

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES  
DE MONTERREY**

**CAMPUS ESTADO DE MEXICO**

División de Graduados e Investigación

Dirección de Maestrías en Ingeniería

**BIBLIOTECA**



**DISEÑO DEL DISPOSITIVO DE SUJECION DEL CONO  
ISO 40 EN SU FASE DE FABRICACION EN EL  
CENTRO DE MAQUINADO**

**TESIS QUE PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN  
SISTEMAS DE MANUFACTURA**

PRESENTA

**MONICA MONTAÑO MERCADO**

ASESOR: DR. JAROMIR ZELENY

COMITE DE TESIS: DR. PEDRO LUIS GRASA SOLER  
M. C. IGNACIO ADRIAN ROMERO

JURADO: DR. PEDRO LUIS GRASA SOLER PRESIDENTE  
DR. JAROMIR ZELENY SECRETARIO  
M. C. IGNACIO ADRIAN ROMERO VOCAL

ATIZAPAN DE ZARAGOZA, MEXICO, JULIO DE 1995

## INDICE

<b>CAPÍTULO I DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes.	1
1.2. Descripción del laboratorio de C.N.	3
1.2.1. Distribución de la planta.	4
1.3. Determinación del problema.	8
1.3.1 Características que debe cumplir el dispositivo.	8
<b>CAPÍTULO II CONSIDERACIONES GENERALES.</b>	<b>9</b>
2.1. Importancia de los dispositivos en la manufactura.	9
2.2. Análisis y clasificación de las geometrías básicas obtenidas por maquinado.	11
2.2.1. Las superficies de las piezas.	11
<b>CAPÍTULO III TEORÍA DE LA SUJECIÓN.</b>	<b>14</b>
3.1. Teoría de la sujeción.	14
3.2. Teoría del isostatismo.	16
3.2.1. Grado de libertad.	16
3.2.2. Posicionamiento.	16
3.2.3. Punto de contacto o contacto puntual.	18
3.2.4. Transformaciones geométricas.	18
3.2.5. Normal de localización.	20
3.2.6 Aplicación de las transformaciones geométricas a los sólidos básicos.	22
3.2.7. Inmovilización.	27
<b>CAPÍTULO IV PRINCIPIOS GENERALES PARA EL DISEÑO DE UN DISPOSITIVO DE SUJECIÓN.</b>	<b>29</b>
4.1. Principios de proyección de un dispositivo de sujeción.	29
4.1.1. El dispositivo debe permitir obtener la precisión especificada.	29
4.1.2. Se debe simplificar el trabajo.	31
4.1.3. La seguridad.	34
4.2. Posición de las piezas en el montaje.	34
4.3. Organización de los datos necesarios para el estudio de un dispositivo de sujeción.	35
4.4. El problema de la sujeción.	37
4.4.1. Relación con la máquina.	37
4.4.2. Relación con la herramienta.	38
4.4.3. Relación con la pieza.	38
4.4.4. Relación con el operario.	38
4.5. Acciones de las herramientas sobre las piezas.	39
4.5.1. Caso del fresado.	39
4.5.2. Caso del taladro.	44
4.5.3. Caso del torneado y cepillado.	46
4.6. Fijación o inmovilización de la pieza.	49
4.6.1. Localización de los puntos de apriete.	50
4.6.2. Fijación por medio de tornillos.	51
4.6.3. Cálculo de los parámetros de corte.	53

<b>CAPÍTULO V MEMORIA DE CÁLCULO.</b>	<b>61</b>
<b>5.1. Diagrama isostático.</b>	<b>65</b>
<b>5.2. Análisis de fabricación.</b>	<b>66</b>
<b>5.3. Análisis de fase.</b>	<b>74</b>
<b>5.4. Costos de fabricación.</b>	<b>84</b>
<b>5.5. Esfuerzos de corte.</b>	<b>86</b>
<b>5.6. Fuerzas necesarias para la sujeción del cono.</b>	<b>88</b>
5.6.1. Fuerzas durante el fresado.	88
5.6.2. Cálculo de las fuerzas de apriete.	89
<b>5.7. Solución propuesta.</b>	<b>92</b>
5.7.1. Principio de funcionamiento.	92
<b>5.8. Cálculo de elementos por resistencia.</b>	<b>93</b>
<b>CONCLUSIONES.</b>	
<b>APÉNDICE.</b>	
<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	

## NOMENCLATURA

<b>F<sub>c</sub></b>	Fuerza de corte.
<b>S</b>	Sección de viruta.
<b>e</b>	Espesor de viruta.
<b>b</b>	Ancho del fresado.
<b>a<sub>z</sub></b>	Avance por diente de la fresa.
<b>P</b>	Profundidad de corte/Presión de contacto admisible/Presión.
<b>D</b>	Diámetro.
<b>R</b>	Resistencia a la ruptura por compresión.
<b>F<sub>r</sub></b>	Fuerza radial.
<b>F<sub>v</sub></b>	Fuerza de levantamiento.
<b>F<sub>H</sub></b>	Fuerza de empuje.
<b>a</b>	Avance por revolución de la broca
<b>M</b>	Momento
<b>F<sub>a</sub></b>	Fuerza de empuje vertical/Fuerza debida al avance.
<b>M<sub>c</sub></b>	Movimiento de corte.
<b>M<sub>a</sub></b>	Movimiento de avance.
<b>M<sub>p</sub></b>	Movimiento de penetración.
<b>F<sub>p</sub></b>	Fuerza de penetración.
<b>d<sub>n</sub></b>	Diámetro del núcleo.
<b>T</b>	Fuerza necesaria en el tornillo/Par que debe aplicar el motor.
<b>σ<sub>max</sub></b>	Esfuerzo de tensión o compresión.
<b>F.S.</b>	Factor de seguridad.
<b>l</b>	Longitud de agarre.
<b>p</b>	Paso de la rosca.
<b>d<sub>e</sub></b>	Diámetro exterior de contacto.
<b>d<sub>i</sub></b>	Diámetro interior de contacto.
<b>r<sub>m</sub></b>	Radio medio de contacto.
<b>d<sub>m</sub></b>	Diámetro medio de contacto.

$\alpha$	Angulo de la hélice media.
$tg\phi$	Coeficiente de frotamiento de los filetes.
<b>Vb</b>	Velocidad básica de corte.
<b>Vm</b>	Velocidad de corte modificada.
<b>K1</b>	Factor de tipo de operación.
<b>K2</b>	Factor de profundidad de corte.
<b>K3</b>	Factor de duración del filo.
<b>K4</b>	Factor por presencia de costras.
<b>K5</b>	Factor de refrigeración.
<b>n</b>	Revoluciones por minuto.
<b>Vp</b>	Velocidad práctica.
<b>Tc</b>	Tiempos de corte.
<b>Ftv</b>	Fuerza total vertical.
$\tau$	Esfuerzo cortante.
<b>Ftb</b>	Fuerza total que actúa sobre el buje.
<b>Ft</b>	Fuerza del birlo.

## INTRODUCCIÓN

En todos los tiempos la industria ha buscado la mejor optimización de sus recursos, con la finalidad última de obtener mayores ganancias. Para lograr esto ha debido mostrar interés al estudio de nuevas tecnologías y métodos que faciliten la optimización de sus recursos, tanto materiales como humanos.

Actualmente existen un sinnúmero de máquinas que ofrecen sistemas completos y que permiten la elaboración de cualquier pieza en tiempos muy cortos y con un número reducido de personal, sin embargo no todas las empresas pueden aún hacer uso de esta tecnología, por un lado debido al costo y por otro, por las características específicas de la sociedad de cada país.

Independientemente de que se pueda hacer la adquisición de tecnología avanzada, se deben de optimizar los recursos a través de una correcta planificación de la manufactura.

Actualmente existen técnicas que permiten organizar todas las actividades de manufactura con el fin de aprovechar mejor los medios para la manufactura, una de estas técnicas es la Tecnología de Grupos.

La idea básica detrás de la Tecnología de Grupos (GT), es la de descomponer un sistema de manufactura en subsistemas, los cuales son más fáciles de manejar que el sistema entero. La Tecnología de Grupos tiene las siguientes ventajas:

- . Reduce el tiempo del ciclo
- . Reduce el trabajo en proceso
- . Reduce las labores
- . Reduce el herramental utilizado
- . Reduce el retrabajo y el desperdicio de material
- . Reduce el tiempo de preparación

Reduce el tiempo de entrega

Incrementa las relaciones humanas

Reduce el trabajo en papel

Esta tecnología al igual que muchas otras permite hacer a una empresa más competitiva. Estas nuevas tecnologías pueden ser adoptadas por cualquier tipo de industria y lo que es más importante deben de ser enseñadas en todas las instituciones, para que finalmente se obtengan profesionistas que puedan mejorar las condiciones de cualquier empresa.

El Tecnológico conociendo las necesidades de la empresa mexicana, trata de aplicar estas nuevas tecnologías, en primer lugar dentro de la propia institución y posteriormente en la industria. Es aquí donde surge este proyecto de tesis, en donde haciendo uso de la Tecnología de Grupos se pretende hacer la producción de sujetadores de herramientas para la manufactura, cuya característica común es un cono ISO 40. Haciendo uso de esta característica común de cierto grupo de herramientas se desea aprovechar de la mejor manera el equipo que se tiene en esta institución. Actualmente se cuenta con una celda de manufactura, que esta integrada por un centro de maquinado, un torno de CN, 1 robot Cincinnati, dos robots IBM y 2 bandas transportadoras.

Haciendo un análisis se pudo observar que en el laboratorio de manufactura se pueden realizar estas herramientas, y lo que es mejor se pueden fabricar de forma automatizada. La finalidad de este proyecto de tesis es la de producir un dispositivo de sujeción automatizado para el centro de maquinado para la producción de sujetadores de herramientas. Para el diseño de este dispositivo se van a tomar como datos la característica común de esta familia tecnológica, es decir el cono morse (Cono ISO 40).

## **CAPITULO I**

---

### **DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.1.- Antecedentes.**

El reciente desarrollo revolucionario en herramientas, sujetador de herramientas e insertos para herramientas de fresado, taladrado, abocardado y torneado abren una nueva area de aplicación, para las más actuales tecnologías en máquinas de CNC. La geometría de nuevos tipos de herramientas y sujetadores de herramientas para insertos de corte, comúnmente involucran a una gran ilimitada variedad de superficies curvas e inclinadas, las cuales difícilmente pueden ser vistas en cualquier otro grupo tecnológico de piezas de trabajo.

El maquinado efectivo de estas superficies puede tomar lugar unicamente sobre torretas de tornos altamente flexibles CNC, centros de torneado y centros de maquinado multiejes para operaciones de fresado



Sujetadores de herramientas y herramientas son desarrollados actualmente como un sistema de bloques construido con un alto grado de intercambiabilidad y posibilidad para combinar y reagrupar elementos para configuraciones óptimas de herramientas para aplicaciones particulares. Esto representa una situación favorable para la aplicación de grupos tecnológicos aprovechado en la producción de sujetadores de herramienta y elementos de herramientas. Esta propuesta está basada en la utilización de una superficie estandar de sujeción de sujetadores y elementos de herramienta como bases tecnológicas para su producción automática y flexible.

El laboratorio de control numerico establecido en el departamento de "Sistemas de Manufactura" de la "División de Graduados e investigación" del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey- Campus Estado de Mexico, está equipado con máquinas actuales de CNC, robots y una máquina de medición de coordenadas. El análisis de los parametros tecnológicos de las máquinas instaladas han mostrado resultados favorables con respecto a las demandas anteriormente mencionadas de las tecnologías de herramientas. Dado que el equipo instalado puede evidentemente formar buenas bases para el desarrollo de una Celda Flexible de Manufactura para la Producción experimental automática de partes de herramientas, se aceptó el proyecto como base para la integración de la celda de manufactura.

La base tecnológica con la cual se decidió trabajar es la familia del cono ISO 40.

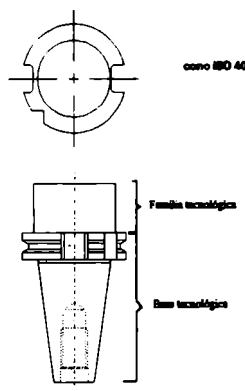


Fig. 1.1

## **1.2.- Descripción del Laboratorio de C.N.**

El laboratorio de control numérico actualmente se encuentra trabajando como un taller de maquinado, es por lo que uno de los objetivos es el de habilitar el laboratorio como una celda flexible, la cual quedará constituida por las sig. máquinas:

- \* 1 torno Graciani de CNC: 2 ejes controlados por CNC, tipo MAHO, 12 posiciones de la torreta con herramientas radiales y axiales para operaciones internas y externas de operaciones de torneado. Potencia del husillo de 15 KW. diámetro máximo de corte 150mm, longitud máxima de corte 600mm. Sujeción automática de partes en el chuck por aire a presión.
- \* 1 centro de maquinado multieje (5 ejes) con cambio de pallet.: Potencia del husillo 20 KW, rango de velocidad 20-6300 rev/min. Capacidad de trabajo; eje X (mesa longitudinal) 700mm, eje Y (mesa vertical) 500mm, eje Z (husillo transversal) 600mm. Cambiador de pallets par dos pallets. Medidas del pallet 630mm x 500mm.
- \* 1 robot Industrial T3-373 tipo CONCINNATI MILACRON. Sistema de coordenadas cilíndricas, rotación de la estructura 300grados, movimiento vertical 1500mm (entre 700 y 2200 mm), movimiento radial (horizontal) 1200mm. Diámetro de el giro del gripper 5000 mm. Carga máx. 50 kg.
- \* Máquina de medición de coordenadas. eje X (portal) 400 mm, eje Y 600 mm, eje Z 300 mm. Control manual de movimientos, asistencia computarizada para la evaluación de resultados.
- \* 2 robots industriales 7576 tipo IBM para operaciones de ensamble. Los robots son con una estructura tipo SCARA (Selective Compliance Assembly Arm) con dos movimientos circulares en el plano horizontal (dos ejes de rotación) y un movimiento vertical de traslación del brazo de trabajo. rotación alrededor del eje vertical (total

de 4 ejes NC). Longitud de rotación de los brazos son 500 y 500 mm, respectivamente. Movimiento vertical 250 mm.

- \* Bandas transportadoras horizontales de PVC. Ancho de la banda 400mm, longitud de transporte 4000mm. El equipo es del tipo "abierto-cerrado" y puede estar ligado a diferentes líneas o configuración rectangular y formar parte de un alto sistema de transporte.

#### **1.2.1 Distribución de la planta.**

La distribución actual de la planta se muestra en la figura 1.2. Como puede observarse la distribución no está planeada debido a que cuando se adquirieron las máquinas existentes, se desconocía por completo la aplicación que se les daría en un futuro.

Para la realización del proyecto (integración de una celda de manufactura para la fabricación de porta herramientas) será necesario la redistribución de algunos elementos, tales como las bandas.

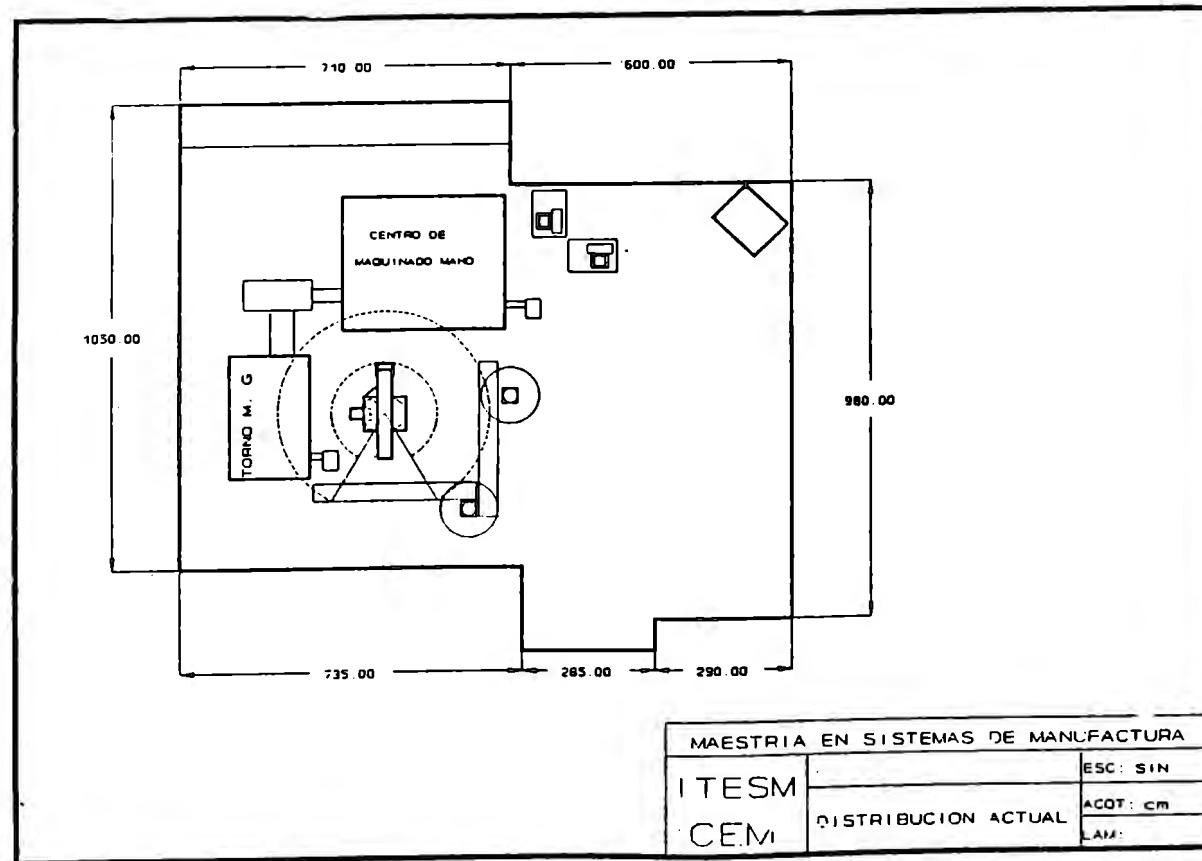


Fig 1.2

A partir del deseo de integrar este equipo para funcionar como una celda de manufactura y con la finalidad de realizarse en una forma más rápida, se separo el proyecto en 5 temas de tesis independientes. los cuales son:

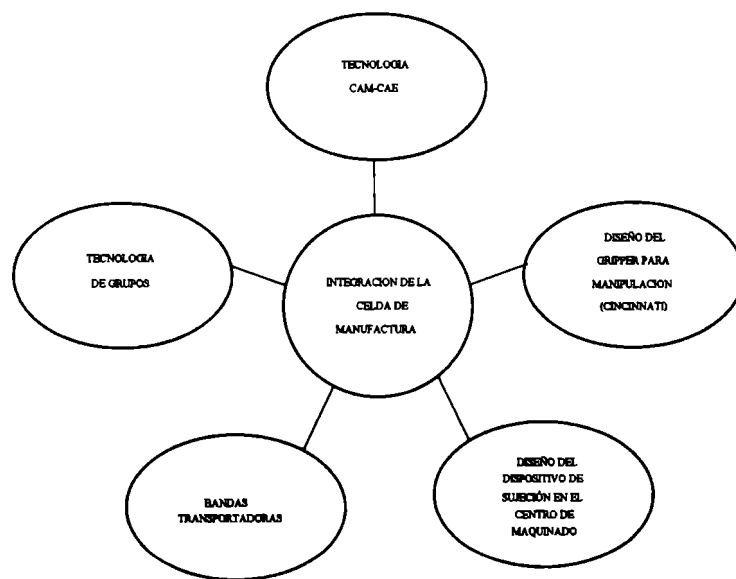


Fig. 1.3

De las cuales la tesis referente a las bandas transportadoras ha dado fin, mientras que en las restantes se está trabajando.

En la tesis de las bandas transportadoras se realizó el diseño de palletes capaces de transportar tanto a los conos ISO 40 como al material necesario para su fabricación, la redistribución de las bandas dentro de la celda de manufactura es la siguiente (Fig 1.4)

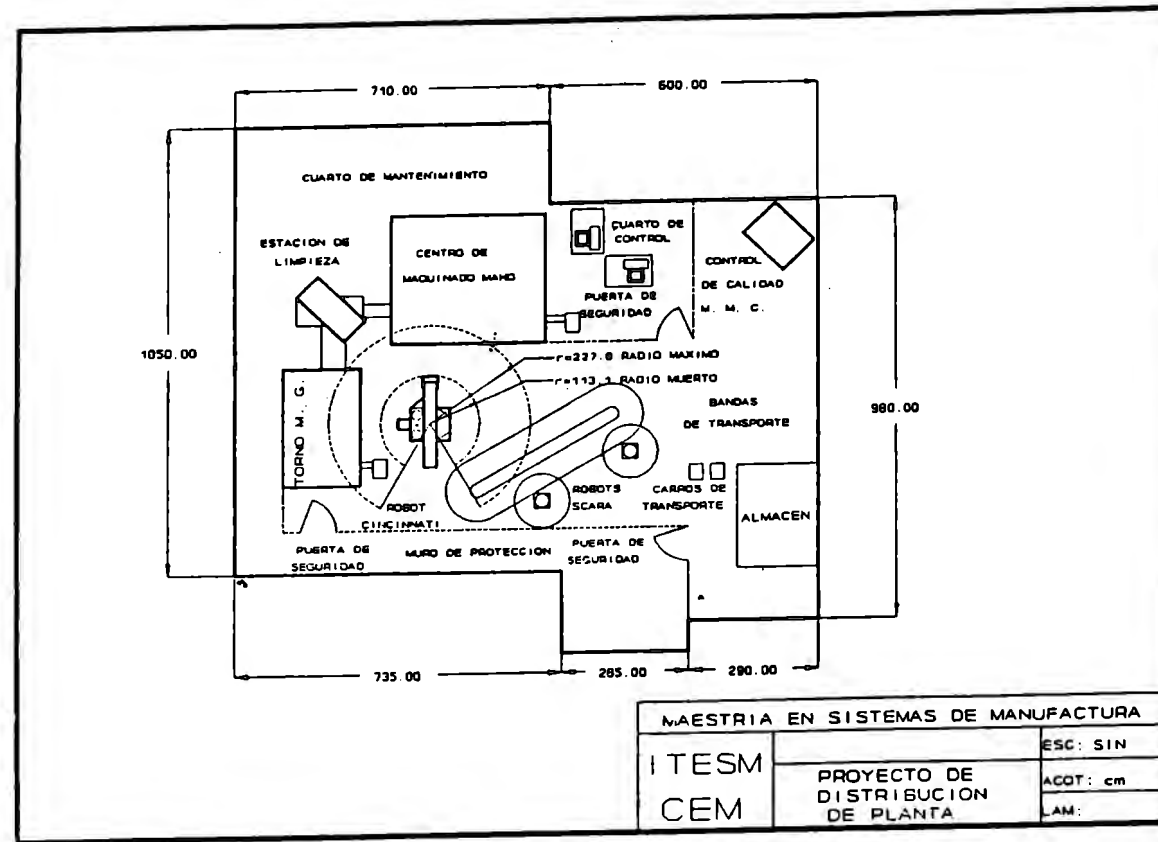


Fig.1.4

### **1.3.- Determinación del problema.**

El problema a resolver en esta tesis es el de diseñar un dispositivo de sujeción automatizado para la fabricación del cono ISO 40 en su fase de fabricación en el centro de maquinado.

El motivo por el cual debe ser automatizado es que dado que se va a trabajar con robots, el destinar a una persona a la sujeción de piezas en el centro de maquinado, sería riesgoso, ya que cualquier falla en la programación de las coordinaciones de las actividades realizadas por el robot, pondría en peligro su vida.

#### **1.3.1 Características que debe cumplir el dispositivo.**

- a) Que sea automático.
- b) Debe permitir desalojo de rebabas de una forma rápida.
- c) La pieza pueda colocarse fácil y rápidamente.
- d) La obtención de la pieza garantice la obtención de la precisión.
- e) La fijación sea firme y segura durante las operaciones de corte.
- f) Se tenga buena visibilidad en las superficies que se están generando.
- g) Que permita la sujeción de la pieza por medio del gripper del robot.
- h) Se garantice el accionamiento libre de las herramientas.
- i) La viruta desprendida pueda retirarse con facilidad.
- j) El desmontaje de la pieza sea fácil y rápido.
- k) La colocación del dispositivo no sean causas de fatiga excesiva para el operario.
- l) El dispositivo pueda quitarse y colocarse a la máquina de una forma fácil.
- m) El ajuste entre herramientas y dispositivo sea fácil.

## **CAPÍTULO II**

---

### **CONSIDERACIONES GENERALES**

#### **2.1.- Importancia de los dispositivos en la manufactura.**

El avance tecnológico de un país depende básicamente de las investigaciones que se realizan en instituciones educativas, así como en las empresas, las cuales finalmente le permiten a la empresa ser más competitiva y como consecuencia provocan que un país sea más desarrollado.

México como país en desarrollo necesita hacer grandes esfuerzos para que algún día pueda ser un país con tecnología propia. Por tal motivo que en las empresas se ha entendido actualmente que la interacción de todos los departamentos que en ella existen, es de vital importancia para que pueda ser competitiva. Así hoy en día no se permite la falta de comunicación entre departamentos (tales como diseño, manufactura, compras, etc.) sobre todo cuando se va a desarrollar un nuevo producto.



A pesar de esta interacción, cada departamento desempeña actividades exclusivas; por ejemplo diseño se encarga exclusivamente de diseñar, no sin antes conocer si manufactura puede realizar ciertas operaciones para la fabricación de la pieza diseñada, y si se cuenta con los elementos necesarios para realizar en el ensamble en la planta.

El departamento de manufactura juega un papel muy importante en la empresa ya que es el encargado de que la fabricación de un producto o pieza, se efectúe en el tiempo estimado, en las cantidades requeridas y con la calidad especificada.

Por tal motivo manufactura esta obligada (de acuerdo al producto a fabricar) a realizar la elección correcta de los elementos que intervienen para la fabricación, ya sean herramientas, máquinas, dispositivos de sujeción, instrumentos de medición, etc.

Un dispositivo de sujeción es un elemento auxiliar que nos permite la realización de determinadas operaciones sobre una pieza, mientras que una herramienta es un elemento auxiliar mediante el cual se efectúa a menudo, con la ayuda de un dispositivo de sujeción una o varias operaciones.

En algunas ocasiones los productos a manufacturar tienen formas relativamente sencillas, sin embargo en otras ocasiones son piezas con cierto grado de complejidad, y que por lo tanto requieren de un especial cuidado en el montaje, por lo que el diseño de un dispositivo de sujeción facilitará la fabricación de dicho producto.

No solo la complejidad de una pieza a manufacturar va a justificar la fabricación de un dispositivo, existen otros factores como: volúmenes de producción, producción automatizada, etc., en general los dispositivos deben satisfacer las siguientes condiciones:

- Reducción de los tiempos de fabricación y con ello la reducción de los costos de producción.

- Mayor precisión, lo cual eleva la calidad de los productos.
- Intercambiabilidad de las piezas.
- El empleo de personal no especializado.

Un dispositivo de sujeción debe permitir la ejecución de las piezas de acuerdo a las cotas y tolerancias impuestas por el dibujo de definición, además debe facilitar la colocación de las piezas a maquinar.

La forma de colocar las piezas está determinada de acuerdo a la creación de un montaje más o menos sofisticado. El operador debe de prever la colocación y desmontado de la pieza lo más rápido que le sea posible a fin de evitar un paro prolongado en la producción.

## **2.2.- Análisis y clasificación de las geometrías básicas obtenidas por maquinado.**

### **2.2.1. Las superficies de las piezas**

En todas las industrias, la elección de las condiciones de producción están en función de un factor esencial que es la pieza u objeto a realizar.

Para fabricar una pieza debemos predeterminedar el material a utilizar, posteriormente es indispensable estudiar las formas a obtener.

Una pieza mecánica es un volumen determinado por superficies.

Las superficies se pueden dividir en tres grandes grupos que son:

- a).-Superficies planas interiores y exteriores.
- b).-Superficies de revolución interiores y exteriores.
- c).-Superficies especiales interiores y exteriores.

**a).-Superficies planas.**

- Una superficie plana es cuando cumple con la definición de un plano:
- Un plano está determinado por:
  - Tres puntos que no estén sobre la misma línea recta.
  - Un punto y una recta.
  - Dos rectas paralelas.
  - Dos rectas secantes.

**b) Superficies de revolución.**

Una superficie de revolución es aquella generada por la rotación de una curva plana alrededor de su eje, algunos ejemplos se muestran en la fig. 2.1.

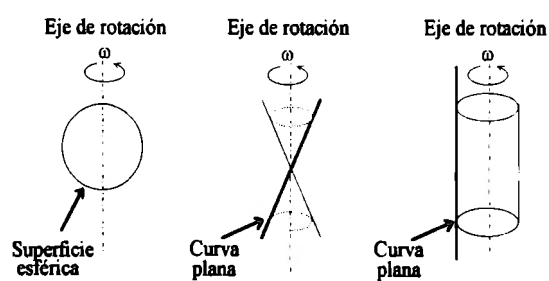


Fig. 2.1.

**c) Superficies especiales.**

Las superficies especiales son engendradas por el desplazamiento de una curva plana con ayuda de dos movimientos combinados, por ejemplo: Una superficie helicoidal (cuerda o rosca), fig. 2.2.

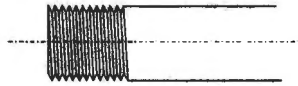


Fig. 2.2

## **CAPÍTULO III.**

---

### **TEORÍA DE LA SUJECIÓN**

#### **3.1.- Teoría de la sujeción**

En los procesos de fabricación con arranque de viruta, se observan tres funciones fundamentales:

- Fijación de la herramienta en la máquina.
- Sujeción de la pieza en la máquina.
- Suministro relativo que permita la acción cortante de la herramienta sobre la pieza.

La variedad de formas y tamaños de las piezas que deben procesarse en las máquinas-herramientas, así como las cantidades que se requieran en períodos de tiempo determinados, hacen necesaria la creación de dispositivos especiales que faciliten la sujeción de piezas, y permitan garantizar resultados congruentes con las especificaciones dadas en los dibujos de definición del producto.

La creación de un dispositivo de sujeción, como todo proyecto nuevo, requiere para su realización, de los resultados de un análisis de fabricación. Para lo cual,

deberá preverse, que tanto para el estudio como para la fabricación, se emplearán horas de trabajo del personal de métodos y de obreros calificados.

La producción en serie, continua o por lotes, es la primera condición a satisfacer para justificar la inversión en tiempo de estudio y costo de fabricación de un dispositivo de sujeción especial.

La producción unitaria queda descartada de antemano; para tal caso se aconseja que se haga intervenir en la fabricación de la pieza o piezas (lote pequeño), a los operarios más versátiles, cuya experiencia les permita tomar la iniciativa sobre detalles del orden cronológico de las operaciones, montajes y herramientas a utilizar, siguiendo en algunos casos, recomendaciones generales del departamento de métodos.

Otras consideraciones iniciales sobre la conveniencia de fabricar un dispositivo especial, se derivan de aspectos tales como:

- La seguridad en la obtención de la precisión.
- La rapidez de operación.
- La seguridad de la máquina y el equipo.
- La seguridad del operario y las condiciones de fatiga implicadas.

En ningún caso se fabricará un dispositivo que no supere ventajosamente a los dispositivos convencionales de sujeción, cuyas características son más bien de versatilidad.

Aunque las soluciones que proponga el proyectista de dispositivos, dependerán de múltiples factores, existen ciertas bases técnicas que es preciso conocer y respetar, a fin de no incurrir en errores costosos de concepción.

### **3.2.- Teoría del Isostatismo.**

Para asegurar una operación adecuada de un dispositivo de sujeción, la pieza debe ser situada en forma precisa para establecer una relación definida entre la herramienta de corte y algunos puntos o superficies de la pieza. Esta relación se establece por localizadores en el dispositivo de sujeción, por medio de los cuales la pieza puede ser posicionada y limitada para prevenir su movimiento de la posición predeterminada. El dispositivo de localización deberá ser diseñado de tal forma que cada pieza sucesiva, cuando se coloque y sujete, ocupará la misma posición en el dispositivo.

Para localizar una pieza en forma precisa, debe ser confinada o restringida en cualquiera de sus seis grados de libertad, excepto aquellos específicos de la operación. Cuando se satisface esta condición, la pieza está posicionada geoméricamente en el dispositivo de sujeción. Las fuerzas de apriete son dispuestas contra el plano, la línea y el punto; además sirven también para resistir las fuerzas generadas por la operación de maquinado del metal que se está cortando, en la pieza de trabajo.

#### **3.2.1.-Grado de libertad.**

Un grado de libertad corresponde a la posibilidad de un movimiento relativo de rotación o traslación entre dos sólidos. [6]

#### **3.2.2.-Posicionamiento.**

Puede considerarse que el posicionar una pieza en una máquina, consiste en mantenerla fija dentro de un sistema de referencia tridimensional. El primer paso será

entonces, relacionar a cada tipo de máquina, con un sistema ortogonal de tres ejes X,Y,Z.

Por facilidad, estos sistemas de referencia se asociarán a los órganos porta piezas de las máquinas-herramienta más comunes

Todo movimiento instantáneo de un sólido libre en el espacio se puede expresar como la suma vectorial de una ROTACIÓN R y una TRASLACIÓN T donde cada una de las componentes dentro de un referencial fijo = xyz son: Rx, Ry, Rz y Tx, Ty, Tz.

El conocimiento de estos seis parámetros es necesario para describir el movimiento del sólido: por lo que decimos que un sólido en el espacio tiene SEIS grados de libertad.(fig. 3.1)

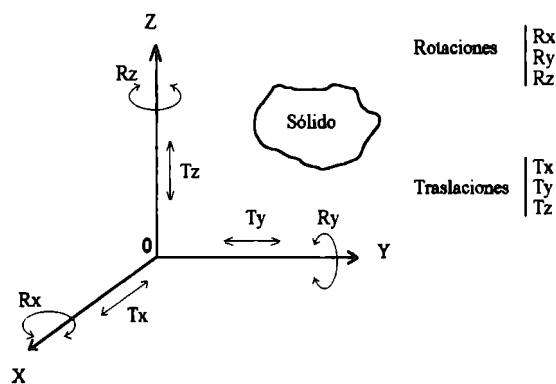


Fig.3.1

Los valores de estos parámetros deben estar definidos parcial o totalmente. Es posible reducir el número de grados de libertad. El sólido tendrá  $(6-P_n)$  grados de libertad. Si  $P_n = 6$  no existirá ningún grado de libertad y por lo tanto su posición estará perfectamente definida.



