

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

DIMENSIONAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA AFILADORA DE HERRAMIENTAS PARA TORNO

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA

CARLOS ANÍBAL ERAZO YÉPEZ

carloserazo48@hotmail.com

DIRECTOR: ING. RODRIGO LIZARDO RUIZ ORTIZ

rodrigoruiizo@hotmail.com

Quito, Enero 2 015

DECLARACIÓN

Yo, Carlos Aníbal Erazo Yépez, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

.....

Carlos Aníbal Erazo Yépez

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el señor Carlos Aníbal Erazo Yépez, bajo mi supervisión.

.....

Ing. Rodrigo Ruiz
DIRECTOR DEL PROYECTO

DEDICATORIA

A mi propio esfuerzo.

Porque en el devenir de la vida, he aprendido que las cosas buenas requieren de mucha perseverancia, esfuerzo, tiempo, y que para conseguir las, hay que sortear grandes obstáculos, más la satisfacción es muy grande si se lo ha realizado con trabajo propio dotándole de inmenso amor por querer hacerlas de la mejor manera.

CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL

	Páginas
RESUMEN.....	01
INTRODUCCIÓN.....	02
CAPÍTULO 1	
LA HERRAMIENTA DE CORTE	
1.1 Breve historia de las herramientas de corte.....	04
1.2 Fundamentos del corte en el mecanizado.....	06
1.3 La herramienta de corte para trabajos en torno.....	09
1.4 Partes de una cuchilla para torno.....	10
1.5 Geometría de la herramienta de corte.....	11
1.6 Elementos de la herramienta de corte.....	13
1.7 Ángulos de la cuchilla en el plano de medida.....	15
1.8 Medida de los ángulos.....	19
1.9 Influencia de los ángulos de la herramienta.....	21
CAPÍTULO 2	
DESGASTE, DURACIÓN Y MATERIALES DE LA HERRAMIENTA	
2.1 Desgaste de las herramientas.....	24
2.2 Formas del desgaste.....	24
2.3 Causas del desgaste.....	26

2.4	Duración de la herramienta de corte.....	28
2.5	Factores que afectan a la duración de la herramienta.....	30
2.6	Materiales de la herramienta.....	32

CAPÍTULO 3

AFILADO DE LAS HERRAMIENTAS PARA CORTE

Introducción.

3.1	Formas básicas de las herramientas.....	39
3.2	Afilado de una herramienta: manual y mecánico.....	41
3.3	Normas para el afilado.....	46
3.4	Características de las piedras para afilar.....	46

CAPÍTULO 4

DIMENSIONADO Y CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA AFILADORA

Introducción.

4.1	Clasificación de las máquinas afiladoras.....	53
4.2	Estructura de la afiladora de cuchillas.....	55
4.3	Dimensionado de sus elementos.....	61
4.4	Selección de materiales.....	72
4.5	Hojas de proceso.....	73
4.6	Montaje y pruebas.....	84

CAPÍTULO 5

PRÁCTICAS DE AFILADO Y VERIFICACIÓN DE RESULTADOS

5.1	Pruebas de afilado.....	90
5.2	Resultados de las pruebas.....	93
5.3	Manual de operación de la máquina para afilar.....	94
	• Conclusiones.....	97
	• Recomendaciones.....	98
	• Bibliografía.....	99
	• Anexos.....	100
	• Anexo 1 Elección de las muelas para afilar.....	101
	• Anexo 2 Refrigeración del afilado.....	107
	• Anexo 3 Dimensiones normalizadas de ranuras.....	110
	• Anexo 4 Normas INEN para cuchillas de torno.....	112
	• Anexo 5 Planos de la máquina.....	112

RESUMEN

En los talleres de metal mecánica es común observar, que el afilado de una cuchilla para torno se lo realiza en forma artesanal, esto es, tomando en cuenta la habilidad, destreza o experiencia que tenga la persona que realiza esta actividad, efectuando este trabajo en esmeriles adaptados para el efecto, nada técnico y sobre todo sin la precisión que se requiere para el proceso de afilado.

Al construir la máquina afiladora de cuchillas para torno, se propone que el proceso de afilado sea realizado en forma totalmente técnica y mecánica con el grado de precisión que requiere esta actividad, para garantizar mejores acabados en la pieza a trabajar, alargar la vida útil de la herramienta, ahorrar tiempo y esfuerzo, eliminando en lo posible procesos manuales, de tal forma que, se pueda obtener los ángulos y la geometría de la herramienta según especificaciones técnicas.

Para la construcción de la máquina afiladora de cuchillas, se siguió una metodología que empieza por la recolección bibliográfica, con el propósito de conocer el proceso de corte de los metales, la geometría y los ángulos relevantes en una cuchilla; para el dimensionado adecuado de los diferentes elementos que conforman la máquina afiladora, se tomó como punto de partida el tamaño de las muelas abrasivas y el de las cuchillas para torno que existen a la venta en el mercado nacional. Se realizó un prototipo a escala y se seleccionó los materiales tomando en cuenta sus propiedades mecánicas.

La construcción de la máquina cuenta con el respaldo de las hojas de proceso que facilitan seguir la secuencia para su fabricación, así como también, los planos que permiten visualizar las formas y dimensiones de sus elementos.

Con la utilización de esta máquina afiladora se puede concluir que, el proceso de afilado se lo realiza en forma mecánica y no manual obteniendo superficies planas y únicas así como también, los ángulos y geometría de una herramienta para torno según especifican normas y manuales técnicos

INTRODUCCIÓN

Si el afilado de una cuchilla para torno, tiene por objeto proporcionar las características geométricas de una herramienta como son: el tamaño, la forma determinada por los ángulos, la superficie determinada por la rugosidad o aspereza de corte y para que ésta pueda cumplir su función de cortar los diferentes metales en forma de viruta, es necesario que el proceso de afilado sea realizado en forma técnica y con el grado de precisión que requiere esta actividad, para garantizar mejores acabados en la pieza a trabajar, alargar la vida útil de la herramienta, ahorrar tiempo y esfuerzo.

Con la fabricación de la presente máquina afiladora de cuchillas para torno, se propone realizar el proceso de afilado en forma totalmente técnico y mecánico, eliminando procesos manuales, facilitando el montaje y desmontaje de la herramienta y por sobre todo, obtener los ángulos y la geometría de la cuchilla con la precisión que especifican las normas y manuales para los distintos trabajos y operaciones a realizar.

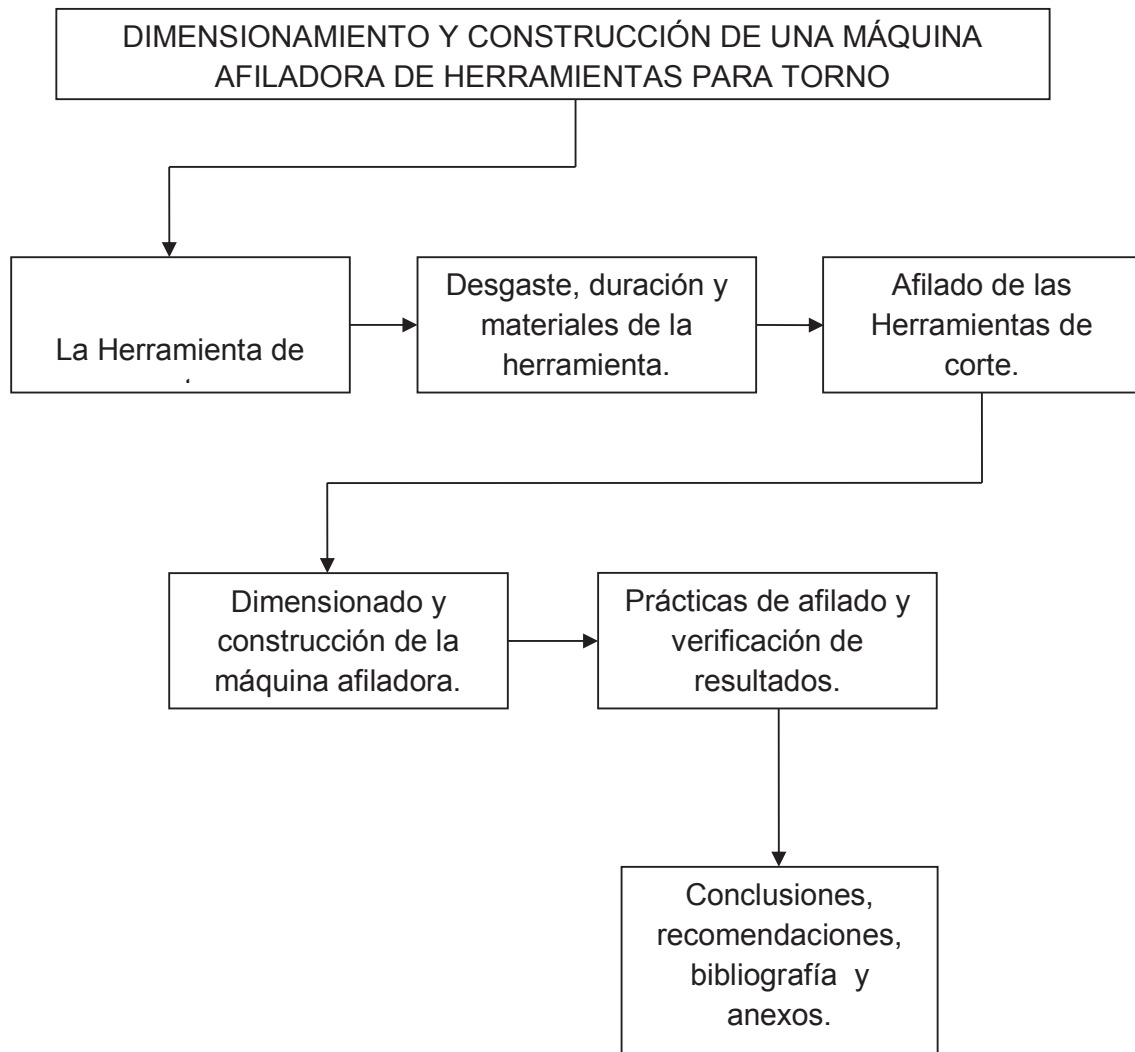
La novedad que presenta esta máquina afiladora es la facilidad, versatilidad en su manejo, la factibilidad de evitar calentamientos localizados en la herramienta, por medio del desplazamiento horizontal de la mesa de trabajo, el posicionamiento de la herramienta en el goniómetro móvil, permitiendo obtener los ángulos y la geometría de la herramienta en forma totalmente mecánica, con la precisión y calidad que se requiere para los distintos materiales a trabajar.

El presente proyecto se encuentra estructurado en 5 capítulos.

- En el primer capítulo, se hace referencia a la **Herramienta de corte**, describiendo sus funciones, elementos e influencia en el corte.
- En el segundo capítulo, se trata acerca del **Desgaste, duración y materiales de una herramienta**, enfocando formas, factores y materiales.

- En el tercer capítulo, se da a conocer el **Afilado de las herramientas para corte**, identificando sus formas, normas y características de las muelas abrasivas.
- En el cuarto capítulo, se especifica el **Dimensionado y construcción de la máquina afiladora** y en ella se detallan la clasificación de las máquinas, dimensionado de sus elementos, hojas de proceso, montaje y pruebas.
- En el quinto capítulo, se presenta las **prácticas de afilado y verificación de resultados**, exponiendo las pruebas, resultados y manual de operación.

La estructura del proyecto se resume en la siguiente cadena de secuencias



CAPITULO 1

1 LA HERRAMIENTA DE CORTE

1.1 BREVE HISTORIA DE LAS HERRAMIENTAS EN LAS DIVERSAS EDADES.

1.1.1 EDAD DE LA PIEDRA, DEL BRONCE Y DEL HIERRO.

Como es conocido ya en el período prehistórico, los instrumentos aptos para golpear, cortar y herir, fueron empleados por el hombre primitivo por la necesidad de procurarse alimento; golpeaban y cortaban los animales; la necesidad de abrigarse: se preparaban vestidos, reparando, limpiando y cortando las pieles de los animales; la necesidad de cobijarse: efectuaban labores de excavación y tala de árboles, para prepararse cuevas y cabañas.

Los hombres primitivos, para llevar a cabo todo esto, recurrieron a los instrumentos y herramientas que la naturaleza les ofrecía: esto es, la piedra. Este período es el llamado la **edad de la piedra**.

Las diversas calidades de piedra obtenidas de canteras, o de los lechos de ríos y torrentes, eran trabajadas primeramente a golpes y, más adelante por frote y pulimentado para mejorar la superficie de corte.

Luego estos simplicísimos y rudimentarios útiles fueron substituidos por otros de metal; primeramente por el cobre, después con el bronce: "**edad del bronce**" y, más adelante, con el hierro, o mejor aleaciones de hierro: "**edad del hierro**". (Debe anotarse que, en la edad del bronce, se ha comprobado que también eran preparados objetos de oro y plata).

Con la ayuda del calor del fuego, los hombres de aquel lejano período, 4 000 a 1 000 años antes de cristo, pudieron tratar de forma conveniente los diversos óxidos minerales, con acción reductora, obteniendo los metales casi puros y formando sucesivamente, mediante refusión, las aleaciones, la primera de las

cuales el bronce, ha podido satisfacer plenamente, ya que en aquella época remota, las propiedades de ésta aleación la obtenían variando los porcentajes de sus componentes: el cobre y el estaño.

El descubrimiento de de los metales hizo que, los mazos, hachas o armas arrojadas empleadas en la antigüedad fueran sustituidas por instrumentos más perfeccionados, así la herramienta más elemental fue el **buril** primitivo. En él aparecen los elementos básicos, que caracterizan a toda herramienta: **mango** y **filo**. Como se puede observar en la figura 1.1

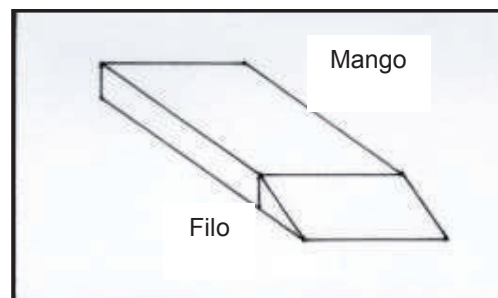


Fig. 1.1 Buril Primitivo

“Hasta hace más de un siglo, los artesanos que fabricaban las herramientas guardaban para ellos los secretos. Pero a partir de la segunda mitad del siglo XVIII se ha introducido el estudio científico y sistemático en la fabricación de las herramientas y el corte de los metales, sin embargo, no se puede decir que ya se haya llegado al final del proceso.

La historia del corte de los metales comienza en la segunda mitad del siglo XVIII. En el año de 1900 F. Reuleaux (Alemania), propuso una teoría que desafortunadamente gozó de gran difusión. En ésta se suponía que la herramienta era comparable a una cuña que penetra en la madera y sostuvo que el filo de corte no entra nunca en contacto con el material que se mecanizaba por la formación de una grieta que precede continuamente a la herramienta.

En el año de 1901 F. Kick (Alemania), dudando de esta teoría, quiso verificar su validez y llegó a la conclusión totalmente opuesta.

En años posteriores se fueron sumando un mayor número de investigadores que estudiaban la duración de la herramienta, los problemas térmicos ocurridos durante el corte de los metales, la presencia del filo recrecido, etc.” (1)

1.2 FUNDAMENTOS DEL CORTE EN EL MECANIZADO

1.2.1 ACCIÓN DE CUÑA EN LA OPERACIÓN DE CORTAR

El proceso de mecanizado puede en cierto modo compararse con el de cortar, arrancar o partir. El elemento empleado desde la antigüedad para cortar, arrancar o partir es la cuña, de cuchillo, de hacha, de pico de cincel o de tenazas. Fig. 1.2



Figura 1.2

La acción de cuña se ve perfectamente clara cuando se trata de rajar un tronco de árbol.

Mediante una fuerza (F) se hace entrar la cuña en el tronco. Penetra la cuña o más fácilmente cuanto más esbelta es. Y es que entonces es aprovechada la fuerza ejercida (F), ya que al disminuir el ángulo de cuña crecen también las fuerzas de corte o arranque (T). Fig. 1.3

(1) Emilio Scoriazza, La Herramienta, España 1 962. Pág. 1,2

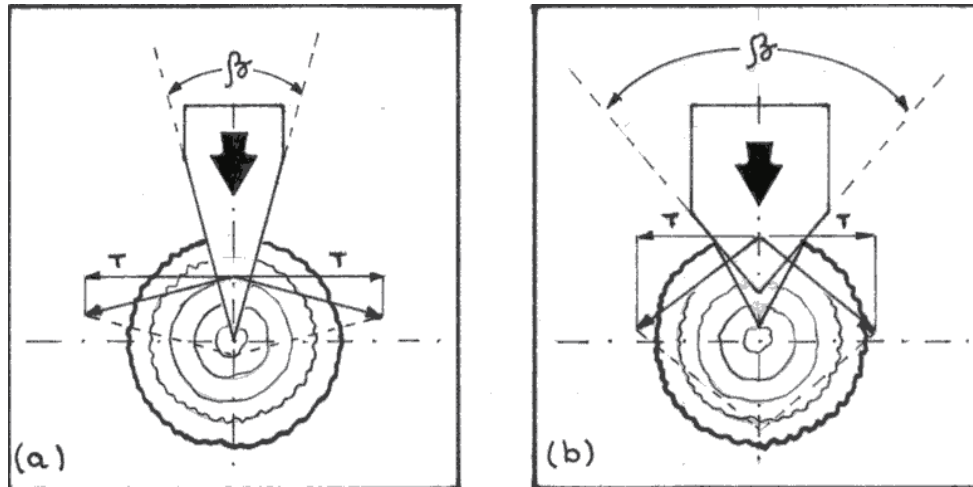


Figura 1.3

A pesar de ser mayor F , las fuerzas de corte o arranque T son menores en el caso (b) que en el caso (a).

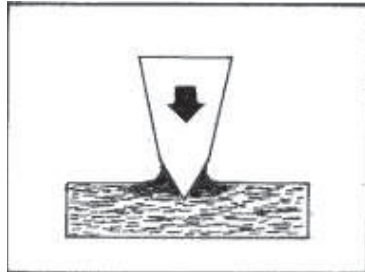
Delante de la punta se forma una raja que se abre tanto más enérgicamente cuanto mayor es el ángulo de cuña. Una cuña esbelta resbala menos hacia fuera porque las fuerzas que actúan perpendicularmente a las caras de la cuña tienden a empujar a la cuña menos fuertemente hacia arriba, es decir, que no pueden echarla tan fácilmente hacia fuera de la raja.

En consecuencia, la magnitud del ángulo de la cuña (β) tiene una importancia decisiva respecto a la eficacia de poder cortar con mayor o menor dificultad.

1.2.2 ACCIÓN DE LA CUÑA AL MECANIZAR

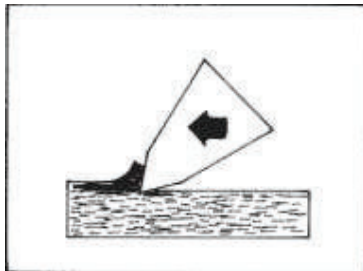
Si se impulsa sobre una pieza la herramienta cuya parte activa tenga forma cónica, se aplastará, se recalcará el material contra las caras de la cuña (de modo especialmente fuerte tal es el caso de un material tenaz). El material se desviará en la dirección de la mínima resistencia.

1.2.2.1 Acción de aplastamiento de la cuña con movimiento perpendicular.



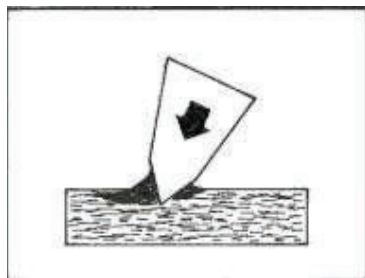
En el caso de penetración perpendicular, el material se desliza junto a ambas caras de la cuña hasta una misma altura

1.2.2.2 Acción de aplastamiento de la cuña con movimiento inclinado.



Cuando la penetración de la cuña es Oblicua, el material se agolpa hacia el lado libre de un modo proporcionalmente más adecuado.

1.2.2.3 Acción de aplastamiento de la cuña con movimiento paralelo a la superficie de trabajo.



Si la cuña se mueve paralelamente a la superficie de la pieza, el material se separará solo hacia una parte.

Cuando la cuña convenientemente inclinada avanza paralelamente a la superficie de la pieza, se va separando continuamente el material, se producen virutas y a este proceso es a lo que se le denomina **“mecanizado”**.

1.3 LA HERRAMIENTA DE CORTE PARA TRABAJOS EN TORNO

Es de la herramienta de corte, el utensilio que quizá tenga más importancia en el proceso de mecanizado; ya que de su afilado, material, tratamiento térmico depende la producción de piezas.

1.3.1 FUNCIONES DE LA HERRAMIENTA DE CORTE

Para que una herramienta de corte cumpla con su finalidad, debe ser capaz de realizar con eficacia las siguientes funciones:

- ❖ Cortar el material en forma de viruta.
- ❖ Lograr que la viruta tenga una salida tal que no entorpezca el trabajo del operario y así mismo ésta tenga fácil evacuación.
- ❖ Evacuar el calor producido por el corte.
- ❖ Ser suficientemente robusta, para soportar la acción de las fuerzas producidas por el corte de tal manera que la herramienta no se deforme.
- ❖ Tener una dureza y resistencia al desgaste, capaz de soportar los efectos destructores del material, durante un tiempo razonable y rentable.
- ❖ Mantenerse suficientemente rígida en su posición, durante el trabajo, para lo cual se necesita un sistema eficaz de sujeción y una máquina en perfectas condiciones de utilización.
- ❖ Mantener su dureza a altas temperaturas de trabajo.

Para que una herramienta cumpla con las funciones anteriormente mencionadas, es necesario tener en cuenta ciertas características relevantes como son: su forma, dimensiones y materiales.

“Elegir la herramienta adecuada o ideal para cada caso a trabajar, no es nada fácil, ya que son muchas las variables que influyen para dicha elección y algunas veces estas variables dan lugar a comportamientos opuestos, por ejemplo, una herramienta de metal duro será más resistente al desgaste y necesitará afilarse más esporádicamente, así como podrá trabajar a mayor velocidad; pero también el costo es más elevado, requiere de mayor potencia de corte, una máquina más robusta, etc.” (2)

1.4 PARTES Y ELEMENTOS DE UNA CUCHILLA PARA TORNO.

1.4.1 PARTES. Básicamente consta de los siguientes partes:

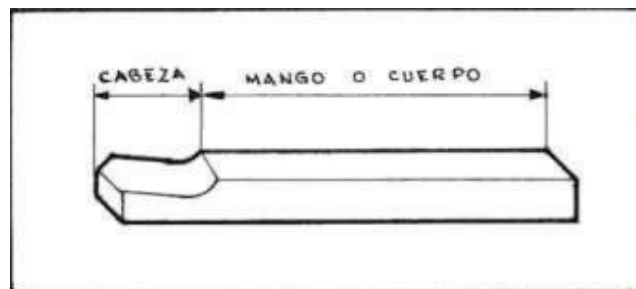


Figura 1.4

a) **Mango.-** El mango, cuerpo o vástago, sirve para sujetar la cuchilla en el portaherramientas del torno.

b) **Cabeza.-** También conocida como parte cortante, que es la región de la herramienta de forma apropiada para producir el arranque de viruta.

En la cabeza de la cuchilla se diferencian los siguientes elementos:

b-1) Superficie de Desprendimiento (SD): También llamada cara de salida, por la cual se mueve o desliza la viruta.

b-2) Superficies de Incidencia (SI): Principal (SPI) y auxiliar (SAI), son las superficies dirigidas hacia la pieza que se trabaja.

b-3) Bordes o Filos Cortantes (FC): Borde Principal (FCP), formado por la intersección de la superficie de desprendimiento y la superficie principal de incidencia, Borde Auxiliar (FCA), formado por la intersección de la superficie de desprendimiento y la superficie auxiliar de incidencia.

b-4) Vértice (V): Llamado así al punto de conjugación de los bordes: cortantes principal y auxiliar. El vértice puede ser agudo, redondeado o cortado.

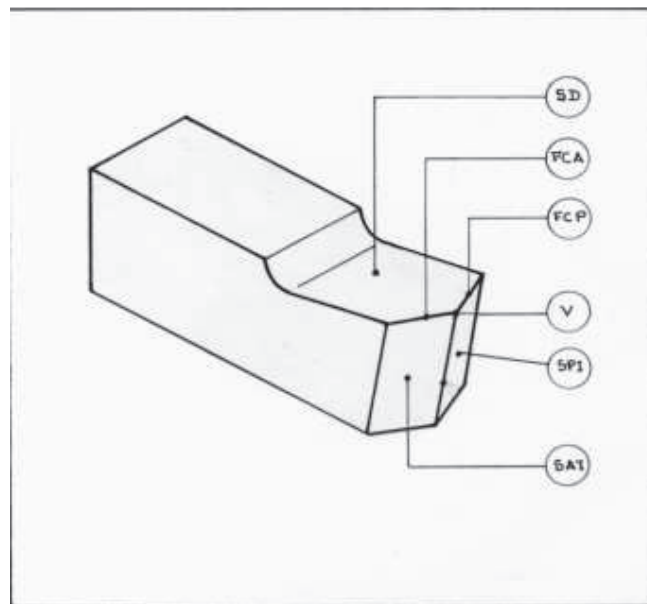


Figura 1.5

1.5 GEOMETRÍA DE LA HERRAMIENTA DE CORTE

Para garantizar la capacidad de corte necesaria de la herramienta, obtener la precisión y calidad de acabado requeridas de las superficies de la pieza y también una alta productividad del trabajo, es imprescindible la elección acertada de la **geometría de la cuchilla**, o sea, la dimensión de los ángulos de la cabeza de la cuchilla.

La posición, forma y dimensiones de los elementos de la herramienta, se refieren a un sistema de ejes ortogonales cuyo origen está en la punta del filo de la herramienta. El sistema de referencia de la herramienta o de afilado se los representa por medio de planos. Ver la figura 1.6

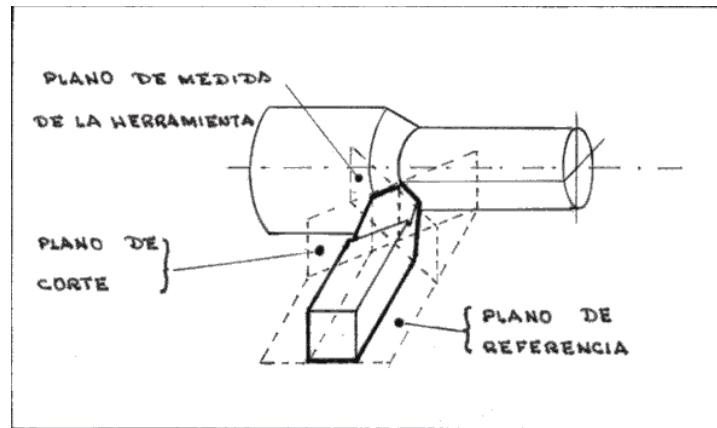


Figura 1.6

1.5.1 PLANO DE REFERENCIA.- “Es el plano en el cual se efectúa el movimiento de avance de la cuchilla. El plano principal generalmente coincide con la superficie de apoyo de la cuchilla.” (3)

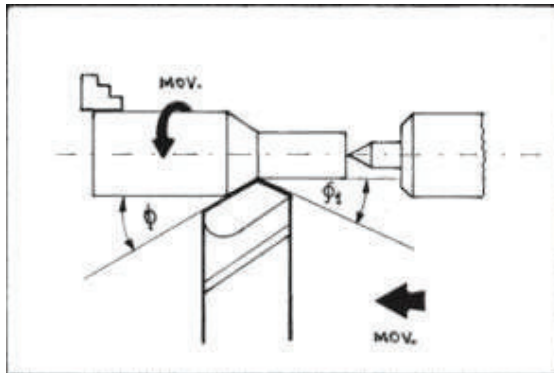
1.5.2 PLANO DE CORTE O DE CIZALLAMIENTO.- “Es el plano tangente a la superficie de corte que pasa por la arista de corte. Si la cuchilla está ajustada por la línea del centro de la pieza, el plano de cizallamiento es perpendicular al plano de referencia. En la anterior figura, el plano de cizallamiento está proyectado en una línea recta que pasa por la arista de corte”. (3)

1.5.3 PLANO DE MEDIDA DE LA HERRAMIENTA.- “Es la superficie plana normal al plano de referencia y al plano de corte.” (3)

Este sistema sirve para determinar las dimensiones y forma de la herramienta, en consecuencia para lograr el afilado correcto de la misma.

1.6 ELEMENTOS DE LA HERRAMIENTA DE CORTE

Una gran influencia en el proceso de corte ejercen los ángulos de la cuchilla en el plano, es decir, los ángulos en el plano principal. Fig. 1.7



Notación:

φ : *Ángulo principal*

ϕ 1: *Ángulo auxiliar*

ε : *Ángulo de vértice*

Figura 1.7

1.6.1 EL ÁNGULO PRINCIPAL (φ).- En el plano horizontal es el ángulo formado entre la arista de corte y la dirección del avance. Es evidente que con el ángulo φ pequeño trabaja una mayor parte de la arista de corte, lo que facilita el desalojo del calor y eleva la durabilidad de la cuchilla. Con el ángulo φ grande trabaja una mínima parte de la arista de corte y por consiguiente, disminuye la durabilidad de la cuchilla. Fig. 1.8

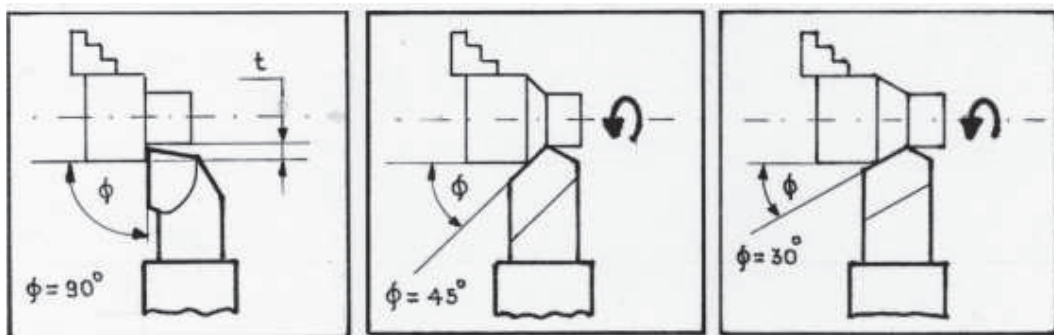


Figura 1.8

Sin embargo, al trabajar piezas brutas de gran longitud y delgadas, es decir, de poca rigidez, cuando existe peligro de flexión de las mismas, es más lógico usar cuchillas con mayor ángulo φ , puesto que aquí la componente transversal del esfuerzo de retroacción será menor. Partiendo de estas razones, el ángulo principal φ en el plano horizontal se elige así:

	Pieza Rígida	Pieza poco Rígida
Valores del Ángulo φ	30° 40°	60° 90°

Nota: Con los valores menores del ángulo principal resulta una viruta más fina y menos rizada.

1.6.2 ANGULO AUXILIAR (ϕ 1).- En el plano principal horizontal, es el ángulo entre la arista auxiliar de corte y la dirección del avance. Si el ángulo ϕ 1 es pequeño, entonces por la retroacción de la cuchilla durante el corte, la arista auxiliar tiende a penetrar en la superficie trabajada estropeando la misma. Un gran ángulo ϕ 1 también es inadmisibles porque debilita el avance de la cuchilla. El ángulo óptimo es: ϕ 1 = 10° 30°.

1.6.3 ANGULO EN EL VERTICE (\mathcal{E}).- Es el ángulo entre las aristas de corte y auxiliar. Los ángulos φ y ϕ 1 dependen del afilado y la colocación de la cuchilla, el ángulo \mathcal{E} , depende solamente del afilado.

$$\varphi + \mathcal{E} + \phi = 180^\circ$$

Si la cuchilla se coloca no perpendicular al eje de la pieza bruta, cambian los ángulos φ y ϕ 1.

Es recomendable realizar un redondeo del vértice de la cuchilla pues éste redondeo, protege la misma contra la rotura y asegura una calidad de acabado más elevada. Los valores numéricos del radio de redondeo dependen de las dimensiones de la cuchilla y de su aplicación ya sea para desbastar o para acabado.

1.7 ANGULOS DE LA CUCHILLA EN EL PLANO DE MEDIDA DE LA HERRAMIENTA.

Si se observa a la cuchilla en el plano de medida (Fig. 1.9), se evidencia la presencia de los siguientes ángulos:

NOTACIÓN:

α : Ángulo de incidencia

β : Ángulo de filo

γ : Ángulo de ataque o desprendimiento

δ : Ángulo de corte

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$$

$$\delta = \alpha + \beta$$

$$\beta = 90^\circ - (\alpha + \gamma)$$

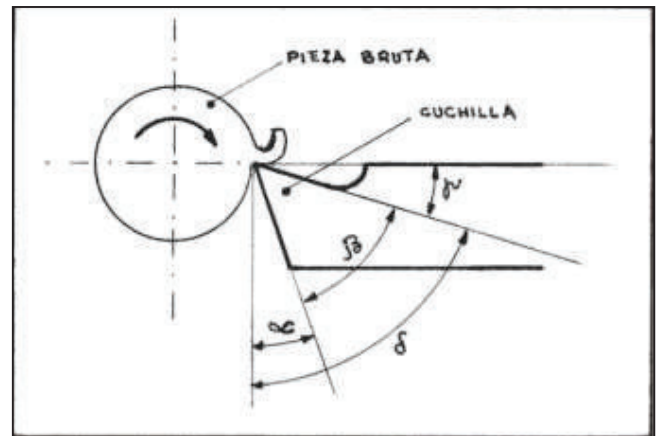


Fig. 1.9

1.7.1 ÁNGULO PRINCIPAL DE INCIDENCIA (α).- “Es el ángulo entre el plano principal de incidencia de la cuchilla y el plano de cizallamiento. Cuando el ángulo α es pequeño, es posible el roce de la cara principal de incidencia con el plano de cizallamiento. Con el ángulo α grande, se debilita la cuña de trabajo. El ángulo principal de incidencia óptimo es de $\alpha = 6^\circ \dots\dots 12^\circ$; por lo general en los talleres se lo suele hacer de 8° .” (4)

1.7.2 ÁNGULO DE ATAQUE O DESPRENDIMIENTO (γ).- “Es el ángulo entre el plano de desprendimiento (o la tangente a éste) y el plano perpendicular al plano

de cizallamiento. Del ángulo de desprendimiento depende la salida de la viruta: con valores pequeños del ángulo de desprendimiento la viruta se desprende perpendicularmente y esto eleva la resistencia al arranque, provoca trepidaciones y empeora la calidad del acabado; al aumentar el ángulo de desprendimiento, se facilita la derivación de la viruta y el proceso de arranque transcurre normalmente, pero se debilita la cuña de trabajo de la cuchilla. Por esto, el ángulo de desprendimiento grande se admite solamente al trabajar metales blandos, puesto que cierto debilitamiento de la cuña de trabajo no origina la rotura de la cuchilla.

Los valores numéricos del ángulo de desprendimiento (γ) se toman con relación a las propiedades mecánicas del material a trabajar.

Si el ángulo de desprendimiento de la cuchilla está dirigido hacia abajo de la arista de corte, el ángulo de desprendimiento se estima **positivo (+ γ)**, si el plano de desprendimiento está dirigido hacia arriba de la arista de corte, el ángulo de desprendimiento se estima **negativo (- γ)**.” (4)

1.7.2.1 Ángulos de desprendimiento

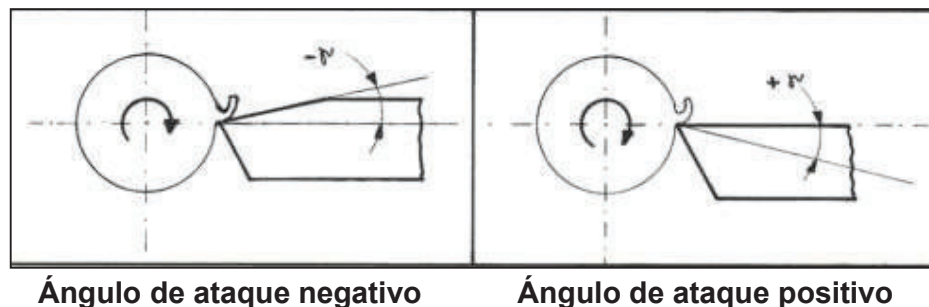


Figura 1.10

Las cuchillas con el ángulo de desprendimiento negativo (Fig. 1.10) provistas de plaquitas de aleaciones duras, se aplican para los trabajos de desbastado de acero con cargas de golpes, cuando el sobre espesor no es uniforme, en los tornos potentes universales.

 (4) P.M. Denezhni, Manual del Tornero, Moscú 1 978. Pág. 196

La ventaja de las cuchillas con el ángulo de desprendimiento negativo para el desbastado consiste en que los golpes los recibe no la arista de corte, sino toda la cara de desprendimiento, lo que protege la arista de corte contra la destrucción. Para trabajar acero se embota la arista de corte de la cuchilla de aleación dura a un pequeño ángulo negativo (chaflán negativo).

1.7.3 ÁNGULO DE FILO (β).- “Es el ángulo entre el plano de desprendimiento y el plano de incidencia (plano de medida de la herramienta) o el ángulo entre las tangentes a estos planos. Fig. 1.11

Éste ángulo no es mas que la cuña que penetra a la pieza, y para determinarlo, debe tomarse en cuenta la resistencia o dureza del material a mecanizar. Cuanto más pequeño es el ángulo de filo tanto menor será la fuerza necesaria para que se produzca el corte. El ángulo de filo puede ser pequeño cuando se mecanizan materiales blandos, lo que implica que materiales duros requieran de ángulos de filo grandes”. (5)

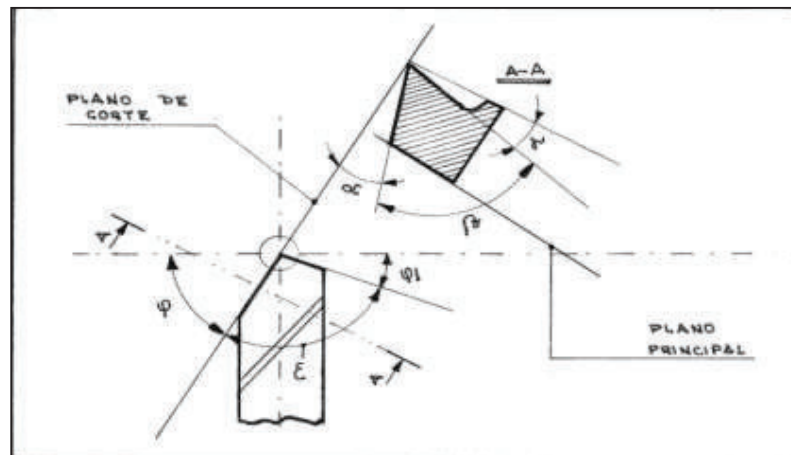


Fig. 1.11

1.7.4 ÁNGULO DE CORTE (δ).- “Es el ángulo entre el plano de desprendimiento y el plano de cizallamiento”. (5)

Los ángulos α y γ se forman durante el afilado y los ángulos β y δ se derivan de los ángulos: α y γ por lo que se tiene que:

$$\beta = 90^\circ - \alpha - \gamma$$

$$\delta = 90^\circ - \gamma$$

Otra característica que hay que tener en cuenta, es que los ángulos α y γ dependen no solamente del afilado sino también de la colocación de la cuchilla respecto a la línea del centro de la pieza bruta. Al colocar la cuchilla por encima de la línea del centro, el plano de cizallamiento (que es tangente a la superficie de corte), cambia su disposición, es decir, gira un ángulo μ que está dado por la relación:

$$\text{Sen } \mu = \frac{h}{D/2}$$

1.7.5 Ángulo de Inclinación de la Arista de corte (λ).- “Es el ángulo comprendido entre la arista de corte y su proyección sobre el plano principal. (Fig. 1.12). Se considera a éste ángulo positivo si el vértice es el punto más bajo de la arista de corte. Este ángulo puede ser igual a cero si la arista de corte es paralela al plano principal. Y será negativo si el vértice es el punto más alto de la arista de corte.

