



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN CABEZAL DIVISOR
PARA LOS TALADROS FRESADORES EXISTENTES
EN EL LABORATORIO DE MANUFACTURA LIME II

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N :

ADRIAN REYES REYES

CUTBERTO RODRÍGUEZ ROSAS

ASESOR: M. I. FELIPE DÍAZ DEL CASTILLO RODRÍGUEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Diseño y fabricación de un cabezal divisor para los taladros
fresadores existentes en el laboratorio de Manufactura LIME II

que presenta el pasante: Adrian Reyes Reyes
con número de cuenta: 09828690-4 para obtener el título de :
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 7 de Noviembre de 2005

PRESIDENTE	Ing. Samuel Pérez Díaz	<u>Reed</u>
VOCAL	Ing. Enrique Cortés González	<u>Enrique Cortés</u>
SECRETARIO	M.I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez	<u>Felipe Díaz del Castillo</u>
PRIMER SUPLENTE	Ing. Carlos Alberto Martínez Pérez	<u>Carlos Alberto Martínez Pérez</u>
SEGUNDO SUPLENTE	Ing. Jorge López Cruz	<u>Jorge López Cruz</u>



LIBERTAD NACIONAL
AVANZAMA DE
MEXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN
ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Diseño y fabricación de un cabezal divisor para los
taladros fresadores existentes en el laboratorio de
Manufactura LIME II

que presenta el pasante: Cutberto Rodríguez Rosas
con número de cuenta: 40000810-1 para obtener el título de :
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 7 de Noviembre de 2005

PRESIDENTE Ing. Samuel Pérez Díaz

VOCAL Ing. Enrique Cortés González

SECRETARIO M.I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez

PRIMER SUPLENTE Ing. Carlos Alberto Martínez Pérez

SEGUNDO SUPLENTE Ing. Jorge López Cruz

AGRADECIMIENTOS

A mí Mamá.

A ti Mamá, te agradezco por haber llegado a este momento, por apoyarme siempre; desde pequeño hasta el día de hoy, por la confianza que me tienes, por haberme apoyado cuando más te necesite y sobretodo por ser una **GRAN MADRE. GRACIAS. TE QUIERO MUCHO.**

A mi Papá.

A ti Papá, te agradezco de igual forma, por este momento, por que aún cuando no hubo una gran comunicación entre nosotros, siempre respetaste mis decisiones, me apoyaste en todo y sobretodo siempre te preocupas de que no nos falte nada. **GRACIAS POR SER UN BUEN PADRE. TE QUIERO MUCHO.**

A mi Hermanas.

Cori y Alejandra. A ustedes les agradezco por haber soportado todo mi mal carácter, sobretodo cuando tenia que hacer trabajos y me enojaba por eso. **Gracias.**

A Mariana.

Mariana. Gracias por ayudarme a realizar este trabajo, por que aún sin tener la obligación ni el compromiso de hacerlo, me ayudaste sin esperar nada a cambio. **GRACIAS CHAPARRITA**

A mis Amigos

Claudia, Jorge, Fabián y Miguel. A ustedes les agradezco su gran amistad, por que también gracias a ustedes he llegado hasta este momento, pues siempre han estado conmigo, me han escuchado y me han apoyado. Gracias por todo lo que me hemos vivido juntos y recuerden que somos hermanos.

A mi Asesor

Ing. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez. Gracias por su apoyo, tanto en mi formación profesional, como también en la realización de este trabajo. Gracias por ser un buen Profesor y un buen Amigo.

INDICE

	Página
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	2

CAPITULO 1

FRESADORAS

1.1 Máquinas fresadoras.....	3
1.2 Descripción y partes de la fresadora.....	3
1.3 Tipos de fresadoras.....	4
1.3.1. Máquinas fresadoras de rodilla y columna.....	4
1.3.2. Fresadora tipo bancada.....	6
1.3.3. Máquinas tipo cepillo.....	7
1.3.4. Fresadoras trazadoras.....	8
1.3.5. Máquinas fresadoras CNC.....	9
1.3.6 Taladro fresadora.....	9
1.4 Fresado.....	10
1.5 Tipos de operaciones que se realizan en la fresadora.....	11
1.5.1. Fresado periférico.....	11
1.5.2. Fresado en las caras o fresado frontal.....	12

CAPITULO 2

HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS PARA FRESADORAS

2.1 Clasificación de las fresas.....	14
2.1.1 Fresa de corte lateral.....	14
2.1.2 Fresa cortadora de engranes.....	15
2.1.3 Fresa escariadora con dientes integrales.....	15
2.1.4 Sierra para cortar metales.....	16
2.2 Accesorios.....	16
2.2.1 Árboles.....	16
2.2.2 Prensas.....	17

2.3 Dispositivos divisores.....	18
2.3.1 Mesa giratoria.....	19
2.3.2 Cabezal divisor.....	20
2.3.3 División directa.....	23
2.3.4 División sencilla.....	24
2.3.5 División diferencial.....	26

CAPITULO 3

DISEÑO DEL CABEZAL DIVISOR

3.1 El diseño.....	29
--------------------	----

CAPITULO 4

FABRICACION DEL DISPOSITIVO

4.1 Fabricación.....	48
----------------------	----

CONCLUSIONES.....	102
BIBLIOGRAFÍA.....	103
APENDICE A.....	104
APENDICE B.....	105
APENDICE C.....	106

INTRODUCCIÓN

En el Laboratorio de Manufactura, LIME II, donde se imparten laboratorios relacionados con la manufactura, una de las actividades que se hace es el maquinado de materiales y para ello se cuenta con distintos tipos de maquinas. Uno de estos tipos es el de los taladros fresadores, y uno de los grandes problemas del laboratorio es la falta de máquinas en uso, ya que en prácticas y proyectos en los que se tiene que utilizar el cabezal divisor ya existente, se usa solamente la fresadora principal ya que el cabezal está diseñado solo para adaptarse a esta máquina y no a las demás.

Con el fin de darle más utilidad a los taladros fresadores y cumplir con las necesidades del laboratorio, en este trabajo se diseñó un cabezal divisor de menor tamaño que el existente en el laboratorio (ya que este no se puede usar en estas máquinas debido a su gran tamaño). Se diseñó un cabezal divisor de un número determinado de planos a trabajar para realizar maquinados en piezas pequeñas.

La tesis consta de cuatro capítulos cuyo contenido es el siguiente:

En el primer capítulo se proporciona una descripción de los tipos de fresadoras existentes así como las operaciones que se realizan con estas. En el capítulo dos se describen las partes de las que está compuesto un cabezal divisor así como su función. En el capítulo tres, se realiza el diseño del cabezal divisor en base a la información disponible en manuales, libros de diseño mecánico y máquinas herramientas; en este se obtendrán los dibujos de detalle y las hojas de proceso del cabezal divisor diseñado. En el capítulo cuatro, con base en los datos obtenidos en el diseño, se describen mediante hojas de proceso los pasos a seguir para la fabricación del cabezal divisor.

OBJETIVOS

- Diseñar y fabricar un cabezal divisor para ser usado en los taladros fresadores existentes en el laboratorio de manufactura LIME II de la FES Cuautitlán.
- El dispositivo a diseñar deberá tener las dimensiones adecuadas para ser usado en dichas máquinas herramientas.

CAPITULO 1

FRESADORAS

1.1 MAQUINAS FRESADORAS

Las máquinas fresadoras deben tener un husillo giratorio para el cortador y una mesa para sujetar, poner en posición y hacer avanzar la parte de trabajo. Varios diseños de máquinas herramientas satisfacen estos requerimientos. Para empezar, las máquinas fresadoras se pueden clasificar en horizontales y verticales. Una máquina fresadora horizontal tiene un husillo horizontal, y este diseño es adecuado para realizar el fresado periférico (por ejemplo, fresado de planchas, rasurado, y fresado lateral y atravesado) sobre partes de trabajo que tienen forma aproximadamente cúbica. Una máquina fresadora vertical tiene husillo vertical, y esta orientación es adecuada para fresado frontal, fresado de acabado, fresado de contorno de superficies y tallado sobre algunas superficies de trabajo relativamente planas.

1.2 DESCRIPCIÓN Y PARTES DE LA FRESADORA

El fresado consiste en una herramienta giratoria con filos cortantes múltiples que se mueve lentamente sobre el material para generar un plano o superficie recta. La dirección del movimiento de avance es perpendicular al eje de rotación y el movimiento de velocidad lo proporciona la fresa giratoria.

Las partes principales de la fresadora universal son las siguientes:

1. CABEZAL. Esta parte tiene como función la de sostener la herramienta que se desea utilizar, además, de transmitir la potencia que viene del motor, esta parte puede ser sustituida por un árbol de transmisión, figura 1.1.
2. MESA. Esta descansa en correderas en el carro soporte y tiene movimiento longitudinal en el plano horizontal, sobre la mesa se coloca la pieza que se desea maquinar.
3. COLUMNA. Es la parte más grande de la máquina y esta montada en la base, es el apoyo de la mesa.
4. VOLANTE DE AVANCE HORIZONTAL. Este sirve para mover la mesa de izquierda a derecha y viceversa.

5. VOLANTE DE AVANCE VERTICAL. Este volante es el que permite desplazar la mesa de arriba hacia abajo y viceversa.

6. VOLANTE DE AVANCE TRANSVERSAL. Este dispositivo mueve el cabezal en una dirección perpendicular al desplazamiento horizontal de la mesa.

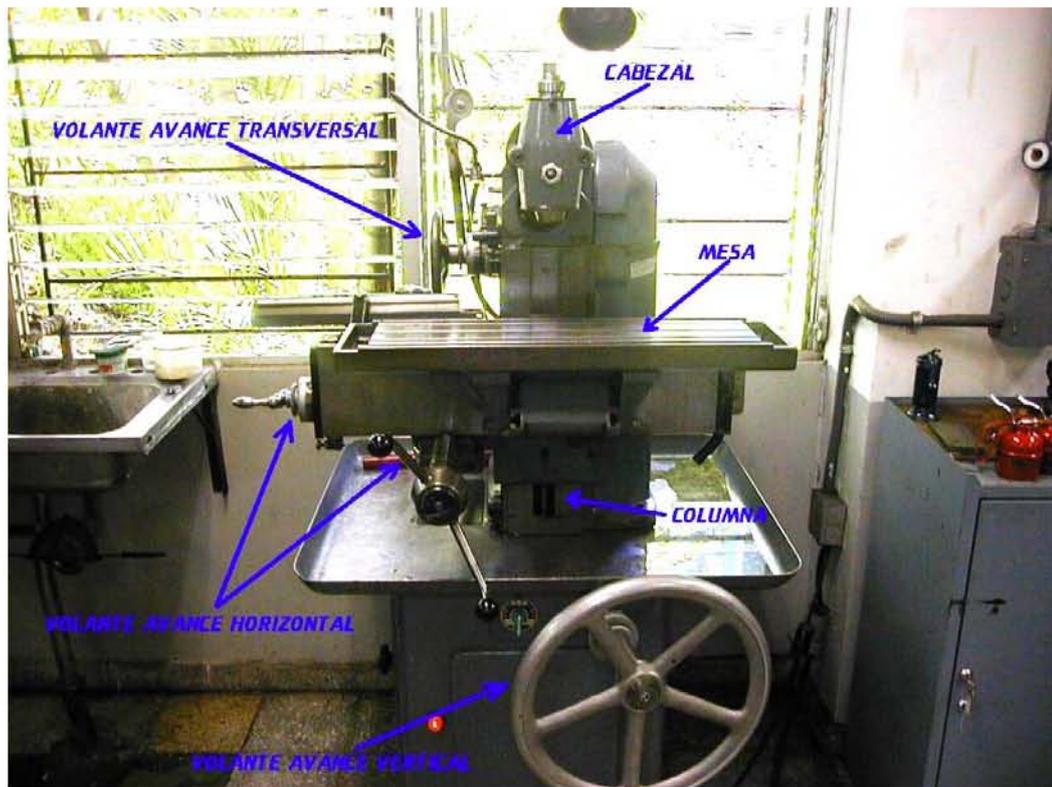


Figura 1.1 Fresadora vertical.

1.3. TIPOS DE FRESADORAS

Las máquinas fresadoras se pueden clasificar de la manera siguiente: 1) De rodilla y columna, 2) Tipo bancada, 3) Tipo cepillo, 4) Fresas trazadoras, 5) Máquinas fresadoras CNC y 6) Taladros fresadora.

1.3.1. Máquinas fresadoras de rodilla y columna

La máquina fresadora de rodilla y columna es la máquina herramienta básica para fresado. Su nombre deriva del hecho que sus dos principales componentes son una columna que soporta el husillo y una rodilla (se parece a una rodilla humana) que soporta la mesa de trabajo. Se puede disponer de máquinas horizontales o verticales, como se ilustra en la 1.2. En la versión horizontal, un árbol soporta generalmente a la fresa. El árbol es básicamente una flecha que sostiene el cortador y se acciona mediante el husillo principal. En las máquinas horizontales se provee un

brazo para sostener el árbol. En las máquinas de rodilla y columna verticales los cortadores se pueden montar directamente en el husillo principal.

Una característica de las máquinas fresadoras de rodilla y columna que las hace tan versátiles es la capacidad de la mesa de trabajo para hacer avanzar el trabajo en cualquiera de los tres ejes x , y , o z . Estas direcciones de los ejes se indican en la figura. La mesa de trabajo se puede mover en la dirección x , la silla se puede mover en la dirección y , y la rodilla se puede mover verticalmente para lograr el movimiento z .

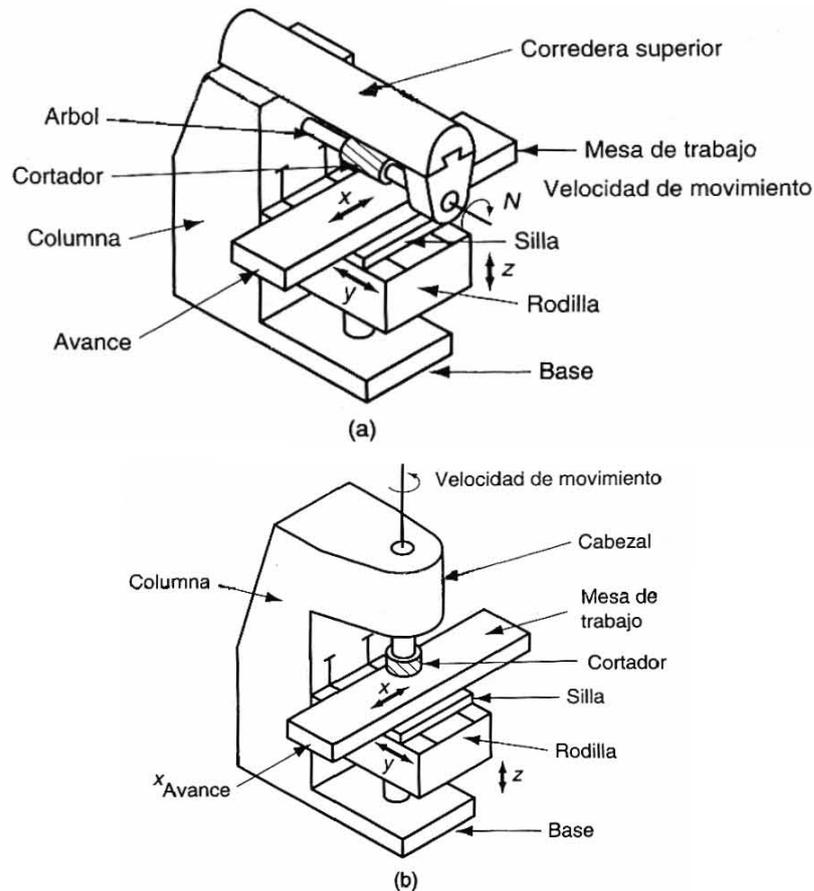


Figura 1.2 Tipos básicos de máquina fresadora de rodilla y columna (a) horizontal y (b) vertical.

Se pueden identificar dos máquinas especiales de rodilla y columna. Una es la máquina fresadora universal, figura 1.3a), la cual tiene una mesa que se puede girar en un plano horizontal (sobre un eje vertical) a cualquier ángulo especificado. Esto facilita el corte de formas helicoidales sobre las partes de trabajo. Otra máquina especial es la fresadora con corredera figura 1.3b), en la cual el cabezal de herramienta que contiene el husillo se localiza sobre el extremo de una corredera horizontal; la corredera se puede ajustar hacia dentro y hacia fuera sobre la mesa de

trabajo para dirigir la fresa hacia el trabajo. El cabezal de la herramienta se puede girar también para lograr una orientación angular de la fresa hacia el trabajo. Estas características aportan considerable versatilidad en el maquinado de varias formas de trabajo.

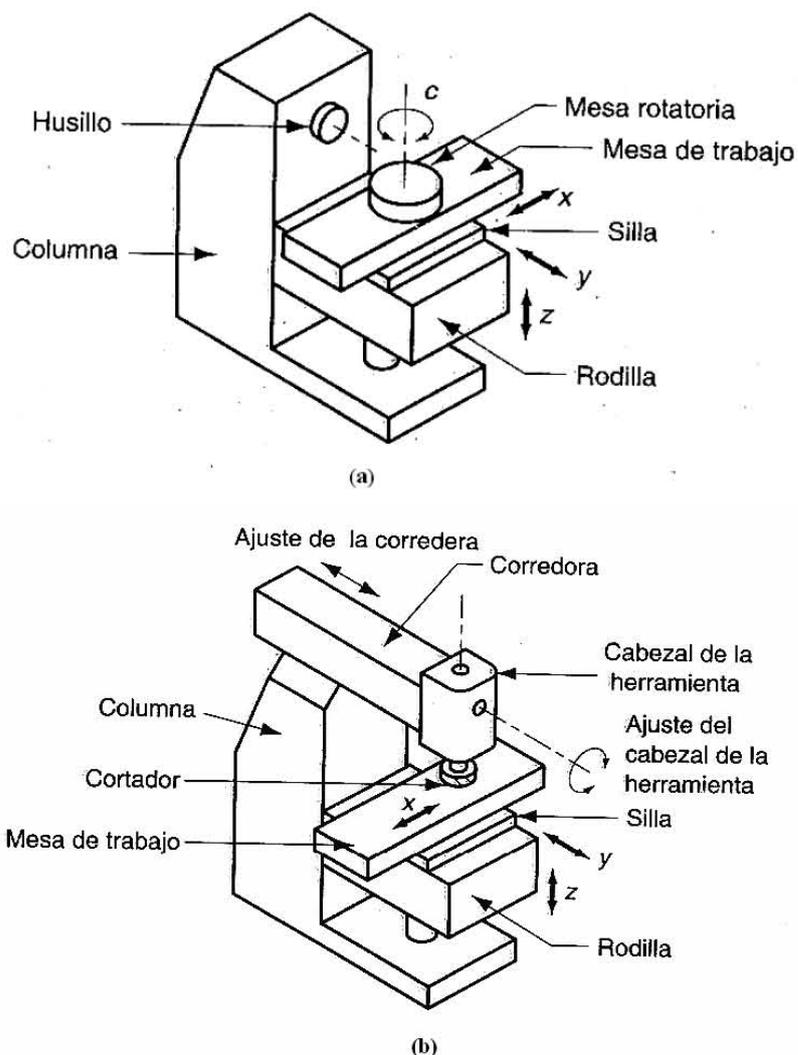


Figura 1.3 Tipos de maquinas de rodilla y columna; (a) universal y (b) tipo corredera.

1.3.2. Fresadora tipo bancada

Las máquinas fresadoras tipo bancada se diseñan para la producción en masa. Están construidas con mayor rigidez que las máquinas de rodilla y columna, y permiten las velocidades de avance más críticas y las profundidades de corte que se necesitan para las altas velocidades de remoción de material. La construcción característica de las máquinas fresadoras tipo cama se muestra en la figura 1.4. La mesa de trabajo está montada directamente a la cama de la máquina herramienta en lugar del tipo menos rígido de rodilla y columna. Esta construcción limita el posible

movimiento longitudinal de la mesa para pasar el trabajo por delante de la fresa. La fresa está montada en un cabezal de husillo que puede ajustarse verticalmente a lo largo de la columna de la máquina. Las máquinas de bancada con un solo husillo se llaman *máquinas simplex*; como se muestra en la figura 1.4, y están disponibles en modelos verticales u horizontales. Las *fresadoras dúplex* usan dos cabezales de husillo, los cuales se posicionan por lo general horizontalmente sobre los lados opuestos de la cama para realizar operaciones simultáneas sobre la pieza de trabajo. Las *máquinas triplex* añaden un tercer husillo montado verticalmente sobre la cama para darle mayor capacidad a la máquina.

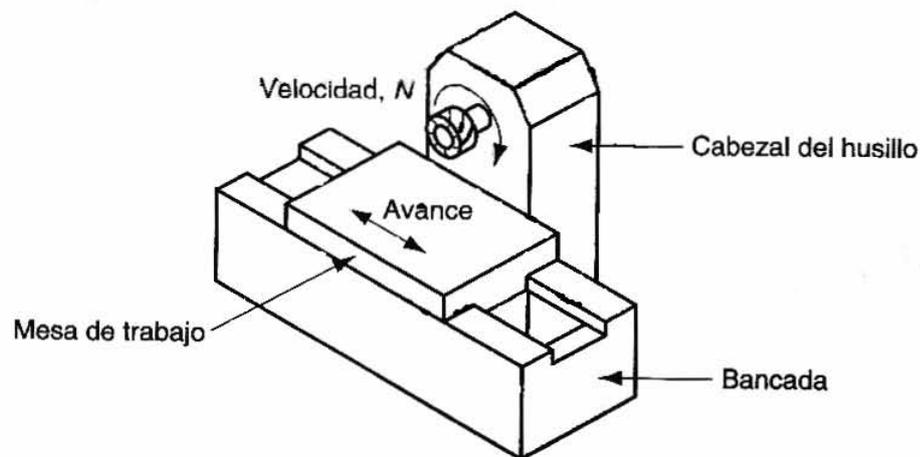


Figura 1.4 Fresadora tipo cama simplex de husillo horizontal.

1.3.3. Maquinas tipo cepillo

Las máquinas tipo cepillo forman la categoría mas grande de máquinas fresadoras. Su apariencia general y su construcción son las de un cepillo grande, figura 1.5; la diferencia es que en lugar del cepillado llevan a cabo el fresado. Por consiguiente, uno o más cabezales de fresado sustituyen a las herramientas de corte de una sola punta que se usan en los cepillos, y el movimiento del trabajo que pasa enfrente de la herramienta es un movimiento de velocidad de avance más que un movimiento de velocidad de corte. Las fresas tipo cepillo se construyen para maquinar partes muy grandes. La mesa de trabajo y la cama de la máquina son pesadas y relativamente bajas, casi al ras del piso, y los cabezales fresadores se sostienen sobre una estructura puente que se extiende a través de la mesa.



Figura 1.5 Fresadora tipo cepillo

1.3.4. Fresadoras trazadoras

Una fresa trazadora, también llamada *fresa perfiladora*, está diseñada para reproducir una geometría irregular de la parte creada sobre una plantilla. Un estilete de prueba controlado por avance manual u automático sigue la plantilla, mientras el cabezal de fresado duplica la trayectoria del estilete para maquinar la forma deseada. Las máquinas trazadoras se pueden dividir en los siguientes tipos: 1) Trazado x-y, en la cual la plantilla es una forma plana con un contorno que se perfila usando un control de dos ejes, 2) Trazado x-y-z, en la cual el estilete sigue un patrón tridimensional usando un control de tres ejes.

Las fresadoras trazadoras se han usado para crear formas que no pueden ser generadas fácilmente por una acción de avance simple de la parte de trabajo frente a la fresa. Sus aplicaciones incluyen el maquinado de moldes y dados. En años recientes, muchas aplicaciones que se hacían antes en fresas trazadoras se hacen ahora en máquinas fresadoras de control numérico computarizado (CNC).

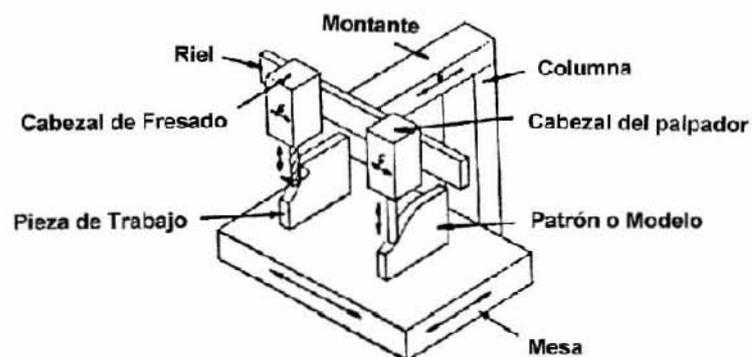


Figura 1.7 Fresadora Trazadora

1.3.5. Máquinas fresadoras CNC

En las máquinas fresadoras CNC la trayectoria de la fresa se controla por datos numéricos en lugar de plantillas físicas. Las máquinas fresadoras CNC están adaptadas especialmente para el fresado de perfiles, fresado de cavidades, fresado de contorno de superficies y operaciones de tallado de dados, en las que se debe controlar simultáneamente dos o tres ejes de la mesa de trabajo. Normalmente se requiere el operador para cambiar las fresas y cargar y descargar las partes de trabajo.



Figura 1.6 Fresadora CNC

1.3.6 Taladro fresadora

Un taladro fresadora, cuenta con una mesa que actúa como la de la fresadora, variando su posición respecto al husillo, es decir se mueve alrededor del eje del husillo. El cabezal del husillo y la unidad de potencia están instalados en la parte superior de la columna, y puede fijarse para dar un avance manual y poder taladrar. El taladro fresador sirve para taladrar, este se hace cuando el cabezal queda fijo, y por medio de un avance vertical de la herramienta, comienza a barrenar. En los taladros fresadores también se pueden realizar las operaciones de maquinado que se harían en una fresadora vertical.



Figura 1.7 Taladro Fresador.

1.4 FRESADO

El fresado es una operación de maquinado en la cual se hace pasar una parte de trabajo enfrente de una herramienta cilíndrica giratoria con múltiples bordes o filos cortantes (en algunos casos raros se usa una herramienta con un solo filo cortante llamado cortador volante, figura 1.8). El eje de rotación de la herramienta cortante es perpendicular a la dirección de avance. La orientación entre el eje de la herramienta y la dirección del avance es la característica que distingue al fresado del taladrado. La herramienta de corte en fresado se llama fresa o cortador para fresadora y los bordes cortantes se llaman dientes. La maquina herramienta que ejecuta tradicionalmente esta operación es la fresadora.

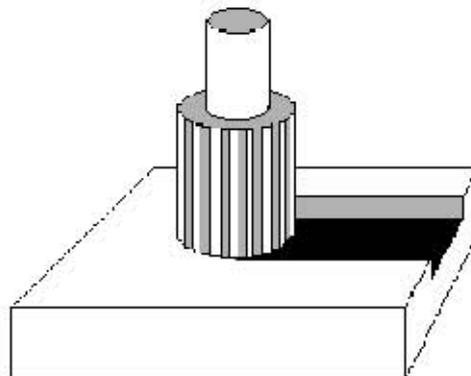


Figura 1.8 Fresado.