Eliminar todos los grados de libertad de un sólido en el espacio, dentro de un referencia fijo Oxyz se llama posicionamiento.

El sólido será isostático si los seis grados de libertad son eliminados por seis puntos de contacto.

### 3.2.3.-Punto de contacto o contacto puntual.

Un grado de libertad puede ser eliminado por medio de un punto de contacto, impidiendo una posibilidad de movimiento.

Un punto de contacto se caracteriza por la normal de contacto de los solidos sin frotamiento. (fig. 3.2)

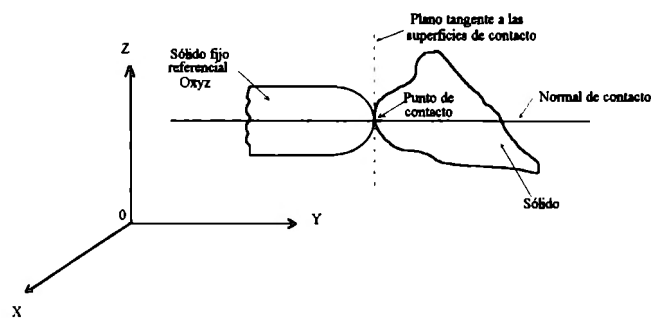


Fig.3.2

### 3.2.4.- Transformaciones Geométricas

La forma del sólido impone la disposición de las normales que no pueden elegirse arbitrariamente.

Además del punto de contacto existe:

- a) El contacto lineal.
- b) El plano de contacto.

#### 3.2.4.1 El contacto lineal.

Se caracteriza por dos normales de referencia (por dos puntos podemos hacer pasar una recta).Fig.3.3.

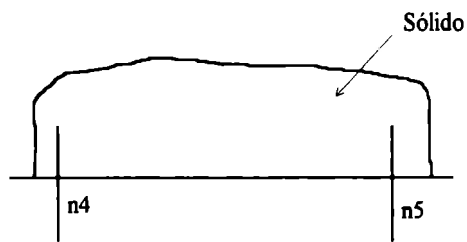


Fig.3.3

#### 3.2.4.2.-Plano de contacto

Un plano de contacto se materializa por tres normales de referencia.

- Tres contactos puntuales determinan un plano. (fig. 3.4)

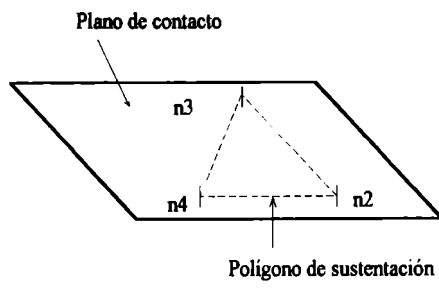


Fig.3.4

64573

BIBLIOTECA

- Dos rectas secantes determinan un plano. (fig.3.5)

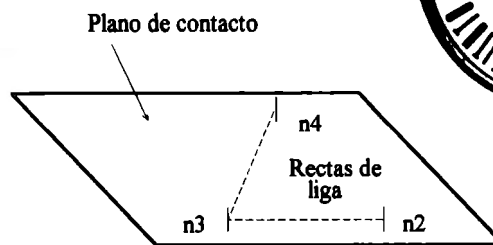


Fig.3.5



### 3.2.5.- Normal de Localización.

Se esquematiza cada contacto puntual teórico por un vector normal a la superficie considerada. El vector es llamado "normal de localización".

64573

La representación normalizada de una normal de localización está determinada en la fig.3.6a. Si es necesario, se puede efectuar una representación proyectada fig. 3.6b.

El símbolo será colocado del lado libre de la pieza en el lugar elegido, fig. 3.7a.

Cuando no hay lugar y si no existe ambigüedad, el símbolo puede ponerse en un lugar sobre una línea de referencia, fig. 3.7b.

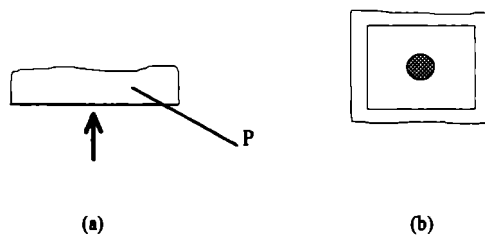


Fig 3.6

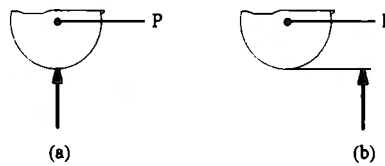


Fig 3.7

#### 4.2.5.1 Principio de utilización

Se señala en cada superficie tanto la normal de localización como aquella donde deben eliminarse los grados de libertad.

- Dibujar los símbolos en las vistas y en sus posiciones en los lugares más explícitos.
- Enumerar, en cada vista, los símbolos por un número del 1 al 6.
- Es recomendable limitar su número en función de las cotas de fabricación a realizar en la fase.
- Acotar eventualmente su posición. Fig. 3.8

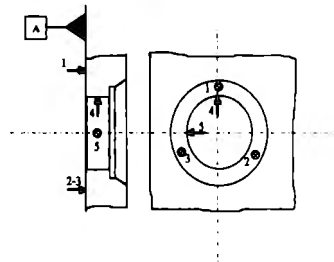


Fig. 3.8

### 3.2.6.- Aplicación de las transformaciones geométricas a los sólidos básicos.

#### 3.2.6.1 Caso de un paralelepípedo. (fig. 3.9)

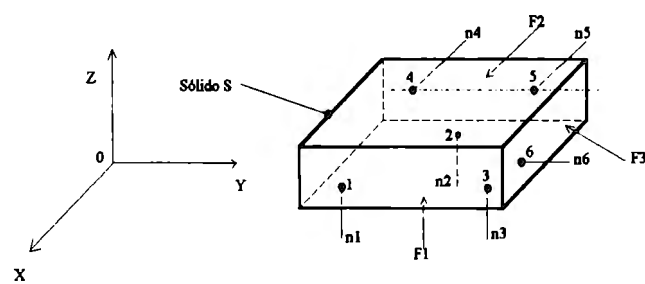


Fig 3.9

Para resolver este caso utilizamos:

**a) Un plano de contacto 1,2,3 sobre la superficie F1.**

Siguiendo la dirección **OZ** y el plano **XOZ**, tres grados de libertad son eliminados.

- 1 traslación sobre **OZ**
- 2 rotaciones **OX** y **OY**
- \* *A este plano también se le conoce como apoyo.*

**b) Un contacto lineal 4, 5 sobre la superficie F2**

Dos grados de libertad son eliminados.

- 1 traslación sobre **OX**.
- 1 rotación sobre **OZ**.
- \* *A este contacto lineal se le conoce como orientación.*

**c) Un contacto puntual 6.**

Un grado de libertad es eliminado.

- 1 traslación sobre **OY**
- \* *A este contacto puntual se le conoce como posición.*

### 3.2.6.2 Caso de un cilindro corto $D > L$ .(fig. 3.10)

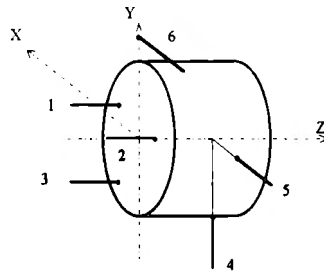


Fig.3.10

a) Un plano de contacto 1,2,3 sobre XOY elimina tres grados de libertad.

- 1 traslación sobre OZ
- 2 rotaciones OX y OY.

b) Dos contactos puntuales 4,5 sobre XOZ y OY.

- 1 traslación OX.
- 1 traslación OY.

c) Un punto de contacto 6

- Elimina la rotación sobre Z.

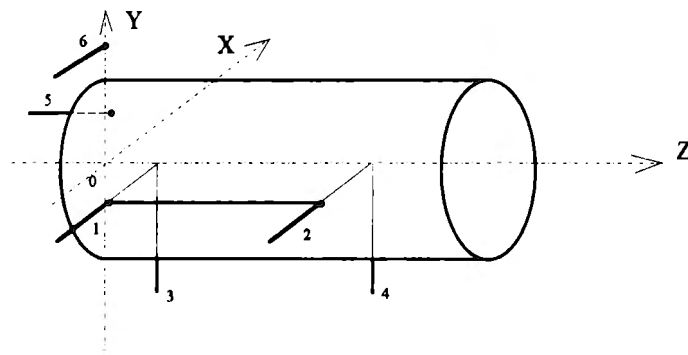
**3.2.6.3 Caso de un cilindro largo  $L > D$  (fig 3.11)**

Fig. 3.11

- a) Un contacto lineal 1,2 sobre el plano  $XOZ$
- b) Un contacto lineal 3,4 sobre el plano  $YOZ$
- c) Un punto de contacto 5 sobre el plano  $XOY$
- d) Un punto de contacto 6 sobre el plano  $XOZ$



**3.2.6.4 Caso de un cono. (fig. 3.12)**

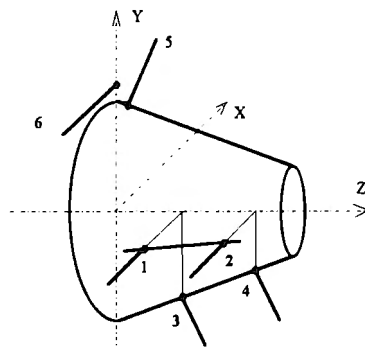


Fig. 3.12

**a) Un contacto lineal 1,2 sobre el plano X0Z**

- 1 rotación en Y
- 1 traslación en X

**b) Un contacto lineal 3,4 sobre el plano Y0Z**

- 1 traslación en Y.
- 1 rotación en X

**c) Un punto de contacto 5 sobre la pendiente.**

- 1 traslación en Z

**d) Un punto de contacto 6 sobre el plano XOY**

- 1 rotación en Z

**3.2.6.5.- Reglas de utilización**

- Se debe colocar la normal de referencia de tal forma que no sea redundante.
- Jamás colocar más de tres normales paralelas.
- Colocar solamente 3 normales coplanares como máximo.
- Jamás colocar más de tres normales no coplanares a un mismo punto.

**3.2.7 Inmovilización**

Una vez que la pieza tiene una posición isostática, es necesario mantenerla en esa posición por medio de elementos de inmovilización. Las fuerzas que emplean estos elementos son variadas, ejemplos de ellas se pueden apreciar en la fig.3.13.

Cuando se maquina la pieza, este contacto debe ser mantenido oponiéndose a los esfuerzos que actúan sobre la pieza.

Las fuerzas que permiten la inmovilización deberán oponerse a cada dirección de las normales de posicionamiento.

En la práctica, se utilizan una o varias fuerzas de apriete ejerciendo su acción hacia el interior del polígono de sustentación.

Una fuerza oblicua permite utilizar sus componentes repartiendo los esfuerzos.

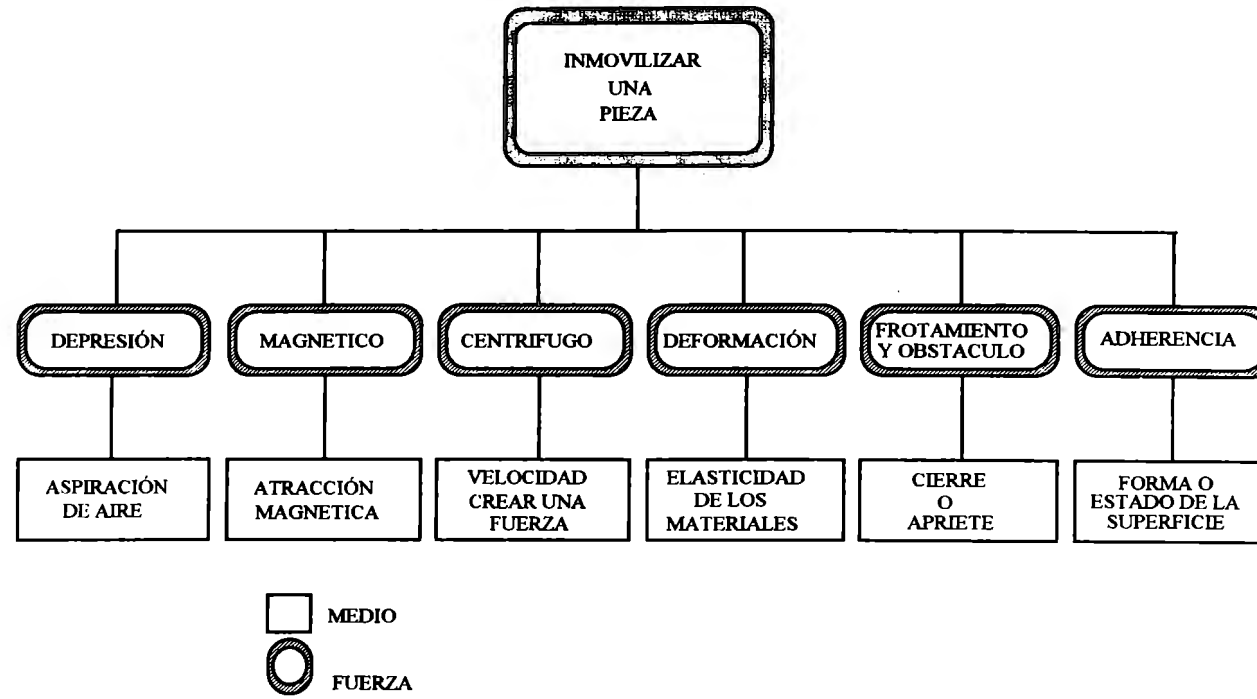


Fig.3.13

## **CAPITULO IV.**

---

### **PRINCIPIOS GENERALES PARA EL DISEÑO DE UN DISPOSITIVO DE SUJECIÓN.**

#### **4.1 Principios de proyección de un dispositivo de sujeción**

El proyectista encargado de concebir un dispositivo de sujeción, debe tener siempre en mente el cumplimiento de los principios siguientes.

- El dispositivo debe permitir obtener la precisión especificada
- Se debe simplificar el trabajo.
- Debe garantizarse la seguridad.

##### **4.1.1 El dispositivo debe permitir obtener la precisión especificada.**

La precisión del dispositivo de sujeción. En principio, la precisión que requiere la fabricación de un dispositivo, es mayor que la de la pieza que debe obtenerse al utilizarlo como patrón.

En general, se recomienda respetar la siguiente relación.:

IT dispositivo = IT pieza/10

#### **4.1.1.1 Durabilidad de la precisión.**

Las superficies sometidas a desgaste, deben tratarse térmicamente para que la precisión sea durable.

Entre los aceros que pueden utilizarse comúnmente para partes de dispositivos expuestos a desgaste, pueden anotarse:

- a) De cementación: NOM 1010, NOM 1018
- b) De temple total: NOM 1046, NOM 1060
- c) Especiales de temple total: NOM 4140, NOM 9840

#### **4.1.1.2.- Ausencia de deformaciones.**

Un montaje, cuando está siendo utilizado, se encuentra sujeto a diferentes esfuerzos, como son los producidos por la acción de las fuerzas de cierre y la presencia de vibraciones.

Para contrarrestar estos fenómenos se hace construir los cuerpos de los montajes de masa y espesores convenientemente reforzados. Todo esto con el fin de obtener una estabilidad y rigidez suficiente para el trabajo a que estará sujeto el montaje.

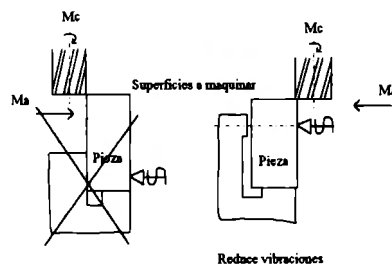


Fig.4.1

#### 4.1.2. Se debe simplificar el trabajo.

El término simplificación del trabajo es un concepto relativo de comparación. En ningún caso podrá asegurarse que la forma de efectuar un trabajo sea la más simple. Puede afirmarse en cambio, que una forma sea más simple que otra conocida.

En general se apreciará el grado de simplificación logrado, tomando como referencia las condiciones en que se esté procesando la pieza, o las que se tendrían si no se contara con el dispositivo.

##### 4.1.2.1 Localización del dispositivo.

Se procurará utilizar una pareja de cuñas de localización cuando se trabaje sobre una mesa ranurada.(fig.4.2)

Esto permitirá alinear al dispositivo sobre las ranuras de la mesa, cuantas veces sea necesario.

La colocación de las cuñas debe ser lo más alejadas posible entre ellas.

La norma ISO R 299/1963 recomienda la adopción de los siguientes ajustes para estos casos.(fig.4.3).

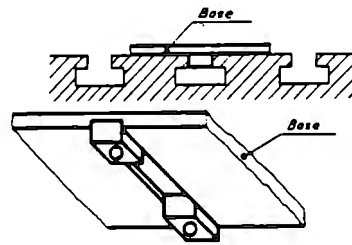


Fig 4.2

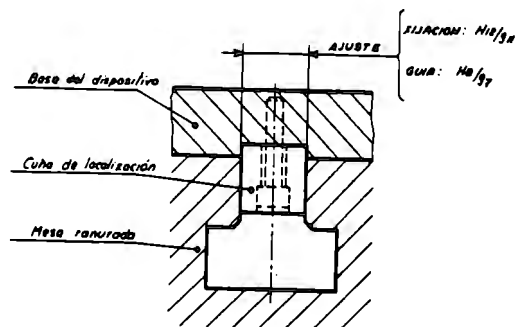


Fig.4.3

#### 4.1.2.2 Ajuste entre herramientas y dispositivo.

Es muy cómodo para cualquier operario, poder contar con alguna ayuda que le permita ajustar la posición entre la herramienta y el dispositivo. Para esto, puede utilizarse alguna placa de referencia, que permita la colocación de calzas calibradas, entre la misma placa y la herramienta de corte.(fig. 4.4)

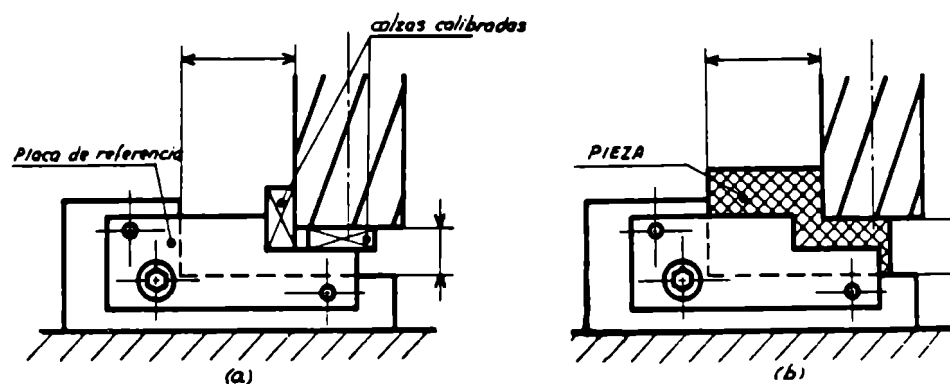


Fig.4.4

Después de ajustar la posición herramienta-dispositivo, se retiran las calzas, eliminando así cualquier posibilidad de dañar a la placa de referencia por la acción cortante de la herramienta.



#### **4.1.3. La seguridad.**

Los aspectos de seguridad deben considerar:

- A la máquina.
- Al operario.
- A la pieza que se esté procesando.
- A las herramientas utilizadas.
- Al propio dispositivo.

En general, debe evitarse cualquier posibilidad de que la pieza llegue a aflojarse del dispositivo de sujeción durante operaciones de corte. El proyectista deberá indicar la eliminación de todos los filos cortantes que pudieran herir al operario. Por otra parte, deben preverse polipastos para elevar piezas grandes y pesadas, que implicarían esfuerzos excesivos del obrero.

#### **4.2.- Posición de las piezas en el montaje**

Antes de maquinar a la pieza se requiere posicionarla e inmovilizarla, después del maquinado se debe desapretarla y desalojarla.

El conjunto de esas acciones sucesivas se conoce como sujeción.

Para ciertas formas de pieza, el posicionamiento es muy útil. En este caso se prevé sobre la pieza un elemento de adaptación.

En general, si este elemento no modifica las condiciones funcionales este conservará sobre la pieza, en caso contrario se suprime.

#### **4.3.- Organización de los datos necesarios para el estudio de un dispositivo de sujeción.**

El diseño de un dispositivo de sujeción está definido por los siguientes factores, de los cuales se puede obtener la información necesaria.

- El dibujo de definición de la pieza.
- Estado de la pieza, es decir si la pieza está en bruto o semimaquinada.
- Operación u operaciones de maquinado a realizar, con dimensiones y tolerancias.
- El número de piezas que se van a producir en la serie.
- Máquina-herramienta en la que se planea realizar el maquinado de la pieza..
- Herramienta a emplear en el maquinado.
- Elementos universales que intervienen en la operación.
- El grado de exactitud del dispositivo.
- El estado del dispositivo.
- Cualesquiera de otros factores relevantes; tales como requisición de maniobrabilidad y localizaciones extremas.
- Indicación de las cotas de maquinado.
- Expediente tecnológico de la máquina.

Al diseñar un dispositivo el proyectista deberá tener toda la información anteriormente mencionada, o de lo contrario deberá ser capaz de encontrarla; la información se suministra al proyectista mediante el dibujo de trabajo del dispositivo y el análisis de fabricación en el cual se muestran la secuencia de operaciones a las cuales deberá ser sometida la pieza, el resto será información general corrientemente disponible en su departamento.

Cada proyectista tiene un sistema propio para un trabajo dado, pero normalmente el procedimiento es similar al que se describe en seguida. Se estudia el dibujo de trabajo durante un periodo de tiempo necesario para adquirir el suficiente

conocimiento del dispositivo. Con base en experiencias anteriores en la interpretación de dibujos y de algunos dispositivos, y a sus conocimientos en la industria manufacturera; el proyectista deberá estar capacitado para adquirir una visión tridimensional de la parte. Si el peso no ha sido dado y el diseñador no es capaz de juzgarlo, entonces se deberá calcular. luego de conocer la forma y el peso del dispositivo en cuestión, el paso siguiente será la determinación del estado en que quedará la pieza. Esta información se obtiene de la hoja de análisis de fabricación, debiéndose anotar en el dibujo las superficies que va a usar para la localización.

Llegando a este punto hay algunos principios que deben ser considerados antes de pasar a la decisión final sobre el diseño del dispositivo.

1.- La máquina sobre la cual habrá de ejecutarse la operación.

2.- Carga y descarga del dispositivo.

a) Holguras necesarias para la localización de la parte.

b) Métodos de asegurarse contra cargas impropias.

3.- Métodos rápidos de fijación del trabajo.

4.- Holguras para la acumulación de virutas y remoción de las mismas.

5.- Campos para la observación de la operación cuando sea posible.

6.- Seguridad de la operación.

Hay muchas otras consideraciones pero las anteriores son las principales.

Mediante la aplicación de los anteriores principios y el uso de su propia experiencia, el proyectista podrá elaborar una serie de esquemas de los varios diseños.

Hecho esto, se hará un estudio completo de los movimientos que el operador tendrá que ejecutar para las diferentes posibilidades de diseño. Luego se seleccionará

el diseño considerado superior a los restantes y se procederá a verificarlo de acuerdo con los puntos peligrosos.

#### 4.4.-El problema de la sujeción

Las funciones que cumple un dispositivo de sujeción, están relacionadas con diferentes acciones externas que actúan sobre el mismo:



##### 4.4.1 Relación con la máquina.

Es necesario conocer con detalle las formas y dimensiones de las superficies en las que podrá instalarse el dispositivo. Para esto, es muy útil contar con la ficha técnica de cada máquina que exista en la planta.

En estas fichas deberán aparecer las características que interesen a su utilización.

Las funciones mecánicas que cumple el dispositivo en relación a la máquina son:

- Posicionamiento:
- Fijación.

#### **4.4.2 Relación con la herramienta.**

En algunos casos, el dispositivo debe guiar la acción de la herramienta. En otros, deberá hacerse un ajuste inicial de la posición entre el dispositivo y la herramienta que evite la necesidad de trazar cada pieza maquinada.

Las funciones relacionadas con la herramienta son:

- Guía o ajuste inicial.
- Soporte a las acciones mecánicas y térmicas originadas durante el corte.
- Desalojo del material removido por la herramienta.

#### **4.4.3 Relación con la pieza.**

Cada pieza, según su forma y tamaño, implicará soluciones específicas. Sin embargo, pueden mencionarse como funciones generales:

- Posicionamiento.
- Fijación durante el corte.

#### **4.4.4 Relación con el operario.**

Se distinguen las siguientes funciones:

- Ajuste entre dispositivo y herramienta.
- Colocación, posicionamiento y fijación de la pieza.
- Desmontaje de la pieza.

- Limpieza y eliminación de las virutas.

#### 4.5.-Acciones de las herramientas sobre la piezas.

##### 4.5.1.-Caso del fresado.

Dependiendo de la máquina utilizada, el fresado puede ser frontal o tangencial, según actúe la parte frontal o la parte cilíndrica de la herramienta. (fig:4.6)

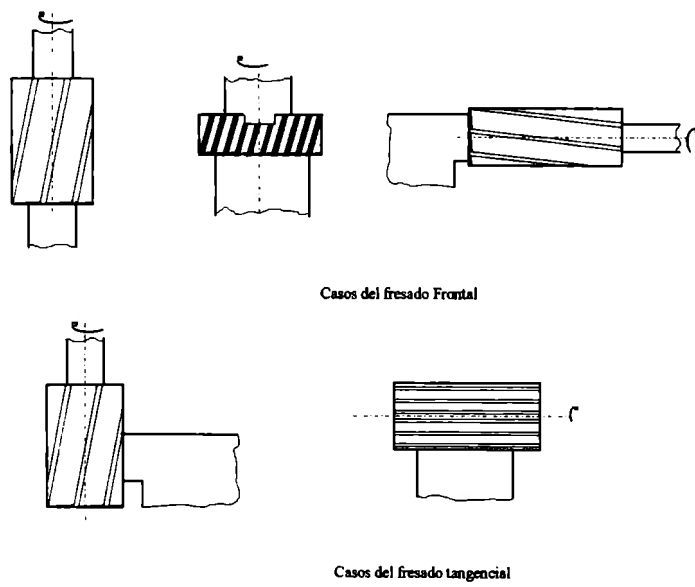


Fig 4.6

Por la acción cortante de los filos, el fresado puede hacerse en oposición o en concordancia. dependiendo del sentido de giro de la herramienta y el avance de la pieza.

**a) Características del fresado en oposición**

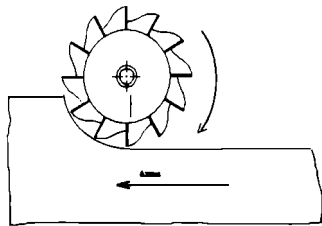


Fig 4.7

1. El espesor de la viruta aumenta gradualmente desde cero hasta un valor máximo
2. El esfuerzo de corte aumenta también gradualmente.
3. La herramienta tiende a desplazar a la pieza en sentido contrario al avance y hacia arriba.
4. El juego entre la tuerca y el husillo de la mesa permanece acumulado en un solo lado.
5. Su aplicación es más frecuente que el fresado en concordancia.(fig. 4.7)

**b) Características del fresado en concordancia.**

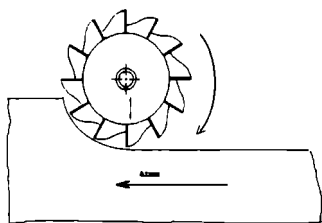


Fig 4.8

1. El espesor de la viruta disminuye gradualmente desde un máximo hasta cero.
2. La herramienta tiende a desplazar a la pieza en el mismo sentido del avance y hacia abajo.
3. Su aplicación se limita a las máquinas que tienen previsto un sistema de eliminación del juego entre el husillo y la tuerca motriz.(fig. 4.8).

#### 4.5.1.1 Fuerzas desarrolladas durante el fresado.

La fuerza de corte  $F_c$  tangente a la trayectoria del filo cortante, puede determinarse con la relación:

$$F_c = KSR$$

En virtud de que durante el fresado el espesor de la viruta llega a ser muy pequeño, se recomienda adoptar,  $K = 4$ , la sección de viruta se calculará con la expresión:

$$S = e \times b$$

El espesor  $e$  de la viruta es variable desde cero hasta un máximo  $e_{max}$ ;  $b$  es el ancho del fresado.



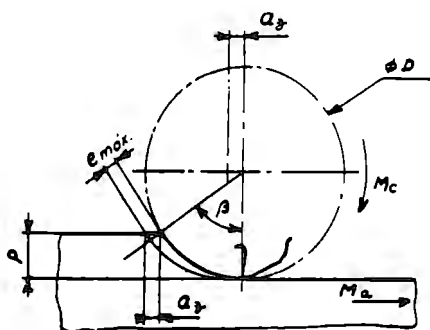


Fig.4.9

$$e_{max} = \frac{2az}{D} \sqrt{P(D-P)}$$

Donde:

az = Avance por diente de la fresa (mm.)

P = Profundidad de corte (mm.).

D = Diámetro de la fresa (mm.)

El avance por diente, según el tamaño y tipo de fresa, puede considerarse como sigue:(fig.4.9).

Fresas pequeñas y delgadas	0.02 a 0.04 mm.
Fresas medianas o perfiladas.	0.04 a 0.06 mm.
Fresas cilíndricas o grandes	0.06 a 0.20 mm.
Fresas con insertos de carburos	0.10 a 0.50 mm.

$R$  es la resistencia a la ruptura por compresión en  $\text{daN/mm}^2$ .

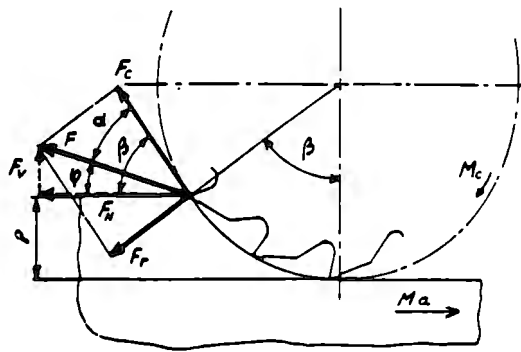


Fig. 4.10

Las fuerzas  $F_c$  de corte y radial  $F_r$ , tienen como resultante a la fuerza  $F$ .

La fuerza radial  $F_r$ , tiende a provocar deflexiones en el árbol portafresa. Su magnitud es variable, y tiende a ser mayor al inicio del corte, cuando el espesor es mínimo.

Una vez que el diente penetra en el material, se admite para  $F_r$  un valor del 40% de  $F_c$ . (fig.4.10)

$F$  se puede descomponer en  $F_v$  y  $F_H$  que son fuerzas que tienden a levantar la pieza y a empujarla en sentido contrario al avance respectivamente.

$$F_v = F \sin \varphi$$

$$F_H = F \cos \varphi$$

Siendo:

$$\varphi = \beta - \alpha$$

$$\cos\beta = \frac{\frac{D}{2} - P}{\frac{D}{2}}$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{0.4F_c}{F_c} = 0.4$$

$$a = 22^\circ$$

#### 4.5.2.-Caso del taladro.

La fuerza de corte  $F_c$  que cada filo cortante ejerce sobre la pieza, se calcula con la relación:

$$F = KSR$$

$K$  se tomará igual a 4 como el caso del fresado.

$$s = \frac{a}{2} \times \frac{D}{2}$$

Siendo:  $a$  = avance por revolución de la broca.

$D$  = diámetro de la broca.

El momento que ejerce la broca tiene el valor:

$$M_b = F_c x \frac{D}{2}$$

Las fuerzas de empuje vertical  $F_a$ , tienen el mismo valor y se les considera actuando sobre el eje de la broca con una intensidad (FIG.4.11):

$$F_v = 2F_a$$

Se considera que  $F = F_c$ ,

Entonces:

$$F_a = F \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} = F_c \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2}$$

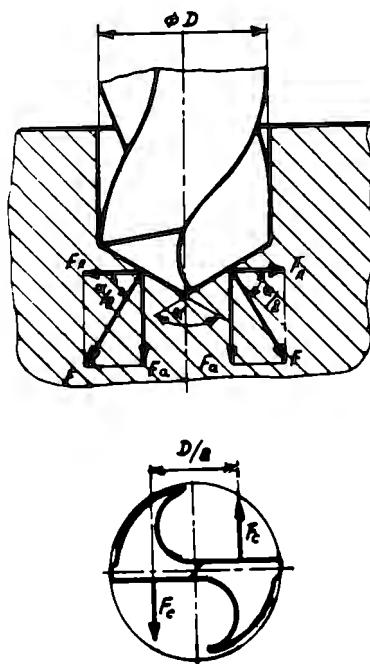


Fig.4.11

#### 4.5.3 Caso del torneado y cepillado.

Puede constatar experimentalmente que durante el maquinado con herramientas simples como las que se usan en el torneado y el cepillado, se producen fuerzas de corte que dependen de varios factores entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

- La resistencia a la ruptura por compresión del material maquinado.
- Geometría de la herramienta utilizada y la forma en que actúa contra la pieza.
- Sección de viruta desprendida.
- Espesor de viruta desprendida.

La dirección de las fuerzas que se producen durante el corte puede asociarse a la dirección de los movimientos de corte, de avance y de penetración.(fig. 4.12)

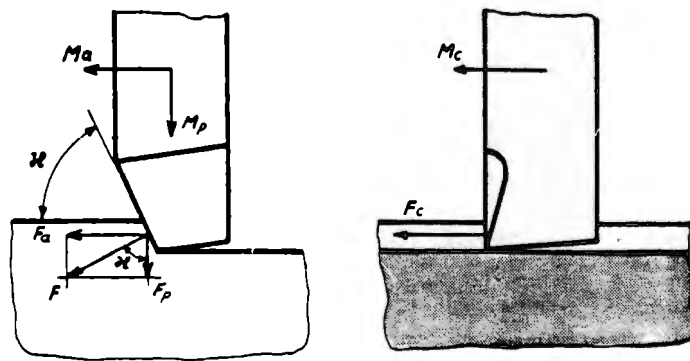


Fig.4.12

Donde:

Mc, movimiento de corte o movimiento principal.