De la posición de la arista de corte y del valor del ángulo λ depende la dirección de desprendimiento de la viruta”. (5)

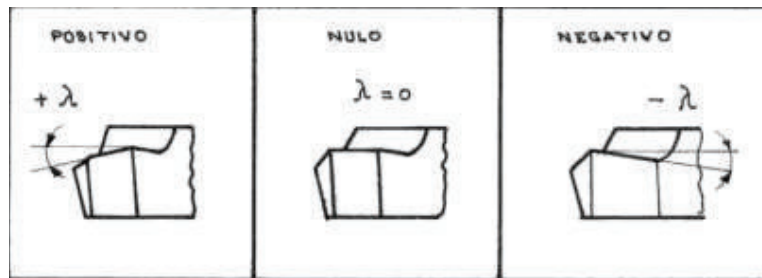


Fig.1.12

Con el ángulo $+\gamma$ positivo el vértice hace contacto con la pieza a trabajar después de los demás puntos de la arista de corte y por consiguiente, está protegido contra los golpes. Para trabajar con grandes cargas de golpes se recomienda la combinación de los ángulos $+\gamma$ y $-\gamma$.

1.8 MEDIDA DE LOS ÁNGULOS

La magnitud de los ángulos de la herramienta hay que determinarla para cada caso.

En tablas se encuentran magnitudes de ángulos que se han determinado a base de experiencias.

La magnitud de los ángulos dependen de muchos factores entre los que se pueden citar: **a)** el material de la pieza, **b)** el procedimiento de trabajo, **c)** el material de la herramienta.

- a) Del material de la Pieza.-** Los materiales de viruta larga exigen un ángulo de ataque grande y los de virutas cortas un pequeño.

- b) Del procedimiento de Trabajo.-** Pudiendo ser éstos: torneado, fresado, taladrado, escariado, desbastado, afinado, roscas cualquier otro.

- c) Del material de la Herramienta.-** Los materiales duros, tienen por lo general, ángulo de ataque más pequeño que los materiales de corte rápido.

Frecuentemente hay que tener en cuenta otros puntos de vista. Así por ejemplo, un corte interrumpido exige a la herramienta un filo más fuerte, es decir un ángulo de filo mayor.

1.8.1 VALORES RECOMENDADOS PARA LOS ÁNGULOS DE INCIDENCIA

El tornero debe familiarizarse con el afilado correcto de las herramientas para torno, de esta manera, podrá dar los ángulos precisos y adecuados para cada tipo de material y de corte.

En la tabla se muestran los ángulos más relevantes para los distintos tipos de materiales.

Acero Rápido			Material	Metal Duro		
α	β	γ		α	β	γ
8	68	14	Acero sin alear hasta de 70 kg/mm	5	75	10
8	72	10	Acero moldeado hasta de 50 Kg/mm	5	79	6
8	68	14	Acero aleado hasta de 85 kg/mm	5	75	10
8	72	10	Acero aleado hasta de 100 kg/mm	5	77	8
8	72	10	Fundición maleable	5	75	10
8	82	0	Fundición gris	5	85	0
8	64	18	Cobre	8	64	18
8	82	0	Latón ordinario, fundición de bronce	5	79	6
12	48	30	Aluminio puro	12	48	30
12	64	14	Aleaciones de aluminio para fundir y forjar	12	60	18
8	76	6	Aleaciones de magnesio	5	79	6
12	64	14	Materiales prensados aislantes (Novotext, baquelita)	12	64	14
12	68	10	Goma dura, papel duro	12	68	10

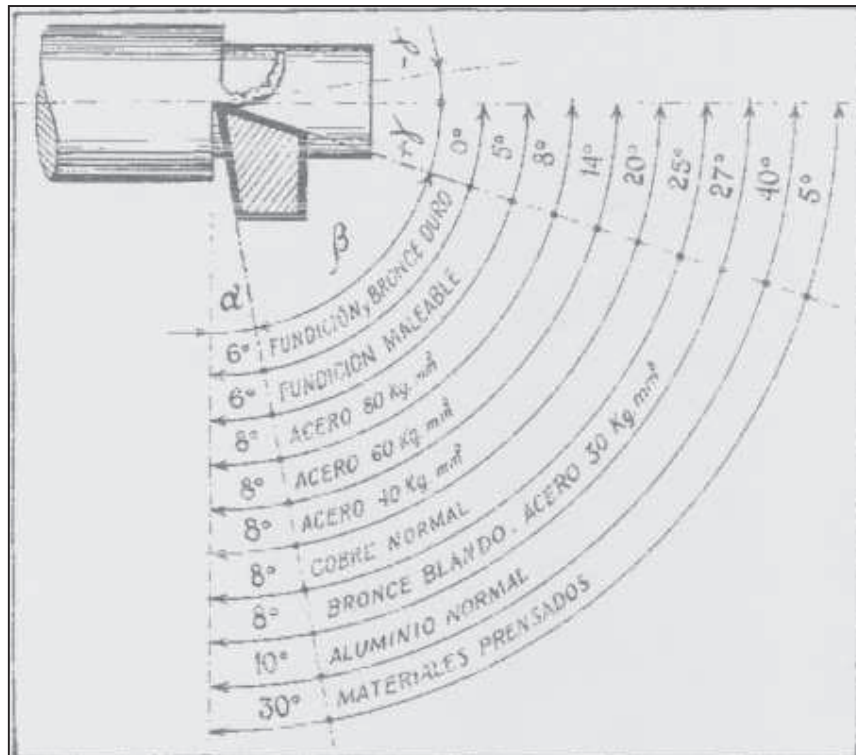
(6)

Ángulos de herramienta:

α) De incidencia.

β) De corte

γ) De desprendimiento superior.



(7)

1.9 INFLUENCIA DE LOS ÁNGULOS DE LA HERRAMIENTA

La variación de los ángulos que forman entre sí los planos principales del extremo afilado de una cuchilla elemental, influye mucho en el desarrollo de su trabajo, como se verá a continuación.

Lo que a continuación se escribe, se refiere principalmente a la cuchilla recta utilizada en el torno que es la más utilizada.

1.9.1 Influencia del ángulo de incidencia (α)

“Si el ángulo de incidencia se hace muy pequeño, el contacto con la pieza es grande (Fig. A). Se produce mucho calor y se hace mayor aún, si aumenta el avance. Un ángulo mayor evita el roce, así como el peligro de calentamiento; sin embargo, debilita la herramienta”. (Fig. 1.13). (8)

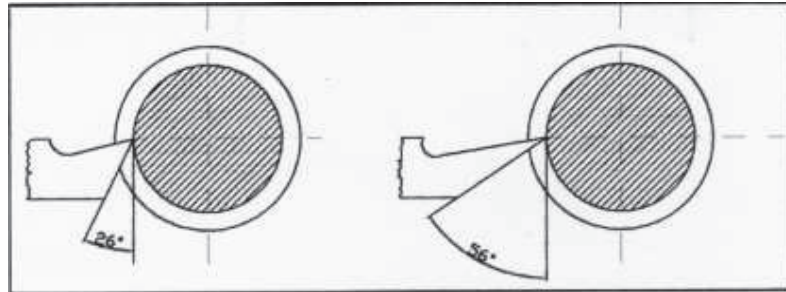


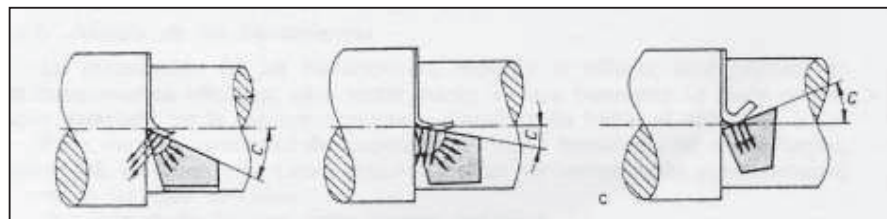
Fig. 1.13

En definitiva, puede decirse que resulta más perjudicial un ángulo de incidencia demasiado grande que demasiado pequeño.

El ángulo de incidencia depende de: **a)** del material que forma la herramienta, **b)** del material que se va a mecanizar.

1.9.2 Influencia del ángulo de desprendimiento o de ataque (γ)

“El ángulo de desprendimiento grande (Fig. A1), hace que la cuchilla penetre y corte bien, pero resulta muy débil ante las fuerzas de corte; haciéndolo más pequeño (Fig. A2), se favorece la resistencia; el ángulo negativo hace aún más resistente la herramienta.” (8)



A1

A2

A3

1.9.3 Influencia del ángulo de punta

“La unión de las dos superficies de incidencia para formar la punta, es de gran importancia, ya que en ella se acumula la mayor fuerza de corte, a al vez que es la parte más débil de la herramienta. Se mejora la herramienta haciendo un redondeo o chaflán en dicha punta como lo representa la siguiente figura”.

Fig.1.14 (8)

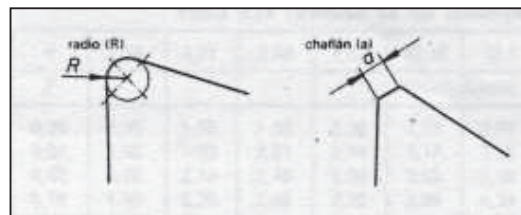


Fig.1.14

CAPÍTULO 2

DESGASTE, DURACIÓN Y MATERIALES DE LA HERRAMIENTA

2.1 DESGASTE DE LAS HERRAMIENTAS

Las investigaciones experimentales sobre el corte de los metales, están orientados tanto al fenómeno de formación de la viruta así como también, a seleccionar las condiciones adecuadas para alargar la vida útil de la herramienta.

Las herramientas durante el trabajo están sometidas a acciones mecánicas, térmicas y químicas que hacen que se desgaste en forma gradual la herramienta, esto es, va perdiendo el material del filo debido al constante rozamiento entre ésta y la pieza a trabajar.

El desgaste de las herramientas de corte en el transcurso del trabajo, produce variación en la geometría de la herramienta, modificando los ángulos de afilado hasta disminuir su rendimiento a límites inaceptables, lo que obliga a suspender la operación de mecanizado para reafilar la herramienta y restablecer los ángulos de correctos de corte.

2.2 FORMAS DEL DESGASTE

Cuando el desgaste de la herramienta es progresivo, éste se produce en tres partes principales:

- a) En la superficie de desprendimiento, donde el desgaste tiene forma de cráter.
- b) En la superficie de incidencia, donde se produce un chaflán.
- c) En el filo de la herramienta que se embota produciendo la ruptura del filo.

El desgaste más importante es el que se realiza en la superficie de desprendimiento, el cual se produce e forma de cráter, el eje del cráter está situado a cierta distancia del filo, dependiendo del material y de la velocidad de corte, cuando la velocidad de corte (V_c) es alta, éste eje está más próximo al filo y si la velocidad es baja, está más lejano del filo. Este desgaste se ejemplifica por medio de la fig. 2.1

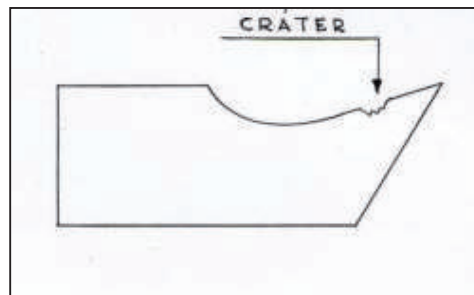


Figura 2.1

El desgaste en la superficie de incidencia se debe al constante rozamiento entre la cuchilla y la superficie a trabajar produciéndose un chaflán localizado en la punta de la herramienta, cuya anchura aumenta en función del tiempo. Este desgaste frontal afecta menos al trabajo de la cuchilla que el desgaste de la superficie de desprendimiento. En la figura 2.2 se ejemplifica dicho desgaste.

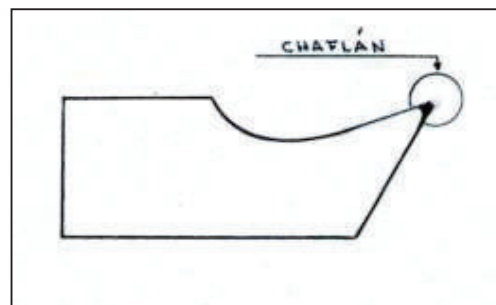


Figura 2.2

El desgaste del filo de la herramienta que se produce por efecto combinado debido al desgaste en la superficie de desprendimiento (cráter) y al de la superficie de incidencia (chaflán), debilitan al filo de la herramienta e inclusive ésta puede llegar a romperse necesitando nuevamente un reafilado. La figura 2.3 muestra el desgaste combinado.

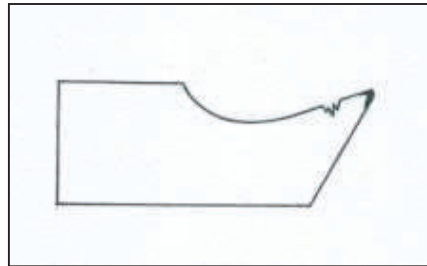


Figura 2.3

2.2 FORMAS DEL DESGASTE

Las causas del desgaste son varias y en función de las diversas condiciones de corte y operación éstas pueden ser: abrasión mecánica, adhesión, difusión y acción química.



2.3.1 ABRASIÓN MECÁNICA.- Este desgaste se debe a la presencia de partículas más duras que el material de la herramienta, y que se encuentran incluidas en el material que se mecaniza o en el filo recrecido. Su acción es predominante sobre

la cara de incidencia de la herramienta a causa del tipo de contacto entre la pieza y la herramienta. Las inclusiones de gran dureza en la viruta pueden provocar un rayado de la pieza a trabajar.

2.3.2 ADHESIÓN.-

Es una adhesión (soldadura por presión) de partículas en la punta de la herramienta debido al contacto por presión entre ésta y la pieza a trabajar. Esta capa adherente, está constituida por una solución sólida en la cual los átomos de un material tiene afinidad con los del otro, adhiriéndose e estos con mayor fuerza que la que les unía a los átomos de su propio material. La adhesión o adherencia en los diferentes puntos de contacto no es uniforme, a causa del filo recreado por lo que usar lubricantes tiene una importancia notable en el condicionamiento del proceso de adherencia.

2.3.3 DIFUSIÓN.-

La difusión consiste en la transmisión de los átomos pertenecientes a la red cristalina de un material a la red del otro material; la difusión está condicionada por algunos factores entre ellos: la temperatura, la duración del contacto, por la afinidad de ambos metales y por el nivel de agitación atómica. El fenómeno de difusión es complejo porque los varios elementos del material de la herramienta se difunden con distinta intensidad, así, se difunde el carbono de los carburos de hierro produciendo la descarburación de la herramienta, pero es el tungsteno el elemento que con su transferencia de la herramienta provoca una fuerte pérdida en la geometría al quedar la herramienta empobrecida y debilitada.

2.3.4 ACCIÓN QUÍMICA.-

El desgaste químico está originado por las reacciones entre la herramienta y la pieza a trabajar favorecidas por el líquido de corte. El oxígeno del aire a altas temperaturas genera oxidación y además unidos a la humedad provoca corrosión que va desgastando la herramienta debido a la pérdida progresiva de material.

2.4 DURACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE CORTE.

Se define como duración de la herramienta al tiempo de corte requerido para alcanzar un criterio de duración de la herramienta.

2.4.1 ACRITERIO DE DURACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS.-

Como criterio de duración de las herramientas se define al valor mínimo predeterminado del desgaste o la ocurrencia de un fenómeno. En las operaciones prácticas de mecanizado, el desgaste de la superficie de ataque (cráter) y del flanco (chaflán) de la herramienta de corte no es uniforme, por lo tanto, se debe especificar las localizaciones y el grado de desgaste permisible antes de reafilar la herramienta.

La profundidad del cráter (K_T), varía a lo largo del filo principal y la profundidad K_T es medida en el punto más profundo del mismo. K_B , K_L , K_M , (ver fig. 2.4) son las cotas que determinan la posición del cráter respecto al filo de corte.

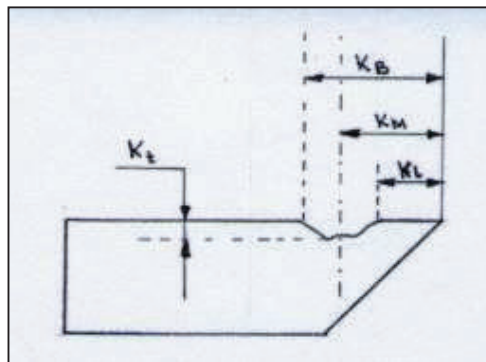


Figura 2.4

El desgaste del flanco (chaflán) generalmente es mayor en el extremo del filo principal. El ancho de la zona de desgaste en la punta de la herramienta se denota por V_B y el ancho de la zona de desgaste en el extremo del filo principal se denota con $V_{B\text{ máx}}$. (Ver figura 2.5)

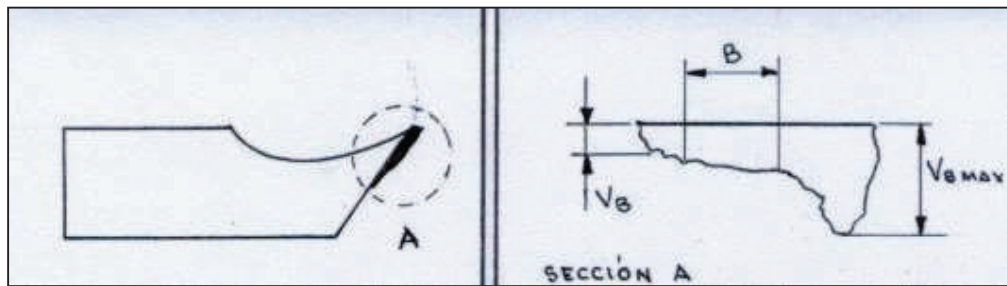


Figura 2.5

Figura 2.5 A

Los criterios recomendados según la norma ISO para definir la duración efectiva de las **herramientas de acero rápido** son:

- 1) Falla catastrófica (En ocasiones significa cambio de la herramienta ya que pocas veces es posible reafilarla).
- 2) $V_B = 0,3\text{mm}$, si el flanco está desgastado regularmente en la zona B. (Refiérase a la fig. 2.5A).
- 3) $V_{B \text{ máx}} = 0,6\text{mm}$, si el flanco está desgastado irregularmente, rayado, astillado o demasiado rasurado en la zona B. (Refiérase a la fig. 2.5A).

Para herramientas de **Carburo Sinterizado**, se recomienda los siguientes criterios:

- 1) Falla catastrófica.
- 2) $V_B = 0,3\text{mm}$
- 3) $V_{B \text{ máx}} = 0,6\text{mm}$, si el flanco está desgastado irregularmente.
- 4) $K_T = 0,06 + 0,3a$ donde "a" es el avance.

La velocidad de corte es el factor que más significativamente afecta a la duración o vida de una herramienta. Una relación empírica entre la duración de la herramienta y la velocidad de corte, es la dada por Taylor, obtenida como resultado de innumerables ensayos de desgaste realizados para una combinación dada de material a trabajar, material y geometría de la herramienta en una operación de mecanizado dada. La fórmula de Taylor está dada por:

$$\frac{V_c}{V_r} = \left(\frac{t_r}{t}\right)^n$$

Simbología:

V_c : Velocidad de corte.

t : Duración de la herramienta.

V_r : Velocidad de referencia de corte para la cual se conoce la duración de la herramienta (t_r)

n : Constante.

2.5 FACTORES QUE AFECTAN A LA DURACIÓN DE LA HERRAMIENTA.

En la duración del filo de una herramienta de corte, influyen varios factores, así se tienen: El efecto del filo recrecido, el efecto de los ángulos de afilado, el efecto de la velocidad de corte y el avance sobre el desgaste así como también, del material de la herramienta.

2.5.1 EFECTO DEL FILO RECRECIDO.-

La presencia del filo recrecido (ver gráfica 2.6) puede afectar en la duración de la herramienta, algunas veces disminuye la vida de la herramienta de corte y otras veces aumenta su vida útil. Si el filo recrecido es inestable, al romperse las partículas duras deformadas se adhieren en la viruta y a la superficie generada en la pieza, aumentando el desgaste de la herramienta por abrasión.

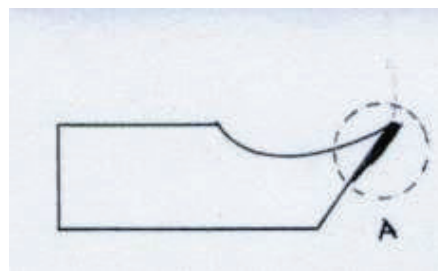


Figura 2.6

Sin embargo, la presencia de un filo recrecido estable puede ser benéfica, un filo recrecido estable protege del desgaste a la superficie de la herramienta al mismo tiempo que realiza la acción de corte.

El filo recrecido puede también contribuir a la falla súbita de las herramientas cuando se usan pastillas de materiales duros pues, al querer desprender el filo recrecido o durante el enfriamiento debido a la diferencia en la dilatación lineal entre el acero y el material duro, puede producirse fracturas en las pastillas durante el enfriamiento.

2.5.2 EFECTO DE LOS ÁNGULOS DE LA HERRAMIENTA.-

En general, bajo condiciones de corte deficientes, altas temperaturas y elevadas energías de corte, el desgaste de las herramientas es grande. Un aumento en el ángulo de desprendimiento, generalmente conduce a un mejoramiento de las condiciones de corte, por lo que se esperaría un aumento en la duración de la herramienta. Sin embargo, el filo de la herramienta se debilita. Por ello, para un conjunto de condiciones de corte, existe un valor óptimo del ángulo de desprendimiento (o de ataque), que aumenta la duración de la herramienta.

Algo parecido se puede decir para el ángulo de incidencia pequeño, aumenta el desgaste, por lo que un aumento de dicho ángulo, reduce el desgaste, sin embargo, también en este caso, no se puede aumentar demasiado el ángulo de incidencia sin debilitar el filo de la herramienta.

2.5.2 EFECTO DE LA VELOCIDAD DE CORTE Y DEL AVANCE.-

Durante el corte de los metales, un aumento en la velocidad o en el avance implica un aumento de la temperatura en la cara de la herramienta. Las velocidades de corte inferiores a $7m/min$ o superiores a $80m/min$ evitan o disminuyen la formación del filo recrecido.

$$7 \frac{m}{min} \leq V_c \leq 80 \frac{m}{min}$$

A altas velocidades de corte, tiende a aumentar el cráter debido a la pérdida de la dureza en la herramienta por las altas temperaturas que genera.

2.6 MATERIALES DE LA HERRAMIENTA

Introducción

Los materiales para la fabricación de las cuchillas deben obedecer a requerimientos o propiedades especiales que a continuación se las menciona.

Para que la parte cortante de la cuchilla pueda penetrar en la superficie de la pieza a trabajar, aquella debe ser más dura que el metal que se va a trabajar.

Durante el proceso de mecanizado, el metal o la aleación oponen resistencia a la penetración del filo de la herramienta en la capa a arrancar, hace presión sobre la cara de desprendimiento de la cuchilla; esta fuerza de presión tiende a doblar o romper la misma, por lo tanto, el material de la cuchilla debe ser **suficientemente duro**.

La arista cortante de la cuchilla, que trabaja con cargas de impacto, no debe desmenuzarse, o sea, el material de la parte de corte debe ser lo **suficientemente dúctil**.

Las caras de desprendimiento y de incidencia de la cuchilla que rozan durante el corte con el metal a trabajar, se someten al desgaste y calentamiento a elevadas temperaturas pudiéndose doblar o romper la misma, por lo tanto, el material de la cuchilla debe ser **suficientemente duro**.

“Las caras de desprendimiento y de incidencia de la cuchilla que rozan durante el corte con el metal a trabajar, se someten al desgaste y calentamiento a elevadas temperaturas. Por consiguiente, los materiales para herramientas deben ser resistentes al desgaste a altas temperaturas en un tiempo prolongado, es decir, **poseer gran resistencia térmica al rojo**”. (9)

(9) Heinrich Gerling, Alrededor de las máquinas herramientas, España 1 997. Pág. 25

También se debe tener en cuenta que durante el trabajo las herramientas están expuestas a golpes debido a: la particular configuración de la pieza; a defectos y poros eventuales debidos a la fusión del material de la pieza; a escorias y granos dispersos en la masa de la pieza para lo que será necesario que la herramienta deba tener **alta tenacidad**.

“Es importante establecer rápidamente el equilibrio térmico entre los puntos de mayor calentamiento y las restantes partes de la herramienta de ahí que la herramienta ha de tener **buenas propiedades térmicas** como son su conductividad, calor específico, coeficiente de dilatación.

Además, el trabajar a mayores o menores velocidades, hacen que intervenga otro factor como lo es el costo, el mismo que debe tomarse en cuenta para la utilización de uno u otro tipo de herramienta.”(9)

2.6.1 REQUISITOS DE UNA BUENA HERRAMIENTA

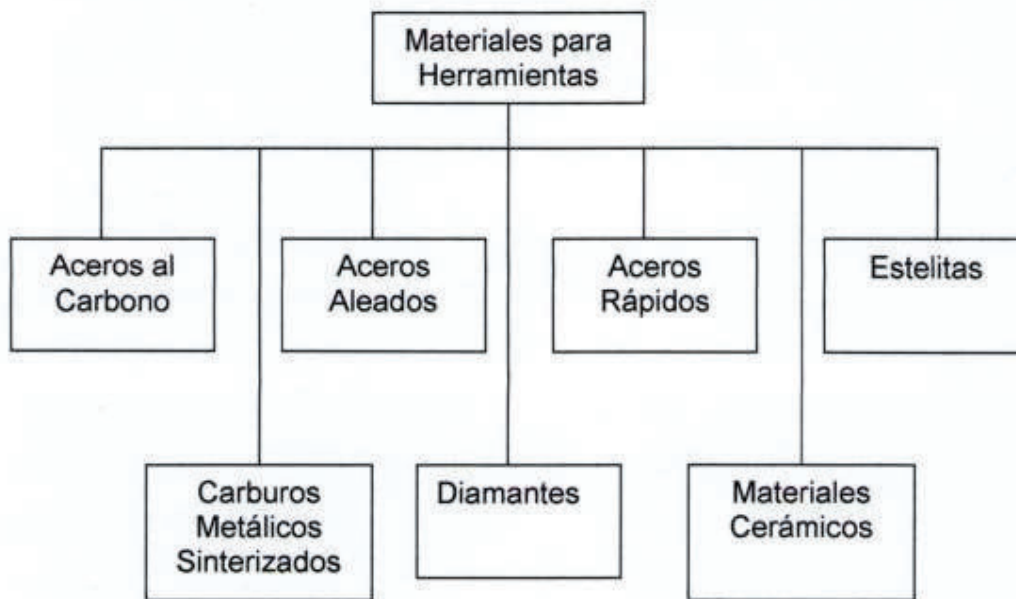
Considerado lo anteriormente expuesto, los requisitos básicos que debe cumplir una herramienta para torno serán los siguientes:

- ❖ Dureza a elevadas Temperaturas.
- ❖ Resistencia al Desgaste.
- ❖ Alta Tenacidad.
- ❖ Reducido coeficiente de Razonamiento.
- ❖ Buenas propiedades Térmicas (calor específico, coeficiente de dilatación, conductividad térmica).
- ❖ Costos de herramienta y afilado.

(9) Heinrich Gerling, Alrededor de las máquinas herramientas, España 1 997. Pág. 25

2.6.2 TIPOS DE MATERIALES PARA HERRAMIENTAS

Los materiales empleados en herramientas para tornos son:



2.6.2.1 ACEROS AL CARBONO.- Este tipo de aceros tienen un contenido aproximado de 0.9% a 1,4% de carbono. Las herramientas construidas con estos aceros, tienen gran dureza, buena tenacidad y resistencia al desgaste. Los aceros que tienen desde 1,0 a 1,2% de C, se emplean ampliamente para la elaboración de herramientas de mano siendo las más usuales las destinadas a labrar madera a bajas velocidades, tales como: limas, sierras, gubias, herramientas que se emplean cuando se trata de realizar pequeños volúmenes de trabajo o trabajos aislados para operaciones de acabado muy delicados; es también recomendable utilizar éstas herramientas para la realización de ángulos muy limpios.

2.6.2.2 ACEROS ALEADOS.- Estos aceros para herramientas, además de tener carbono en su composición, poseen otros elementos químicos como: wolframio, molibdeno y vanadio que mejoran sus propiedades. Este tipo de acero además de deformarse menos que los aceros al carbono, tienen una resistencia al desgaste seis veces mayor que aquellos.

2.6.2.3 ACEROS RÁPIDOS.- “El material para herramienta más frecuente es el acero rápido. La particularidad del acero rápido es: alta dureza (hasta 68HRC), resistencia térmica al rojo (hasta 650°C) y la capacidad, en caso de recalentamiento, de recuperar las cualidades de corte después de enfriarse al aire. Estas particularidades se alcanzan debido a la presencia de tungsteno, cromo, vanadio y otros elementos. (10)

El siguiente cuadro muestra los diferentes elementos, su porcentaje de carbono y su característica principal.

Elemento	% de Carbono	Característica Principal
Carbono	0,70%0,90%	Aumenta la dureza
Tungsteno	12%21%	Aporta a una mayor dureza en caliente.
Cromo	3%4,5%	Aumenta dureza y reduce la oxidación.
Vanadio	0,8%.....2,5%	Mejora la capacidad de corte y la resistencia a la abrasión.
Molibdeno	0,5%.....1,1%	Reduce la fragilidad y mejora las características del material.
Silicio	0,1%.....0,3%	Tiene acción desoxidante, pero aumenta la fragilidad.
Manganeso	0,15%.....0,35%	Dificulta los tratamientos de temple.
Cobalto	2,5%.....17%	Aumenta la velocidad crítica de temple y estabiliza los carburos.
Azufre y Fósforo	0,03%	Son impurezas siempre presentes en el acero.

(10) E.P.N. Seminario, Afilado de Herramientas, Quito 1 985. Pág. 2-6

Otros elementos como el Titanio, sirve para eliminar la oxidación y mejorar la resistencia a altas temperaturas.

El Níquel, aumenta la tenacidad y ayuda al temple.

El boro, junto con el Molibdeno, mejoran las características de corte.

En el mercado, encontramos dos tipos de aceros rápidos: rápidos ordinarios, superrápidos y extrarápidos. Estos últimos contienen 17...23% de tungsteno y de 5...15% de cobalto. La clasificación anterior depende del porcentaje de tungsteno.

2.6.2.4 ESTELITAS.- “Son pseudo aleaciones compuestas de Fe, C, W de gran dureza.

Las estelitas se fabrican por fusión a temperaturas superiores a 1 300 °C. y por el método de sinterizado pues no pueden mecanizarse más que por abrasivos. Son insensibles a los tratamientos térmicos como por ejemplo: temple, cementado, nitrurado entre otros.

Las estelitas permiten mecanizar con V_c tres veces mayores que con aceros rápidos, pues soportan temperaturas más elevadas hasta 700 °C sin perder el filo. Además poseen una tendencia menor al filo recrecido durante el mecanizado, se emplean principalmente para mecanizar hierro fundido, hierro maleable bronce duros y aceros”. (10)

2.6.2.5 CARBUROS METÁLICOS.- Los carburos metálicos sinterizados fueron descubiertos por el Dr. Fry de la casa Drupp patentados con la denominación **widia**, son casi tan duros como el diamante y representan un grave avance sobre los demás materiales empleados hasta la fecha para la construcción de herramientas de corte.

Estos materiales están formados por carburo de Tungsteno y un metal auxiliar, generalmente cobalto y siempre en ausencia de materiales ferrosos.

(10) E.P.N. Seminario, Afilado de Herramientas, Quito 1 985. Pág. 2-6

Las principales características de los carburos son:

- Elevada dureza que se mantiene aún a temperaturas superiores a los 900 °C
- Alta resistencia a la compresión.
- Excelente resistencia al desgaste (por abrasión) y a la corrosión.

Se presentan en forma de plaquitas o pastillas desechables que se montan al mango de la herramienta por soldadura o por procedimientos mecánicos.

Forma y medidas de las plaquitas de metal duro normalizadas

Diagramas de cinco formas normalizadas de plaquitas de metal duro (A, B, C, D, E) con sus respectivas dimensiones y ángulos de corte.

L	FORMAS A y B			FORMA C		FORMA D		FORMA E	
	b	s	r	b	s	b	s	b	s
4	—	—	—	—	—	6	3	—	—
5	—	—	—	—	—	8	4	—	—
6	—	—	—	—	—	10	5	—	—
8	5	3	3	5	3	12	6	4	3
10	6	4	3	6	4	16	8	5	3
12	8	4	4	8	4	20	10	6	3
16	10	5	4	10	5	25	12	8	4
20	12	6	8	12	6	—	—	10	5
25	16	8	8	16	8	—	—	12	6
32	20	10	10	20	10	—	—	16	8
40	25	12	10	25	12	—	—	—	—
50	32	16	12	32	16	—	—	—	—

La composición mediana de estas plaquetas es de 75-85% de W, 6-12% de Co, 4-8% de Cr, 2-8% de Ta, 2-10% de Ti y 5-10% de C.

Trabajando con plaquetas de carburos, se obtiene el máximo rendimiento aumentando la velocidad de corte, y manteniendo el avance en su valor normal.

2.6.2.6 DIAMANTES.- “Los diamantes en forma de pastilla se montan en mangos de acero y se utilizan para mecanizar ebonita, determinados bronce, aleaciones de aluminio, etc. Es el material más duro que existe en la naturaleza, pero a la vez muy frágil. Para herramientas de corte, se hacen con puntas de diamante negro o pardo, inaceptables como piedras preciosas. El diamante soporta sin acceso de oxígeno un calentamiento hasta temperaturas de 2 000 °C. Sin embargo, si en el medio existe oxígeno a una temperatura superior a 1 500 °C, se oxida con facilidad y se transforma en grafito”. (10)

Existe también el diamante artificial, obtenido por sinterizado a altas temperaturas y altas presiones, a partir del grafito, este hecho permite el obtener diamante de uso industrial.

2.6.2.7 MATERIALES CERÁMICOS.- “Se componen de un 90 a 96 % de alúmina (óxido de aluminio) y de óxidos de Si, Mn, Mg, comprimidos a 2000 kg/cm² y 1900 °C. De temperatura”. (10)

Resultan ser muy duras y permiten, por lo tanto, velocidades de corte aun más elevadas.

Resisten al roce; pero no soportan cambios repentinos de temperatura y tampoco las vibraciones.

Son particularmente aptas para trabajar aleaciones de aluminio y materiales plásticos, que desgastan fácilmente el filo cortante de las herramientas comunes.

Se utilizan en forma de pastillas desechables cuadradas o triangulares, que se sujetan mecánicamente en porta herramientas especiales.

(10) E.P.N. Seminario, Afilado de Herramientas, Quito 1 985. Pág. 2-6

CAPÍTULO 3

AFILADO DE LA HERRAMIENTA PARA CORTE

Introducción

Los buriles (herramientas de corte para tornos) son pequeñas barras que están hechas comúnmente de acero rápido. Se compran como unas pequeñas barras de sección cuadrada que el propio tornero afila en un esmeril, con la forma y las características adecuadas al trabajo que va a realizar.

Los hay en varias medidas, que van de 3/16" a 3/4". Estos buriles se montan en un portaherramientas o porta buril de acero forjado, o se coloca directamente en la torreta portaherramientas.

Hay también buriles con un injerto de carburo de tungsteno, con un filo varias veces más resistente que el de los aceros de alta velocidad. Estos buriles vienen afilados de fábrica y se consiguen con la forma adecuada para las principales operaciones de torneado.

3.1 FORMAS BÁSICAS

En la figura 3.1, se exponen las diferentes formas de herramientas usadas en operaciones realizadas en el torno; en él se pueden ver cuchillas empleadas para realizar operaciones básicas como son: torneear, refrentar, alisar, ranurar.

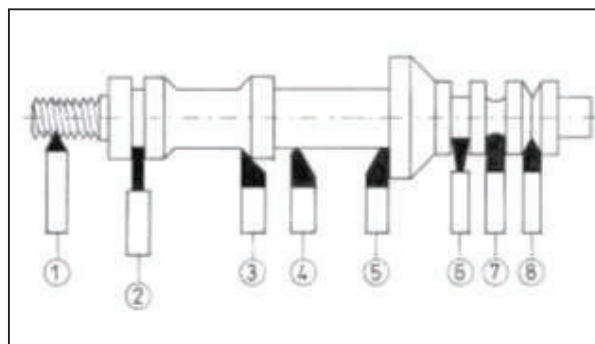


Fig. 3.1

La regla para distinguir la dirección del corte es, colocando la herramienta con la cabeza hacia uno mismo, horizontal y con las caras hacia arriba, entonces, se dice que la cuchilla es derecha, si el corte principal cae al lado derecho.

- 1 Para filetear o hacer las ranuras de los tornillos se utiliza un buril para roscar, con la punta en un ángulo de 60° . Según especifica la norma DIN 4976.
- 2 Para hacer una división o un corte de la pieza cilíndrica se usa una cuchilla de corte. Norma DIN 4951.
- 3 Los buriles para cortar hacia la derecha tienen su borde cortante en el lado izquierdo y se usan para cortar hacia el cabezal fijo. La punta de su filo está ligeramente redondeada. Norma DIN 4972
- 4 Para alisar la cara derecha de una pieza o de un hombro se usa un buril para refrentar al lado derecho. Norma DIN 4247
- 5 Para alisar la cara izquierda de una pieza o de un hombro, se usa un buril para refrentar al lado izquierdo. Norma DIN 4248
- 6 Para hacer una ranura de fondo recto se emplea un buril para ranurar de punta cuadrada o recta. Norma DIN 4107 P
- 7 Cuando se trata de hacer una ranura con fondo cóncavo, se emplea un buril con la punta circular. Norma DIN 4254
- 8 Cuando se quiere realizar una ranura en V con el fondo plano, se utiliza un buril en V con el fondo recto. Norma DIN 4249

Formas normalizadas de cuchillas con pastillas de metal duro (Fig.3.2).