1.5. TIPOS DE OPERACIONES QUE SE REALIZAN EN LA FRESADORA

1.5.1. Fresado periférico

En el fresado periférico, también llamado fresado plano, el eje de la herramienta es paralelo a la superficie que se está maquinando y la operación se realiza por los bordes de corte en la periferia exterior del cortador. En la figura 1.9 se muestran varios tipos de fresado periférico: figura 1.9a) fresado de placa, la forma básica de fresado periférico en la cual el ancho de la fresa se extiende más allá de la pieza de trabajo en ambos lados; figura 1.9b) ranurado, también llamado fresado de ranuras, en el cual el ancho de la fresa es menor que el ancho de la pieza de trabajo, creando una ranura en el trabajo (cuando la fresa es muy delgada se puede usar esta operación para tallar ranuras angostas o para cortar una parte de trabajo en dos, llamado fresado aserrado); figura 1.9c) fresado lateral, en el cual la fresa maquina el lado de una pieza de trabajo; y figura 1.9d) fresado paralelo simultáneo, el cual es el mismo que el fresado normal, excepto que el corte tiene lugar en ambos lados de trabajo.

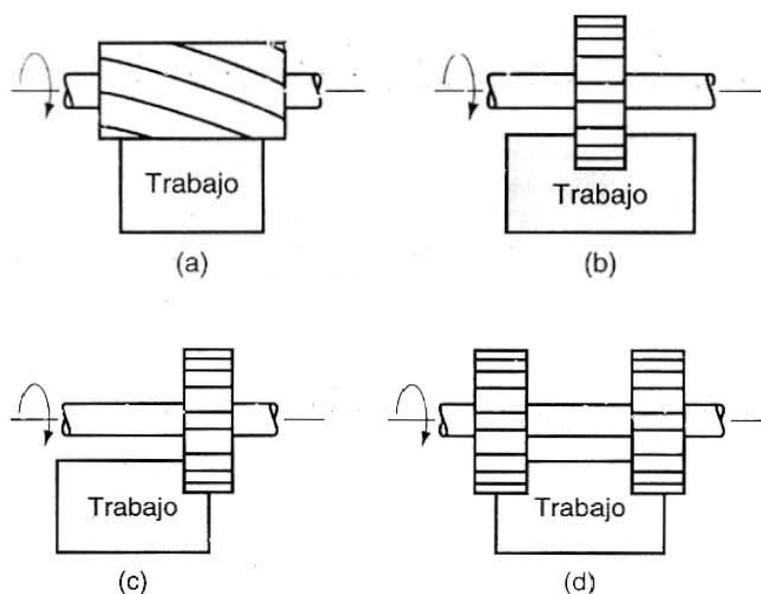


Figura 1.9 Fresado periférico, (a) fresado de placa, (b) ranurado, (c) fresado lateral y (d) fresado paralelo simultáneo.

En la figura 1.10 se muestra un ejemplo del fresado de placa.

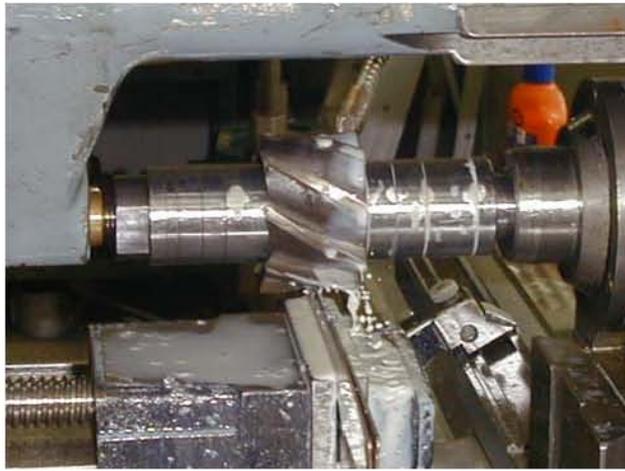


Figura 1.10 Fresado de placa.

1.5.2. Fresado en las caras o fresado frontal

En el fresado frontal, el eje de la fresa es perpendicular a la superficie de trabajo y el maquinado se ejecuta por los bordes o filos cortantes del extremo y la periferia de la fresa. Cuando el diámetro de la fresa es mas grande que el ancho de la parte de trabajo, de tal manera que la fresa sobrepasa al trabajo en ambos lados, se denomina fresado frontal convencional, figura 1.11a). De igual manera que el fresado periférico, también en el fresado frontal existen diversas formas, varias de ellas se muestran en la figura 1.11b) fresado parcial de caras o parcial frontal, en el cual la fresa sobrepasa al trabajo solamente en un lado; 1.11c) fresado terminal, en el cual el diámetro de la fresa es menor que el ancho del trabajo, de manera que se corta una ranura dentro de la parte; 1.11d) fresado de perfiles es una forma de fresado terminal en el cual se corta una parte plana de la periferia; 1.11e) fresado de cavidades, otra forma de fresado terminal usada para fresar cavidades poco profundas en partes planas; 1.11f) fresado de contorno superficial, en el cual una fresa con punta de bola (en lugar de una fresa cuadrada) se hace avanzar hacia adelante y hacia atrás y hacia un lado y otro del trabajo, a lo largo de una trayectoria curvilínea a pequeños intervalos para crear una superficie tridimensional. Se requiere el mismo control básico para maquinar los contornos de moldes y dados en cuyo caso esta operación se llama tallado o contorneado de dados.

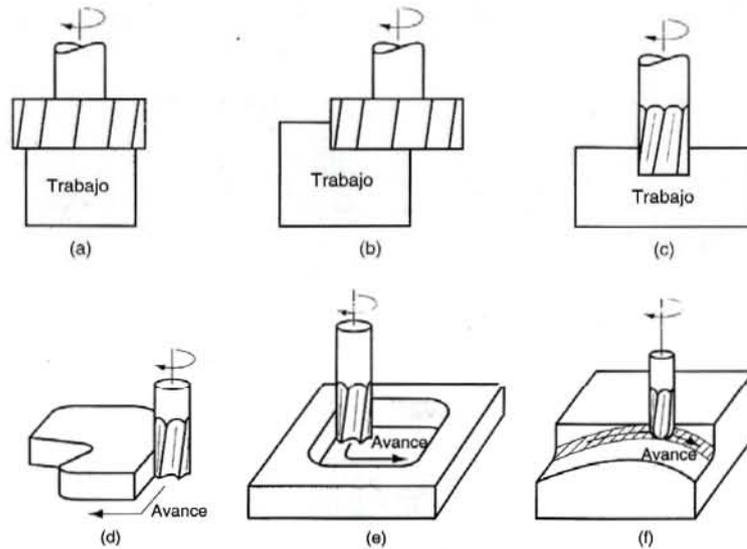


Figura 1.11 Fresado frontal: (a) fresado frontal convencional, (b) fresado de frente parcial, (c) fresado terminal, (d) fresado de perfiles, (e) fresado de cavidades y (f) fresado de contorno superficial.

En la figura 1.12 se muestra un ejemplo de fresado frontal.

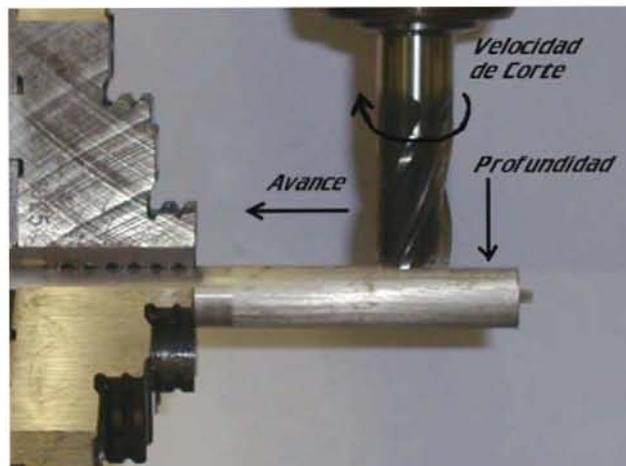


Figura 1.12 Fresado frontal.

CAPITULO 2

HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS PARA FRESADORAS

2.1 CLASIFICACIÓN DE LAS FRESAS

Las fresas se clasifican de acuerdo a su uso, tales como fresas para tallar engranes, fresas o discos de corte, fresas para redondear, etc. También pueden clasificarse de acuerdo con su método de instalación, tal como las fresas para árbol o las fresas de vástago. En algunos casos se clasifican de acuerdo con alguna característica constructiva, tal como fresa de carburo, fresa frontal, etc.

Actualmente las fábricas de herramientas producen más de 75 tipos de fresas normalizadas, lo que constituye más de 1300 tipos y tamaños, descontando las fresas que se fabrican a pedidos especiales.

2.1.1 Fresa de corte lateral.

Este tipo de fresas son estrechas, cilíndricas y con dientes en cada lado y en la periferia se utilizan para cortar ranuras y caras verticales.

En este caso es una fresa de dientes rectos, y su montaje en la máquina se lleva a cabo mediante el uso de un árbol, que se coloca con su respectivo soporte en vez del cabezal.



Figura 2.1 Fresa para corte lateral

2.1.2 Fresa cortadora de engranes.

Este tipo de fresa está dentro del grupo de *fresas perfiladas*, las cuales tienen la forma o perfil exactos de la pieza que se va a producir y permiten la reproducción exacta de piezas de forma irregular a menor costo que con la mayor parte de las otras fresas.

En este caso la fresa tiene exactamente la forma del engrane que se desea tallar. La sujeción es de la misma manera que la fresa de corte lateral.



Figura 2.2 Fresa cortadora de engranes

2.1.3 Fresa escariadora con dientes integrales.

Este tipo de fresas pueden tener dos o más acanaladuras (o filas), tienen dientes en el extremo y en la periferia y se instala en el husillo con un adaptador. Las fresas con dos acanaladuras, tienen filos de diferente longitud en el extremo y pueden utilizarse para taladrar agujeros poco profundos, en el caso de más de dos acanaladuras, como la de la fotografía, se requiere un agujero piloto para poder taladrar un agujero.



Figura 2.3 Fresa escariadora

2.1.4 Sierra para cortar metales.

Estas son básicamente fresas delgadas para planchas. Algunas de ellas tienen los lados con rebajos o cóncavos para evitar rozamientos o que se atasquen cuando están en uso y las otras tienen dientes laterales.



Figura 2.4 Sierra para cortar metales

2.2 ACCESORIOS

2.2.1 Árboles

Los árboles, figura 2.5a), cuentan con espaciadores que permiten localizar la herramienta en relación con la pieza. Una vez ubicada la herramienta, se utiliza una tuerca para fijar la posición axial de la fresa. Una chaveta cuadrada transmite la potencia del árbol a la fresa. Uno de los espaciadores sirve como casquillo para apoyar el árbol en el brazo superior de la máquina. En uno de los extremos del árbol hay un punto de centrado de 60° para soportarlo en una punta de 60° cuando no se utiliza el buje. El otro extremo del árbol se apoya en un cono de extracción rápida.

En la figura 2.5b), se ilustra otro método para la sujeción de fresas. En este caso se trata de un *árbol para la sujeción de fresas frontales huecas*. También existen árboles para sujetar fresas frontales, brocas, machos de roscar, herramientas para mandrilar, etc. Para sujetar las fresas también se utilizan pinzas elásticas y manguitos cónicos.

Cuando el cono es pronunciado, o de extracción rápida, debe asegurarse en el husillo con un tornillo de fijación. El mecanismo de asegurado con leva es otro método para fijar los árboles en el husillo. Algunos árboles se fijan a la pestaña del husillo. Todos los árboles transmiten la potencia a las fresas a través de chavetas o de salientes que ajustan en la herramienta. No es seguro depender de la fricción únicamente para accionar el árbol o la fresa.

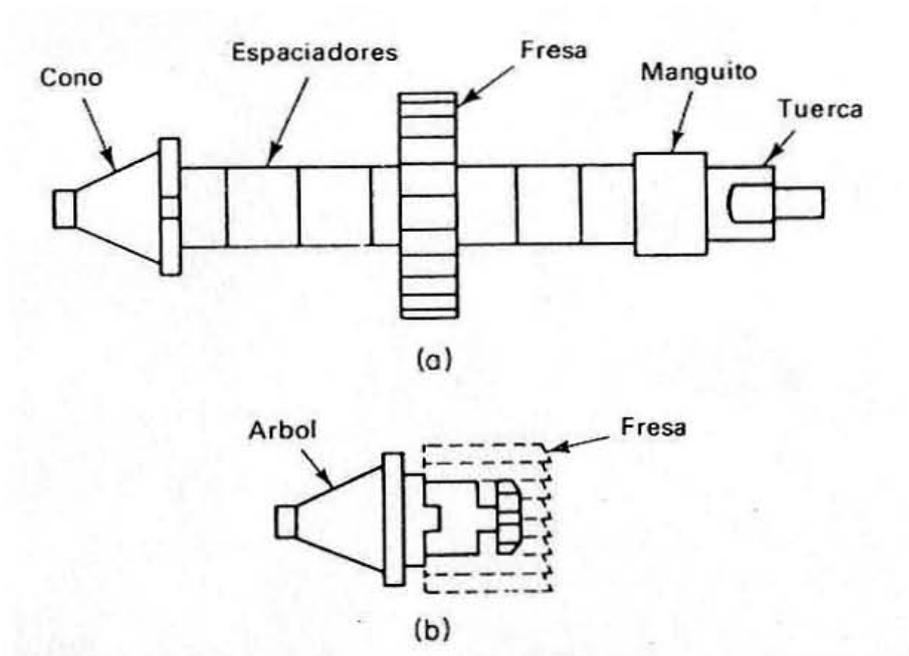


Figura 2.5 Árbol para sujeción de fresas frontales huecas

2.2.2 Prensas

Las prensas pueden ser sencillas, con pestaña y base giratoria, o universales. La función de una prensa consiste en sujetar rígidamente la pieza en la posición requerida. Las mordazas son de acero fundido o de hierro fundido con insertos endurecidos y rectificadas de acero. Una de las mordazas es móvil y la otra fija.

La prensa sencilla cuenta con un agujero abocardado en su base. Al insertar un perno en este agujero, su cabeza queda bajo la superficie de la base de la prensa y por tanto no interfiere con la mordaza móvil. Este perno se atornilla en una ranura T que se dispone en la mesa de la fresadora y en esta forma se fija la prensa a mesa.



Figura 2.6 Prensa

La prensa con pestaña es mucho más rígida que la prensa sencilla. Las pestañas son integrales con la pieza principal. Las pestañas laterales y de los extremos cuentan con ranuras mecanizadas, estas facilitan la sujeción de la prensa en la mesa de la fresadora.

La prensa con pestañas puede fijarse sobre una base giratoria graduada. Esto permite posicionar angularmente la prensa con respecto a la dirección de avance de la mesa.

La prensa universal puede girar en planos perpendicular y horizontal a la mesa de la fresadora. La base esta graduada permitiendo el posicionamiento sobre el plano horizontal. El posicionamiento vertical se obtiene mediante una rotula. Esta prensa posibilita la ejecución de cortes con inclinación compuesta sin tener que variar la posición de la herramienta, etc.

2.3 DISPOSITIVOS DIVISORES

La división precisa del círculo ha sido una preocupación importante durante muchos siglos, desde que aparecieron los primeros instrumentos de navegación y más adelante para los relojes y los instrumentos topográficos. En 1670 se construyó una máquina divisora para cortar los engranes para reloj. En esta máquina se utilizaba una placa con agujeros como base para hacer las divisiones. Hacia mediados del siglo XVIII, fue posible comparar distancias medias a lo largo de un arco dentro de 0.001 pulg. y estimar hasta alrededor de un tercio de dicho incremento, o sea alrededor de 0.0003 pulg. Se estableció así la base para la evolución de dichos elementos hacia dispositivos prácticos para su uso en fábricas para la manufactura de partes que requieren de división exacta.

Los dispositivos divisores se emplean en las fresadoras verticales y horizontales y en otros tipos de máquinas herramienta como máquinas mandriladoras sobre plantilla, limadoras, cepillos y ranuradoras. Estos dispositivos también se usan para muchos tipos de inspección.

Los dispositivos divisores que hay en uso varían desde los más simples hasta otros que son sumamente complejos y se seleccionan de manera que correspondan a los requisitos del trabajo.

2.3.1 Mesa giratoria

Estas mesas pueden ser de avance manual, figura 2.7, o de avance mecánico, figura 2.8. En algunas oportunidades se utiliza para posicionar la pieza para la ejecución de cortes inclinados. La mesa está graduada en incrementos de $\frac{1}{2}$ grado con la posibilidad de leer incrementos de 2 minutos en el anillo graduado del eje del tornillo sin fin.

Las mesas giratorias divisoras cuentan con un disco divisor y operan en forma semejante al cabezal divisor. También hay mesas inclinables que permiten ejecutar en las fresadoras trabajos que involucran alguna conicidad. Al utilizar este tipo de mesa con un cabezal divisor, pueden producirse las ranuras de los escariadores cónicos o de los machos para roscar.

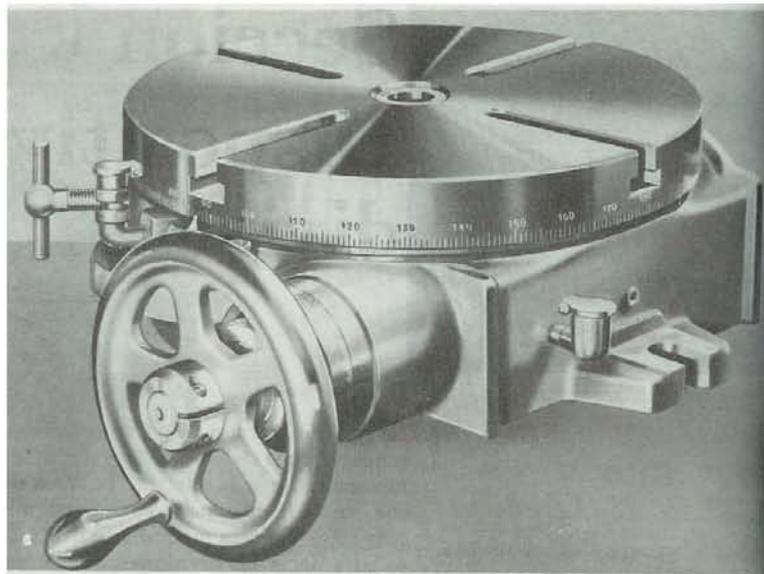


Figura 2.7 Mesa giratoria manual

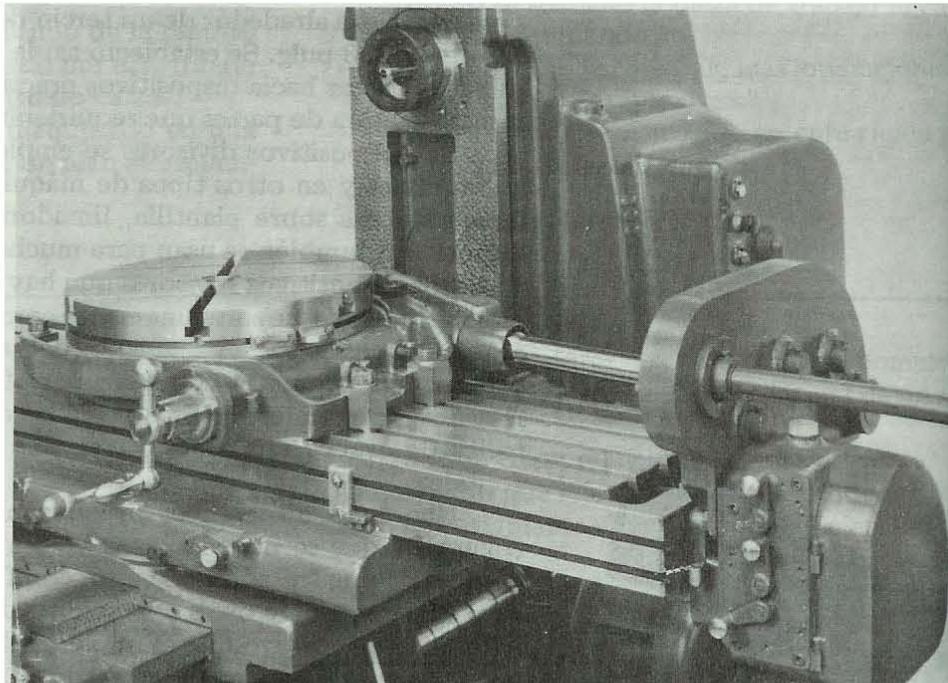


Figura 2.8. Mesa giratoria para fresado con avance automático

2.3.2 Cabecal divisor

Los cabezales divisores sencillos o universales permiten dividir un círculo en casi cualquier número de segmentos. Se instalan sobre la mesa de la fresadora. También cuentan con un cabezal móvil o contrapunta que permite la sujeción de piezas entre puntas. A la pieza, se le fija un perro de arrastre que se acciona por una placa ranurada. La pieza también puede fijarse mediante pinzas o mordazas instaladas en el husillo del cabezal divisor.

Los cabezales divisores sencillos pueden contar con una placa ranurada cuyos agujeros están igualmente espaciados o con algún mecanismo de trinquete para la división manual o directa. Si el cabezal cuenta con una placa ranurada, ésta puede remplazarse cuando se necesite otro tipo de división.

Los cabezales también se producen para operar mediante un mecanismo de tornillo sinfin y rueda helicoidal. El movimiento del tornillo sinfin se proporciona con una manivela que cuenta con un pasador retráctil en su extremo. El cabezal tiene un disco cuidadosamente dividido, en cuyos agujeros puede introducirse el pasador retráctil de la manivela. La operación es como si, una vez producido un corte se

retrae el pasador, se gira la manivela en la cantidad requerida y se introduce el pasador en el agujero que coincide con el extremo de la manivela.

El cabezal divisor universal, figura 2.9, cuenta con un tornillo sin fin y la rueda helicoidal. Este cabezal puede orientarse angularmente y cuenta con todas las características mencionadas para el cabezal sencillo. Está equipado con engranajes para cambio que permiten la división diferencial, el fresado helicoidal, el fresado de levas y la graduación de escalas.



Figura 2.9 Cabezal divisor

En este cabezal el tornillo sin fin y la rueda helicoidal pueden desengranarse. Esto, permite girar la pieza manualmente. En el husillo del cabezal divisor está montado un disco con 24 agujeros que posibilita la división directa, figura 2.10. Cuando se retrae el pasador la manivela puede girar. Al girar la manivela, también lo hace el tornillo sin fin que engrana con la rueda helicoidal, que está enchavetada al husillo del cabezal que arrastra la pieza durante la división.

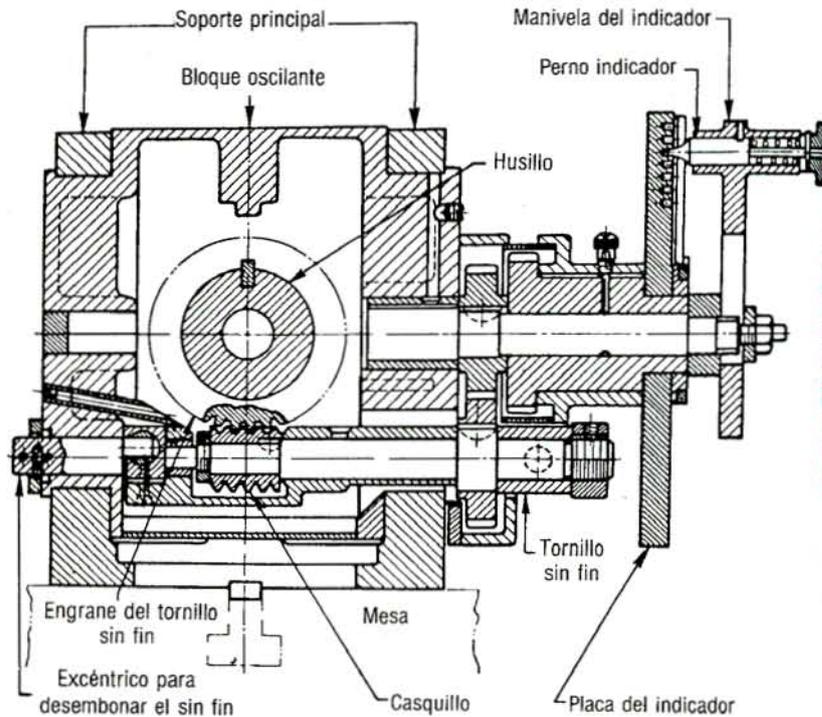


Figura 2.10 Sección transversal de un cabezal divisor.

La división helicoidal o diferencial se efectúa retirando el pasador que fija al disco divisor e instalando el tren de engranes de cambio en la parte posterior del cabezal.

Algunos de los cabezales divisores están equipados con tres discos y cada uno de ellos cuenta con varias circunferencias o agujeros espaciados con precisión.

La tijera, figura 2.11, está compuesta por dos brazos que pueden girar independientemente, posicionarse y fijarse. Un resorte circular permite girar los dos brazos como una unidad. La tijera se utiliza para controlar la rotación fraccionaria de la manivela. La tijera se gira hasta que uno de sus brazos hace contacto con el pasador retráctil de la manivela. En seguida se retrae el pasador, se gira la manivela y el pasador se inserta en el agujero correspondiente al otro brazo. La tijera gira nuevamente hasta que el primer brazo hace nuevamente contacto con el pasador. En seguida puede repetirse la operación.

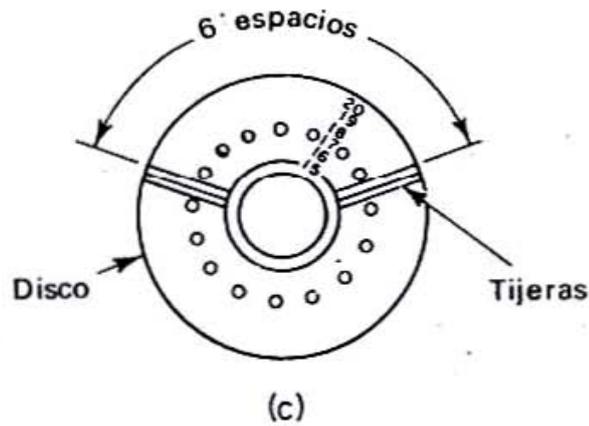


Figura 2.11 Tijeras para el cabezal divisor

2.3.3 División directa.

El cabezal divisor es uno de los accesorios más útiles. A pesar del control numérico con computadora (CNC), el cabezal divisor continúa siendo uno de los métodos más ampliamente utilizados para dividir un círculo en un número de igual partes.

Para efectuar los cálculos correspondientes a la división se formulan los supuestos siguientes:

- 1.- Cuando el volante divisor debe moverse N agujeros, el agujero donde se encuentra el pasador no se cuenta. Luego, se cuentan únicamente los espacios correspondientes al desplazamiento del pasador.
- 2.- Todos los cálculos son válidos para una revolución, 360° , de la pieza, exceptuando cuando se indica lo contrario.

El método más fácil y preciso de todos los procesos de división es el directo. El cabezal divisor universal, figura 2.9, cuenta con un disco de 24 agujeros para división directa y un pasador. Cuando se utiliza el disco de división directa, la pieza y el plato divisor se giran el número requerido de agujeros y se inserta nuevamente el pasador.