Ma, movimiento de avance.

Mp, movimiento de penetración.

Fc, fuerza de corte y se considera paralela a Mc.

Fa, fuerza debida al avance y se considera paralela a Ma.

Fp, fuerza de penetración, paralela a Mp.

Los resultados experimentales demuestran que la fuerza F, resultante de Fa y Fp, es sensiblemente igual a la magnitud que Fc.

Entonces:  $F \approx Fc$

El valor de la fuerza de corte Fc, depende del material maquinado, la sección de la viruta y del espesor de la misma.

En forma aproximada, se acepta que Fc es igual a la siguiente relación:

$$F_c = KSR$$

Donde:

S = Sección de viruta en  $mm^2$ , que depende del valor del avance y de la penetración (fig.4.13)

R = Resistencia al corte por compresión del material maquinado, en  $daN/mm^2$ .

K = Coeficiente que depende del material maquinado y el espesor de la viruta. K aumenta conforme disminuye el espesor.

Se recomiendan los siguientes valores:

K - 2.5 a 4 para desbastes.

K - 4 a 5 para operaciones de afinado.

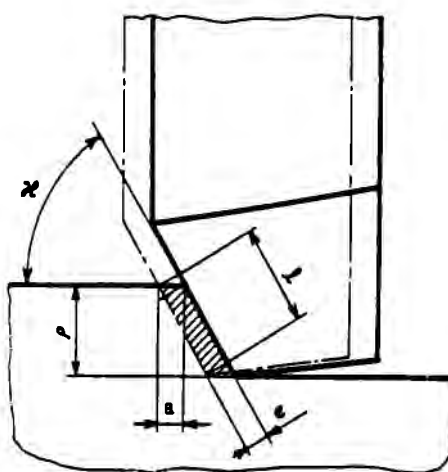


Fig. 4.13

La sección de la viruta es:

$$S = l \times e$$

Como  $e = a \operatorname{sen} H$  y  $a = \frac{P}{\operatorname{sen} H}$  se obtiene  $e = \frac{P}{\operatorname{sen} H} \times \operatorname{sen} H$

Es decir:  $S = p \times a$ .

De la fig. 4.12, se tiene:

$$F_a = F \sin H = F_c \sin H$$

$$F_p = F \cos H = F_c \cos H$$

#### **4.6.- Fijación o Inmovilización de la pieza.**

A diferencia de las superficies de apoyo que son fijas y son las que permiten obtener repetidamente las cotas de la pieza, los elementos de fijación son inmóviles y actúan generalmente ejerciendo presión sobre la pieza de manera tal, que esta última, se mantenga en contacto con los apoyos durante el maquinado.

La acción del elemento de fijación debe ser suficientemente fuerte para inmovilizar a la pieza, pero no a tal grado que sea la causa de deformaciones. Por otro lado, su aplicación debe ser rápida y progresiva.

Por la naturaleza de su acción, se distinguen tres grupos de elementos de fijación.

##### **1er grupo: Acción mecánica.**

- Fijación por medio de tornillos.
- Fijación por medio de levas excéntricas.
- Fijación por medio de palancas articuladas.



### **2do Grupo Acción hidráulica.**

- Fijación por medio de cilindros hidráulicos con acción directa o indirecta.

### **3er grupo. Acción neumática.**

- Fijación por medio de cilindro neumático con acción directa o indirecta.

La selección del sistema de fijación dependerá de los factores siguientes:

- Facilidad y seguridad de operación.
- Condiciones de irreversibilidad.
- Costo.

#### **4.6.1 Localización de los puntos de apriete.**

Con objeto de evitar deformaciones en las piezas, las acciones de los elementos de fijación se deberán aplicar directamente contra las superficies de apoyo.

El efecto de la fijación de la pieza, puede producir deformaciones ya sea en la pieza, ya sea en el dispositivo o en ambos.

Cuando la pieza se deforma por efecto de la fijación, se presenta un defecto de forma en la pieza terminada. (fig. 4.14)

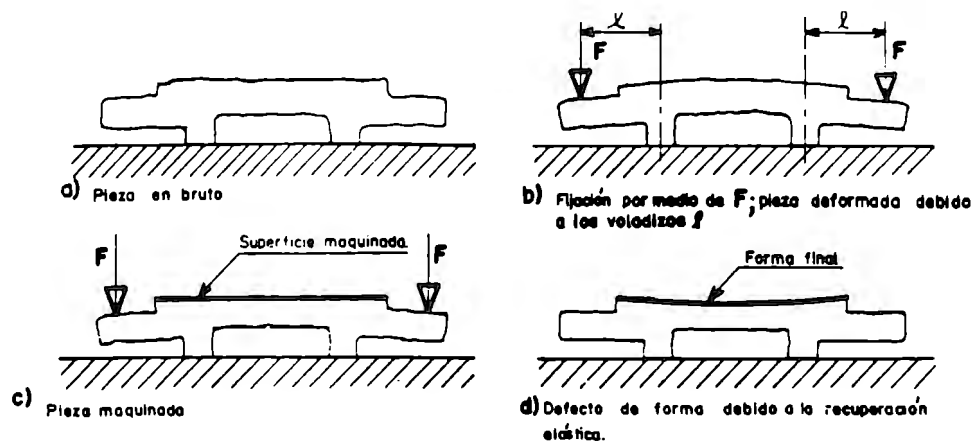
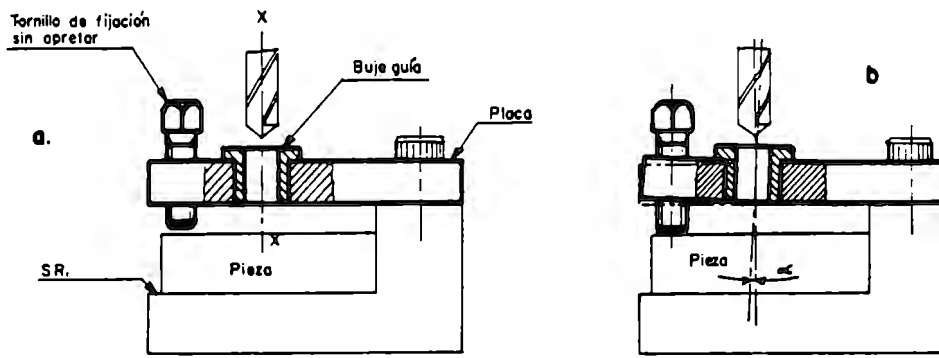


Fig.4.14

#### 4.6.2 Fijación por medio de tornillos.

La fijación de piezas por medio de tornillos o barras roscadas, es frecuente en virtud de su fácil realización, efectividad y fácil manejo. Sin embargo, es importante prever los materiales adecuados en su construcción a fin de evitar aplastamiento en la rosca. La acción abrasiva de la viruta desprendida durante el corte debe evitarse mediante protecciones adecuadas.

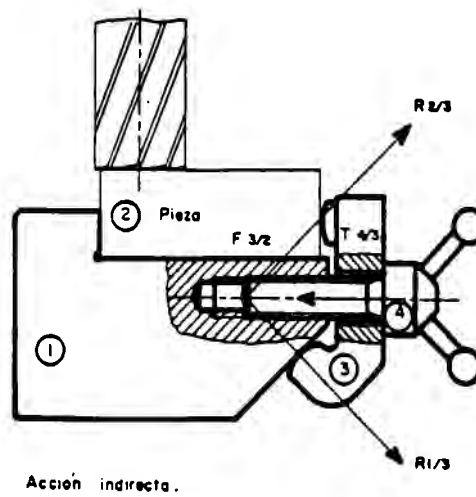
La acción del tornillo puede ser directa o indirecta, tal como lo muestran las siguientes figuras.(Fig.4.15 y 4.16)



El eje xx es perpendicular a la superficie SR.

Fig. 4.15

El eje xx se desvía de la perpendicular a causa de la deformación de la placa porta guía.



Acción indirecta.

Fig.4.16

#### 4.6.3 Cálculo de los tornillos de apriete.

##### 1er paso, Determinación de la fuerza axial necesaria.

El valor de la fuerza axial necesaria dependerá principalmente de la magnitud y dirección de las fuerzas producidas durante el corte.

Por ejemplo, la pieza de la fig.4.15, debe mantenerse inmóvil durante la acción cortante de la fresa. La brida Nº 3 deberá ejercer una fuerza suficiente  $F_{3/2}$  (del mismo valor y sentido opuesto que  $R_{2/3}$ ) sobre la pieza Nº 2.

Estudiando el equilibrio de la pieza 3, se observa que  $R_{2/3}$  depende del valor de la fuerza  $T_{4/3}$  que le aplica el tornillo:(fig. 4.17)

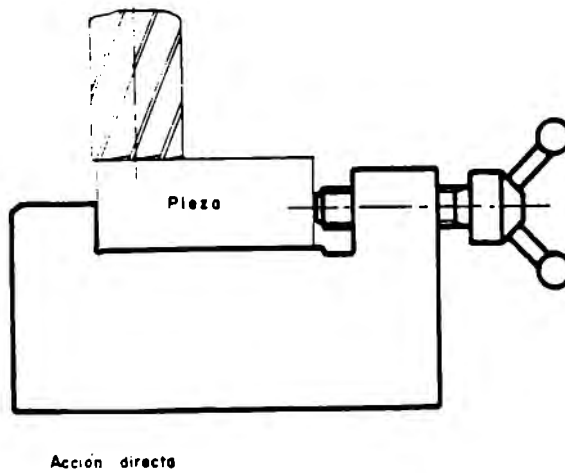


Fig.4.17

La acción de la herramienta deberá equilibrarse con las componentes de la fuerza  $F3/2$ . Entonces, gráficamente o por medio de cálculos simples, se puede determinar la magnitud de  $T4/3$ .

### 2do Paso, Dimensiones principales del tornillo.

La fuerza axial  $T$ , implica la aplicación de un par  $M$  (en un plano perpendicular al eje del tornillo), fuerzas de rozamiento en la cabeza o punta, esfuerzos de tensión o compresión en el núcleo del tornillo, y un cierto riesgo de aplastamiento de los filetes a causa de la presión de contacto. Los cálculos de resistencia de materiales permiten establecer las dimensiones principales del tornillo y su tuerca.

#### a) Diámetro nominal.

El diámetro nominal del tornillo depende directamente del esfuerzo a la tensión o compresión que puede resistir el material, en el área definida como núcleo del tornillo.(fig. 4.18)

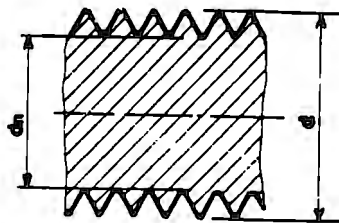


Fig. 4.18

El procesamiento correcto sería el de calcular primero el diámetro del núcleo  $d_n$  necesario y de los valores normalizados del diámetro nominal  $d$ , escoger el inmediato superior.

El diámetro del núcleo se puede determinar con la siguiente expresión:

$$d_n = \sqrt{1.27 \frac{T}{\sigma_{max}}} \text{ (mm)}$$

En donde:

$T$  = Fuerza necesaria en el tornillo en daN

$\sigma_{m\acute{a}x}$  = Esfuerzo de tensión o compresión máximo que se puede aplicar en el núcleo en daN/ $mm^2$

$\sigma_{m\acute{a}x}$  depende del material empleado en la fabricación del tornillo y de un coeficiente de seguridad.

$\sigma_{m\acute{a}x} = R_t / F.S.$

$R_t$  = Resistencia a la ruptura en daN/ $mm^2$

F.S. = Factor de seguridad (puede tomarse F.S. = 4).

$\sigma_{m\acute{a}x} = 0.25 R_t$

La resistencia a la ruptura y el esfuerzo  $\sigma_{m\acute{a}x}$  para los aceros empleados con mayor frecuencia en la fabricación de tornillos son los siguientes:

ACERO	1045	1060	4140
Rt * daN/mm <sup>2</sup>	68	82	104
$\sigma_{\text{máx}}$ daN/mm <sup>2</sup>	17	20	26

\* Sin tratamiento térmico.

**b) Paso, ángulo de hélice y radio medio de contacto.**

La siguiente tabla reúne las características más sobresalientes, de interés en el cálculo de tornillos, para el caso de rosca triangular, métrica perfil ISO.

d D mm	Paso mm	Sección del núcleo en mm <sup>2</sup>	Diámetro de contacto mm		Diámetro medio mm d <sub>m</sub>	Tangente del ángulo de hélice tg α	Ángulo de hélice α°	FUERZA AXIAL T MAXIMA daN		
			d <sub>e</sub>	d <sub>i</sub>				SEGUN TIPO DE ACERO		
								1045	1060	4140
6	1	17,9	5	4,91	5,45	0,0594	3,399	304	358	465
8	1,25	32,9	8	6,64	7,32	0,0553	3,16	560	658	855
10	1,5	52,3	10	8,37	9,18	0,0528	3,02	890	1046	1360
12	1,75	76,2	12	10,10	11,05	0,0512	2,93	1295	1520	1980
16	2	144	16	13,83	14,91	0,0433	2,47	2450	2880	3915
20	2,5	225	20	17,29	18,64	0,0433	2,47	3825	4500	6120
24	3	324	24	20,75	22,37	0,0433	2,47	5500	6480	8420
30	3,5	519	30	26,21	28,10	0,0401	2,30	8823	10380	13500
36	4	759	36	31,67	33,83	0,0381	2,18	12900	15180	19730

**c) Longitud de agarre de la rosca.**

La longitud de agarre del tornillo debe verificarse tanto por presión de contacto (riesgo de aplastamiento de los filetes), como cizallamiento. Las siguientes figuras, ilustran el concepto de longitud de agarre.

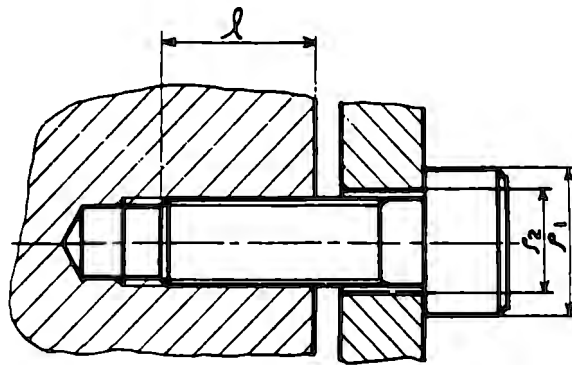


Fig 4 19

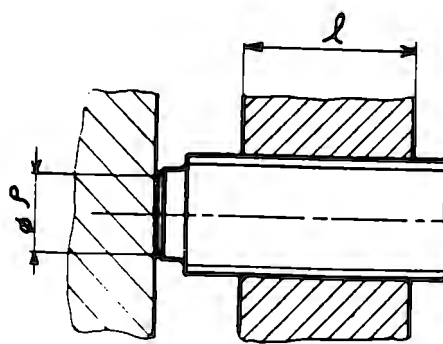


Fig.4.20



La longitud  $l$  en mm., deberá determinarse con las relaciones siguientes:

**Por presión de contacto:**

$$l = \frac{4pT}{\pi Pz(de^2 - di^2)}$$

De donde:

$p$  = paso de la rosca en mm.

$T$  = Fuerza axial aplicada sobre el tornillo.

$P$  = Presión de contacto admisible  $daN/mm^2$  (pueden tomarse valores de 6,8 y 10  $daN/mm^2$  para los aceros 1045, 1060 y 4140)

$z$  = Número de entradas del tornillo (generalmente 1 entrada para sistema que deben ser irreversibles como el de la sujeción).

$de$  = Diámetro exterior de contacto en mm.

$di$  = Diámetro interior de contacto en mm.

**Por cizallamiento:**

Siendo  $d_n$  el diámetro del núcleo del tornillo y  $\tau_{\text{máx}}$  el esfuerzo cortante máximo que admite el material:

daN/ mm <sup>2</sup>	1045	1060	4140
$\tau_{\text{máx}}$ sin tratamiento	8.5	10	13
$\tau_{\text{máx}}$ con tratamiento	13	15	20

El mayor valor de  $l$ , será el que se adopte como longitud de agarre.

**d) Par o momento necesario para ejercer una fuerza axial T.**

$$M_t = T [ r_m t_\alpha (\alpha + \varphi') + a t_\alpha \varphi'' ]$$

$M_t$  = Momento total necesario en m daN

T = Fuerza axial en daN.

$r_m = d_m/2$  = radio medio de contacto en mm.

$\alpha$  = Angulo de la hélice media.

$t_\alpha = P/pdm = \text{Paso}/ d_{\text{medio } p}$ .

$\varphi'$  = Ángulo corregido de frotamiento en los filetes.

$$t_{\phi}' = t_{\phi} / \cos \beta$$

donde:

$t_{\phi}$  = coeficiente de frotamiento en los filetes (0.15-0.25)

$\beta$  = semiangulo del filete.

$\beta = 30^{\circ}$  para perfil triangular.

$\beta = 15^{\circ}$  para perfil trapezoidal.

$$\cos 30^{\circ} = 0.8660$$

$$\cos 15^{\circ} = 0.9659$$

$$\operatorname{tg}(\alpha + \phi') = \frac{\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\phi'}{1 - \operatorname{tg}\alpha \cdot \operatorname{tg}\phi'}$$

$\alpha$  = Radio medio de frotamiento en la cabeza o en la punta en m.

Frotamiento en la punta (fig. 4.21):  $a = \frac{2}{3}r$

$$a = \frac{2}{3}\rho$$

Frotamiento en la cabeza (fig. 4.19):

$$a = \frac{2(\rho_3 - \rho_1)}{3(\rho_2 - \rho_1)}$$

$t_{\phi}'$  = Coeficiente de frotamiento en la cabeza o en la punta ( $\approx 0.05$  a  $0.4$ )

## **CAPITULO V**

---

### **MEMORIA DE CALCULO**

En este capítulo se tratan todos los puntos necesarios para desarrollar el diseño del dispositivo, que estará en cargado de sujetar al cono en se fase de fabricación en el centro de maquinado.; está compuesto por los siguientes puntos.

#### **5.1. Diagrama Isostático.**

En esta sección se determina la posición en la cual deberá estar sujeto el cono para evitar que se mueva en cualquiera de sus seis grados de libertad, para así poder realizar operaciones de maquinado sobre el mismo.

## **5.2. Análisis de Fabricación.**

Aquí se describirá en forma general, las operaciones que se deberán realizar para obtener como pieza final al cono ISO 40, esta descripción abarcará desde que se tiene el material en bruto hasta que se realizan las ranuras guías para su inserción en la máquina en la que se desea trabajar.

Se incluyen , dibujos de posición, dimensiones, operaciones a realizar, así como las herramientas y la maquinaria necesaria para la fabricación del cono.

## **5.3. Análisis de Fase.**

En esta parte se describen de forma detallada todos los pasos necesarios para la fabricación del cono, se incluyen tiempos de fabricación, así como todos los parámetros tecnológicos.

## **5.4. Costos de Fabricación..**

Con los datos obtenidos de los tiempos de fabricación se determinó el costo de fabricación tanto del lote como de cada cono.

#### **5.5. Esfuerzos de Corte.**

Para el diseño del dispositivo, se necesitan conocer las fuerzas de corte, que actúan durante el maquinado, todo esto con la finalidad de que al efectuar el diseño se consideren los elementos necesarios para soportar estas fuerzas de corte.

#### **5.6.- Fuerzas necesarias para la sujeción del cono.**

Una vez conociendo las fuerzas de corte, se necesita conocer la posición y la magnitud de las fuerzas necesarias para contrarrestar estas fuerzas, y poder efectuar el maquinado, evitando cualquier desplazamiento del cono.

#### **5.7. Solución Propuesta.**

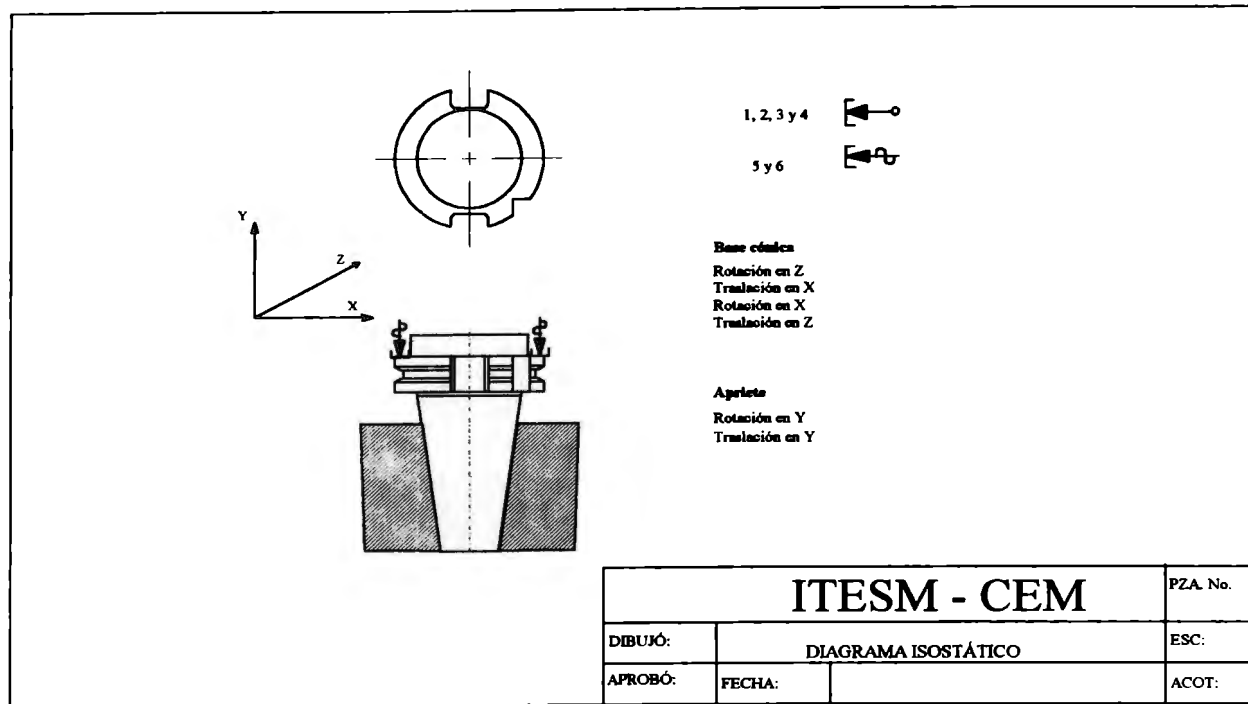
En base a los esfuerzos y al diagrama isostático se realizó una posible solución para la fabricación del cono, hablamos de una posible solución porque a este problema pueden haber miles de soluciones, en base a la experiencia en el diseño de dispositivos, o en base al ingenio de cada diseñador.

La solución propuesta en esta tesis se detalla en los dibujos del dispositivo en conjunto.

#### **5.8. Cálculo de elementos por resistencia.**

Cuando se ha diseñado el dispositivo, este esta integrado por varios elementos, motivo por el cual es necesario hacer el cálculo de cada uno de estos para comprobar que resistirán las fuerzas alas que están sometidas y que además permitirán el buen funcionamiento del dispositivo.

5.1 Diagrama Isostático





5.2 Análisis de Fabricación.

Fase	Designación de fases subfases y operaciones.	Maq.	Dispositivos de corte y control	Croquis de la pieza en sus diversas etapas de maquinado.
10	<p><b>TORNEADO</b></p> <p><b>Subfase A</b></p> <p>- Apoyo cilíndrico 1,2 y 3.</p> <p>- Apriete , orientación y centrado efectuado por 1, 2 y 3.</p> <p>a) Refrentar 1 con la herramienta . # 1.</p> <p>b) Hacer orificio de centros con herramienta. # 2.</p> <p>c) Cilindrar 3 a una dia. d1(máx. 50 mm) y L1 (de A a sup 1 debe existir una longitud mínima de 35 mm), con herramienta. #3</p>	TCN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Butil para refrentar.</li> <li>• Broca de centros</li> <li>• Butil para cilindrar.</li> <li>• Butil de forma.</li> <li>• Máquina de coordenadas.</li> </ul>	

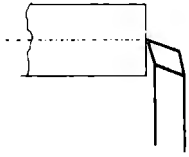
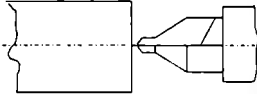
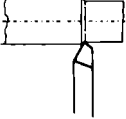
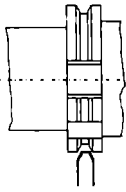
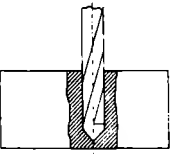
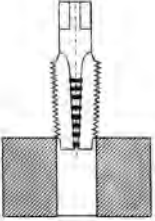
Fase	Designación de fases subfases y operaciones.	Maq.	Dispositivos de corte y control	Croquis de la pieza en sus diversas etapas de maquinado.
10	<p><b>TORNEADO</b></p> <p><b>Subfase A</b></p> <p>c) Cilindrar 3 a una dia. d1(máx. 50 mm) y L1 (de A a sup 1 debe existir una longitud mínima de 35 mm), con herramienta. #3</p> <p>d) Cilindrar 4 a un Dia. de 63.55 -0.1 mm a una longitud de 15.9 mm. con herramienta # 3</p> <p>e) Hacer ranura de forma, con un diámetro de 56.25 - 0.15 a una distancia de 7.95 de la sup. 2. con herramienta # 4.</p>	TCN		

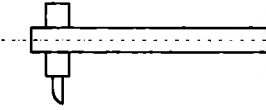

Fase	Designación de fases subfases y operaciones.	Maq.	Dispositivos de corte y control	Croquis de la pieza en sus diversas etapas de maquinado.
10	<p><b>TORNEADO</b></p> <p><b>Subfase B</b></p> <p>- Apoyo cilíndrico 1,2 y 3</p> <p>- Apriete, orientación y centrado efectuado por 1, 2 y 3</p> <p>a) Efectuar conicidad a una longitud de <math>71.65 \pm .2</math> con respecto a la superficie 6 con una pendiente de 7:24 (25°), con herramienta # 3.</p> <p>b) Efectuar taladro con un diámetro de 14 mm a una profundidad de 42.5 mm como mín., con herramienta # 5.</p>	TCN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Butil para cilindrar.</li> <li>• Broca dia. 14 mm.</li> <li>• Machuelo dia. 16 mm.</li> <li>• Barra de interiores.</li> <li>• Máquina de coordenadas.</li> </ul>	

Fase	Designación de fases subfases y operaciones.	Maq.	Dispositivos de corte y control	Croquis de la pieza en sus diversas etapas de maquinado.
10	<p><b>TORNEADO</b></p> <p><b>Subfase B</b></p> <p>c) Realizar rosca con un con un machuelo de dia. de 18 mm y un paso 2mm.. a una longitud min. de 32mm. con herramienta # 6.</p> <p>d) Realizar agujero con un dia. de 17 H7 a una profundidad de 8.2+0.5 con respecto a 7, con una barra de interiores. con herramienta # 7</p>	TCN		

Fase	Designación de fases subfases y operaciones.	Maq.	Dispositivos de corte y control	Croquis de la pieza en sus diversas etapas de maquinado.
20	<p><b>FRESADO</b></p> <p><b>Subfase A</b></p> <p>- Apoyo líneal 1 y 2                      - Apoyo líneal 3 y 4                      - Apoyos puntuales 5 y 6.</p> <p>-Centrado, apriete, y orientación efectuado por dispositivo de sujeción.</p> <p>a Efectuar ranura de 16.1 H12 a una distancia de 25 -0.4 mm del centro. con herramienta # 8</p> <p>b Efectuar ranura de 16.1 H12 a una distancia de 22.8 - 0.4 mm del centro. con herramienta # 8</p>	<p style="text-align: center;">C E N T R O  D E  M A Q U I N A D O</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortador Vertical de 15.895 mm</li> <li>• Máquina de coordenadas.</li> </ul>	

Fase	Designación de fases subfases y operaciones.	Maq.	Dispositivos de corte y control	Croquis de la pieza en sus diversas etapas de maquinado.
20	<b>FRESADO</b> <b>Subfase A</b>  c Efectuar guía en v a una distancia de 18.5 -0.3 del eje Y y X.con hta. # 8	C E N T R O  D E  M A Q U I N A D O		

Herramienta N°	Características.	Dibujo
01	Buril para refrentar Material: Acero rápidos al tungsteno, acero rápido al molibdeno Dimensión: 3/8". [2]	
02	Broca de centro Material: Acero rápidos al tungsteno, acero rápido al molibdeno Dimensión: Broca N° 1. [2].	
03	Buril para cilindrar. Material: Acero rápidos al tungsteno, acero rápido al molibdeno Dimensión: 3/8". [2]	
04	Buril de forma Material: Acero rápidos al tungsteno, acero rápido al molibdeno Dimensión: 3/8". [2]	
05	Broca Material: Acero rápidos al cobalto, acero rápido al molibdeno Dimensión: Dia. de 14 mm [2]	
08	Machuelo Material: Acero rápidos al tungsteno, acero rápido al molibdeno Dimensión: Dia. 16 mm. Paso: 2 mm [2]	

Herramienta N°	Características.	Dibujo
07	Barra de interiores Material: Acero rápidos al tungsteno, acero rápido al molibdeno [2]	
08	Fresa vertical. Material: Acero rápidos al tungsteno, acero rápido al molibdeno Dimensión: Dia. 15.875 mm [2]	













Nombre y No de pieza CONO ISO 40	Fase: 20 Sub Fase: B Operación	Material 9840	Cant. de pzas. 50	Hoja 6/7							
Tiempo Total = Tp + n Pzas (Tt + Tc + Tm + Ttm) Tiempos en centésimas de hora											
Operaciones, elementos de trabajo, movimiento, codificados ó no	Elementos de corte						Tiempos por pieza				
	V	a	N	P	A	L	Tt + Tc	Ttm	Tm	To	TP
PARA CADA PIEZA DEL LOTE											
Tomar pieza de banda transportadora											
Acercar pieza a dispositivo											
Cerrar mordazas											
Cambio de pallet											
Ejecutar programa 1											
Sujeción y posicionamiento de herramienta											
Operación a											
Ver tabla 1, para estos datos											
Efectuar ranura 1 de 16.1 H12 a una distancia de 25 mm del centro.											
Cambio de posición de la herramienta.											
Operación b											
Ver tabla 1, para estos datos											
Efectuar ranura 2 de 16.1 H12 a una distancia de 22.8 mm del centro											
Cambio de posición de la herramienta.											
Operación c											
Ver tabla 1, para estos datos											
Efectuar ranura 3 en V											
Almacenamiento de hilo.											
Cambio de pallet.											
Tomar pieza											
Abrir mordazas											
Colocar pieza en banda											
Tomar pieza de banda											
Transportar pieza a la mesa de medición											
Medir una de cada 10 si son iguales											
Tomar pieza											
Colocar pieza en banda											
							0.13		17.95		
Totales							0.15		8%		
Correcciones							0.15		19.39		
Totales corregidos							0		0.193	0.19493	
Tiempo concedido para la fase (hrs)											



TABLA 1  
PARÁMETROS TECNOLÓGICOS

Fase:10  
Subfase : A  
Operación: a

Operación	k1	k2	k3	k4	k5	Vb (m/min)	Vm(m/min)	P(mm)	a(mm)	D(mm)	n (RPM)	Vp(m/min)	Long. (mm)	tc(ch)
Desbaste	0.9	1	1	0.8	1.3	40	37.44	1	0.1	66.675	178.7400715	37.44	1	0.093245272
Semiacabado	0.9	1.3	1	0.8	1.3	40	48.672	0.5	0.05	66.675	232.362093	48.67	0.5	0.071727133
Acabado	0.9	1.5	1	0.8	1.3	40	56.16	0.25	0.025	66.675	268.1101073	56.16	0.25	0.062163515
TOTAL														0.22713582

Fase:10  
Subfase : A  
Operación: b

Operación	k1	k2	k3	k4	k5	Vb (m/min)	Vm(m/min)	P(mm)	a(mm)	D(mm)	n (RPM)	Vp(m/min)	Long. (mm)	tc (ch)
Semiacabado	0.7	1	1	1	1.3	40	36.4	5	0.75	3.17	3655.032417	36.40	5	0.003039949
TOTAL														0.003039949

Fase:10  
Subfase : A  
Operación: c

Operación	k1	k2	k3	k4	k5	Vb (m/min)	Vm(m/min)	P(mm)	a(mm)	D(mm)	n (RPM)	Vp(m/min)	Long. (mm)	tc (ch)
Desbaste	1	1	1	0.8	1.3	40	41.6	2.38	0.238	66.675	199	41.60	10	0.352608173
Desbaste	1	1	1	0.8	1.3	40	41.6	2.38	0.238	66.675	199	41.60	10	0.352608173
Semiacabado	1	1.3	1	0.8	1.3	40	54.08	1.19	0.1785	66.675	258	54.08	10	0.361649408
Semiacabado	1	1.3	1	0.8	1.3	40	54.08	1.19	0.1785	66.675	258	54.08	10	0.361649408
Acabado	1	1.5	1	0.8	1.3	40	62.4	0.595	0.119	66.675	298	62.40	10	0.470144231
Acabado	1	1.5	1	0.8	1.3	40	62.4	0.595	0.119	66.675	298	62.40	10	0.470144231
TOTAL														2.368803624

Fase:10  
Subfase : A  
Operación: d

Operación	k1	k2	k3	k4	k5	Vb (m/min)	Vm(m/min)	P(mm)	a(mm)	D(mm)	n (RPM)	Vp(m/min)	Long. (mm)	tc (ch)
Semiacabado	1	1	1	0.8	1.3	40	41.6	1.041	0.1249	66.675	199	41.60	15.9	1.068155498
Acabado	1	1.5	1	0.8	1.3	40	62.4	0.5208	0.1042	66.675	298	62.40	15.9	0.854032161
TOTAL														1.92218766