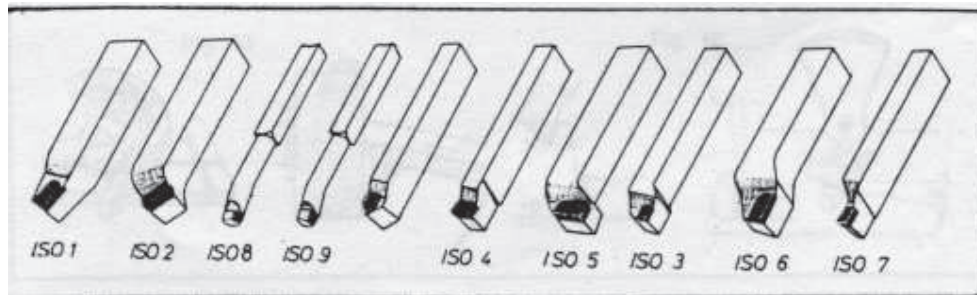


Figura 3.2

3.2 AFILADO DE UNA HERRAMIENTA: MANUAL Y MECÁNICO

3.2.1 AFILADO MANUAL.-

En este caso, para afilar una herramienta el operador utiliza un esmeril que cuenta con un apoyo para la herramienta y son únicamente sus manos las encargadas de sostener y ubicar la herramienta para obtener la geometría de la cuchilla. Es un proceso que requiere de mucha habilidad, experiencia y que por lo general los resultados obtenidos no son óptimos. Fig. 3.2

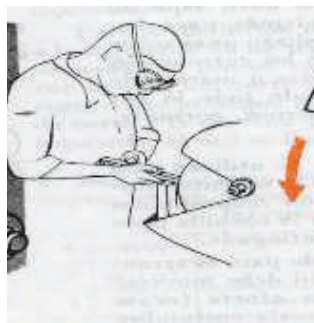


Figura 3.2

Es importante tomar en cuenta que el tornero debe familiarizarse con el afilado correcto de los buriles, para dar los ángulos adecuados y precisos para cada tipo de material y operación de corte.

El afilado manual podría describirse de la siguiente manera:

- 1) Escoger la herramienta de acuerdo al metal que se va a trabajar.
- 2) Posicionar y sujetar la herramienta sobre el apoya manos para conseguir el ángulo de incidencia.
- 3) Enfriar la herramienta con agua frecuentemente de modo que no se sobrecaliente.
- 4) Sostener la herramienta sobre el apoya manos con el propósito de esmerilar la superficie principal de incidencia.
- 5) Sostener la herramienta sobre el apoya manos con el propósito de esmerilar la superficie secundaria de incidencia.
- 6) Por último Girar la herramienta hacia abajo para que, en la parte de arriba de la herramienta se esmerile para obtener el ángulo de ataque.
- 7) Verificar los ángulos obtenidos.

3.2.2 AFILADO MECÁNICO.-

Para el efecto, los constructores de herramientas disponen de máquinas de afilar de alta producción para el afilado de cada tipo de herramienta. El operador únicamente realiza el montaje y desmontaje de la misma. En consecuencia, se puede afirmar que existe una afiladora para cada uso.

Sin embargo, no es rentable que un taller mecánico normal disponga de toda una gama de afiladoras para resolver sus problemas de afilado; es más conveniente el empleo de una afiladora universal que, aunque de menor producción, permita afilar satisfactoriamente todas las herramientas habituales.

Cada tipo de herramienta tiene un proceso más o menos variado y los ángulos se afilan según la operación a realizar.

Ejemplo: Supongamos que se quiere emplear para mecanizar un acero A 37 y la operación a realizarse consista en un desbastado.

Según la norma DIN 4951, ésta especifica los siguientes ángulos para éste tipo de herramienta. Ver tabla 3A.

Angulo de Incidencia	Angulo de Filo	Angulo de Desprendimiento	Destino
6°	84°	0°	Fundición dura y para bronce y latones duros y frágiles.
8°	74°	8°	Acero y acero fundido de más de 70kgf/mm ² de resistencia, fundición templada y una dureza Brinell mayor de 100 kgf/mm ² , bronce y latones.
8°	68°	14°	Acero y acero fundido de 30 a 70 kgf/mm ² de resistencia, fundición de dureza Brinell menor de 180 kgf/mm ² y para latón blando.
8°	62°	20°	Acero y acero fundido de 34 a 50 kgf/mm ² de resistencia.
8°	55°	27°	Bronce blando y tenaz, aceros muy dulces.
10°	40°	40°	Metales blandos y aluminios.

Tabla 3A

Los siguientes serían los principales pasos a seguir para un correcto afilado de este tipo de herramienta:

1. Al afilar buriles, hay que tener en cuenta que la rueda (muela) de esmeril esté correcta, limpia y a escuadra. Para limpiarla y escuadrarla se utiliza un limpiador o moleteador que se presiona firmemente contra la piedra mientras gira.
2. Se coloca firmemente el buril en el portaherramientas que posee el goniómetro y éste último se lo debe ajustar a 10° para poder dar forma al filo lateral de la cuchilla. (Fig. 3.3)

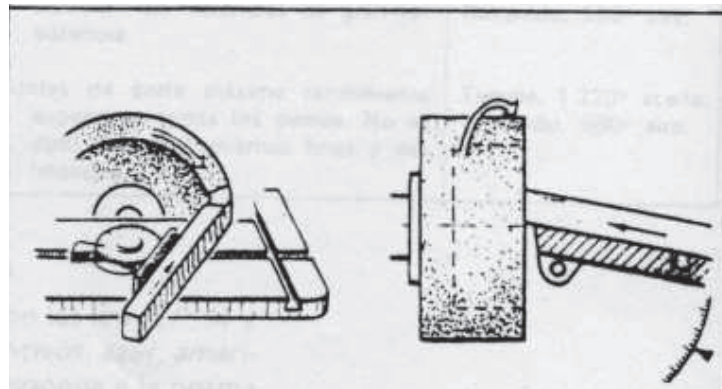


Figura 3.3

3. Dando un ángulo entre 30° - 45° desbastar la superficie principal de incidencia. (Fig. 3.4)



Figura 3.4

4. Dando un ángulo de 85° desbastar la superficie secundaria de incidencia.

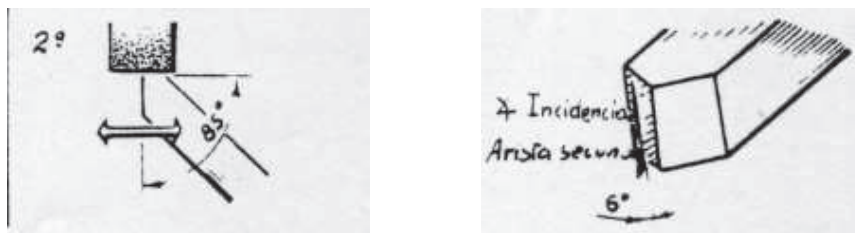


Figura 3.5

5. Con un ángulo de 15° , desbastar la cara de desprendimiento. (Fig.3.6)

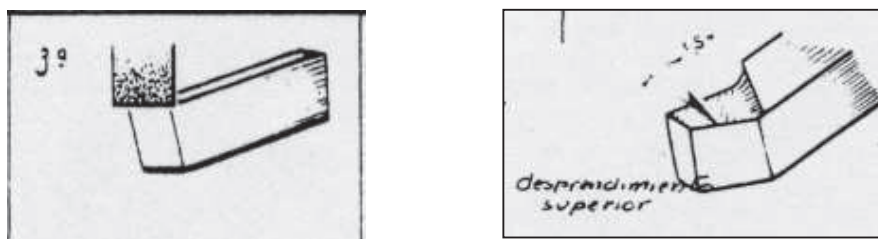


Figura 3.6

6. Realizar un redondeo de la arista principal. (Fig.3.7)

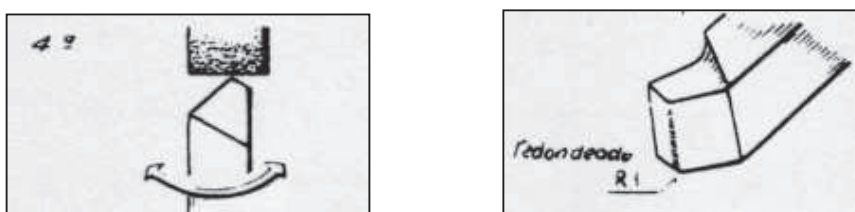
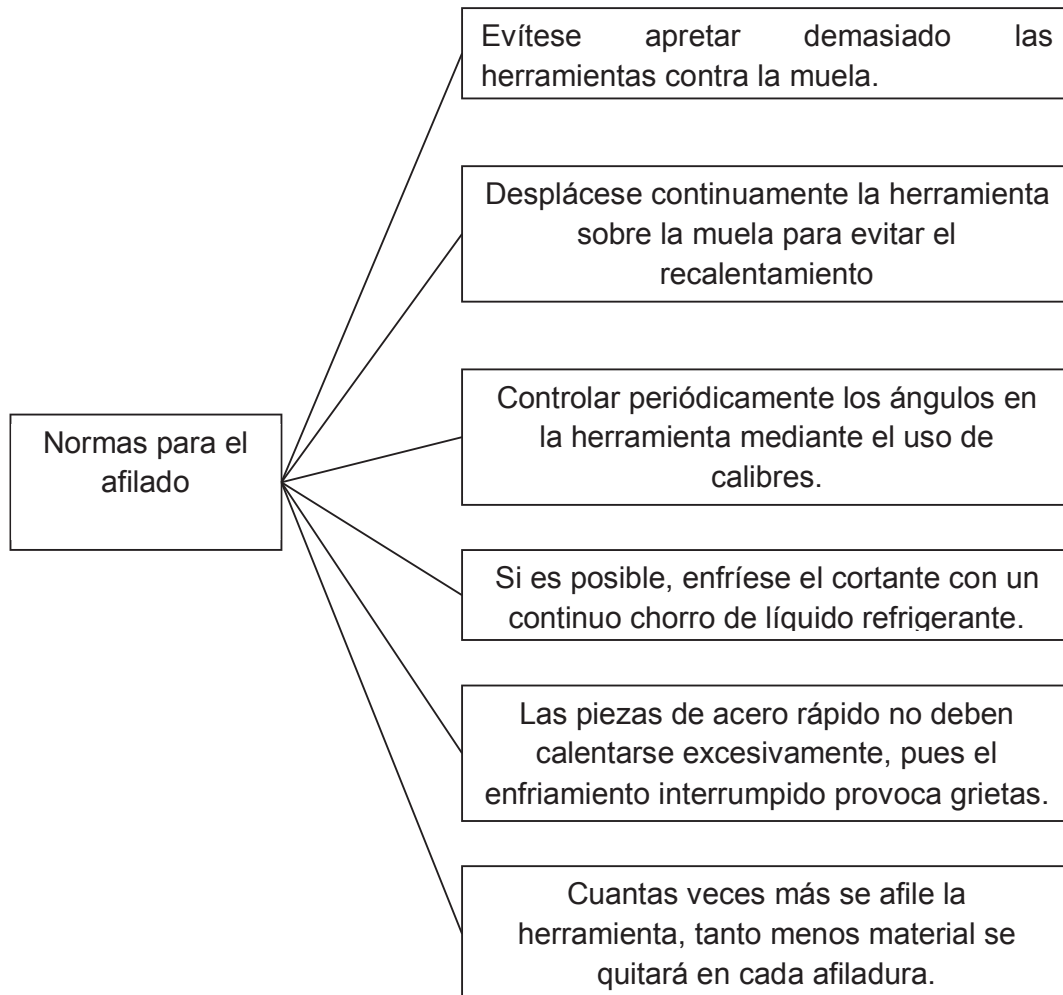


Figura 3.7

7. El afilado se lo debe realizar casi siempre en húmedo, es decir, con un chorro regular de refrigeración, y en caso de no disponer de él, se efectúa en seco, procurando entonces dar pasadas ligeras en la muela para evitar el recalentamiento de la herramienta.
8. Por último, se debe limpiar el borde cortante sobre una piedra al aceite y de grano fino para producir un borde más limpio y una mejor superficie de acabado, con esto se aumenta la vida útil del buril.

3.3 NORMAS PARA EL AFILADO

Las herramientas para torno resultan ser más eficientes sólo cuando están correctamente afiladas; por lo tanto, para que el afilado de una herramienta sea el adecuado, se deben tener en cuenta las siguientes normas:



3.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS MUELAS O PIEDRAS PARA AFILAR

3.4.1 MATERIALES DEL GRANO ABRASIVO:

El Corindón Artificial.- Que es una electro-fusión del carbón y del mineral bauxita, rico en alúmina. Es empleado para afilar las herramientas de acero al carbono.

El Carburo de Silicio.- Más comúnmente denominado carborundo, que se obtiene mediante electro-fusión de arena cuarzosa y carbón de coque (c).

El carburo de silicio supera la dureza del corindón artificial por lo que es empleado para el afilado de aceros rápidos y para desbastar los metales duros.

El carburo de silicio se subdivide en las siguientes clases:

- Negro, especial para desbastes de fundición y trabajos pesados.
- Verde oscuro, para trabajos de rectificado de todos los materiales ferrosos a excepción de los carburos de tungsteno y similares.
- Verde, mucho más frágil que los anteriores; de empleo en el afilado y rectificado de piezas y herramientas de carburo de tungsteno.

El Carburo de Boro.- Es principalmente una combinación de boro y carbono. En lo que respecta a la dureza, supera en mucho al carburo de silicio y se aproxima a la del diamante. Su empleo es en forma de grano suelto como abrasivo para pulir el metal duro.

El Diamante.- "Es el abrasivo más duro, sirviendo solamente para el amolado de los diamantes cristalizados (borts). Tienen la notable propiedad de que los cristales aún en su forma de grano más fino, todavía son abrasivos dando un elevado rendimiento". (11)

Los abrasivos más empleados en la actualidad son: el corindón y el carburo de silicio. El primero es recomendado para trabajar toda clase de acero, es decir, materiales que, siendo duros, son flexibles y fuertes. El segundo se aplica en desbaste y rectificado de hierro fundido, aceros inoxidable, latón, bronce, cobre, aluminio, carbones, gomas, mármol, carburos cementados, etc.

Las muelas vienen codificadas en forma estándar. Anexo 1

(11) E.P:N, Seminario, Afilado de Herramientas, Quito 1 985. Pág. 25,26

3.4.2 TAMAÑO DEL GRANO ABRASIVO:

Los abrasivos son clasificados en tamaños por medio de tamices. Esta clasificación se hace según una numeración, recibiendo el grano el número correspondiente a la cantidad de hilos por pulgada lineal que tiene el tamiz para separarlo y de acuerdo con esta numeración los granos se dividen según el siguiente cuadro: (Tabla 3B)

Muy bastos	Bastos	Medianos	Finos	Muy finos	Superfinos
10	18	36	70	150	280
12	20	46	80	180	320
14	24	54	100	220	400
16	30	60	120	250	500 y 600

Tabla 3B

Fuente: EPN (11)

Para tener una idea del tamaño de los granos, los diámetros aproximados de algunos de los mismos son los siguientes: (Tabla 3C)

Número de Grano	Diámetro aproximado
10	2,0mm
18	1,0mm
36	0,5mm
150	0,2mm

Tabla 3C

3.4.3 AGLOMERANTE DE LA MUELA:

Para unir entre sí los granos abrasivos, se emplean aglomerantes que no pueden desprenderse hasta después del embotamiento durante el proceso de amolado para que puedan entrar en acción nuevos granos de abrasivo.

Aglomerantes Inorgánicos.- El más utilizado es el aglomerante cerámico que se sintetiza a elevada temperatura y se caracteriza por su alta resistencia y por su insensibilidad tanto a un almacenamiento largo como a la influencia de agentes químicos. Pueden emplearse para el afilado en seco y en húmedo, de todos modos, su fragilidad les hace muy sensibles a los golpes y a las presiones laterales.

El agente de liga más común, usado para el 75% de todas las ruedas manufacturadas, es la arcilla vitrificada.

Aglomerantes Orgánicos.- “Son principalmente las resinas naturales o sintéticas y la goma laca. Se emplean cuando se requiere alcanzar velocidades periféricas muy altas en el orden de (80 – 90) m/s.” (12)

El aglomerante de goma es sensible a las temperaturas altas pues, se pega de manera que la muela queda empotrada.

Existen otros tipos de aglomerantes tales como: el magnesio, el silicato, la goma laca, los cuales son utilizados sólo en casos particulares.

3.4.4 DUREZA DE LA MUELA:

Dureza es la tenacidad con que el aglomerante sujeta al grano de abrasivo y no tiene nada que ver con la dureza del mismo. Esta tenacidad permite que cuando las puntas de un grano hayan perdido sus aristas vivas, debido al mayor esfuerzo que debe de soportar el grano, éste se desprende y su lugar en el trabajo pasa a ser ocupado por el grano que se halla inmediatamente detrás de él, es decir un nuevo grano con arista viva es capaz de trabajar nuevamente.

La siguiente tabla muestra los rangos de dureza para las muelas: (Tabla 3D)

Muy Blando	Blando	Medio	Duro
E, F, G	H, I, J, K	L, M, N, O	P, Q, R, S

Tabla 3D

Fuente EPN: (12)

En una muela muy dura, el grano permanece fijado aun cuando ya esté embotado. Si se continúa trabajando, la muela se compacta o por lo contrario se liberan nuevos granos a base de repasarla y rectificarla.

Si la muela es demasiado blanda, el grano se arranca rápidamente y la muela se desgasta de esta forma más deprisa.

De lo anterior se deduce que, una muela bien escogida se va rectificando ella misma en un amplio campo y permanece largo tiempo cortante con un desgaste normal.

La dureza de la muela no es un valor exacto debido a las variaciones en el tamaño del grano, aglomerante y condiciones de trabajo, que alteran el grado afectivo y activo de la muela en uso, de tal forma que, un tamaño fino de grano o una estructura densa hacen que el grano parezca más duro.

3.4.5 ESTRUCTURA DE LA MUELA.

La estructura de una muela se refiere al espaciamiento de los granos en la rueda.

Existe alguna correspondencia entre el grado y la estructura en la acción de las muelas para rectificar. Una estructura abierta conduce a un corte más rápido, en tanto que, una estructura densa o cerrada reduce la facilidad de corte pero da a la rueda mejor capacidad para retener la forma.

En las muelas altamente porosas la proporción del volumen de los poros llega a sobrepasar el 50% del volumen total de la muela. En igualdad de condiciones de trabajo, estas muelas tienen una acción de afilado más franca y más cortante y por ello, con menor generación de temperatura, se emplean con buenos resultados en el afilado de herramientas.

Los tipos de estructura se reparten en doce escalones, de la forma que se indica en la siguiente tabla. (Tabla 3E)

DENSA	MEDIA	ABIERTA
1,2,3,4	5,6,7,8	9,10,11,12

Tabla 3E

Fuente EPN: (13)

En una estructura abierta los granos están espaciados con amplitud, con grandes vacíos de aire entre ellos, dando una amplia holgura a la viruta por lo que es recomendable para materiales blandos y tenaces, así como para el rectificado de superficies.

En la estructura densa o cerrada, los granos están cerrados, siendo los espacios de aire pequeños o nulos. Es recomendable para materiales duros y frágiles que no forman virutas grandes enrolladas y para un acabado de superficie fino.

“Existe, además, un tipo de muela de estructura extraordinariamente abierta, de tal forma, que los granos abrasivos forman cordones, separados entre sí por grandes espacios, recibiendo la estructura de estas muelas el nombre de “porosas”. Generalmente son de grados blandos y grados medios o finos y se emplean para trabajos de rectificado, en los que existan grandes zonas de contacto entre la pieza y la muela y en el afilado de herramientas de aceros aleados y de carburos de tungsteno, en máquinas automáticas”. (13)

3.4.6 FORMA DE LA MUELA:

Pueden ser distintas, según el tipo de herramienta; las que suelen dar mejor resultado son las planas en forma de vaso o copa, trabajando por la cara plana.

La forma y las dimensiones de las muelas están normalizadas (Anexo 1) y entre las más utilizadas tenemos las siguientes. Fig. 3.8

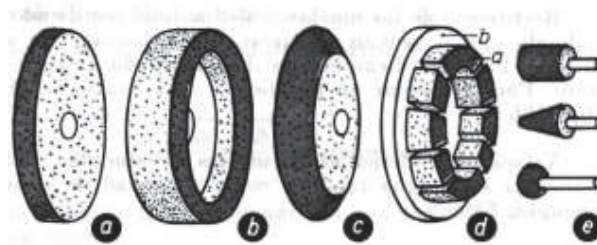


Figura 3.8

- a) Muela recta o plana, en general para trabajar por la superficie lateral del cilindro.
- b) Muela de vaso para trabajar por la cara frontal
- c) Muela de forma; existen las formas más diversas de muelas para esmerilar perfiles.
- d) Muela de segmentos para esmerilar piezas de gran superficie.
- e) Punzones o espigas de esmeril para perfiles; se accionan mediante un eje flexible y se guían a mano.

Los principios generales por los cuales debe regirse la elección más adecuada de una muela son los siguientes:

- 1) Material del grano abrasivo.
- 2) Tamaño del grano abrasivo.
- 3) Dureza de la muela.

Ver (Anexo 1) sobre el detalle de cada uno de los numerales anteriormente expuestos.

CAPITULO 4

DIMENSIONADO Y CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA AFILADORA DE CUCHILLAS PARA TORNO

INTRODUCCIÓN.

Con el propósito de que el afilado de cuchillas para torno sea realizado de una manera técnica y con el grado de precisión que ésta actividad requiere, se vio la necesidad de construir y dimensionar una máquina afiladora, que permita obtener la geometría de una herramienta de corte a través de los ángulos característicos, pero esta vez, de forma más exacta y aproximándose a los valores que establecen la normas nacionales (INEN 628 y 629) o las internacionales (UNE 16 015-75). Según Anexo 4

Todos los elementos constitutivos de la máquina afiladora de cuchillas para torno, fueron seleccionados y construidos en base a especificaciones técnicas, normas, así como también, añadiendo criterios de selección de materiales, disponibilidad de los mismos, costos, además de las recomendaciones y observaciones realizadas por personas con experiencia en el campo.

4.1 CLASIFICACIÓN DE LAS MÁQUINAS AFILADORAS.

Los constructores de herramientas disponen de máquinas de afilar de alta producción para el afilado de cada tipo de herramienta. En consecuencia, se puede afirmar que pueden ser variadas, en cuanto a su disposición, pero deben ser siempre muy robustas y dotadas de mesas o soportes para colocar la herramienta en la posición correcta, para poder obtener las superficies y ángulos deseados sin ninguna limitación.

Deben permitir aproximar con precisión la herramienta a la muela, para dar las distintas pasadas; y también poder dotar a una o a otra de un movimiento de

vaivén, para no localizar la acción en un solo punto, que podría dar lugar a calentamientos localizados.

Sin embargo, tomando en cuenta la disposición de las máquinas y la intervención de la persona que realiza esta actividad, se las pueden clasificar en manuales y mecánicas.

4.1.1 AFILADORAS MANUALES.- Llamadas así, a aquellas máquinas dotadas únicamente de un esmeril para el afilado de las herramientas, en ellas, son las manos del trabajador quienes sujetan a la herramienta sobre la mesa y de acuerdo a la experiencia con que cuente el operador, obtendrá la geometría de la cuchilla para el trabajo que desee realizar. (Fig. 4.1)

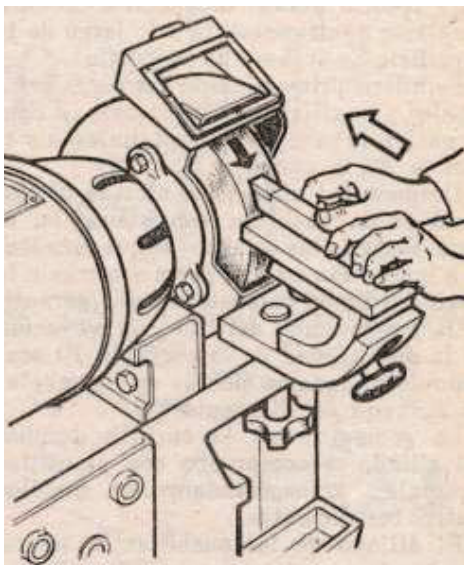
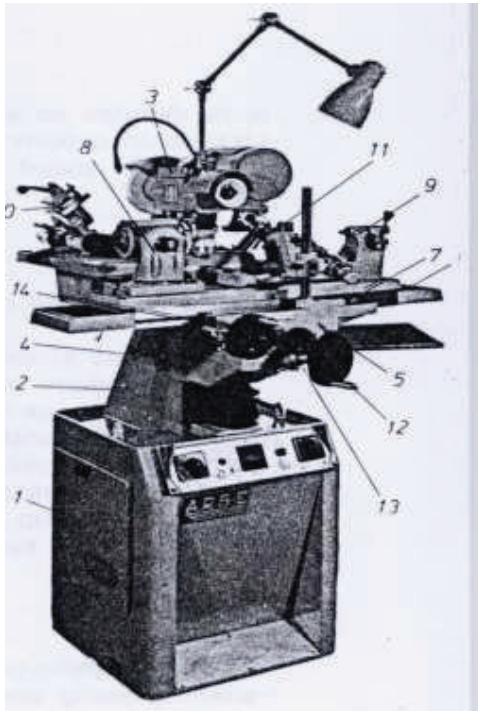


Figura 4.1

El operador aproxima la herramienta hacia la piedra, realiza el movimiento de vaivén así como también consigue los ángulos

4.1.2 AFILADORAS MECÁNICAS.- Generalmente llamadas máquinas universales, estas máquinas poseen dispositivos totalmente mecánicos e inclusive electrónicos, que permiten acercar con precisión la herramienta hacia la piedra, realizar los movimientos de vaivén tanto verticales como horizontales, sujetar y ubicar la cuchilla para poder obtener los ángulos adecuados para los distintos trabajos requeridos (Fig. 4.2). El trabajo del operador, consiste únicamente en montar o desmontar la cuchilla en el husillo portaherramientas.



- 1) Bancada.
- 2) Montante.
- 3) Cabezal portamuelas.
- 4) Guías del montante.
- 5) Carro transversal.
- 6) Mesa.
- 7) Plataforma.
- 8) Cabezal divisor.

Figura 4.2

En un taller mecánico, no es rentable que disponga de toda la gama de afiladoras para resolver sus problemas de afilado; es más conveniente el empleo de una máquina universal que, aunque de menor producción, permite afilar satisfactoriamente todas las herramientas habituales.

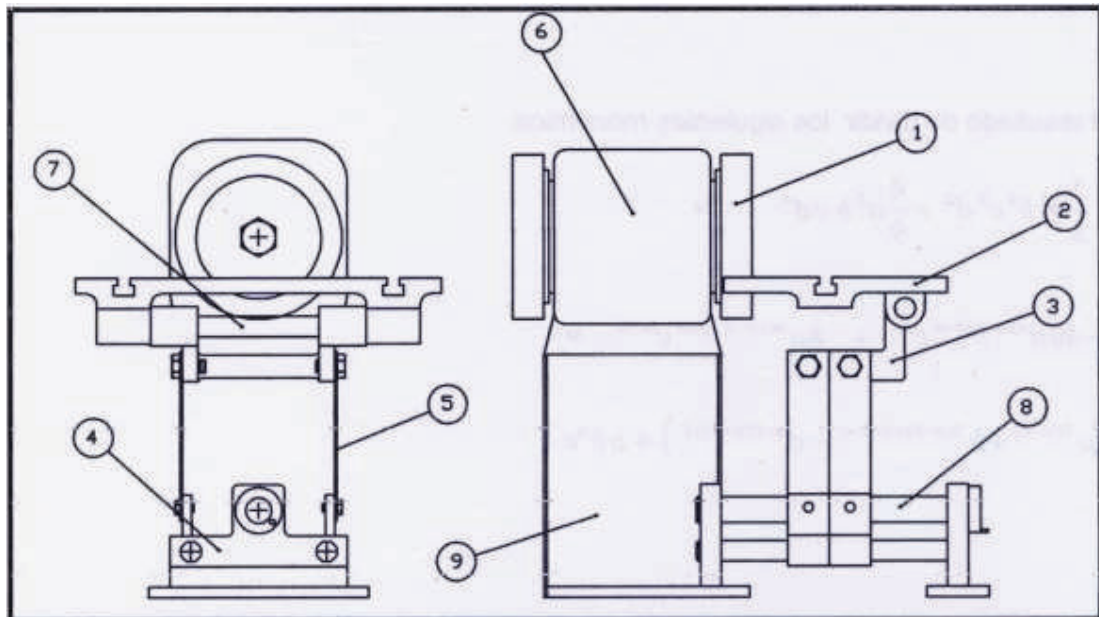
4.2 ESTRUCTURA DE LA AFILADORA DE CUCHILLAS.

Este dispositivo, es una máquina muy robusta, dotada de: **A) Mesa,** **B) Portaherramientas,** éste último cuenta con un goniómetro para colocar la herramienta en la posición correcta y que, ajustada sobre la mesa, se pueden obtener las superficies y ángulos de afilado de la herramienta dentro de los parámetros aceptables o usuales.

La máquina afiladora, se encuentra montada sobre soportes, que permite aproximar con precisión la herramienta a la muela, también consta de un

movimiento de vaivén horizontal, con el fin de no localizar la acción de afilado en un solo punto, evitando de esta manera el calentamiento de la herramienta.

4.2.1 MESA DE TRABAJO.



(Figura. 4.3) Ver anexo 5 Dibujo 001

Número del Elemento	Nombre del Elemento	Cantidad
1	Piedra o muela para afilar	1
2	Mesa de trabajo	1
3	Soportes superiores:	1
4	Soportes inferiores.	1
5	Láminas de fleje	2
6	Motor	1
7	Eje superior	1
8	Ejes inferiores	2
9	Bancada	1

1. PIEDRA O MUELA PARA AFILAR.-

Es una pieza circular en forma de vaso y está constituida por un aglomerante de granos duros, que al ser unidos por aglutinante adecuado, dejan en la masa los poros característicos de una piedra arenisca.

Su resistencia y demás características, están de acuerdo con los trabajos para los cuales se destinan.

(Elemento # 1 del Gráfico de Conjunto de la Máquina Afiladora Fig. 4.3).

2. MESA DE TRABAJO.-

Constituye el plano horizontal sobre el cual se desliza el portaherramientas y para tal efecto, en su cara superior se han tallado canales en forma de T.

(Elemento # 2 Gráfico de Conjunto de la Máquina Afiladora Fig. 4.3).

3. SOPORTES SUPERIORES.-

Es un conjunto de elementos dispuestos de tal manera que permiten articular y sostener horizontalmente a la mesa de trabajo.

(Elemento # 3 del Gráfico de Conjunto de la Máquina Afiladora Fig. 4.3).

4. SOPORTES INFERIORES.-

Estos dispositivos son los encargados de sostener verticalmente la estructura de la mesa y en él se encuentran unidos por medio de pernos los ejes inferiores, así como también, el tornillo de avance horizontal de la mesa.

(Elemento # 4 del Gráfico de Conjunto de la Máquina Afiladora Fig. 4.3).

5. LÁMINAS DE FLEJE.-

Son los elementos que permiten realizar movimientos de vaivén a la mesa de trabajo, lo cual hace que la herramienta no se recaliente en un solo punto sino, que, éste se distribuya en toda la superficie a afilar.

(Elemento # 5 del Gráfico de Conjunto de la Máquina Afiladora Fig. 4.3).

6. MOTOR.-

En el eje del motor, se encuentra localizada la piedra o muela que permite afilar la herramienta. (Elemento # 6 Gráfico de Conjunto de la Máquina Afiladora Fig. 4.3)

7. EJE SUPERIOR.-

Este eje, permite formar una articulación al unir la mesa con los soportes superiores, de tal manera que, la mesa pueda realizar movimientos giratorios comprendidos entre 0° y 90° .

(Elemento # 7 del Gráfico de Conjunto de la Máquina Afiladora Fig. 4.3).

8. EJES INFERIORES.-

Los ejes inferiores soportan todo el peso del conjunto formado por la mesa, los soportes superiores y el eje superior, en ellos también se encuentran localizados los soportes inferiores que permiten ubicar en forma paralela a las láminas de fleje. Una característica importante de estos ejes, es que, facilitan acercar o alejar la mesa hacia la piedra, éste movimiento se lo realiza a través de un tornillo que se encuentra entre estos dos ejes inferiores.

(Elemento # 8 del Gráfico de Conjunto de la Máquina Afiladora Fig. 4.3).

9. BANCADA.-

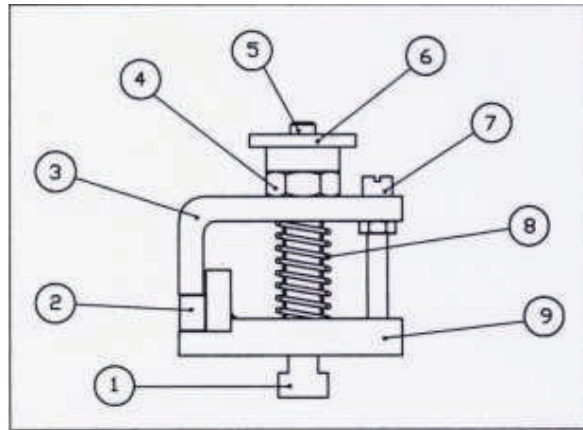
Denominado así a toda la estructura metálica que permite acoplar todos los elementos anteriormente mencionados, para que la máquina tenga funcionalidad y ergonomía para el usuario.

(Elemento # 9 del Gráfico de Conjunto de la Máquina Afiladora Fig. 4.3).

4.2.2 PORTAHERRAMIENTAS.

Este dispositivo (Fig. 4.4), permite ubicar la herramienta de tal manera que, en ella se puedan tallar los ángulos de filo y de corte con una variación angular de 0° a 90° .

Básicamente consta de una base circular en la que se encuentran tallados valores angulares. Con la finalidad que el portaherramientas se deslice sobre la mesa de trabajo, en su base inferior se localiza una deslizante en forma de T que a su vez, permite anclar al portaherramientas en la mesa y por medio de una mordazatambién a la herramienta. Constituye un elemento importante el resorte helicoidal que facilita el montaje y desmontaje de la herramienta.



(Figura 4.4) Ver anexo 5 Dibujo 002

SIMBOLOGÍA:

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| 1) Deslizante en T | 6) Contratuerca |
| 2) Herramienta | 7) Tornillo |
| 3) Prensa | 8) Resorte helicoidal |
| 4) Tuerca | 9) Base |
| 5) Tornillo interior | |

1. DESLIZANTE EN T.-

El deslizante en forma de T, permite el desplazamiento y agarre del portaherramientas sobre la mesa de trabajo.

(Elemento # 1 del Gráfico del portaherramientas. Fig.4.4).

2. HERRAMIENTA.-

Es la cuchilla que se desea afilar, y que por lo general son barras poliédricas de acero al carbono.

(Elemento # 2 del Gráfico del portaherramientas. Fig.4.4).

3. PRENSA.-

Constituye el brazo de palanca que sujeta por la parte superior a la cuchilla impidiendo que ésta se mueva.

(Elemento # 3 del Gráfico del portaherramientas. Fig.4.4).

4. TUERCA.-

Esta tuerca superior, ajusta al brazo de palanca hacia la herramienta por medio del tornillo exterior y para tal efecto hay que hacerlo mediante la utilización de una llave.

(Elemento # 4 del Gráfico del portaherramientas. Fig.4.4).

5. TORNILLO INTERIOR.-

Este tornillo interior se encuentra soldado en la deslizante en T y atraviesa la base así como también el tornillo exterior (que es hueco).

(Elemento # 5 del Gráfico del portaherramientas. Fig.4.4).

6. CONTRATUERCA.-

La contratuerca, a través del tornillo interior y la deslizante en T, sujeta todo el portaherramientas hacia la mesa de trabajo impidiendo que ésta se mueva durante el proceso de afilado.

(Elemento # 6 del Gráfico del portaherramientas. Fig.4.4).

7. TORNILLO.-

Este tornillo, facilita el agarre de la herramienta impidiendo que el brazo de palanca (prensa) se deslice hacia abajo en su parte posterior.

(Elemento # 7 del Gráfico del portaherramientas. Fig.4.4).

8. RESORTE HELICOIDAL.-

El resorte helicoidal facilita el desmontaje de la herramienta por cuanto moviliza verticalmente el brazo de palanca (prensa).

(Elemento # 8 del Gráfico del portaherramientas. Fig.4.4).

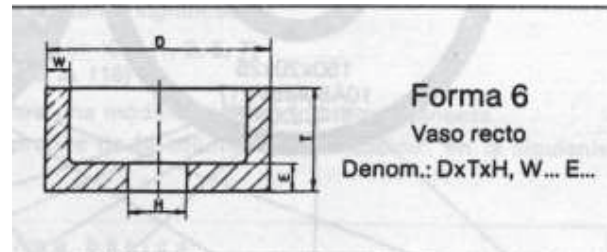
9. BASE.-

En la base, se encuentran acoplados convenientemente todas las partes anteriormente citadas y por medio de ésta, facilita el desplazamiento de todo el portaherramientas sobre la mesa pudiéndose acercar la herramienta hacia la muela para ser afilada.

(Elemento # 9 del Gráfico del portaherramientas. Fig.4.4).

4.3 DIMENSIONADO DE SUS ELEMENTOS.

Para poder dimensionar adecuadamente la máquina, se tomó como punto de partida, las dimensiones de la muela (piedra para afilar) tipo vaso, que existe en el mercado (Fig. 4.5), cuyas medidas concuerdan con las que establecen en las normas DIN 69139. (ANEXO 1)



D	T	H	W	E
150	59	22	25	15

(Fig. 4.5)

4.3.1 MESA DE TRABAJO.

La mesa de trabajo (Fig. 4.6), constituye el plano horizontal sobre el cual se desliza el porta herramientas; en su cara superior se encuentran tallados canales en forma de T con el fin de facilitar el deslizamiento y agarre del porta herramientas sobre la misma.

Fue necesario darle a la mesa una forma de una C, para aprovechar las dimensiones de la muela, en este caso su altura, pudiendo realizar afilados de la herramienta por este flanco.

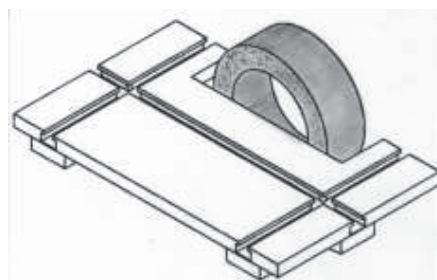


Fig. 4.6

Antes de dimensionar la mesa de trabajo, fue necesario construir en madera un prototipo a escala, de tal forma que, en él se realicen todas las correcciones que fueren pertinentes. Las siguientes fotos (Fig. 4.7) exponen el prototipo en madera.

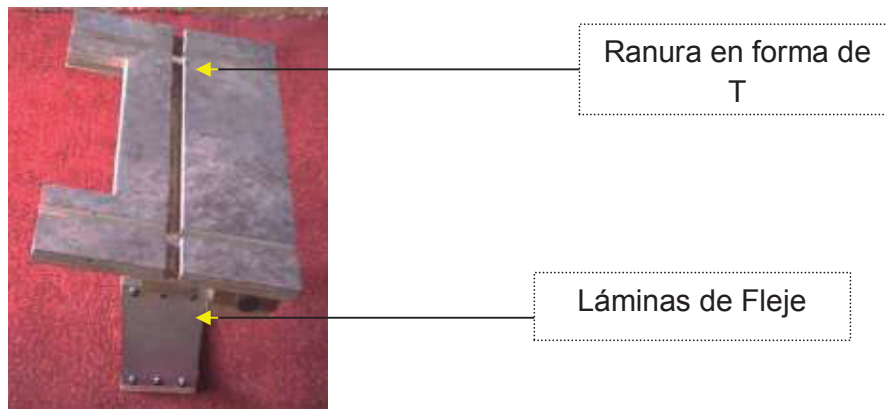


Figura 4.7

Las dimensiones de la mesa son: largo = 350mm, ancho = 215mm, espesor = 15mm. Representadas a escala según (ANEXO 5, DIBUJO 101).