El disco de división directa permite dividir en los factores de 24. Por tanto es posible dividir directamente la pieza en 2, 3, 4, 6, 8, 12 y 24 partes.

EJEMPLO 1

Supóngase que se desea dividir una pieza en tres arcos iguales. Describa el procedimiento de división directa.

Solución:

1. El pasador se introduce en uno de los agujeros del disco de división directa. El mecanismo de bloqueo fija a la pieza y se produce un corte.
2. Se extrae el pasador y la pieza se gira.

$$\frac{24}{N} = \frac{24}{3} = 8 \text{ agujeros}$$

El agujero en donde se encontraba inicialmente el pasador no se cuenta. La pieza se bloquea y se ejecuta el segundo corte.

3. Nuevamente se extrae el pasador, la pieza se gira el arco equivalente a ocho agujeros, el pasador se inserta, la pieza se bloquea y se ejecuta el tercer corte. La pieza retorna a su posición inicial cuando se gira nuevamente.

Algunas compañías producen cabezales divisores para fresadora que pueden utilizarse únicamente como divisores directos. En este caso se proveen varios discos divisores que permiten la ejecución de una amplia variedad de divisiones.

2.3.4 División sencilla

En la Figura 2.9 se representa el tornillo sin fin y la corona de un cabezal divisor. Al retraer el pasador y girar el volante del divisor, el eje del sin fin gira y hace girar la corona. Como la corona está fija al husillo, este debe girar cuando el volante divisor lo hace. En la figura 2.12 se ilustra el mecanismo descrito anteriormente.

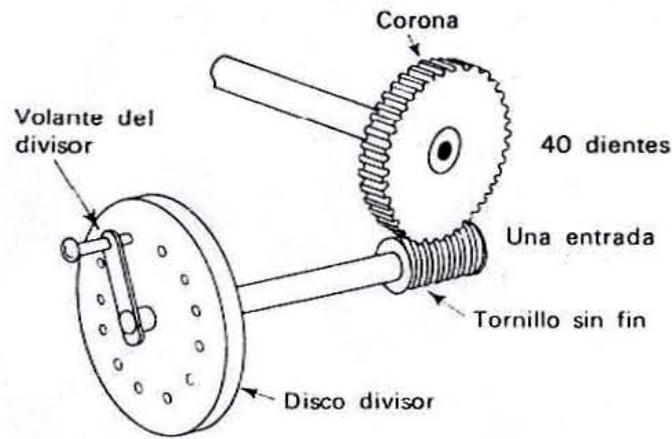


Figura 2.12 Tornillo sin fin y corona del cabezal divisor

La relación de todos los engranajes contenidos en el cabezal es 1:1, Con la excepción del tornillo sin fin y la corona. La relación del tornillo a la corona es 40:1. Por tanto, si el tornillo cuenta con una sola entrada (o filete) y la corona cuenta con 40 dientes, se requieren 40 revoluciones del tornillo para que la corona gire el ángulo correspondiente a una revolución o dicho en otra forma, una revolución del volante del divisor corresponde a $\frac{1}{40}$ revolución de la pieza. La relación entre el movimiento del volante del divisor al movimiento de la pieza se verifica fácilmente determinando cuantas vueltas del volante se requieren para lograr una revolución de la pieza. La ecuación para la división sencilla es:

$$M = \frac{40}{N} \dots (2.1)$$

Donde:

N = número de divisiones requeridas

M = movimiento del volante del divisor

Por tanto si se requieren 40 divisiones en 360°,

$$M = \frac{40}{N} = \frac{40}{40} = 1$$

Luego, una revolución completa del volante del divisor corresponde a cada división en la pieza.

2.3.5 División diferencial.

Suponga que deben ejecutarse 119 divisiones. Inmediatamente se concluye que con los discos normales disponibles no pueden ejecutarse las 119 divisiones por el método directo por que $40/N = \frac{40}{119}$ y no se cuenta con un círculo de 119 agujeros. El problema se resuelve buscando un número aproximado de divisiones ejecutables por el método directo y empleando un tren de engranajes que compense el agujero o agujeros extras. Así, si se seleccionan 120 divisiones, estas pueden ejecutarse por el método directo y un tren de engranajes puede compensar el efecto del agujero extra.

En la figura 2.14 se representa el cabezal divisor. La relación de todos los engranajes internos es 1:1, excepto para el tornillo sin fin y la corona. Los 4 engranajes representados son el engranaje del husillo, 2 engranajes intermedios y el engranaje del tornillo sin fin, todos estos engranajes están ubicados en el exterior del cabezal divisor y se conocen como engranajes de cambio, sus números de dientes son combinaciones de 24, 28, 32, 40, 44, 48, 56, 64, 72, 86 y 100.

Suponga que se instala un tren de engranajes de cambio cuya razón es 1:1. Se retira el pasador de bloqueo. A continuación se gira el volante del divisor en sentido horario, como se ilustra en la Figura 2.13 a). El disco del divisor recibe movimiento a través de los engranajes de cambio y del manguito y gira en sentido antihorario. Por tanto, al girar el volante del divisor, el agujero "A" de donde se extrajo el pasador gira en sentido contrario a éste. La Figura 2.13b) ilustra lo anterior. El volante del divisor vuelve a coincidir con el agujero "A" faltando $1/40$ para completar una revolución porque la relación de los engranajes de cambio es 1:1. Es decir, para el caso de la división simple el agujero "A" permanece fijo. Para ejecutar directamente 40 divisiones en una pieza la palanca o volante del divisor debe girar 40 veces. Sin embargo, en la división diferencial, se requiere una rotación adicional para completar los 360° de la pieza por que el volante gira una revolución menos $1/40$ para tener coincidencia con el agujero. Este movimiento extra produce 41 divisiones en la pieza. Esto ocurre aunque se esté dividiendo como si se tratara de producir 40 divisiones en la pieza, el movimiento del disco divisor produce las 41 divisiones. Por tanto, la división extra es producida por el tren de engranajes.

Si al tren de engranajes en la Figura 2.13a) se inserta (o remueve) un engranaje intermedio, se invierte el sentido de rotación del disco divisor, como se indica en la Figura 2.13c). En consecuencia, para que el volante coincida con el agujero divisor "A", debe girar una vuelta completa más 1/40 de revolución. En este caso se producen 39 divisiones durante la rotación de 360° de la pieza.

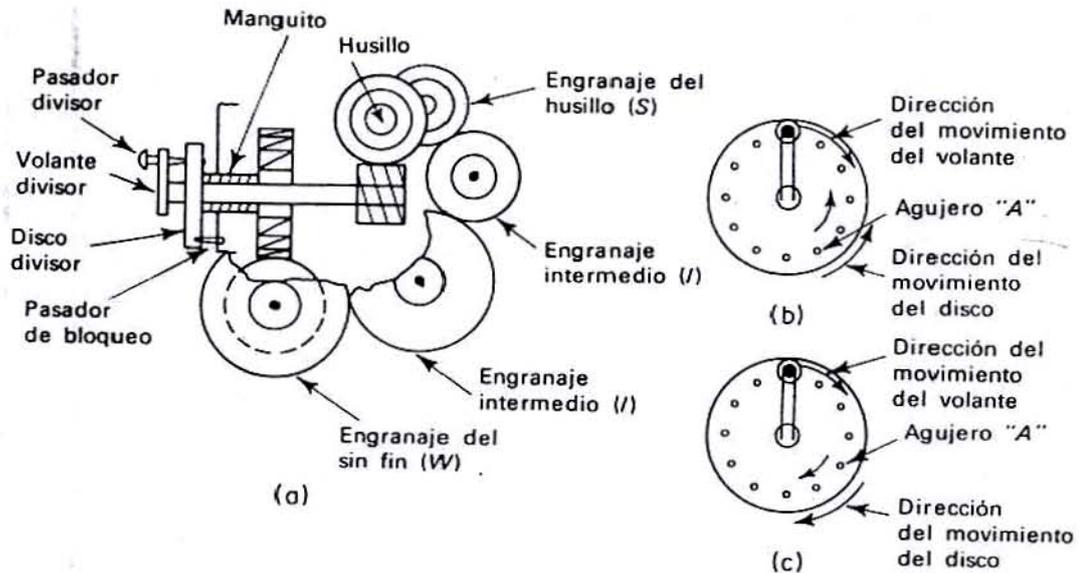


Figura 2.13 División diferencial

Es claro que la división diferencial permite obtener un mayor número de divisiones utilizando el tren de engranajes de cambio apropiado. Que las divisiones se pierdan o se ganen depende del número de engranajes intermedios utilizados.

Existen varios métodos para calcular el tren de engranajes para la división diferencial. El método más sencillo es el que se explica a continuación:

1. N es el número de divisiones requeridas.
2. D es un número de divisiones que pueden ejecutarse directamente.
3. Los engranajes para el husillo y el sin fin se calculan de acuerdo con las relaciones siguientes:

$$S = |N - D| \dots (2.2)$$

Donde:

N = Número de divisiones requeridas.

D = Número de divisiones posibles por división

$$W = \frac{D}{40} \dots(2.3)$$

Donde:

S = Número de dientes del engranaje del husillo.

W = Número de dientes del engranaje del sin fin.

4. La relación entre los engranajes es:

$$r = \frac{S}{W} = \frac{\text{conductor}}{\text{conducido}} \dots(2.4)$$

Donde:

r = Relación entre los engranajes.

M = Movimiento de volante del divisor.

5. Esta relación r puede utilizarse para calcular bien sea un tren de engranajes sencillos o uno compuesto.

a. Cuando $N < D$.

Si se utiliza un tren sencillo, debe emplearse un piñón intermedio.

Si el tren es compuesto los piñones intermedios no son necesarios.

b. Cuando $N > D$.

Si el tren es sencillo, deben utilizarse dos piñones intermedios.

Si el tren es compuesto, se requiere un piñón intermedio.

6. La ecuación de la división directa permite calcular el movimiento del volante del divisor. La ecuación es:

$$M = \frac{40}{D}$$

Por lo tanto, el movimiento del volante concuerda con el correspondiente a la división directa, mientras que la relación de reducción r posibilita encontrar los engranajes que permiten la ejecución de las divisiones residuales.

CAPITULO 3

DISEÑO DEL CABEZAL DIVISOR

En el presente capítulo se trata todo lo relacionado al diseño del cabezal divisor, mostrando, desde los dibujos de conjunto hasta los de detalle de cada una de las piezas

De esta forma, el objetivo de este trabajo es crear y adaptar un dispositivo para las necesidades del laboratorio de manufactura, de la carrera de IME. Adaptándolo a los taladros fresadores (figura 3.1 y figura 3.2) con los que cuenta este laboratorio.



Figura 3.1 Taladro Fresador 1



Figura 3.2 Taladro Fresador 2

El cabezal divisor fue diseñado de acuerdo a las medidas de la mesa de trabajo, figura 3.3.

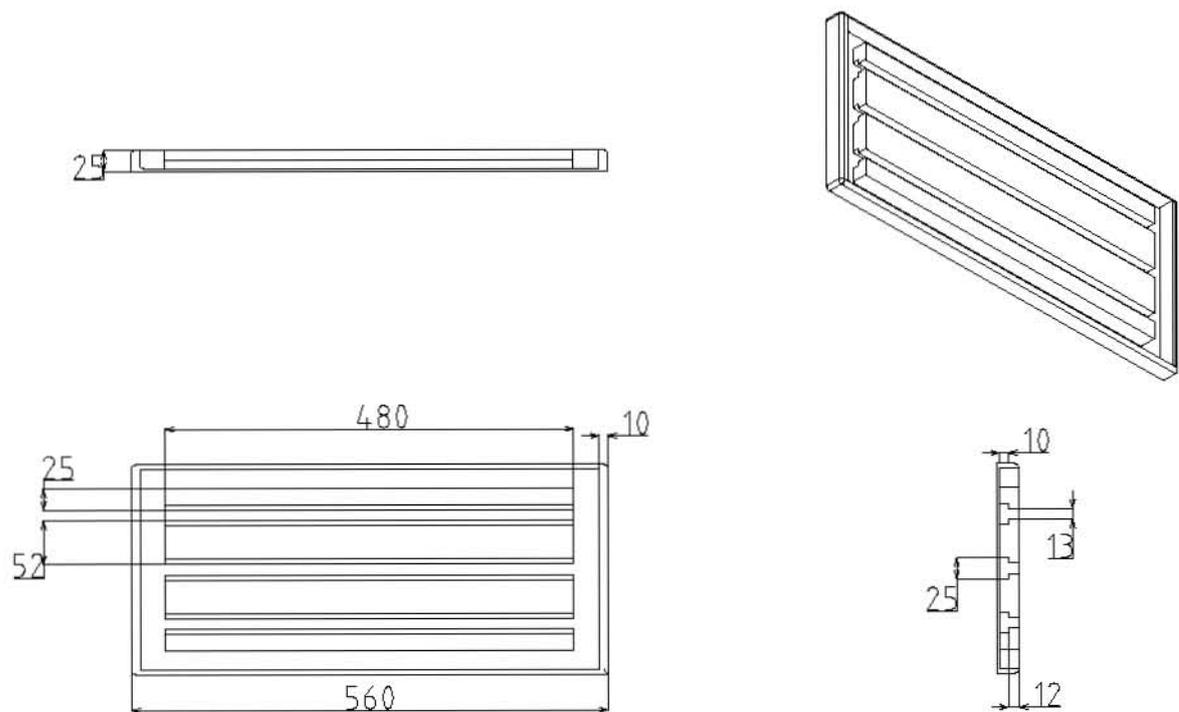


Figura 3.3 Dimensiones de la mesa de trabajo (Acot: mm).

Su principio de funcionamiento se basa en la división directa y en base a un eje principal unido en sus extremos a una palanca principal y a un chuck, figura 3.4.

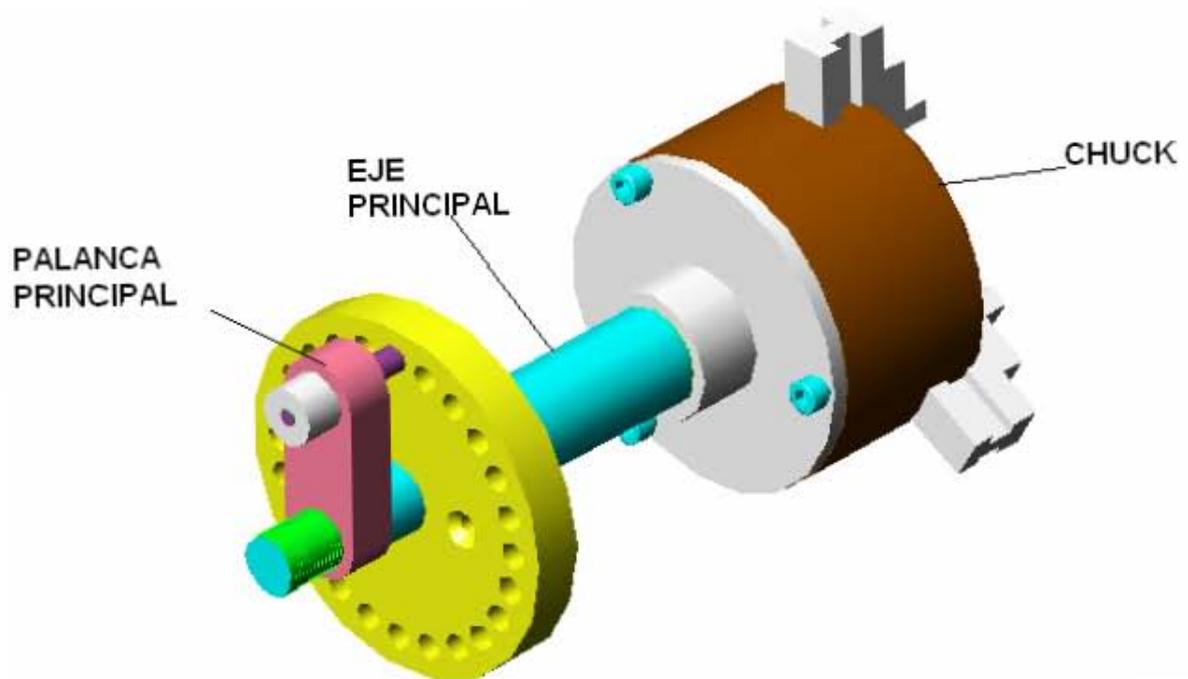


Figura 3.4 Mecanismo de funcionamiento.

Para su fabricación se considera el acero 1020 C.R. y el 4140, ya que son relativamente económicos y fáciles de conseguir en el mercado nacional.

3.1 EL DISEÑO

El dibujo tiene como finalidad servir como medio para comunicar las teorías e ideas técnicas, es esencial que los dibujantes empleen los mismos métodos, de ese modo, nació la necesidad de normalizar el trabajo realizado, así que se ha establecido una Norma Nacional, cuyo objetivo principal es facilitar la realización e interpretación del dibujo técnico y cuyo uso es obligatorio dentro de la industria, escuelas técnicas y universidades dentro de nuestro país.

Clasificación de los diseños

Según normas correspondientes, existen los siguientes tipos de dibujos técnicos:

- 1.- Esbozo ó croquis. Es un dibujo que se traza normalmente a mano libre, a lápiz y que se utiliza en anteproyectos y en el taller, no se ajusta totalmente a normas y formatos.
- 2.- Dibujo de conjunto. Muestra reunidos los diversos componentes que se asocian para formar un todo, no se acota y se incluye la lista de materiales.
- 3.- Dibujo de detalle. Es la representación de un pieza en un todo completo, dimensiones, acabados superficiales, tolerancias, etc.
- 4.- Dibujo de fabricación ó taller. Se realiza especialmente para el uso de oficina o taller.

- Dimensiones del papel

En el dibujo de conjunto de nuestro dispositivo se usara una hoja A3 (420.5 , 297 mm) y en las hojas de detalle se usaron hojas A4 (297, 210 mm).

- Escalas

Algunos de los dibujos en este capitulo no se pudieron realizar a tamaño real, por lo cual hubo que realizarlos a escala, tanto de ampliación, como de reducción.

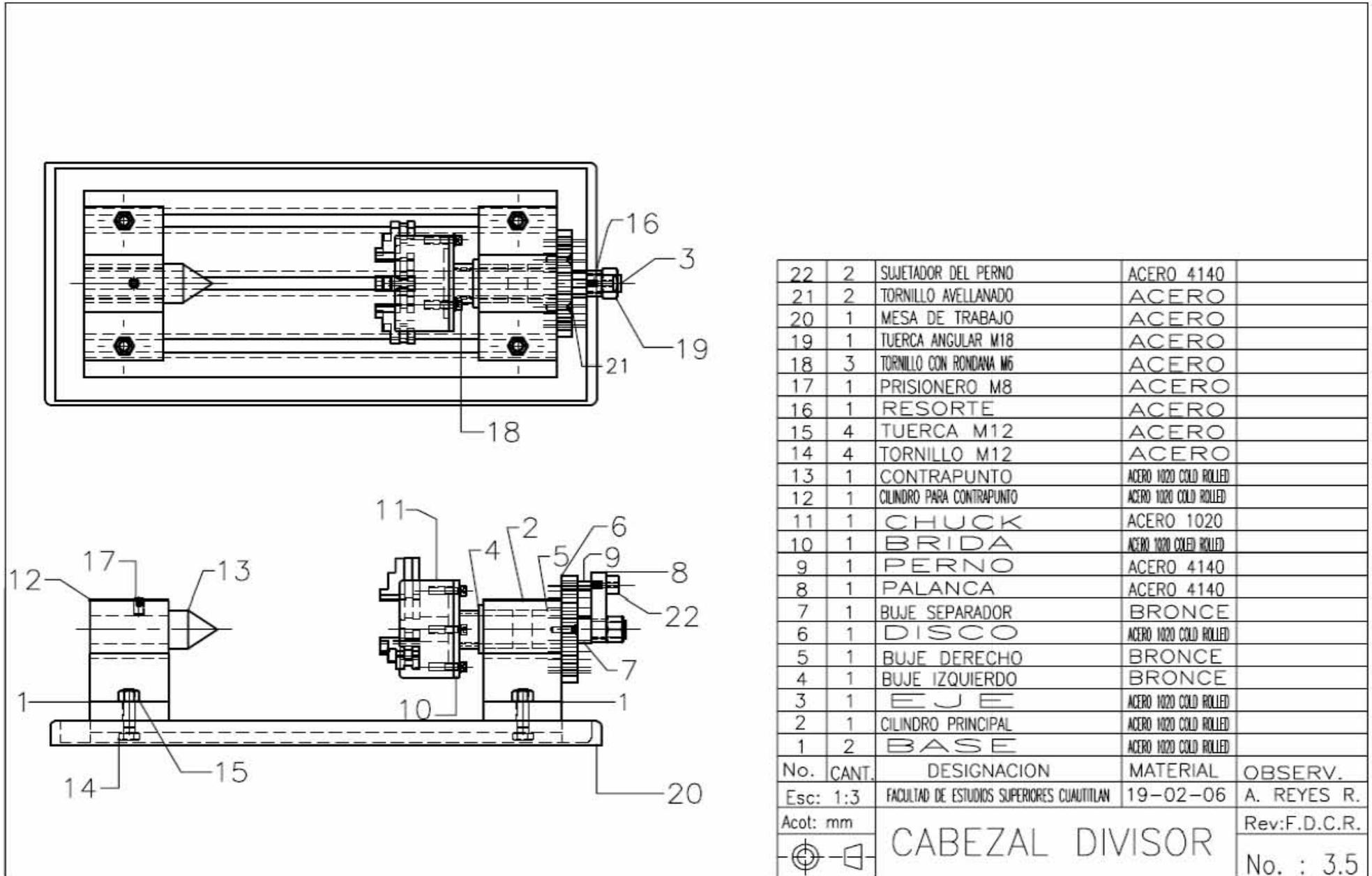
- Acotaciones

Esto es uno de los aspectos mas importantes, dentro del dibujo, pues aunque utilizamos escala, las dimensiones en las acotaciones son las reales, pues por norma se debe de poner el valor del tamaño real.

- Ajustes y tolerancias

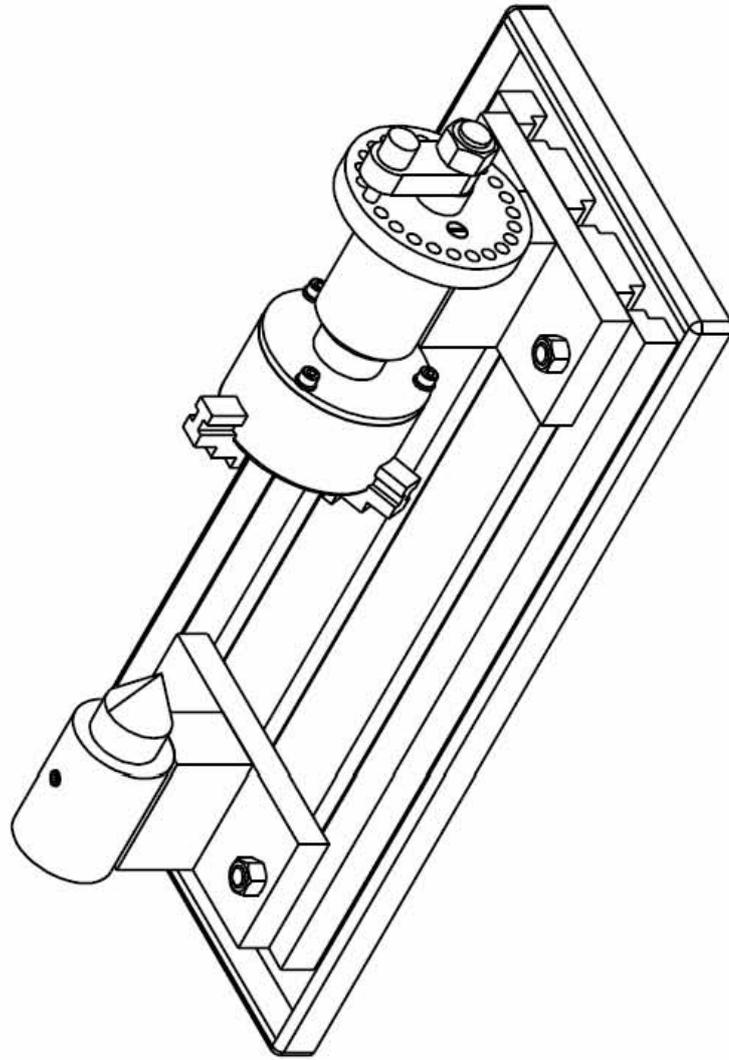
Estas características fueron tomadas en cuenta, pues es un requerimiento para el diseño y la fabricación, ya que esto puede provocar errores que son originados por desgaste, imperfecciones en la maquina y deformaciones durante el maquinado.

En la figura 3.5 se muestra el dibujo de conjunto y en la figura 3.6 se muestra el isométrico. En las figuras 3.7 a la 3.19 se muestran los dibujos de detalle de las distintas piezas que componen el dispositivo a construir, en donde se muestran las formas, las dimensiones, los materiales, las tolerancias y acabados.