TABLA 1  
PARÁMETROS TECNOLÓGICOS

Fase:10  
Subfase : A  
Operación: e

Operación	k1	k2	k3	k4	k5	Vb (m/min)	Vm(m/min)	P(mm)	a(mm)	D(mm)	n (RPM)	Vp(m/min)	Long. (mm)	tc (ch)
Semiacabado	1	1.3	1	0.8	1.3	40	54.08	3.475	0.5213	66.675	258	54.08	5.2125	0.064554419
Acabado	1	1.5	1	0.8	1.3	40	62.4	1.7375	0.3475	66.675	298	62.40	5.2125	0.083920745
TOTAL														0.148475165

Fase:10  
Subfase : B  
Operación: a

Operación	k1	k2	k3	k4	k5	Vb (m/min)	Vm(m/min)	P(mm)	a(mm)	D(mm)	n (RPM)	Vp(m/min)	Long. (mm)	tc (ch)
Desbaste	1	1	1	0.8	1.3	40	41.6	3.557	0.3557	66.675	199	41.60	10	0.235931249
Desbaste	1	1	1	0.8	1.3	40	41.6	3.557	0.3557	66.675	199	41.60	10	0.235931249
Semiacabado	1	1.3	1	0.8	1.3	40	54.08	1.778	0.2667	66.675	258	54.08	10	0.242048817
Semiacabado	1	1.3	1	0.8	1.3	40	54.08	1.778	0.2667	66.675	258	54.08	10	0.242048817
Acabado	1	1.5	1	0.8	1.3	40	62.4	0.8892	0.1778	66.675	298	62.40	10	0.314592687
Acabado	1	1.5	1	0.8	1.3	40	62.4	0.8892	0.1778	66.675	298	62.40	10	0.314592687
TOTAL														1.585145505

Fase:10  
Subfase : B  
Operación: b

Operación	k1	k2	k3	k4	k5	Vb (m/min)	Vm(m/min)	P(mm)	a(mm)	D(mm)	n (RPM)	Vp(m/min)	Long. (mm)	tc (ch)
Desbaste	0.7	1	1	0.8	1.3	40	29.12	42.5	4.25	8	1159	29.12	42.5	0.014384615
Semiacabado	0.7	1.3	1	0.8	1.3	40	37.856	42.5	4.25	12	1004	37.86	42.5	0.016597633
Acabado	0.7	1.5	1	0.8	1.3	40	43.68	42.5	4.25	14	993	43.68	42.5	0.016782051
TOTAL														0.0477643

Fase:10  
Subfase : B  
Operación: c

Operación	k1	k2	k3	k4	k5	Vb (m/min)	Vm(m/min)	P(mm)	a(mm)	D(mm)	n (RPM)	Vp(m/min)	Long. (mm)	tc (ch)
Acabado	0.2	1.5	1	0.8	1.3	40	12.48	32	6.4	16	248	12.48	32	0.033564103
TOTAL														0.033564103

TABLA 1  
PARÁMETROS TECNOLÓGICOS

Fase:10  
Subfase : B  
Operación: d

Operación	k1	k2	k3	k4	k5	Vb (m/min)	Vm(m/min)	P(mm)	a(mm)	D(mm)	n (RPM)	Vp(m/min)	Long. (mm)	tc (ch)
Semiacabado	1	1.3	1	0.8	1.3	40	54.08	1.778	0.2667	16	1076	54.08	8.2	0.047629253
Acabado	1	1.5	1	0.8	1.3	40	62.4	0.8892	0.1778	16	1241	62.40	8.2	0.061904103
													TOTAL	0.109533356

Fase:20  
Subfase : A  
Operación: a

Operación	k1	k2	k3	k4	k5	Vb (m/min)	Vm(m/min)	P(mm)	a(mm)	D(mm)	n (RPM)	Vp(m/min)	Long. (mm)	tc (ch)
Acabado	0.4	1.5	1	0.8	1.3	40	24.96	1	0.3	15.875	500	24.96	15.9	0.003268518
													TOTAL	0.003268518

Fase:20  
Subfase : A  
Operación: b

Operación	k1	k2	k3	k4	k5	Vb (m/min)	Vm(m/min)	P(mm)	a(mm)	D(mm)	n (RPM)	Vp(m/min)	Long. (mm)	tc (ch)
Acabado	0.4	1.5	1	0.8	1.3	40	24.96	1	0.3	15.875	500	24.96	15.9	0.035299996
													TOTAL	0.035299996

Fase:20  
Subfase : A  
Operación: c

Operación	k1	k2	k3	k4	k5	Vb (m/min)	Vm(m/min)	P(mm)	a(mm)	D(mm)	n (RPM)	Vp(m/min)	Long. (mm)	tc (ch)
Acabado	0.4	1.5	1	0.8	1.3	40	24.96	1	0.3	15.875	500	24.96	15.9	0.035299996
													TOTAL	0.035299996

## 5.4. Costos de fabricación.

DESCRIPCION	TIEMPO (HRS)	No. DE PIEZAS	TOTAL (HRS)
<b>FASE 10, SUB FASEA</b>			
Preparación de la maquina para la primera pieza	1.28421	1	1.28421
Prara cada pieza del lote	.14285	49	7.00112
<b>FASE 10, SUBFASE B</b>			
Para cada pieza del lote	.21569	50	10.7845
Desequipado de la máquina	.26892		.26892
<b>FASE 20, SUBFASE A</b>			
Preparación de la máquina para la primera pieza.	1.32554	1	1.32554
Para cada pieza del lote	.19493	49	9.55157
Desequipado de la máquina	.26677		.26677
		<b>TOTAL</b>	<b>30.48263</b>

Si el costo de maquina es N\$600

El costo de fabricación del lote es de: **N\$18289.578**

El costo de fabricación por pieza es de: **N\$365.79156**

Posterior al maquinado se debe efectuar un tratamiento térmico de templado y revenido, el costo del tratamiento es de N\$50 por kilogramo, suponiendo que cada cono pesa 2 Kg, el costo se incrementa a N\$100 por pieza, lo cual da un costo total de la pieza de:

Costo final de la pieza, despues del tratamiento: **N\$465.79**

Actualmente en el mercado los costos de cada cono (los más sencillos) son de 256 usd.(se anexa hoja de cotización)

**COROMETAL, S.A. DE C.V.**  
 DIVISION ACEROS HERRAMIENTAS  
 CENTENO 858 D-401  
 GRANJAS MEXICO  
 02400 D.F. MEXICO

657-4893  
 649-0439  
 649-6584  
 649-0511  
 FAX 650-1882



SU SOLICITUD POR CONDUCTO DE: <i>Ing. Luis Masqueda</i> <i>1/3 Srita Monica Montañón</i> DE FECHA <i>9/5/607</i> POR LA VIA <i>Fax</i>					COTIZACION N° <i>030</i> <i>Tec de Mty.</i> DE FECHA HOJA No.	
PART	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	TOTAL	TIEMPO DE ENTREGA
<i>1</i>	<i>1</i>	<i>Ped</i>	<i>392.14-041 40 02 060</i>	<i>256-</i>		<i>3SEM</i>
<i>2</i>	<i>1</i>	<i>Ped</i>	<i>392.14-041 40 04 095</i>	<i>256-</i>		<i>3SEM</i>
<i>3</i>	<i>1</i>	<i>Ped</i>	<i>392.5520 40 06 050</i>	<i>256-</i>		<i>3SEM</i>
<i>4</i>	<i>1</i>	<i>Ped</i>	<i>392.5520 40 08 050</i>	<i>256-</i>		<i>3SEM</i>
<i>5</i>	<i>1</i>	<i>Ped</i>	<i>392.27 215 40 16 085</i>	<i>494.60</i>		<i>3SEM</i>
<i>N</i>						
MAS IVA EN TODOS LOS CASOS						

ESTA COTIZACION...  
 LAS CONDICIONES DE PAGO... *15 DIAS*  
 ESTA COTIZACION TIENE  
 LA MERCANCIA SE ENTIENDE L.A.B. *SU PUNTO*  
 Y EL PLAZO DE  
 IMPORTANTE

COROMETAL, S.A. DE C.V.  
*Humberto Martinez*  
 ATENTAMENTE

REC:91 COTIZACION

326-5789

## 5.5 Esfuerzos de corte.

Debido a que este trabajo tiene como objetivo el diseño de un dispositivo de sujeción del cono ISO 40 en fase de fabricación en el centro de maquinado, los esfuerzos de corte calculados están referidos a la fabricación en el centro de maquinado.

Existen formas muy diversas del cono ISO 40, por lo que calcular todos los esfuerzos de corte generados en todas sus formas haría un trabajo demasiado extenso, motivo por el cual se consideraron las condiciones de corte más críticas, las cuales son:

- 1.- En la Fase 20, Subfase A, operación a, en donde la ranura se tiene que generar de abajo hacia arriba.
- 2.- Empleando una herramienta de corte con dimensiones relativamente grandes, (para el maquinado del cono, lo cual puede observarse de las dimensiones de los dibujos de los conos, con los cuales se va a trabajar, ninguna de sus ranuras sobre pasa este diámetro, Dib.1 y 2), 5/8".

### CASO DEL FRESADO.

FASE: 20

SUBFASE: A

OPERACIÓN: a

Herramienta N° 8

Material de la herramienta: Carburo Medio.

Material a cortar: Acero 9840, Resistencia a la ruptura por compresión:  $150 \text{ daN/mm}^2$ .

Velocidad Básica de corte.

$V_b = 40 \text{ m/min}$  (para el maquinado de un acero 9840 con una herramienta de carburo medio, Tablas [1])

Velocidad de corte modificada.

$V_m = V_b \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5$ .

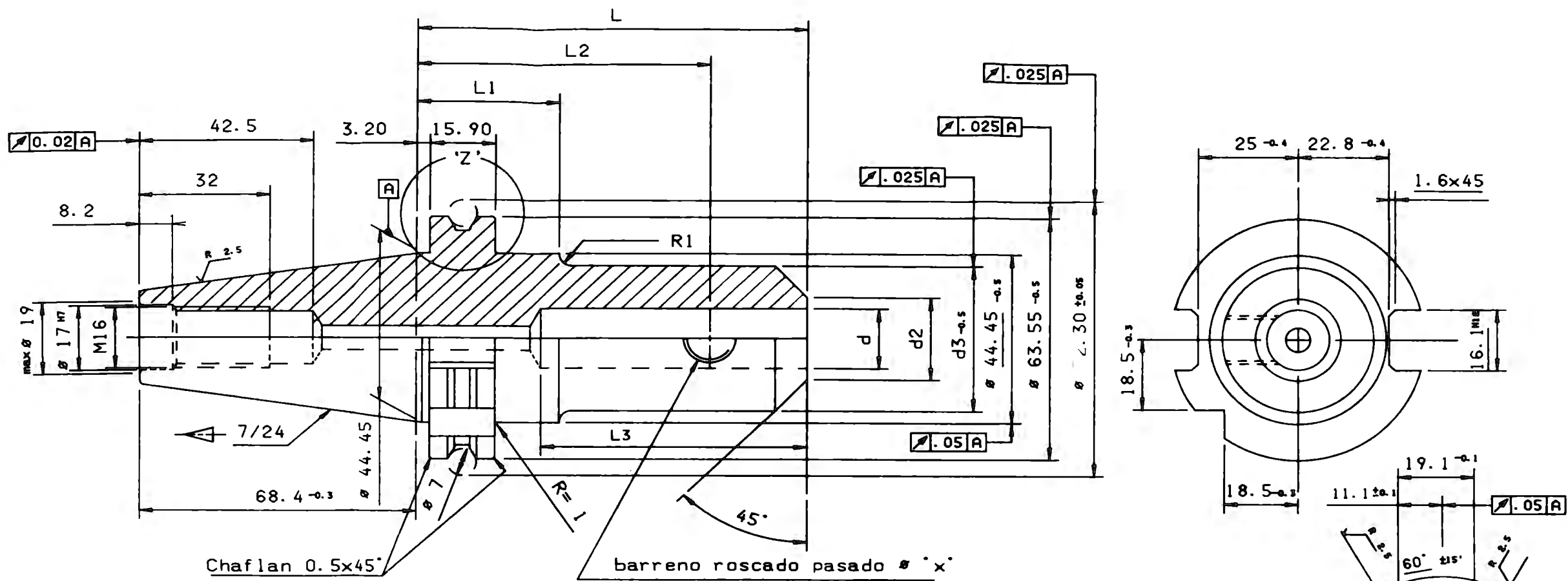
donde:

$K_1 = 0.4$  (ranurado)

$K_2 = 1.5$  (acabado)

$K_3 = 1$  (duración de filo de 2 a 4 hrs)

$K_4 = 0.8$  (laminado con costra)



Chaflan 0.5x45°

barreno roscado pasado  $\varnothing$  'x'

Detalle 'Z'

15.80	21.6	48	70	35	46	40			1/2-20-UNF
12.70	17	42	65	35	42.5	35	3.17		3/8-24-UNF
9.52	13	35	63	35	43	35	3.17		1/4-28-UNF
6.35	8.5	25	63	35	45	35	3.17		# 5-44
d	d2	d3	L	L1	L2	L3	R1		'x'

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES  
DE MONTERREY - CAMPUS ESTADO DE MEXICO

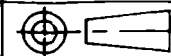
DIBUJO: G. A. M

Dib. 1

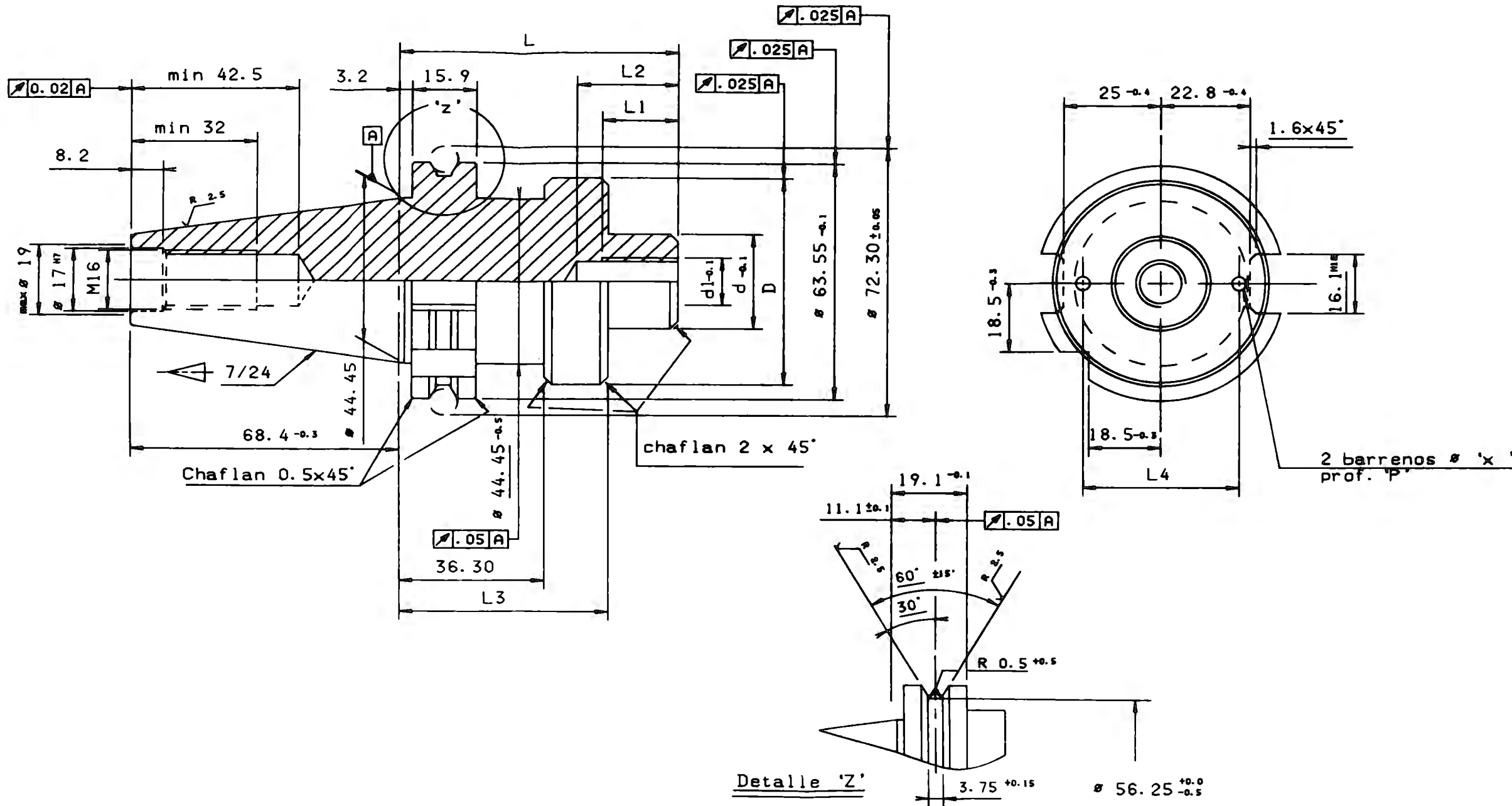
PORTA-HERRAMIENTAS PARA FRESA  
DE RANURAR, TIPO WELDON

ESCALA

APROBO: Dr. J. Z



ACOTACION



INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY - CAMPUS ESTADO DE MEXICO

19.05	3/8-24	44.45	52.35	19.05	25.40	34.92		7.95	12.70	
12.7	1/4-28	44.45	49.20	19.05	25.40	34.92		6.375	12.70	
d	d1	D	L	L1	L2	L3	L4	'x'	'P'	

DIBUJO G. ALVAREZ	Dib. 2	PORTA-HERRAMIENTAS PARA FRESADO FRONTAL - MONTAJE EN BRIDA	ESCALA SIN
APROBO J. ZELENY			ACOTACION mm.

$K5= 1.3$  (refrigerante abundante)

Sustituyendo valores:

$$V_m = 40 \times 0.4 \times 1.5 \times 1 \times 0.8 \times 1.3 = 24.96 \text{ m/min.}$$

Revoluciones por minuto

$$n = \frac{1000V_m}{\pi d h t a}$$

Sustituyendo valores:

$$n = \frac{1000 \times 24.96}{\pi \times 15.875} = 500.4 \text{ RPM}$$

n real= 500 RPM.

Velocidad práctica de corte

$$V_c = (\pi)(d h t a)(n_{real})$$

$$V_c = (\pi)(0.015875)(500) = 24.96 \text{ m/min}$$

Avance por diente

$a = 0.3$  (fresas con insertos de carburo)

Avance por revolución

$$a_{rev} = a \text{ N}^\circ \text{ de dientes} = (0.3)(5) = 1.5 \text{ mm/rev}$$

Tiempos de corte para fresado

$$T_c(ch) = \frac{(\pi)(d h t a)(l)}{(600)(a)(V_c)(Z)}$$

$$T_c(ch) = \frac{(\pi)(15.875)(15.9)}{(600)(0.3)(24.96)(5)} = 0.003529 \text{ ch}$$

\*NOTA: Los tiempos de corte así como las características de las variables, tales como avance, profundidad, RPM, etc, están definidos en la tabla 1, para todas las operaciones de maquinado del cono.



## 5.6.- Fuerzas necesarias para la sujeción del cono.

### 5.6.1 Fuerzas durante el fresado.

Fuerza de corte.  
 $F_c = KSR$

donde:

$K = 4$  (recomendado).

$R = 150 \text{ daN/mm}^2$  (resistencia del acero 9840)

$S =$  Sección de viruta.

$$S = e \times b$$

$b =$  Ancho de fresado = 15.9 mm

$e =$  espesor máximo

$$e_{max} = \frac{2az}{D} \sqrt{P(D-P)}$$

donde:

$az =$  avance por diente de la fresa (mm)

$P =$  profundidad de corte (mm)

$D =$  Diámetro de la fresa (mm)

$$e_{max} = \frac{2(0.3)}{15.875} \sqrt{(1)(15.875-1)} = 0.146 \text{ mm}$$

$$S = e \times b = 0.146 \times 15.9 = 2.32 \text{ mm}^2$$

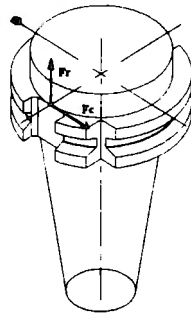
$$F_c = K \times S \times R = (4)(2.32 \text{ mm})(150 \text{ daN/mm}^2) = 1389.62 \text{ daN}$$

Fuerza radial

$$F_r = 0.4 F_c = (0.4)(1389.62 \text{ daN}) = 555.85 \text{ daN.}$$

$$\text{Fuerza resultante} = (F_c^2 + F_r^2)^{1/2}$$

En donde las fuerzas  $F_c$  y  $F_r$  actúan en el cono de la siguiente forma:

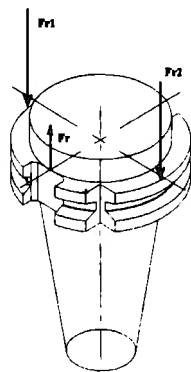


### 5.6.2 Cálculo de las fuerzas de apriete

El apriete se realiza por medio del dispositivo, asegurando el posicionamiento isostático, esta fuerza es una fuerza vertical, la cual contraresta el efecto de la fuerza de corte y la fuerza radial.

Para mantener el sistema en equilibrio se tienen que contrarrestar estas fuerzas.

Para contrarrestar  $F_r$ , se desean aplicar dos fuerzas verticales (fig ), en este sistema no existe ningún momento debido a la acción que efectúa la base soporte.



Por lo tanto:

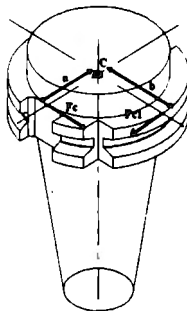
$$F_r = F_{r1} + F_{r2}$$

$$F_{r1} = F_{r2}$$

$$F_r = 2 F_{r1}$$

$$F_{r1} = F_r/2$$

Para contrarrestar la fuerza de corte tenemos (fig )



Dado que la fuerza de corte nos genera una rotación sobre el eje "Z", debemos encontrar una fuerza que contrarreste a  $F_c$ , debe ser de fricción.

Haciendo suma de momentos en el centro:

$$\sum M_c = 0$$

$$\sum M_c = aF_c - bF_{c1}$$

despejando  $F_{c1}$

$$F_{c1} = \frac{aF_c}{b}$$

$F_{c1}$  es una fuerza de fricción, por lo tanto:

$$F_{c1} = \mu N$$

Podemos aplicar una normal vertical u horizontal, para fines prácticos aplicaremos una normal vertical.

$$\mu N_{ver} = \frac{a F_c}{b}$$

$$N_{ver} = \frac{a F_c}{b \mu}$$

$\mu$  = coeficiente de fricción acero - acero = .5

$a = b$

$$N_{ver} = \frac{F_c}{.5} = F_c \times 2$$

Por ser 2 fuerzas las que contrarestan a  $F_c$ :

$$N_{ver} = \frac{2 F_c}{2} = F_c$$

La fuerza vertical total es:

$$F_{tv} = F_c + \frac{F_f}{2}$$

sustituyendo:

$$F_{tv} = 1389.62 + \frac{555.85}{2} = 1667.545 \text{ daN} = 1670 \text{ daN}$$

$F_{tv}$  es la fuerza que deben aplicar las mordazas para mantener al cono en posición isostática.

### 5.7.- Solución propuesta.

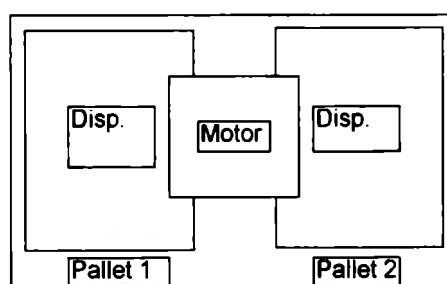
En base al diagrama isostático, análisis de fase y análisis de fabricación, se diseñó el dispositivo (Dib.3), que cumple con nuestros requerimientos, este diseño fue el que se nos hizo más práctico, y más fácil de fabricar ya que posteriormente al maquinado, facilita el desalojo del cono así como su limpieza, por tener una entrada de aire que estará conectada, a la posición de reposo del dispositivo (en el pallet).

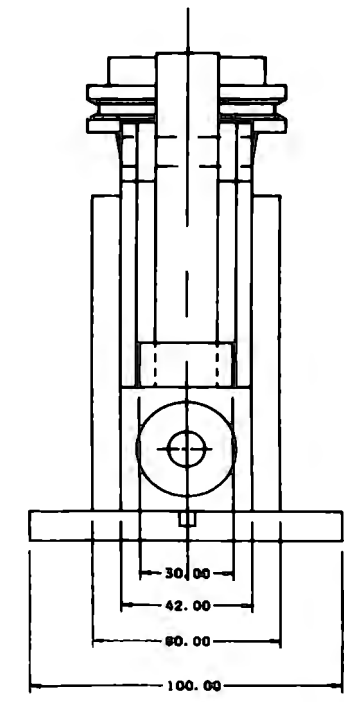
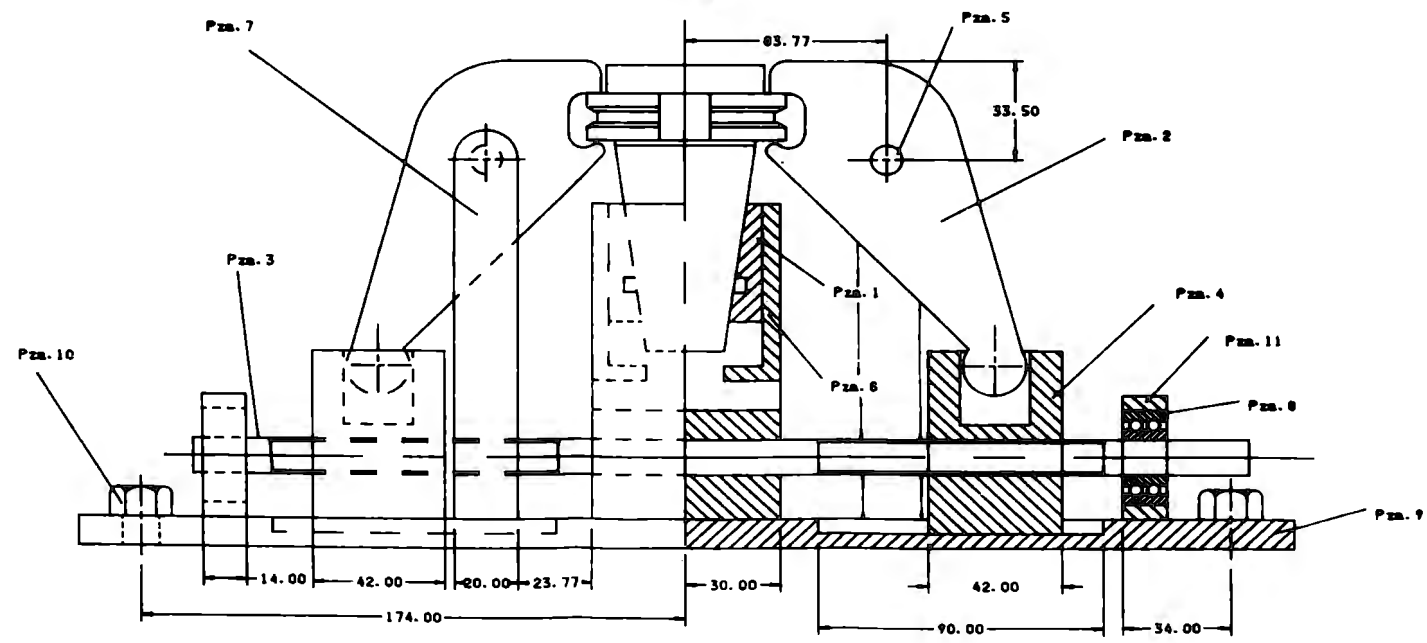
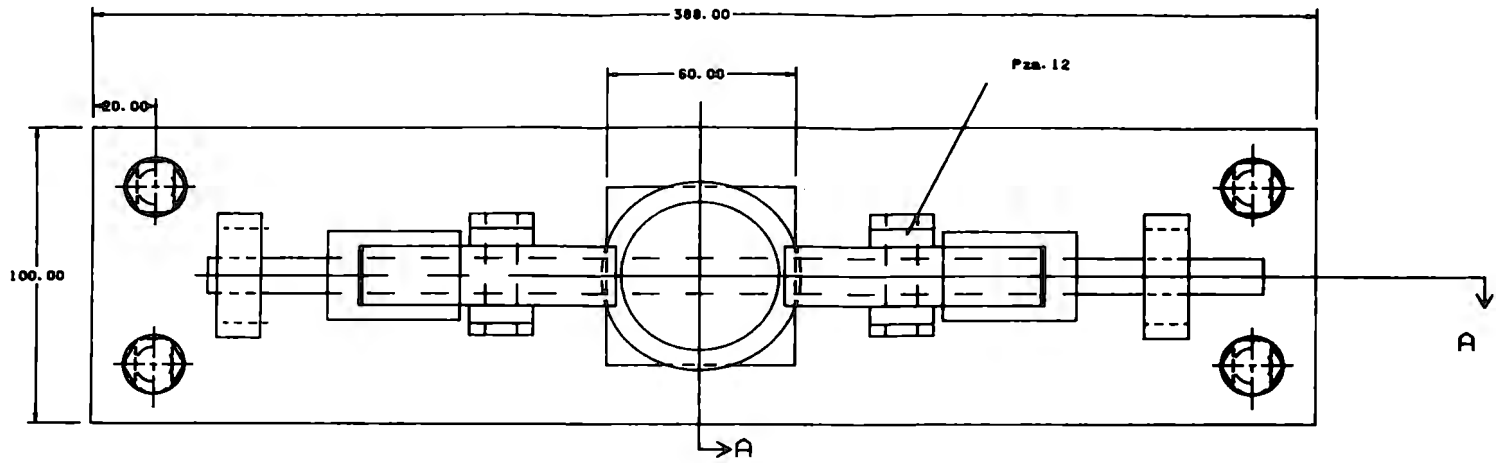
#### 5.7.1 Principio de funcionamiento.

##### 5.7.1.1 Principio de funcionamiento del sistema

El sistema trabaja de la siguiente forma: El dispositivo estará colocado en el pallet 1 o 2 (puede ser en ambos), cuando está en esta posición, está conectado al motor el cual va a ser controlado por una señal que le enviará un sensor optoelectrónico, el cual estará en el motor, todo esto será controlado por un PLC. Cuando el sensor envíe una señal indicándole al motor que una pieza está en el dispositivo, girará y permitirá la entrada de aire a través de la ranura 1 del buje, de esta forma se efectuará la sujeción. Una vez efectuada la sujeción, el centro de maquinado hará un cambio de pallet y llevará el pallet que contiene al dispositivo hasta la mesa de trabajo, en donde se efectuarán las operaciones necesarias de maquinado.

Una vez finalizadas las operaciones sobre la pieza, se efectuará el cambio del pallet hasta la posición inicial, conectando nuevamente el dispositivo al motor, el cual nuevamente girará permitiendo la salida de la pieza y la limpieza de la misma.





PZA. 12	2	ALIENTO-APOYO	4140	
PZA. 11	2	SOPORTE DE BALERO	1015	
PZA. 10	4	TORNILLO DE FIJACION	1045	M12
PZA. 9	1	BASE	1010	
PZA. 8	2	BALERO		SKF4201A-C2
PZA. 7	2	APOYO	4140	
PZA. 6	1	BASE-SOPORTE	1015	
PZA. 5	2	PERNO	4140	
PZA. 4	2	GUJA	308LS	
PZA. 3	1	BIELO	1045	
PZA. 2	2	NORDAZAS	4140	
PZA. 1	1	BIJE	1015	
REF	CANT.	DESCRIPCION	MAT.	OBS

INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

DIBUJO: M. M.  
 APROBO: Dr. J.

Dib. 3

CONJUNTO DISPOSITIVO

ESC: 5/11  
 ACOT: mm

### 5.7.1.2. Principio de funcionamiento del dispositivo.

El dispositivo trabaja en la siguiente forma, cuando este está en la posición 1 (ver dibujo 4), llegará el robot y colocará el cono sobre el dispositivo, cuando el motor empiece a girar, permitirá el desplazamiento de las guías (pieza 4), las cuales a su vez transmitirán una fuerza a las mordazas (pieza 2), al girar las mordazas sobre su punto pivote, éstas ejercerán una fuerza de apriete sobre el cono (posición 2), el cual estará apoyado sobre el buje y la base soporte. Esta fuerza será lo suficientemente grande como para permitir el maquinado del cono.

Cuando se efectúa el cambio del pallet a la posición inicial, el motor gira, y transmite un desplazamiento de las guías en sentido contrario, permitiendo que el cono quede libre (posición 3), al conectarse el dispositivo al motor también se conecta a una válvula, que permitirá la entrada de aire, la cual se encargará de la limpieza del cono.