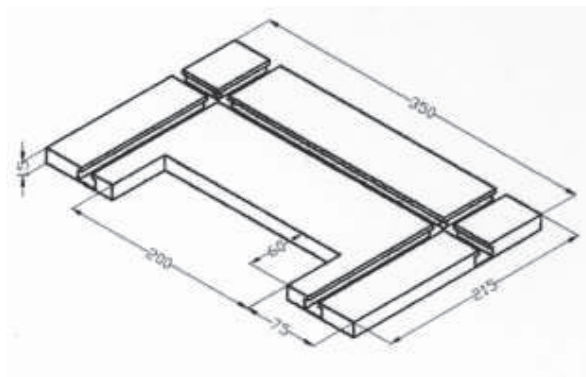


Figura 4.8

Estas dimensiones se las determinó tomando en cuenta que en el mercado nacional, el diámetro de las piedras para afilar oscilan entre (120 – 200) mm y cuentan con alturas de (50 – 70) mm, de ahí que, surgió la necesidad de dejar unos flancos de 22,5mm a cada lado del disco con el propósito de facilitar el movimiento de vaivén de la mesa (Fig. 4.8) y de tal manera que la muela no roce con ésta con ésta

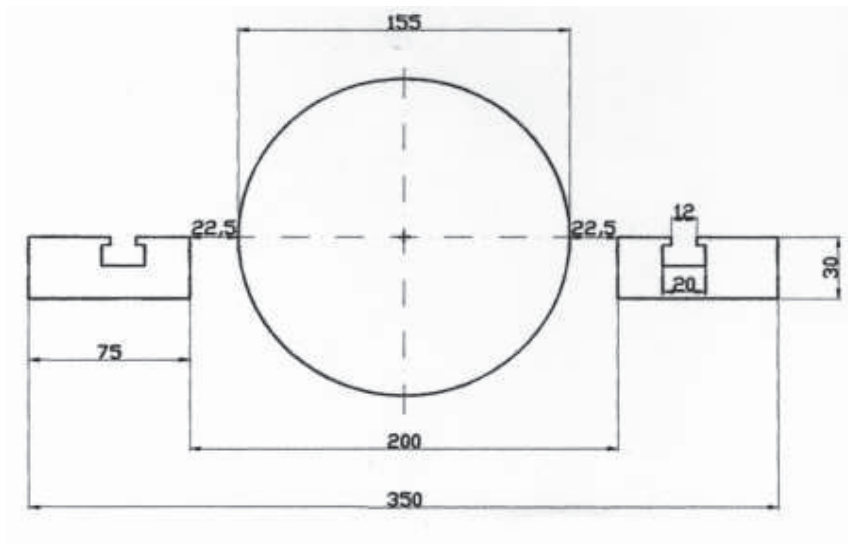


Figura. 4.8

El dimensionado de la ranura en T (Fig. 4.9) se lo realizó considerando lo que establece la norma DIN 650 para estos casos y la utilización de fresas normalizadas. (ANEXO 4)

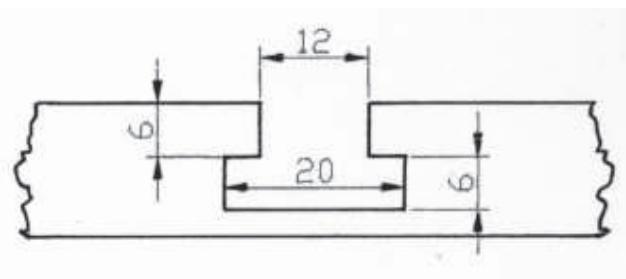
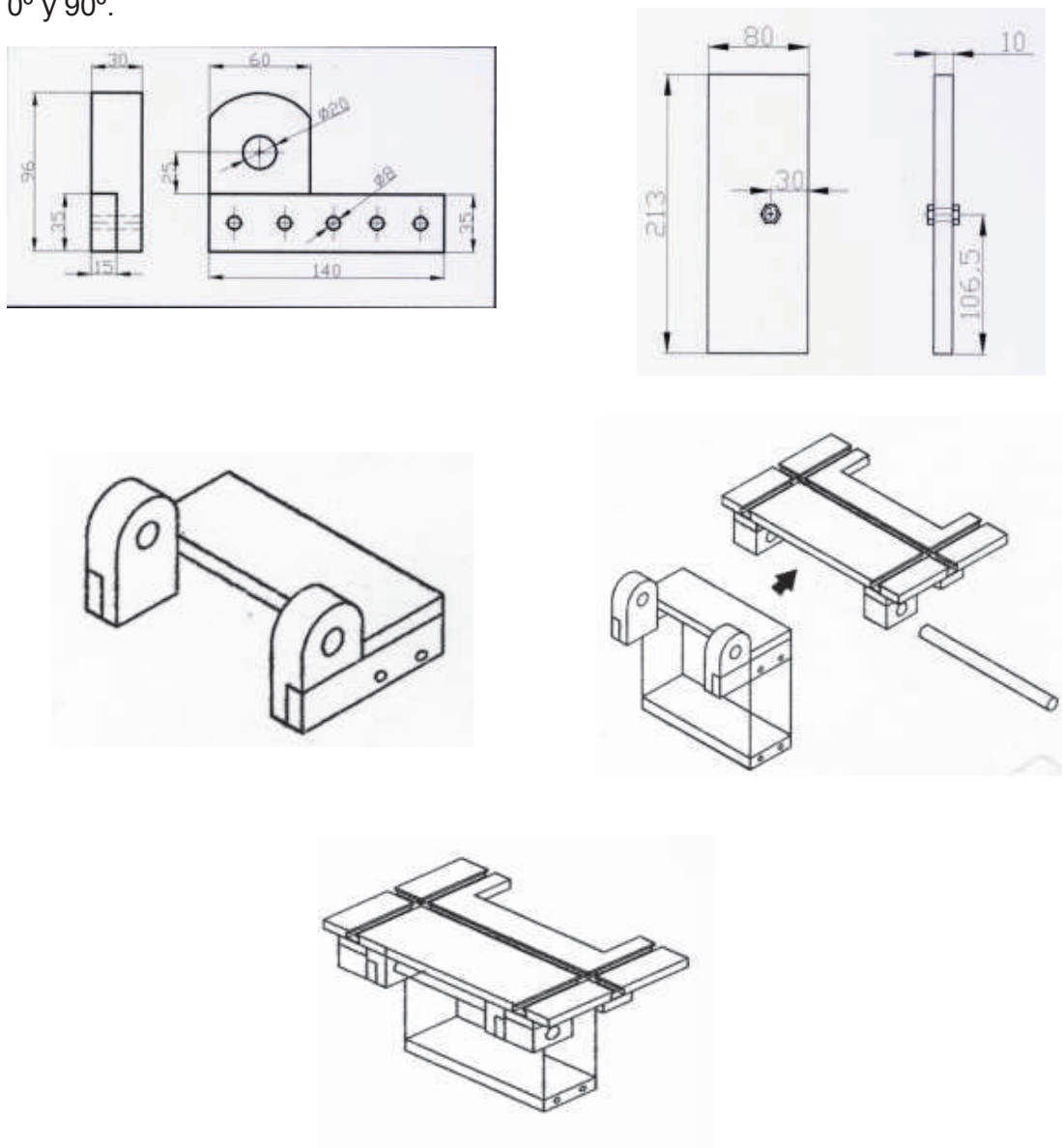


Figura. 4.9

4.3.2 SOPORTES SUPERIOR E INFERIOR

Los soportes superior e inferior (Fig. 4.10) una vez acoplados, constituyen una parte fundamental de este dispositivo y son los encargados de sostener horizontal y verticalmente toda la estructura de la máquina, además permiten realizar movimientos giratorios de la mesa, por medio del eje que atraviesa los agujeros de los soportes, permitiendo formar una articulación para que gire la mesa entre 0° y 90° .



(Fig. 4.10)

4.3.3 CÁLCULO DEL DIÁMETRO MÍNIMO PARA EL EJE:

Las fuerzas que actúan sobre el eje, son del tipo distribuidas que trabajan a flexión. Bajo esta condición se tiene que: el momento flector está dado por la expresión: $M_f = \frac{GL^2}{8} + \frac{PL}{4}$; donde: **G**, es el peso distribuido de la mesa y **P**, es el peso del porta herramienta, **L**, es la longitud de la mesa.

Por facilitar los cálculos, éstos se los realizará únicamente en el plano y no en el espacio.

Datos medidos:

$$m_G = 32 \text{ lb} = 14,5 \text{ kg}$$

$$m_P = 6 \text{ lb} = 2,7 \text{ kg}$$

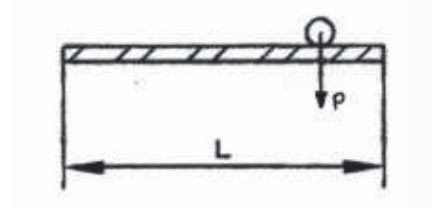
$$L = 35 \text{ cm}$$

Datos calculados:

$$G = 145 \text{ N}$$

$$P = 27 \text{ N}$$

$$L = 0,35 \text{ m}$$



Datos Obtenidos por tablas

Sy: esfuerzo admisible al corte para un acero AISI 1010 es de $220 \text{ N} / \text{mm}^2$

Solución:

$$M_f = \frac{145 \text{ N/m} \cdot (0,35 \text{ m})^2}{8} + \frac{27 \text{ N} \cdot 0,35 \text{ m}}{4}$$

$$M_f = 2,22 \text{ Nm} + 2,36 \text{ Nm}$$

\Rightarrow

$$M_f = 4,58 \text{ Nm}$$

$$S_{necesario} = \frac{M_f}{S_y} = \frac{4,58 \text{ Nm}}{220 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}$$

$$S_{necesario} = 2,08 \cdot 10^{-8} \text{ Nm}^3$$

\Rightarrow

$$S_{necesario} = 2,08 \cdot 10^{-8} \text{ Nm}^3$$

El módulo de la sección para un círculo se deduce de la siguiente forma.

$$I = \frac{\pi \cdot D^4}{64} \quad \text{Sabemos que} \quad r = \frac{D}{2} ; \quad \text{además que:} \quad S = \frac{I}{r}$$

$$\text{Entonces:} \quad S = \frac{\pi \cdot D^4 / 64}{D / 2} = \frac{\pi \cdot D^3}{32}$$

$$S_{\text{proporcionado}} = S_{\text{requerido}}$$

$$\frac{\pi \cdot D^3}{32} = 2,08 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3 \quad ; \quad D^3 = 2,12 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3$$

$$D = 0,006 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad \boxed{D = 6 \text{ mm}}$$

Nota: El dimensionamiento del eje no fue producto de cálculos de esfuerzos sino más bien del sentido práctico para poder trabajar en forma segura.

Para el dispositivo se consideró necesario realizar un eje de 20mm por efectos de seguridad siendo éste del 3,3

4.3.4 LÁMINAS DE FLEJE.

Las láminas de fleje (Fig. 4.11), constituyen los elementos elásticos que hacen que la mesa tenga movimientos de vaivén, además, una por medio de tornillos los soportes superior e inferior. Su dimensionado, se realizó más por sentido práctico pero tomando en cuenta factores como: la flexibilidad, su longitud y distancia desde el soporte inferior hasta la muela de afilar.

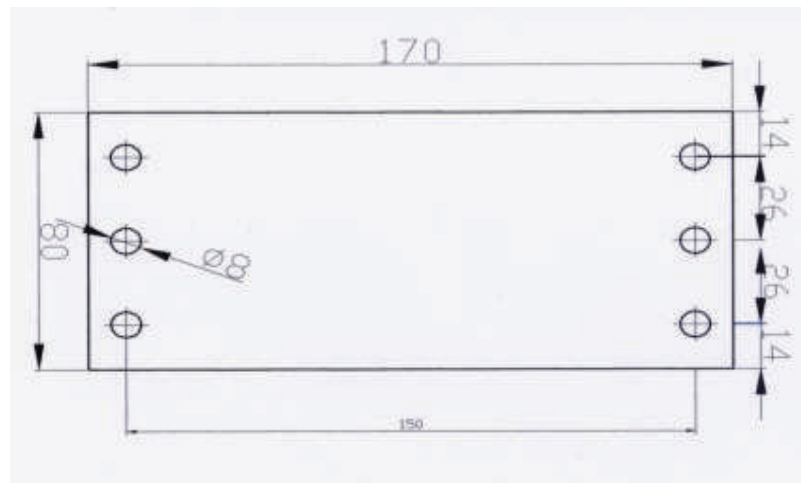


Figura 4.11

4.3.5 BASE DEL PORTAHERRAMIENTAS:

Una vez construida la mesa de trabajo y en ella la ranura en T, se procede a dimensionar la base del portaherramientas (Fig.4.12), se procede a medir la distancia existente desde el borde de la mesa que da a la muela, hasta el filo del canal longitudinal en C construido en la misma. Esta distancia permite establecer el radio máximo que debe tener la base circunferencial del portaherramientas.

En uno de sus diámetros, se encuentran tallados dos orificios; uno en el centro de la base del portaherramientas de $\phi = 14\text{mm}$ en el que se localiza al tornillo hueco y el otro que es roscado de $\phi = 8\text{mm}$ en el que se localizará el tornillo guía para la prensa.

Las dimensiones de la base del portaherramientas son las siguiente

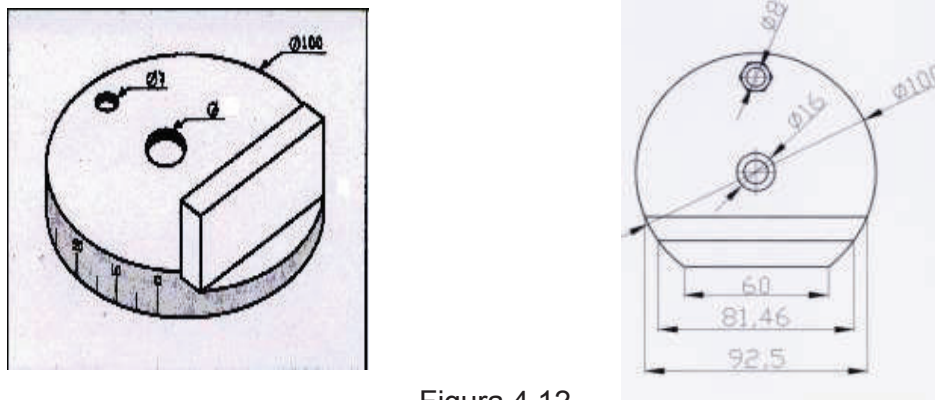


Figura 4.12

4.3.6 DESLIZANTE EN T.

Este dispositivo a la vez que permite desplazar al goniómetro por la superficie de la mesa, también lo inmoviliza sobre ésta para el proceso de afilado. Fig. 4.13

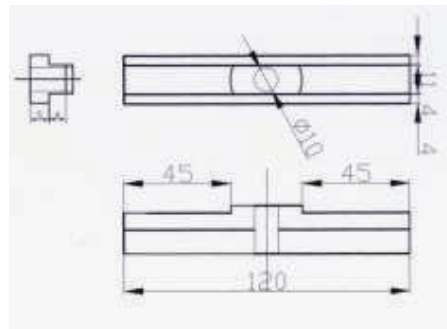


Figura 4.13

4.3.7 PRENSA PARA HERRAMIENTA.

Esta palanca se la dimensionó considerando el centro de la base del porta herramientas y la distancia hasta la cuchilla a afilar. (Fig. 4.14)

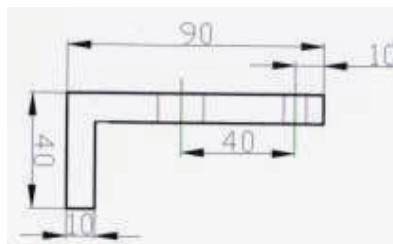


Figura 4.14

Para las láminas de fleje se empleó una sierra para madera, de acero templado 1070 que por su considerable contenido de carbono, permite que ésta no se deforme. Su dureza Rockwell es de 40 - 42 y su espesor de 1/16 de pulgada.

4.3.8 CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL MOTOR A UTILIZAR

4.3.8.1 Velocidad periférica de las muelas de esmerilar.

La velocidad periférica, velocidad de corte o velocidad tangencial (V_c) que tiene la muela está expresada en [m/s]

Para calcular V_c , se utiliza la expresión:

$$V_c = \omega \cdot r \quad (1)$$

Donde: ω : es la velocidad angular de la muela[rad/s]

r : es el radio de la muela..... [m]

Es común encontrar que la velocidad angular (ω) en los motores, está expresada en RPM (revoluciones por minuto), por lo que resulta conveniente expresar esta unidad de medida en rad/s a través de la siguiente conversión:

$$\omega = n \cdot \left[\frac{\text{rev}}{\text{min}} \right] \cdot \left[\frac{2 \cdot \pi \text{ rad}}{\text{rev}} \right] \cdot \left[\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right] ; n, \text{ es el número de } r.p.m \text{ que realiza la muela}$$

Simplificando se tiene que:

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \left[\frac{\text{rad}}{\text{s}} \right] \quad (2)$$

Reemplazando (2) en (1) se tiene la siguiente expresión:

Velocidad de corte

$$V_c = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \cdot r$$

Para el presente proyecto se tienen los siguientes datos:

$$r = 75\text{cm} = 0,075\text{m} \quad V_c = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \cdot r$$

$$n = 3\,000 \text{ r.p.m.} \quad V_c = \frac{2 (3,14) (3\,000)}{60} \cdot 0,075$$

$$\pi = 3,14$$

$$V_c = 23,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Para obtener un buen rendimiento con la muela, es necesario que gire a la velocidad adecuada. Si su velocidad es insuficiente, ésta se desgrana prematuramente dando la sensación de ser blanda y ocurre lo contrario cuando su velocidad es excesiva.

La velocidad media aconsejable está en el orden de los 25m/s, pero para obtener el mejor rendimiento de acuerdo a sus características deben emplearse las siguientes velocidades:

- Para muelas de aglomerante metálico de 15 a 20 m/s.
- Para muelas de aglomerante resinoide de 24 a 28 m/s.

Una muela resinoide utilizada a velocidad netamente inferior a la indicada, da origen a que se desgaste prematuramente, mientras que una muela metálica utilizada a 30m/s, por ejemplo, puede dar un afilado no satisfactorio con riesgo a un rápido deterioro de la herramienta..

4.3.8.1 Profundidad del corte.

Debe ser mantenida entre unos límites moderados, así por ejemplo, la profundidad debe ser reducida cuando se utilizan muelas con grano fino y dureza más alta. Igualmente deben afilarse con una profundidad pequeña las piezas templadas, o sea, por lo regular todas las herramientas.

El llevar la presión de amolado o profundidad de corte por encima de los valores convenientes para la muela, puede tener fácilmente como consecuencia defectos de afilado.

Se puede tomar como una norma para la profundidad del afilado entre 0,003 y 0,03mm. En trabajos de precisión, la profundidad de pasada no debe exceder de los valores anteriormente anotados.

4.3.8.3 Cálculo de la potencia requerida.

Por definición, el trabajo se calcula por medio de la expresión::

Simbología:

$$T = F \cdot x$$

3

T: Trabajo efectuado

F: Fuerza aplicada

x: Distancia

La relación entre el trabajo por el tiempo se denomina potencia

Simbología:

$$P = \frac{T}{t}$$

4

P: Potencia

T: Trabajo efectuado

t: Tiempo emple

Reemplazando 3 en 4 se tiene la relación:

$$P = \frac{F \cdot x}{t}$$

pero: $\frac{x}{t} = V_c \Rightarrow$

$$P = F \cdot V_c$$

5

Las fuerzas de contacto deben ser muy pequeñas por cuanto la profundidad de corte máximo es de 0,03m; de ahí que, se asume un valor arbitrario para ésta fuerza, $F = 10\text{N}$

Reemplazando los valores de: $F = 10\text{ N}$ y $V_c = 23,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ en la ecuación 5

Se tiene:

$$P = F \cdot V_c$$

$$P = 10\text{ N} \cdot 23,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$P = 235\text{ watt}$$

Para transformar éste valor de potencia en HP (horse power), utilizamos la equivalencia: $1\text{HP} = 746\text{ watt}$

$$P = \frac{1\text{HP} \cdot 235\text{ w}}{746\text{ w}}$$

\Rightarrow

$$P = 0,3\text{ HP}$$

Se puede observar que el valor en HP es muy bajo sin embargo, ya en la práctica y considerando un factor de seguridad de 1,5 se empleó un motor con $P = 0,5\text{ HP}$

4.4 SELECCIÓN DE MATERIALES:

Para la mesa de trabajo se utilizó un acero AISI 1010 por las siguientes características:

- Tipos de cargas que soporta: Estáticas, flexión y fatiga.
- Tipos de desgaste: Impacto, fricción, corrosión y oxidación.
- Propiedades mecánicas: Tenacidad, resistencia, mecánica.
- Costo: Medio o moderado.

Tomando en cuenta todas las características anteriormente mencionadas, el acero 1010, es un acero de cementación no aleado para piezas pequeñas y donde la dureza del núcleo no es importante, su bajo contenido de carbono hace que sea un acero suave, de excelente soldabilidad y maquinabilidad que permiten sobretodo trabajarlo y abaratar costos.









Aplicaciones:

















- Levas, uniones, bujes.
- Partes prensadas o troqueladas.
- Ejes de transmisión.
- Planchas soldables.


4.5 HOJAS DE PROCESO:


Son documentos que recogen todos los pasos que un técnico analista realiza en el proceso de construcción de un elemento mecánico y en el constan:










- Fases de recorrido de la pieza por los diferentes puestos de trabajo.
- Posturas en cada puesto de trabajo, con indicación de los útiles de sujeción.
- Máquinas a utilizar.
- Herramientas especiales de fabricación.
- Instrumentos de medida.
- Equipos de seguridad.
- Tiempo de maniobra.





















 ESUELA POLITÉCNICA NACIONAL		HOJA DE PROCESO		N° de registro Plano 101
Elemento: FABRICACIÓN DE LA MESA DE TRABAJO		Simbología Seguridad del Operario   	Elemento crítico 	Operación temporal T
Realizado por: Carlos Eraso Y:		Paginas: 1 de 2 Fecha: 2 006 -04 -08		
Simbología Seguridad del Operario   		Razón:		
1	+	Punto importante:	<ul style="list-style-type: none"> Evitar posible desmontaje de la pieza en la fresadora. Rectificado superficial de toda la cara inferior de la mesa para tener un plano de referencia. Permite desmontar la pieza. Evitar posible desmontaje de la pieza en la fresadora. Rectificado superficial de toda la cara superior de la mesa. Permite desmontar la mesa. Facilita la maquinabilidad de la pieza por sus costados. Evitar deslizamiento de la pieza. Obtención de una cara lateral de referencia. Permite desmontar la pieza. Evitar deslizamiento de la pieza. Obtención de caras laterales paralelas. Permite desmontar la pieza. Evitar deslizamiento de la pieza. Obtención de cara lateral derecha paralela. Permite desmontar la pieza. Impedir deslizamiento de la pieza y controlar paralelismo. Obtención de cara lateral izquierda paralela. 	
2	+	Paso principal:	<ul style="list-style-type: none"> Asegurar la pieza a la fresadora por medio de bridas. Fresa frontal cilíndrica de 4 labios y 0 25 mm a una v = 260 r.p.m. Realizar 2 pasadas con profundidades de 1 mm c/u. Desactivando controles. Asegurar la pieza a la fresadora por medio de bridas. Hasta llegar a medidas próximas a los 30mm. Utilización de fresa frontal de 4 labios y 0 25 mm a una v = 260 r.p.m. Desactivando controles. Sujetar la fresa para realizar los canales laterales. Mediante la utilización de la mordaza . Fresa frontal cilíndrica de 0 30 mm a una v = 260 r.p.m Desactivando controles. Mediante la utilización de la mordaza . Fresa frontal cilíndrica de 0 30 mm a una v = 260 r.p.m Desactivando controles. Mediante la utilización de la mordaza . Fresa frontal cilíndrica de 0 30 mm a una v = 260 r.p.m Desactivando controles. Sujeción de la pieza en la mordaza. Fresa frontal cilíndrica de 0 30 mm a una v = 260 r.p.m 	
EQUIPOS DE SEGURIDAD		LISTADO DE MODIFICACIONES		
1	+	Gafas de protección industrial	1	2 006- 04- 08
2	+	Tapones Auditivos.	1	Emisión hoja de proceso
3	+	Zapatos punta de acero	1	Emisión hoja de proceso
4	+	Overol de trabajo manga corta	1	Emisión hoja de proceso
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN		HISTORIAL DE TIEMPO		
1	+	Pie de Rey	TIEMPO	A Horas
2	+	Regla de cabello	FECHA	08-abr-08
3	+	Revol comparador	HISTORIAL DE APROBACION	
4	+		Ing. Rodrigo Ruiz	





 ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		HOJA DE PROCESO			N° de registro Plano 101	
Elemento: FABRICACIÓN DE LA MESA DE TRABAJO		Realizado por: Carlos Erazo Y.		Páginas: 2 de 2 Fecha: 2.006 - 04 - 10		
Símbolos Seguridad al operar		Chequeo de calidad		Operación temporal T		
Sim. N° 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12  13  14  15 	Punto importante: * Utilización del gramil y verificación de medidas especificadas en el plano * Comprobación del sentido de giro de la fresadora y el de los labios de la fresa. * Asegurar la pieza a la mesa fresadora por medio de bridas. * Utilización de fresa frontal de 0.10mm a una v = 260 r.p.m Realizar 10 pasadas de 1,5mm cada una. * Desactivando controles * Utilización de fresa frontal T de (20 x 10)/mm y a v = 212 r.p.m. Realizar 2 pasadas si modificar la profundidad. * Desactivando controles * Comprobación con instrumentos de medida. * Repetir los pasos 2,3,4,5,6,7,8 * Comprobación con instrumentos de medida. * Utilización de rectificadora universal y realizar esmerillado frontal. * Asegurar piedra para afilar en eje * Activando controles del plato magnético. * Mediante el empleo de muela plana (250 X 40) mm realizando 2 pasadas con profundidades de 0.2 mm * Desactivando controles	Punto principal: * Trazado de los canales sobre la superficie principal de la pieza de trabajo. * Sujeción de la fresa frontal con vástago para canaladura en C y comprobación si gira redonda. * Sujeción de la pieza sobre la mesa fresadora. * Fresado de ranura en C * Apagamos fresadora * Fresado de ranura en T * Apagar la máquina fresadora. * Verificar medidas. * Girar la mesa y ubicarla sobre la fresadora para realizar las canaladuras transversales. * Verificar medidas. * Rectificado de la superficie superior de la mesa. * Montaje de la muela * Sujeción de la pieza en el plano magnético. * Esmerillado previo y final de la cara principal de la pieza * Apagar la máquina rectificadora.	Razón: * Requerimiento de plano. * Evitar posible rotura de la fresa. * Evitar deslizamiento de la pieza * Facilitar el paso de la fresa en forma de T. * Permite retirar la fresa cilíndrica y colocar la fresa en T. * Obtención de la canaladura en forma de T invertida. * Permite desmontar la pieza. * Garantiza la calidad del trabajo según diseño. * Obtención de las canaladuras en forma de T. * Garantiza la calidad del trabajo según diseño. * Conseguir una superficie totalmente liza en la cara superior de la mesa. * Evitar posible desmontaje de la muela. * Evitar deslizamiento de la pieza * Mejorar la calidad de la superficie de la pieza * Permite desmontar la mesa.	LISTADO DE MODIFICACIONES. 1 2.006-04-10 Emisión hoja de proceso	HISTORIAL DE TIEMPO TIEMPO 4 Horas FECHA 10-04-06 HISTORIAL DE APROBACION Ing. Rodrigo Ruiz	
EQUIPOS DE SEGURIDAD 1 Gafas de protección industrial 2 Tapones Auditivos. 3 Zapatos punta de acero 4 Overol de trabajo manga corta						
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN 1 Gramil 2 Escuadra 3 Regla de cabello						






 ESUELA POLITÉCNICA NACIONAL		HOJA DE PROCESO		N° de registro PLANO 102	
Elemento: FABRICACIÓN DEL SOPORTE INFERIOR		Realizado por: Carlos Eraso V.		Páginas: 1 de 1 Fecha: 2008-04-12	
Símbolo Seguridad del operador		Elemento crítico		Operación temporal	
Paso principal:		Punto importante:		Razón:	
1	<ul style="list-style-type: none"> Montaje del eje vertical y la fresa, y comprobación de si gira redonda. Colocación de la mordaza en la mesa fresadora. Sujeción de la pieza (Soporte inferior) Fresado de las caras laterales de la pieza. 	<ul style="list-style-type: none"> Asegurar fresa en el eje vertical porta fresas. Fijando la mordaza por medio de pernos. Utilizando alzas y apretando el tornillo de la mordaza. Utilizando fresa frontal de 0.20 mm, realizando 2 pasadas de 0.5mm a una V = 185 r.p.m. Desactivando controles Aseguramos en la mordaza Utilización de tensor largo, como morse boquilla, chavillas. 	<ul style="list-style-type: none"> Evitar posible desmontaje de la fresa y comprobación de giro. Impedir movilidad de la mordaza. Nivelar la superficie a trabajar e impedir movimiento. Obtención de dimensiones según planos. 		
3	<ul style="list-style-type: none"> Apagar la máquina fresadora. Posicionar pieza en su superficie superior. 	<ul style="list-style-type: none"> Empiezo de fresa con despuña de 0.30 mm a V = 214 r.p.m realizando 3 pasadas de 2 mm cada una. Comprobación con instrumentos de medida. Desactivando controles 	<ul style="list-style-type: none"> Permite desmontar la pieza Evitar deslizamiento y comprobar paralelismo. Sujeción de la fresa con despuña. 		
4	<ul style="list-style-type: none"> Montaje de accesorios para la sujeción de la herramienta por medio de árbol porta fresa. 	<ul style="list-style-type: none"> Utilización de tensor largo, como morse boquilla, chavillas. 	<ul style="list-style-type: none"> Garantiza calidad en el trabajo según diseño. Permite desmontar la pieza. 		
5	<ul style="list-style-type: none"> Fresar canales media luna 	<ul style="list-style-type: none"> Ajustando tornillo de la mordaza y verificando trazado en la pieza. Asegurar broca en mandrill con llave cuadrada 	<ul style="list-style-type: none"> Inmovilizar la pieza y posicionarla para la perforación de orificios 0.6 mm en caras laterales. Evitar desmontaje de broca. 		
6	<ul style="list-style-type: none"> Verificar medidas. 	<ul style="list-style-type: none"> Utilización de broca de 4 mm a V = 730 r.p.m. Desactivando controles 	<ul style="list-style-type: none"> Obtención de agujeros para roscado Permite desmontar la pieza. 		
7	<ul style="list-style-type: none"> Posicionar pieza en mordaza del taladro de pedestal. 	<ul style="list-style-type: none"> Ajustando tornillo de entornalla Utilización de machuelos 0.6 mm 	<ul style="list-style-type: none"> Evitar deslizamiento de la pieza. Realizar roscado inferior. 		
8	<ul style="list-style-type: none"> Montaje de broca en el mandrill porta brocas y verificación de giro. 	<ul style="list-style-type: none"> LISTADO DE MODIFICACIONES 1 2.008-04-12 Emisión hoja de proceso 			
9	<ul style="list-style-type: none"> Taladrar 3 orificios laterales 				
10	<ul style="list-style-type: none"> Apagar taladro 				
11	<ul style="list-style-type: none"> Ubicar pieza en antemalla 				
12	<ul style="list-style-type: none"> Roscar orificios 				
13					
14					
15					
16					
17					
EQUIPOS DE SEGURIDAD		HISTORIAL DE TIEMPO			
1	Gafas de protección industrial.	TIEMPO 3:10:00	FECHA 12-abr-08	HISTORIAL DE APROBACIÓN Ing. Rodrigo Ruiz	
2	Tijeras Auditivas.				
3	Zapatos punta de acero				
4	Oval de trabajo manga corta				
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN					
1	Círculo				
2	Escuadra				
3	Regla de caballo				
4	Micrómetro				












 ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		HOJA DE PROCESO			N° de registro: PLANO 103	
Elemento: FABRICACIÓN EJE SUPERIOR		Emitido por: Carlos Eraso Y.	Paginas: 1 del 1	Fecha: 2 006 - 04 - 14		
Sim. N°		Pasos importantes: • Sujutando en plato de 3 mordazas y ajustando con llave cuadrada. • Acercamos carro de portaherramientas al punto. • Activando controles. • Con cuchilla para desbastar con V = 650 r. p. m. y una profundidad de 1,5mm • Cuchilla de acabado con V =1 200 r. p. m. y una profundidad de 0,1 mm • Desactivando controles • Introducimos eje en el plato de mordazas. • Cuchilla de desbaste con profundidad de 0,5 mm y V = 322 r. p. m. • Desactivando controles • Asegurando entenailla por medio de tornillos. • Broca de 0 2 mm • Utilización de machuelo 0 3 mm • Con instrumentos de medida.	Razón: • Asegurar pieza y evitar posible deslizamiento. • Verificar centricidad. • Poner en movimiento pieza a trabajar. • Requerimientos de medidas para montaje • Permite calidad de montaje • Permite desmontar eje • Facilitar fresar caras superior e inferior. • Facilita el montaje del eje. • Permite desmonte de eje • Permite perforar agujero para sujeción de escala graduada. • Posibilita realizar roscado interno. • Obtención de roscado interior. • Garantiza el correcto montaje del conjunto.			
Equipo de Seguridad 1 Gafas de protección industrial 2 Tapones Auditivos. 3 Zapatos punta de acero 4 Ovejal de trabajo manga corta		LISTADO DE MODIFICACIONES 1 2 006 - 04 - 14 Emisión hoja de proceso				HISTORIAL DE TIEMPO TIEMPO 3 Hora FECHA 14-04-06
Instrumentos de Medición 1 Calibrador 3 Pico		HISTORIAL DE APROBACIÓN Ing. Rodrigo Ruiz				


 ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		HOJA DE PROCESO			N° de registro PLANO 104	
Elemento: FABRICACIÓN DE SOPORTES PARA EJE		Realizado por: Carlos Eraso Y.		Páginas: 1 de 1 Fecha: 2.006 - 04 - 16		
Símbolos Seguridad del generador		Chequeo de calidad		Operación temporal		
Punto importante:		Razón:		HISTORIAL DE TIEMPO		
1 	Paso principal: • Montaje del eje vertical y la fresa • Colocación de la mordaza. • Sujeción de la pieza, nivelación y alineación. • Fresar una superficie estrecha.	• Utilizando cabezal vertical y tensor. • Por medio de tornillos anclados en la mesa fresadora. • Por medio de tornillo de la mordaza. • Mediante fresa vertical cilíndrica de 0 30 mm. 2 pasadas de 0,5 mm a una V = 350 r.p.m. • Desactivando controles.	• Sujetar fresa • Evitar posible deslizamiento • Evitar deslizamiento y controlar paralelismo. • Permite dejar a medida una superficie de la pieza. • Permite desmontar la pieza de la mordaza.	TIEMPO 4 Horas FECHA 15-abr-06	HISTORIAL DE APROBACIÓN Ing. Rodrigo Ruiz	
2 	• Apagamos la máquina.	• Siguiendo las mismas instrucciones • Utilización del cabezal vertical y tensor. • Por medio de tornillo de la mordaza.	• Garantiza lo obtención del soporte izquierdo para eje • Impedir desmontaje de la fresa. • Evitar deslizamiento y controlar paralelismo. • Facilita llegar a medida según plano. • Permite desmontar pieza.			
3 	• Repetir los pasos 1 a 5 • Sujeción de la fresa frontal cilíndrica. • Sujeción de la pieza, nivelación y alineación. • Desbastado y afinado del rebajo inferior.	• Fresa frontal cilíndrica de (30 x 10)mm, realizar 5 pasadas de 2 mm con V = 212 r.p.m. • Desactivando controles	• Permite desmontar la pieza de la mordaza • Garantiza calidad de trabajo según diseño. • Obtención de soporte derecho para el eje. • Evitar deslizamiento de la pieza. • Permite perforar agujero para tallado de rosca según planos • Posibilita realizar roscado interno.			
4 	• Apegar máquina • Verificar medidas.	• Comprobación con instrumentos de medida. • Siguiendo las mismas instrucciones anteriores • Asegurando entanilla por medio de tornillos. • Broca de 0 4 mm. Perforación de 2 orificios.				
5 	• Perforar agujero • Roscar orificios.	• Utilización de machuelos 0 6 mm				
LISTADO DE MODIFICACIONES						
1 	EQUIPOS DE SEGURIDAD 1 Gafas de protección industrial 2 Tapones Auditivos. 3 Zapatos punta de acero 4 Overol de trabajo manga corta	1 2.006 - 04 - 16 Emisión hoja de proceso				
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN						
1 	1. Granil					
2 	2. Calibrador.					















 ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		HOJA DE PROCESO		N° de registro 106	
Elemento: PLACA PASANTE		Realizado por: Carlos Erazo Y.		Página: 1 de 1 Fecha: 2.006.04.18	
Símbolos: Seguridad del operador  Chequear la calidad  Elemento crítico  Cantidad temporal 		Razón:			
Sim. N° Paso principal:	Punto importante:	Cantidad temporal	Elemento crítico	Chequear la calidad	Seguridad del operador
1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12  13  14  15 	Utilización de cabezal vertical y tensores y mordaza. Per medio de tornillo de lamordaza. Empleo de fresa frontal con vástago Ø 10mm con V = 212 r.p.m. y una profundidad de 0,25 mm Activando controles. Ajustando tornillo de la mordaza y ubicando centros en la pieza usando micrómetro y granete. Ajustando con broca cuadrada y encendiendo motor. Utilización de pedestal y broca Ø 4mm y V = 730 r.p.m. Desactivando controles. Asegurando entallía por medio de tornillos. Broca de 0.4 mm. Perforación de 2 orificios. Utilización de machuelos Ø 6 mm Activando controles. Ajustando con broca cuadrada y encendiendo motor. Utilización de micrómetro y granete. Utilización de pedestal y broca Ø 6mm y V = 730 r.p.m. Desactivando controles.	Localizar la fresa frontal con vástago. Evitar deslizamiento de la pieza, controlar paralelismo y perpendicularidad. Obtención de dimensiones según especificación de planos. Permite desmontar pieza. Inmovilizar la pieza y posicionarla para perforación de orificios en caras laterales según planos. Evitar posible desmontaje de la broca. Obtener agujeros para roscado. Retirar pieza. Evitar deslizamiento de la pieza. Permite perforar agujeros para tallado de rosca. Posibilita realizar roscado interno. Permite desmontar pieza. Evitar posible desmontaje de la broca. Ubicación de centros según planos. Obtener agujeros según planos. Retirar pieza.	HISTORIAL DE TIEMPO TIEMPO 3 Horas FECHA 18-abr-06 HISTORIAL DE APROBACION Ing. Rodrigo Ruiz		
EQUIPOS DE SEGURIDAD		LISTADO DE MODIFICACIONES			
1 Gafas de protección industrial 2 Tapones Auditivos. 3 Zapatos punta de acero 4 Overol de trabajo manga corta	1 2.006.04.18 Emisión hoja de proceso				
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN					
1 Gramí 2 Calibrador.					