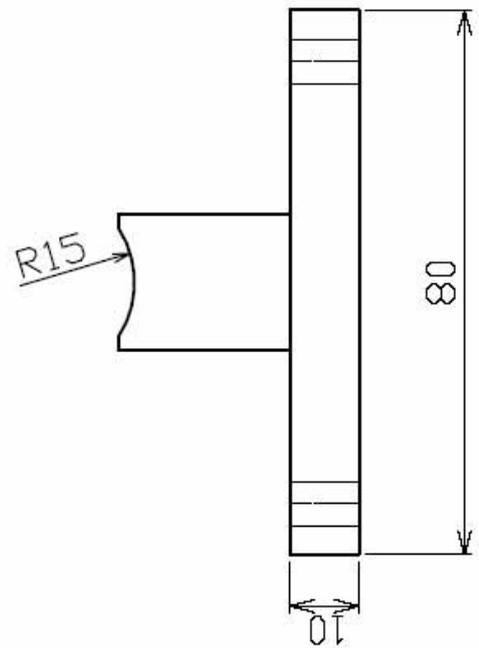
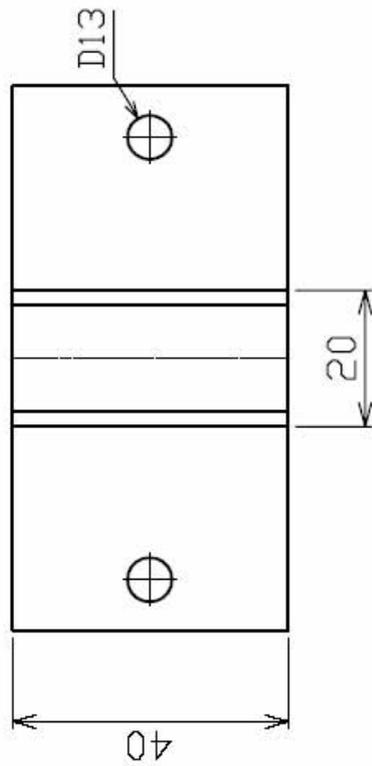
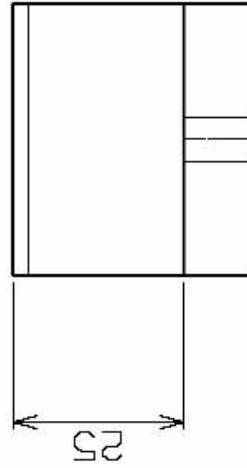
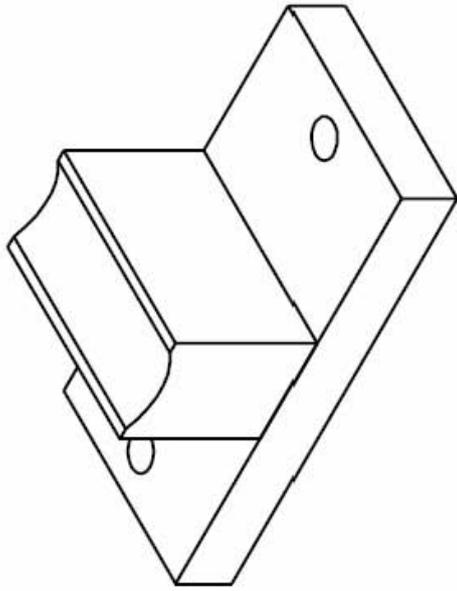


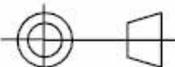
22	2	SUJETADOR DEL PERNO	ACERO 4140	
21	2	TORNILLO AVELLANADO	ACERO	
20	1	MESA DE TRABAJO	ACERO	
19	1	TUERCA ANGULAR M18	ACERO	
18	3	TORNILLO CON RONDANA M6	ACERO	
17	1	PRISIONERO M8	ACERO	
16	1	RESORTE	ACERO	
15	4	TUERCA M12	ACERO	
14	4	TORNILLO M12	ACERO	
13	1	CONTRAPUNTO	ACERO 1020 COLD ROLLED	
12	1	CILINDRO PARA CONTRAPUNTO	ACERO 1020 COLD ROLLED	
11	1	CHUCK	ACERO 1020	
10	1	BRIDA	ACERO 1020 COLD ROLLED	
9	1	PERNO	ACERO 4140	
8	1	PALANCA	ACERO 4140	
7	1	BUJE SEPARADOR	BRONCE	
6	1	DISCO	ACERO 1020 COLD ROLLED	
5	1	BUJE DERECHO	BRONCE	
4	1	BUJE IZQUIERDO	BRONCE	
3	1	EJE	ACERO 1020 COLD ROLLED	
2	1	CILINDRO PRINCIPAL	ACERO 1020 COLD ROLLED	
1	2	BASE	ACERO 1020 COLD ROLLED	

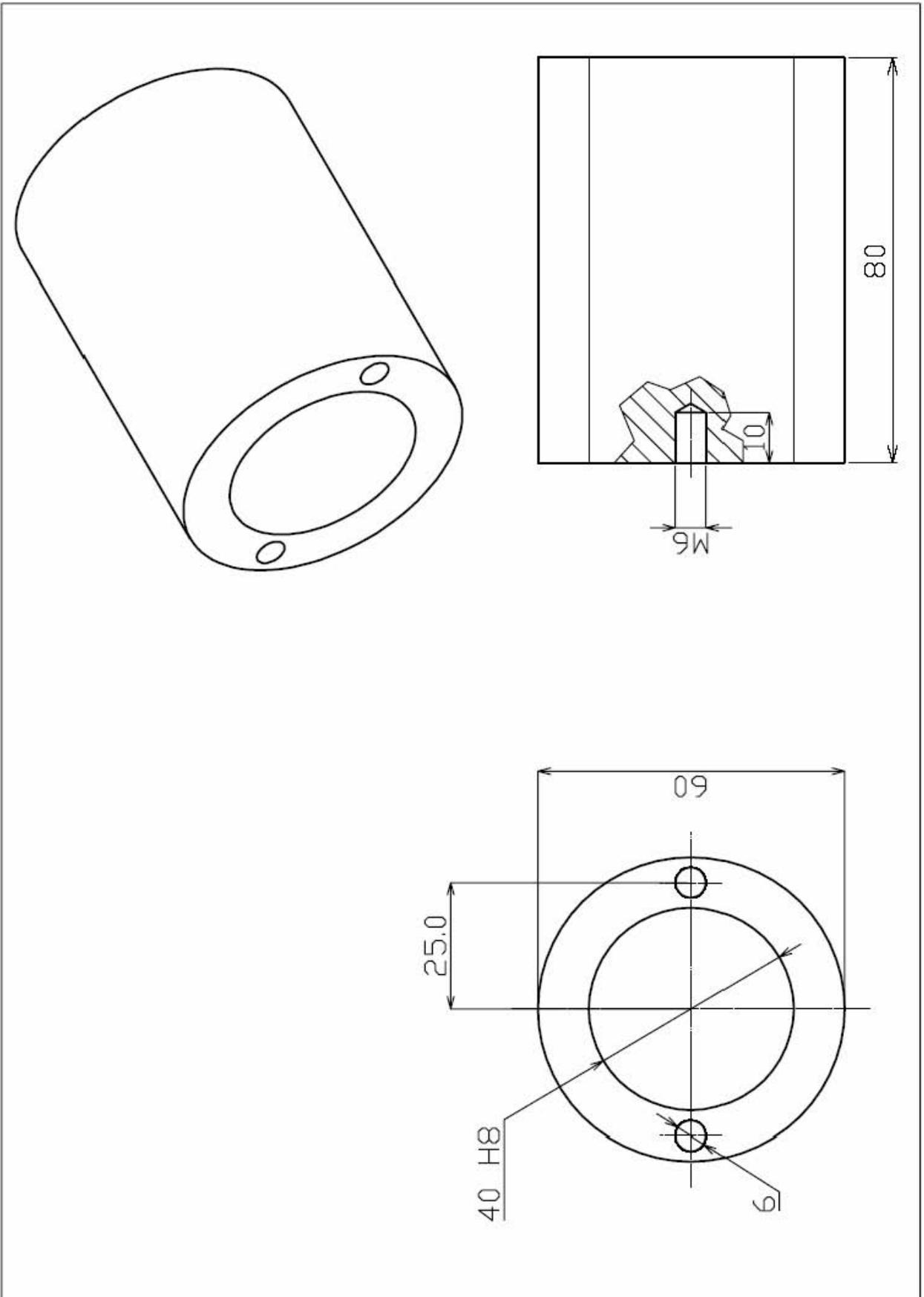
No.	CANT.	DESIGNACION	MATERIAL	OBSERV.
Esc: 1:3		FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN	19-02-06	A. REYES R.
Acot: mm		CABEZAL DIVISOR		Rev:F.D.C.R.
				No. : 3.5



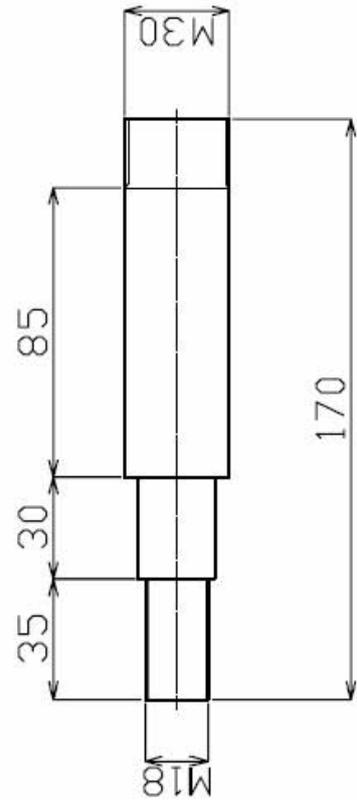
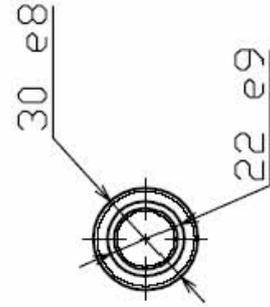
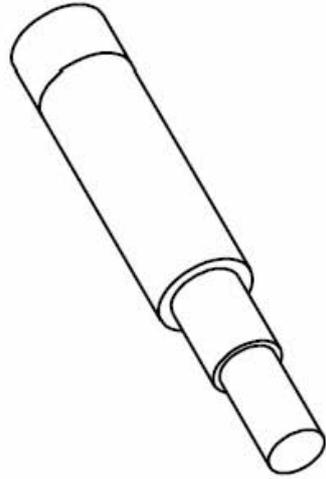
ESC. 1:2	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm	CABEZAL DIVISOR		Rev.:F.D.C.R.
			No. : 3,6



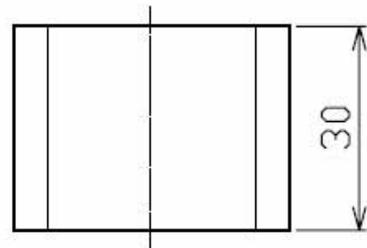
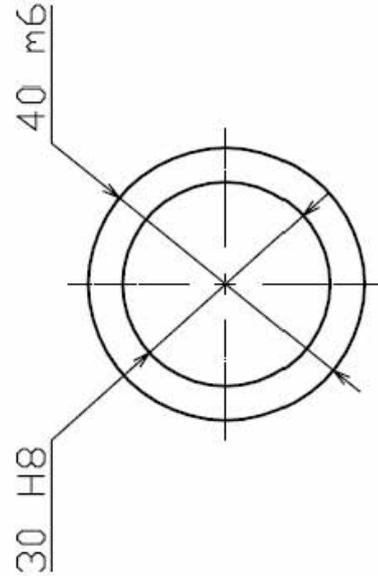
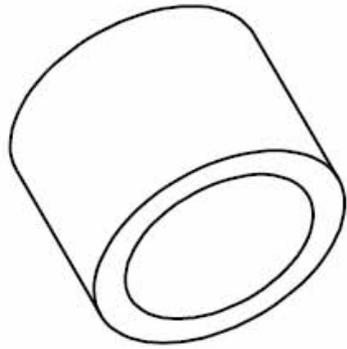
ESC. 1:2	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm	SOPORTE		Rev.: F.D.C.R.
	MAT: ACERO 1020 C.R.		No. : 3.7

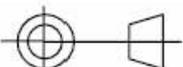


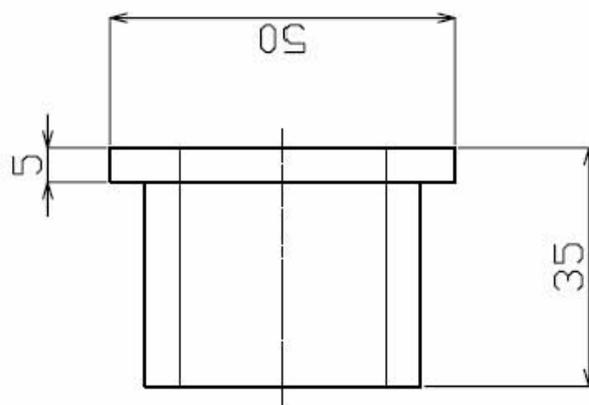
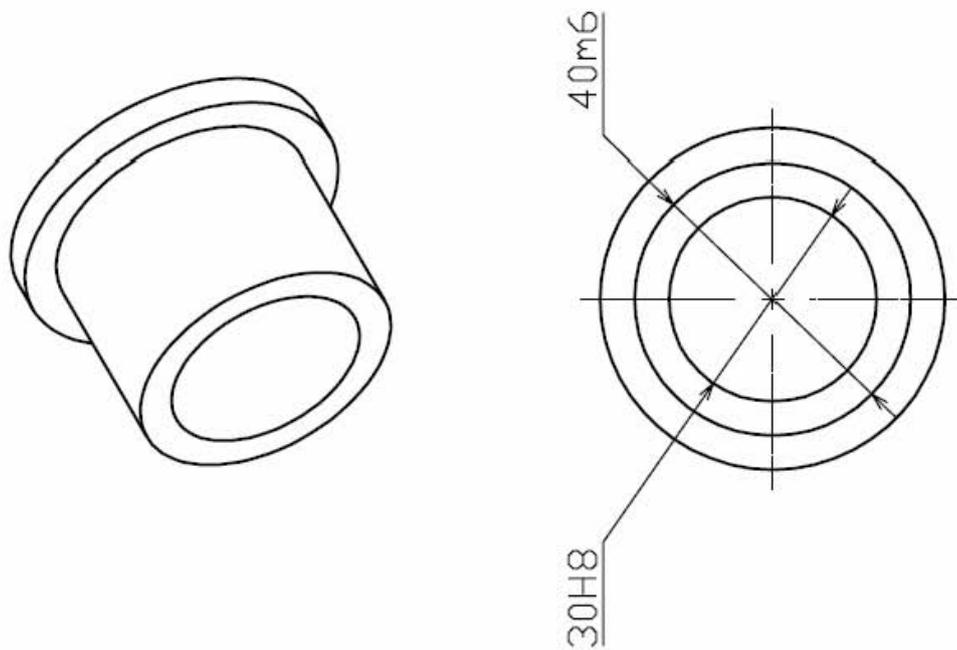
ESC. 1:1	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm	CILINDRO PRINCIPAL		Rev.:F.D.C.R
	MAT: ACERO 1020 C.R.		No. : 3.8



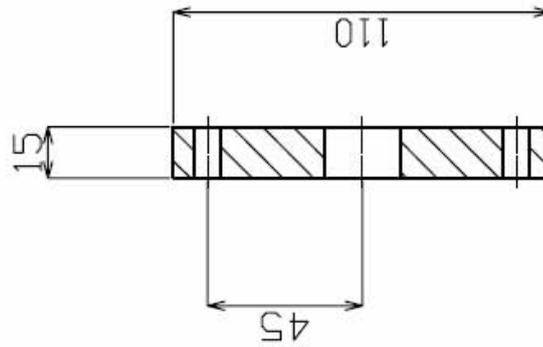
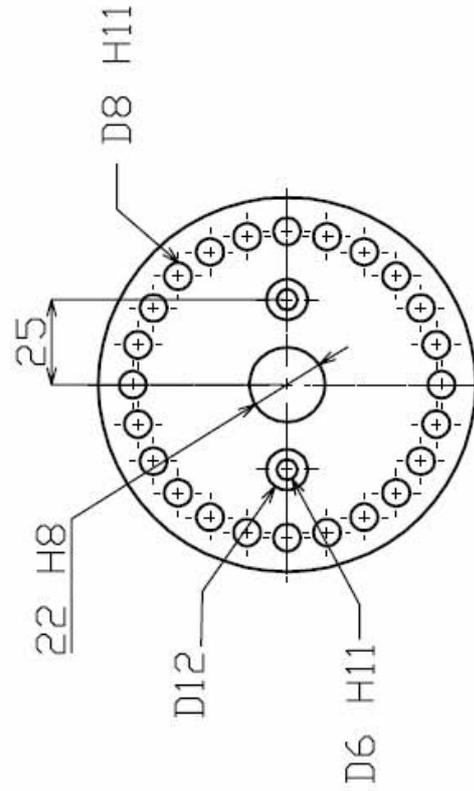
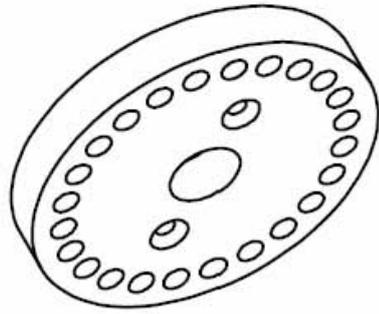
ESC. 1:2	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm			Rev.:F.D.C.R.
	MAT:ACERO 1020 C.R.		No. : 3.9



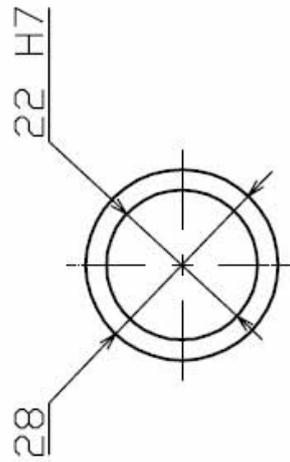
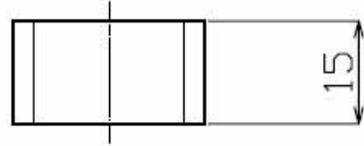
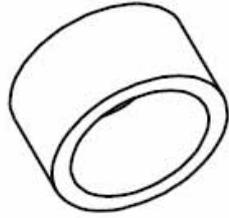
ESC. 1:1	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm	BUJE DERECHO		Rev.:F.D.C.R
	MAT:BRONCE	∇	No. : 3.10

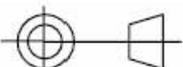


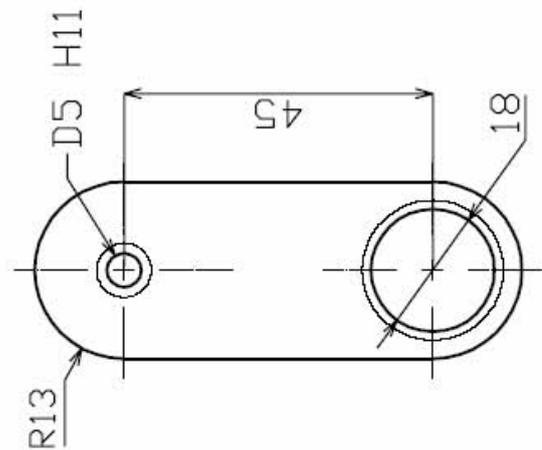
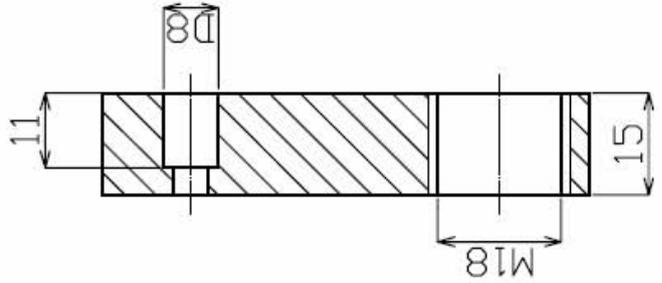
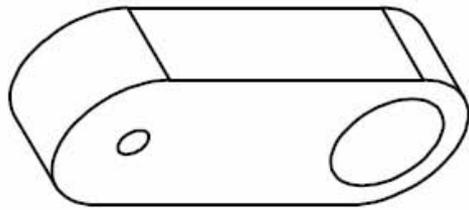
ESC. 1:1	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm	BUJE IZQUIERDO		Rev.:F.D.C.R.
	MAT:BRONCE		No. : 3.11



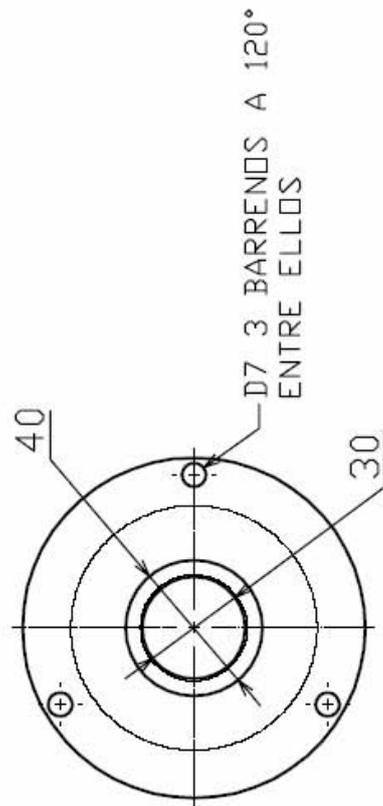
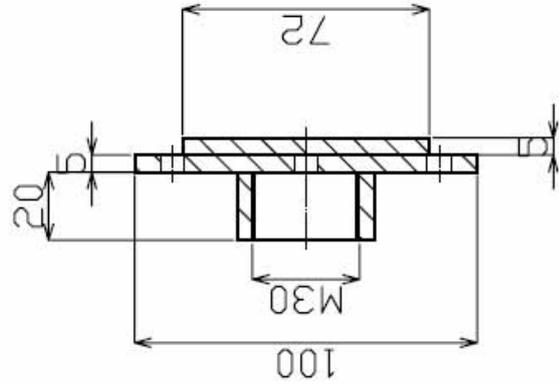
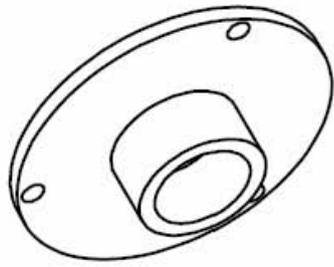
ESC. 1:2	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm			Rev.:F.D.C.R.
	MAT:ACERO 1020 C.R.		No. : 3.12

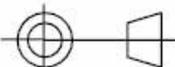


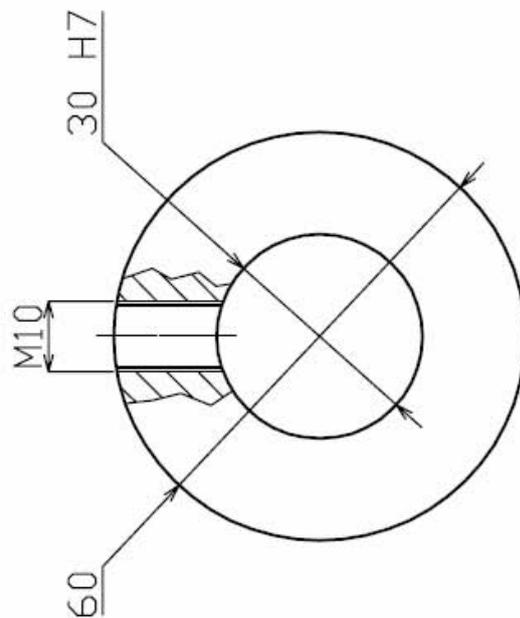
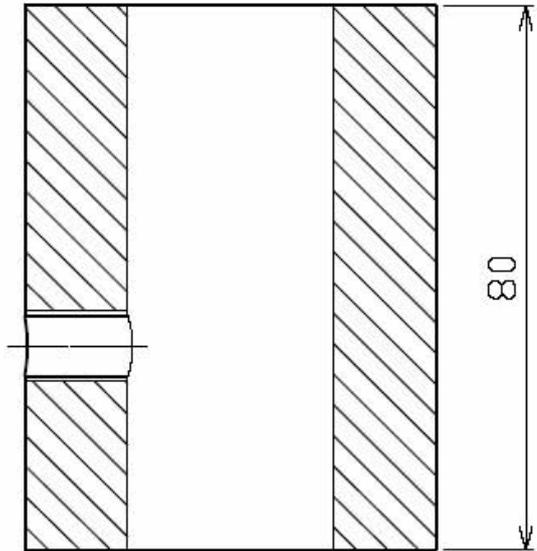
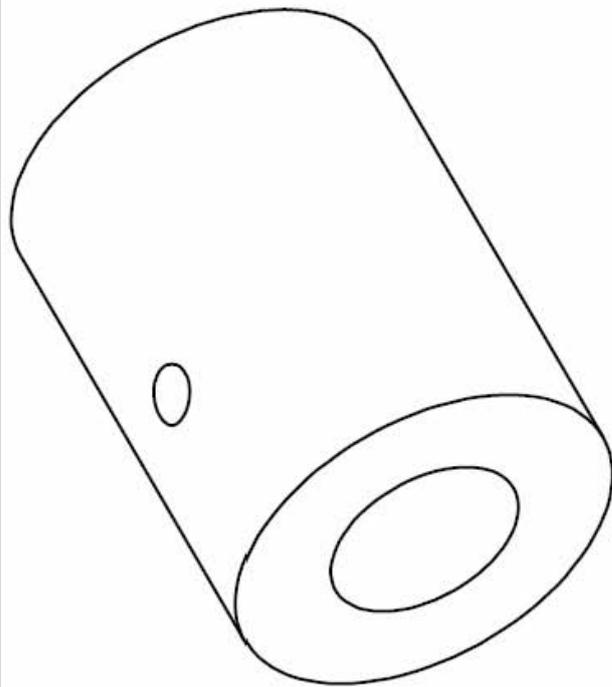
ESC. 1:1	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm	BUJE SEPARADOR		Rev.:F.D.C.R.
	MAT:BRONCE	∇	No. : 313

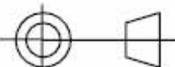


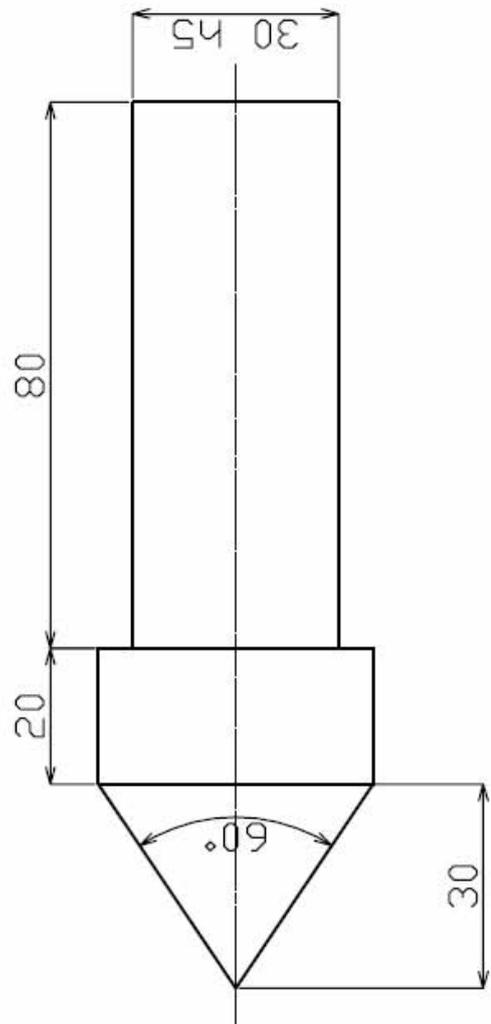
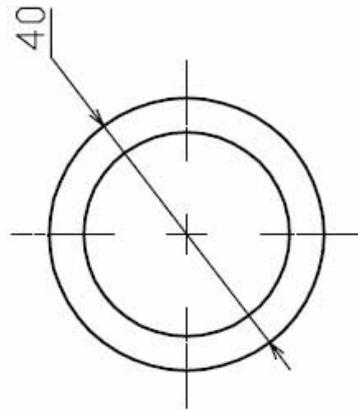
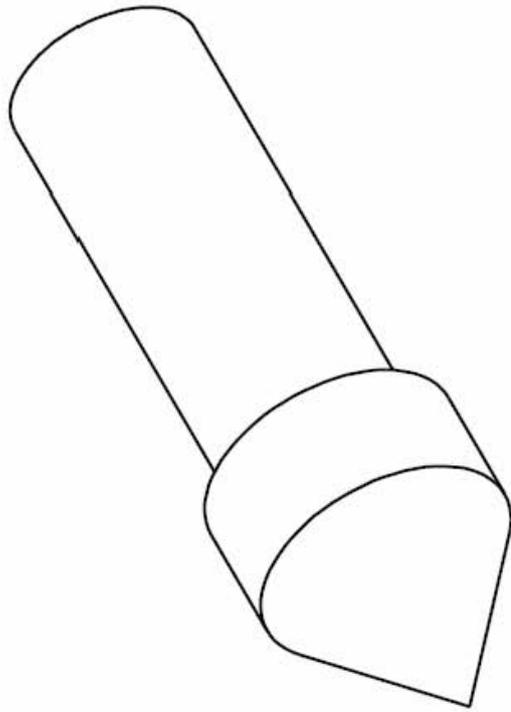
ESC. 1:1	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm	PALANCA		Rev.:F.D.C.R.
	MAT:ACERO 4140		No. : 3,14