### 5.8 Cálculo de elementos por resistencia.

Para el cálculo de elementos por resistencia podemos emplear los siguientes aceros:

#### Esfuerzos normales y cortantes admisibles

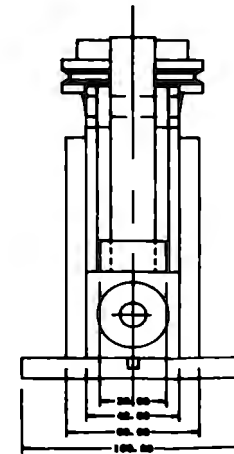
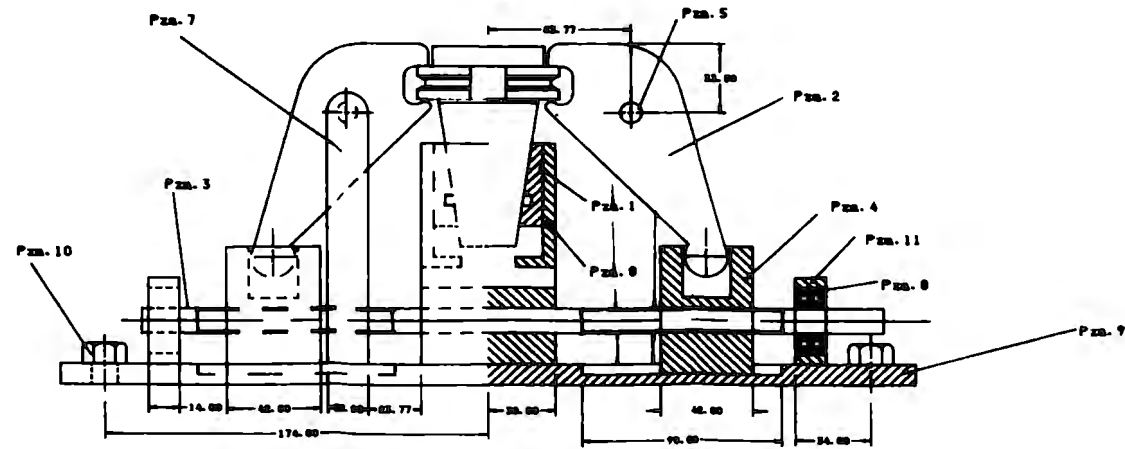
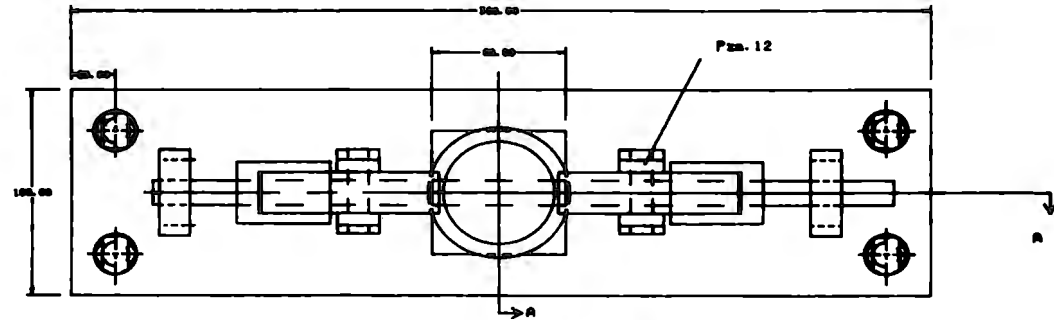
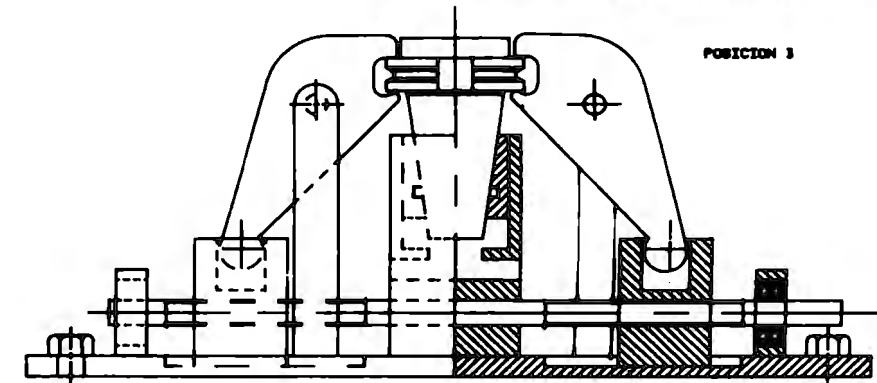
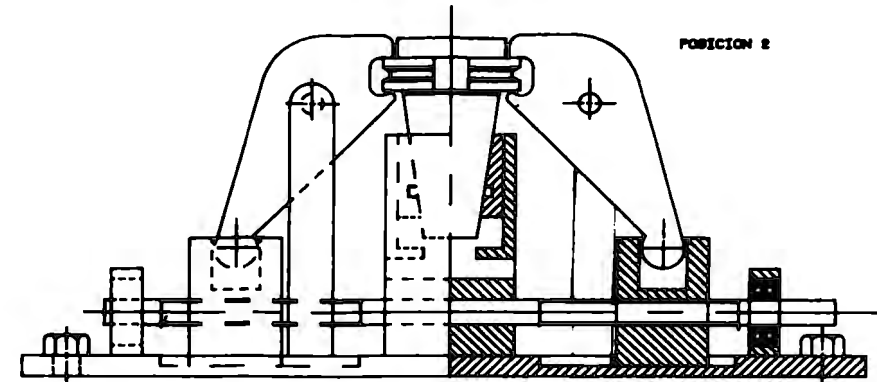
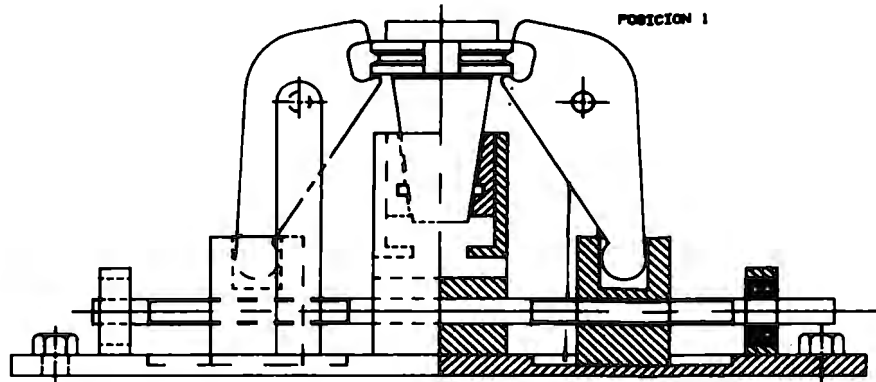
ACERO (NOM)	$\sigma_{MAX}$ (daN/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{MAX}$ (daN/mm <sup>2</sup> )	F.S.	$\sigma_{ADM}$ (daN/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{ADM}$ (daN/mm <sup>2</sup> )
1015	19	9.5	3	6.3	3.2
1018	20	10	3	6.6	3.3
1040	29	14.5	3	9.6	4.8
1045	17	8.5	2	8.5	4.3
1060	20	10	2	10	5
4140	26	13	2	13	6.5
9840	137	68.5	2	68.5	34.25

**NOTA:** Los esfuerzos de corte máximos ( $\tau_{MAX}$ ) a la fluencia se calculan a partir de la relación:

$$\tau_{MAX} = 0.5 \sigma_{MAX}$$

donde.

0.5 es el valor recomendado



Pza. 10	0	OPORTO-OPORTO	45.00
Pza. 11	0	OPORTO DE OJAL	100.00
Pza. 10	4	VEJILLA DE PUNTO	100.00 65.00
Pza. 7	1	OPORTO	100.00
Pza. 6	0	OPORTO	OPORTO-OPORTO
Pza. 7	0	OPORTO	45.00
Pza. 6	1	OPORTO-OPORTO	100.00
Pza. 9	0	OPORTO	45.00
Pza. 4	0	OPORTO	100.00
Pza. 3	1	OPORTO	100.00
Pza. 8	0	OPORTO	45.00
Pza. 1	1	OPORTO	100.00
OP.	OPORTO	OPORTO	OPORTO

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

DESIGNADO P. N. N. 201-4  
OPORTO Dr. J. L.

CONJUNTO DISPOSITIVO  
PUNTOS DE CONTACTO

OPORTO  
OPORTO



$\sigma_{MAX}$ = esfuerzo tensil de fluencia

Los esfuerzos admisibles se obtienen a partir de:

$$\sigma_{ADM} = \sigma_{MAX} / F.S.$$

$$\tau_{ADM} = \tau_{MAX} / F.S.$$

**Módulo de elasticidad:**

MATERIAL	E(daN/mm <sup>2</sup> )
ACERO	200 x 10 <sup>9</sup>

**BUJE (Pieza 1)**

Sobre el buje actúan las fuerzas de apriete (ver Fig 7.1), las cuales se distribuyen en toda el area del cono (Dib.5) y son de la misma magnitud, la fuerza total que actua sobre el buje (Ftb) es:

$$F_{tb} = 2 F_{tv} = 2(1670) 3334 \text{ daN}$$

Considerandolo como un cilindro de pared gruesa [12]

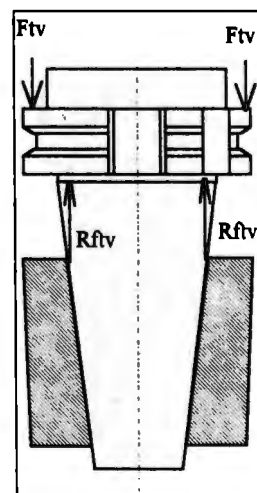
$$P = \frac{F}{A}$$

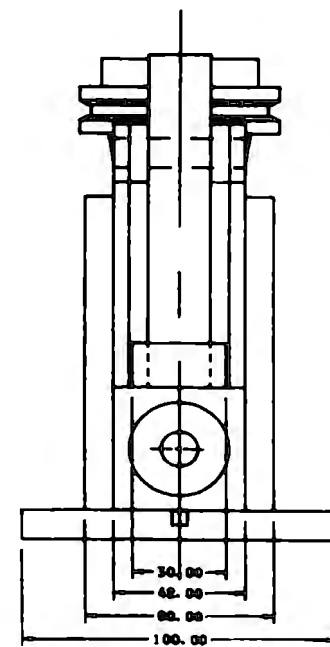
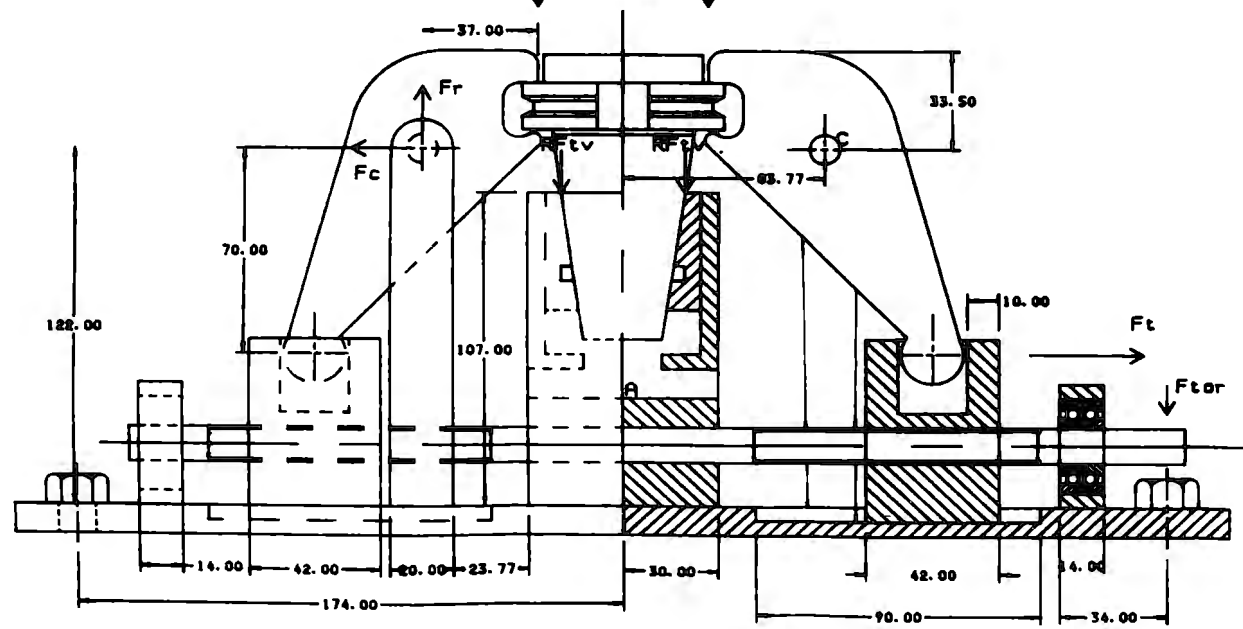
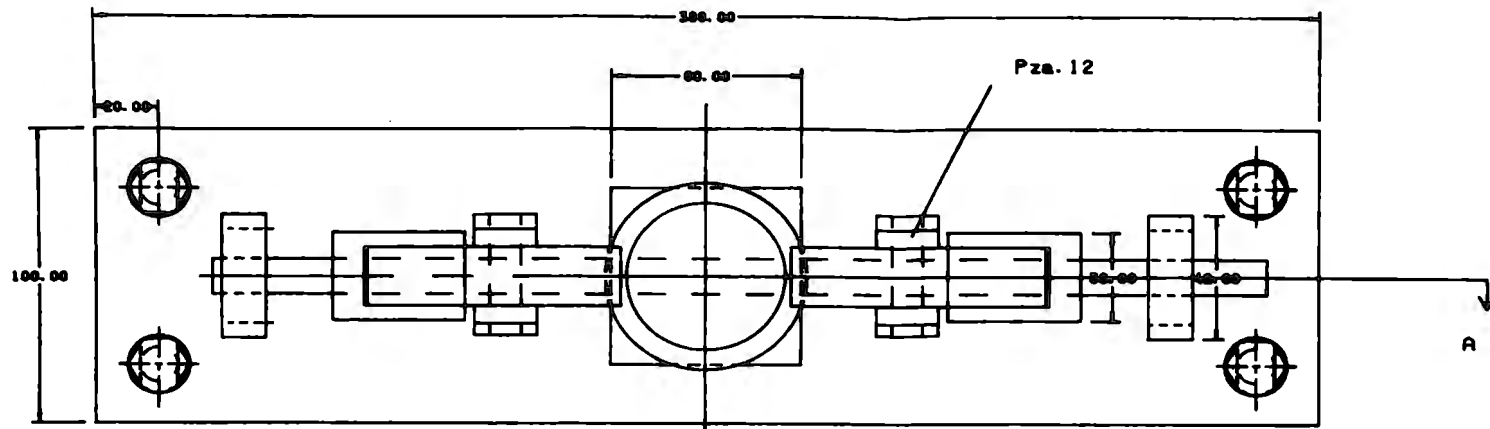
Determinando el area tenemos:

$$A = 3.1416 S(R+r)$$

$$A = 3.1415(40.40)(13.68+19.396)$$

$$A = 4198.027 \text{ mm}^2$$





PZA. 12	2	ALIENTO-APOYO	4140	
PZA. 11	2	SOPORTE DE BALERO	1015	
PZA. 10	4	TORNILLO DE FIJACION	1045	M12
PZA. 9	1	BASE	1010	
PZA. 8	2	BALERO		80F4201A-C2
PZA. 7	2	APOYO	4140	
PZA. 6	1	BASE-SOPORTE	1015	
PZA. 5	2	PERNO	4140	
PZA. 4	2	GUZA	1015	
PZA. 3	1	BIENLO	1045	
PZA. 2	2	RODAMIENTO	4140	
PZA. 1	1	BASE	1015	
REF.	CANT.	DESCRIPCION	ANT.	COM.

INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

DIBUJO: M. H. R.	DIB. 5	CONJUNTO DISPOSITIVO FUERZAS	ESC: 82M
APROBADO: Dr. J. Z.			ACOT: ==

$$P = \frac{F}{A}$$

$$P = \frac{F_{tb}}{A} = \frac{3340}{4198.027}$$

$$P = 7956 \text{ daN} / \text{mm}^2 = P_i$$

$$\alpha = \frac{pi}{k-1}$$

$$k = \frac{b}{a}$$

$$K = \frac{24.396}{19.396} = 1.2777$$

$$\alpha = \frac{.7956}{1.2577-1} = 3.08 \text{ daN} / \text{mm}^2$$

Por lo tanto podemos emplear un acero 1015

#### **MORDAZAS (Pieza 2)**

Debido a la forma de la mordaza (Dib.5), se puede observar que la parte crítica es el área que está en contacto con el cono, y que es la que va a aplicar la fuerza de apriete, esta área puede fallar por cortante.

$$F_{tv} = 1670 \text{ daN/mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{F}{t \cdot x_e}$$

Considerando un acero 4140 con esfuerzo admisible al cortante de  $6.5 \text{ daN} / \text{mm}^2$ , despejamos el espesor

$$e = \frac{F}{\sigma_{ad}} = \frac{1670}{6.5 \times 22.9540} = 11 \text{ mm}$$

Por lo tanto nuestra pieza tendrá un ancho de 20mm x 11mm de espesor en la sección crítica.

**BIRLO (Pieza 3)**

La fuerza que se desea aplicar es Ft (Dib.5), haciendo  $\Sigma Mc$

$$\Sigma Mc = 0 = Ft \times 37 - f \times 70$$

$$Ft = \frac{Ft \times 37}{70} = \frac{1670 \times 37}{70} = 882.7 = 885 \text{ daN}$$

Haciendo el calculo del tornillo.

Diametro nominal

$$dn = \sqrt{1.27 \left( \frac{885}{17} \right)} = 8.1310 = 12 \text{ mm}$$

Longitud de agarre

Por presion de contacto:

$$l = \frac{4 \times p \times Ft}{\pi \times P \times Z (d_e^2 - d_i^2)} = \frac{4 \times 1.75 \times 885}{\pi \times 6 \times 1 \times (12^2 - 10.10^2)}$$

$$l = 7.82 \text{ mm}$$

**Por cizallamiento**

$$l = \frac{Ft}{\pi \times d \times \tau_{max}} = \frac{885}{\pi \times 12 \times 8.5}$$

$$l = 2.76 \text{ mm}$$

**GUIA (pieza 4)**

La sección crítica de la guía es la que debe transmitir la fuerza a la mordaza, esta puede fallar por cortante(Dib.5), por lo tanto:

Considerando un acero 1015,  $\tau_{adm} = 3.2 \text{ daN/mm}^2$

$$\tau_{Adm} = \frac{F}{A}$$

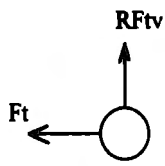
$$\tau_{Adm} = \frac{885}{30xe}$$

$$e = \frac{F}{\tau_{Adm} \times 30} = \frac{885}{3.2 \times 30}$$

$$e = 9.2 = 10 \text{ mm}$$

**PERNO (pieza 5)**

El perno está sometido a las siguientes fuerzas:



$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$F_x = F_t = 885 \text{ daN}$$

$$F_y = RF_{tv} = 1670 \text{ daN}$$

$$R = \sqrt{(F_x)^2 + (F_y)^2} = \sqrt{(885)^2 + (1670)^2}$$

$$R = 1890 \text{ daN}$$

Calculando por cortante, considerando un acero 4140, con un F.S. de 1.5

$$\tau_{adm} = 8.7 \text{ daN/mm}^2$$

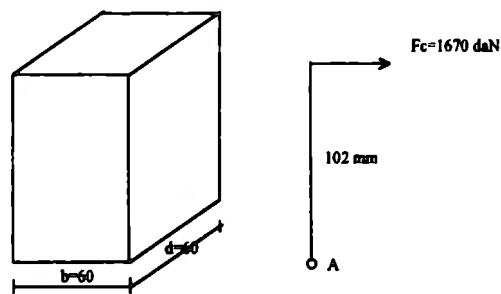
$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{1890}{2 \times \pi \times 6.35^2} \text{ por ser dos areas sometidas a cortante}$$

$$\tau = 7.45 \text{ daN/mm}^2 \text{ por lo tanto se acepta el material}$$

**BASE SOPORTE (Pieza 6, ver figura)**

Para esta pieza, se calculará solamente la soldadura que debe llevar, para soportar la fuerza de corte, ya que la fuerza de apriete o fuerza total vertical la absorbe por completo el buje (Dib.5)

Resistencia de unión soldada de la base soporte a la base.[12]



Haciendo  $\Sigma MA$ :

$$\Sigma MA=0$$

$$\Sigma MA=1670 \times 102=170340 \text{ daNmm}^2$$

$$\tau = \frac{1.414 M}{dbh} \text{ donde } h \text{ es el espesor de la soldadura}$$

$$\tau_{\text{sol max}} = 35.5 \text{ daN/mm}^2$$

$$F.S. = 1.5$$

$$\tau_{\text{sol adm}} = 35.5 / 1.5 = 23.7 \text{ daN/mm}^2$$

$$h = \frac{1.414 M}{d \times b \times \tau_{\text{adm}}} = \frac{1.414 \times 170340}{60 \times 60 \times 23.7}$$

$h = 2.82 = 5 \text{ mm}$ , la cual es fácil de obtener, obtención común de este ancho de cordón de soldadura .



**APOYO (Pieza 7)**

La pieza 7 está sometida a esfuerzos de tensión y flexión, su parte más crítica es a flexión, (ver Dib.5) por lo que calculamos su deflexión.

$$\delta = \frac{PL^3}{3EI}$$

$$I = \frac{bh^3}{3} = \frac{5 \times 20^3}{3} = 13333.33 \text{ mm}^4$$

$$E = 200 \times 10^9 \text{ N/m}^2 = 2 \times 10^7 \text{ daN/mm}^2$$

$$\delta = \frac{(885)(122)^3}{3(2 \times 10^7)(13333.33)} = 2.0087 \times 10^{-3} \text{ mm}$$

La deflexión es mínima, por lo tanto se acepta

Considerando un acero 4140, con F.S. = 1.5

$$\sigma_{\text{Adm}} = \sigma_{\text{Max}} / \text{F.S.} = 26 / 1.5 = 17.4 \text{ daN/mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{1670}{20 \times 5} = 16.7 \text{ daN/mm}^2$$

Por lo tanto si resiste.

**BALERO (Pieza 8, ver apéndice)**

El balero se saca por tablas, en base a la fuerza axial, y al diámetro.

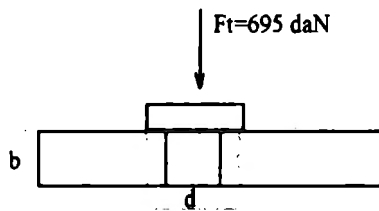
Sus especificaciones son: SKF4201A-C2

**BASE (Pieza 9)**

Espesor de la placa para tornillos de sujeción.

Considerando un material 1018

$$\tau_{Adm} = 3.3d_c N / mm^2$$

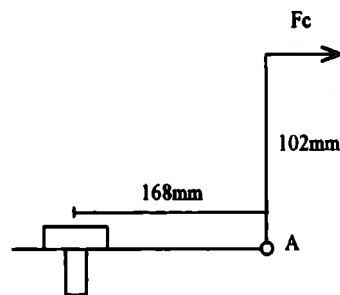


donde  $F_t$  = fuerza del tornillo, ver cálculos de pieza 10.

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{F}{\pi d \times b} [13]$$

$$\tau = \frac{695}{\pi \times 10 \times 20} = 1.10 \text{ daN} / mm^2$$

Por lo tanto si resiste.

**TORNILLOS DE FIJACION (Pieza 10)**

$$\Sigma M_A = 0$$

$$\Sigma M_A = F_c \times 102 - F_t \times 168$$

$$F_t = \frac{F_c \times 102}{168}$$

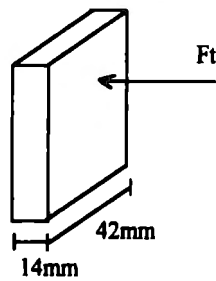
$$F_t = 1013.92 \text{ daN}$$

$$F_c / \text{tornillo} = \frac{1013.92}{2} = 506.96 \text{ daN}$$

De acuerdo a los barrenos roscados de la mesa del centro de maquinado MAHO, los tornillos de sujeción son M12 (R=1295daN, NOM 1045).

**SOPORTE DE BALERO (Pieza 11)**

Esta pieza podría fallar por cortante, ocasionado por la Ft.



$$Ft = 885daN$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{885}{14 \times 42}$$

$$\sigma = 1.5daN / mm^2$$

Por lo tanto podemos emplear un acero 1015

**AUMENTO DE APOYO (Pieza 12)**

El aumento es para permitir, el paso libre de la corredera, y dado que ya se cálculo el apoyo, el aumento tendrá, las mismas dimensiones, será del mismo material, excepto de lo largo.

**PAR NECESARIO QUE DEBE APLICAR EL MOTOR.**

$$T = \frac{F(\mu dm)}{2} [14]$$

$\mu$  = coeficiente de fricción , se considera igual a la tangente del angulo de la hélice

$$T = \frac{506.96 \times 0.05 \times 11.05}{2}$$

$$T = 140 \text{ daNmm}$$

$$T = 1.4 \text{ N.m}$$

Por lo tanto se eligirá un motor electrico capaz de proporcionarnos un par de 1.4 Nm.

Para que la pieza quede libre necesitamos dar 9 vueltas al birlo, por medio del motor por lo tanto:

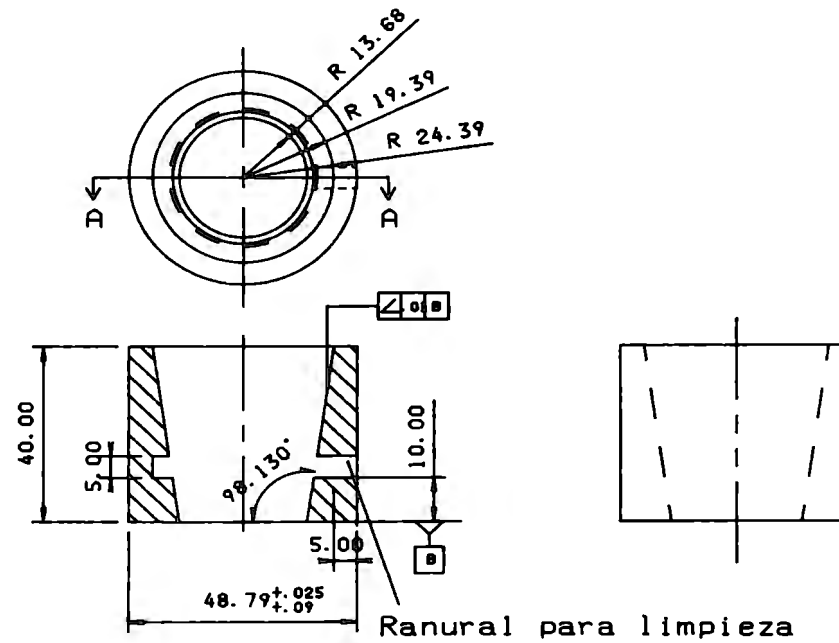
$$\omega = 9 \frac{2\pi \text{rad}}{5 \text{seg}} = 11.50 \frac{\text{rag}}{\text{seg}}$$

$$P(\text{potencia}) = \omega T = 1.4 \times 11.50 = 16.1 \text{ watts}$$

$$P = 0.12 \text{ Hv}$$

La conexión entre el dispositivo y el motor se efectuará haciendo uso de un cople flexible tipos F,G ó WA, que nos proporcione el mismo par.

El control del motor y por consiguiente del dispositivo se puede efectuar empleando un PLC, sin en el menor problema, para controlarlo se empleará un sensor optoelectrónico, que es relativamente económico y de los más empleados.

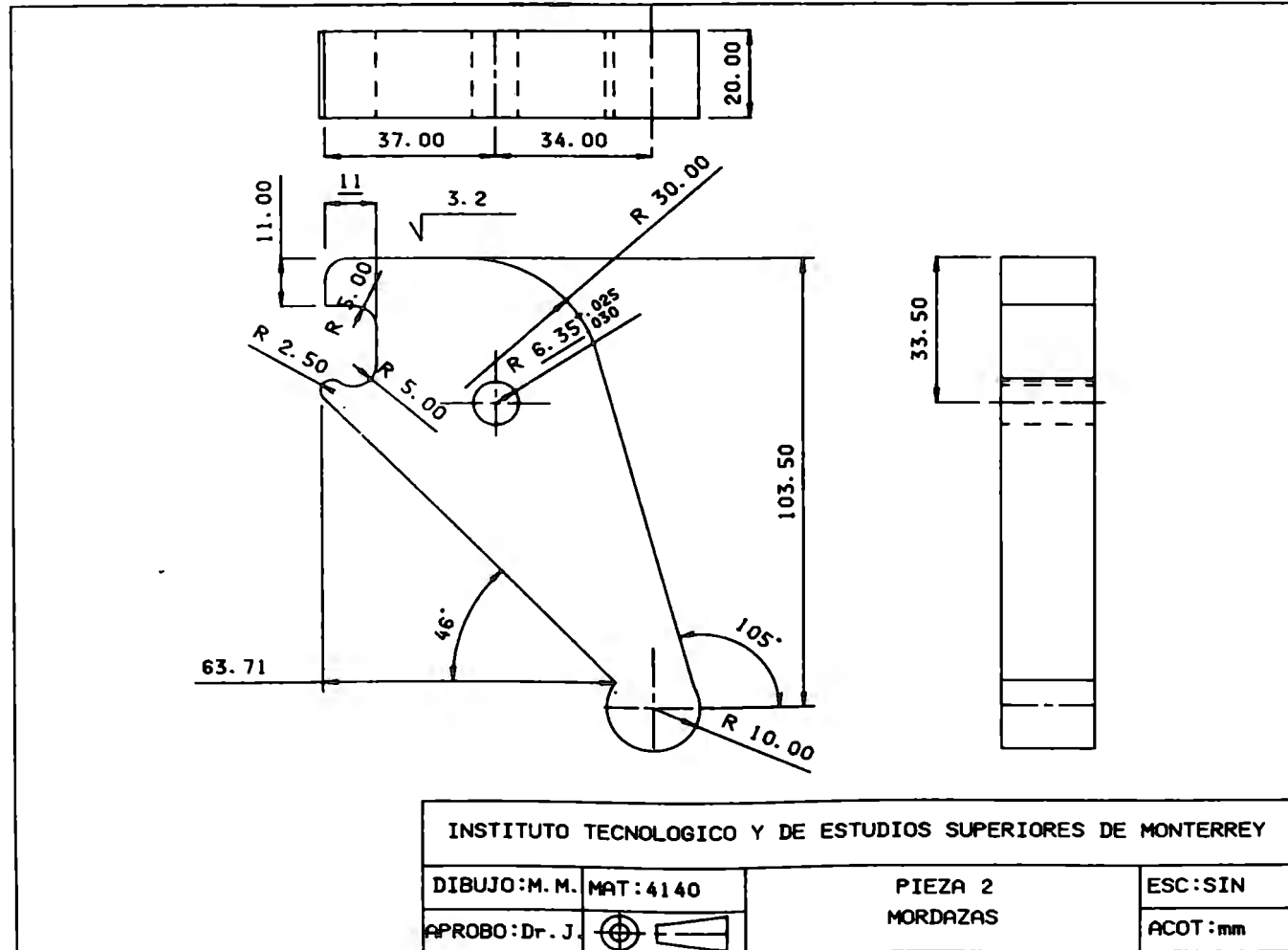


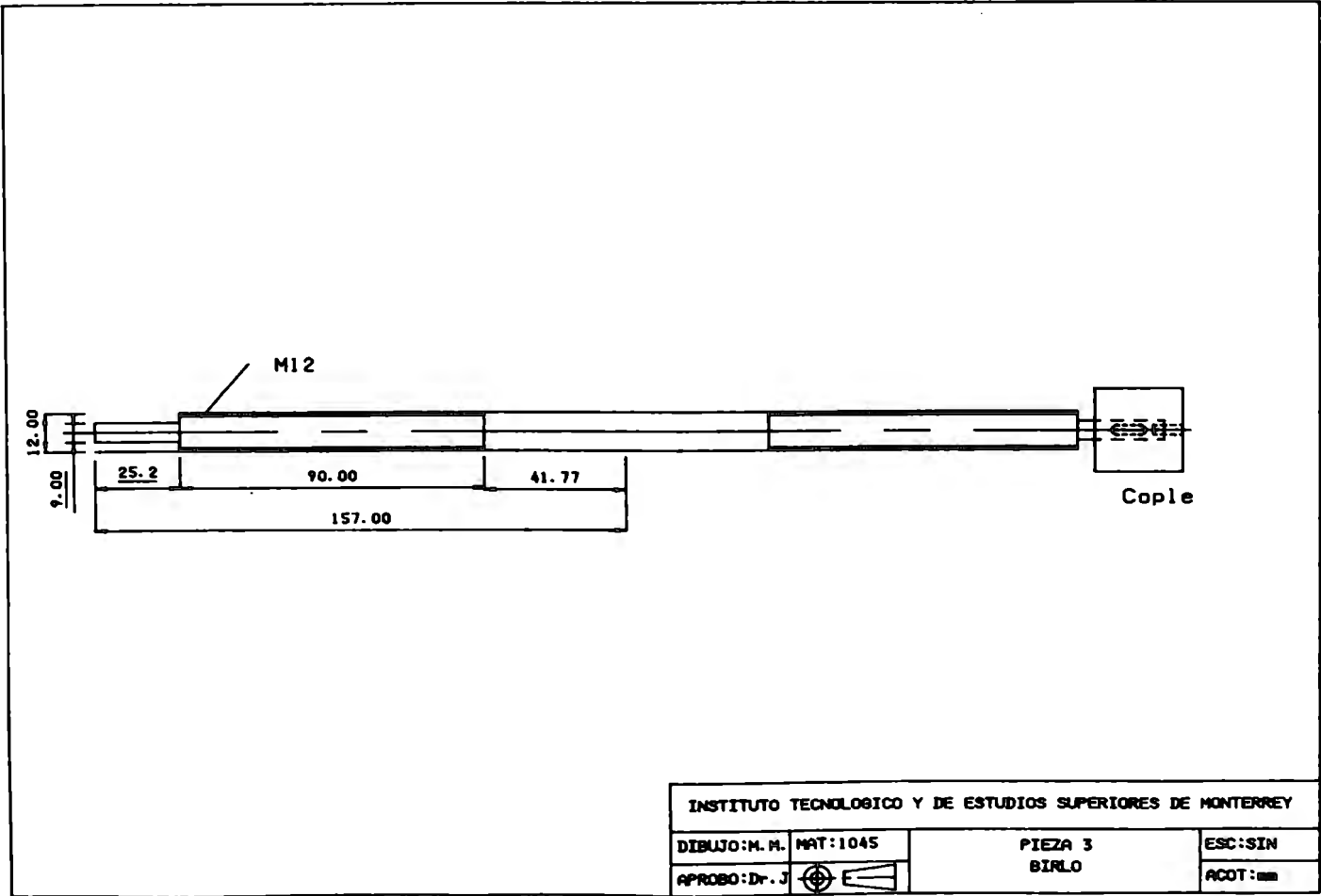
INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