 ESUELA POLITECNICA NACIONAL		HOJA DE PROCESO		N° de registro PLANO 107
Elemento: LÁMINAS DE FLEJE		Simbología Seguridad del operador:  Chequeo de calidad:  Elemento crítico:  Operación temporal: T	Realizado por: Carlos Erazo Y.	Páginas: 1 de 1 Fecha: 2 006 - 04 - 20
Sim.	N°	Punto importante:	Razón:	
		• Utilización de cizalla. • Marcando centros usando granete y micrómetro. • Ajustando con broca cuadrada y encendiendo motor. • Ajustando tornillo de mordaza. • Utilización de pedestal y broca 0.6mm de widia V = 300 r.p.m. • Desactivando controles. • Ajustando tornillo de mordaza. • Utilización de pedestal y broca 0.6mm de widia V = 500 r.p.m. • Desactivando controles.	• Obtención de dimensiones según planos. • Ubicación de centros para perforaciones. • Evitar posible desmontaje de la broca. • Evitar deslizamiento de la pieza. • Obtener agujeros según especificaciones de planos. • Retirar pieza. • Evitar deslizamiento de la pieza. • Obtener agujeros según especificaciones de planos. • Retirar pieza.	
		LISTADO DE MODIFICACIONES:		
		1	2 006 - 04 - 20	Emisión hoja de proceso
		EQUIPOS DE SEGURIDAD		
		1	Gafas de protección industrial	
		2	Tapones Auditivos.	
		3	Zapatos punta de acero	
		4	Overol de trabajo manga corta	
		INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN		
		1	Calibrador.	
		2	Micrómetro	
		HISTORIAL DE TIEMPO		
		TIEMPO	1 Hora	
		FECHA	20-abr-06	
		HISTORIAL DE APROBACION		
		Ing. Rodrigo Ruiz		

 ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		HOJA DE PROCESO			N° de registro PLANO 108	
Elemento: SOPORTE SUPERIOR		Simbolos Seguridad del operador	Elemento crítico	Operación temporal	Realizado por: Carlos Erazo Y.	Paginas: 1 de 1 Fecha: 2 006 - 04- 16
Sim.	N°	Paso principal:	Punto importante:	Razón:		
	1	Montaje del aparato vertical, la fresa y comprobación de si gira redonda	<ul style="list-style-type: none"> Asegurar la fresa en el eje vertical porta fresas. 	<ul style="list-style-type: none"> Evitar posible desmontaje de la fresa y comprobación de giro. 		
	2	Colocación de la mordaza en la mesa fresadora.	<ul style="list-style-type: none"> Fijando la mordaza por medio de tornillos. 	<ul style="list-style-type: none"> Impedir movilidad de la mordaza. 		
	3	Sujeción de la pieza.	<ul style="list-style-type: none"> Utilizando alzas y ajustando el tornillo de la mordaza. 	<ul style="list-style-type: none"> Nivelar la superficie a trabajar e impedir movimiento. 		
	4	Mecanizado de las 4 caras estrechas.	<ul style="list-style-type: none"> Utilizando fresa frontal de 0 10mm realizando dos pasadas de 0,5mm a una V = 260 r.p.m 	<ul style="list-style-type: none"> Obtención de dimensiones según planos. 		
	5	Apagar la máquina fresadora.	<ul style="list-style-type: none"> Desactivando controles. 	<ul style="list-style-type: none"> Permite desmontar la pieza. 		
	6	Trazado de centro a perforar.	<ul style="list-style-type: none"> Marcando centro, usando granete y micrómetro. 	<ul style="list-style-type: none"> Ubicación de centro para perforación. 		
	7	Montaje de broca en mandril porta brocas y verificación de giro.	<ul style="list-style-type: none"> Ajustando con broca cuadrada y encendiendo motor. 	<ul style="list-style-type: none"> Evitar posible desmontaje de la broca. 		
	8	Posicionamiento de pieza en mordaza.	<ul style="list-style-type: none"> Ajustando tornillo de mordaza. 	<ul style="list-style-type: none"> Evitar deslizamiento de la pieza. 		
	9	Realizar 1 perforación (parte superior).	<ul style="list-style-type: none"> Utilización de pedestal y broca 0 11mm V = 500 r.p.m. 	<ul style="list-style-type: none"> Obtener agujeros según especificaciones de planos. 		
	10	Apagar la máquina fresadora.	<ul style="list-style-type: none"> Desactivando controles. 	<ul style="list-style-type: none"> Permite desmontar la pieza. 		
	11					
LISTADO DE MODIFICACIONES						
		1	2 006 - 04- 16	Emitida hoja de proceso	HISTORIAL DE TIEMPO TIEMPO 1 Hora FECHA 16-abr-06 HISTORIAL DE APROBACION Ing. Rodrigo Ruiz	
EQUIPOS DE SEGURIDAD						
1	Gafas de protección Industrial					
2	Tapones Auditivos.					
3	Zapatos punta de acero					
4	Overol de trabajo manga corta					
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN						
1	Calibrador.					
2	Micrómetro					

 ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		HOJA DE PROCESO		N° de registro 201			
Elemento: DISCO DE GONIÓMETRO		Simbolas Registrate el operador	Chequea el estado	Elemento crítico	Operación temporal	Realizado por: Carlos Erazo Y.	Página: 1 de 2 Fecha: 2.006 - 04 - 19
Sim. N°	Paso principal:	Punto importante:	Razón:				
1 	1 Posicionar pieza en mordazas y centrar punto	• Sujeción en plato de 3 mordazas y ajustando con llave cuadrada.	• Asegurar pieza y evitar posible deslizamiento.				
2 	2 Ubicar cuchilla en el porta herramientas y centrarla.	• Acercar carro de portaherramientas al punto.	• Verificar centricidad.				
3 	3 Prender torno y verificar giro.	• Activando controles.	• Poner en movimiento pieza a trabajar.				
4 	4 Cilindrar y refrentar pieza.	• Con cuchilla de acero rápido para acabados con $V = 1200$ r.p.m y una profundidad de 0,5 mm.	• Solicitudes especificadas en planos.				
5 	5 Apagar torno	• Desactivando controles.	• Permite desmontar pieza				
6 	6 Montaje del aparato vertical, la fresa y comprobación de si gira redonda	• Asegurar la fresa en el eje vertical porta fresas.	• Evitar posible desmontaje de la fresa y comprobación de giro.				
7 	7 Sujeción de la pieza.	• Utilizando alzas y ajustando el tornillo de la mordaza.	• Nivelar la superficie a trabajar e impedir movimiento.				
8 	8 Mecanizado de la cara superior.	• Utilizando fresa frontal de 0 10mm realizando dos pasadas de 0,5mm a una $V = 280$ r.p.m	• Obtención de dimensiones según planos.				
9 	9 Apagar máquina fresadora.	• Desactivando controles.	• Permite retirar pieza				
10 	10 Verificar medidas.	• Utilizar instrumentos de medida.	• Requerimientos de planos.				
11	11 Montaje del aparato vertical, la fresa y comprobación de si gira redonda	• Asegurar la fresa en el eje vertical porta fresas.	• Evitar posible desmontaje de la fresa y comprobación de giro.				
12	12 Sujeción de la pieza.	• Utilizando alzas y ajustando el tornillo de la mordaza.	• Nivelar la superficie a trabajar e impedir movimiento.				
13	12 Desbastado y afinado del bajo en uno de sus extremos.	• Empleo de fresa cilíndrica frontal de 0 10 mm, realizar 10 pasadas de de 0,7mm a una $V = 212$ r.p.m	• Solicitudes especificadas en planos.				
13	13 Apagar máquina fresadora.	• Desactivando controles.	• Permite retirar pieza.				
LISTADO DE MODIFICACIONES							
1	1 Gafas de protección industrial	1 2.006 - 04 - 19 Emisión hoja de proceso					
2	2 Tapones Auditivos.						
3	3 Zapatos punta de acero						
4	4 Obrero de trabajo manga corta						
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN							
1	1 Calibrador.						
2	2 Reloj comparador.						
3	3 Greenl						
			HISTORIAL DE TIEMPO				
			TIEMPO	2 Hora			
			FECHA	19-04-08			
			HISTORIAL DE APROBACIÓN				
			Ing. Rodrigo Ruiz				

 ESUELA POLITECNICA NACIONAL		HOJA DE PROCESO		N° de registro 201			
Elemento: DISCO DE GONIÓMETRO		Simbolos (logotipo de empresa)	Chequeo la calidad	Chequeo (OTN)	Operación temporal	Realizado por: Carlos Eraso Y.	Hojas: 2 Fecha: 2006-04-18
Sim. N°	Paso principal:	Punto importante:	Razón:				
1 +	<ul style="list-style-type: none"> • Posicionamos pieza en mordaza del taladro de pedestal. • Montaje de broca en mandril porta brocas y verificar giro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustar tornillo de mordaza y verificar trazado en la pieza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inmovilizar la pieza y realizar trazados para la perforación de 2 orificios. • Evitar desmontaje de broca. 				
2 ◇	<ul style="list-style-type: none"> • Taladrar orificio central. • Apagar taladro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asegurar broca en mandril con llave cuadrada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de agujero para tornillo. • Permite cambiar de broca • Evitar desmontaje de broca. 				
3 ◇	<ul style="list-style-type: none"> • Montaje de broca en mandril porta brocas y verificar giro. • Taladrar orificio para tornillo guía. • Apagar taladro 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizando broca de 16mm a V = 730 r.p.m. • Desactivando controles. • Asegurar broca en mandril con llave cuadrada. • Utilizando broca de 8mm a V = 730 r.p.m. • Desactivando controles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de agujero para tornillo. • Permite cambiar de broca 				
EQUIPOS DE SEGURIDAD		LISTADO DE MODIFICACIONES			HISTORIAL DE TIEMPO		
1	Gafas de protección industrial	1	2006-04-18	Emisión hoja de proceso	TIEMPO 1-Hora		
2	Tapones Auditivos.				FECHA 18-ABR-05		
3	Zapatos punta de acero				HISTORIAL DE APROBACIÓN Ing. Rodrigo Ruiz		
4	Overol de trabajo manga corta						
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN							
1	Calibrador.						
2	Micrómetro						
3	Gramil						

 ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		HOJA DE PROCESO		N° de registro 202				
Elemento: DESLIZANTE EN T		Simbolos Seguridad del operador: 	Elementos de calidad: 	Operación temporal: 	Realizado por: Carlos Eraso Y.	Páginas: 1 de 1 Fecha: 2.006 - 04 - 18		
Sim.	N°	Paso principal:	Punto importante:	Razón:				
	1	<ul style="list-style-type: none"> • Montaje del aparato vertical y fresa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asegurar fresa en eje vertical porta fresas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar posible desmontaje de la fresa y comprobación de giro. 				
	2	<ul style="list-style-type: none"> • Colocación de mordaza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sujeción por medio de tornillos a la mesa fresadora. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar movilidad de la mordaza. 				
	3	<ul style="list-style-type: none"> • Sujeción de la pieza, nivelación y alineación de la misma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizando reloj comparador de la fresa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de perpendicularidad y paralelismo. 				
	4	<ul style="list-style-type: none"> • Mecanizado de las 6 caras de la pieza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizando fresa frontal de 0.10 mm, realizando 2 pasadas de 0,5 mm a una V = 212 r.p.m. 	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de dimensiones según planos. 				
	5	<ul style="list-style-type: none"> • Apagar la máquina fresadora 	<ul style="list-style-type: none"> • Desactivando controles 	<ul style="list-style-type: none"> • Permite desmontar la pieza. 				
	6	<ul style="list-style-type: none"> • Desmontar el cabezal vertical y montar árbol portáfresas. 	<ul style="list-style-type: none"> • DeRetirando cabezal vertical y aflojando tensores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Permite montar tren de fresas. 				
	7	<ul style="list-style-type: none"> • Nivelar la pieza y fijarla. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de alzas y ajustar tornillo de mordaza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar deslizamiento de la pieza. 				
	8	<ul style="list-style-type: none"> • Centrar fresas sobre pieza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar dimensiones, paralelismo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Solicitudes de planos. 				
	9	<ul style="list-style-type: none"> • Mecanizar escalones laterales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de 2 fresas de (80X6X20), realizar 4 pasadas de 1mm con V = 100 r.p.m. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tallado de canales. 				
	10	<ul style="list-style-type: none"> • Apagar máquina fresadora 	<ul style="list-style-type: none"> • Desactivando controles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Permite cambiar de broca 				
		EQUIPOS DE SEGURIDAD	LISTADO DE MODIFICACIONES		HISTORIAL DE TIEMPO			
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Guantes de protección industrial 2. Tapones Auditivos. 3. Zapatos punta de acero 4. Overol de trabajo manga corta 	<ol style="list-style-type: none"> 1 2.006 - 04 - 18 Emisión hoja de proceso 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">TIEMPO</td> <td style="width: 50%;">2 Horas</td> </tr> <tr> <td>FECHA</td> <td>20-04-06</td> </tr> </table>	TIEMPO	2 Horas	FECHA	20-04-06
TIEMPO	2 Horas							
FECHA	20-04-06							
		INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN			HISTORIAL DE APROBACION Ing. Rodrigo Ruz			
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Calibrador. 2. Gramel 3. Reloj comparador. 						

4.6 MONTAJE Y PRUEBAS.

4.6.1 MONTAJE DE LA MESA DE TRABAJO.-

1. Se sujetan los dos ejes deslizantes inferiores en el soporte inferior por medio de los cuatro (4) tornillos M10 que se localizan en la cara superior de éste último elemento. Debe verificarse que los tornillos se encuentren correctamente ajustados a los ejes. Figura 4.6.1

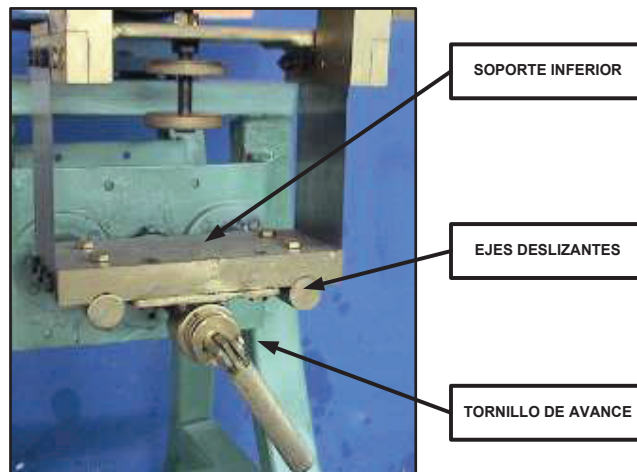


Figura 4.6.1

2. Una vez armado el conjunto anterior, se lo instala en el banco metálico, en él se localizan las bridas que albergan a los ejes deslizantes y a la tuerca del tornillo de avance. Se verifica que los ejes se desplacen sin dificultad y que el tornillo gire adecuadamente. Figura 4.6.2

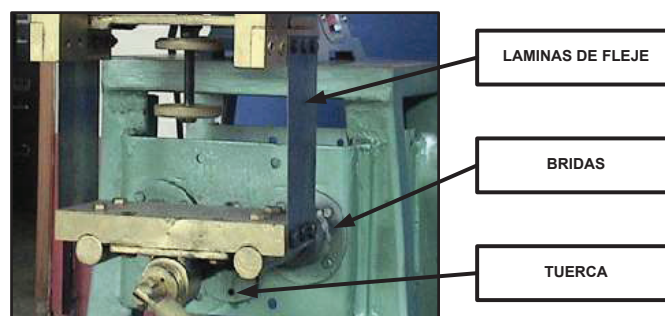


Figura 4.6.2

3. Colocar las láminas de fleje una en cada uno de los extremos del soporte inferior, asegurándolas por medio de los 3 tornillos M8 y controlando el paralelismo existente entre las dos láminas. Figura 4.6.2
4. Por separado, se arma la soportaría superior y para el efecto, se colocan los soportes para el eje tanto izquierdo como derecho y se los une por medio de pernos hexagonales M6 a la placa pasante; se verifica el apriete adecuado de los tornillos. Figura 4.6.3

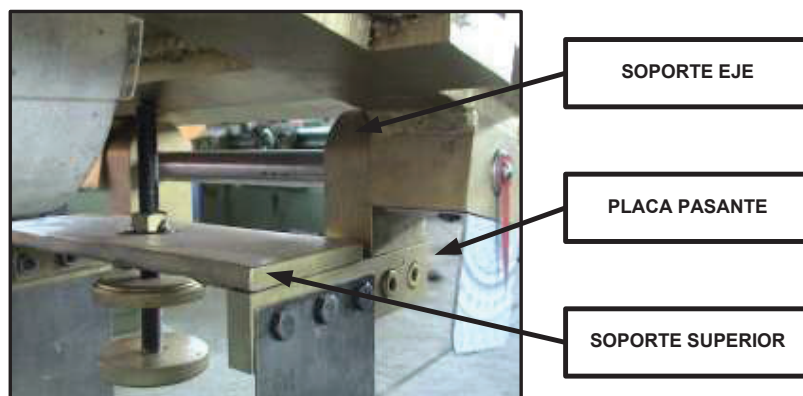


Figura 4.6.3

5. Se acopla el conjunto soporte para ejes y placa pasante con la placa superior y esta última a las láminas de fleje utilizando pernos M6 a través de los orificios que se encuentran en la placa pasante y en las láminas de fleje. Figura 4.6.4

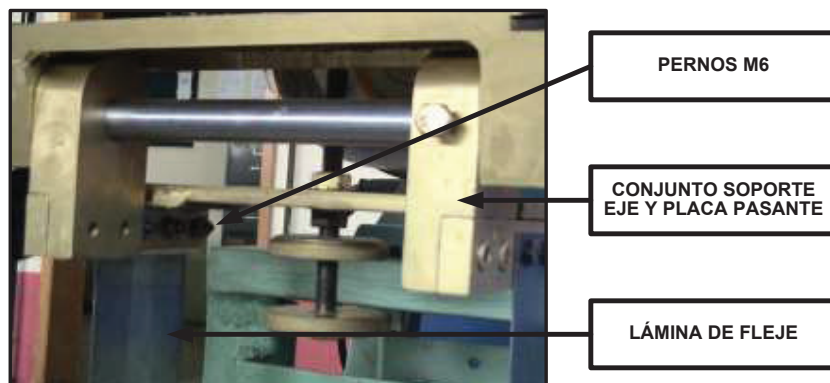


Figura 4.6.4

6. Se acopla la mesa sobre el soporte superior formando la articulación por medio del eje superior y verificando que el movimiento de rotación que realiza la mesa sea suave. Figura 4.6.5

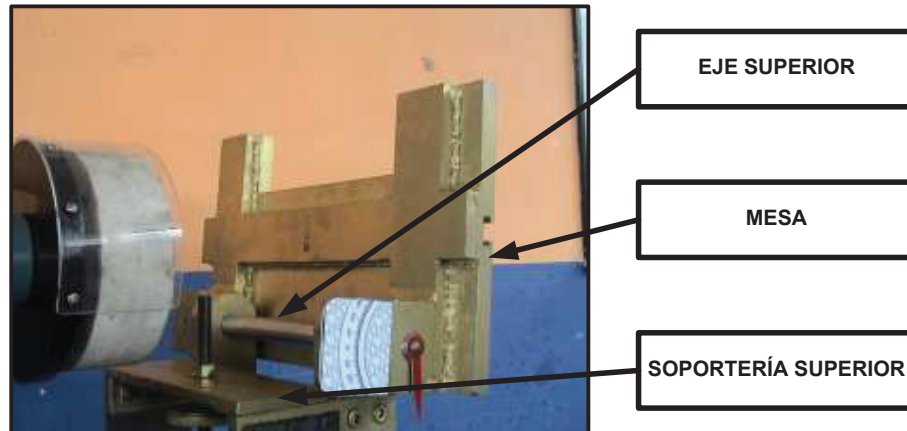


Figura 4.6.5

7. En el soporte inferior, se coloca el tornillo de nivelación para la mesa, teniendo en cuenta primero de instalar la contra tuerca. Se ubica además el fiel en uno de los extremos del eje superior, así como también, el goniómetro, el mismo que permite medir los ángulos de rotación de la mesa comprendidos entre 0 y 35 grados. Figura 4.6.6

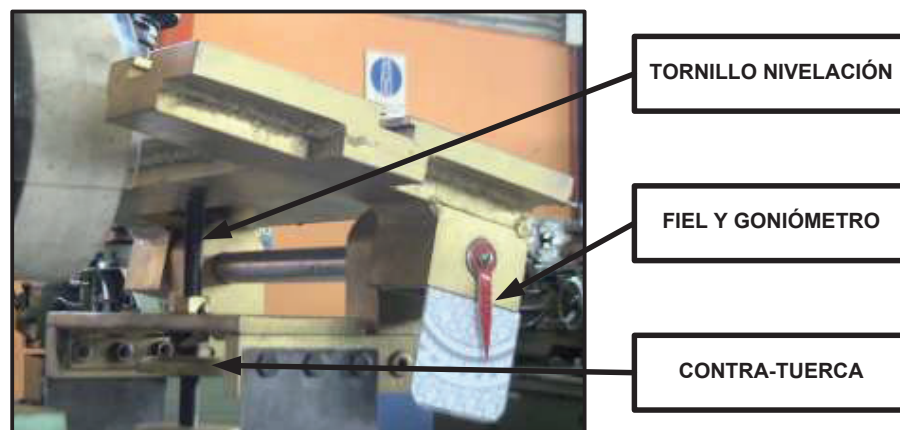


Figura 4.6.6

4.6.2 MONTAJE DEL PORTAHERRAMIENTAS.-

1. Por medio de soldadura se une al tornillo hueco en el orificio central $\text{Ø}18\text{mm}$ de la base, así como también el apoyo para herramientas.

Figura 4.6.7

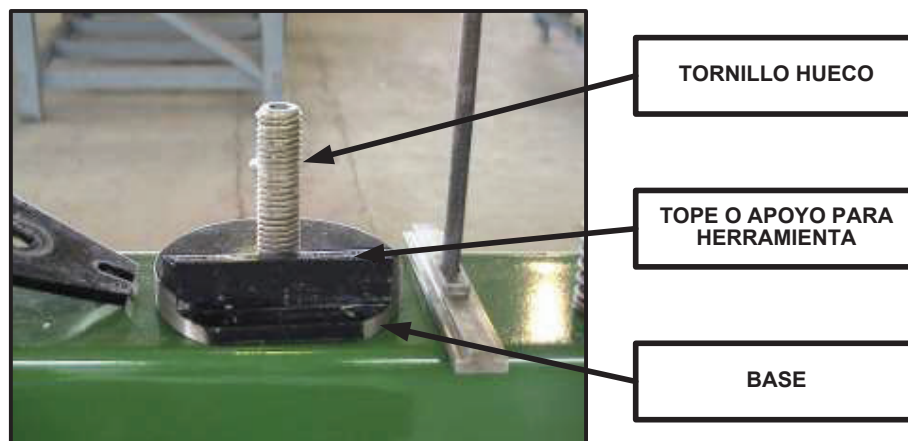


Figura 4.6.7

2. En la deslizante en T, se suelda el tornillo M10 que atravesará el orificio del tornillo hueco. Debe verificarse que el tornillo se introduzca sin dificultad alguna. Figura 4.6.8

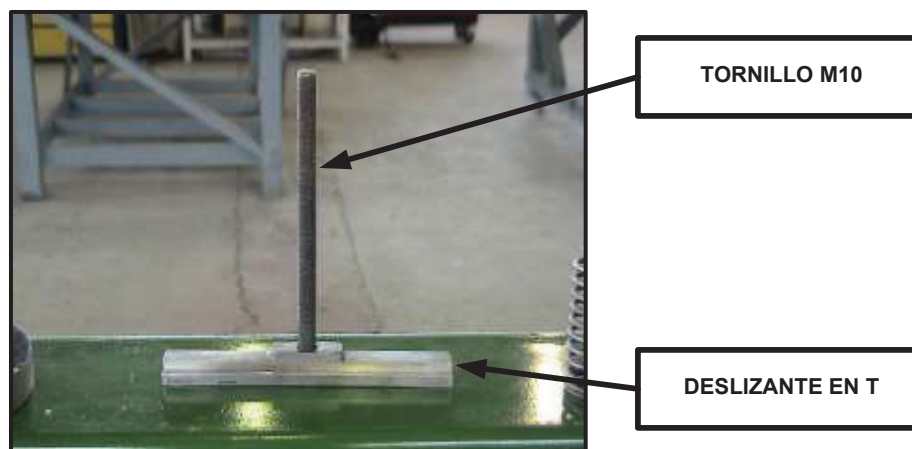


Figura 4.6.8

3. Se arma el conjunto deslizante en T y la base por medio del tornillo M10 y el tornillo hueco, a continuación, se monta el resorte helicoidal en el tornillo hueco y el tornillo que sirve de eje a la prensa. Figura 4.6.9

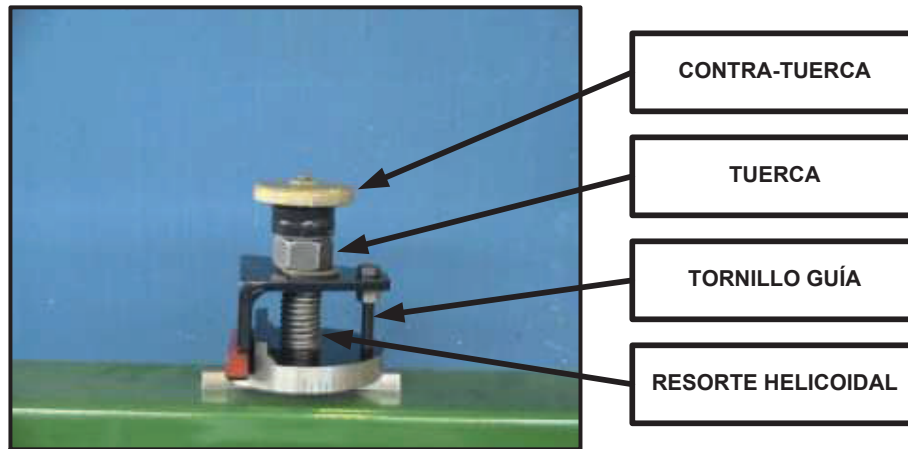


Figura 4.6.9

4.6 PRUEBAS:

- 1) El botón de encendido y apagado del motor funciona correctamente; al encender el motor, hace que gire la muela que se encuentra localizada en su eje.
- 2) Una vez encendido el motor con una tensión de 110 voltios, a una frecuencia de 60HZ, se comprueba con un tacómetro que éste genere las 3 450 r.p.m descritas por el fabricante.
- 3) El conjunto soporte inferior, ejes deslizantes y tornillo de avance, funcionan correctamente, gira con facilidad el tornillo y los ejes deslizantes se desplazan paralelamente al eje del torillo, no existe juego entre los ejes y las bridas empotradas en el banco metálico, cuando se acerca o se aleja la mesa de trabajo hacia la piedra afiladora.

- 4) Formada la articulación entre la mesa de trabajo, soportería superior y eje, se verifica que el movimiento giratorio de la mesa es el adecuado, no presenta juego o apriete entre el eje y los soportes cuando gira la mesa.
- 5) Los espacios laterales dejados a cada lado de la mesa, permiten realizar los desplazamientos horizontales de vaivén adecuadamente, verificándose que la muela no roce con la mesa.
- 6) El movimiento de vaivén que efectúa la mesa al ser desplazada por una fuerza exterior es muy bueno, permite mover con facilidad la mesa con mínimo esfuerzo.
- 7) La muela tipo vaso, se ajusta a los requerimientos para el proceso de afilado, así como también, el sentido de giro que proporciona el motor es el apropiado para afilar cuchillas.
- 8) En el portaherramientas, la sujeción de la cuchilla es fácil y el desmontaje de la misma es totalmente práctico, debido a la presencia del resorte helicoidal que eleva al brazo de palanca o mordaza.
- 9) El goniómetro gira en 360° y se desliza suavemente en la superficie de la mesa debido al ajuste que existe entre el canal de la mesa y la deslizante en T, permitiendo aproximar fácilmente la cuchilla hacia la muela.
- 10) La sujeción del portaherramientas en la mesa de trabajo por medio de la deslizante en T, permite realizar el trabajo de afilado con seguridad.
- 11) La máquina cuenta con una guarda de protección que permite al operador salvaguardar su integridad física, mientras funciona la máquina sin interferir en la operación de afilado.

CAPITULO 5

PRACTICAS DE AFILADO Y VERIFICACIÓN DE RESULTADOS

5.1 PRUEBAS DE AFILADO

Una vez realizado el montaje y prueba de la máquina, es necesario realizar en ella pruebas de afilados para los diferentes tipos de herramientas.

En tablas y manuales se especifican los valores de los ángulos que debe tener una cuchilla de acero rápido, para una operación de roscado exterior.

Según la norma UNI 4 951, los valores recomendados para este caso son:

Ángulo de Incidencia	Ángulo de Filo	Ángulo de desprendimiento	Destino
10° a 12°	60°	28° a 30°	Acero y acero fundido de 34 a 50 kgf/mm ² de resistencia.

- 1.- Se selecciona adecuadamente la cuchilla (Fig. 5.1) tomando en cuenta la operación y el material a trabajar. Para el presente ejemplo se utiliza una cuchilla de acero rápido 5/16 * 3”.



Fig. 5.1

- 2.- Se coloca la herramienta en el portaherramientas, realizando los ajustes correspondientes de la tuerca y contra tuerca de goniómetro.
- 3.- Se ubica el portaherramientas sobre la mesa de trabajo, introduciendo la deslizante en T en el canal de la misma, se realizan los ajustes mediante la contratuerca, se gira el goniómetro hasta que su punto cero coincida con el indicador marcado en la deslizante en T.

Ejemplo. 5.2



- 4.- Dando un ángulo de 12° en la escala graduada de la mesa, hacemos que ésta se incline y procedemos a fijarla mediante la correspondiente contra tuerca.

Realizando movimientos simultáneos de avance y vaivén a la mesa, acercamos ésta a la muela para obtener la superficie principal de incidencia.

Ejemplo 5.3



- 5.- Separando la mesa de la muela, apagamos el motor. Procedemos a posicionar la cuchilla de tal manera que permita afilar la superficie secundaria de incidencia. Colocando la escala del goniómetro en 30° , se realiza movimientos simultáneos de vaivén y de acercamiento de la mesa a la muela

Ejemplo 5.4



- 6.- Realizado los afilados de las caras de incidencia principal y secundaria, se procede a afilar el ángulo de desprendimiento, para lo cual desmontamos la cuchilla del portaherramientas y la ubicamos en un ángulo de 28° en el goniómetro.

Ejemplo 5.5



- 7.- Por último, se debe retirar la herramienta y comprobar los ángulos obtenidos y compararlos con aquellos que especifican los manuales o tablas.

5.2.- RESULTADOS DE LAS PRUEBAS

- 1) Mediante la utilización de esta máquina afiladora, si se pudo obtener los valores angulares que especifican los manuales y normas.
- 2) Para la comprobación de la medida de los ángulos, se utilizó una plantilla elaborada para tal efecto (Fig.5.6), en ella se ve claramente la coincidencia del ángulo de incidencia de la cuchilla y el de la plantilla.



Figura 5.6

- 3) Utilizando la plantilla se puede comprobar la medida del ángulo de filo de la cuchilla luego de haber afilado las superficies principal y secundaria.

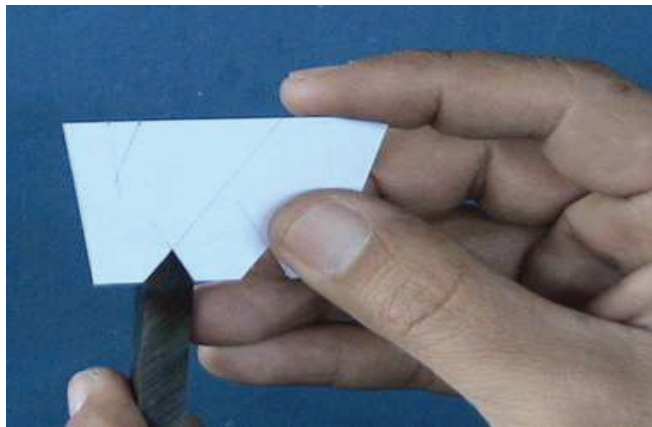


Figura 5.7

- 4) Verificadas las correspondientes medidas angulares de la cuchilla, se procede a realizar pruebas de corte en el metal, para tal propósito se utilizó un eje de aluminio y se procedió a tallar la rosca exterior.



Figura 5.8

- 5) Se observó un acabado bueno, la cuchilla cortaba el metal fácilmente y al final de la operación el filo mantenía su geometría original.

5.3 MANUAL DE OPERACIÓN:

1. Para proceder a operar con la máquina afiladora, es necesario que ésta se encuentre anclada correctamente en el piso.
2. Al afilar herramientas, hay que tener en cuenta que la rueda de esmeril esté correctamente limpia y a escuadra. Debiendo utilizarse para escuadrarla y limpiarla un moleteador.
3. Antes de accionar el motor, se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:
 - a. Verificar que la herramienta se encuentre correctamente ajustada al portaherramientas y éste último a la mesa.
 - b. Evitar que el contacto entre la herramienta y la muela sea excesivo.

- c. Realizar pasadas de comprobación aproximando cuidadosamente la mesa hacia la muela por medio del tornillo de avance.
 - d. Mover constante y uniformemente la mesa para evitar el calentamiento excesivo de la herramienta.
 - e. Utilizar equipos de protección personal por parte del operador (gafas protectoras y overol manga corta).
4. Para afilar un buril de uso general (desbaste), se coloca la herramienta en el portaherramientas que posee el goniómetro y este último se lo debe ajustar para dar forma al filo lateral de la cuchilla (ángulo de incidencia).
Figura 5.9

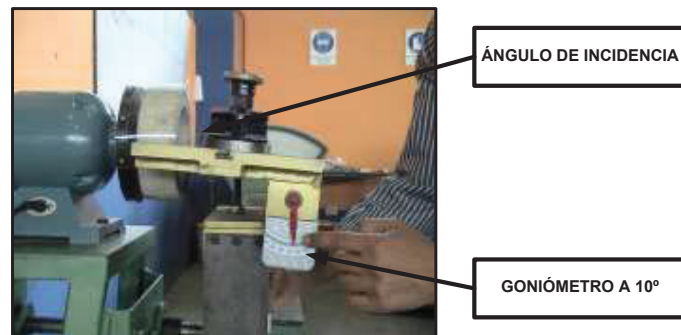


Figura 5.9

5. Detener el motor y posicionar a la herramienta en el goniómetro de tal manera que, se pueda afilar la superficie principal de incidencia.
Figura 5.10

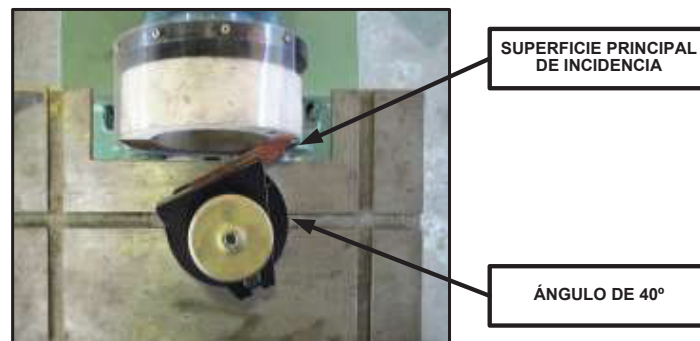


Figura 5.10

6. Posicionar el goniómetro en un ángulo (según tablas) para poder afilar la superficie secundaria de incidencia. Figura 5.11

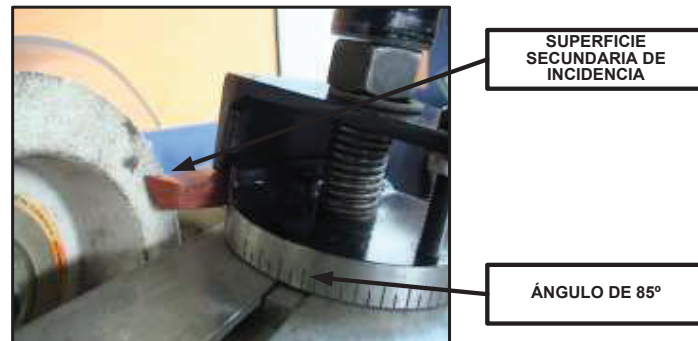


Figura 5.11

7. Rectificar la superficie de desprendimiento para poder formar el ángulo de ataque. Figura 5.13

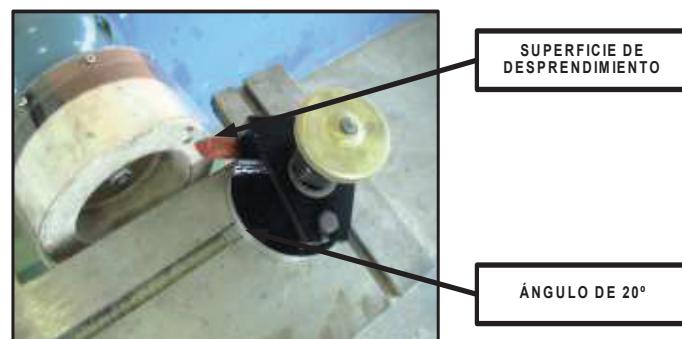


Figura 5.14

8. Apagar el motor, retirar la cuchilla y verificar los ángulos con calibres.
9. Al término de cada operación de afilado, se debe realizar una limpieza de la máquina retirando todo los residuos como limallas o esquilas que en ella existan, para que no interfieran en el desplazamiento normal del goniómetro.
10. Es importante, limpiar y lubricar periódicamente el tornillo de avance y los ejes. Una buena limpieza y lubricación, garantizan una vida útil más larga y eficiente de la máquina.

CONCLUSIONES

- Con la máquina afiladora, se puede realizar el afilado de una cuchilla para torno en forma mecánica y no manual, pudiendo obtenerse con alta precisión los ángulos y la geometría de la herramienta, para los distintos trabajos a realizar, asegurando un excelente acabado, minimizando costos y alargando la vida útil de la herramienta.
- El movimiento de vaivén que realiza la mesa debido a la flexibilidad de las láminas de fleje incorporadas en la máquina, permiten afilar adecuadamente la herramienta, consiguiendo de esta manera superficies planas, lisas y únicas, además impide tener calentamientos localizados en la cuchilla.
- Los ángulos llamados principales en una herramienta como son los ángulos de: incidencia, desprendimiento y de filo, se pueden obtener muy fácilmente por medio de la inclinación de la mesa, el posicionamiento adecuado de la herramienta en el goniómetro (portaherramientas) y la fijación de éste último sobre la mesa.
- El proceso de afilado mediante esta máquina, es más rápido y con menores posibilidades de accidentes para el operador, por cuanto él no manipula la cuchilla con sus manos, únicamente se limita a posicionar la cuchilla en el portaherramientas, la máquina realiza el resto del trabajo.
- Mediante la utilización de esta máquina, el proceso de afilado se convierte en un trabajo fácil de realizar, ameno, práctico y sobretodo seguro, permitiendo que dicha actividad pueda ser realizada por personas expertas y aún aprendices de talleres mecánicos.