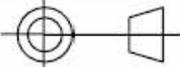


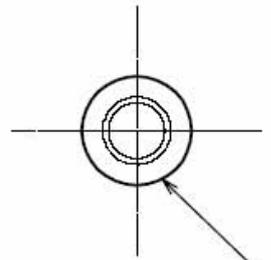
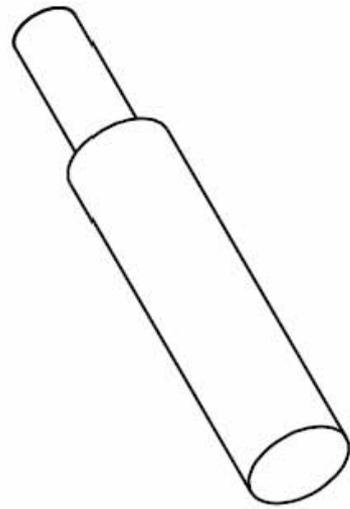
ESC. 1:2	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm	B R I D A		Rev.:F.D.C.R.
	MAT:ACERO 1020 C.R.		No. : 3.15



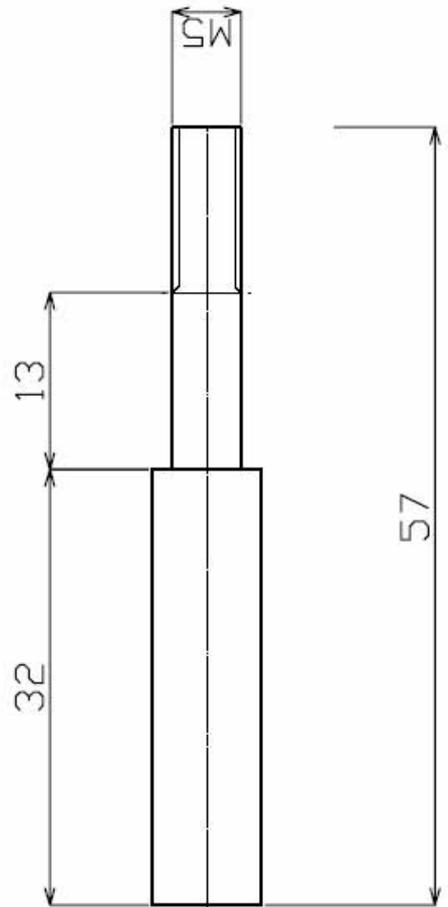
ESC. 1:1	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm	CILINDRO PARA CONTRAPUNTO		Rev.:F.D.C.R.
	MAT:ACERO 1020 C.R.	∇	No. : 3.16

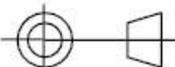


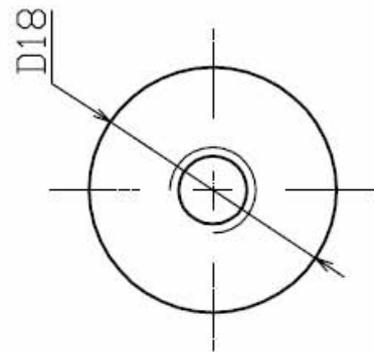
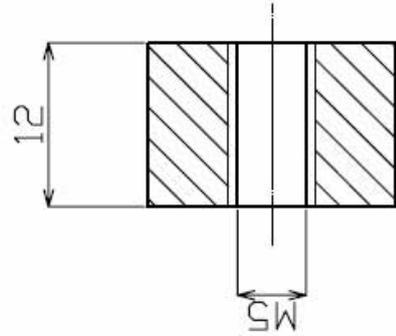
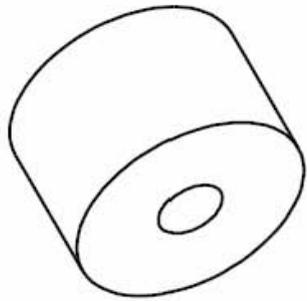
ESC. 1:1	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm	CONTRAPUNTO		Rev.:F.D.C.R.
	MAT:ACERO 1020 C.R.		No. : 3.17

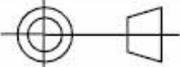


D8 g6



ESC. 2:1	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm	PERNO		Rev.:F.D.C.R.
	MAT:ACERO 4140		No. : 3.18



ESC. 2:1	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm	SUJETADOR		Rev.:F.D.C.R.
	MAT:ACERO 4140		No. : 3.19

CAPITULO 4

FABRICACION DEL DISPOSITIVO

4.1 FABRICACION

Para la fabricación de cada una de las piezas que componen el cabezal divisor, se realizaran una serie de operaciones con un orden específico para facilitar el maquinado de las piezas. Además de seleccionar el orden del maquinado, hubo que seleccionar los dispositivos de sujeción adecuados para fijar las piezas y realizar las operaciones de maquinado, y obtener las dimensiones y formas especificadas en el dibujo de detalle.

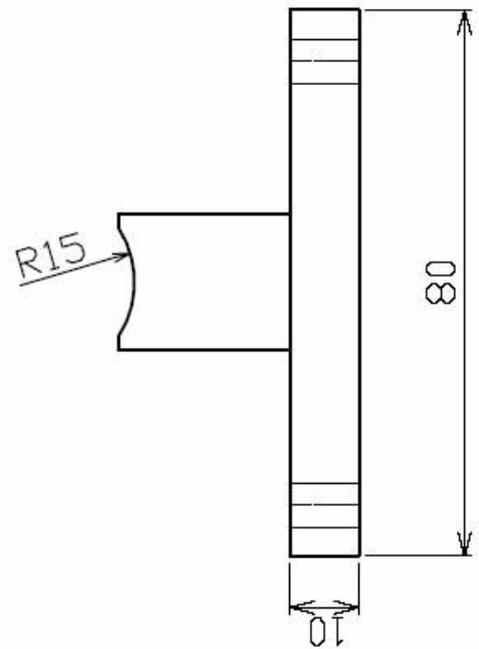
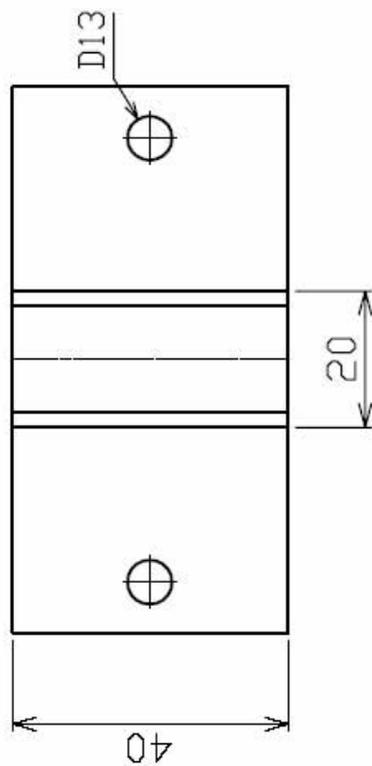
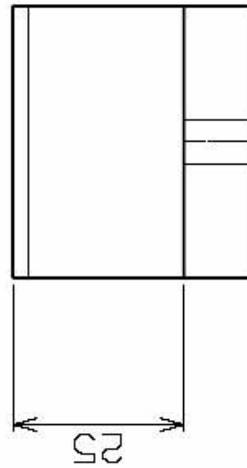
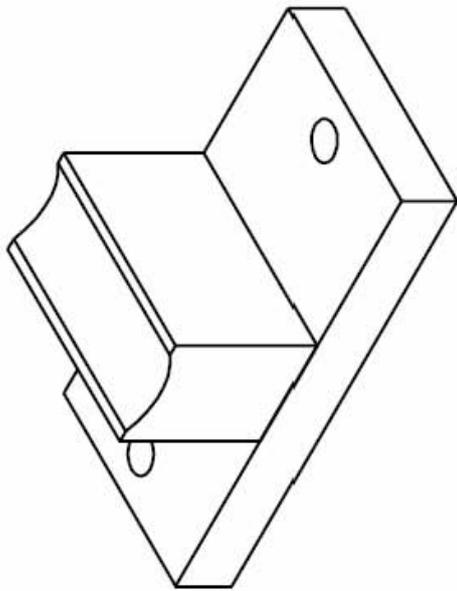
Para especificar el orden y tipo de maquinado en cada una de las piezas, se utilizan las hojas de procesos; donde se describen las operaciones a efectuarse en el orden indicado.

El contenido de la hoja de proceso está compuesto por:

- 1.- Número de operación. Se indica que número de operación es, además del tipo de acabado.
- 2.- Operación. Se indica que operación se va a realizar. Cilindrar, barrenar, roscar, etc.
- 3.- Máquina. Aquí indicamos la máquina a utilizar para la operación a realizar. Torno, fresadora, taladro, etc.
- 4.- Herramienta. Se indica la herramienta a utilizar, para realizar el maquinado. Buril, broca, segueta, cortador, etc.
- 5.- Dispositivo. Indica el dispositivo de sujeción de la pieza, para poder maquinar. Chuck, prensa de banco, etc.
- 6.- Lubricante. Se indica el tipo de lubricante para maquinar. Aceite, petróleo, etc.
- 7.- Croquis. Aquí se representa con un dibujo, cómo se sujeta la pieza y cómo se maquina.

A continuación se muestran las hojas de procesos, donde se observa lo que se acaba de describir.

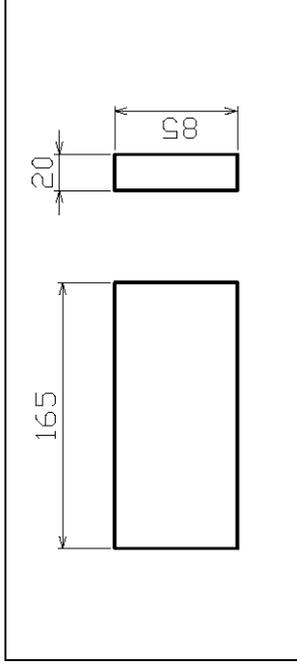
Debe mencionarse que por diversos problemas técnicos existentes en el laboratorio de manufactura ya no fue posible la fabricación del dispositivo, sin embargo, con la información contenida en este trabajo, cualquier persona interesada, puede llevarlo a cabo.



ESC. 1:2	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm	S O P O R T E		Rev.: F.D.C.R.
	MAT: ACERO 1020 C.R.		No. : 3.7

HOJA DE PROCESO No. 1.1

**DIMENSIONES
DE LA MATERIA
PRIMA**

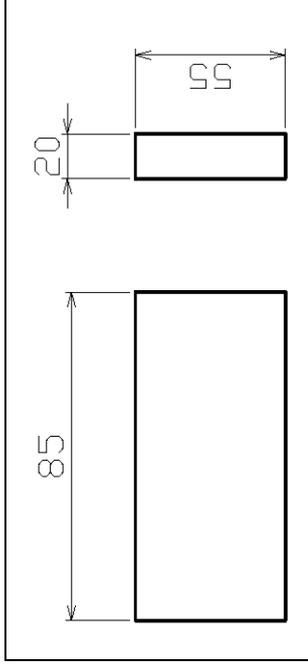


CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR
 SUBCONJUNTO: SOPORTE
 MATERIAL: ACERO 1020 C.R.
 DEMANDA: 2 PIEZAS

Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
1 ▽	MAQUINAR CONTORNO DE LA BASE REMOVIENDO 2mm DE CADA LADO	FRESADORA VERTICAL	FRESA DE RANURADO Y COSTADO D=1/2"	BRIDAS DE ALTURA AJUSTABLE	ACEITE SOLUBLE	
2 ▽▽	MAQUINAR CONTORNO DE LA BASE REMOVIENDO 0.5 mm DE CADA LADO	FRESADORA VERTICAL	FRESA DE RANURADO Y COSTADO D=1/2"	BRIDAS DE ALTURA AJUSTABLE	ACEITE SOLUBLE	
3 ▽	BARRENAR 2 AGUJEROS PASADOS	TALADRO DE COLUMNA	BROCA DE 6 mm	BRIDAS DE ALTURA AJUSTABLE	ACEITE SOLUBLE	

HOJA DE PROCESO No. 1.2

**DIMENSIONES
DE LA MATERIA**



CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR

SUBCONJUNTO: SOPORTE

PRIMA

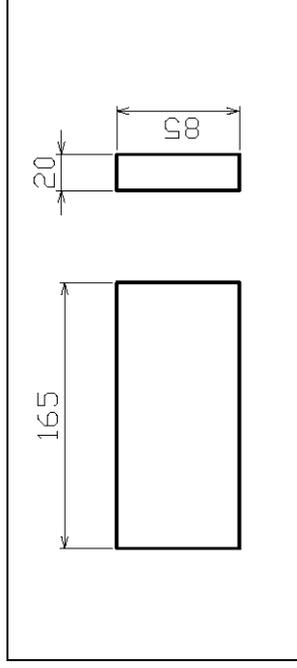
MATERIAL: ACERO 1020 C.R.

DEMANDA: 2 PIEZAS

Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
4 ▽	MAQUINAR CONTORNO REMOVIENO 2mm DE CADA LADO	FRESADORA VERTICAL	FRESA DE RANURADO Y COSTADO D=1/2"	BRIDAS DE ALTURA AJUSTABLE	ACEITE SOLUBLE	
5 ▽▽	MAQUINAR CONTORNO DE LA BASE REMOVIENO 0.5 mm DE CADA LADO	FRESADORA VERTICAL	FRESA DE RANURADO Y COSTADO D=1/2"	BRIDAS DE ALTURA AJUSTABLE	ACEITE SOLUBLE	
6 ▽	MAQUINAR UN CORTE REDONDEANDO UN EXTREMO DE LA PLACA R= 15 mm	FRESADORA VERTICAL	BROCA DE 6 mm	BRIDAS DE ALTURA AJUSTABLE	ACEITE SOLUBLE	

HOJA DE PROCESO No. 1.3

**DIMENSIONES
DE LA MATERIA
PRIMA**



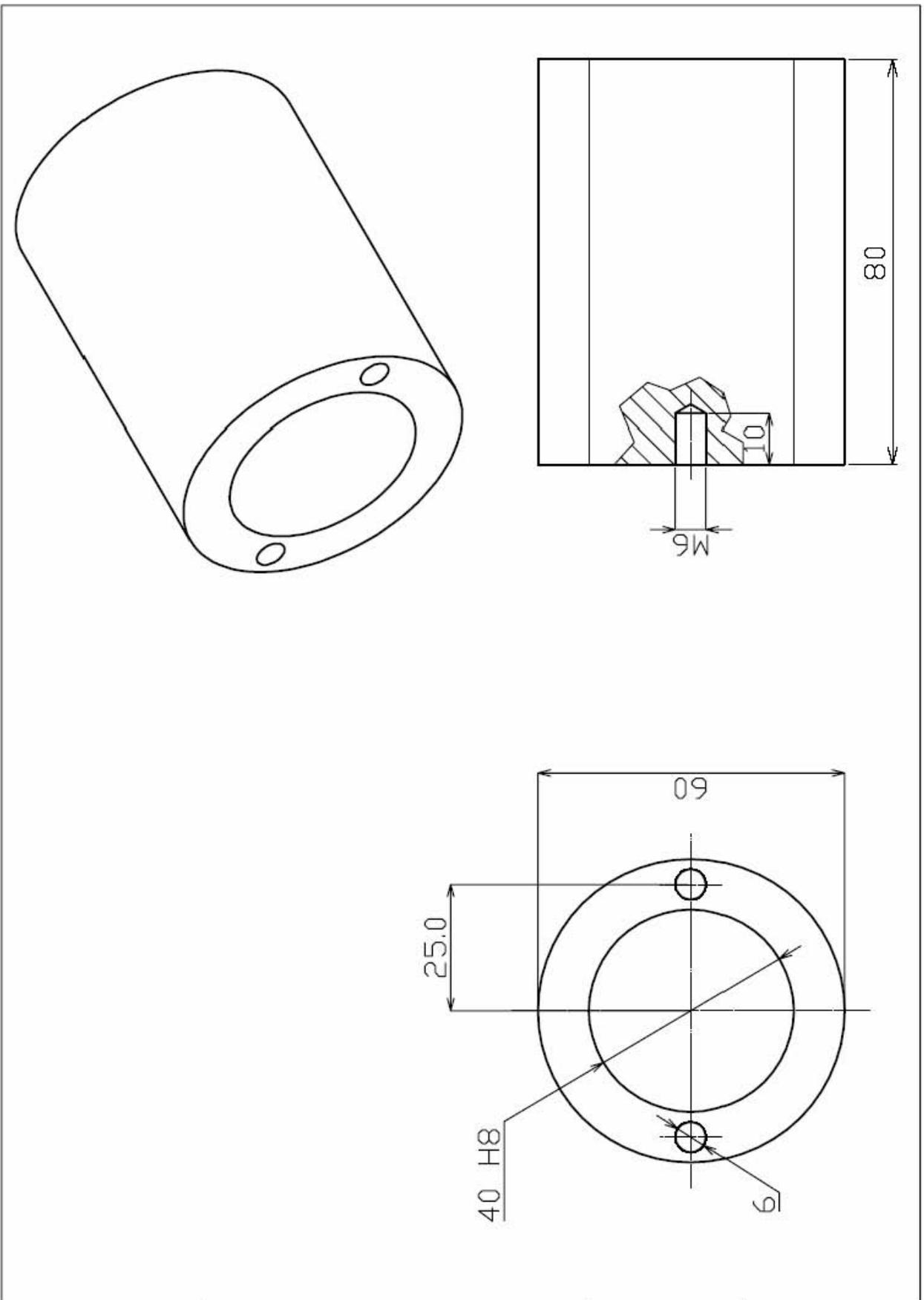
CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR

SUBCONJUNTO: SOPORTE

MATERIAL: ACERO 1020 C.R.

DEMANDA: 2 PIEZAS

Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
7	SOLDAR LA PIEZA 1 Y LA PIEZA 2	SOLDADURA DE ARCO	PORTA ELECTRODO Y PLANTA PARA SOLDAR			



ESC. 1:1	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm	CILINDRO PRINCIPAL		Rev.:F.D.C.R
	MAT: ACERO 1020 C.R.		No. : 3.8

HOJA DE PROCESO No. 2.1

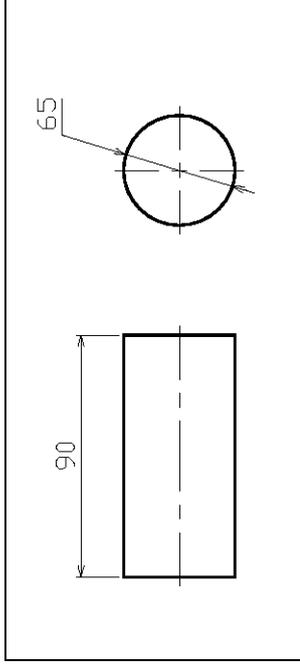
**DIMENSIONES
DE LA MATERIA**

CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR

SUBCONJUNTO: CILINDRO PRINCIPAL PRIMA

MATERIAL: ACERO 1020 C.R.

DEMANDA: 1 PIEZA



Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
1 ▽	REFRENTAR CARA	TORNO	BURIL	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	A sketch showing a cylindrical workpiece mounted on a lathe chuck. A tool bit is positioned against the end face of the cylinder, with a double-headed arrow indicating the direction of the cutting motion.
2 ▽	GIRAR LA PIEZA 180° Y REFRENTAR	TORNO	BURIL	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	A sketch showing a cylindrical workpiece mounted on a lathe chuck. A tool bit is positioned against the side of the cylinder, with a double-headed arrow indicating the direction of the cutting motion.
3 ▽	CILINDRAR D=62 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRA PUNTO	ACEITE SOLUBLE	A sketch showing a cylindrical workpiece mounted on a lathe chuck and supported by a tailstock with a center. A grinding wheel is positioned against the side of the cylinder, with a double-headed arrow indicating the direction of the grinding motion.

HOJA DE PROCESO No. 2.2

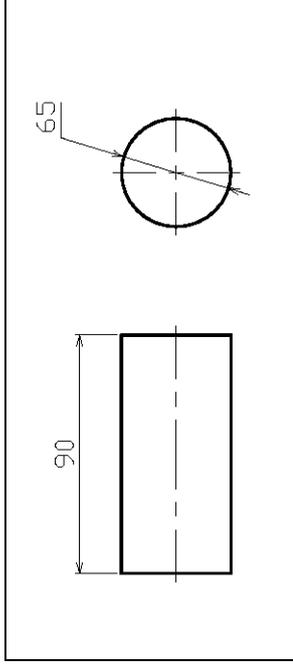
**DIMENSIONES
DE LA MATERIA**

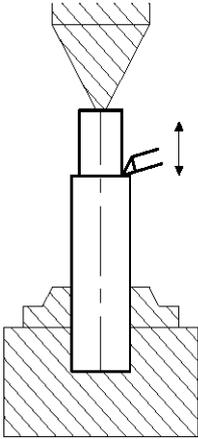
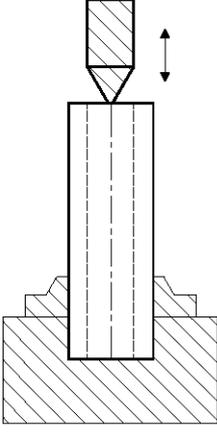
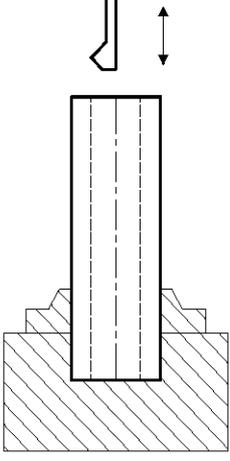
CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR

SUBCONJUNTO: CILINDRO PRINCIPAL PRIMA

MATERIAL: ACERO 1020 C.R.

DEMANDA: 1 PIEZA



Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
4 ▽▽	CILINDRAR D=60 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRA PUNTO	ACEITE SOLUBLE	
5 ▽	BARRENAR L= 80 mm	TORNO	BROCA DE 1"	CHUCK Y BROQUERO	ACEITE SOLUBLE	
6 ▽▽	CILINDRAR INTERNO D= 40 mm	TORNO	BURIL PARA INTERIORES	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	

HOJA DE PROCESO No. 2.3

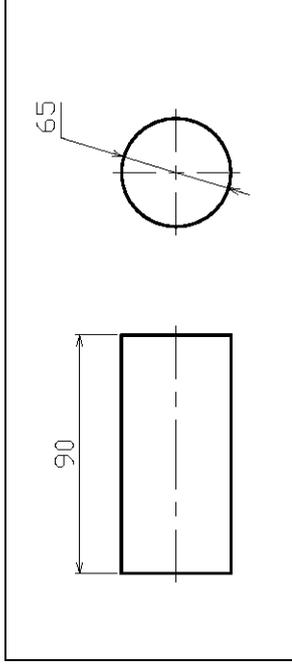
**DIMENSIONES
DE LA MATERIA**

CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR

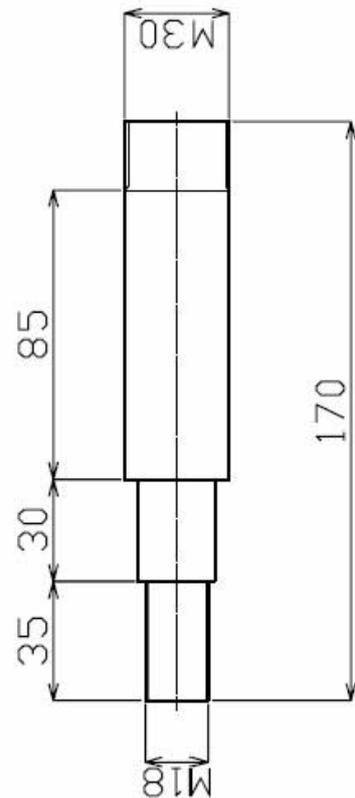
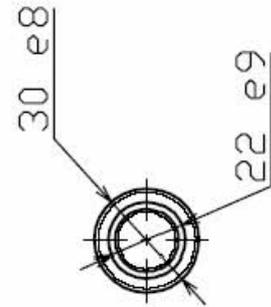
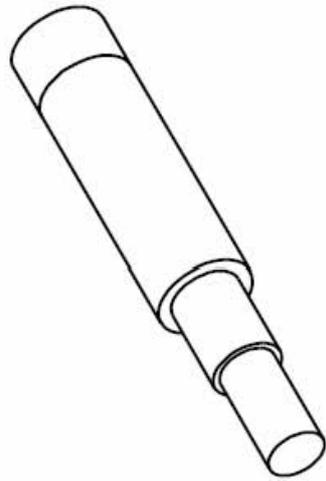
SUBCONJUNTO: CILINDRO PRINCIPAL PRIMA

MATERIAL: ACERO 1020 C.R.