DIBUJO: M. M. MAT: 1045  
 APROBO: Dr. J

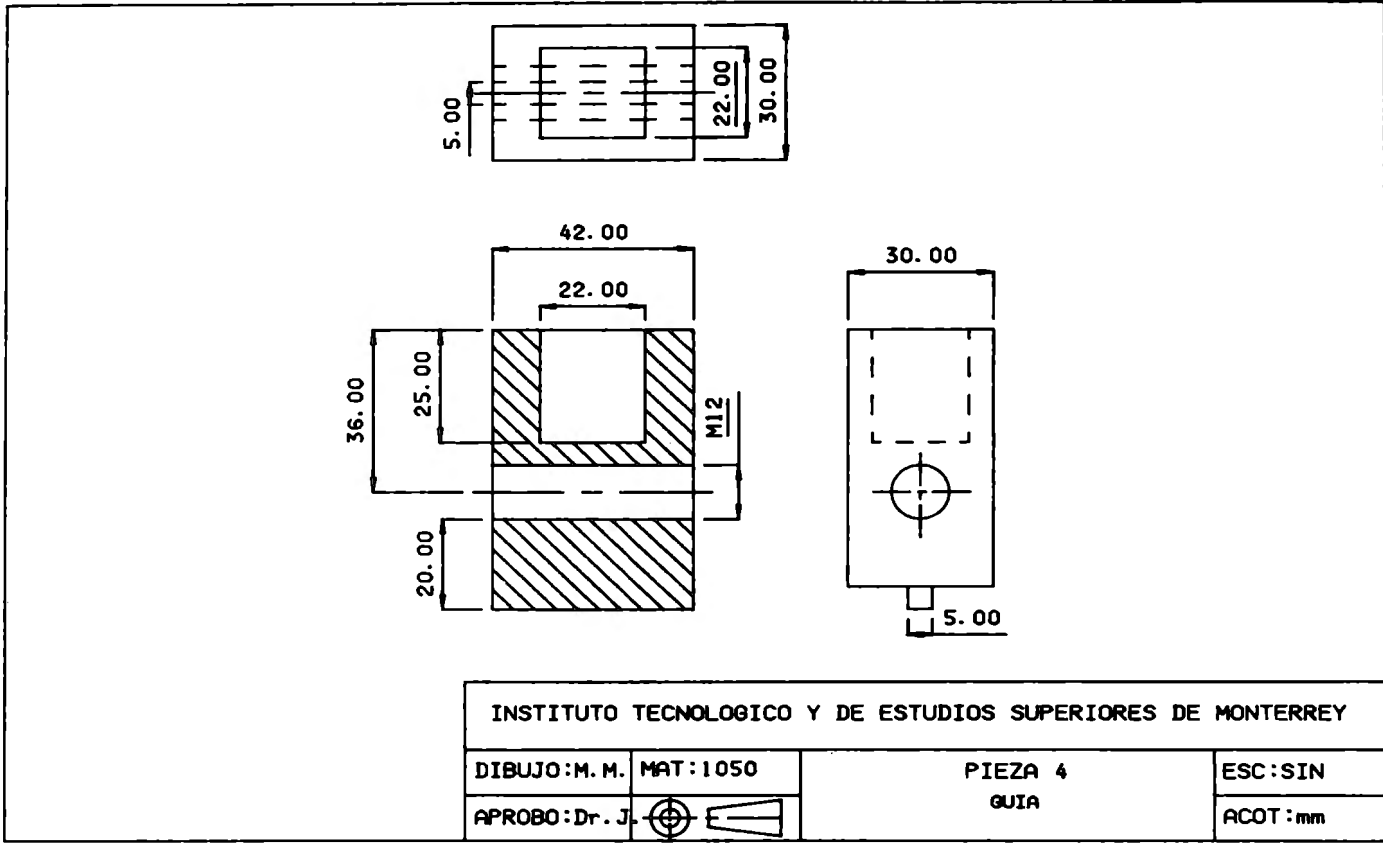
PIEZA 1  
 BUJE

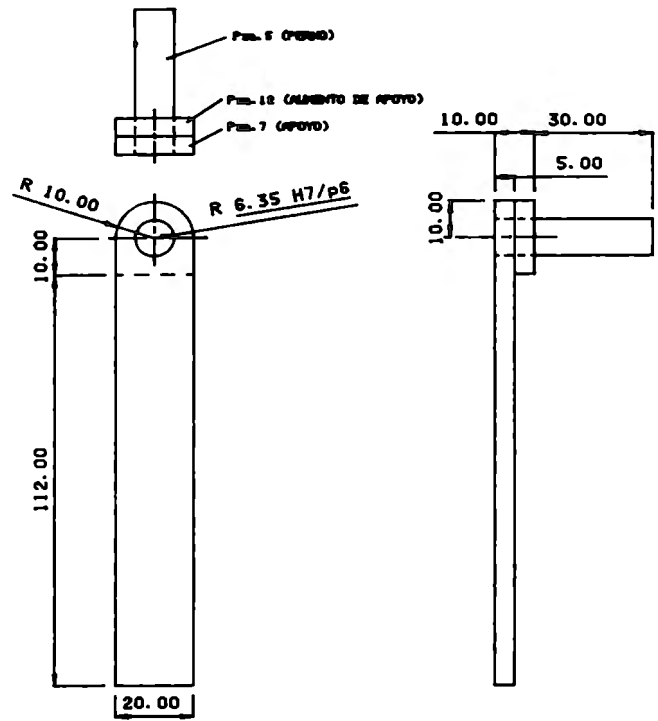
ESC: SIN  
 ACOT: mm



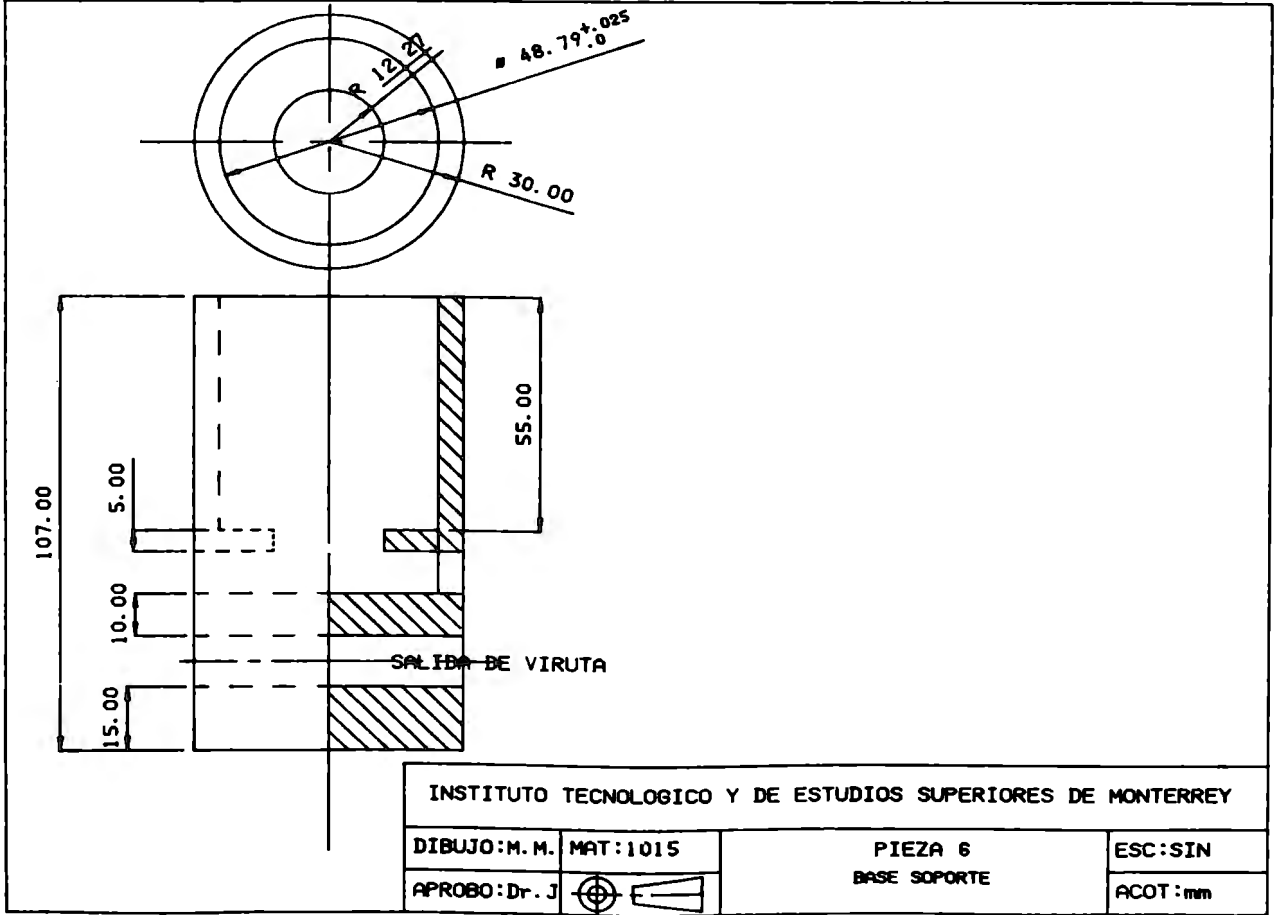


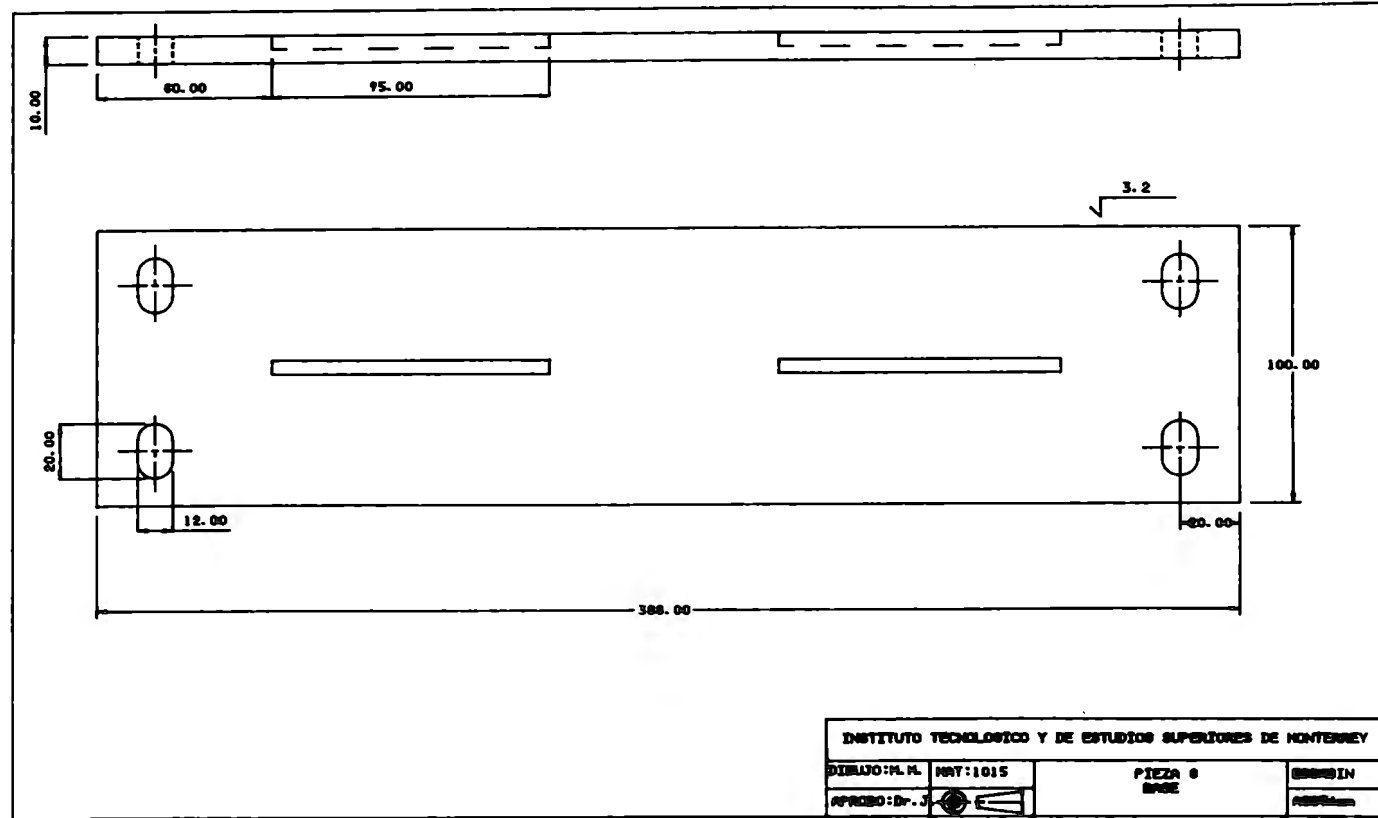




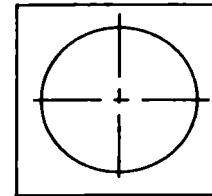
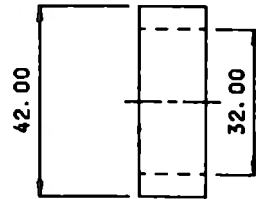
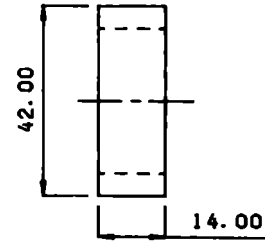


INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY			
DISEÑO: M. A. A.	MTT 14140	PIEZA 5.7 y 12	EDC:EDM
APROBADO: Dr. J. Z.		PERNO. APOYO Y ALIENTO DE APOYO	ACOT: edm





INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY			
DIBUJO: M. H.	NOY: 1015	PIEZA 8	GRUPO IN
APROBADO: Dr. J.		BASE	PROYECTO



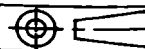
INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

DIBUJO: M. M. MAT: 1015

PIEZA 11  
SOPORTE DE BALERO

ESC: SIN

APROBO: Dr. J.



ACOT: mm

## **CONCLUSIONES**

Cuando se desea realizar el diseño de un dispositivo de sujeción es indispensable tomar en cuenta ciertos factores tales como: número de piezas, materiales, operaciones, etc. Sin embargo, es muy importante saber si la pieza que va a ser producida se puede fabricar y si su fabricación va a dejar ganancias suficientes.

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo se llegó a la conclusión de que los sujetadores de herramientas cuya característica común es el cono ISO 40 pueden ser fabricados en el laboratorio del Centro de Sistemas de Manufactura, del ITESM-CEM y que su producción puede dejar un alto grado de retorno a la inversión, en caso de ser fabricados para la venta en el exterior, o en el caso de ser fabricados para usos propio se obtiene un ahorro de 60%.

Por lo tanto se puede justificar el diseño y fabricación de un dispositivo de sujeción.

El diseño del dispositivo propuesto está basado en un estudio de todas las operaciones que se desean realizar para la fabricación del cono, así como en todas las características que se requieran del mismo, como son:

- ◊ Ser automatizado.- Este objetivo se logró haciendo uso de un cople conectado, tanto a un motor como al birlo encargado de transmitir la fuerza. Se definieron las características generales de estos elementos, así como el par que debían transmitir. Sin embargo no se alcanzó a especificar por catálogo, el tipo exacto del cople.
- ◊ Que sea capaz de proporcionar la fuerza necesaria para el apriete e inmovilización del cono.- En base a resistencia de materiales se calcularon todos los elementos que integran al dispositivo, con la finalidad, de que al estar en operación garanticen la inmovilización y las fuerzas necesarias para el apriete y que además sea capaz de soportar las fuerzas generadas durante el maquinado.
- ◊ Que limpie el cono después de ser maquinado.- Esta característica se puede cubrir al efectuar una ranura en el buje, por la cual se inyectará aire a presión, este aire

puede ser tomado directamente del centro de maquinado. En este trabajo no se detallan las conexiones, ni la forma de controlarlo. El control puede efectuarse por medio de un PLC en donde sensores colocados en el motor serán capaces de enviar la señal para controlar el sistema.

- ◊ Que una vez efectuadas las operaciones de fabricación sea capaz de aflojar y liberar el cono.- La liberación de la pieza maquinada, es por medio de las mordazas, las cuales tienen un diseño tal que al girar sobre su pivote para dejar de transmitir la fuerza de apriete, liberan a la pieza, facilitando la manipulación de la misma al gripper del robot Cincinnati.
- ◊ Que permita el acceso al gripper del robot Cincinnati.- Su diseño es tal que sus dimensiones no son excesivas y permiten el fácil acceso del gripper del robot.

Este trabajo de tesis cumplió con su objetivo, el de diseñar un dispositivo con las características, anteriormente mencionadas, sin embargo cabe señalar que este diseño no es el más óptimo ni el único que cumple con estas características, pero que es el que mas se adapta a nuestras necesidades, por permitimos construir cada una de las piezas que lo integran dentro del laboratorio

## APÉNDICE



## Rodamientos de bolas con contacto angular



Rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular – pág. 180  
Rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular, separados – pág. 180  
Rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular – pág. 190  
Rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto – pág. 194

SKF fabrica un gran número de diseños y tamaños de rodamientos de una y de dos hileras de bolas con contacto angular. A continuación se describen la mayoría de los rodamientos normalizados.

En los rodamientos de bolas con contacto angular, la línea de acción de la carga (línea de carga), en los contactos entre las bolas y los caminos de rodadura, forma un ángulo con el eje del rodamiento. Por ello, estos rodamientos son adecuados para soportar cargas combinadas (axial y radial).

**Rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular**

Estos rodamientos pueden soportar cargas axiales en un sentido solamente. Una carga radial aplicada sobre el rodamiento da lugar a una carga axial inducida que debe ser contrarrestada, por lo que normalmente se disponen de modo que puedan ajustarse contra un segundo rodamiento.

Los rodamientos SKF que llevan en la designación el sufijo B tienen un ángulo de contacto de  $40^\circ$  y son adecuados para fuertes cargas axiales. No son desmontables y pueden trabajar a velocidades relativamente altas.

Un diseño especial de estos rodamientos es el que se designa por el sufijo G para montaje por parejas. Estos rodamientos están especialmente fabricados, de forma que cuando se montan al azar sin un determinado posicionamiento uno junto a otro, se obtendrá (sin emplear arandelas

de reglaje u otros medios de ajuste) un juego interno axial predeterminado o una repartición uniforme de la carga.

El montaje por parejas (ver figura al dorso) se hace cuando la capacidad de carga de un solo rodamiento es insuficiente (montaje en tándem), o si se han de soportar cargas axiales en ambos sentidos y se requiere tener controlado el juego axial (montaje en O ó en X).

En una disposición en tándem las líneas de carga están paralelas y las cargas radial y axial se dividen por igual entre los dos rodamientos. La pareja sólo puede absorber carga axial en un sentido, por lo que generalmente se monta un tercer rodamiento contra ellos para soportar la carga axial en sentido contrario.

En una disposición en O (espalda con espalda), las líneas de carga divergen hacia el eje del rodamiento. Con esta disposición se pueden soportar cargas axiales en uno u otro sentido, pero solamente por uno de los rodamientos. El montaje en O proporciona una disposición rígida, que además puede absorber pares de vuelco.

En una disposición en X (frente a frente) las líneas de carga convergen hacia el eje del rodamiento. Esta disposición puede soportar cargas axiales en uno u otro sentido, pero solamente por uno de los rodamientos. Este montaje no es tan rígido como el montaje en O y es menos adecuado para soportar pares de vuelco.

Otros rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular

Además de los rodamientos que figuran en este catálogo, SKF fabrica también otros rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular; por ejemplo, para disposiciones de rodamientos muy precisas existen las series 70 y 72 con ángulos de contacto de 15° (sufijo C) y 25° (sufijo AC). Estos rodamientos llevan jaula de resina fenólica reforzada con fibras y admiten velocidades muy altas. Se suministran unitariamente y en juegos de dos, tres, o cuatro rodamientos. En el catálogo SKF "Rodamientos de precisión" se dan más detalles de estos rodamientos.

Rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular

Estos rodamientos tienen características similares a las de dos rodamientos de una hilera dispuestos en montaje O. Aunque su anchura es menor que la de dos rodamientos de una hilera juntos, pueden soportar cargas axiales en ambos sentidos y pares de vuelco.

Se fabrican dos versiones; una en la que el aro interior es de una pieza y con ángulo de contacto de 32°, y otra en la que el aro interior es de dos piezas y el ángulo de contacto de 45° (diseño D).

Los rodamientos con aro interior de una pieza tienen un escote de llenado para bolas en una de las caras laterales. Si las car-

gas que actúan son predominantemente en un solo sentido, se deberá montar el rodamiento de forma que dichas cargas actúen en sentido contrario al escote de llenado.

Los rodamientos con aro interior en dos piezas, pueden soportar fuertes cargas axiales en ambos sentidos. Son de diseño desmontable, lo cual permite montar independientemente el conjunto exterior (aro exterior y corona de bolas) y el aro interior.

Rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto

El rodamiento de bolas de cuatro puntos de contacto es un rodamiento de una hilera de bolas con contacto angular cuyo ángulo es de 35°; sus caminos de rodadura están diseñados de forma que puede soportar cargas axiales en uno u otro sentido. Ocupa menos espacio axial que el de dos hileras. Su aro interior partido permite incorporar un gran número de bolas y, como consecuencia, su capacidad de carga es grande. El rodamiento es desmontable, de forma que se puede montar independientemente el conjunto exterior (aro exterior y corona de bolas) y el aro interior.

Muestras de fijación

Los rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto están diseñados para absorber cargas axiales predominantemente; en muchas aplicaciones se montan como rodamientos axiales, con holgura radial en el alojamiento. Para evitar que el aro exterior gire, todos los rodamientos con diámetro exterior de 160 mm en adelante, se suministran con dos muescas de fijación en el aro exterior (sufijo N2). Las dimensiones de estas muescas se dan en la tabla de más abajo.

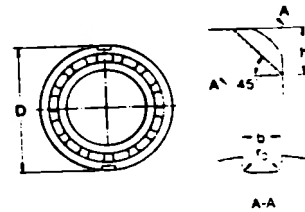
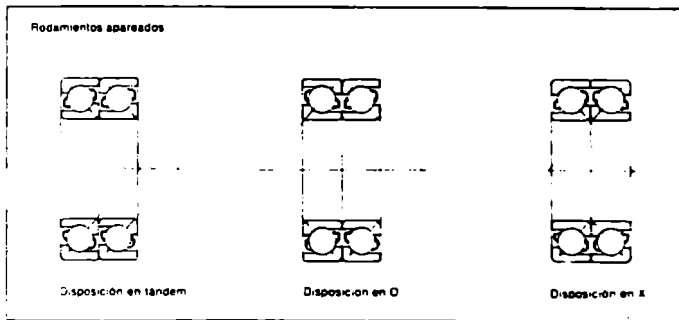
Dimensiones

Las dimensiones principales de los rodamientos de una y de dos hileras de bolas con contacto angular y los de bolas de cuatro puntos de contacto, que se relacionan en las tablas, son conformes a ISO R 15. La norma BS 292 cubre a los de una hilera de bolas y eventualmente cubrirá a los de cuatro puntos de contacto.

Desalineación

Los rodamientos de una hilera de bolas y los de cuatro puntos de contacto tienen solamente una capacidad limitada para absorber errores de alineación, siendo la relación entre los factores que influyen tan compleja como en los rodamientos rígidos de una hilera de bolas.

Cuando se montan rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular, la desalineación sólo puede ser absorbida por fuerza entre las bolas y los caminos de rodadura. Esto produce un incremento de carga sobre las bolas, reduciendo la duración del rodamiento. Lo mismo ocurre en los rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular apareados, especialmente si se montan en O (espalda con espalda).



Muecas de fijación en el aro exterior de los rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto

Diámetro exterior D más de	Dimensiones Serie QJ 2			Serie QJ 3			
	b	h	r <sub>0</sub>	b	h	r <sub>0</sub>	
mm	mm						
-	170	8,5	8,1	1	8,5	10,1	2
170	210	8,5	10,1	2	10,5	11,7	2
210	270	10,5	11,7	2	10,5	11,7	2
270	400	10,5	12,7	2	10,5	12,7	2

**Rodamientos de bolas con contacto angular**

**Tolerancias**

Los rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular con el sufijo B, se fabrican, de forma estándar, con las tolerancias normales. También se pueden suministrar algunos tamaños con mayor precisión (tolerancias de las clases P6 y P5). A petición se indicarán detalles sobre disponibilidad.

Los rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular se fabrican, de forma estándar, con las tolerancias normales. También se pueden suministrar algunos de los tamaños más pequeños, con mayor precisión. Es necesario consultar a SKF sobre disponibilidad.

Los rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto se fabrican también con las tolerancias normales.

Las tolerancias se indican en las págs. 55 a 57.

**Juego interno**

El juego interno de los rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular se obtiene solamente después del montaje, y depende de su ajuste contra otro rodamiento capaz de absorber la carga axial inducida en sentido opuesto. En la tabla opuesta figuran los valores del juego interno axial de los rodamientos montados apareados uno contra otro en disposiciones O y X.

Los rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular con el aro interior de una sola pieza, se suministran con juego interno Normal; muchos tamaños también se pueden suministrar con juego mayor o menor que el Normal. A petición se indicarán detalles sobre disponibilidad. Los rodamientos de dos hileras de bolas y con aro interior en dos piezas se montan, por lo general, con un ajuste fuerte de interferencia, por lo que tienen un juego interno axial mayor que los de aro interior enterizo. Los valores del juego interno axial se dan en la tabla opuesta.

Los rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto se suministran con juego interno axial Normal, aunque la mayoría de los tamaños están también disponibles con juego mayor o menor que el Normal; conviene comprobar disponibilidad. Los valo-

res del juego interno axial se dan en la tabla opuesta.

**Jaulas**

Los rodamientos de una y de dos hileras de bolas con contacto angular y los de cuatro puntos de contacto, van provistos normalmente de las jaulas que se especifican en la tabla inferior.

Algunos de los rodamientos de una hilera que normalmente tienen jaulas de chapa de acero embutida, se pueden también suministrar con jaulas mecanizadas de acero o latón, o con jaulas de plástico. A petición, se indicarán detalles sobre disponibilidad de rodamientos con jaulas no estándar.

Cuando se montan rodamientos con jaulas de plástico, es necesario tener en cuenta que la temperatura de funcionamiento no debe exceder de 120 °C; ver también pág. 63.

**Carga dinámica equivalente**

Rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular, diseño B

Para rodamientos montados unitariamente o apareados en tándem

$$P = F_r \quad \text{cuando } F_a/F_r \leq 1,14$$

$$P = 0,35 F_r + 0,57 F_a \quad \text{cuando } F_a/F_r > 1,14$$

Rodamientos con jaula de chapa embutida de acero	Rodamientos con jaula mecanizada de latón
7220 B-7229 B	7221 B
7222 B	7224 B-7238 B
7302 B-7315 B	7316 B-7328 B
3200-3222	-
3302-3316	3319-3322
-	3328 D, 3336 D
3307 D	3308 D-3314 D
-	CU 207-CU 238 HZ
-	CU 303-CU 328 HZ

**Juego interno axial de los rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular, diseño G, montaje en O ó en X**

Serie 72 BG				Serie 73 BG			
Diámetro del agujero d		Juego interno axial		Diámetro del agujero d		Juego interno axial	
más de	hasta incl.	mín.	máx.	más de	hasta incl.	mín.	máx.
mm		µm		mm		µm	
10	30	10	30	15	35	10	30
30	50	17	47	35	45	17	47
50	60	25	65	45	70	25	65
60	100	28	78	70	100	28	78
				100	150	28	65

Juego radial = 0,26 juego axial

**Juego interno axial de los rodamientos de dos hileras de bolas con contacto angular**

Diámetro del agujero d	Serie 22 y 33				Serie 33 D			
	Juego interno axial Normal		C3		Juego interno axial Normal		C4	
más de	hasta incl.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	
mm		µm		µm		µm		
-	10	1	11	5	21	12	20	
10	10	1	12	5	23	13	21	
10	24	2	14	7	25	14	24	
24	30	2	15	8	27	14	27	
30	40	2	16	9	29	15	29	
40	50	2	16	11	30	15	30	
50	60	3	22	13	30	16	30	
60	80	3	24	15	30	16	30	
80	100	3	26	16	30	16	30	
100	110	4	30	22	33	17	33	

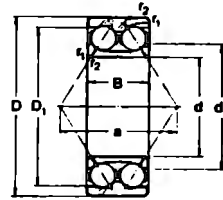
Juego radial = 0,8 juego axial

**Juego interno axial de los rodamientos de bolas de cuatro puntos de contacto**

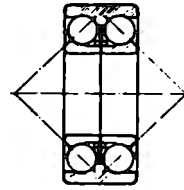
Diámetro del agujero d	Juego interno axial Normal				C3		C4	
	más de	hasta incl.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.
mm			µm					
10	10	10	65	45	80	75	125	
10	40	20	65	55	100	95	145	
40	50	35	80	75	120	110	160	
50	60	45	80	85	130	120	170	
60	100	55	100	95	150	135	190	
100	140	65	120	110	170	155	210	
140	180	75	150	130	190	175	240	

Juego radial = 0,7 juego axial

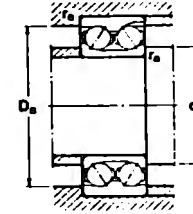
**Rodamientos de dos hileras de bolas  
con contacto angular  
d 10-65 mm**



Serie 32, 33



Serie 33 D



Dimensiones principales		Capacidad de carga dinám. C	Capacidad de carga estát. C <sub>0</sub>	Límite de velocidad Lubricación con aceite	Masa	Designación		
d	D							
mm	mm	N	r/min	kg	-	-		
18	30	7 820	8 200	18 000	22 000	0,052	3208	
12	32	9 680	8 400	19 000	20 000	0,063	3201	
16	35	9 130	8 200	13 000	18 000	0,072	3202	
42	18	15 100	10 600	10 000	15 000	0,13	3202	
17	40	12 500	9 000	10 000	15 000	0,10	3203	
47	22,2	20 800	15 000	9 500	14 000	0,19	3203	
20	47	17 200	12 700	9 000	13 000	0,17	3204	
52	22,2	20 800	15 000	9 500	12 000	0,23	3204	
23	52	19 000	13 000	8 000	11 000	0,19	3206	
62	25,4	29 200	22 800	7 500	10 000	0,37	3206	
62	25,4	29 600	19 000	7 500	10 000	0,38	3206 D	
30	62	23,8	27 500	22 000	7 000	9 500	0,32	3206
72	30,2	36 000	31 000	6 300	8 500	0,59	3206	
72	30,2	44 800	29 000	6 300	8 500	0,81	3206 D	
35	72	27	36 800	31 000	6 000	8 000	0,48	3207
80	34,9	48 400	40 000	5 600	7 500	0,82	3207	
80	34,9	55 800	36 000	5 600	7 500	0,82	3207 D	
40	80	30,2	41 800	36 000	5 600	7 500	0,65	3208
90	36,5	60 500	51 000	5 000	6 700	1,05	3208	
90	36,5	68 900	47 500	5 000	6 700	1,15	3208 D	
45	85	30,2	45 700	41 500	5 000	6 700	0,71	3209
100	39,7	72 100	63 000	4 500	6 000	1,40	3209	
100	39,7	79 300	57 000	4 500	6 000	1,60	3209 D	
50	90	30,2	51 200	47 500	4 800	6 300	0,76	3210
110	44,4	88 000	81 500	4 000	5 300	1,95	3210	
110	44,4	93 600	68 000	4 000	5 300	2,10	3210 D	
55	100	33,3	57 200	54 000	4 300	5 600	1,05	3211
120	49,2	95 200	88 000	3 600	4 800	2,55	3211	
120	49,2	111 300	81 500	3 600	4 800	2,75	3211 D	

Otras dimensiones				Dimensiones de resaltes			
d	d <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	r <sub>1,2</sub>	a	d <sub>1</sub> mín.	D <sub>1</sub> mín.	r <sub>1,2</sub> mín.
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
18	17,6	34,5	0,6	19	15	25	0,6
12	19,3	37,1	0,6	22	17	27	0,6
16	22,2	39	0,6	23	20	30	0,6
25	35,2	1	27	21	36	1	
17	25,8	34	0,6	27	22	35	0,6
27,9	38,9	1	31	23	41	1	
20	39	40,1	1	31	26	41	1
32,5	43,8	1,1	34	27	45	1	
25	39,4	45,8	1	35	31	46	1
39,4	52,9	1,1	40	32	55	1	
40,1	55,4	1,1	57	32	55	1	
30	41,9	54,1	1	41	36	56	1
44,7	61,4	1,1	47	37	65	1	
47,2	63,7	1,1	67	37	65	1	
35	48,5	63,1	1,1	47	42	65	1
51,8	69,8	1,5	54	44	71	1,5	
52,8	71,3	1,5	78	44	71	1,5	
40	54	69,9	1,1	52	47	73	1
57,6	77,8	1,5	56	49	81	1,5	
58,4	80,3	1,5	84	49	81	1,5	
45	58,6	75,4	1,1	56	52	78	1
63,8	86,3	1,5	64	54	91	1,5	
64,6	88,8	1,5	83	54	91	1,5	
50	64,2	81,1	1,1	59	57	83	1
73,3	97	2	73	60	100	2	
73	97,2	2	102	60	100	2	
55	73,4	88,3	1,5	64	64	91	1,5
81	106	2	80	65	110	2	
81,3	108	2	114	65	110	2	

2.5.2. Símbolos que indican la naturaleza de la superficie de contacto de la pieza

TABLA IX.2

NATURALEZA DE LA SUPERFICIE	SIMBOLO	
Superficie maquinada		en sus caras
Superficie en bruto		en sus caras

2.5.3. Símbolos de los tipos de tecnología de los elementos

TABLA IX.3

TIPOS DE TECNOLOGIA	SIMBOLO	
Apoyo fijo		
Centrado fijo		
Sistema de apoyo		
Sistema de apoyo concéntrico		
Sistema de apoyo reversible		
Sistema de apoyo flotante		

(1) El signo significa un preposicionamiento, el sistema de apoyo concéntrico será flotante.