RECOMENDACIONES

- Anclar correctamente la máquina afiladora al piso, para evitar posibles desplazamientos y disminuir las vibraciones producidas durante el proceso de afilado.
- Antes de poner en funcionamiento el motor, verifíquese que la cuchilla se encuentre bien fija en el portaherramientas, asegúrese además que, los ángulos de posicionamiento sean los correctos.
- Se debe utilizar equipos de protección personal por parte del operador (gafas protectoras, overol manga corta), antes de proceder a activar el motor.
- Realizar pasadas de comprobación aproximando ligeramente la mesa hacia la muela.
- En el proceso de afilado, mantener en movimiento la mesa de trabajo, realizando oscilaciones sencillas pero constantes.
- Realizar acercamientos pequeños por medio del tornillo de avance, para mantener una presión suave de la herramienta contra la muela, para evitar un excesivo calentamiento de la cuchilla.
- No retirar la herramienta del goniómetro, sin antes haber comprobado la medida del ángulo afilado, mediante la utilización de calibres para cada caso.
- Cuando la herramienta haya adquirido, en virtud de haberse afilado en seco, una alta temperatura, no debe enfriarse repentinamente en agua fría, esto provoca la existencia de grietas y tensiones internas además puede dañar el temple y perder la dureza, se sugiere usar agua preferiblemente tibia.
- Al término de cada operación, debe realizarse una limpieza de la mesa, retirando todos los residuos que en ella existan, para no entorpecer el movimiento del portaherramientas.
- Lubricar y limpiar el tornillo de avance para garantizar aproximaciones suaves de la mesa.

BIBLIOGRAFÍA

- BOOTHROYD G. (1992). Fundamentos del corte de metales y de las máquinas herramientas. Editorial Mc. Graw Hill. México.
- DENEZHNI P. (1985). Manual del Tornero. Editorial MIR. Moscú.
- FEDOROV V. (1983). Fundamentos del corte de Metales. Editorial MIR Moscú
- MICHELETTI G. (1986). Mecanizado por arranque de viruta. Editorial Blume. España.
- KIBBE R. (1991). Manual de la Rectificadora. Editorial Limusa México.
- VARGAS J. (1998). Fundamentos y Máquinas Herramientas. Quito Ecuador
- BERRA Francisco J. (1 968). Taller del ajuste 1. Editorial Don Bosco. Buenos Aires
- BERRA Francisco J. (1 968). El taller del Torneado. Editorial Don Bosco. Buenos Aires.
- LESUR Luis. (1 997). Manual del torno para metal. Editorial Trillas. México.
- VIDONDO Tomás (1 978). Máquinas Herramientas 1y 2. editorial Don Bosco. Barcelona España
- EPN. (1985). Seminario, Afilado de Herramientas, Quito- Ecuador.
- Dirección electrónica: www.aceros.com

ANEXOS

ANEXO 1

ELECCIÓN DE LAS MUELAS PARA AFILAR

Los errores cometidos en la elección de una muela para cada trabajo en el afilado de herramientas, influye sobre la misma, reduciendo su vida y rendimiento. Las magnitudes que pueden influir son tan variadas, que es fundamental efectuar ensayos para cada caso particular. Los valores que posteriormente se darán referentes al grano, dureza, velocidad tangencial, etc. de las muelas, se pueden tomar como punto de partida.

Aunque las condiciones que influyen en el trabajo con muelas sean variadas, se pueden establecer ciertas reglas para la elección de las mismas así como también de las condiciones de trabajo.

A este respecto, es necesario tener en cuenta que, la muela más barata, o bien la que dura más tiempo, no es forzosamente la más económica, sino que es necesario considerar la producción por hora de trabajo. El principio de coste de un trabajo de rectificado o afilado "P" viene dado por la siguiente fórmula:

$$P = \frac{\text{desgaste de muela} + \text{mano de obra} + \text{gastos generales}}{\text{número de piezas afiladas o rectificadas}}$$

Además deben considerarse los siguientes aspectos:

1.1) Material del grano abrasivo:

“Para el afilado de herramientas de acero rápido en todas sus operaciones es conveniente emplear como abrasivo el óxido de aluminio (corindón). Así mismo, para las operaciones de desbaste en herramientas de metal duro debe emplearse como abrasivo el carburo de silicio (carborundo) y para el acabado de las mismas el diamante”. (a)

(a) E. P. N, Seminario, Afilado de Herramientas, Quito 1 985. Pág. 56,57

1.2) Tamaño de grano abrasivo:

“En herramientas de acero rápido se aconseja a elegir un grano 36 – 40 para el desbaste a mano o a máquina. Para estos trabajos con herramientas de metal duro empléese un grano 46 – 60. Para el acabado del destalonado de herramientas de acero rápido, es recomendable un grano 60 – 80, así como para el acabado del destalonado del metal duro el grano 100.

Para el acabado de la superficie de incidencia en herramientas de acero rápido, el grano más conveniente es el 80 – 120. Para el mismo trabajo en herramientas de metal duro aplíquese un grano 150 – 180”. (a)

1.3) Dureza de la muela:

Toda dificultad reside en la elección de la dureza de la muela la cual depende:

- Del estado de la máquina (en buen o mal estado).
- Del modo de afilar ya sea sobre la periferia o sobre la cara lateral de la muela
- De que se afile en seco o con refrigeración.
- En herramientas de metal duro según la calidad del tungsteno.

Por lo tanto, en función de estos factores, algunas recomendaciones para la elección de la dureza serían:

- a) Para afilar una herramienta sujeta mecánicamente, se precisa una muela más blanda que para afilar sujeta a mano (caso frecuente en cuchillas).
- b) En una máquina afiladora en excelente estado, debe emplearse una muela más blanda que cuando la máquina empleada está mal conservada.
- c) Si se afila por la cara lateral de la muela, ésta tiene que ser más blanda que si se afila por su periferia.
- d) Si se afila en seco, la muela debe ser más blanda que para afilar con refrigeración.
- e) Una herramienta muy dura requiere una muela más blanda que una de dureza corriente.

En primera prueba o aproximación la determinación de la dureza puede hacerse empleando la tabla:

Tabla 1

Conceptos valorados en un punto	Conceptos valorados en dos puntos
Carburo ordinario	Carburo muy duro
Afilado a mano	Afilado en máquina
Afilado en máquina en mal estado	Afilado en máquina en buen estado
Afilado por la periferia de la muela	Afilado por la cara lateral de la muela
Afilado con refrigeración	Afilado en seco

(a)

Después de valorar estos conceptos, se halla la suma de los puntos obtenidos. En función de estos puntos se determina el grado mediante la tabla:

Tabla 2

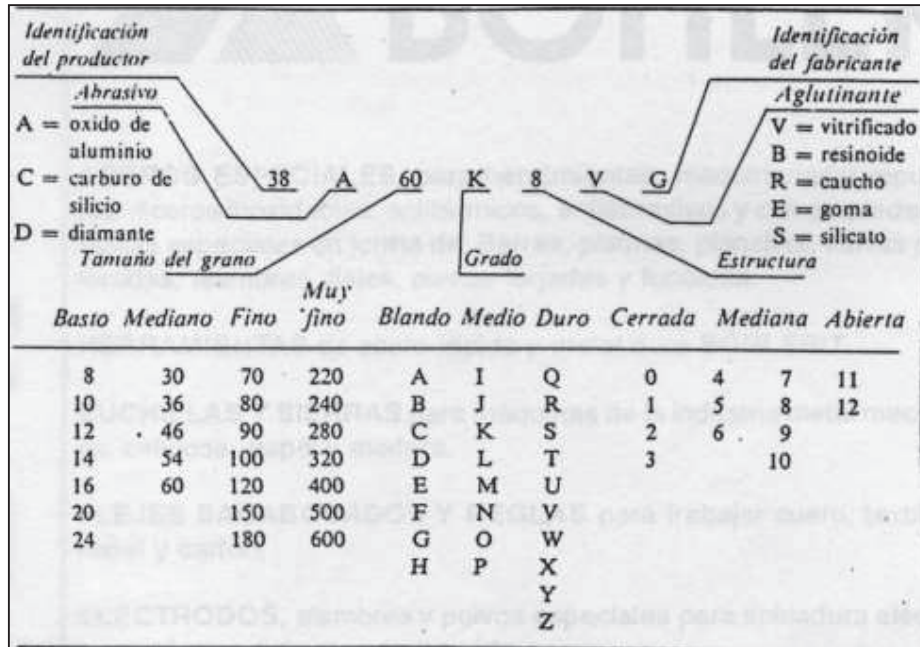
Nº de Puntos	Dureza para desbaste	Dureza para acabado
5	L	K
6	K	J
7	J	I
8	I	H
9	H	G
10	G	F

(b)

Estas tablas se refieren a la aplicación de muelas de estructura normal o media (5 – 6 – 7 – 8) que es la más corriente en el afilado de herramientas.

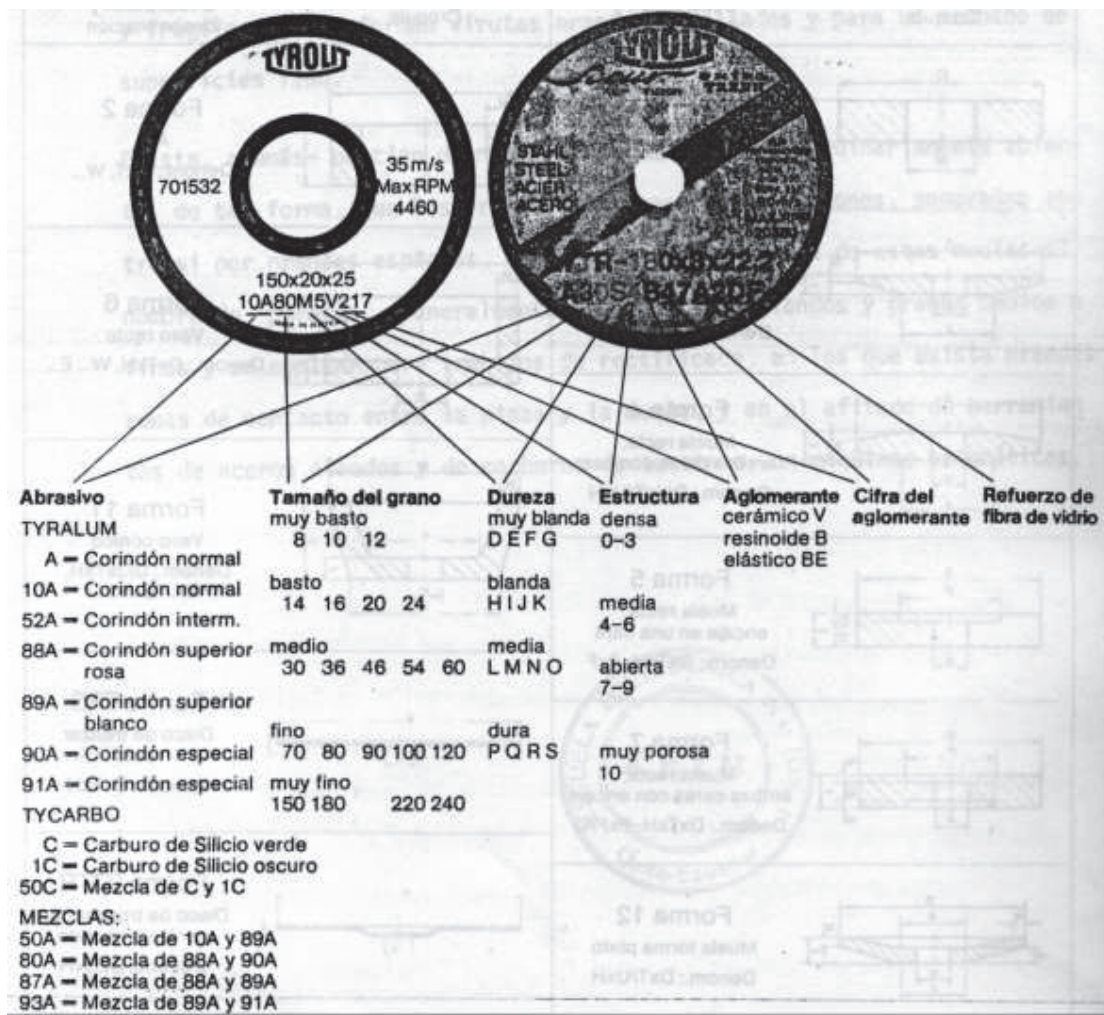
1.4 SISTEMAS ESTÁNDAR PARA MARCAR MUELAS

Los siguientes gráficos son ejemplos de sistemas estándares para marcar muelas:



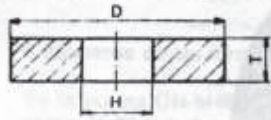
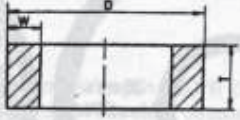
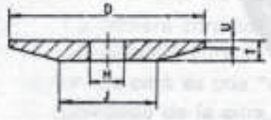

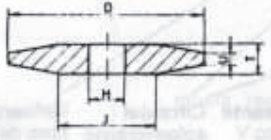
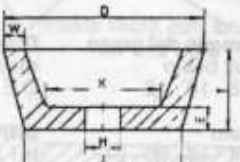
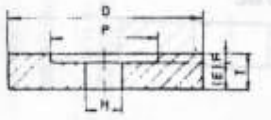

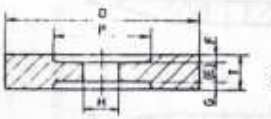

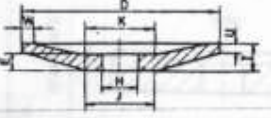

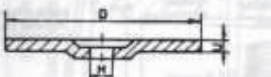
(c)

Con la indicación del abrasivo, tamaño del grano, dureza, estructura y aglomerante, un cuerpo abrasivo queda claramente definido.



(d)

1.5 FORMAS DE LOS CUERPOS ABRASIVOS:

Croquis	Descripción y denominación	Croquis	Descripción y denominación
	Forma 1 Muela recta Denom.: DxTxH		Forma 2 Aro Denom.: DxT, W...
	Forma 3 Muela recta, una cara cónica Denom.: D/JxT/UxH		Forma 6 Vaso recto Denom.: DxTxH, W... E...
	Forma 4 Muela recta, ambas caras cónicas Denom.: D/JxT/UxH		Forma 11 Vaso cónico Denom.: D/JxTxH, W... E... K...
	Forma 5 Muela recta, encaje en una cara Denom.: DxTxH-PxH		Forma TRS Disco de tronzar recto Denom.: DxTxH
	Forma 7 Muela recta, ambas caras con encaje Denom.: DxTxH-PxF/G		Forma 27TR Disco de tronzar con centro embutido Denom.: DxUxH
	Forma 12 Muela forma plato Denom.: DxT/UxH		Forma ROND Rondeller- Flexible Denom.: D-H
	Forma 27 Muela con centro embutido Denom.: DxUxH		

(e)

ANEXO 2

REFRIGERACIÓN DEL AFILADO

En los trabajos corrientes de taller o en el afilado a mano de la herramienta, para refrigerar la pieza, basta con sumergirla de vez en cuando en depósito de agua que suele instalarse siempre en la proximidad de los porta muelas. En caso de recalentamiento excesivo, la herramienta puede perder el temple, con lo cual queda inservible.

Para el afilado de herramientas en máquinas afiladoras es necesario refrigerar abundantemente el punto de contacto entre la muela y la herramienta, obteniendo con ello las siguientes ventajas:

1. Evitar el calentamiento de la muela, que puede llegar a producir la rotura de la misma en el caso de ser una muela delicada.
2. El líquido refrigerante arrastra consigo gran parte de las virutas metálicas que desprende la muela de la herramienta, con lo que se consigue aumentar la duración de la muela.
3. Se suprime de raíz la posibilidad de calentamiento de la herramienta que se está afilando, lo cual evita deformaciones de la misma, o incluso agrietarla en el caso de herramientas de sección pequeñas

2.1 TIPOS DE REFRIGERANTES:

En trabajos manuales, el agua es el refrigerante más utilizado, al utilizar máquinas afiladoras, se emplean soluciones comerciales del tipo de la taladrina.

Las taladrinas suelen ser emulsiones de petróleo o aceites minerales, o bien pueden hallarse preparadas a base de productos solubles en agua. Todos estos

productos aunque más caros que el agua, tienen la ventaja de no oxidar las máquinas en las cuales se los emplea.

2.2 MODOS DIFERENTES DE REFRIGERACIÓN:

Según sea el caso, la refrigeración puede realizarse de modos diferentes: así por ejemplo pueden ser manuales o a través de dispositivos acoplados a la máquina y que trabajan habitualmente mediante un tubo, cuya boca envía el líquido al punto de contacto entre la muela y la pieza.

- a) Para métodos corrientes, si la muela va acoplada a una máquina con dispositivo de refrigeración, la refrigeración se efectúa habitualmente mediante un tubo, cuya boca envía el líquido al punto de contacto de la muela con la pieza.

- b) Para afilado a mano, generalmente se hace utilizando muelas de vaso por lo que en estos casos es preferible dirigir la boca del tubo de refrigeración hacia el interior del vaso. La fuerza centrífuga esparce el líquido sobre la superficie de trabajo de la muela y las proyecciones son así menos perjudiciales para el operario.

- c) “Para máquinas sin dispositivo de refrigeración, pueden emplearse los siguientes procedimientos:
 - c-1) Empleo de ácido carbónico. Esta técnica ya ha sido ensayada con éxito para enfriar las herramientas durante su trabajo. Aplicando este refrigerante no se ha observado grieta alguna en las plaquitas, el corte se desarrolla perfectamente y el acabado superficial conseguido también es mejor que con el afilado mediante refrigeración líquida.

 - c-2) Un fieltro empapado de líquido refrigerante (el líquido cae gota a gota sobre el fieltro) que esté en contacto permanente con la superficie de trabajo de la muela.

c-3) Empleando un aparato de refrigeración por niebla. El empleo de este aparato permite dirigir exactamente el refrigerante al punto preciso donde la herramienta se está afilando”. **(d)**

2.3 EL AFILADO EN SECO.- Debe limitarse a los casos en que se tenga que observar exactamente el proceso de afilado.

Para evitar un calentamiento excesivo, se a de trabajar a poca velocidad de corte, escasa presión y con muelas blandas, las cuales no se calientan mucho.

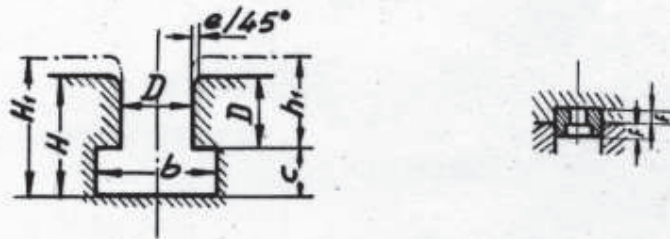
Asimismo, en afilado en seco, la herramienta se separará con frecuencia de la muela para evitar las acumulaciones de calor.

Al afilar en seco, la muela se desintegra lentamente y las partículas de polvo que van a la atmósfera son perjudiciales para la salud y para las piezas u órganos de las máquinas afiladoras. Es preciso por tanto, dotar a todas las máquinas afiladoras de algún medio efectivo de extracción del polvo.

ANEXO 3

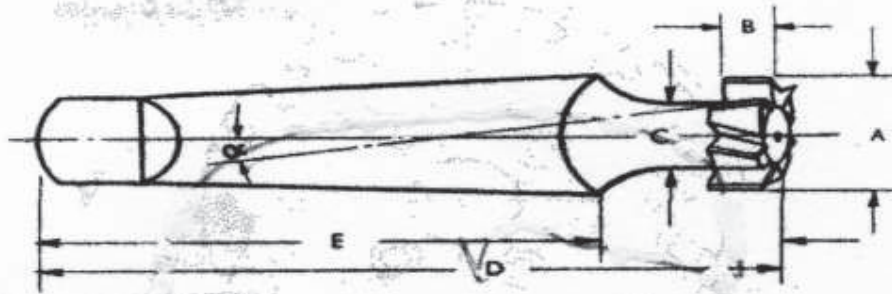
DIMENSIONES NORMALIZADAS PARA RANURAS

TABLA 27 — DIMENSIONES NORMALIZADAS DE RANURAS EN «T», SEGÚN DIN 650.



Nominal D	b		c	e	H	h ₁	H ₁	f	h
	max.	min.							
8	15	14,5	7	1	15	11	18	3,5	7
10	18	17,5	8	1	18	13	21	4	8
12	21	20,5	9	1	21	15	24	4	8
14	24	23,5	10	1	24	17	27	4,5	9
16	27	26,5	11	1	27	19	30	5	10
18	30	29,5	12	1,5	30	22	34	5,5	11
20	34	33,5	14	1,5	34	24	38	6	12
22	38	37,5	16	1,5	38	27	43	6,5	13
24	42	41	18	1,5	42	30	48	7	14
28	48	47	20	1,5	48	34	54	8,5	17
32	54	53	22	1,5	54	40	62	10	20
36	60	59	25	2	61	46	71	11,5	23
42	70	69	29	2	71	52	81	14	—
48	80	79	34	2	82	60	94	16	—
54	90	89	38	2	92	68	106	18	—

FRESAS DE FORMA T PARA CANALES



DIMENSIONES DE LA FRESA mm.

A	B	C	D	E	ANGULO α	PASO	CONO MORSE
15.5	5	7	84	65	12°	229	1
17.5	5.5	8	86	65	»	258	1
19.5	6	9	88	65	»	288	1
21.5	6.5	10			»	317	
23.5	7	12	104	78	»	347	2
26	7.75	14	106	78	»	378	2
30	8.75	16	108	78	»	443	2
34	9.75	18			»	506	
38.5	11	20	131	95	»	521	3
42.5	12				»	627	
49	13.3	26	137	95	»	724	3
55	14.3				»	812	

ANEXO 4

NORMAS INEN PARA CUCHILLAS DE TORNO

CDU 621.9.01:01.4:003.62

INEN

MC 03.02-103

Norma Ecuatoriana	CORTE DE METALES. GEOMETRIA DE LAS HERRAMIENTAS. DEFINICIONES.	INEN 628 1982-11
-------------------	--	---------------------

1. OBJETO

1.1 Esta norma define los términos utilizados para la descripción de la geometría de las herramientas de corte con arranque de viruta.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica en general a todas las herramientas usadas para corte con arranque de viruta. Las definiciones se refieren al punto (elemento) cortante momentáneamente observado. Definiciones que no son generales (aplicables a todas las herramientas de corte) no constituyen parte de esta norma y se darán en normas adicionales.

3. DEFINICIONES

3.1 Filos, superficies y esquinas en la cuña de corte

3.1.1 *Cuña de corte.* Es la parte de la herramienta que, como consecuencia del movimiento relativo entre pieza y herramienta, produce el corte de la primera y da origen a la formación de viruta.

3.1.2 *Filos.* Son las aristas de intersección de las superficies que forman la cuña de corte. Los filos pueden ser rectos, quebrados o curvos.

3.1.2.1 *Filo principal.* En la cuña de corte, son los filos que están vueltos en dirección de avance (nota 1), al observarlos con relación al plano de trabajo (nota 2) (Figs. 1, 2, 3 y 5).

3.1.2.2 *Filo auxiliar.* En la cuña de corte, son los filos que no están vueltos en dirección al avance (nota 1), al observarlos con relación al plano de trabajo (nota 2) (Figs. 1, 2, 3 y 5).

3.1.2.3 Al aplicar las definiciones precedentes a las herramientas de fresado, la observación debe efectuarse para un ángulo de dirección de avance (nota 3) $\varphi \cong 90^\circ$.

3.1.3 *Superficies*

3.1.3.1 *Superficie de incidencia (flanco).* En la cuña de corte, son las superficies de las herramientas que están vueltas hacia la superficie de corte (nota 4) en la pieza.

3.1.3.2 Si una superficie de incidencia es quebrada en el filo, la parte del flanco junto al filo se denomina bisel de incidencia (bisel del flanco). El ancho del bisel de incidencia se indica con el símbolo $b_f \alpha$ (Figs. 1, 2, 3 y 4).

NOTA 1. Véase la Norma INEN 629, numeral 3.2.2.
NOTA 2. Véase la Norma INEN 629, numeral 3.1.1.
NOTA 3. Véase la Norma INEN 629, numeral 3.1.1.
NOTA 4. Véase la Norma INEN 629, numeral 3.1.1.

"ALMACEN"
Acuña

(Continúa)

3.1.3.3 *Superficie de incidencia principal (flanco principal)*. Aquella limitada por uno o más filos principales.

3.1.3.4 *Superficie de incidencia auxiliar (flanco auxiliar)*. Aquella limitada por uno o más filos auxiliares.

3.1.3.5 *Superficie de desprendimiento (o de arranque)*. Es la superficie de la cuña de corte sobre la cual se arroja la viruta (Figs. 1, 2 y 3).

3.1.3.6 Si una superficie de desprendimiento es quebrada en el filo, la parte de la misma junto al filo se denomina bisel de desprendimiento. El ancho del bisel de desprendimiento se indica con el símbolo $b_f \gamma$.

3.1.4 Esquinas

3.1.4.1 *Esquina de filo*. Es la intersección de un filo principal y uno auxiliar que limitan una misma superficie de desprendimiento (Figs. 1, 2, 3 y 5).

3.1.4.2 *Esquina redondeada*. Aquella que ha sido reemplazada por un radio r , medido en el plano de referencia de la herramienta (véase 3.2.2.2) (Fig. 6).

3.1.4.3 *Esquina biselada*. Aquella que ha sido reemplazada por un bisel de ancho b_{fE} , medido en el plano de la superficie de desprendimiento (Fig. 6).

3.2 Angulos en la cuña de corte

3.2.1 Sistemas de referencia

3.2.1.1 Para la determinación de los ángulos en la cuña de corte, se emplea un sistema cartesiano rectangular formado por el plano de referencia (3.2.2.1 y 3.2.2.2), plano de filo (3.2.2.3) y plano de cuña (3.2.2.4). Adicionalmente, es necesario para la descripción de las herramientas introducir el plano de trabajo (3.2.2.5).

3.2.1.2 Se definen dos sistemas de referencia: el sistema de referencia efectivo (en adelante sistema efectivo) para la herramienta considerada durante la operación de corte; y el sistema de referencia de la herramienta (en adelante sistema de la herramienta) para la herramienta pasiva. Los dos sistemas tienen planos de referencia. Para la descripción de operaciones de corte con arranque de viruta se utilizará el sistema efectivo (nota 5).

3.2.2 Planos de referencia

3.2.2.1 *Plano de referencia efectivo (plano efectivo)*. Es el plano por el punto de corte observado, perpendicular a la dirección (resultante) efectiva (nota 6) (Figs. 7 y 9). En los casos en que el ángulo de dirección efectiva (nota 7) es despreciablemente pequeño, se puede para simplificar elegir el plano normal a la dirección de corte (nota 8).

NOTA 5. Para el sistema de la herramienta trabajando se usará como predicado la denominación *efectivo* y los símbolos respectivos recibirán el subíndice e . Para el sistema de la herramienta pasiva no se añadirán predicados a la denominación ni subíndices a los símbolos correspondientes. Las definiciones de esta norma se aplican por lo general al filo principal de la herramienta, pero pueden aplicarse también a los filos auxiliares, caso en el cual deberá añadirse a la denominación el predicado *auxiliar* y los símbolos correspondientes recibirán el subíndice a .

NOTA 6. Véase la Norma INEN 926, numeral 3.2.1.

NOTA 7. Véase la Norma INEN 926, numeral 3.5.3

NOTA 8. Véase la Norma INEN 926, numeral 3.2.3

(Continúa)

3.2.2.2 Plano de referencia de la herramienta (plano de la herramienta). Es un plano por el punto de corte observado, que siendo normal (o aproximadamente normal) a la dirección de corte (nota 8), está alineado con un elemento geométrico relevante de la herramienta (superficie, eje, filo, canto). Para herramientas de torno y de cepilladora, la dirección conque se alinea el plano de la herramienta es por lo general paralela a la superficie de apoyo; para fresas y brocas, un plano por el punto de corte observado que contiene al eje de la herramienta; en elbrochado, un plano normal al eje longitudinal de la herramienta.

3.2.2.3 Plano de filo. Es el plano que contiene al filo y es perpendicular al plano efectivo o al plano de la herramienta, según se considere a la herramienta en el sistema de referencia efectivo o en el sistema de la herramienta, respectivamente (Figs. 7, 8, 9 y 10). Para herramientas con filos curvos, es un plano tangencial en el punto de corte observado.

3.2.2.4 Plano de cuña. Es el plano perpendicular al plano de filo y perpendicular al plano de referencia, que puede ser el plano efectivo o el plano de la herramienta, según se haga la observación en el sistema efectivo o en el sistema de la herramienta, respectivamente (Figs. 7, 8 y 10).

3.2.2.5 Plano de trabajo. El plano de trabajo en el sistema efectivo se define en la Norma INEN 629, numeral 3.5.1. Como plano de trabajo en el sistema de la herramienta se adopta el plano normal al plano de la herramienta por el punto de corte observado, de tal manera que esté alineado con un elemento geométrico relevante de la herramienta (superficie, eje, filo, canto) y que contenga en lo posible la supuesta dirección de avance. Para herramientas de torno o de cepilladora, el plano de trabajo en el sistema de la herramienta se alinea perpendicular o paralelamente al vástago; para brocas o herramientas de brochado, paralelamente al vástago o al eje; para fresas, perpendicularmente al eje de la herramienta.

3.2.3 Ángulos. Los ángulos determinan la posición y la forma de la cuña de corte. Debe diferenciarse entre ángulos definidos para los filos principales y los definidos para filos auxiliares; así como los ángulos en el sistema efectivo y los considerados en el sistema de la herramienta (nota 9).

3.2.3.1 Ángulos medios en el plano de referencia

- a) **Ángulo de posición κ (kappa).** Es el ángulo entre el plano de filo y el plano de trabajo, medido en el plano de referencia (Figs. 11, 12, 15 y 16). El ángulo de ataque es siempre positivo y está situado siempre fuera de la cuña de corte (o de su proyección en el plano de referencia), de tal manera que el vértice apunta a la esquina de filo. Cuando hay varias o ninguna esquina de filo (o varias o ninguna en ataque), deberá fijarse de antemano la posición del ángulo de ataque, por ejemplo, mediante un dibujo.
- b) **Ángulo de esquina ϵ (épsilon).** Es el ángulo comprendido entre el filo principal y un filo auxiliar adyacente, medido en el plano de referencia (Figs. 11, 12, 15 y 16).

Se cumple:

$$\kappa + \epsilon + \kappa_2 = 180^\circ$$

NOTA 9. Los ángulos definidos para los filos principales llevarán el predicado *del filo principal*.

(Continúa)

3.2.3.2 Angulos medidos en el plano de filo

- a) *Angulo de inclinación γ (lambda)*. Es el ángulo comprendido entre el filo y el plano de referencia medido en el plano del filo (Figs. 11, 12, 15 y 16). El ángulo de inclinación está situado siempre de manera que el vértice apunta a la esquina de filo. El ángulo de inclinación es positivo cuando la proyección del plano de referencia sobre el plano de filo correspondiente al punto de corte observado, está fuera de la cuña de corte. La esquina de filo se adelanta (con respecto a los demás puntos cortantes del filo) en dirección efectiva (nota 10) o en dirección de corte (nota 11).

3.2.3.3 Angulos medidos en el plano de cuña

- a) *Angulo de incidencia α (alfa)*. Es el ángulo entre la superficie de incidencia (flanco) y el plano de filo, medido en el plano de cuña (Figs. 11, 12, 15 y 16). El ángulo de incidencia es positivo cuando la proyección del plano de filo en el plano de cuña correspondiente al punto de corte observado cae fuera de la cuña de corte (Fig. 13). Si existe un bisel de incidencia, el ángulo correspondiente se denominará ángulo del bisel de incidencia α_f (Fig. 14).
- b) *Angulo de cuña β (beta)*. Es el ángulo entre la superficie de incidencia (flanco) y la superficie de desprendimiento medido en el plano de cuña (Figs. 11, 12, 15 y 16). Si existe un bisel, el ángulo correspondiente se denominará ángulo del bisel de cuña β_f (Fig. 14).
- c) *Angulo de desprendimiento (γ) (gamma)*. Es el ángulo comprendido entre la superficie de desprendimiento y el plano de referencia, medida en el plano de cuña (Figs. 11, 12, 15 y 16). El ángulo de desprendimiento es positivo cuando la proyección del plano de referencia sobre el plano de cuña correspondiente al punto de corte observado cae fuera de la cuña de corte. El filo se adelanta (con respecto a la superficie de desprendimiento) en dirección efectiva o en dirección de corte (ver notas 10 y 11). Si existe un bisel en la superficie de desprendimiento, el ángulo correspondiente se denominará ángulo de bisel de desprendimiento (Fig. 14).

Se cumple:

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$$

y:

$$\alpha_f + \beta_f + \gamma_f = 90^\circ$$

3.2.3.4 *Angulos medidos en planos distintos al plano de cuña*. La inclinación de la superficie de incidencia (flanco) y de la superficie de desprendimiento puede ser medida en otros planos diferentes al plano de la cuña. Los ángulos medidos en el plano de trabajo y en un plano normal a éste son importantes.

- a) *Angulos en el plano de trabajo (ángulos laterales)*. En el plano de trabajo se miden el ángulo de incidencia lateral α_x , el ángulo de cuña lateral β_x y el ángulo de desprendimiento lateral γ_x (Figs. 11, 12, 15 y 16).

Se cumple aquí también:

$$\alpha_x + \beta_x + \gamma_x = 90^\circ$$

FIGURA 10. Véase la Norma INEN 929, numeral 3.2.3

FIGURA 11. Véase la Norma INEN 929, numeral 3.2.1

(Continúa)

- b) *Ángulos en el plano normal al plano de trabajo y al plano de referencia (ángulos superiores).* En el plano normal al plano de trabajo y al plano de referencia se miden: el ángulo de incidencia superior α_Y , el ángulo de cuña superior β_Y y el ángulo de desprendimiento superior γ_Y (Figs. 11, 12, 15 y 16).