DEMANDA: 1 PIEZA



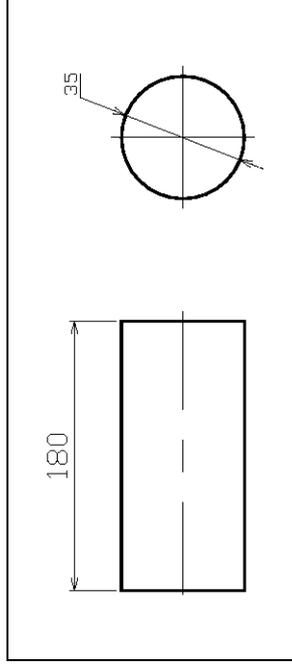
Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
7 ▽	BARRENAR 2 AGUJEROS L= 10 mm	TALADRO DE COLUMNA	BROCA DE 6 mm	PRENSA	ACEITE SOLUBLE	
8	ROSCAR LOS 2 AGUJEROS PREVIOS	MANUAL	MACHUELO M6	PRENSA Y MANERAL PARA MACHUELO	ACEITE SOLUBLE	



ESC. 1:2	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm			Rev.:F.D.C.R.
	MAT:ACERO 1020 C.R.		No. : 3.9

HOJA DE PROCESO No. 3.1

**DIMENSIONES
DE LA MATERIA
PRIMA**

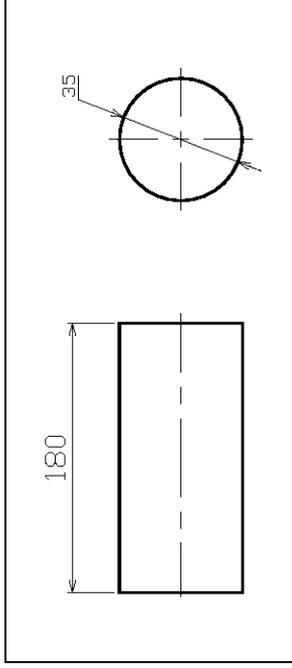


CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR
 SUBCONJUNTO: EJE
 MATERIAL: ACERO 1020 C.R.
 DEMANDA: 1 PIEZA

Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS No.
1 ▽	REFRENTAR CARA	TORNO	BURIL	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	
2 ▽	GIRAR LA PIEZA 180° Y REFRENTAR	TORNO	BURIL	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	
3 ▽	CILINDRAR D=31 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	

HOJA DE PROCESO No. 3.2

**DIMENSIONES
DE LA MATERIA
PRIMA**

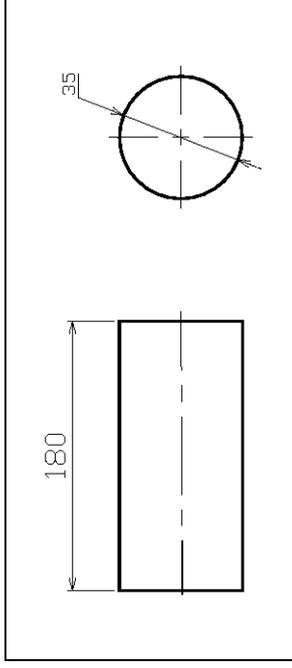


CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR
 SUBCONJUNTO: EJE
 MATERIAL: ACERO 1020 C.R.
 DEMANDA: 1 PIEZA

Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
4 ▽▽	CILINDRAR D=30 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	
5 ▽	CILINDRAR D= 19 mm L= 35 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	
6 ▽▽	CILINDRAR D= 18 mm L= 35 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	

HOJA DE PROCESO No. 3.3

**DIMENSIONES
DE LA MATERIA
PRIMA**

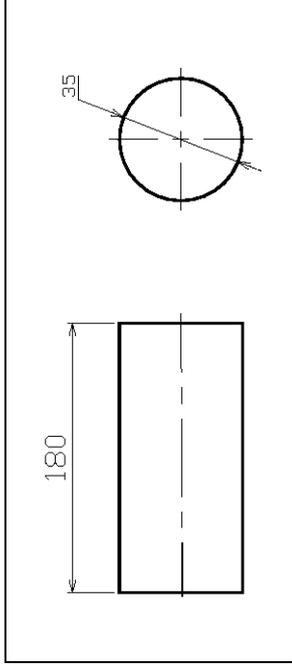


CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR
 SUBCONJUNTO: EJE
 MATERIAL: ACERO 1020 C.R.
 DEMANDA: 1 PIEZA

Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
7 ▽	CILINDRAR D= 23 mm L= 30 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	
8 ▽▽	CILINDRAR D= 22 mm L= 30 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	
9	ROSCAR L= 35 mm M18	TORNO	BURIL PARA ROSCAR	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	

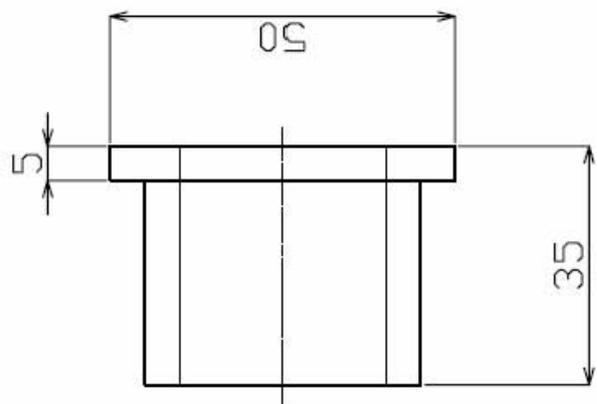
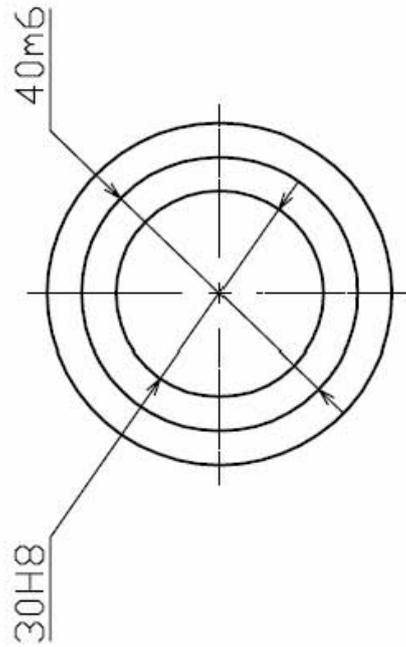
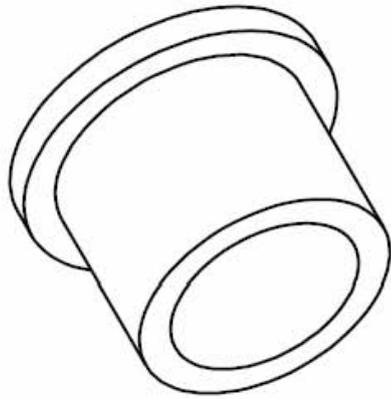
HOJA DE PROCESO No. 3.4

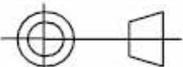
**DIMENSIONES
DE LA MATERIA
PRIMA**



CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR
 SUBCONJUNTO: EJE
 MATERIAL: ACERO 1020 C.R.
 DEMANDA: 1 PIEZA

Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
10	GIRAR LA PIEZA 180° Y ROSCAR L=20 mm M30	TORNO	BURIL PARA ROSCAR	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	



ESC. 1:1	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm	BUJE IZQUIERDO		Rev.:F.D.C.R.
	MAT:BRONCE		No. : 3.11

HOJA DE PROCESO No. 4.1

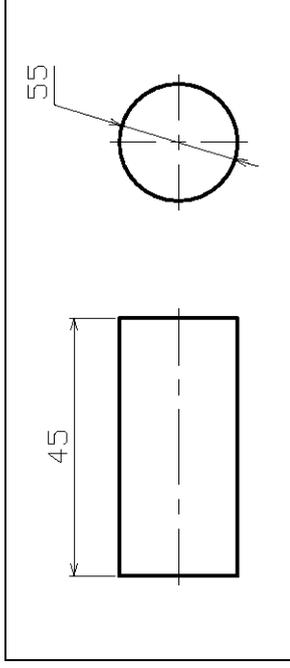
**DIMENSIONES
DE LA MATERIA**

CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR

SUBCONJUNTO: BUJE IZQUIERDO

MATERIAL: BRONCE

DEMANDA: 1 PIEZA



Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
1 ▽	REFRENTAR	TORNO	BURIL	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	
2 ▽	CILINDRAR D= 51 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	
3 ▽▽	CILINDRAR D= 50 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	

HOJA DE PROCESO No. 4.2

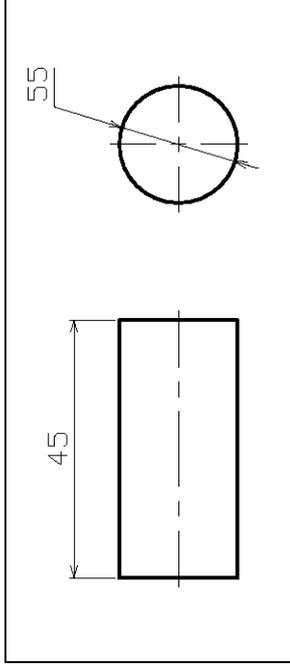
**DIMENSIONES
DE LA MATERIA**

CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR

SUBCONJUNTO: BUJE IZQUIERDO

MATERIAL: BRONCE

DEMANDA: 1 PIEZA

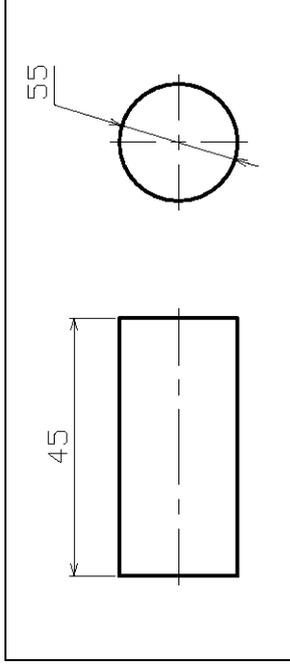


Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
4 ▽	CILINDRAR D= 41 mm L= 30 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	
5 ▽▽	CILINDRAR D= 40 mm L= 30 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	
6 ▽	CORTAR L = 35 mm	TORNO	BURIL PARA TROZADO	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	

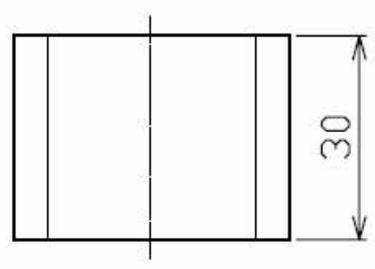
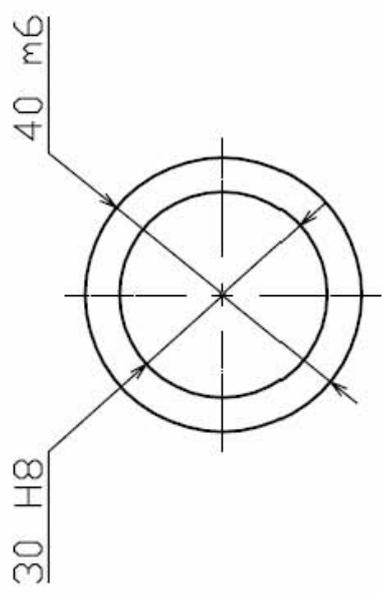
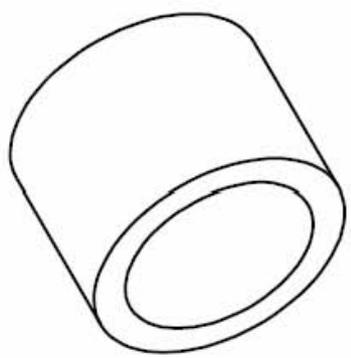
HOJA DE PROCESO No. 4.3

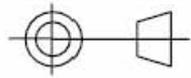
**DIMENSIONES
DE LA MATERIA**

CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR
 SUBCONJUNTO: BUJE IZQUIERDO
 MATERIAL: BRONCE
 DEMANDA: 1 PIEZA



Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
7 ▽	GIRAR LA PIEZA 180° Y REFRENTAR	TORNO	BURIL	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	
8 ▽	TALADRAR	TORNO	BROCA 1"	CHUCK Y BROQUERO	ACEITE SOLUBLE	
9 ▽▽	CILINDRAR INTERNO D= 30 mm	TORNO	BURIL PARA INTERIORES	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	



ESC. 1:1	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm	BUJE DERECHO		Rev.:F.D.C.R
	MAT:BRONCE	∇	No. : 3.10

HOJA DE PROCESO No. 5.1

**DIMENSIONES
DE LA MATERIA**

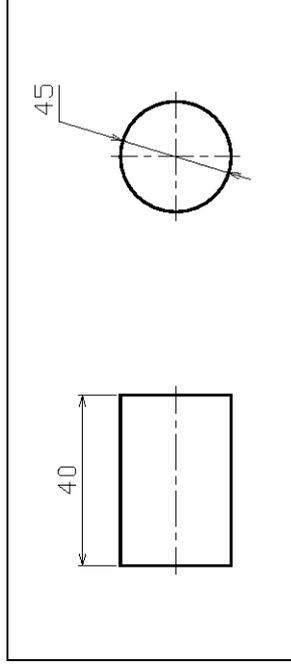
CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR

SUBCONJUNTO: BUJE DERECHO

PRIMA

MATERIAL: BRONCE

DEMANDA: 1 PIEZA



Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS No.
1 ▽	REFRENTAR AMBOS LADOS L= 30 mm	TORNO	BURIL	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	
2 ▽	CILINDRAR D= 41 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	
3 ▽▽	CILINDRAR D= 40 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	

HOJA DE PROCESO No. 5.2

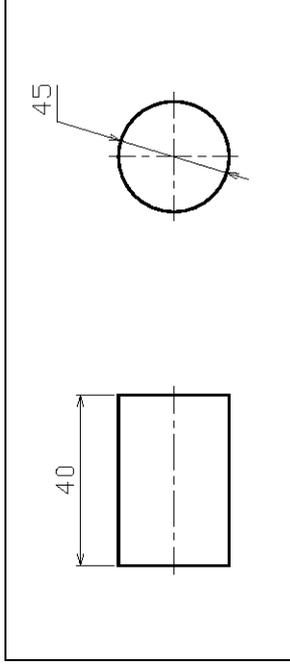
**DIMENSIONES
DE LA MATERIA**

CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR

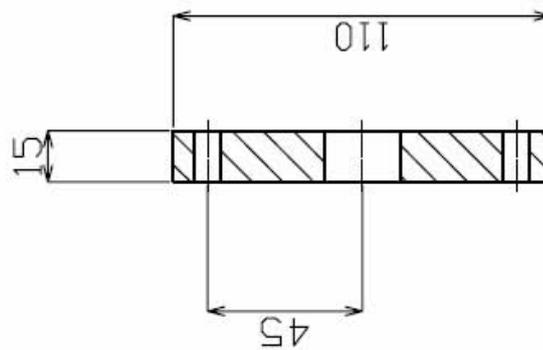
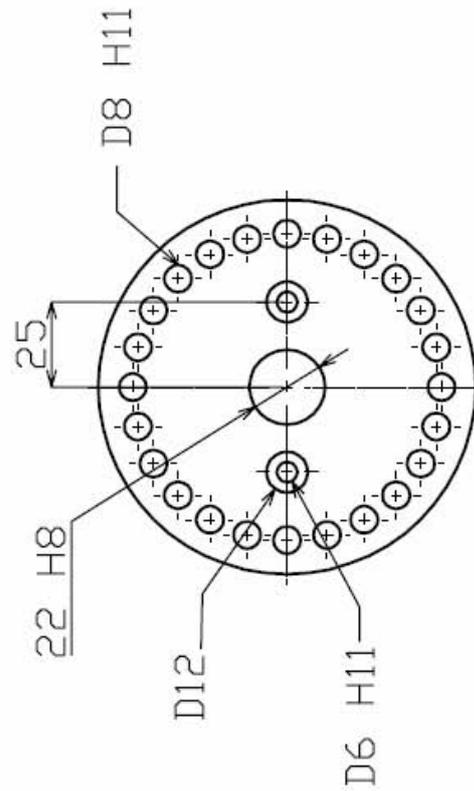
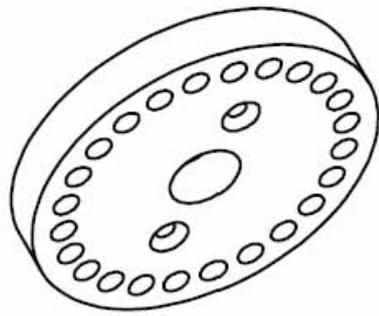
SUBCONJUNTO: BUJE DERECHO

MATERIAL: BRONCE

DEMANDA: 1 PIEZA



Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
4 ▽	TALADRAR	TORNO	BROCA 1"	CHUCK Y BROQUERO	ACEITE SOLUBLE	
5 ▽▽	CILINDRAR INTERNO D= 30 mm	TORNO	BURIL PARA INTERIORES	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	

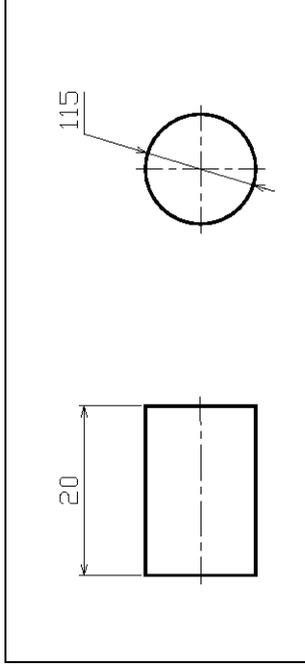


ESC. 1:2	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm			Rev.:F.D.C.R.
	MAT:ACERO 1020 C.R.		No. : 3.12

HOJA DE PROCESO No. 6.1

**DIMENSIONES
DE LA MATERIA
PRIMA**

CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR
 SUBCONJUNTO: DISCO
 MATERIAL: ACERO 1020 C.R.
 DEMANDA: 1 PIEZA

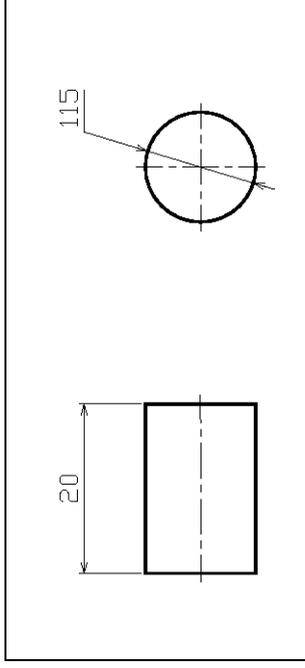


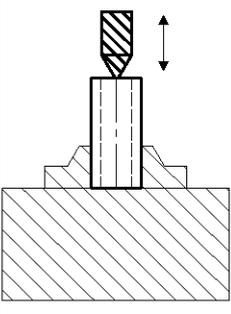
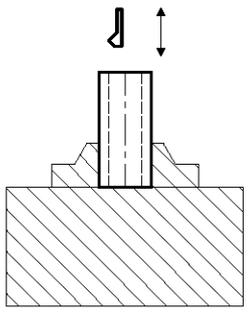
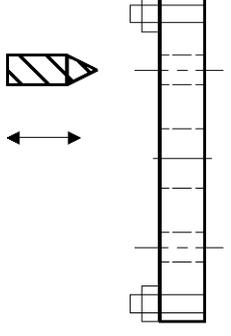
Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
1 ▽	REFRENTAR AMBOS LADOS L= 15 mm	TORNO	BURIL	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	
2 ▽	CILINDRAR D= 111 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	
3 ▽▽	CILINDRAR D= 110 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	

HOJA DE PROCESO No. 6.2

**DIMENSIONES
DE LA MATERIA
PRIMA**

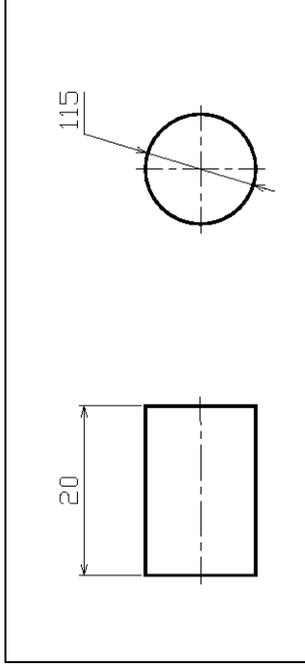
CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR
 SUBCONJUNTO: DISCO
 MATERIAL: ACERO 1020 C.R.
 DEMANDA: 1 PIEZA



Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
4 ▽	TALADRAR	TORNO	BROCA 20 mm	CHUCK Y BROQUERO	ACEITE SOLUBLE	
5 ▽▽	CILINDRAR INTERNO D= 22 mm	TORNO	BURIL PARA INTERIORES	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	
6 ▽	BARRENAR 2 AGUJEROS	TALADRO DE COLUMNA	BROCA 6 mm	BRIDAS DE ALTURA AJUSTABLE	ACEITE SOLUBLE	

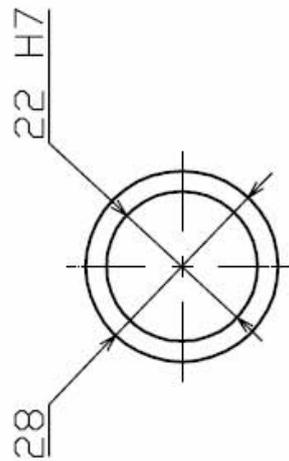
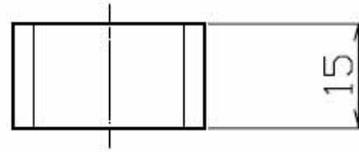
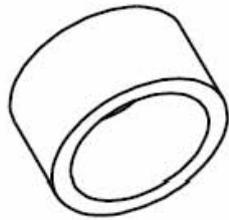
HOJA DE PROCESO No. 6.3

**DIMENSIONES
DE LA MATERIA
PRIMA**



CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR
 SUBCONJUNTO: DISCO
 MATERIAL: ACERO 1020 C.R.
 DEMANDA: 1 PIEZA

Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
7 ▽	AVELLANAR LOS 2 AGUJEROS PREVIOS	TALADRO DE COLUMNA	BROCA PARA AVELLANAR 1/2"	BRIDAS DE ALTURA AJUSTABLE	ACEITE SOLUBLE	
8 ▽	BARRENAR 24 AGUJEROS CON 15° ENTRE CADA UNO	TALADRO DE COLUMNA	BROCA 8 mm	BRIDAS DE ALTURA AJUSTABLE	ACEITE SOLUBLE	



ESC. 1:1	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm	BUJE SEPARADOR		Rev.:F.D.C.R.
	MAT:BRONCE	∇	No. : 313

HOJA DE PROCESO No. 7.1

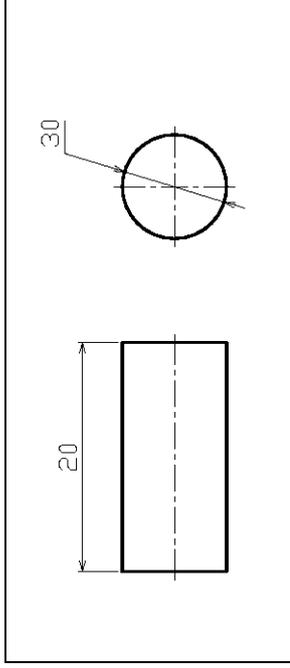
**DIMENSIONES
DE LA MATERIA**

CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR

SUBCONJUNTO: BUJE SEPARADOR PRIMA

MATERIAL: BRONCE

DEMANDA: 1 PIEZA



Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
1 ▽	REFRENTAR	TORNO	BURIL	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	
2 ▽	CILINDRAR D= 29 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	
2 ▽▽	CILINDRAR D= 28 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	

HOJA DE PROCESO No. 7.2

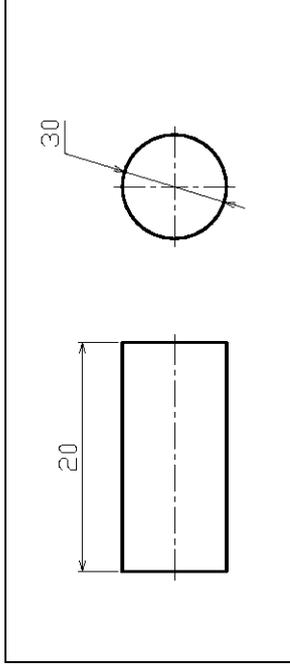
**DIMENSIONES
DE LA MATERIA**

CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR

SUBCONJUNTO: BUJE SEPARADOR PRIMA

MATERIAL: BRONCE

DEMANDA: 1 PIEZA



Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
4 ▽	CORTAR L = 15 mm	TORNO	BURIL PARA TROZADO	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	
5 ▽	GIRAR LA PIEZA 180° Y REFRENTAR	TORNO	BURIL	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	
6 ▽	TALADRAR	TORNO	BROCA 1/2"	CHUCK Y BROQUERO	ACEITE SOLUBLE	

HOJA DE PROCESO No. 7.3

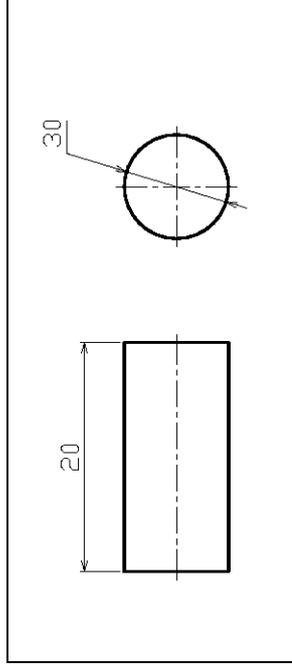
**DIMENSIONES
DE LA MATERIA**

CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR

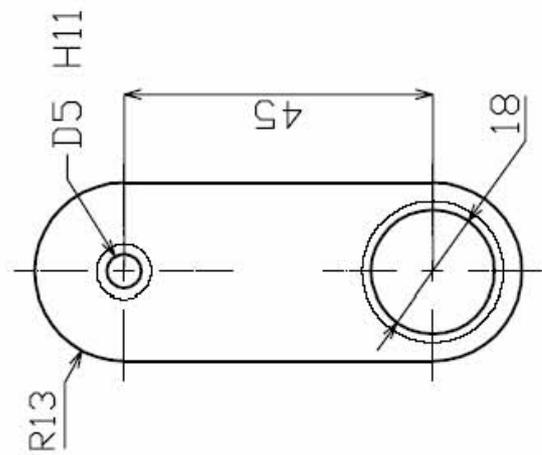
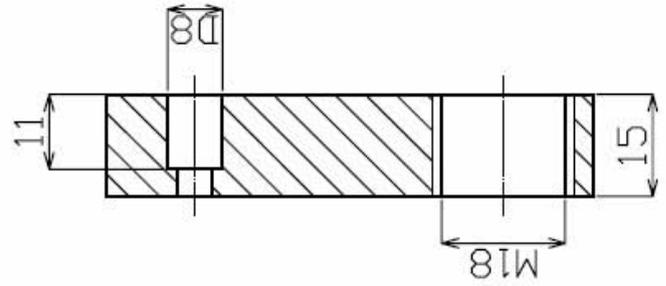
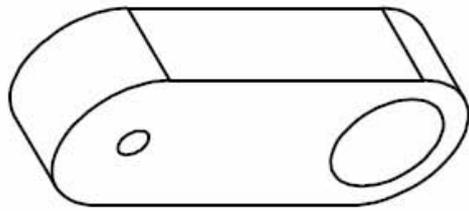
SUBCONJUNTO: BUJE SEPARADOR PRIMA

MATERIAL: BRONCE

DEMANDA: 1 PIEZA



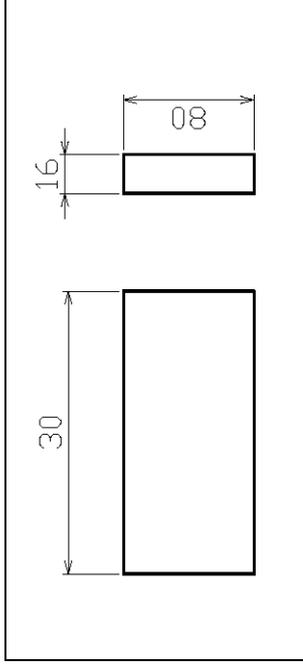
Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
7 ▽	CILINDRAR INTERNO D= 22 mm	TORNO	BURIL PARA INTERIORES	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	



ESC. 1:1	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm	PALANCA		Rev.:F.D.C.R.
	MAT:ACERO 4140		No. : 314

HOJA DE PROCESO No. 8.1

**DIMENSIONES
DE LA MATERIA
PRIMA**



CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR

SUBCONJUNTO: PALANCA

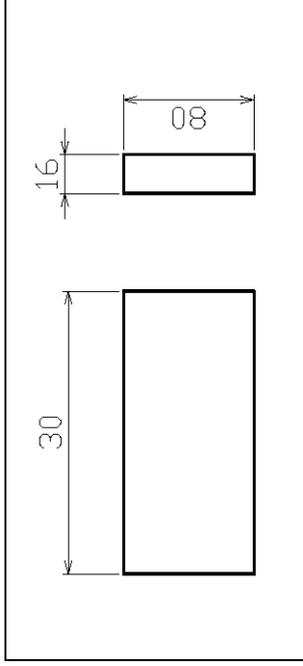
MATERIAL: ACERO 4140

DEMANDA: 1 PIEZA

Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
1 ▽	MAQUINAR CONTORNO REMOVIENDO 1.5mm DE CADA LA DO DEL DE 30 mm Y DEL LADO DE 80 REMOVER 4 mm DE CADA LADO	FRESADORA VERTICAL	FRESA DE RANURADO Y COSTADO D=1/2"	BRIDAS DE ALTURA AJUSTABLE	ACEITE SOLUBLE	
2 ▽▽	MAQUINAR CONTORNO REMOVIENDO 1 mm DE CADA LADO	FRESADORA VERTICAL	FRESA DE RANURADO Y COSTADO D=1/2"	BRIDAS DE ALTURA AJUSTABLE	ACEITE SOLUBLE	
3 ▽	MAQUINAR UN CORTE REDONDEANDO CADA EXTREMO DE LA PLACA R= 14 mm	FRESADORA VERTICAL	BROCA DE 1/2 "	BRIDAS DE ALTURA AJUSTABLE	ACEITE SOLUBLE	