2.5.4. Símbolos que indican la naturaleza del contacto con la superficie

TABLA IX.4

NATURALEZA DEL CONTACTO	SIMBOLO	NATURALEZA DEL CONTACTO	SIMBOLO	NATURALEZA DEL CONTACTO	SIMBOLO
Contacto plano		Punto fijo		Contacto múltiple	
Contacto esférico		Punto giratorio		Plano	
Contacto abombado		Bisulante		Ve	

2.6. Ejemplos de símbolos compuestos

TABLA IX.5

DISPOSITIVO Y FUNCION	SIMBOLO
Contacto plano fijo de partida de maquinado móvil sobre superficie maquinada.	
Contacto plano ajustable de partida de maquinado móvil sobre superficie maquinada.	
Mordaza ajustada de apoyo concéntrico fijo, usada como apoyo sobre una superficie en bruto.	
Contacto abombado fijo de partida de maquinado sobre una superficie en bruto.	
Contacto múltiple fijo de partida de maquinado sobre una superficie en bruto.	
Punto axial (3) usado como punto de partida de maquinado sobre una superficie maquinada.	
Punto fijo axial usado como punto de partida de maquinado sobre una superficie maquinada.	
Punto giratorio axial regulable usado como punto de partida de maquinado sobre una superficie maquinada.	
Brida bisulante con mordaza ajustada, sobre una superficie en bruto.	
Ve axial fijo sirviendo como punto de partida de maquinado sobre una superficie maquinada.	

(2) Si es necesario, el símbolo compuesto puede completarse con una breve indicación escrita (Ver Figura IX.10b)

(3) Axial: Que forma un eje.

## 2. SIMBOLIZACION DE LOS ELEMENTOS TECNOLOGICOS DE APOYO Y DE APRIETE

### 2.1. Objeto

Definir los símbolos que representan, sobre los análisis de fase, los elementos de apoyo y de apriete de las piezas, durante las operaciones a las cuales son sometidas a lo largo de su fabricación y su verificación.

### 2.2. Campo de aplicación

Los símbolos propuestos se utilizan para el establecimiento de los documentos técnicos, relacionados con el proceso de fabricación de una pieza, cuando a ésta se le destina principalmente a:

- Las oficinas de métodos, fabricación y control.
- Las oficinas de estudio de equipos.
- Los proveedores de los medios de producción.

### 2.3. Principios para el establecimiento de los símbolos

Cada símbolo se construye con la ayuda de un cierto número de símbolos elementales adicionales cuyo objeto es el de definir:

- La función del elemento tecnológico (Ver Tabla IX.1).
- La naturaleza de la superficie de contacto de la pieza (en bruto o maquinada) (Ver Tabla IX.2).
- El tipo de tecnología del elemento (Ver Tabla IX.3).
- Y eventualmente:
- La naturaleza del contacto con la superficie (Ver Tabla IX.4).

El símbolo no contiene necesariamente las 4 familias de símbolos elementales. Puede completarse con una breve indicación escrita (Ver Figura IX.10b).

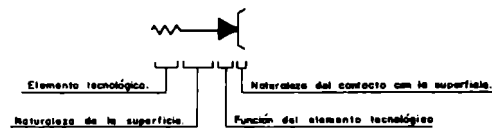


Figura IX.8 - Composición de un símbolo

### 2.4. Posición del símbolo

El símbolo se coloca del lado libre de materia, su dirección es normal a la superficie.

En representación proyectada, el símbolo, usado sólo en la medida en la que aporte un complemento de información, se coloca en el interior del contorno aparente de la superficie.

Solamente los símbolos de funciones de los elementos tecnológicos se proyectan (Ver Tabla IX.1). Para otros símbolos que se deseen mostrar son necesarias otras vistas para representarlos.

El símbolo puede colocarse sobre la superficie especificada o sobre una línea de referencia.

Prever la acotación (dimensión, posición y zona) de todos los símbolos que necesitan una localización determinada que no esté suficientemente definida por el dibujo.



Figura IX.9

### 2.5. Símbolos elementales

Por comodidad, los símbolos elementales definidos por las Tablas IX.1 a IX.3, han sido completados con otros símbolos elementales que permitan situar la posición.

#### 2.5.1. Símbolos que representan las funciones de los elementos tecnológicos

En ningún caso los símbolos de la Tabla IX.1 deben utilizarse en forma aislada.

TABLA IX.1

FUNCION	SIMBOLO	REPRESENTACION PROYECTADA
Apoyo. Posicionamiento riguroso. Parada de acotación.	 Trazado negro	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  bruto         </div> <div style="text-align: center;">  maquinada         </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> </div> <p>indicar otra forma</p>
Apriete. Inmovilización. Preparación. Oposición a las deformaciones o a las vibraciones.	 Trazado blanco	

Se enumeran enseguida algunos de los casos más comunes y su correspondiente factor  $K_f$

Material y tratamiento del árbol	Coefficiente $K_f$
Acero estirado en frío	1.9
Acero tratado térmicamente	2.6
Flecha forjada	3.0
Presencia simultánea de unión a presión y caja de cuña	3.0 - 4.0

Tabla 9.7 Factor  $K_f$  para uniones por interferencia.

Un detalle más a considerar cuando se emplean uniones por interferencia, es la presencia de una atmósfera corrosiva en el área de trabajo del equipo en que se emplee, ya que estas uniones son especialmente sensibles a ser corroídas intensamente.

#### 9.4 ACOPLAMIENTO DE ARBOLES DE TRANSMISION

La selección del cople idóneo para unir dos árboles de transmisión, involucra la consideración de un buen número de factores.

Además del uso directo como conectores de dos flechas, los coples pueden usarse para absorber el desalineamiento axial o angular entre ellas, para introducir flexibilidad o rigidez al sistema mecánico, alterando sus características de deformación y vibratorias. Adicionalmente, la apropiada selección de un cople puede reducir la transmisión de choques entre una flecha y otra y proveer protección contra sobrecargas. Ya que existe un gran surti-

Características de los acoplos elásticos entre flechas

do de coples comerciales, fácilmente adquiribles como componentes estándar, su selección se realiza atendiendo las recomendaciones del fabricante, las que generalmente se encuentran en sus catálogos, los cuales describen y tabulan asimismo las características, las capacidades de transmisión de potencia, etc.

Los coples se dividen en dos categorías, de acuerdo a su condición de flexibilidad: rígidos y flexibles.

##### 9.4.1 COPLES RIGIDOS

Los coples rígidos son adecuados únicamente para conectar flechas alineadas con gran precisión que giren a baja velocidad, o para flechas muy flexibles. Si se emplean coples rígidos para conectar flechas con un desalineamiento considerable, ya sea lateral o angular, esto traerá consigo la aparición de enormes cargas sobre el cople, soportes y flechas. Además, flechas alineadas inicialmente pueden desalinearse durante su funcionamiento. Consecuentemente, la gran desventaja asociada con el uso indiscriminado de coples rígidos, es que se pueden inducir fuerzas y esfuerzos de magnitud desconocida, conduciendo a la falla prematura, por lo que su empleo debe ser muy cuidadosamente estudiado. No obstante debe mencionarse que se emplean exitosamente y con ventajas cuando las condiciones son adecuadas.

Se debe considerar adicionalmente que cuando un cople rígido conecta dos flechas y el número total de apoyos es más de dos, el sistema es estáticamente indeterminado. En la figura 9.7 se muestran dos construcciones típicas de coples rígidos.

Efecto sobre las flechas conectadas

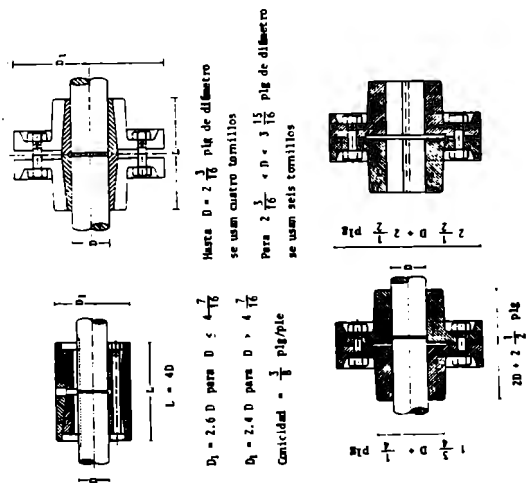
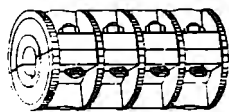


Figura 9.7 Coples rígidos

9.4.2 COPLES FLEXIBLES

Los coples flexibles se emplean para conectar flechas sueltas a uno o más tipos de desalineamiento (ver figura 9.8), así como para reducir el efecto de cargas de choque o impacto que pudieran transmitirse entre ellas. Los coples flexibles se clasifican en dos grupos, coples con flexibilidad cinemática que emplean componentes rígidos y coples elásticos, que emplean componentes deformables.

Aplicación y tipos de coples flexibles

Los coples flexibles que emplean componentes rígidos, han sido diseñados para tomar un tipo específico de desalineamiento. Tales coples transmiten la potencia sin ningún juego angular (es decir no poseen flexibilidad torsional), a excepción del ocasionado por errores de manufactura. A causa de esto son incapaces de amortiguar la transmisión de choques y cargas de impacto. Las figuras 9.9, 9.10 y 2.21 muestran coples de ese tipo.

Coples con flexibilidad cinemática

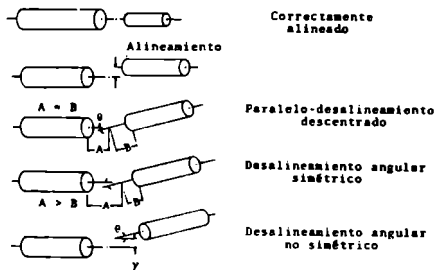


Figura 9.8 Tipos de desalineamientos que pueden presentarse entre un par de flechas.



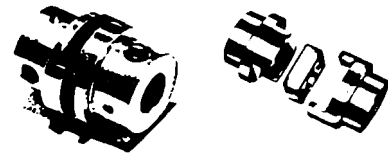


Figura 9.9 Cople Oldham, utilizado para tomar desalineamiento axial.

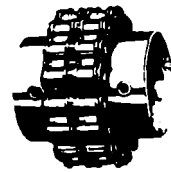


Figura 9.10 Cople de cadena. Este cople puede tomar desalineamiento angular simétrico únicamente.

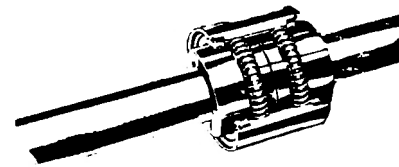


Figura 9.11 Cople de engranes. Para desalineamiento angular simétrico y desplazamiento axial.

Los coples que contienen elementos elásticos metálicos, son capaces de tomar el desalineamiento de las flechas que conectan, así como de absorber cargas de choque o impacto. Debido a que este tipo de coples poseen flexibilidad torsional, actúan como elementos aislantes, pues alteran las propiedades vibratorias del sistema. Las figuras 9.12 y 9.13 muestran coples de este tipo.

Coples elásticos metálicos

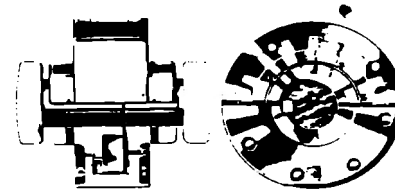


Figura 9.12 Cople flexible de elementos metálicos laminados.

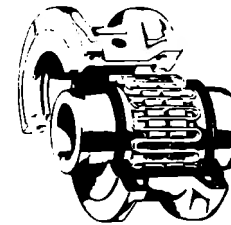


Figura 9.13 Cople Steel-flex, de elemento metálico en forma de fleje.

Otro gran grupo es el de los coples flexibles conteniendo partes elásticas no metálicas. De estos existen dos tipos básicamente; aquéllos en que el material elástico trabaja a compresión entre los bordes o salientes de cada mitad de conle y los que en el elemento elástico no metálico está firmemente unido a cada medio conle, trabajando principalmente con esfuerzos cortantes. Este último tipo de cople presenta la mayor flexibilidad torsional de todos los mencionados.

La figura 9.14 muestra un cople del tipo de compresión mientras las figuras 9.15 y 9.16 son alusivas al tipo de cople flexible con elementos no metálicos trabajando al corte.

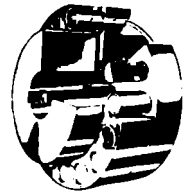


Figura 9.14 Cople flexible de elementos elásticos, para desalineamiento angular simétrico y aislamiento de cargas de choque.

Coples elásticos no metálicos

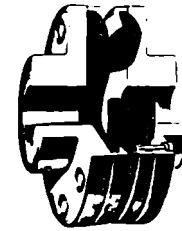


Figura 9.15 Cople Air-flex. Este tipo de cople de elemento flexible no metálico es capaz de tomar cualquier desalineamiento y de aislar cargas de choque de manera muy efectiva.

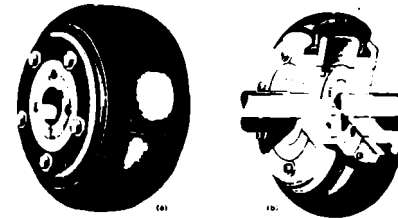


Figura 9.16 Cople Para-flex con las mismas características del mostrado en la figura anterior.

Con los coples el problema no es diseñarlos, sino saber elegir el adecuado para resolver el problema de desalineamiento y transmisión de potencia que se presente. La elección podrá hacerse en los catálogos que los fabricantes editan.

Problema de diseño en coples

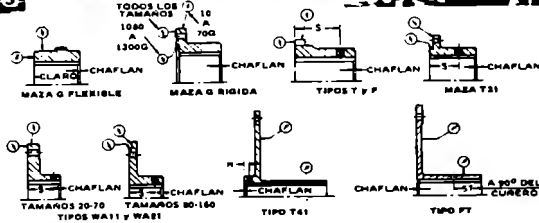
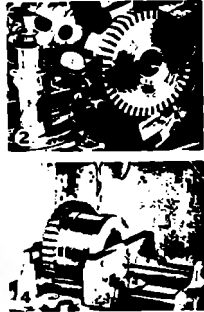
**INSTRUCCIONES PARA RE-BARRENAR MAZAS DE COPLES DE ACERO**

Copias 427-108  
INGENIERIA  
Marzo 1964  
Pls.  
Código:  
Año: 1974



**INSTRUCCIONES PARA RE-BARRENAR MAZAS DE COPLES DE ACERO**

- Retírase el metal sobrante para el barrenado mínimo y máximo de las mazas de acero. Use el siguiente procedimiento para re-barrenar los coples F y G con mazas de acero. La máquina más apropiada para este propósito es un torno universal, equipado con un "chafal" de cuatro mandriles.
- Coloque la maza en el torno con la cara de la maza hacia afuera. Retírese a los lados de la maza indicados en la tabla 1.
- Coloque el indicador de carátula sobre el diámetro mayor de la maza del cople como se muestra en la figura 2. No exceda la exactitud máxima permisible indicada en la tabla 1. Ajuste los tornillos y compruebe el desplazamiento de la cara y la exactitud de la maza del cople.
- Para efectuar cortes de desbaste gruesos, use una barra porta-herramientas adecuada o una fuerza. Una vez efectuado el desbaste, revise nuevamente el desplazamiento de la cara y la exactitud de la maza de acuerdo con los casos 1 y 2 de arriba. Mantenga el barrenado de acuerdo con las tolerancias indicadas en la tabla 2 de la página 2 y el chafal de acuerdo con la tabla 3 de la página 2.
- Para otros procesos de maquinado tales como brochado, conluisa a s'ábrica.
- Si se requieren uno o más barrenos, barrene y retire el chafal de acuerdo a las tablas 3 y 4 de abajo. No achatare los barrenos para los prismáticos, quite las rebabas con una lima.



**IMPORTANTE:** Las capacidades de barrenado son menores para mazas barrenadas con interferencia con un prismático sobre el cuñero. Referirse a la Hoja de Ingeniería 427-108 para barrenos admisibles.

**TABLA 1 - TOLERANCIAS MAXIMAS PERMISIBLES EN DESALINIAMIENTO DE LA CARA Y EXCENTRICIDAD DE LA MAZA DEL COPLÉ - PULGADAS**

Diámetro Barreno		Tolerancia de Excentricidad	Tolerancia de Excentricidad	
Desde	Hasta	001	002	004
6.0000	12.0000	001	002	004
12.0000	20.0000	003	004	
20.0000	40.0000	004		

Los datos para las mazas tipo T31 se usan también para las de los tipos T35, W12 y W13.

**TABLA 2 - CHAFLANES PARA BARRENADO**

Diámetro Barreno		Chafal
Desde	Hasta	Grados
5.000	2.9375	60° - 45°
3.0000	7.5000	60° - 45°
A arriba de 7.5000		120° - 45°

**TABLA 3 - TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN DEL PRISMÁTICO**

Maza T		Maza T31		Maza F y FT		Maza W11 y W12	
Diámetro	Profundidad	Diámetro	Profundidad	Diámetro	Profundidad	Diámetro	Profundidad
1020T	1/8"	1.08"	1/8"	1.12"	1/8"	1.08"	1/8"
1030T	1/8"	1.24"	1/8"	1.38"	1/8"	1.24"	1/8"
1040T	1/8"	1.08"	1/8"	1.38"	1/8"	1.24"	1/8"
1050T	1/8"	1.60"	1/8"	1.38"	1/8"	1.24"	1/8"
1060T	1/8"	1.70"	1/8"	1.38"	1/8"	1.24"	1/8"
1070T	1/8"	1.84"	1/8"	1.38"	1/8"	1.24"	1/8"
1080T	1/8"	1.90"	1/8"	1.38"	1/8"	1.24"	1/8"
1090T	1/8"	2.24"	1/8"	1.38"	1/8"	1.24"	1/8"

Para coples 20T, con barrenos de 1" o menor, use un prismático de 1/8"-20 UNC. Para barrenos mayores use el No. 8-32 UNC. Los datos para las mazas tipo T31 se usan también para las de los tipos T35, W12 y W13. La información para la serie 100T es aplicable para la serie 10T, ejemplo: 1020T = 20T, etc.

**TABLA 4 - BROCAS Y MACHUELOS**

Diámetro Barreno		Chafal
Desde	Hasta	Grados
5.000	2.9375	60° - 45°
3.0000	7.5000	60° - 45°
A arriba de 7.5000		120° - 45°

**MAZAS DE ACERO**

**TABLA 5 - BARRENOS RECOMENDADOS PARA MAZAS DE ACERO DE LOS COPLES STEELFLEX Y RIGIFLEX - PULGADAS**

Diámetro Barreno		Tolerancia	Diámetro Barreno		Tolerancia	Diámetro Barreno		Tolerancia
Desde	Hasta		Desde	Hasta		Desde	Hasta	
6.0000	12.0000	0.0005	12.0000	20.0000	0.0010	20.0000	40.0000	0.0015
12.0000	20.0000	0.0010	20.0000	40.0000	0.0015	40.0000	60.0000	0.0020
20.0000	40.0000	0.0015	40.0000	60.0000	0.0020	60.0000	80.0000	0.0025
40.0000	60.0000	0.0020	60.0000	80.0000	0.0025	80.0000	100.0000	0.0030

**TABLA 6 - CUÑEROS RECOMENDADOS PARA MAZAS CON UN CUÑERO - PULGADAS**

Diámetro Barreno		Diámetro Barreno	Diámetro Barreno	Diámetro Barreno
Desde	Hasta	Desde	Hasta	Desde
1.0000	1.5000	1.0000	1.5000	1.0000
1.5000	2.0000	2.0000	2.5000	2.0000
2.0000	2.5000	2.5000	3.0000	2.5000
2.5000	3.0000	3.0000	3.5000	3.0000

Tolerancia del cuñero: Profundidad, +0.0005" a +0.0010"; Ancho, +0.0020", -0.0000" a +0.0010";  
 +0.0015", -0.0000" (1.75" a 1.500")  
 +0.0015", -0.0000" (1.250" a 1.500")  
 +0.0040", -0.0000" (1.750" a 2.500")  
 +0.0045", -0.0000" (2.500" a 3.500")  
 +0.0050", -0.0000" (3.500" a 4.500")

**LUBRICANTES TÍPICOS QUE CUMPLEN CON LAS ESPECIFICACIONES FALK**

**INTRODUCCION**

Una adecuada lubricación es esencial para una operación satisfactoria. Este manual proporciona una lista de lubricantes típicos y especificaciones para grasas de uso general y de larga duración. Cuando se utiliza grasa de uso general, el cople requiere reubicarse al menos cada 12 meses. Si incidentalmente la última grasa de larga duración (LTG) no se requiriera reubicar otra vez hasta que el equipo haya estado sea parado para mantenimiento.

**GRASA DE LARGA DURACION (LTG) (LONG TERM GREASE)**

Las elevadas fuerzas centrífugas originadas en los coples sobrecargan el aceite base y el espesador de las grasas de uso general. El espesador, cuando el cual no tiene cualidades de lubricación, se acumula en el área de trabajo de la ranura y la ranura de los coples Steelflex dando como resultado fallas prematuras en la masa o la ranura a menos que se mantengan ciertos períodos de lubricación.

**LTG** La "LTG" Falk fue desarrollada específicamente para coples, resiste la separación del aceite y el espesador. "LTG" es una grasa de extrema presión fabricada para una consistencia NLGI # 1. Mientras que en el envase la consistencia cambia a NLGI # 3. En las áreas de trabajo de los coples tales como en el área de selladura, "LTG" está en una condición semifluida proporcionando la lubricación necesaria. En áreas de trabajo, cerca de los sellos y juntas, la consistencia es comparable a NLGI # 3.

Los coples lubricados inicialmente con "LTG" Falk no requieren reubicación hasta que el equipo conectado sea parado para mantenimiento. Si un cople lleva grasa y está expuesto a temperaturas extremas, a la humedad excesiva o retorcidos frecuentes, se requiere lubricar con más frecuencia.

**AVISO**

No use "LTG" en rodamientos o en coples instalados en la industria procesadora de alimentos.

**ESPECIFICACIONES**

Rango de temperatura ambiente - -18°C (-0°F) a 66°C (150°F)

Viscosidad mínima del aceite base - 3000SSU (54CST) con respecto a 38°C (100°F)

Espesador - 7.8% (base de litio y poliolefinas)

Consistencia de espesador (según método de prueba por ASTM) - K36 (1.5, muy alta resistencia al centrifugado)

Grasa NLGI (ASTM D-217) - # 1.

Peso mínimo de grasa - 100PC (225PF)

Carga máxima, peso bruto Típicos - 60 lb

Además - Anticorrosivos y anticorrosivos que no corrompan el acero o hinchaban a otros metales.

**INSPECCION** - Cuando el equipo conectado esté en mantenimiento, desmontar el cople e inspeccionarlo para determinar si tiene desgaste. Reemplazar las partes dañadas. Limpiar la grasa del cople y poner "LTG" limpia. Instalar el cople usando junta nueva como se especifica en el manual de servicio apropiado.

**ENVASE**

Tubos de 3 1/2 oz - Adecuado para lubricación manual inicial de coples 7 1/2 y más pequeños.

Cartridges de 16 oz - Para usarse en inyector estándar de grasa suficiente cantidad para lubricar inicialmente el cople tamaño 12F.

Cubos de 26 lb - Ideal para coples grandes o muchos de tamaño pequeño.

Tubos de 300 lb - Para plantas con áreas de alineamiento central. Una bomba con un flujo de suministro continuo para distribución de la grasa.

También están disponibles totes de copes de 160 libras de 3 1/2 oz y 24 cartuchos de 14 oz.

**COPLES STEELFLEX TODOS LOS TIPOS**

428-010

Manual de Servicio

Marzo 1984

NUEVO

Siempre o consulte un técnico experto

**GRASA PARA USO GENERAL**

**Lubricación general** - Las siguientes especificaciones y lubricantes para uso general se aplican a los coples Steelflex Mecánica Falk que son lubricados usualmente y operan a temperaturas ambiente de -18°C a 66°C (0°F a 150°F). Para temperaturas fuera de este rango, consulte a la fábrica.

Si el cople lleva grasa y está expuesto a temperaturas extremas, humedad excesiva o retorcidos frecuentes, se requiere lubricar con más frecuencia.

**ESPECIFICACIONES**

Punto de gota - 149°C (300°F) o más alto

Consistencia - NLGI # 2 con valor de penetración de trabajo en el rango de 250-300

Separación y resistencia - Bajo grado de separación de aceite y alta resistencia a la separación por acción centrífuga

Compatibilidad (líquida) - Poser buenas propiedades lubricantes, resistentes a un aceite de petróleo de alta calidad.

Inertness - No debe corromper el acero ni hinchar o deteriorar los sellos sintéticos.

Lubricante - Libre de elementos extraños

**GRASAS DE USO GENERAL QUE CUMPLEN CON LAS ESPECIFICACIONES FALK**

Los lubricantes listados abajo son productos típicos solamente y no deben ser interpretados como recomendación exclusiva.

Rango Temperatura Ambiente	-18°C a 66°C (0°F a 150°F)	-34°C a 38°C (-30°F a 100°F)
Grasa NLGI	# 2	# 2
Fabricaciones	Lubricantes	Lubricantes
Amoco Oil Co.	Amoco Grease #2	Amoco Grease #2
Atlantic Petroleum Co.	Mol Lih EP #2	Mol Lih EP #2
Alkemie Refining Co.	Ultimate HEP 2	Ultimate HEP 2
Chevron U.S.A. Inc.	Chevron Dura Lih EP 2	Chevron Dura Lih EP 2
Craig Service Co.	Craig HEP 2	Craig HEP 2
Conoco Inc.	EP Conclude #2	EP Conclude #2
Exxon Company USA	Romex AP	Romex AP
Gulf Oil Corp.	Gulfstream Grease #2	Gulfstream Grease #2
E. I. duPont de Nemours & Co.	Compendium #2	Compendium #1
Imperial Oil Ltd.	Elvac AP Grease M	Lotemp EP
Reynolds Refining Co.	Reynolds 427 Grease	Reynolds 427 Grease
Raychem Dr. Petroleum	881 Light	881 Light
Shell Oil Corp.	Modulus #2	Modulus #1
Phillips Petroleum Co.	18 & 88 Grease	Phubus 18 & 88 Grease
Shell Oil Co.	Alvacore Grease #2	Alvacore Grease #2
Standard Oil Co. (OH)	Partron #2	Partron #2
Sun Oil Company	Partridge #2	Partridge #2
Texaco Inc.	Merfak Heavy Duty #2	1017 Merfak All Purpose Grease
Texasaco Company Inc.	Merfak HD2	Merfak AP
Union Oil Co. (CA)	Union Unibloc #2	Union Unibloc #2

\* Para climas fríos. Para operación continua en temperatura ambiente consulte a la fábrica.

\* Los lubricantes listados pueden ser un indicación para usarse en la industria procesadora de alimentos, verificar con el fabricante de los lubricantes para operación de los mismos.

**INSTRUCCIONES PARA ALINEAMIENTO DE COPLES CON INDICADOR DE CARATULA**

428-834

Manual de Servicio

Enero 1977

NUEVO

**COPLES Tipos F, G y WA**

Siempre o consulte un técnico experto

**ALINEAMIENTO DE COPLES USANDO INDICADOR DE CARATULA**

Este manual ilustra y describe varios procedimientos para el alineamiento de coples usando un indicador de caratula. Las ilustraciones muestran componentes de coples Mecánica Falk de engranes, pero todos los procedimientos pueden usarse igualmente con coples Steelflex y Torflex. También refiérase a los manuales de instalación y mantenimiento específicos para cada cople.

**1. INSTALACION Y EQUIPO:**

- A. Limpie la superficie donde hará contacto el palpador del indicador, verifique si existen rebabas o bordes y quítelos.
- B. Se recomienda usar un indicador de caratula de acero y hierro como el mostrado en la figura de arriba. Revise el instrumento para estar seguro que es el adecuado y tiene el rango suficiente para el trabajo.
- C. Cuando el indicador de caratula se coloca en una posición difícil para tomar las lecturas, es conveniente usar un espejo tipo dentista.



**2. HACER UN ALINEAMIENTO PRELIMINAR APROXIMADO**

Los manuales de instalación y mantenimiento explican preliminarmente los procedimientos de alineación, los cuales facilitan los subsiguientes procedimientos de alineación con indicador de caratula.

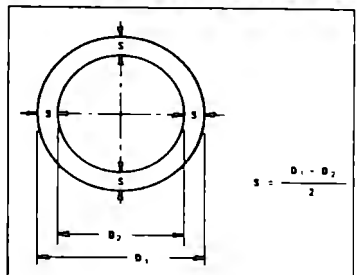


FIGURA 1 - DIMENSION "S" PARA MAZAS DE DIAMETRO DIFERENTE

- A. Claro y alineamiento angular. Consultar el manual de servicio correspondiente.
- B. Alineamiento paralelo - Mazas con diámetros iguales. Consultar el manual de servicio correspondiente.
- C. Alineamiento paralelo - Mazas con diámetros diferentes. Refiérase a la figura 1 y mida los diámetros diferentes de las mazas para determinar D<sub>1</sub> y D<sub>2</sub>. Calcule la dimensión S. Coloque las mazas de tal manera que se localicen dimensiones "S" iguales en 4 puntos a 90° cada uno.

**3. ALINEAMIENTO CON INDICADOR DE CARATULA**

Importante - Siempre gire la maza en la cual está montado el indicador de caratula.

- A. Montaje del indicador de caratula - Fije el indicador de caratula con una base metálica o montada en "C". Asegúrese que todas las conexiones estén ajustadas y que el montaje del aparato es rígido. El palpador del indicador mostrado en la figura 2 deberá estar perpendicular al eje para verificar el alineamiento paralelo.

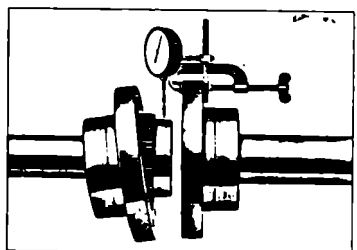


FIGURA 2 - ALINEAMIENTO PARALELO (MAZAS DE DIFERENTES ESTILOS)

**ALINEAMIENTO CON INDICADOR DE CARATULA - Continúa**

**B. Alineamiento angular** - Coloque el indicador de carátula como se muestra en la figura 3, de tal manera que el palpador del mismo roce la cara de la masa interna, tan cerca del diámetro exterior como sea posible. Ajuste el palpador para la mitad del recorrido.

- Rote la cara hasta completar una vuelta (360°) y marque la posición en la cual se obtiene la lectura máxima.
- Coloque el indicador en "cero" en este punto.
- Rote la cara hasta completar una vuelta completa (360°) otra vez y lee la lectura total del indicador (LTI).
- La "LTI" no deberá exceder el límite de "desalineamiento ANGULAR máximo" especificado en el manual de servicio correspondiente. Ajuste la posición de una u otra unidad hasta que "LTI" sea igual o menor que este valor.

**C. Alineamiento paralelo** - Coloque el indicador de carátula como se muestra en las figuras 2, 4 ó 5. Ajuste el palpador del indicador para la mitad del recorrido. (Rozar el diámetro interno de la masa de los coples Stetflex "F"). Rozar el diámetro de la brida de las masas de los coples Toroflex "WA".

- Rozar el diámetro hasta completar una vuelta (360°) y marcar el punto donde se obtuvo la lectura máxima.
- Coloque el indicador en "cero" en este punto y nuevamente rote el diámetro hasta completar una vuelta (360°) y lee la "LTI".
- El valor de la "LTI", dividido entre dos, deberá ser igual o menor al valor de "desalineamiento paralelo máximo" indicado en el manual de servicio correspondiente.

**D. Revise nuevamente el alineamiento** - Abreite todos los tornillos de anclaje y revise nuevamente el caso (2-A), el alineamiento angular (3-B) y el alineamiento paralelo (3-C). Reajuste si es necesario.

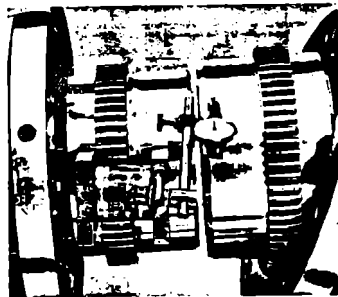


FIGURA 4 - ALINEAMIENTO PARALELO (DIÁMETROS DIFERENTES)

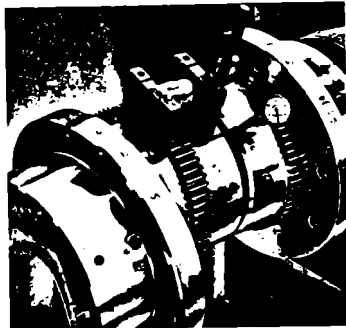


FIGURA 3 - ALINEAMIENTO ANGULAR

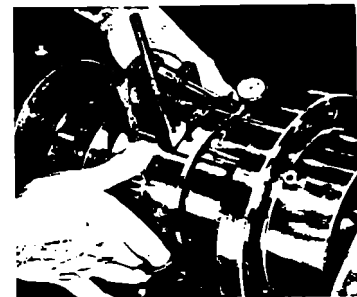


FIGURA 5 - ALINEAMIENTO PARALELO (DIÁMETROS IGUALES)

**INSTRUCCIONES PARA INSTALACION Y MANTENIMIENTO**

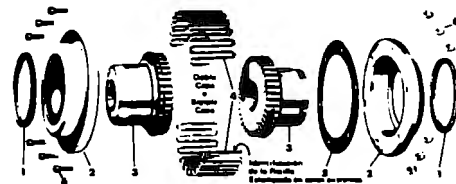
Coples Stetflex Horizontal y Vertical Tipo "F"

438-110 Manual de Servicio Marzo 1980 Pág. 1

Tamaño del 3 al 100

Sujeto a cambio sin previo aviso

**COPLES FLEXIBLES "STEEFLEX" TIPO "F"**



1. Masa
  2. Cubierta
  3. Masa (Especifique diámetro de brida y diámetro del eje)
  4. Rejilla  
CAPA INTERNA color blanco, marcada "INT"  
CAPA EXTERNA color amarilla, marcada "EXT"
  5. Junta
  6. Tornillos, Bridas y Tuerca
- Cuando se ordenen relaciones se recomienda especificar el diámetro del barrano y el tamaño del cople que está instalado en la masa y en la cubierta.

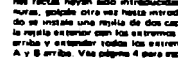
**INSTALACION** - Para mejores resultados, ensamble los coples estándar con el mínimo desalineamiento posible y con el "claro normal" indicado en la tabla 1. Caliente las masas primero en un horno o en agua, cuando se tenga ajuste con interferencia. Ajuste que el punto de inflamación del aceite sea de 177°C (350°F) o mayor. Aplique el calor de la llama uniformemente a lo largo de las masas grandes, pero no aplique la llama directamente en el área de las ranuras de la rejilla. Además no caliente las masas a más de 135°C (275°F).