Se cumplen también:

$$\alpha_Y + \beta_Y + \gamma_Y = 90^\circ$$

3.2.4 *Relaciones entre los ángulos medidos en diferentes planos.* En muchos casos no se puede o es difícil medir un ángulo en el plano de medición correspondiente por definición. Para determinarlo por cálculo a base de mediciones en otros planos se pueden utilizar las relaciones siguientes:

Para la superficie de incidencia:

$$\begin{aligned} \cot \alpha &= \sin \kappa \cdot \cot \alpha_X + \cos \kappa \cdot \cot \alpha_Y \\ \cot \lambda &= -\cos \kappa \cdot \cot \alpha_X + \sin \kappa \cdot \cot \alpha_Y \\ \cot \alpha_X &= \sin \kappa \cdot \cot \alpha_X - \cos \kappa \cdot \tan \lambda \\ \cot \alpha_Y &= \cos \kappa \cdot \cot \alpha + \sin \kappa \cdot \tan \lambda \end{aligned}$$

Para la superficie de desprendimiento:

$$\begin{aligned} \tan \gamma &= \sin \kappa \cdot \tan \gamma_X + \cos \kappa \cdot \tan \gamma_Y \\ \tan \lambda &= -\cos \kappa \cdot \tan \gamma_X + \sin \kappa \cdot \tan \gamma_Y \\ \tan \gamma_X &= \sin \kappa \cdot \tan \gamma - \cos \kappa \cdot \tan \lambda \\ \tan \gamma_Y &= \cos \kappa \cdot \tan \gamma + \sin \kappa \cdot \tan \lambda \end{aligned}$$

(Continúa)

4. SIMBOLOGIA

SIMBOLO	UNIDAD	DEFINICION	NUMERAL FIGURA
r	mm	Radio de la esquina redondeada	3.1.4.2
$bf\alpha$	mm	Ancho del bisel de incidencia	3.1.3.2
$bf\gamma$	mm	Ancho del bisel de desprendimiento	1.3.3.6
$bf\epsilon$	mm	Ancho de la esquina biselada	3.1.4.3
ϕ (Phi)	grados	Angulo de dirección de avance	3.1.2.2
η (eta)	grados	Angulo de dirección efectiva	3.2.2.1
κ (kappa)	grados	Angulo de posición	3.2.3.1. a
ϵ (épsilon)	grados	Angulo de esquina	3.2.3.1. b
λ (lambda)	grados	Angulo de inclinación	3.2.3.2. a
κ_a (kappa)	grados	Angulo de posición (del filo auxiliar)	3.1.2
κ_e (kappa)	grados	Angulo de posición efectivo	Fig. 11
ϵ_e (épsilon)	grados	Angulo de esquina efectivo	Fig. 11
λ_a (lambda)	grados	Angulo de inclinación auxiliar	Fig. 16
λ_e (lambda)	grados	Angulo de inclinación efectivo	Fig. 11
α (alfa)	grados	Angulo de incidencia	3.2.3.3. a
β (beta)	grados	Angulo de cuña	3.2.3.3. b
γ (gamma)	grados	Angulo de desprendimiento	3.2.3.3. c
α_x (alfa)	grados	Angulo de incidencia lateral	3.2.3.4. a
β_x (beta)	grados	Angulo de cuña lateral	3.2.3.4. a
γ_x (gamma)	grados	Angulo de desprendimiento lateral	3.2.3.4. a
α_{xe}	grados	Angulo de incidencia lateral efectivo	Fig. 11
β_{xe}	grados	Angulo de cuña lateral efectivo	Fig. 11
γ_{xe}	grados	Angulo de desprendimiento lateral efectivo	Fig. 11
α_e	grados	Angulo de incidencia efectivo	Fig. 11
β_e	grados	Angulo de cuña efectivo	Fig. 11
γ_e	grados	Angulo de desprendimiento efectivo	Fig. 11
α_y	grados	Angulo de incidencia superior	3.2.3.4.6
β_y	grados	Angulo de cuña superior	3.2.3.4.6
γ_y	grados	Angulo de desprendimiento superior	3.2.3.4.6
α_{ye}	grados	Angulo de incidencia superior efectivo	Fig. 11
β_{ye}	grados	Angulo de cuña superior efectivo	Fig. 11
γ_{ye}	grados	Angulo de desprendimiento superior efectivo	Fig. 11
αf	grados	Angulo del bisel de incidencia	3.2.3.3. a
βf	grados	Angulo del bisel de cuña	3.2.3.3. b
γf	grados	Angulo del bisel de desprendimiento	3.2.3.3. c

(Continua)

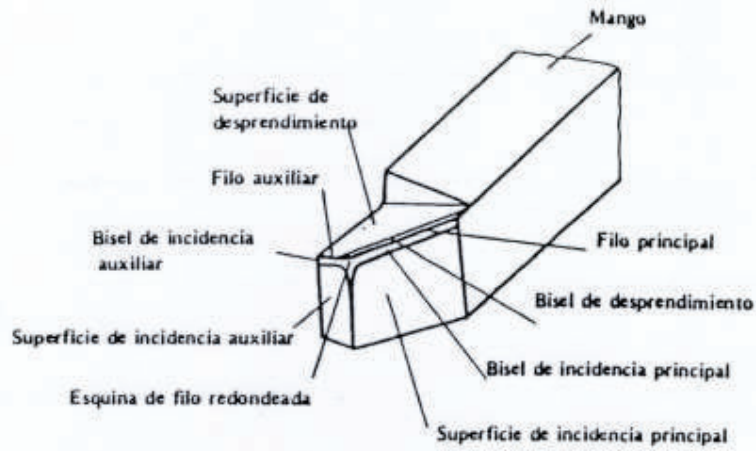


FIGURA 1. Superficies, filos y esquinas en la herramienta de torno o cepilladora

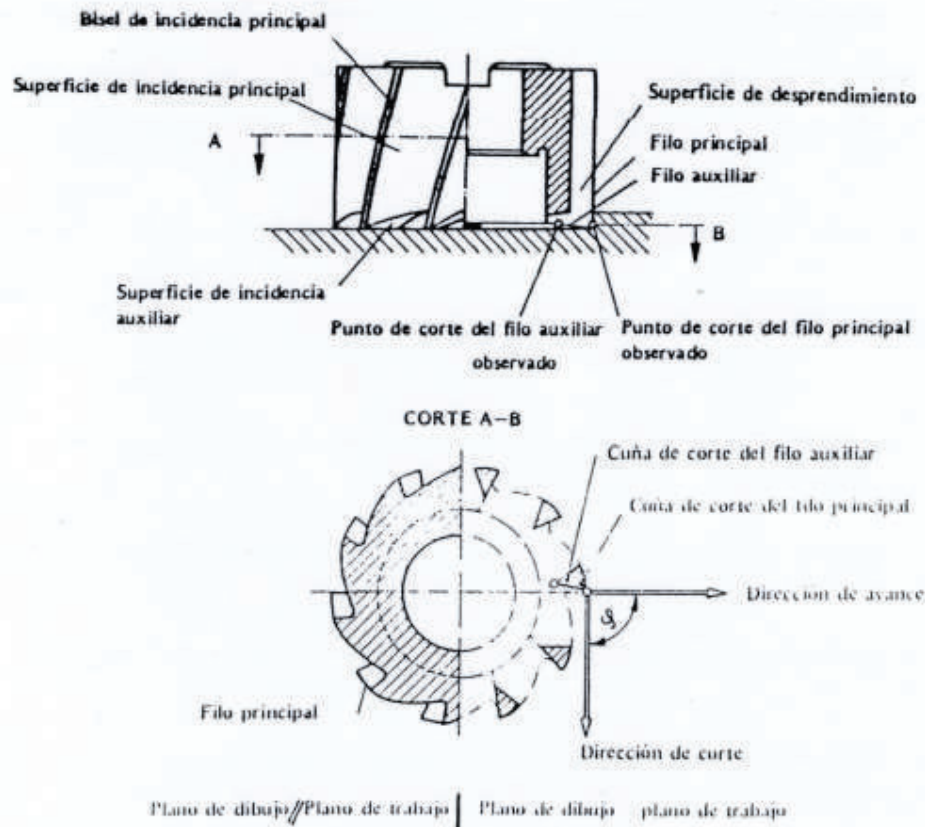


FIGURA 2. Superficies, filos y esquinas en fresas frontales periféricas

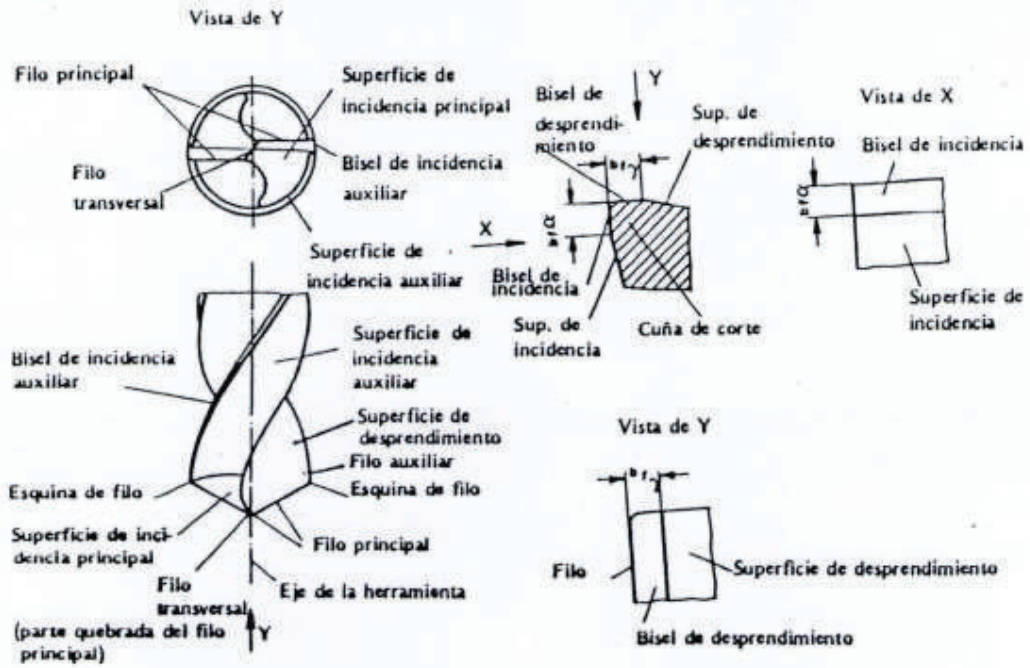


FIGURA 3. Superficies, fillos y esquinas en brocas helicoidales

FIGURA 4. Bisels de incidencia y desprendimiento

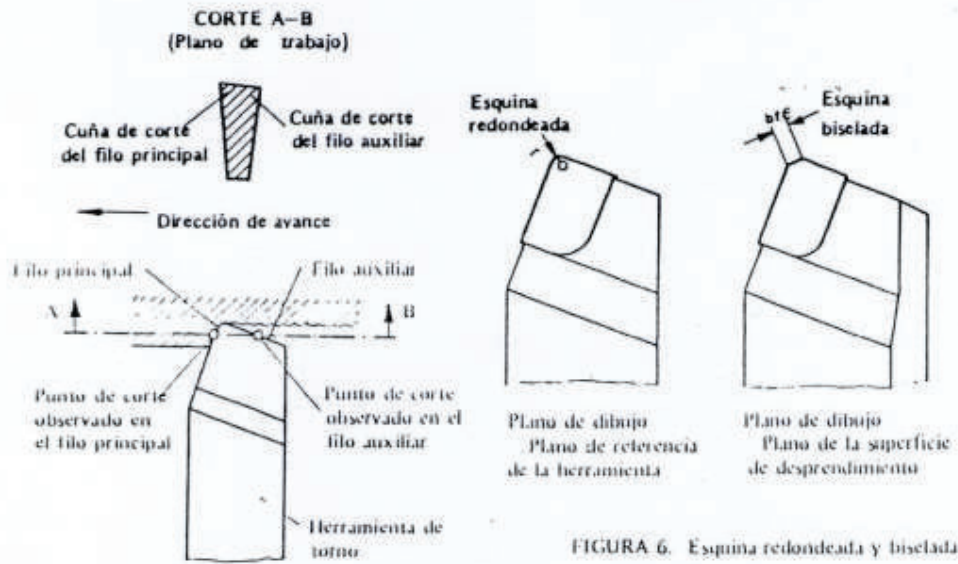


FIGURA 5. Filo principal, auxiliar y sus cuñas de corte en el plano de trabajo para la herramienta de torno.

FIGURA 6. Esquina redondeada y biselada

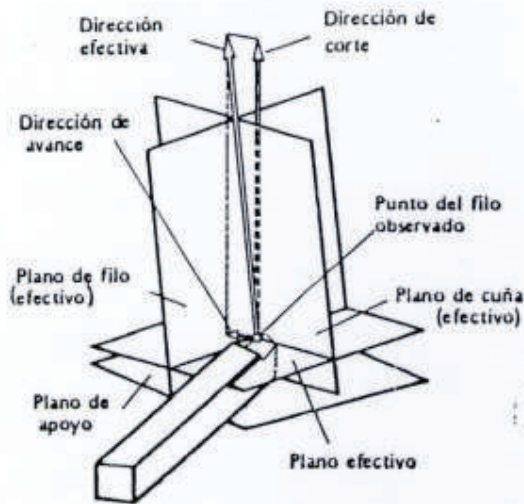


FIGURA 7. Sistema de referencia efectivo para la herramienta de torno

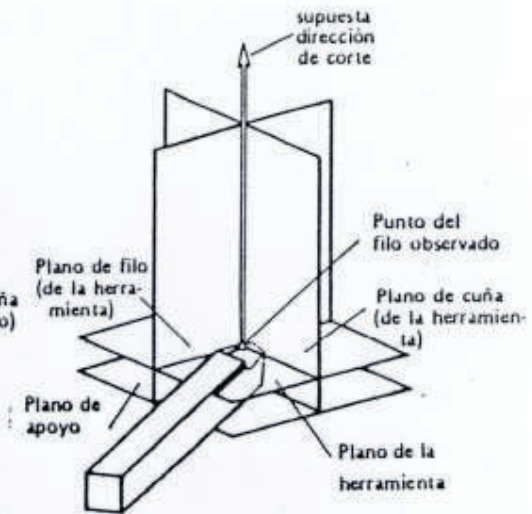


FIGURA 8. Sistema de la herramienta para la herramienta de torno

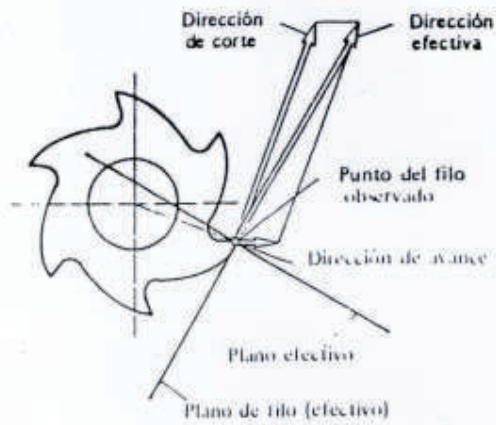


FIGURA 9. Sistema de referencia efectivo en una fresa para $\gamma_c = 90^\circ$

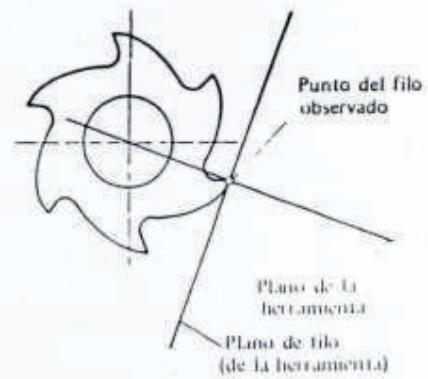


FIGURA 10. Sistema de referencia de la herramienta en una fresa para $\gamma_c = 90^\circ$

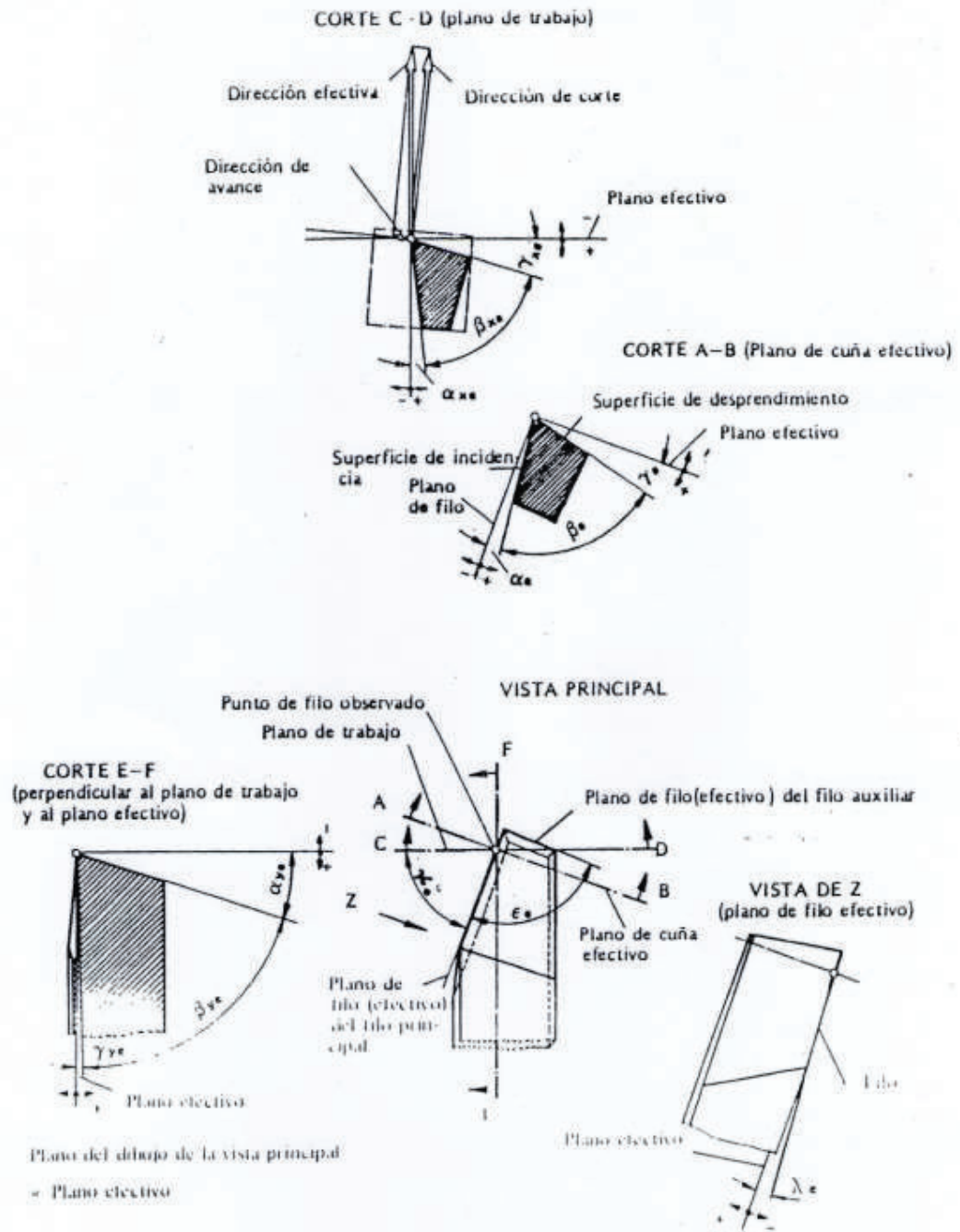


FIGURA 11. Angulos en el sistema efectivo para un punto del filo principal en una herramienta de torno.

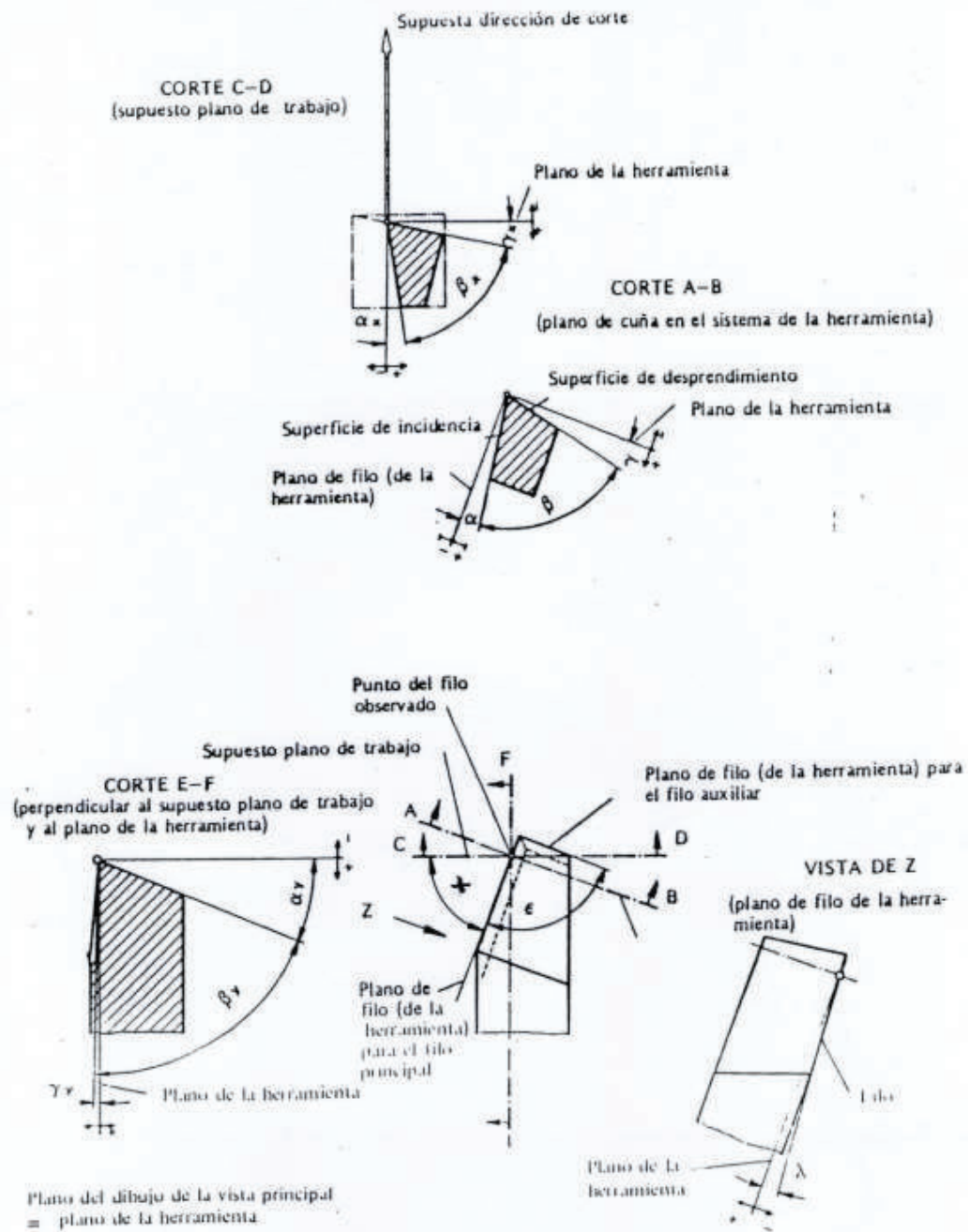


FIGURA 12. Angulos en el sistema de la herramienta para un punto del filo principal en una herramienta de torno.

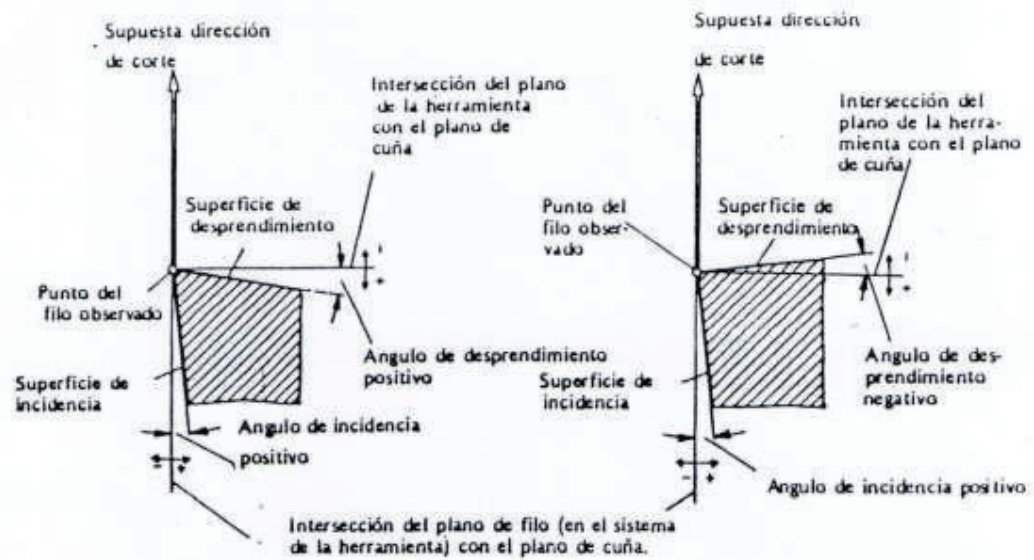


FIGURA 13. Signos para los ángulos de incidencia y desprendimiento

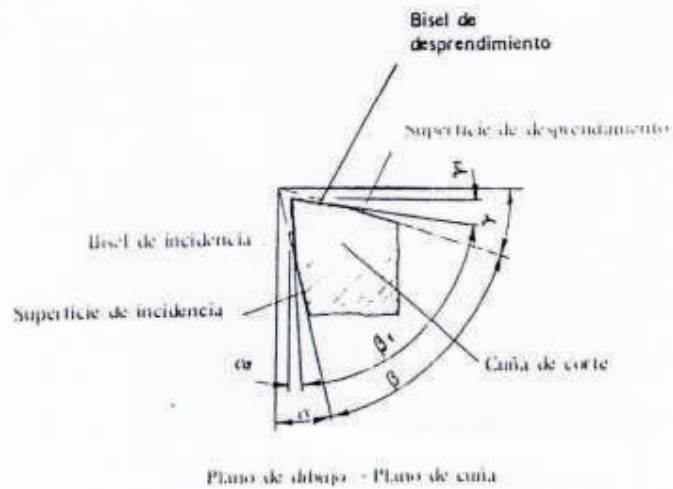


FIGURA 14. Superficies y ángulos en la cuna de corte

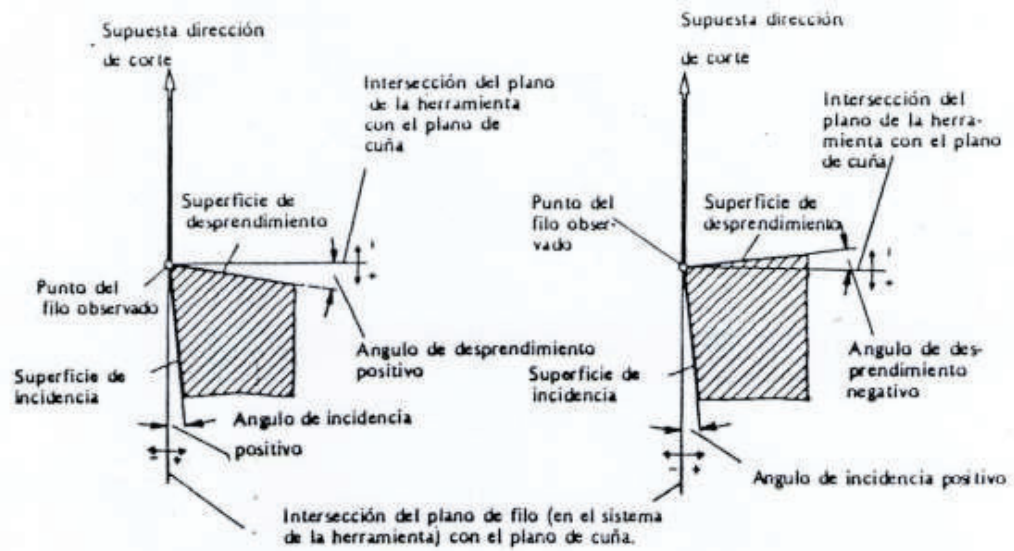


FIGURA 13. Signos para los ángulos de incidencia y desprendimiento

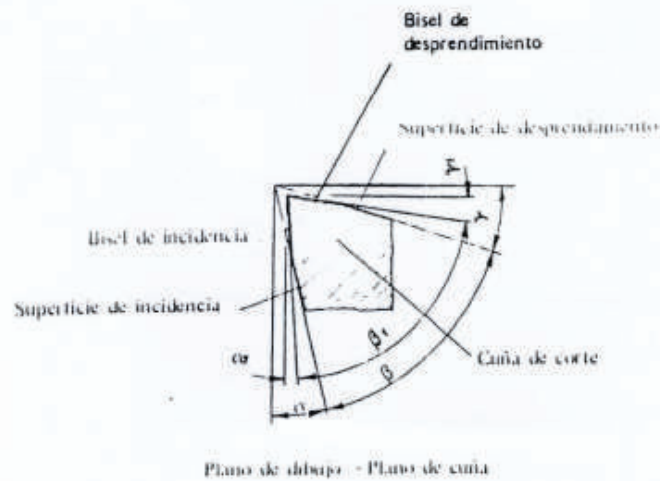
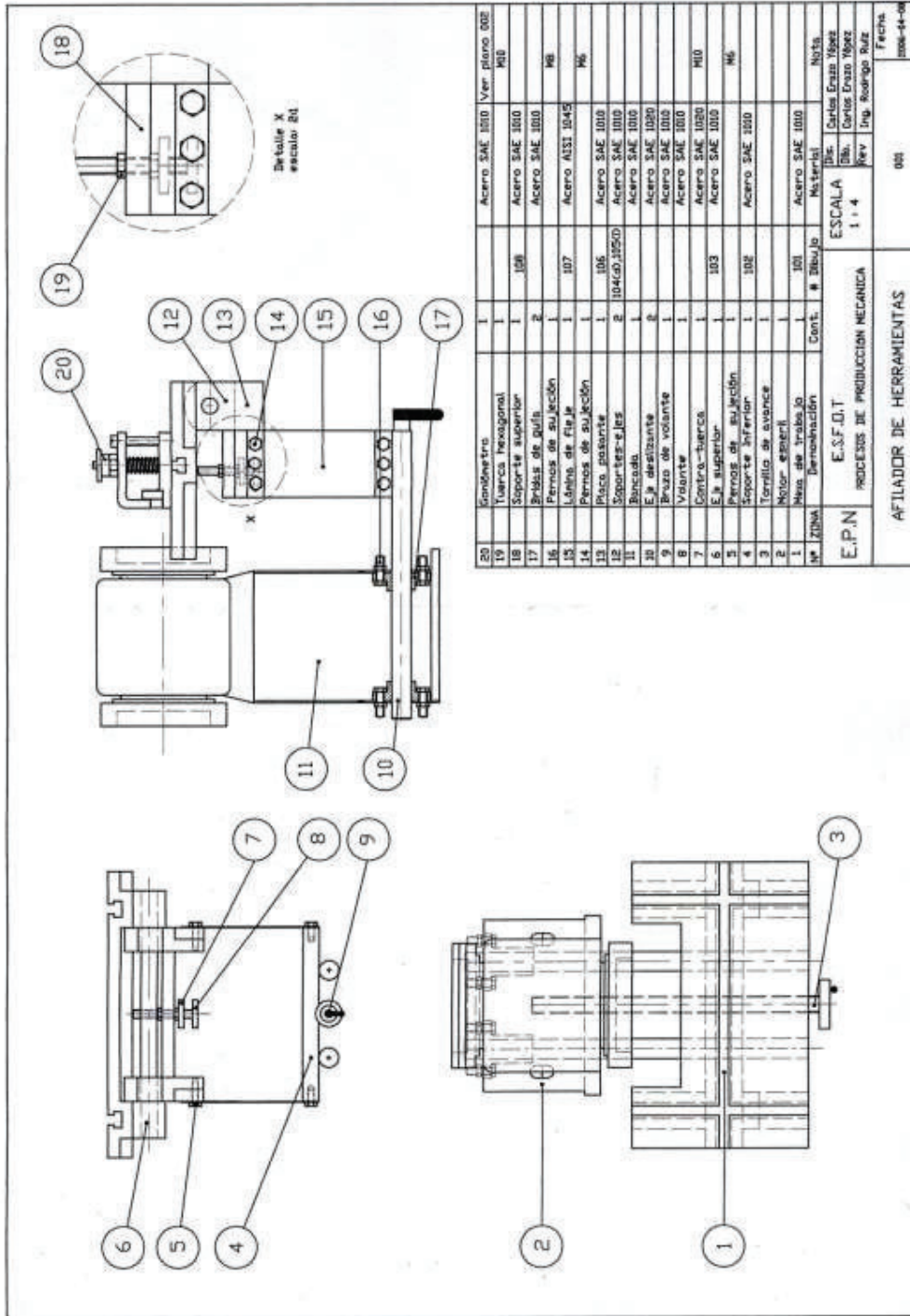


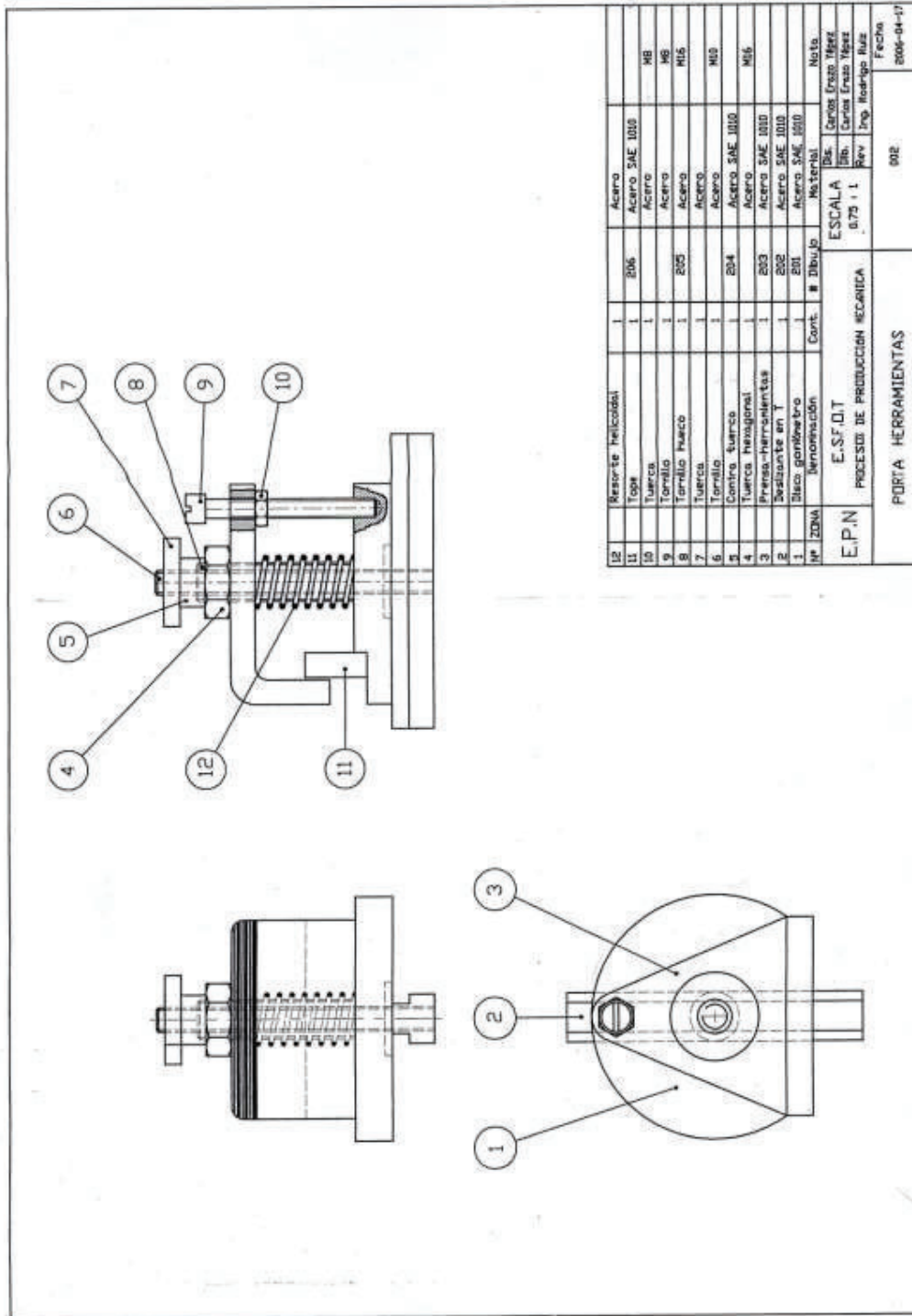
FIGURA 14. Superficies y ángulos en la caña de corte

ANEXO 5

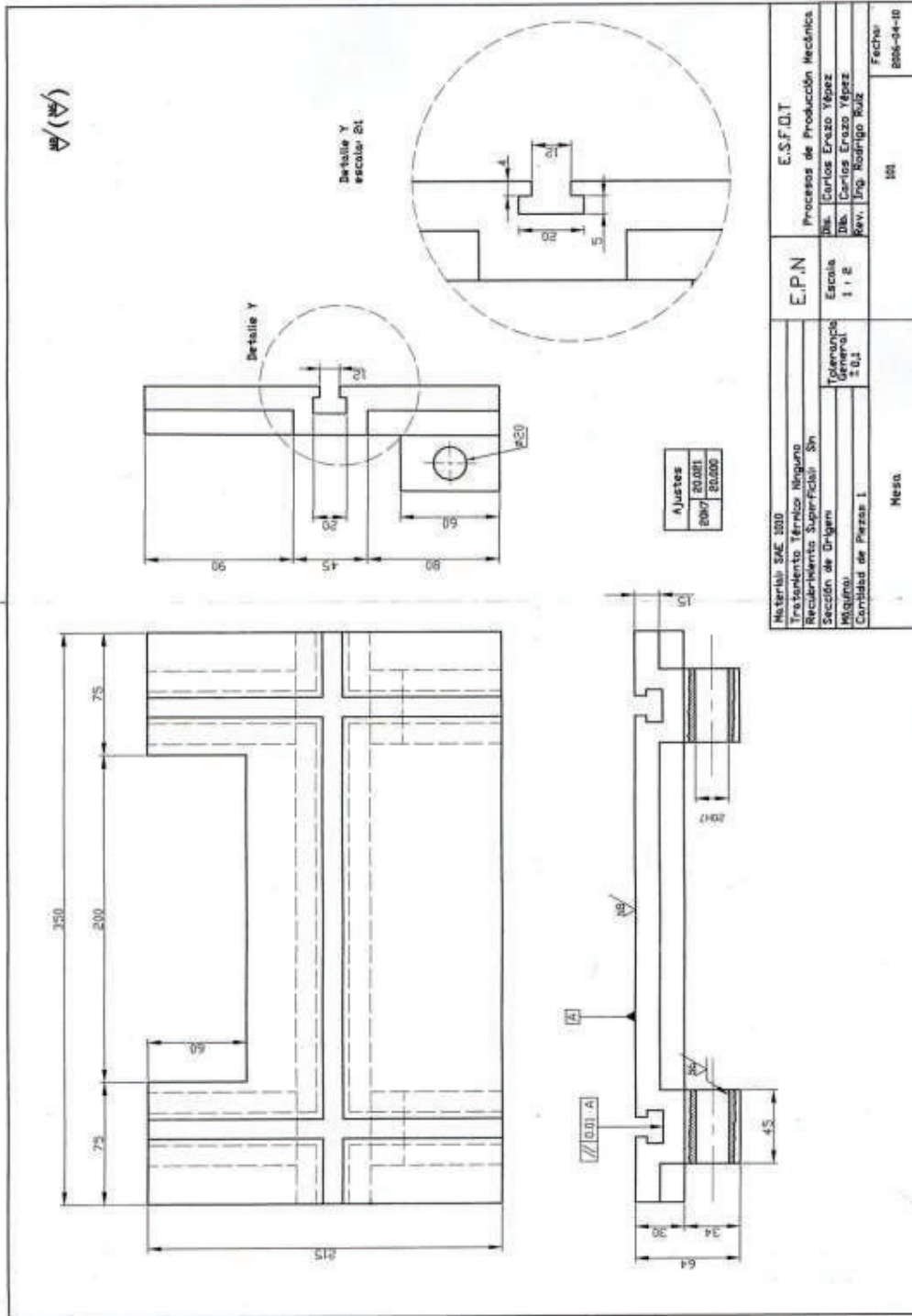
PLANOS DE LA MÁQUINA

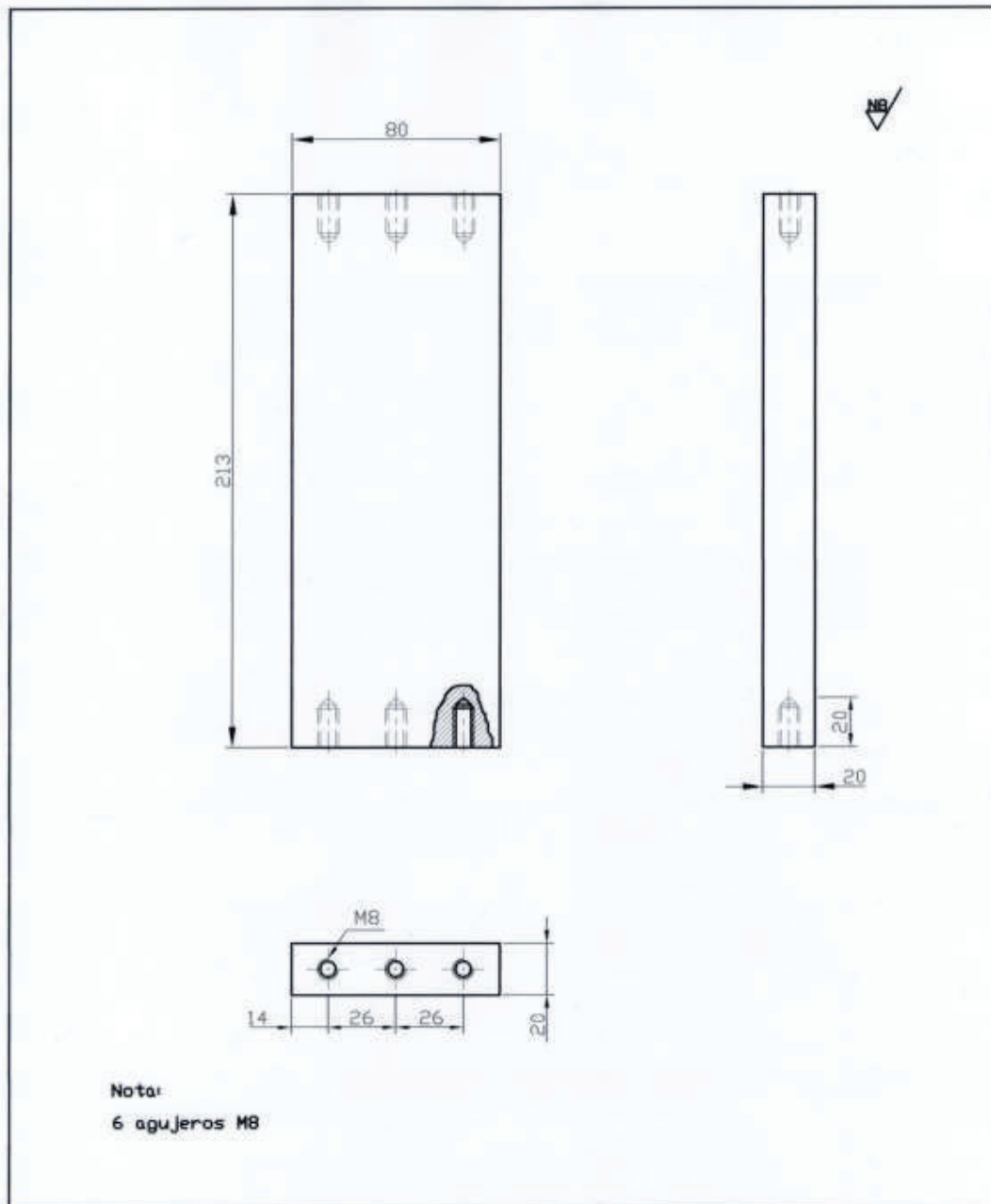


20	Calambres	1	Acero SAE 1010	Ver plano 000		
19	Tuerca hexagonal	1	Acero SAE 1010	M10		
18	Soporte superior	1	158			
17	Bridas de guía	2	Acero SAE 1010	M6		
16	Pernos de sujeción	1	Acero A313 1045	M6		
15	Lámina de fijaje	1	M6			
14	Pernos de sujeción	1	Acero SAE 1010	M6		
13	Pico masante	1	Acero SAE 1010			
12	Soportes ejes	2	104G0,105D			
11	Bancada	1	Acero SAE 1010			
10	Eje deslizante	2	Acero SAE 1010			
9	Brazo de volante	1	Acero SAE 1010			
8	Volante	1	Acero SAE 1010			
7	Contra-tuerca	1	Acero SAE 1010	M10		
6	Eje superior	1	Acero SAE 1010	M6		
5	Pernos de sujeción	1	Acero SAE 1010			
4	Soporte inferior	1	Acero SAE 1010			
3	Tornillo de avance	1	Acero SAE 1010			
2	Motor eléctrico	1	Acero SAE 1010			
1	Mesa de trabajo	1	Acero SAE 1010			
Nº ZONA	Denominación	Cont.	# Dibujo	Material	Notas	
E.P.N	E.S.F.O.T	ESCALA	1 : 4	Dis. Carlos Drago López Dib. Carlos Drago López Rev. Ing. Rodrigo Ruiz		
AFILADOR DE HERRAMIENTAS					000	Fecha: 2008-11-08