HOJA DE PROCESO No. 8.2

**DIMENSIONES
DE LA MATERIA
PRIMA**



CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR

SUBCONJUNTO: PALANCA

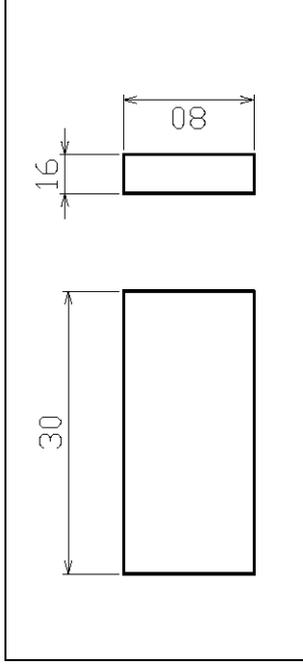
MATERIAL: ACERO 4140

DEMANDA: 1 PIEZA

Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
4 ▽▽	MAQUINAR UN CORTE REDONDEANDO CADA EXTREMO DE LA PLACA R= 13 mm	FRESADORA VERTICAL	BROCA DE 1/2 "	BRIDAS DE ALTURA AJUSTABLE	ACEITE SOLUBLE	
5 ▽	BARRENAR 1 AGUJERO PASADO	TALADRO DE COLUMNA	BROCA DE 5 mm	BRIDAS DE ALTURA AJUSTABLE	ACEITE SOLUBLE	
6 ▽	BARRENAR 1 AGUJERO PASADO	TALADRO DE COLUMNA	BROCA DE 18 mm	BRIDAS DE ALTURA AJUSTABLE	ACEITE SOLUBLE	

HOJA DE PROCESO No. 8.3

**DIMENSIONES
DE LA MATERIA
PRIMA**

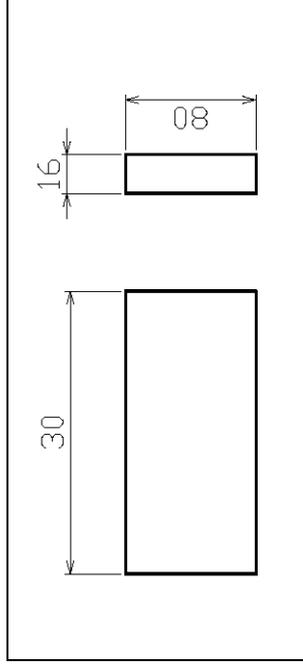


CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR
 SUBCONJUNTO: PALANCA
 MATERIAL: ACERO 4140
 DEMANDA: 1 PIEZA

Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
7	ROSCAR EL AGUJEROS PREVIOS	MANUAL	MACHUELO M18	PRENSA Y MANERAL PARA MACHUELO	ACEITE SOLUBLE	
8 ▽	BARRENAR 1 AGUJERO L= 11 mm	TALADRO DE COLUMNA	BROCA DE 8 mm	BRIDAS DE ALTURA AJUSTABLE	ACEITE SOLUBLE	
9 ▽▽	DESBASTAR SUPERFICIE PARA REFRENTAR	FRESADORA HORIZONTAL	CORTADOR HPRIZONTAL 1/4"	PRENSA DE BANCO	ACEITE SOLUBLE	

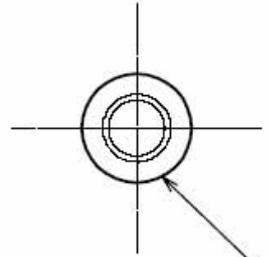
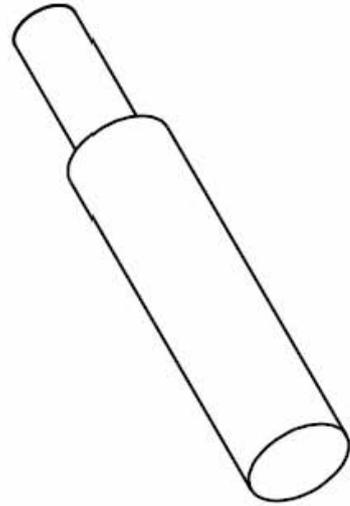
HOJA DE PROCESO No. 8.4

**DIMENSIONES
DE LA MATERIA
PRIMA**

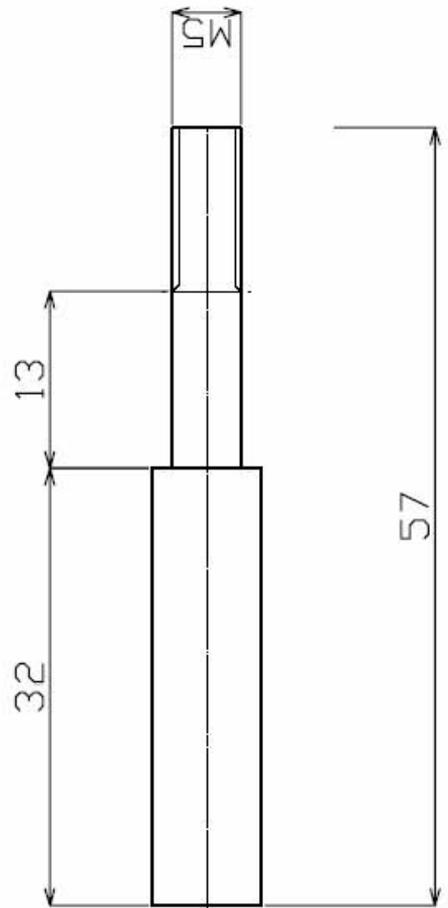


CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR
 SUBCONJUNTO: PALANCA
 MATERIAL: ACERO 4140
 DEMANDA: 1 PIEZA

Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
10 ▽	DESBASTAR LA OTRA SUPERFICIE PARA REFRENTAR	FRESADORA HORIZONTAL	CORTADOR HPRIZONTAL 1/4"	PRENSA DE BANCO	ACEITE SOLUBLE	<p>CROQUIS</p> <p>Diagram showing a cross-section of the workpiece being cut by a tool. A wooden support labeled 'CALZA DE MADERA' is used to hold the workpiece steady. A dimension of 8 is indicated for the width of the cut.</p>



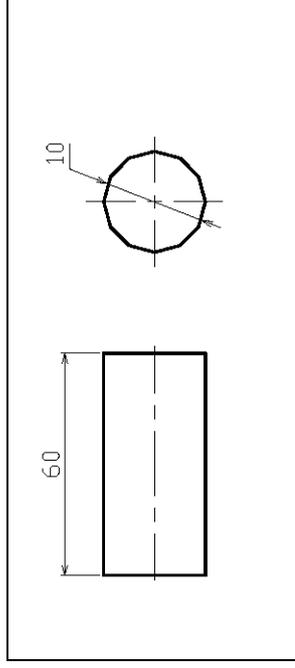
D8 g6



ESC. 2:1	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm	PERNO		Rev.:F.D.C.R.
	MAT:ACERO 4140		No. : 318

HOJA DE PROCESO No. 9.1

**DIMENSIONES
DE LA MATERIA
PRIMA**

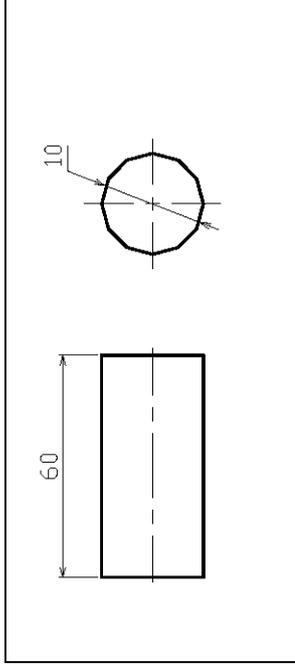


CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR
 SUBCONJUNTO: PERNO
 MATERIAL: ACERO 4140
 DEMANDA: 1 PIEZA

Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
1 ▽	REFRENTAR	TORNO	BURIL	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	
2 ▽	GIRAR LA PIEZA 180° Y REFRENTAR	TORNO	BURIL	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	
3 ▽	CILINDRAR D= 9 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	

HOJA DE PROCESO No. 9.2

**DIMENSIONES
DE LA MATERIA
PRIMA**

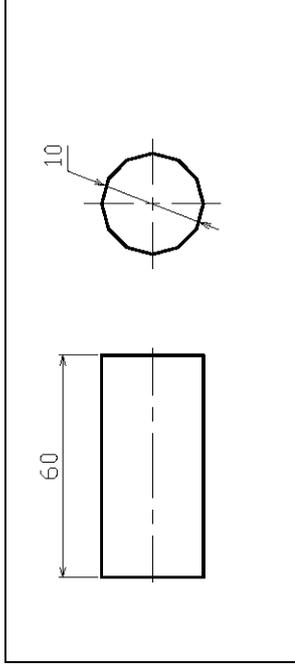


CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR
 SUBCONJUNTO: PERNO
 MATERIAL: ACERO 4140
 DEMANDA: 1 PIEZA

Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
4 ▽▽	CILINDRAR D= 8 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	
5 ▽	CILINDRAR D= 6 mm L= 25 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	
6 ▽▽	CILINDRAR D= 5 mm L= 25 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	

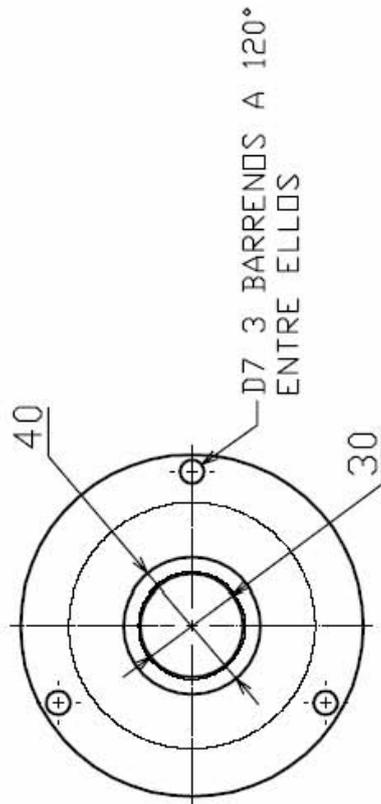
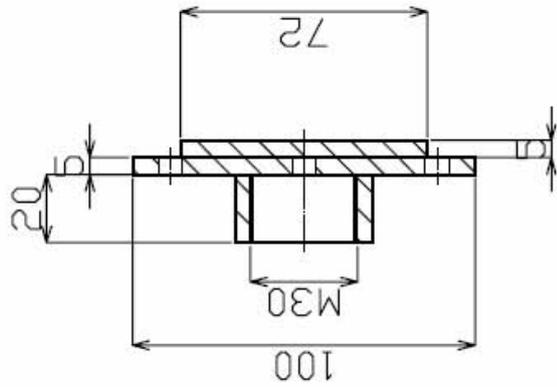
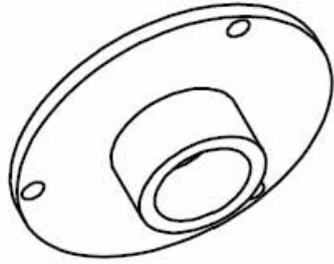
HOJA DE PROCESO No. 9.3

**DIMENSIONES
DE LA MATERIA
PRIMA**



CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR
 SUBCONJUNTO: PERNO
 MATERIAL: ACERO 4140
 DEMANDA: 1 PIEZA

Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
7 ▽	ROSCAR L=12 mm M5	TORNO	BURIL PARA ROSCAR	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	

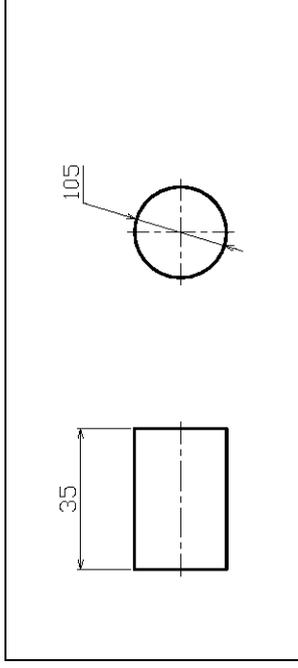


ESC. 1:2	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm	BRIDA		Rev.:F.D.C.R.
	MAT:ACERO 1020 C.R.		No. : 3.15

HOJA DE PROCESO No. 10.1

**DIMENSIONES
DE LA MATERIA
PRIMA**

CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR
 SUBCONJUNTO: BRIDA
 MATERIAL: ACERO 1020 C.R.
 DEMANDA: 1 PIEZA

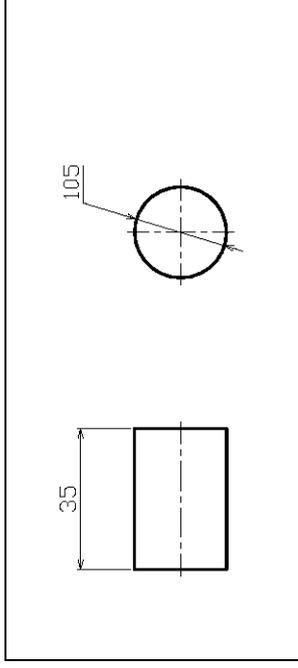


Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
1 ▽	REFRENTAR L=2 mm	TORNO	BURIL	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	
2 ▽	GIRAR LA PIEZA 180° Y REFRENTAR L=3mm	TORNO	BURIL	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	
3 ▽	CILINDRAR D= 101 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	

HOJA DE PROCESO No. 10.2

**DIMENSIONES
DE LA MATERIA
PRIMA**

CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR
 SUBCONJUNTO: BRIDA
 MATERIAL: ACERO 1020 C.R.
 DEMANDA: 1 PIEZA

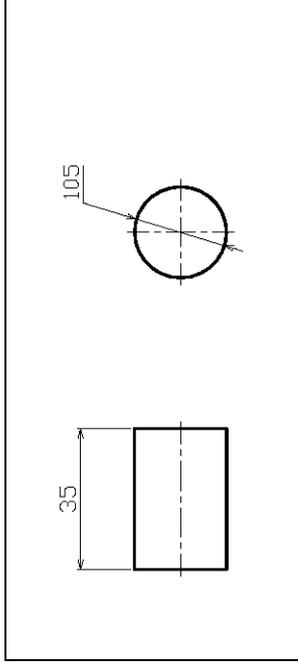


Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
4 ▽▽	CILINDRAR D= 100 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	
5 ▽	CILINDRAR D= 41 mm L= 20 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	
6 ▽▽	CILINDRAR D= 40 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	

HOJA DE PROCESO No. 10.3

**DIMENSIONES
DE LA MATERIA
PRIMA**

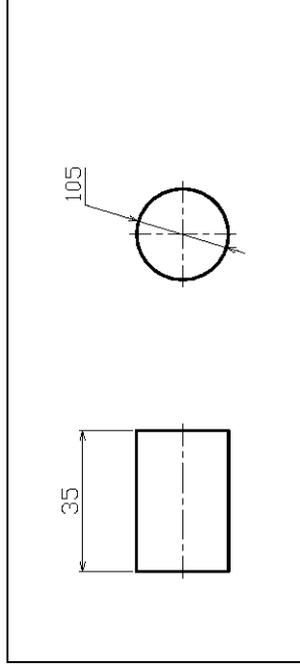
CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR
 SUBCONJUNTO: BRIDA
 MATERIAL: ACERO 1020 C.R.
 DEMANDA: 1 PIEZA



Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
7 ▽	GIRAR LA PIEZA 180° Y CILINDRAR D= 73 mm L= 5 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	
8 ▽▽	CILINDRAR D= 72 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	
9 ▽	GIRAR LA PIEZA 180° Y BARRENAR L= 20 mm	TORNO	BROCA 1 3/16"	CHUCK Y BROQUERO	ACEITE SOLUBLE	

HOJA DE PROCESO No. 10.4

**DIMENSIONES
DE LA MATERIA
PRIMA**



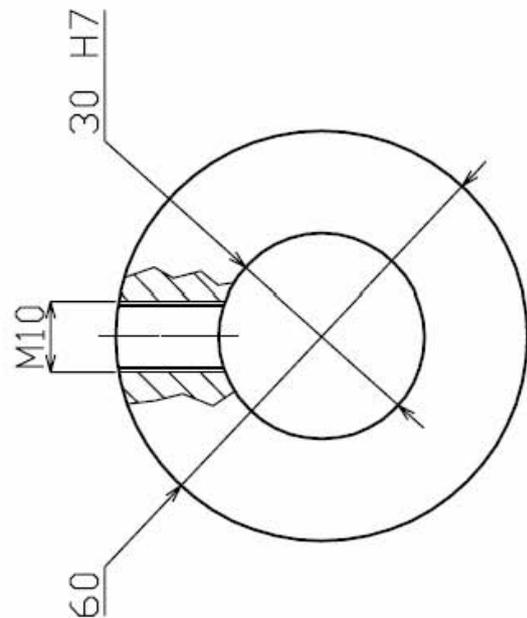
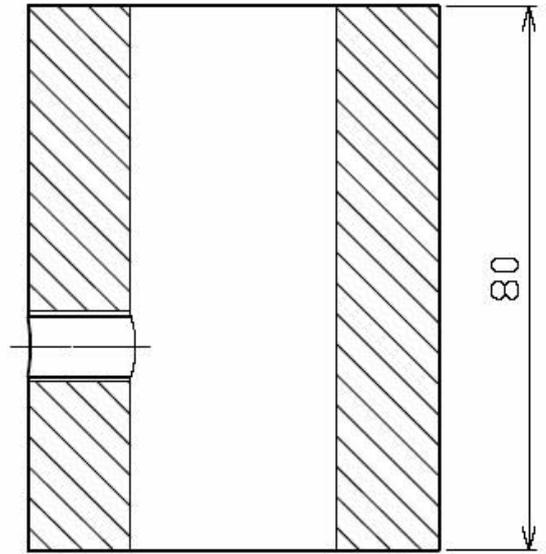
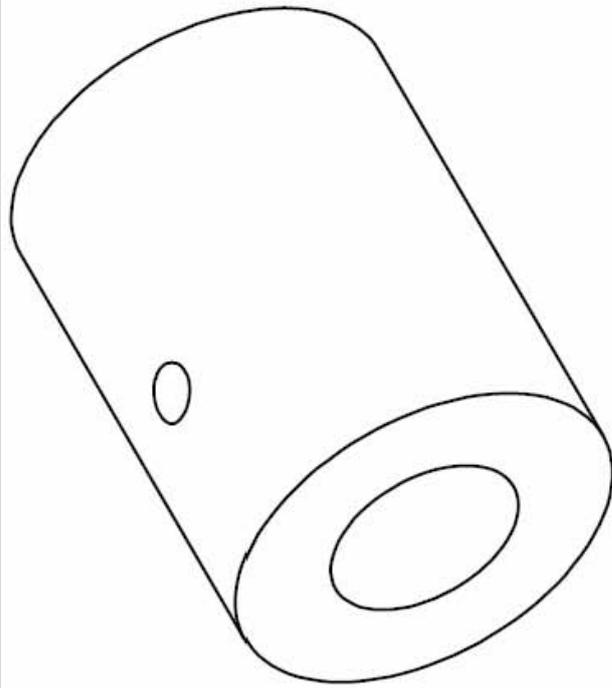
CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR

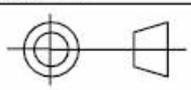
SUBCONJUNTO: BRIDA

MATERIAL: ACERO 1020 C.R.

DEMANDA: 1 PIEZA

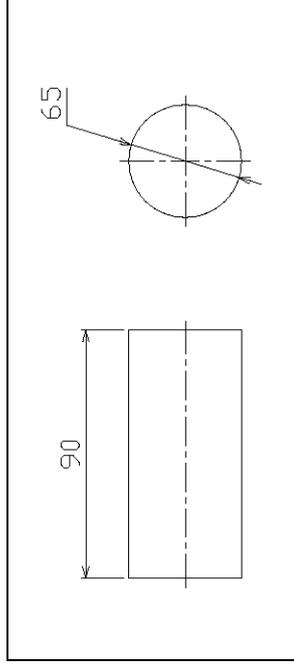
Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
10	ROSCAR EL BARRENO HECHO	TORNO	MACHUELO M30	CHUCK Y BROQUERO	ACEITE SOLUBLE	



ESC. 1:1	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm	CILINDRO PARA CONTRAPUNTO		Rev.:F.D.C.R.
	MAT:ACERO 1020 C.R.		No. : 316

HOJA DE PROCESO No. 11.1

**DIMENSIONES DE
LA MATERIA PRIMA**



CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR
 SUBCONJUNTO: CILINDRO PARA CONTRAPUNTO
 MATERIAL: ACERO 1020 C.R.
 DEMANDA: 1 PIEZA

Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
1 ▽	REFRENTAR	TORNO	BURIL	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	
2 ▽▽	GIRAR LA PIEZA 180° Y REFRENTAR	TORNO	BURIL	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	
3 ▽	CILINDRAR D= 61 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	

HOJA DE PROCESO No. 11.2

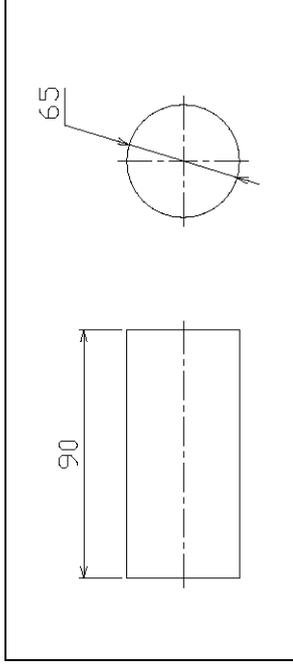
**DIMENSIONES DE
LA MATERIA PRIMA**

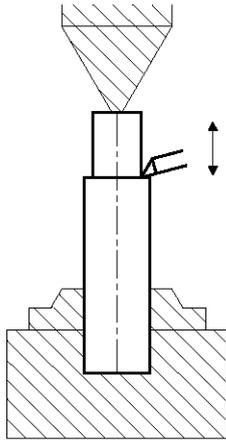
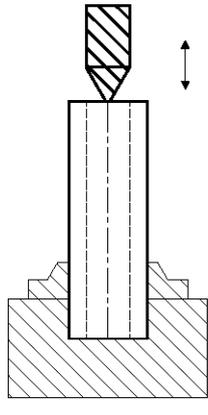
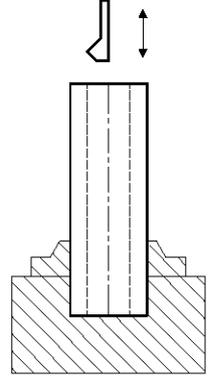
CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR

SUBCONJUNTO: CILINDRO PARA CONTRAPUNTO

MATERIAL: ACERO 1020 C.R.

DEMANDA: 1 PIEZA



Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
4 ▽▽	CILINDRAR D= 60 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	
5 ▽	TALADRAR	TORNO	BROCA 1"	CHUCK Y BROQUERO	ACEITE SOLUBLE	
6 ▽▽	CILINDRAR INTERNO D= 30 mm	TORNO	BURIL PARA INTERIORES	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	

HOJA DE PROCESO No. 11.3

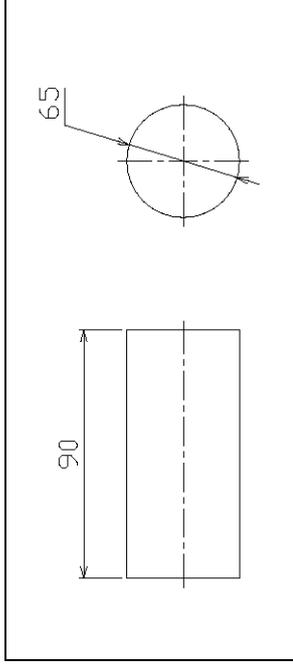
**DIMENSIONES DE
LA MATERIA PRIMA**

CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR

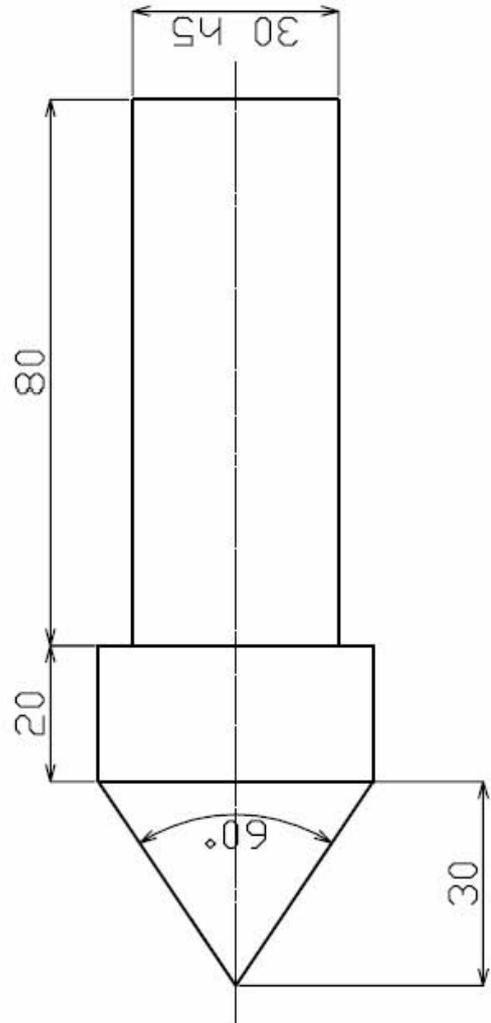
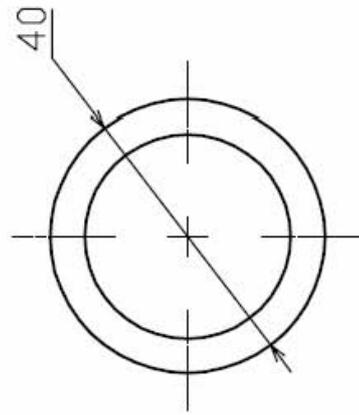
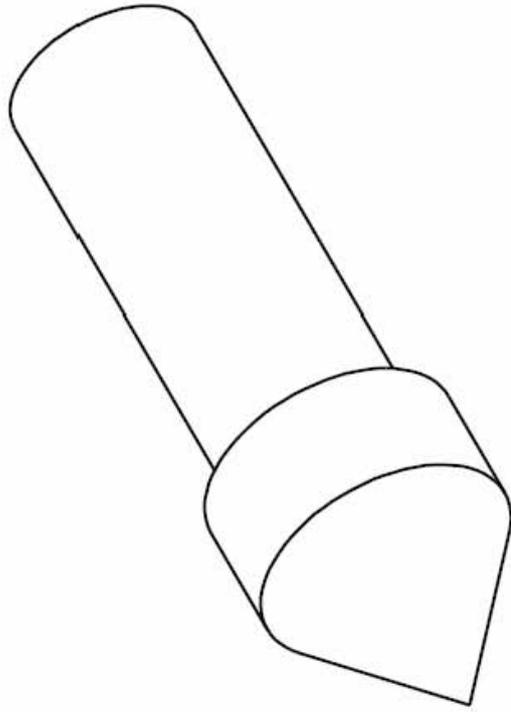
SUBCONJUNTO: CILINDRO PARA CONTRAPUNTO

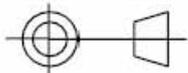
MATERIAL: ACERO 1020 C.R.

