
8	4.16	6.35	6.19	6.90	2.79	2.43	1.32	1.14	1.42	1.17		
10	4.82	7.92	7.74	8.63	3.04	2.66	1.52	1.27	1.82	1.44		
12	5.48	7.92	7.74	8.63	3.93	3.53	1.70	1.42	2.36	1.95		
1/4	6.35	9.52	9.32	10.38	4.82	4.36	1.90	1.62	2.56	2.10		
5/16	7.92	12.70	12.12	13.81	5.84	5.29	2.13	1.82	3.09	2.54		

TORNILLO CABEZA OVALADA
EMBUTIDA PHILLIPS

FIGURA No. 34



DIMENSIONES TORNILLO CABEZA OVALADA
EMBUTIDA PHILLIPS

TABLA No. 30

No.	D		K		T		K
	DIAMETRO NOMINAL		DIAMETRO DE LA CRUZ		PROFUNDIDAD DE LA CRUZ		ANCHO DE LA CRUZ
	mm.	mm.	MAX. mm.	MIN. mm.	MAX. mm.	MIN. mm.	mm.
2	2.18	2.84	2.55	1.75	1.32	0.45	
4	2.84	3.45	3.12	2.30	1.95	0.48	
5	3.17	4.01	3.68	2.15	1.54	0.71	
6	3.50	4.52	4.19	2.66	2.03	0.76	
8	4.16	4.78	4.54	3.02	2.11	0.78	
10	4.82	5.30	4.97	3.47	2.78	0.83	
12	5.48	6.05	6.52	3.86	3.25	0.96	
1/4	6.35	7.36	7.03	4.39	3.75	1.01	

V.4 PROPIEDADES MECÁNICAS PARA TORNILLOS

Las normas S.A.E. designan las propiedades mecánicas en grados de resistencia, cabe mencionar que de acuerdo a como aumenta el grado, la resistencia es mayor.

Los números de especificaciones de grados más comunes son:

1, 2, 3, 4, 5, 5.1 y 8

En la tabla que veremos a continuación se dan las especificaciones mecánicas según Normas S.A.E.

ESPECIFICACIONES MECÁNICAS SEGÚN
NORMA SAE

TABLA No. 31

MARCA	ESPE- CIFICACION	MATE- RIAL	DIAMETRO	CARGA	ESFUERZO	REDUC-	ELON-	QUEZAS
			NOMINAL	DE	DE TENSION	CIÓN DE	SACION	ORINELL
			en pulgadas	lb./pul ²	en lb./pul ²	MIN. %	MIN. %	(UNS)
	SAE GRADO 1	ACERO BAJO	1/4 -	33 000	60 000	35	10	121-207
		ACERO BAJO	1 1/2					
	SAE GRADO 2	ACERO BAJO	1/4 - 3/4	55 000	14 000	35	10	152-241
		ACERO BAJO	3/4 - 1 1/2	33 000	60 000	35	10	152-241
	SAE GRADO 3	ACERO DE	1/4 - 1/2	85 000	110 000	35	10	230-302
		ACERO DE	1/2 - 5/8	80 000	100 000	35	10	230-302
	SAE GRADO 5	ACERO MEDIO	1/4 - 1	85 000	120 000	35	14	250-313
		ACERO MEDIO	1 - 1 1/2	74 000	105 000	35	14	(23-32)
	SAE GRADO 5.1	ACERO BAJO	> 3/2	85 000	120 000	--	--	
	SAE GRADO 8	ACERO BAJO	1/4 - 1 1/2	20 000	150 000	35	12	313-363
		ACERO BAJO	1 1/2 - 2	20 000	150 000	35	12	(32-38)

CONCLUSIONES

Después de haber concluido con el presente estudio técnico para la fabricación de un tipo de sujetador solo resta participar los siguientes comentarios:

A) Una de las principales llaves para el confort material ha sido el desarrollo tecnológico de artículos útiles sujetos mecánicamente.

B) Hoy en día la industria de los sujetadores debe estar orgullosa de las muchas y continuas contribuciones hacia la producción en serie , ensambles intercambiables y una eficiente ingeniería , lo cual ha traído como consecuencia la obtención de productos que satisfacen las necesidades y deseos de la gente alrededor del mundo , por ejemplo , los tornillos miniatura han incrementado en forma importante desde la segunda guerra mundial , para utilizarse en productos electrónicos , los cuales han llegado ha ser más pequeños y compactos en cuanto a diseño , así también son usados en radios , relojes , grabadoras , televisiones , computadoras y en instrumentos electrónicos espaciales.

C) Por lo tanto , los sujetadores mecánicos han sido y serán indispensables en la historia del hombre , aún hoy en día nuestro progreso industrial depende de la habilidad para unir o ensamblar.

D) Podemos concluir con lo siguiente , los sujetadores mecánicas son las pequeñas cosas que hacen posible ensamblar cosas grandes.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Begeman L. Mayron
Procesos de fabricación.- E.U.A. 1981

- 2.- National Machinery.- 1a. edición.- E.U.A. 1976
Manual de diseño de herramental

- 3.- Industrial Fastener Institute
Fastener Standards.- 6a. edición.- E.U.A. 1988

- 4.- Industrial Fastener Institute
Metric Fastener Standard.- 2da. edición.- E.U.A. 1983

- 5.- Reed Rolled Thread Die Co.
Manual para rolado de roscas Reed Volumen I y II
1a. edición.- E.U.A. 1980