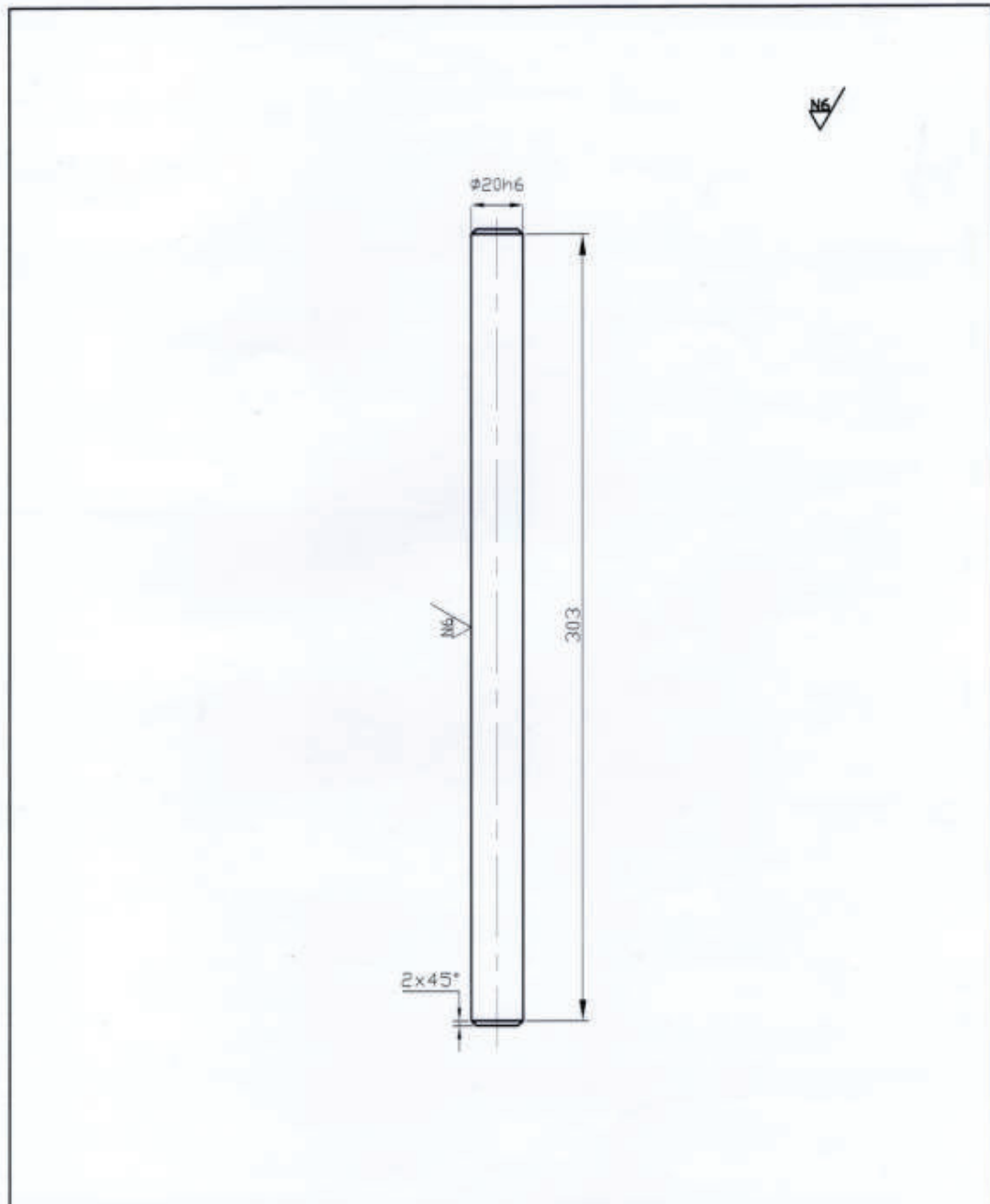


12	Resorte helicoidal	1	206	Acero	Acero SAE 1010
11	Topa	1		Acero	Acero SAE 1010
10	Tuerca	1		Acero	MB
9	Tornillo	1		Acero	MB
8	Tornillo hueco	1	205	Acero	M15
7	Tuerca	1		Acero	M15
6	Tornillo	1		Acero	M15
5	Contra tuerca	1	204	Acero	Acero SAE 1010
4	Tuerca hexagonal	1		Acero	M15
3	Presca-herramientas	1	203	Acero	Acero SAE 1010
2	Swalzañte en T	1	202	Acero	Acero SAE 1010
1	Disco conlabro	1	201	Acero	Acero SAE 1010
1º ZONA	denominación	Cont.	# dibujo	Material	Nota
E.P.N	E.S.F.D.T			ESCALA	0.75 : 1
	PROCESO DE PRODUCCIÓN MECÁNICA			002	2006-04-17
	PORTA HERRAMIENTAS				Fecha
					Ing. Rodrigo Ruiz

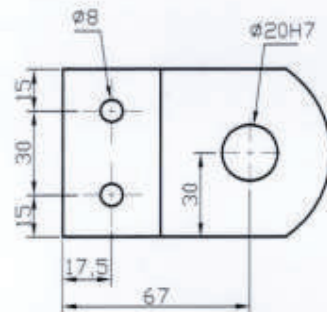
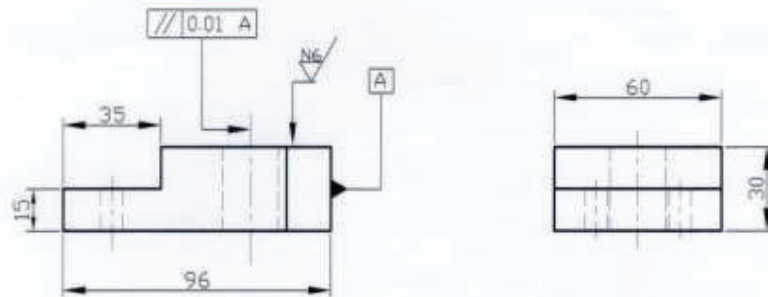




Material: SAE 1010		E.P.N	E.S.F.D.T	
Tratamiento Térmico: Ninguno			Procesos de Producción Mecánica	
Recubrimiento Superficial: Sin		Escala 1 : 2	Dis.	Carlos Erazo Yépez
Sección de Origen:	Tolerancia General $\pm 0,1$		Dib.	Carlos Erazo Yépez
Máquina:			Rev.	Ing. Rodrigo Ruiz
Cantidad de Piezas: 1		102		Fecha: 2006-04-14
Soporte Inferior				

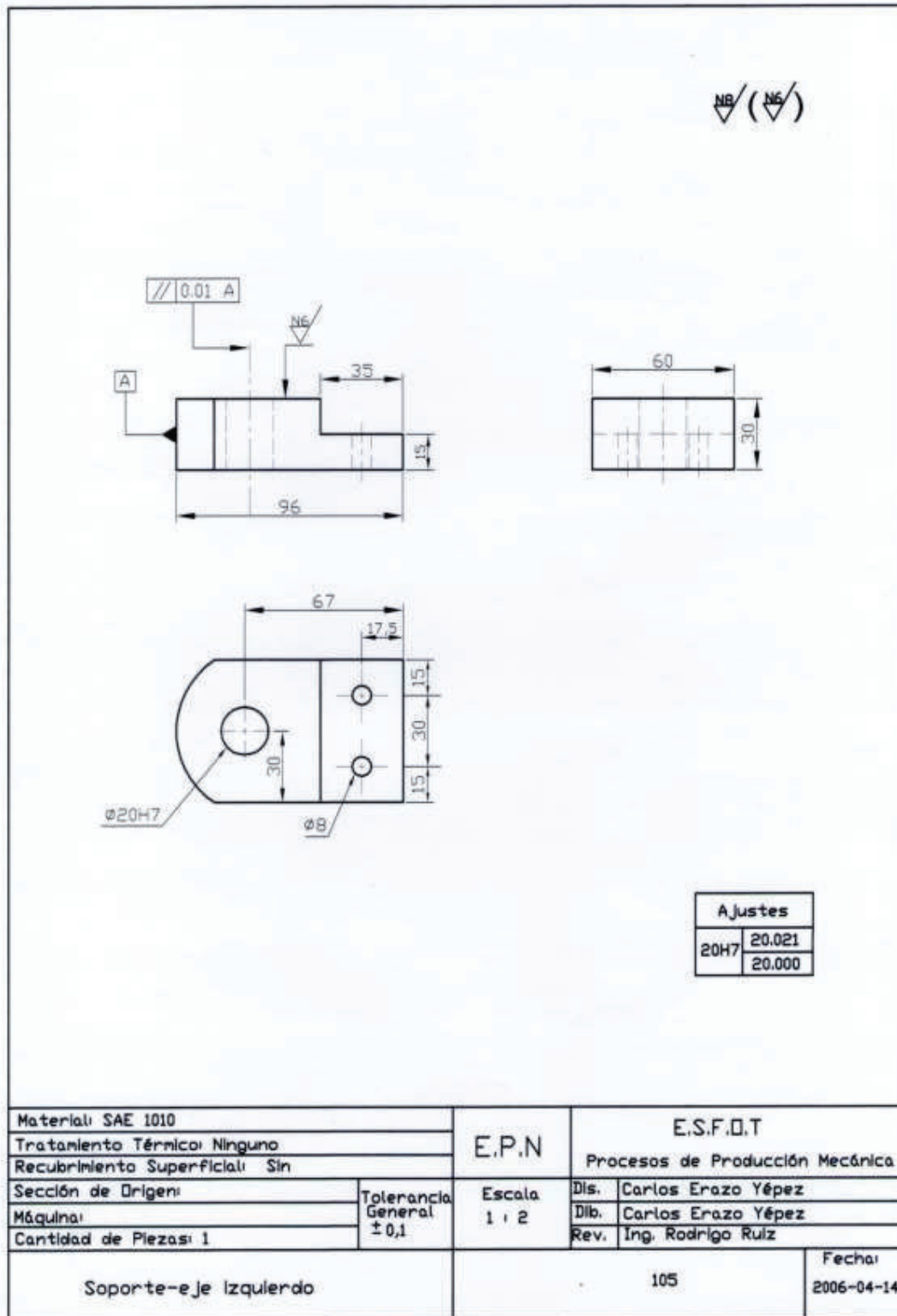


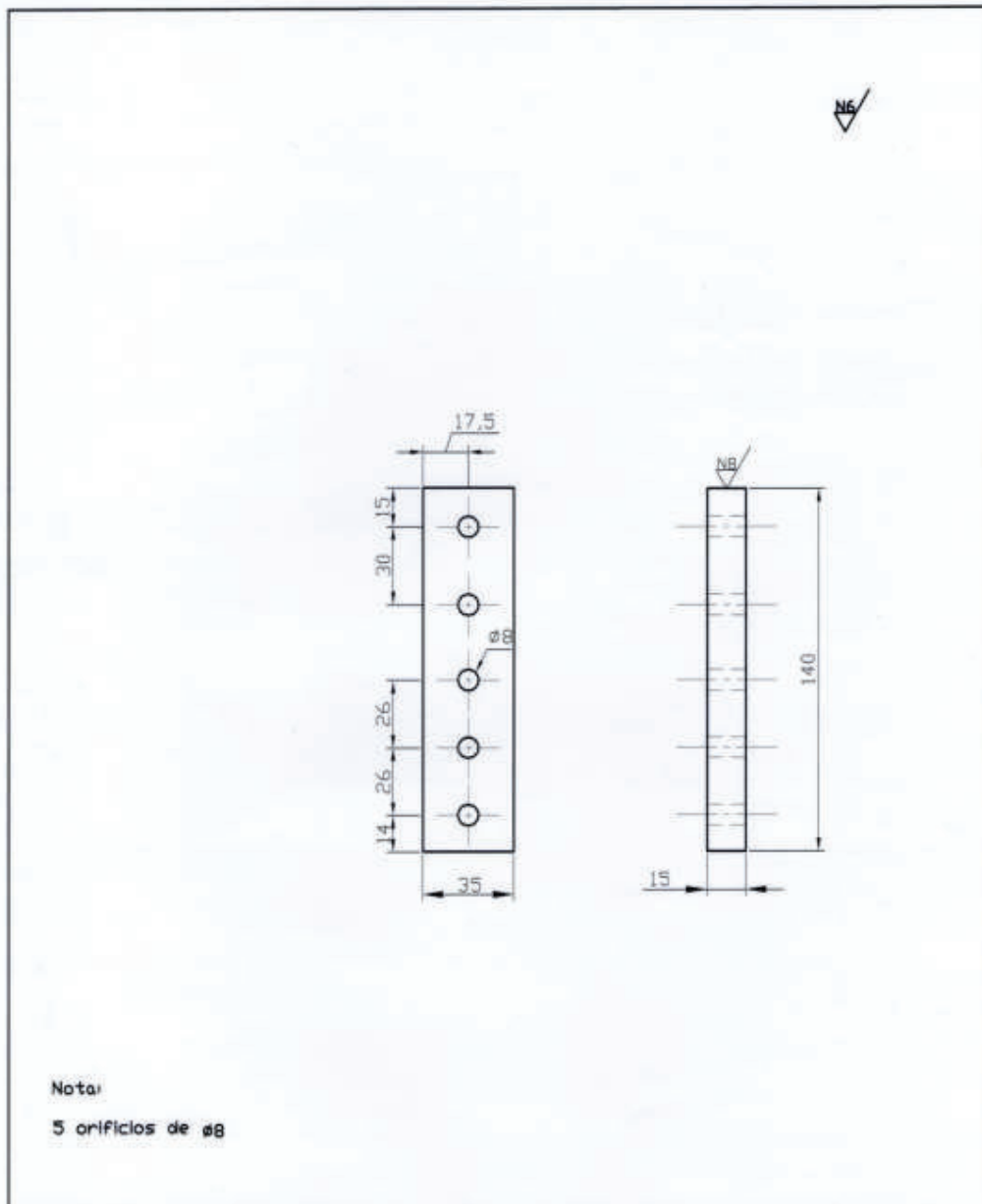
Material: SAE 1020		E.P.N	E.S.F.D.T	
Tratamiento Térmico: Ninguno			Procesos de Producción Mecánica	
Recubrimiento Superficial: Sin			Dis.	Carlos Erazo Yépez
Sección de Origen:	Tolerancia General $\pm 0,1$	Escala	Dib.	Carlos Erazo Yépez
Máquina:		1 : 2	Rev.	Ing. Rodrigo Ruiz
Cantidad de Piezas: 1				
Eje		103	Fecha: 2006-04-12	



Ajustes	
20H7	20.021
	20.000

Material: SAE 1010		E.P.N	E.S.F.O.T	
Tratamiento Térmico: Ninguno			Procesos de Producción Mecánica	
Recubrimiento Superficial: Sin		Escala 1 : 2	Dis.	Carlos Erazo Yépez
Sección de Origen:	Tolerancia General ± 0,1		Dib.	Carlos Erazo Yépez
Máquina:			Rev.	Ing. Rodrigo Ruiz
Cantidad de Piezas: 1				
Soporte-eje derecho		104	Fecha: 2006-04-12	

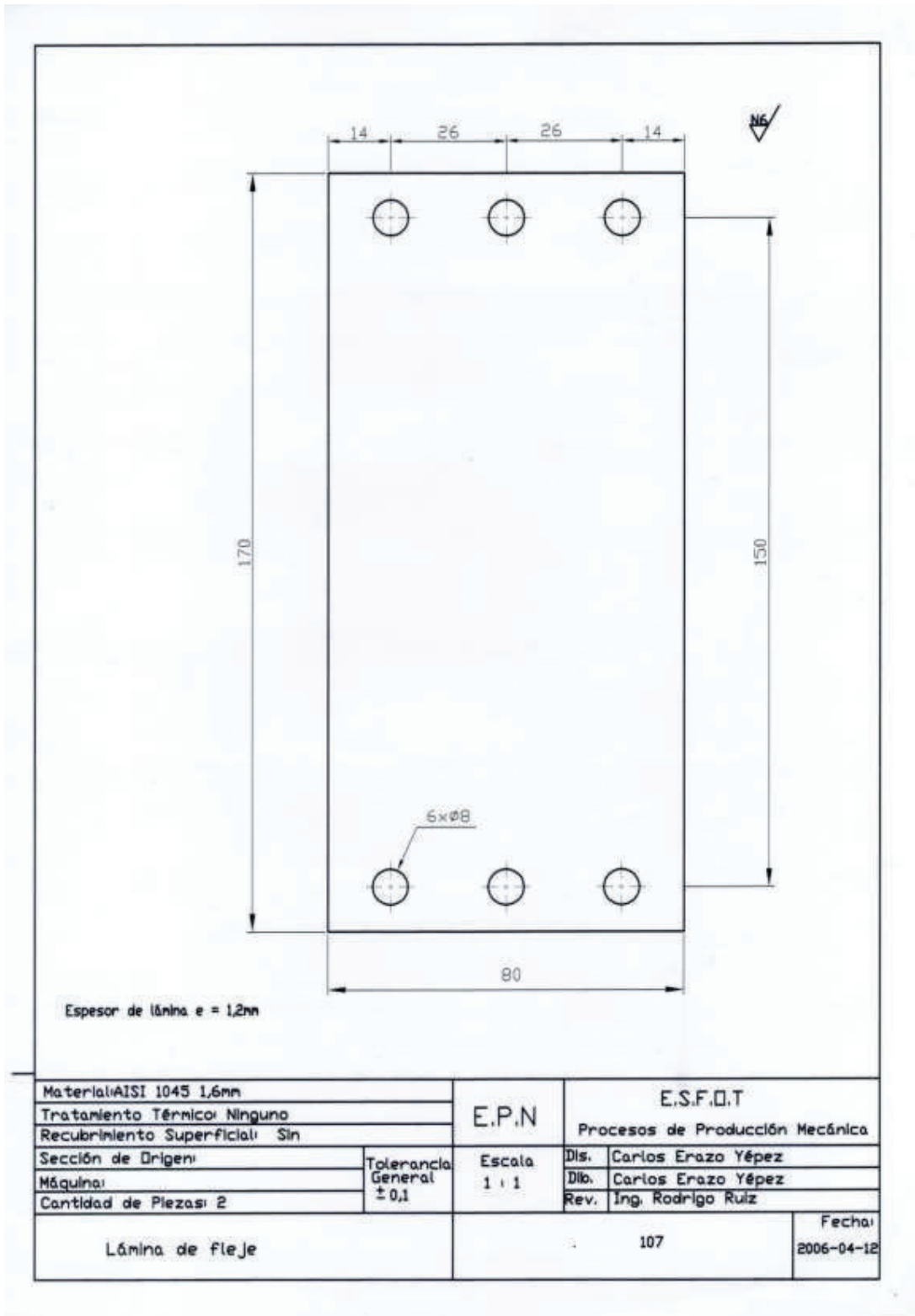




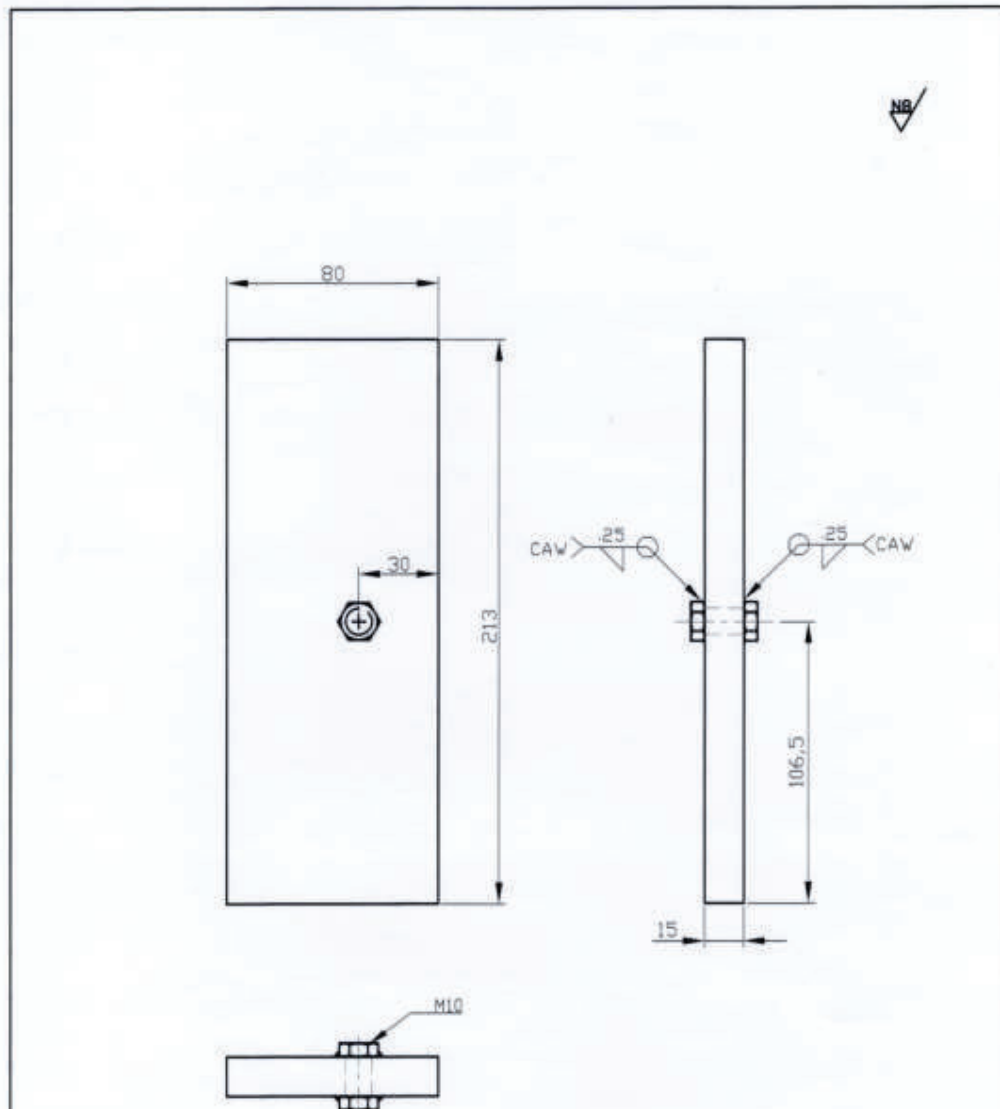
Nota:

5 orificios de $\varnothing 8$

Material: SAE 1010		E.P.N	E.S.F.O.T	
Tratamiento Térmico: Ninguno			Procesos de Producción Mecánica	
Recubrimiento Superficial: Sin			Dis.	Carlos Erazo Yépez
Sección de Origen:	Tolerancia General $\pm 0,1$	Escala	Dib.	Carlos Erazo Yépez
Máquina:		1 : 2	Rev.	Ing. Rodrigo Ruiz
Cantidad de Piezas: 2				Fecha:
Placa Pasante		106		2006-04-12



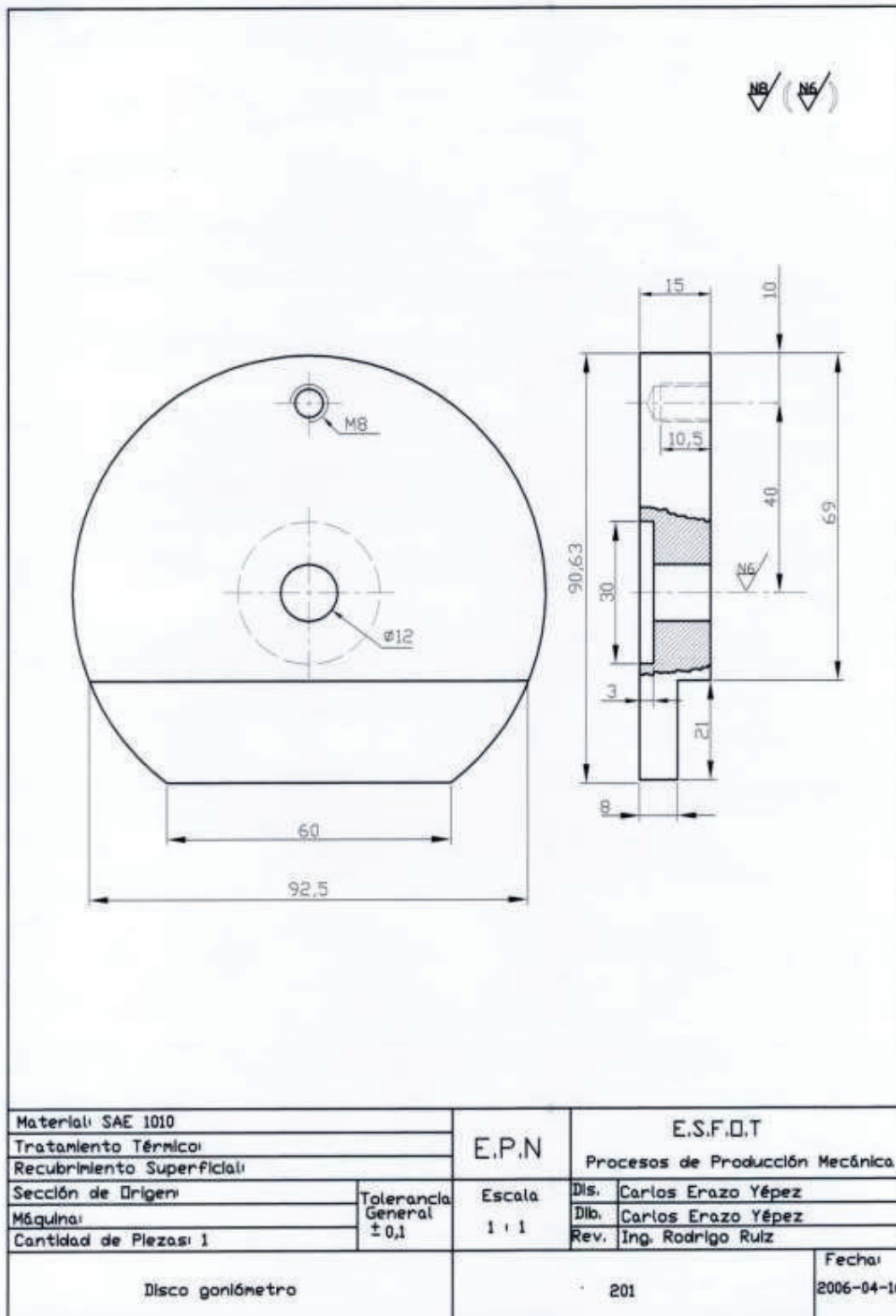
Material: AISI 1045 1,6mm		E.P.N	E.S.F.Ω.T	
Tratamiento Térmico: Ninguno			Procesos de Producción Mecánica	
Recubrimiento Superficial: Sin		Escala 1 : 1	Dis.	Carlos Erazo Yépez
Sección de Origen:			Dib.	Carlos Erazo Yépez
Máquina:			Rev.	Ing. Rodrigo Ruiz
Cantidad de Piezas: 2				
Tolerancia General $\pm 0,1$				Fecha: 2006-04-12
Lámina de fleje		107		

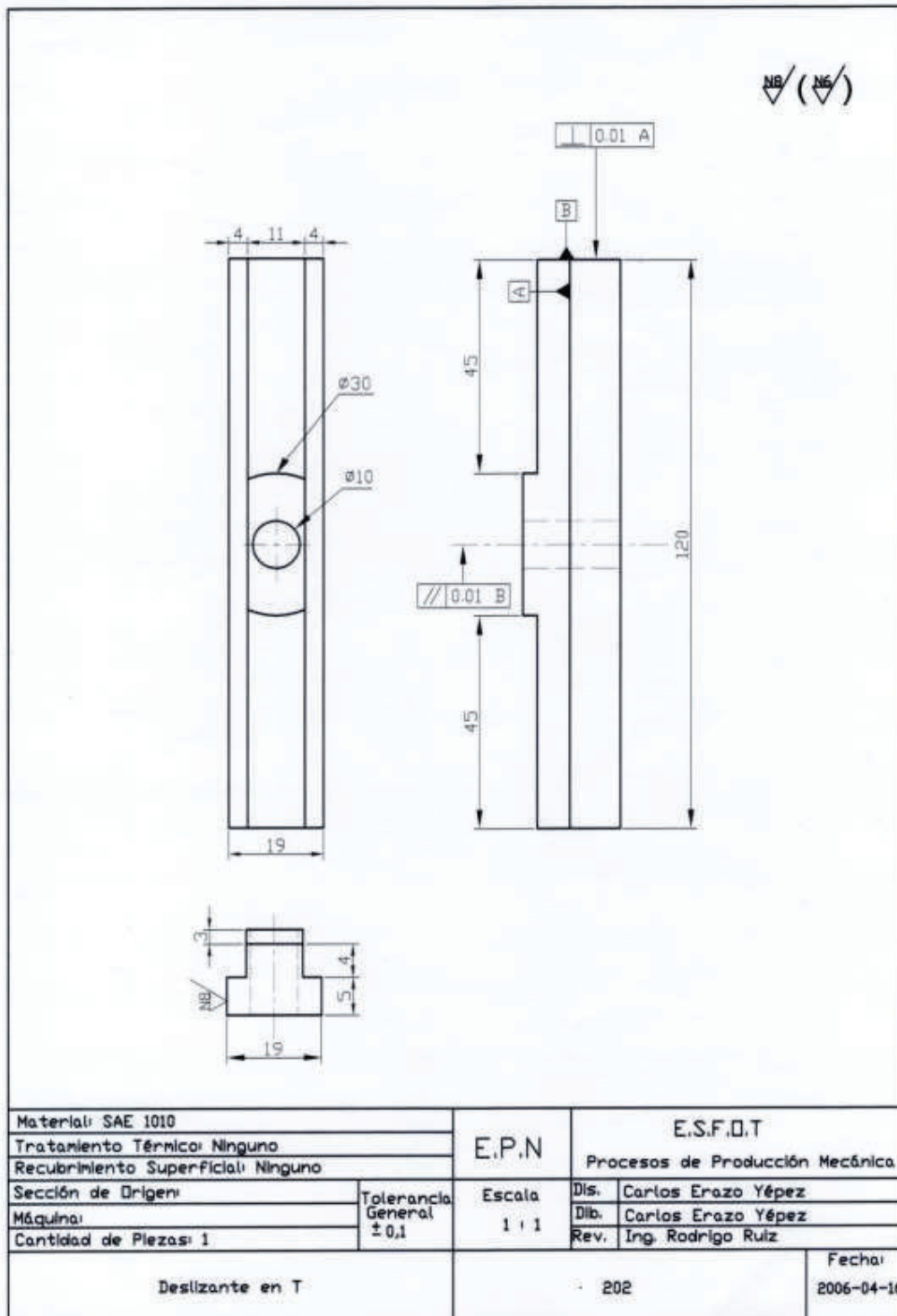


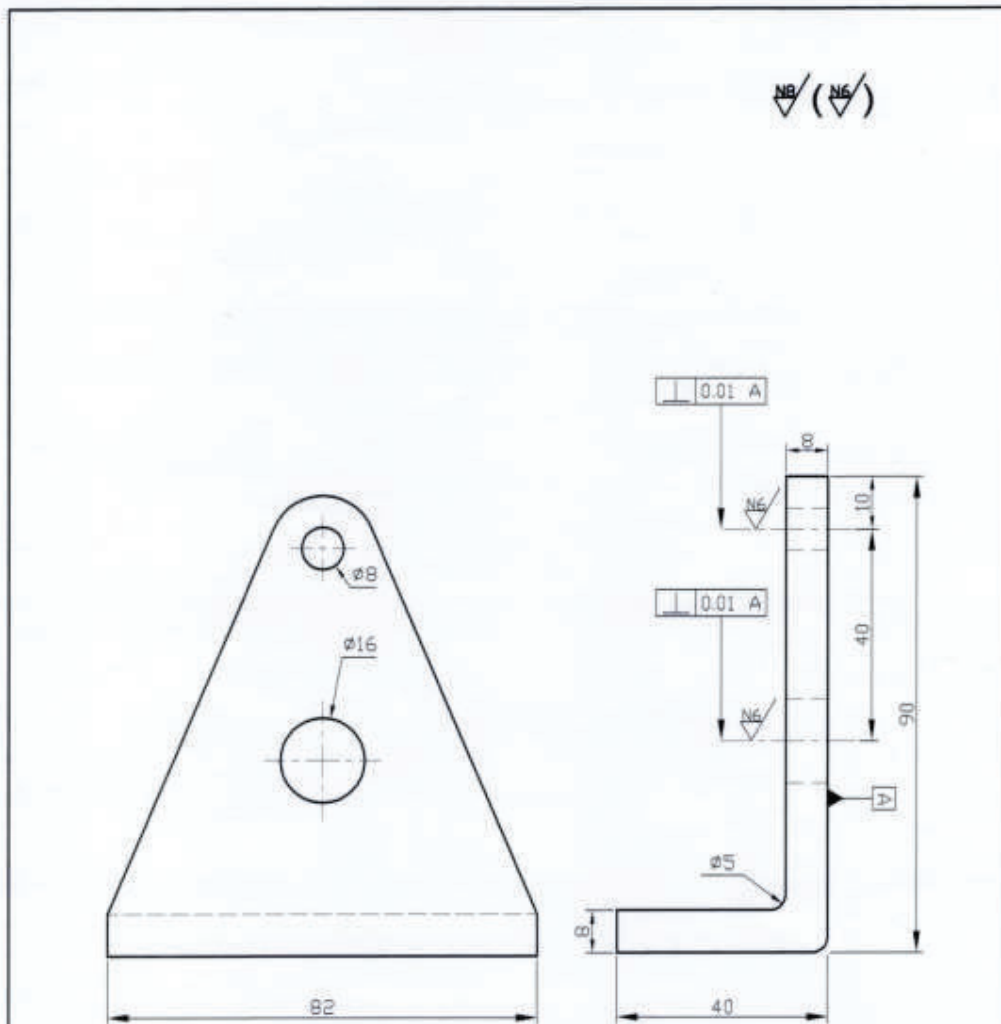
Nota:

Todas las soldaduras de filete de .25 in

Material: SAE 1010		E.P.N	E.S.F.D.T	
Tratamiento Térmico: Ninguno			Procesos de Producción Mecánica	
Recubrimiento Superficial: Sin			Dis. Carlos Erazo Yépez	
Sección de Origen:	Tolerancia General $\pm 0,1$	Escala	Dib. Carlos Erazo Yépez	
Máquina:		1 : 1	Rev. Ing. Rodrigo Ruiz	
Cantidad de Piezas: 1				
Soporte superior		108		Fecha: 2006-04-15

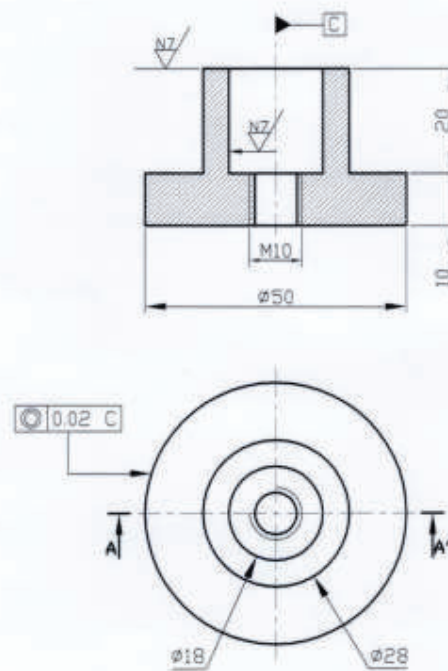




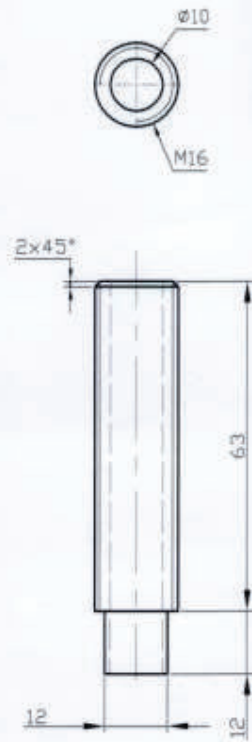


Material: SAE 1010		E.P.N	E.S.F.O.T	
Tratamiento Térmico:			Procesos de Producción Mecánica	
Recubrimiento Superficial: Sin				
Sección de Origen:	Tolerancia General $\pm 0,1$	Escala	Dis:	Carlos Erazo Yépez
Máquina:		1 : 1	Dib:	Carlos Erazo Yépez
Cantidad de Piezas: 1		Rev:	Ing. Rodrigo Ruiz	
Prensa-herramientas			203	Fecha: 2006-04-16

Corte AA'



Material: SAE 1010		E.P.N	E.S.F.D.T	
Tratamiento Térmico: Ninguno			Procesos de Producción Mecánica	
Recubrimiento Superficial: Sin		Escala 1 : 1	Dib.	Carlos Erazo Yépez
Sección de Origen:			Dib.	Carlos Erazo Yépez
Máquina:			Rev.	Ing. Rodrigo Rulz
Cantidad de Piezas: 1		204	Fecha:	
Contra tuerca			2006-04-17	



Material: SAE 1010		E.P.N	E.S.F.D.T	
Tratamiento Térmico: Ninguno			Procesos de Producción Mecánica	
Recubrimiento Superficial: Sin		Escala 1 : 1	Dis.	Carlos Erazo Yépez
Sección de Origen:	Tolerancia General $\pm 0,1$		Dib.	Carlos Erazo Yépez
Máquina:			Rev.	Ing. Rodrigo Ruiz
Cantidad de Piezas: 1				
Tornillo hueco		205	Fecha: 2006/04/16	