DEMANDA: 1 PIEZA



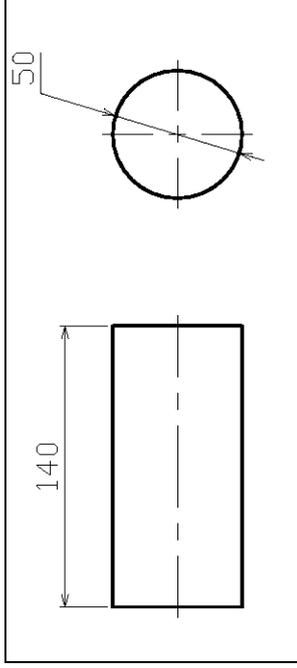
Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS No.
7 ▽	BARRENAR L= 10 mm	TALADRO DE COLUMNNA	BROCA DE 10 mm	PRENSA	ACEITE SOLUBLE	<p>A sketch showing a drilling press setup. A drill bit is positioned to drill into a workpiece held in a wooden support labeled 'CALZA DE MADERA'. A vertical arrow indicates the direction of the drill bit's movement.</p>
8	ROSCAR	MANUAL	MACHUELO M10	PRENSA Y MANERAL PARA MACHUELO	ACEITE SOLUBLE	<p>A sketch showing a manual threading press setup. A workpiece is held in a wooden support labeled 'CALZA DE MADERA'. A threading tool is being used to create threads in the workpiece. A vertical arrow indicates the direction of the tool's movement.</p>



ESC. 1:1	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm	CONTRAPUNTO		Rev.:F.D.C.R.
	MAT:ACERO 1020 C.R.		No. : 3.17

HOJA DE PROCESO No. 12.1

**DIMENSIONES
DE LA MATERIA
PRIMA**



CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR
 SUBCONJUNTO: CONTRAPUNTO
 MATERIAL: ACERO 1020 C.R.
 DEMANDA: 1 PIEZA

Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS No.
1 ▽	REFRENTAR	TORNO	BURIL	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	
2 ▽	CILINDRAR D= 41 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	
3 ▽▽	CILINDRAR D= 40 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	

HOJA DE PROCESO No. 12.2

**DIMENSIONES
DE LA MATERIA**

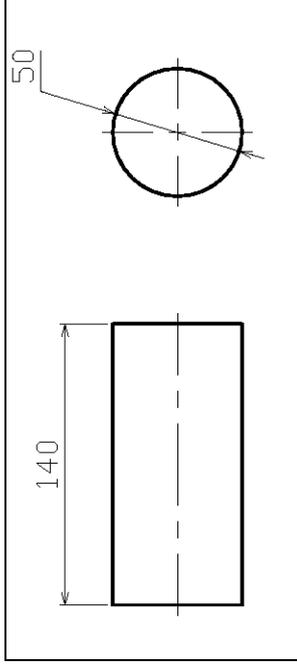
CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR

SUBCONJUNTO: CONTRAPUNTO

PRIMA

MATERIAL: ACERO 1020 C.R.

DEMANDA: 1 PIEZA



Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
4 ▽	CILINDRAR D= 31 mm L= 80 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	
5 ▽▽	CILINDRAR D= 30 mm L= 80 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	
6	CORTAR L = 150 mm	TORNO	BURIL PARA TROZADO	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	

HOJA DE PROCESO No. 12.3

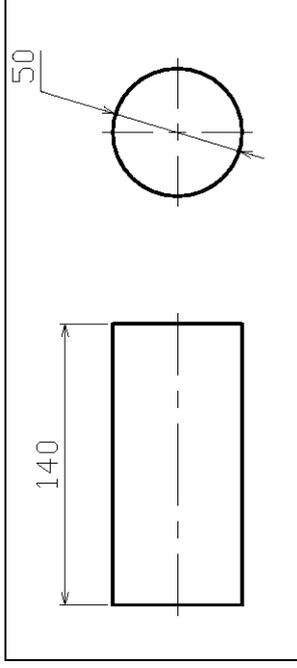
**DIMENSIONES
DE LA MATERIA**

CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR

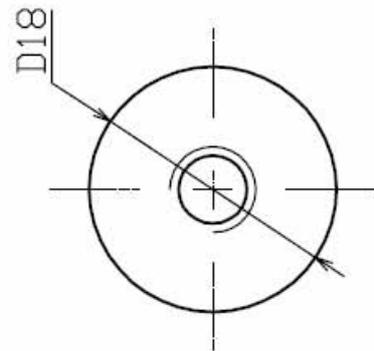
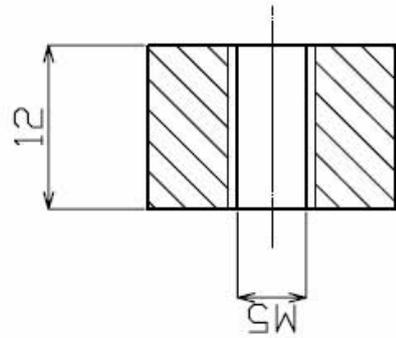
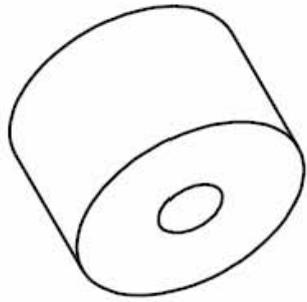
SUBCONJUNTO: CONTRAPUNTO

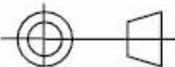
MATERIAL: ACERO 1020 C.R.

DEMANDA: 1 PIEZA



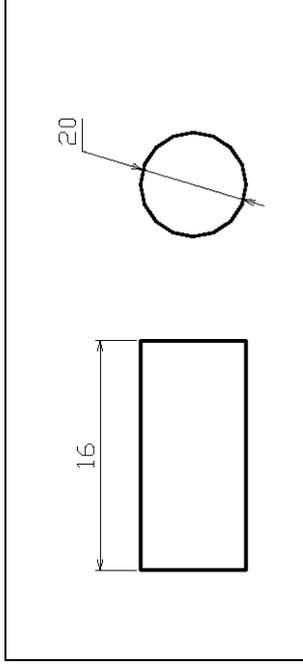
Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
7 ▽	GIRAR LA PIEZA 180° Y REFRENTAR	TORNO	BURIL	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	
8 ▽	CILINDRARO CONICO < 60°	TORNO	BURIL	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	
9 ▽▽	CILINDRARO CONICO < 60°	TORNO	BURIL	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	



ESC. 2:1	F.E.S. CUAUTITLAN	19-02-06	ADRIAN R. R.
Acot: mm	SUJETADOR		Rev.:F.D.C.R.
	MAT:ACERO 4140		No. : 3.19

HOJA DE PROCESO No. 13.1

**DIMENSIONES
DE LA MATERIA
PRIMA**



CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR

SUBCONJUNTO: SUJETADOR

MATERIAL: ACERO 4140

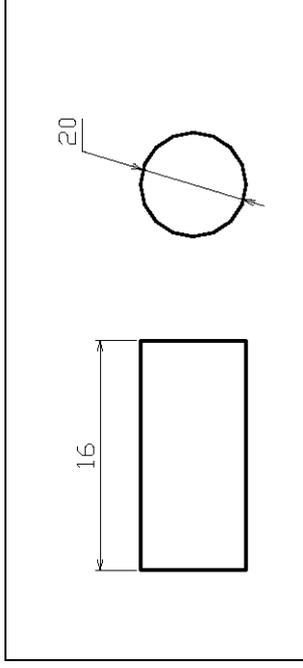
DEMANDA: 1 PIEZA

Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
1 ▽	REFRENTAR 2 mm	TORNO	BURIL	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	
2 ▽	GIRAR LA PIEZA 180° Y REFRENTAR 2 mm	TORNO	BURIL	CHUCK	ACEITE SOLUBLE	
4 ▽	CILINDRAR D= 19 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	

HOJA DE PROCESO No. 13.2

**DIMENSIONES
DE LA MATERIA
PRIMA**

CONJUNTO: CABEZAL DIVISOR
 SUBCONJUNTO: SUJETADOR
 MATERIAL: ACERO 4140
 DEMANDA: 1 PIEZA



Op. #	OPERACIÓN	MAQUINA	HERRAMIENTA	DISPOSITIVO	LUB.	CROQUIS
4 ▽▽	CILINDRAR D= 18 mm	TORNO	BURIL	CHUCK Y CONTRAPUNTO	ACEITE SOLUBLE	
5 ▽	BARRENAR	TORNO	BROCA 5 mm	CHUCK Y BROQUERO	ACEITE SOLUBLE	
6	ROSCAR EL BARRENO HECHO	TORNO	MACHUELO M5	CHUCK Y BROQUERO	ACEITE SOLUBLE	

CONCLUSIONES

Después del trabajo realizado, se pueden establecer las conclusiones siguientes:

- 1.- En la industria actual existen una amplia variedad de máquinas herramientas tales como: tornos, fresadoras, taladros fresadores, etc.. Que son indispensables en la fabricación de otras máquinas y dispositivos.
- 2.- El cabezal divisor diseñado cumplirá con las necesidades requeridas para el maquinado mediante los taladros fresadores, siempre y cuando sean piezas pequeñas.
- 3.- El diseño de este dispositivo es sencillo, pero podrá realizar divisiones que incluyen 2, 3, 4, 6, 8, 12, 24; gracias al disco divisor; además, el mecanismo de división es muy simple ya que el eje principal está unido al check donde se sujeta la pieza a maquinar.
- 4.- La fabricación del cabezal divisor puede realizarse en el laboratorio de manufactura (una vez que se resuelvan los problemas técnicos existentes actualmente) pues cuenta con herramientas y maquinaria adecuada para llevar a cabo su fabricación.
- 5.- El dispositivo fue diseñado para ser usado en un taladro fresador, pero también puede ser empleado en las otras fresadoras existentes en el laboratorio de manufactura.

BIBLIOGRAFÍA

1. Diseño de herramental
Díaz del Castillo Rodríguez Felipe
FES Cuautitlán, México 2004.
2. Fundamentos de Manufactura Moderna.
Mikell P. Groover.
Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, México 1977
3. Ingeniería de Manufactura.
Daniel T. Koenig.
Editorial Publicaciones Marcombo, México 1990.
4. Diseño de Elementos de Maquinas.
Robert L. Mott.
Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, México 1992.
5. Diseño de Maquinas.
Walter J. Michels, Charles E. Wilson.
Editorial Continental, México 1987.
6. Dibujo y Diseño de Ingeniería.
Cecil Jensen.
Editorial Mc Graw Hill, México 2002
7. Fundamentos de Dibujo en Ingeniería.
Warren J. Luzzader.
Editorial Continental, México 1985.
8. Diseño en Ingeniería Mecánica.
Joseph Edgard Shigley.
Editorial Mc Graw Hill, México 1979.
9. El Diseño Mecánico.
Antonio Serrano Nicolás.
Editorial Mira Editores, España 1999.
10. Maquinas Herramientas y Manejo de Materiales.
Herman P. Pollack
Editorial Prentice Hall Internacional, Colombia 1982.
11. Fabricación de hierro, aceros y fundiciones.
José Apraxia Barrera.
Editorial URMO, España 1984.

APENDICE A

Tabla A1.- Ajustes recomendados para ensambles árbol- agujero

				AJUSTES DE USO CORRIENTE					
				Ejes	H6	H7	H8	H9	H11
Piezas móviles una en relación a la otra	<i>Piezas cuyo funcionamiento requiere de mucho juego (dilatación, mala alineación, apoyos muy largos, etc)</i>			c				9	11
				d				9	11
	<i>Caso corriente de piezas que giran o deslizan sobre un casquillo o cojinete (Engrase correcto asegurado)</i>			e		7	8	9	
				f	6	6-7	7		
<i>Piezas con guiado preciso para movimientos de poca amplitud</i>			g	5	6				
Piezas fijas Una en relación a la otra	<i>Posibilidad de montaje y desmontaje sin deteriorar las piezas</i>	<i>El acoplamiento no puede transmitir esfuerzos</i>	<i>Es posible el montaje a mano</i>	h	5	6	7	8	
			<i>Montaje con mazo de madera</i>	js	5	6			
		k		5					
		m			6				
	<i>Imposibilidad de desmontar sin deteriorar las piezas</i>	<i>El acoplamiento puede transmitir esfuerzos</i>	<i>Montaje con prensa</i>	p		6			
			<i>Montaje con prensa o por dilatación (comprobar que las dilataciones a que se somete el metal no rebasan el límite elástico)</i>	s			7		
				u			7		
			x			7			

APENDICE B

Tabla A2.- Tolerancias para agujeros en μm (micrómetros)

AGUJERO S	Hasta 3 includ o	3 a 6 includ o	6 a 10	10 a 18	18 a 30	30 a 50	50 a 80	80 a 120	120 a 180	180 a 250	250 a 315	315 a 400	400 a 500
D 10	+ 60 + 20	+ 78 + 30	+ 98 + 40	+120 + 50	+ 149 + 65	+ 180 + 80	+ 220 + 20	+ 260 + 120	+ 305 + 145	+ 355 + 170	+ 400 + 190	+ 440 + 210	+ 480 + 230
F 7	+ 16 + 6	+ 22 + 10	+ 28 + 13	+ 34 + 16	+ 41 + 20	+ 50 + 25	+ 60 + 30	+ 71 + 36	+ 83 + 43	+ 96 + 50	+ 108 + 56	+ 119 + 62	+ 131 + 68
G 6	+ 8 + 2	+ 12 + 4	+ 14 + 5	+ 17 + 6	+ 20 + 7	+ 25 + 9	+ 29 + 10	+ 34 + 12	+ 39 + 14	+ 44 + 15	+ 49 + 17	+ 54 + 18	+ 60 + 20
H 6	+ 6 + 0	+ 8 0	+ 9 0	+ 11 0	+ 13 0	+ 16 0	+ 19 0	+ 22 0	+ 25 0	+ 29 0	+ 32 0	+ 36 0	+ 40 0
H 7	+ 40 + 0	+ 12 0	+ 15 0	+ 18 0	+ 21 0	+ 25 0	+ 30 0	+ 35 0	+ 40 0	+ 46 0	+ 52 0	+ 57 0	+ 97 0
H 8	+ 14 + 0	+ 18 0	+ 22 0	+ 27 0	+ 33 0	+ 39 0	+ 46 0	+ 54 0	+ 63 0	+ 72 0	+ 81 0	+ 89 0	+ 97 0
H 9	+ 25 0	+ 30 0	+ 36 0	+ 43 0	+ 52 0	+ 62 0	+ 74 0	+ 87 0	+ 100 0	+ 115 0	+ 130 0	+ 140 0	+ 155 0
H 10	+ 40 0	+ 48 0	+ 58 0	+ 70 0	+ 84 0	+ 100 0	+ 120 0	+ 140 0	+ 160 0	+ 185 0	+ 210 0	+ 230 0	+ 250 0
H 11	+ 60 0	+ 75 0	+ 90 0	+ 110 0	+ 130 0	+ 160 0	+ 190 0	+ 210 0	+ 250 0	+ 290 0	+ 320 0	+ 360 0	+ 400 0
H 12	+ 100 0	+ 120 0	+ 150 0	+ 180 0	+ 210 0	+ 250 0	+ 300 0	+ 350 0	+ 400 0	+ 460 0	+ 520 0	+ 570 0	+ 630 0
H 13	+ 140 0	+ 180 0	+ 220 0	+ 270 0	+ 330 0	+ 390 0	+ 460 0	+ 540 0	+ 630 0	+ 720 0	+ 810 0	+ 890 0	+ 970 0
J 7	+ 4 - 6	+ 6 - 6	+ 8 - 7	+ 10 - 8	+ 12 - 9	+ 14 - 11	+ 18 - 12	+ 22 - 13	+ 26 - 14	+ 30 - 16	+ 36 - 16	+ 39 - 18	+ 43 - 20
K 6	0 - 6	+ 2 - 6	+ 2 - 7	+ 2 - 9	+ 2 - 11	+ 3 - 13	+ 4 - 15	+ 4 - 18	+ 4 - 21	+ 5 - 24	+ 5 - 27	+ 7 - 29	+ 8 - 32
K 7	0 - 10	+ 3 - 9	+ 5 - 10	+ 6 - 12	+ 6 - 15	+ 7 - 18	+ 9 - 21	+ 10 - 25	+ 12 - 28	+ 13 - 33	+ 16 - 36	+ 17 - 40	+ 18 - 45
M 7	- 2 - 12	0 - 12	0 - 15	0 - 18	0 - 21	0 - 25	0 - 30	0 - 35	0 - 40	0 - 46	0 - 52	0 - 57	0 - 63
N 7	- 4 - 14	- 4 - 16	- 4 - 19	- 5 - 23	- 7 - 28	- 8 - 33	- 9 - 39	- 10 - 45	- 12 - 52	- 14 - 60	- 14 - 66	- 16 - 73	- 17 - 80
N 9	- 4 - 29	- 0 - 30	- 0 - 36	0 - 43	0 - 52	0 - 62	0 - 74	0 - 87	0 - 100	0 - 115	0 - 130	0 - 140	0 - 155
P 6	- 6 - 12	- 9 - 17	- 12 - 21	- 15 - 26	- 18 - 31	- 21 - 37	- 26 - 45	- 30 - 52	- 36 - 61	- 41 - 70	- 47 - 79	- 51 - 87	- 55 - 95
P 7	- 6 - 18	- 8 - 20	- 9 - 24	- 11 - 29	- 14 - 29	- 17 - 42	- 21 - 51	- 24 - 59	- 28 - 68	- 33 - 79	- 36 - 88	- 41 - 98	- 45 - 108
P 9	- 9 - 31	- 12 - 42	- 15 - 51	- 18 - 61	- 22 - 74	- 26 - 88	- 32 - 106	- 37 - 124	- 43 - 143	- 50 - 165	- 56 - 186	- 62 - 202	- 68 - 223

APENDICE C

Tabla A3.- Tolerancias para árboles o ejes en μm (micrometros)

EJES	Hasta 3 incluido	3 a 6 incluido	6 a 10	10 a 18	18 a 30	30 a 50	50 a 80	80 a 120	120 a 180	180 a 250	250 a 315	315 a 400	400 a 500
a 10	- 270 - 330	- 270 - 345	- 280 - 370	- 290 - 400	- 300 - 430	- 320 - 470	- 360 - 530	- 410 - 600	- 580 - 710	- 820 - 950	- 1050 - 1240	- 1350 - 1560	- 1650 - 1900
c 11	- 60 - 120	- 70 - 145	- 80 - 170	- 95 - 205	- 110 - 240	- 130 - 280	- 150 - 330	- 180 + 390	- 230 - 450	- 280 - 530	- 330 - 620	- 400 - 720	- 480 - 840
d 9	- 20 - 45	- 30 - 60	- 40 - 75	- 50 - 93	- 65 - 117	- 80 - 142	- 100 - 174	- 120 - 207	- 145 - 245	- 170 - 285	- 190 - 320	- 210 - 350	- 230 - 385
d 10	- 20 - 60	- 30 - 78	- 40 - 98	- 50 - 120	- 65 - 149	- 80 - 180	- 100 - 200	- 120 - 250	- 145 - 305	- 170 - 355	- 190 - 400	- 210 - 440	- 230 - 480
d 11	- 20 - 80	- 30 - 105	- 40 - 130	- 50 - 160	- 65 - 195	- 80 - 240	- 100 - 290	- 120 - 340	- 145 - 395	- 170 - 460	- 190 - 510	- 210 - 570	- 230 - 630
e 7	- 14 - 24	- 20 - 32	- 25 - 40	- 32 - 50	- 40 - 61	- 50 - 75	- 60 - 90	- 72 - 107	- 85 - 125	- 100 - 146	- 110 - 162	- 125 - 182	- 135 - 198
e 8	- 14 - 28	- 20 - 38	- 25 - 47	- 32 - 59	- 40 - 73	- 50 - 89	- 60 - 106	- 72 - 126	- 85 - 148	- 100 - 172	- 110 - 191	- 125 - 214	- 135 - 232
e 9	- 14 - 39	- 20 - 50	- 25 - 61	- 32 - 75	- 40 - 92	- 50 - 112	- 60 - 134	- 72 - 159	- 85 - 185	- 100 - 215	- 110 - 240	- 125 - 265	- 135 - 290
f 6	- 6 - 12	- 10 - 18	- 13 - 22	- 16 - 27	- 20 - 33	- 25 - 41	- 30 - 49	- 36 - 58	- 43 - 68	- 50 - 79	- 56 - 88	- 62 - 98	- 68 - 108
f 7	- 6 - 16	- 10 - 22	- 13 - 28	- 16 - 34	- 20 - 41	- 25 - 50	- 30 - 60	- 36 - 71	- 43 - 83	- 50 - 96	- 56 - 106	- 62 - 119	- 68 - 131
f 8	- 6 - 20	- 10 - 28	- 13 - 35	- 16 - 43	- 20 - 53	- 25 - 64	- 30 - 76	- 36 - 90	- 43 - 106	- 50 - 122	- 56 - 137	- 62 - 151	- 68 - 165
g 5	- 2 - 6	- 4 - 9	- 5 - 11	- 6 - 14	- 7 - 16	- 9 - 20	- 10 - 23	- 12 - 27	- 14 - 32	- 15 - 35	- 17 - 40	- 18 - 43	- 20 - 47
g 6	- 2 - 8	- 4 - 12	- 5 - 14	- 6 - 17	- 7 - 20	- 9 - 25	- 10 - 29	- 12 - 34	- 14 - 39	- 15 - 44	- 17 - 49	- 18 - 54	- 20 - 60
h 5	0 - 4	0 - 5	0 - 6	0 - 8	0 - 9	0 - 11	0 - 13	0 - 15	0 - 18	0 - 20	0 - 23	0 - 25	0 - 27
h 6	0 - 6	0 - 8	0 - 9	0 - 11	0 - 13	0 - 16	0 - 19	0 - 22	0 - 25	0 - 29	0 - 32	0 - 36	0 - 40
h 7	0 - 10	0 - 12	0 - 15	0 - 18	0 - 21	0 - 25	0 - 30	0 - 35	0 - 40	0 - 46	0 - 52	0 - 57	0 - 63
h 8	0 - 14	0 - 18	0 - 22	0 - 27	0 - 33	0 - 39	0 - 46	0 - 54	0 - 63	0 - 72	0 - 81	0 - 89	0 - 97
h 9	0 - 25	0 - 30	0 - 36	0 - 43	0 - 52	0 - 62	0 - 74	0 - 87	0 - 100	0 - 115	0 - 130	0 - 140	0 - 155
h 10	0 - 40	0 - 48	0 - 58	0 - 70	0 - 84	0 - 100	0 - 120	0 - 140	0 - 160	0 - 185	0 - 210	0 - 230	0 - 250
h 11	0 - 60	0 - 75	0 - 90	0 - 110	0 - 130	0 - 160	0 - 190	0 - 220	0 - 250	0 - 290	0 - 320	0 - 360	0 - 440
h 13	0 - 140	0 - 180	0 - 220	0 - 270	0 - 330	0 - 390	0 - 460	0 - 540	0 - 630	0 - 720	0 - 810	0 - 890	0 - 970
j 6	+ 4 - 2	+ 6 - 2	+ 7 - 2	+ 8 - 3	+ 9 - 4	+ 11 - 5	+ 12 - 7	+ 13 - 9	+ 14 - 11	+ 16 - 13	+ 16 - 16	+ 18 - 18	+ 20 - 20
js 5	+ 2 - 2	+ 2.5 - 2.5	+ 3 - 3	+ 4 - 4	+ 4.5 - 4.5	+ 5.5 - 5.5	+ 6.5 - 6.5	+ 7.5 - 7.5	+ 9 - 9	+ 10 - 10	+ 11.5 - 11.5	+ 12.5 - 12.5	+ 13.5 - 13.5
js 6	+ 3 - 3	+ 4 - 4	+ 4.5 - 4.5	+ 5.5 - 5.5	+ 6.5 - 6.5	+ 8 - 8	+ 9.5 - 9.5	+ 11 - 11	+ 12.5 - 12.5	+ 14.5 - 14.5	+ 16 - 16	+ 18 - 18	+ 20 - 20
js 9	+ 12 - 12	+ 15 - 15	+ 18 - 18	+ 21 - 21	+ 26 - 26	+ 31 - 31	+ 37 - 37	+ 43 - 43	+ 50 - 50	+ 57 - 57	+ 65 - 65	+ 70 - 70	+ 77 - 77
js 11	+ 30 - 30	+ 37 - 37	+ 45 - 45	+ 55 - 55	+ 65 - 65	+ 80 - 80	+ 95 - 95	+ 110 - 110	+ 125 - 125	+ 145 - 145	+ 160 - 160	+ 180 - 180	+ 200 - 200
k 5	+ 4 0	+ 6 + 1	+ 7 + 1	+ 9 + 1	+ 11 + 2	+ 13 + 2	+ 15 + 2	+ 18 + 3	+ 21 + 3	+ 24 + 4	+ 27 + 4	+ 29 + 4	+ 32 + 5
k 6	+ 6 0	+ 9 + 1	+ 10 + 1	+ 12 + 1	+ 15 + 2	+ 18 + 2	+ 21 + 2	+ 25 + 3	+ 28 + 3	+ 33 + 4	+ 36 + 4	+ 40 + 4	+ 45 + 5
m 5	+ 6 + 2	+ 9 + 4	+ 12 + 6	+ 15 + 7	+ 17 + 8	+ 20 + 9	+ 24 + 11	+ 28 + 13	+ 33 + 15	+ 37 + 17	+ 43 + 20	+ 46 + 21	+ 50 + 23
m 6	+ 8 + 2	+ 12 + 4	+ 15 + 6	+ 18 + 7	+ 21 + 8	+ 25 + 9	+ 30 + 11	+ 35 + 13	+ 40 + 15	+ 46 + 17	+ 52 + 20	+ 57 + 21	+ 63 + 23
n 6	+ 10 + 4	+ 16 + 8	+ 19 + 10	+ 23 + 12	+ 28 + 15	+ 33 + 17	+ 39 + 20	+ 45 + 23	+ 52 + 27	+ 60 + 31	+ 66 + 34	+ 73 + 37	+ 80 + 40
p 6	+ 12 + 6	+ 20 + 12	+ 24 + 15	+ 29 + 18	+ 35 + 22	+ 42 + 26	+ 51 + 32	+ 59 + 37	+ 68 + 43	+ 79 + 50	+ 88 + 56	+ 98 + 62	+ 108 + 68