**LIMITACION DEL DEPLAZAMIENTO AXIAL** - Cuando los motores eléctricos y otros dispositivos como engranajes o rodamientos de rodillos rectos, se recomiendan el uso de limitadores del juego axial para proteger a los rodamientos. Consulte a la fábrica para mayor información.

**REJILLA** - No aplique la carga a menos que la rejilla esté instalada correctamente. El número de segmentos y datos está indicado en la tabla 1. El código de colores está indicado en la página 2, en la sección donde se indica la forma de instalar las rejillas. La identificación de la rejilla está marcada en el extremo del segmento como se muestra arriba.



**Instalación** - Los segmentos de las rejillas son rígidos y por lo tanto es necesario detener ligeramente la rejilla para que pase sobre los dientes de las masas en el diámetro exterior. Para que la rejilla se instale lo menos posible, ampege o evite la por cualquier extremo y gódelo hasta introducir parcialmente las ranuras rectas en las ranuras. Después de que todas las ranuras rectas hayan sido introducidas parcialmente en sus respectivas ranuras, golpee otra vez hasta introducir la rejilla completamente. Cuando se instale una rejilla de dos capas, hay que centrar los extremos de la rejilla superior con los extremos de la inferior como se muestra en A, arriba y extender todos los extremos libres en la misma dirección, en A y B arriba. Vea página 4 para especificaciones de las rejillas.



**Desmontaje** - Toda la herramienta necesaria en una barra rosada o un destornillador que ajuste convenientemente en las curvas de la rejilla. Empece por el extremo exterior del segmento de rejilla insertando la barra o el destornillador en los extremos curvos. Use los dientes del segmento como punto de apoyo y alejando la rejilla cuidadosamente, en forma gradual. Procure alejarse de la rejilla hasta que la mitad esté fuera del diente. Reteniendo el mismo procedimiento, la rejilla quedará totalmente fuera.

**ESPECIFICACIONES DE LUBRICACION** - Consulte el Manual 428-D10 para los lubricantes recomendados. Las siguientes especificaciones se aplican para los coples Stetflex "F" que son lubricados usualmente ya que operan dentro de temperaturas ambiente de -18°

o + 85°C (0° a 150°F). Para temperaturas fuera de este rango consulte a la fábrica.

**Punto de Goma** - 149°C (300°F)

Combinación - NLGI No. 2, con valor de penetración de trabajo en el rango de 250 a 300.

**Separación y Resistencia** - Bajo separación de aceite y alta resistencia a la separación por acción centrifuga.

**Líquido Constituyente** - Para poseer buenas propiedades lubricantes, equivalentes a un aceite de petróleo de alta calidad.

**Inerte** - No debe corroer el acero ni hinchar o destruir el neopreno.

**Límite** - Libre de elementos extraños.

**MANTENIMIENTO** - Una lubricación adecuada es esencial para el buen funcionamiento del cople. Lubrique cuando menos cada dos meses. Cuando el cople se encuentre expuesto a humedad extrema, temperaturas extremas, cambios de rotación frecuentes o aplicaciones bruscas de la carga, se requiere una lubricación más constante.

**DESCONEXION** - Para desconectar, limpie el cople, las cubiertas del mismo, quite los tornillos y separe las cubiertas. Desmonte la rejilla como se indica a la izquierda.

TABLA 1 - DATOS DE INSTALACION\*

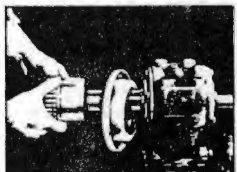
Tam. del Cople	Vel. Máx. rpm	Peso Aprox. de Copia lb	Rejilla		Porcentaje de Rotación
			Curvo	No. de Copias	
3	4000	1/4	1/4	1	100
4	4000	3/8	3/8	1	100
5	4000	1/2	1/2	1	100
6	4000	3/4	3/4	1	100
7	4000	1	1	2	100
8	5000	1 1/4	1 1/4	2	200
9	4500	1 1/2	1 1/2	2	200
10	3750	1 3/4	1 3/4	2	200
11	3400	2	2	2	200
12	3400	2 1/4	2 1/4	2	200
13	2700	2 1/2	2 1/2	2	200
14	2500	2 3/4	2 3/4	2	250
15	2400	3	3	2	200
16	2300	3 1/4	3 1/4	2	200
17	2200	3 1/2	3 1/2	2	200
18	2100	3 3/4	3 3/4	2	170
19	2000	4	4	2	170

\* Consulte el Anexo 431-110 para diámetros máximos de barrenos y la lista de ingeniería 427-109 para instrucciones de re-barrenos.

**INSTALACION DE COPLES STEELFLEX TIPO F**

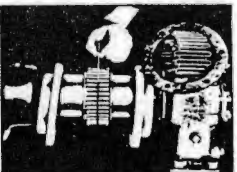
Desconecte el switch de arranque de la máquina motriz. Limpie todas las partes metálicas empujando algún tipo de solvente no inflamable. Verifique el ajuste de las cunetas en las flechas y en las mazas.

**CLARO ENTRE LAS MAZAS DEL COPLE**  
Siempre que sea posible, conserve el claro normal que se señala en la página 1.



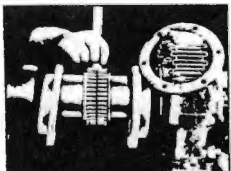
**1 MONTAJE DE CUBIERTAS, SELLOS Y MAZAS SOBRE LAS PLECHAS**

Aplique un ligero recubrimiento de grasa a los sellos e instálelos en las cubiertas. Coloque estas sobre las flechas ANTES de montar las mazas. Monte las mazas sobre las flechas, de manera que las caras de las mazas queden al ras de los extremos de las flechas. Añada los tornillos, comprimiendo en abujetas copes en los que se suministran.



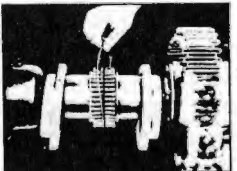
**2 CLARO ENTRE LAS MAZAS DEL COPLE Y ALINEAMIENTO ANGULAR**

Use una barra separadora cuyo espesor sea igual al claro normal entre las mazas y el cual se indica en la tabla 1. Inserte la barra como se muestra en la ilustración, a la misma profundidad y a intervalos de 90°. Empujando un separador de hojas modifique la separación entre la barra separadora y la cara de la maza. La diferencia existente entre la medida máxima y la medida mínima no deberá exceder el límite ANGULAR especificado en la tabla 1.



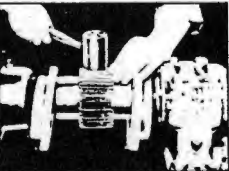
**3 REVISION DEL ALINEAMIENTO PARALELO**

Obtenga un alineamiento tal que el canto de una maza descansa o encuadra (o dentro de los límites señalados en la tabla 1), a intervalos de 90°. Verifique con calibrador de hojas. El claro no debe exceder el límite axial que se especifica según la tabla 1. Proceda a repetir todos los análisis y repliegue los pasos 2 y 3. Vuelva a ajustar el cople, si es necesario.



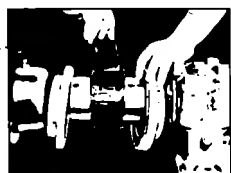
**4 INSERCIÓN DE LA JUNTA Y LUBRICACIÓN**

Una vez que se encuentre el cople alineado, inserte cuidadosamente la junta entre las mazas y cubrela de cualquier tipo de resina. La junta no deberá dañarse. Enseguida engrase o lubrique asegurándose de que penetre la mayor cantidad posible de grasa, tanto en el claro como en las ranuras que siguen la rejilla. Vea la página 1, en la cual se encuentran las especificaciones de lubricación.



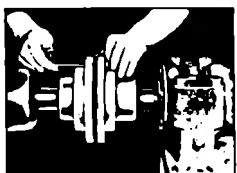
**5 INSERCIÓN DE LA REJILLA**

Proceda a insertar la rejilla de acuerdo con las instrucciones de la página 1. Los copes de tamaño 3 y 11 están provistos de resina de color blanco. Los tamaños 12 al 180 tienen rejilla de 2 capas. El interior de color blanco, marcado "INT", y el exterior pintado de amarillo, marcado "EXT". Utilice un mazo suave para ajustar la rejilla.



**6 RELLENAR CON GRASA**

Refrene las ranuras que existen en la rejilla y alrededor de la misma con tanta grasa como sea posible. A continuación, lubrique con resina la grasa existente hasta que quede al ras de la parte superior de la rejilla. Añada ligeramente los sellos para facilitar su deslizamiento sobre las mazas.



**7 ENSAMBLE DE LAS CUBIERTAS**

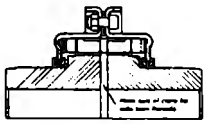
Ensamble las cubiertas de tal manera que los orificios de lubricación de las grasas queden con un desplazamiento de 180°. Se requiere, asimismo, que las cubiertas estén debidamente alineadas, para evitar cualquier movimiento de desalineación. Añada los tornillos de las cubiertas y verifique el ajuste adecuado de los sellos.



**8 LUBRICAR CADA 12 MESES**

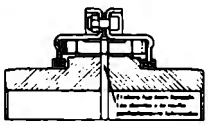
En los copes con grasas permanentes Alemite, introduzca un calibrador de hojas (D10) desde del lado a 180° de la cámara para permitir la salida del aire de la cubierta. Use boquillas Alemite 2-737 para pistola de engrase. En otros copes se requiere quitar ambos tapones de lubricación e insertar la grasa. Lubrique el cople hasta que la grasa fluya a través del respiradero u otra abertura. Enseguida colóquese nuevamente los tapones de lubricación.

**LUBRICACION DEL COPLE DURANTE EL ENSAMBLE**

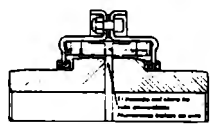


**LLENADO ADECUADAMENTE**

Las bolitas de aire han sido reducidas a un mínimo al engrasar cuidadosamente y el claro entre las mazas ha sido bien llenado.

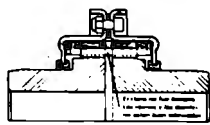


La grasa en el claro actúa como un depósito. La fuerza centrífuga hace que fluya hasta llenar todos los espacios y lubrique completamente el cople.



**LLENADO INADECUADAMENTE**

Note el gran número de bolitas de aire y la ausencia de lubricante en el claro y en la parte interior de la cubierta.



La fuerza centrífuga hace que la grasa fluya hacia afuera dentro de las superficies en fricción sin dirección y por lo tanto causando un desgaste excesivo.

**ACCESORIOS Y BOQUILLAS DE LUBRICACION PARA LOS COPLES FALK STEELFLEX TIPO F**



La boquilla Alemite No. 2-737 se usa para engrasar las cubiertas que tienen grasas permanentes (Alemite No. 1853). A las cubiertas que tienen tapón de resina se les pueden poner grasas de 1/8" (National Pipe Thread) así como Alemite 1610BL, Lincoln No. 805D o Universal No. 805. Use un mazo como extensión para engrasar el cople tamaño 3F.

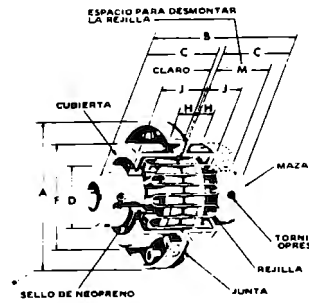


El cople Steelflex tamaño 180 se surte con grasa Alemite A 1184 o Lincoln 5700. Las boquillas Alemite 42030 y Lincoln No. 81459 se pueden usar con cualquiera de esas grasas. El diseño de estas boquillas es tal que evita fugas de grasa durante el tiempo de lubricación.

**DESALINEAMIENTOS MAXIMOS PERMISIBLES**

Tamaño Cople	Desalineamiento Angular (Nota 1)				Desalineamiento Máximo Paralelo (Nota 2)				Desalineamiento Axial Total	
	"X"		"Z"		"X"		"Z"		(mm)	(Pulg)
	Máximo (mm)	(Pulg)	En la Instalación (mm)	(Pulg)	Máximo (mm)	(Pulg)	Recomendado en la Instalación (mm)	(Pulg)		
3	0.680	0.026	0.127	0.005	0.38	0.015	0.127	0.005	3.97	.156
4	0.711	0.028	0.127	0.005	0.51	0.020	0.178	0.007	4.76	.188
6	0.838	0.33	0.127	0.005	0.51	0.020	0.178	0.007	4.76	.188
8	0.955	0.38	0.127	0.005	0.51	0.020	0.178	0.007	4.76	.188
7	1.143	0.45	0.127	0.005	0.51	0.020	0.178	0.007	4.76	.188
8	1.320	0.52	0.254	0.010	0.76	0.30	0.254	0.010	6.35	.250
9	1.447	0.57	0.254	0.010	0.76	0.30	0.254	0.010	6.35	.250
10	1.600	0.63	0.254	0.010	1.02	0.40	0.254	0.010	9.53	.375
11	1.803	0.71	0.254	0.010	1.02	0.40	0.254	0.010	9.53	.375
12	1.981	0.78	0.305	0.012	1.02	0.40	0.305	0.012	9.53	.375
13	2.111	0.81	0.305	0.012	1.02	0.40	0.305	0.012	9.53	.375
14	2.489	0.98	0.305	0.012	1.14	0.45	0.305	0.012	12.70	.500
16	2.540	1.00	0.305	0.012	1.14	0.45	0.305	0.012	12.70	.500
18	2.540	1.00	0.305	0.012	1.14	0.45	0.305	0.012	12.70	.500
17	2.667	1.05	0.305	0.012	1.14	0.45	0.305	0.012	12.70	.500
18	3.175	1.25	0.305	0.012	1.14	0.45	0.305	0.012	12.70	.500

NOTA 1: "X" es la diferencia de las medidas del claro, tomadas en puntos a 180°.  
 NOTA 2: Los valores de desalineamiento en la columna pueden ser absorbidos por la articulación entre los dientes del cople y la rejilla. De cualquier manera se tendrá una vida máxima con un mantenimiento mínimo si los copes son alineados con más precisión.  
 NOTA 3: La experiencia ha enseñado que estos valores pueden ser obtenidos en el trabajo con precauciones de instalación razonables.



**ESPECIFICACIONES DE REJILLAS**  
No aplique carga hasta que la rejilla esté instalada

TAMBAÑO DE COPLI	Diámetro de la Rejilla en mm	Número de Travesaños	Número de Coples	Número de Segmentos por Cople	DIÁMETRO EXTERIOR — mm		
					Espacio de Uno Solo Cople (Faltan en Bronce)	Espacio Estrecho (Faltan en Aluminio)	Espacio Ancho (Faltan en Aluminio)
2	172x 47x 38 10	20	1	1	62.55		
4	159x 47x 50 00	24	1	1	68.25		
5	159x 43x 50 00	28	1	1	79.38		
6	159x 43x 50 00	37	1	1	92.00		
7	159x 9.53x 50 00	34	1	2	107.95		
8	238x 9.53x 49.85	40	1	2	127.00		
9	238x 12.70x 49.85	40	1	2	139.70		
10	318x 9.53x 48.90	40	1	2	155.58		
11	318x 12.70x 48.90	40	1	2	171.45		
12	318x 9.53x 48.90	44	2	2		190.50	174.63
13	318x 9.53x 48.90	52	2	2		222.25	206.58
14	378x 9.53x 114.30	48	2	2		241.30	222.25
15	478x 9.53x 114.30	48	2	2		247.65	228.60
16	478x 9.53x 114.30	56	2	2		285.75	266.70
17	478x 9.53x 114.30	64	2	2		323.85	304.80
18	478x 9.53x 114.30	72	2	2		361.95	342.90
19	478x 12.70x 171.45	72	2	4		400.05	374.65

**INSTRUCCIONES PARA INSTALACION Y MANTENIMIENTO**

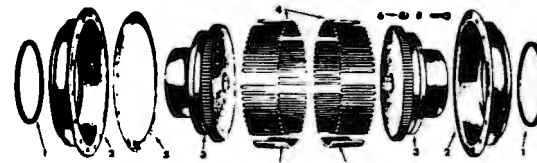
Tamaño 200 al 300

Coples "Steelflex" Tipo "F"

Sujeto a cambio sin previo aviso

438-112  
Manual de Servicio  
Enero 1979  
Lima  
Abril 1979

**COPLIS FLEXIBLES "STEELFLEX" TIPO "F"**



1. Sello
  2. Cubierta
  3. Maza
  4. Rejilla
  5. CAPA INTERIOR color blanco, marca "INT"
  6. CAPA EXTERIOR color amarillo, marca "EXT"
  7. Junta
  8. Tornillos, Bujas de Presión y Travesaños
- Cuando se ordenen repuestos, se recomienda identificar el tamaño del barrenado y el tamaño del cople que está estampado en la maza y en la cubierta.

**INSTALACION** — Para mejores resultados, ensamble los coples estando con el mismo desplazamiento posible y con el clarín "normal" indicado en la tabla 1. Caliente las maza pequeñas del cople en un horno o en agua, cuando se tenga acceso con interferencia. Aplique el calor de la flama uniformemente a lo largo de las maza grandes, pero no aplique la flama directamente en el área de las ranuras de la rejilla. Además, no caliente las maza a más de 135°C (275°F).

**LIMITACION DEL DESPLAZAMIENTO AXIAL** — Cuando los motores eléctricos y otras máquinas o sistemas de rodamientos de rodillos rectos, se recomienda el uso de limitadores de juego axial para protegerlos. Consulte a la fábrica para mayor información.

**REJILLA** — No aplique la carga a menos que la rejilla esté instalada correctamente. El número de segmentos y cables está indicado en la tabla 1. El código de colores está indicado en la página 2, en la sección donde se indica la forma de instalar las rejillas. La identificación de la rejilla está estampada en el extremo del segmento, como se muestra arriba.



**Desmontaje** — Toda la herramienta necesaria para esta operación es una barra redonda o un desarmador que quede convenientemente en las curvas de la rejilla. Empuje por el extremo queo del segmento de la rejilla, empujando la barra o el desarmador en la maza anterior. Las los dientes adyacentes a cada curva como punto de apoyo y retire la rejilla gradualmente, en forma gradual. Proceda alternadamente en cada lado, levantando la rejilla hasta que la mitad esté fuera del segmento. Repetiendo el mismo procedimiento, la rejilla quedará fuera totalmente.

**ESPECIFICACIONES DE LUBRICACION** — Consulte el Manual 438-010 para los lubricantes recomendados. Los siguientes especificaciones se aplican para coples Mecánica País que son lubricados anualmente y que operan dentro de temperaturas ambientales de 10° a 65°C (50° a 150°F). Para temperatura fuera de este rango, consulte a la fábrica.

**Punto de Gota** — 149°C (300°F) o más alto.  
**Consistencia** — NLGI No. 2, con valor de penetración de trabajo en el rango de 250 a 300.

**Separación y Resistencia** — Baja separación de aceite y alta resistencia a la separación por acción centrífuga.

**Líquido Comestible** — Para obtener buenas propiedades lubricantes, equivalente a un aceite de petróleo de alto calidad.

**Inactivo** — No debe correr en acero ni hinchar o deteriorar el neopreno.

**Limpio** — Libre de elementos extraños.

**MANTENIMIENTO** — Una lubricación adecuada es esencial para el buen funcionamiento del cople. Lubrique cuando menos cada doce meses. Cuando el cable se encuentre expuesto a humedad excesiva, temperaturas extremas, cambios de rotación frecuentes o aplicaciones bruscas de la carga, se requiere una lubricación más constante.

**DESCONEXION** — Para desconectar, limpie el cople, las cubiertas del mismo, quite los tornillos y separe las cubiertas. Desmonte la rejilla como se indica a la izquierda.

**TAMBAÑO DE COPLI**

TAMBAÑO DE COPLI	Velocidad Máxima rpm	DIMENSIONES — MILIMETROS											Peso aproximado en gramos (Kg)	TAMBAÑO DE COPLI			
		Barreno Máximo	Barreno Menor	A	B	C	D	F	H	J	M	Clarín					
3F	6000	26.99	11.11	95.25	85.73	41.28	41.28	66.68	15.88	22.23	44.46	15.88	17.15	15.88	3.97	1.8	3F
4F	6000	31.75	11.11	104.78	111.13	53.98	47.63	72.03	15.88	28.58	57.15	15.88	17.15	15.88	4.76	2.7	4F
5F	6000	38.10	11.11	114.30	111.13	53.98	53.98	85.73	15.88	28.58	57.15	15.88	17.15	15.88	4.76	3.6	5F
6F	6000	44.44	11.11	127.00	111.13	53.98	66.68	99.43	15.88	28.58	57.15	15.88	17.15	15.88	4.76	4.5	6F
7F	6000	55.56	11.11	146.88	111.13	53.98	79.20	114.30	15.88	28.58	57.15	15.88	17.15	15.88	4.76	6.3	7F
8F	6000	66.68	12.70	162.96	155.58	74.20	92.04	133.35	15.88	28.10	74.20	15.88	17.15	15.88	4.35	12.7	8F
9F	4500	71.44	31.75	192.48	148.28	82.55	98.43	144.05	15.88	28.10	74.20	15.88	17.15	15.88	4.35	15.0	9F
10F	3750	82.55	38.10	209.55	195.24	95.25	114.30	161.95	15.88	47.63	95.25	15.88	17.15	15.88	4.35	22.2	10F
11F	3400	90.49	38.10	225.43	195.24	95.25	127.00	182.98	15.88	47.63	95.25	15.88	17.15	15.88	4.35	27.7	11F
12F	3400	98.43	58.80	247.65	201.41	98.43	136.53	200.03	19.05	50.80	95.25	15.88	17.15	15.88	4.35	34.0	12F
13F	3100	107.95	58.80	279.40	201.41	98.43	155.58	231.78	19.05	50.80	95.25	15.88	17.15	15.88	4.35	44.0	13F
14F	2500	117.48	63.50	301.63	254.00	122.83	171.45	256.83	22.23	63.50	109.45	15.88	17.15	15.88	4.35	65.9	14F
15F	2400	127.00	63.50	349.25	240.35	127.00	184.75	257.18	28.58	63.50	120.45	15.88	17.15	15.88	4.35	79.5	15F
16F	2300	139.70	63.50	387.35	240.35	127.00	209.55	295.28	28.58	63.50	120.45	15.88	17.15	15.88	4.35	97.7	16F
17F	2200	157.40	74.20	425.45	246.70	130.18	238.13	333.38	28.58	63.50	120.45	15.88	17.15	15.88	4.35	129.5	17F
18F	2100	177.60	74.20	474.25	253.75	139.70	273.05	371.48	31.75	63.50	120.45	15.88	17.15	15.88	4.35	165.9	18F
190F	2000	203.20	101.60	546.10	287.35	190.50	304.80	412.75	31.75	92.08	102.98	15.88	17.15	15.88	4.35	295.4	190F

1. La dimensión "B" está basada en el clarín normal.  
La dimensión "M" es la necesaria para desmontar e instalar la rejilla.  
Las dimensiones dadas aquí, pueden cambiarse un decimo de pulgada, y deben ser usadas solamente como referencia.

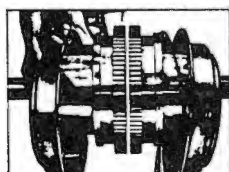
Los tamaños de coples del 3 al 11 se proporcionan con espesores sobre el cubero o a 90°, dependiendo del diámetro de barrenado. El tamaño 12 o mayor, puede ser tallado con un cono según se especifica.

**TABLA 1 DATOS DE INSTALACION**

Tamaño Copli	Velocidad Máxima rpm	Número de Travesaños	Número de Coples	Clarín (mm)		Esp. de uno solo cople (mm)	Esp. Estrecho (mm)	Esp. Ancho (mm)	Lubricación		Peso de un cople (g)
				Normal	Grande				Recomendada	Alternativa	
200	1800	10	1/2	1/2	1/2	2	4	015	011	40	
210	1600	13	1/2	1/2	1/2	2	4	015	015	60	
220	1500	14	1/2	1/2	1/2	2	4	015	015	60	
230	1300	17	1/2	1/2	1/2	2	6	015	015	80	
240	1200	27	1/2	1/2	1/2	2	8	015	015	80	
250	1000	34	1/2	1/2	1/2	2	8	015	015	90	
260	900	43	1/2	1/2	1/2	2	8	015	015	90	
270	700	54	1/2	1/2	1/2	2	8	015	011	141	
280	600	70	1/2	1/2	1/2	2	8	015	011	141	
290	600	84	1/2	1/2	1/2	2	8	020	020	204	
300	500	93	1/2	1/2	1/2	2	10	020	020	294	

\* Para instrucciones de barrenado y diámetros máximos de barrenado, consulte a MECÁNICA PAÍS.

**INSTALACION DE COPLES FLEXIBLES "STEELFLEX"**



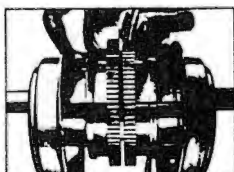
**1 MONTAJE DE CUBIERTAS, SELLOS MAZAS Y JUNTA EN LAS FLECHAS**

Coloque las cubiertas con su sello sobre las flechas antes de montar las mazas. Monte las mazas en sus respectivas flechas de tal manera que queden al ras de los extremos de las flechas. Consecuentemente ajuste la junta.

**CLARO ENTRE MAZAS DEL COPLE**

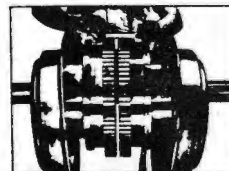
Mantenga el claro indicado en la página 1 siempre que sea posible y para asegurar de un funcionamiento óptimo no se exceda del claro mínimo o máximo recomendado. Consulte a la fábrica si se requiere limitar el desplazamiento axial de las flechas acopladas.

Tenga en cuenta el desplazamiento axial de las flechas cuando se usen chumaceras de bronce. Leavará de montar las mazas, ponga en posición la unidad de tal manera que la separación entre las mazas sea de, cuando ambas flechas estén en su posición más crítica o más retrada. Después de que se ha fijado la separación y ambas flechas hayan sido alineadas, apriete las anclas de la unidad y haga una revisión final del alineamiento.



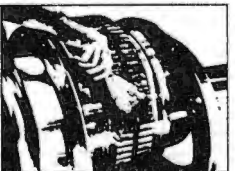
**2 CLARO ENTRE LAS MAZAS DEL COPLE Y ALINEAMIENTO ANGULAR**

Use una barra abacadora cuyo espesor sea igual al claro normal entre las mazas y el cual se indica en la tabla 1. Inserte la barra como se muestra en la ilustración, a la misma profundidad y a intervalos de 90°. Empleando un calibre de hojas, mida la separación entre la barra abacadora y la cara de la maza. La diferencia existente entre la medida máxima y la medida mínima no deberá exceder el límite ANGULAR especificado en la tabla 1.



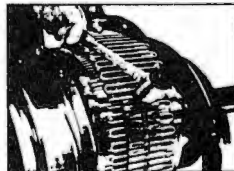
**3 REVISIÓN DEL ALINEAMIENTO PARALELO**

Otenga un alineamiento tal que el canto de una rejilla desmonte e insuerte lo dentro de los límites señalados en la tabla 1, a intervalos de 90°. Verifique con calibrador de hojas. El claro no debe exceder al límite PARALELO que se especifica según la tabla 1. Proceda a apriete todas las anclas y revise los pasos 2 y 3. Vuelva a ajustar el cople, si es necesario.



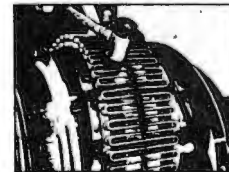
**4 LUBRICACION**

Ponga el máximo de lubricante dentro del claro entre las mazas, ranuras y las cavidades laterales. Asegure de que las cavidades formadas en las mazas estén completamente llenas de grasa. Refiérase a la página 1 para especificaciones de lubricación.



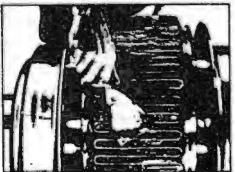
**5 INSERCIÓN DE LA REJILLA INTERNA (Marcada "INT" en los extremos opuestos)**

Inserte todas las secciones de la cara interior marcadas "INT", como se indica en la página 3. Use un mazo de plástico o de hueso para evitar dañar la rejilla o la maza.



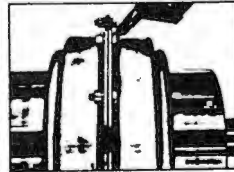
**6 INSERCIÓN DE LA REJILLA EXTERNA (Marcada "EXT" en los extremos opuestos)**

Inserte todas las secciones de la cara de la rejilla exterior, marcadas "EXT", como se indica en la página 1. Note la colocación de los extremos curvos y la cara de la rejilla. No dañe la rejilla o las ranuras de las mazas del cople.



**7 LUBRICACION FINAL**

Ponga el máximo de lubricante posible en los espacios alrededor de la rejilla. Para mantener el lubricante al ras del diámetro exterior de la rejilla para permitir la colocación de la junta y las cubiertas. Centre la junta en el cople, entre los tornillos de lubricación y lubrifique los arbolitos de aceite para facilitar el ensamble.



**8 ENSAMBLE DE LAS CUBIERTAS LUBRIFIQUE CADA 12 MESES**

Ensamble las cubiertas con los arbolitos de lubricación a 180°. La 90° para las cubiertas con dos arbolitos de lubricación. Remueve los sellos para un sellado apropiado. Inserte los tornillos y apriete los al por especificación en la tabla 1. Quite todos los tapones e inserte su graso. Llévelo con gran recomendación hasta que se abroten y colóque el tapón nuevamente. Continúe con este procedimiento hasta que todos los tapones estén en su lugar. AVISO: Asegure que todos los tapones estén colocados después de haber lubricado el cople.



**INSTRUCCIONES PARA INSTALACION Y MANTENIMIENTO**

Tamaño del 3 al 230

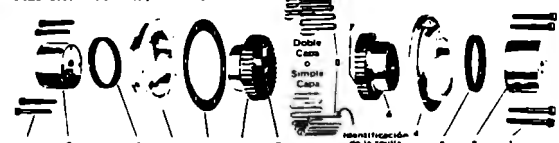
**COPLES STEEFLEX Horizontales y Verticales Tipo "FL"**

4338  
Manual de Servicio Pág.  
Junio 1985 1  
consulta:  
Abril 1985

Sujeto a cambio sin previo aviso

**COPLES "STEELFLEX" - TIPO "FL"**

Cuando ordene relaciones específicas el diámetro de la barra y cubre, indique el tamaño del cople, con el tamaño estimado en la cubierta y en la maza.



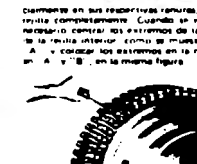
**INSTALACION** - Para mejores resultados, ensamble el cople más tarde con el mínimo desplazamiento posible y con el claro normal. Caliente las mazas pequeñas del cople en un horno o en aceite, cuando se tenga acceso con referencia. Aplique el calor de la llama uniformemente a lo largo de las mazas grandes, pero NO dirigirlas en el área de las ranuras. Además no caliente las mazas a más de 125°C (275°F).

**LIMITACION DEL DESPLAZAMIENTO AXIAL DE LOS COPLES** Consulte a la fábrica para modificaciones de los coples cuando sea necesario limitar el desplazamiento axial para proteger los chumaceros de motores u otro equipo.

**REJILLA** - No aplique la carga a menos que la rejilla esté instalada correctamente. El número de segmentos y casos está indicado en la tabla 1. El dibujo de colores está indicado en la página 2, en la sección donde se indica la forma de instalar las rejillas. La identificación de la rejilla está estampada en el extremo del segmento como se indica arriba.



**INSTALACION** - Las rejillas son segmentos ranurados y por lo tanto, es necesario instalarlas igualmente la rejilla para que cumpla sobre las caras de las mazas en su diámetro exterior. Para que la rejilla se extienda lo menos posible empase un mazo de cualquier extremo y golpee, hasta introducir completamente los segmentos ranurados en las ranuras para las rejillas. Después que todas las secciones rectas hayan sido metidas e introducidas cuidadosamente en sus respectivas ranuras, golpee otra vez hasta introducir la rejilla completamente. Cuando se inserte una rejilla de 600 Casos, el espacio central de los extremos de la rejilla exterior con los extremos de la rejilla interior como se muestra en la figura de la izquierda en "A" y colocar los extremos en la misma dirección como se muestra en "A" y "B" en la misma figura.



**DESMONTAJE** - Toda la herramienta necesaria para esta operación es una barra ranurada o un desmontador que ajuste convenientemente en los curvos de la rejilla. Empezar por el extremo abierto del segmento de la rejilla insertando la barra o el desmontador en el centro exterior. Use los dientes adyacentes a cada curva como punto de apoyo y asegure de la rejilla nuevamente, en forma gradual. Proceda al desmontaje en cada lado, manteniendo la rejilla hasta que esté la maza fuera del dentado. Repetir el mismo procedimiento, la rejilla quedará fuera completamente.



**ESPECIFICACIONES DE LUBRICACION** - Consulte el manual 428-010 para las lubricaciones recomendadas. Las siguientes especificaciones se aplican para coples Mecanica Fall que son lubricados únicamente y que operan dentro de temperaturas ambientales de 18° a 60°C (0 a 150°F). Para temperaturas fuera de este rango, consulte a la fábrica.

1. Tornillos y ranuras de presión
2. Collarín
3. Sello
4. Cubierta
5. Junta
6. Maza F
7. Tapón
8. Rejilla: Cara interior pintada de blanco, marcado INT. - Cara exterior pintada de gris, marcado EXT.

Punto de Graso: 140°C (300°F) o más alta.  
Consistencia: NLGI No. 2 con valor de penetración de trabajo en el rango de 250 a 300.  
Separación y Reanillado: Baja separación de aceite y alta resistencia a la separación por acción centrifuga.  
Líquido Constituyente: Debe poseer buenas propiedades lubricantes, adecuadas a un aceite de parafina de alta calidad.  
Inactiva: No debe corroer el acero ni hacer o deteriorar el neopreno.  
Limpieza: Libre de elementos extraños.

**MANTENIMIENTO** - Una lubricación adecuada es esencial para el buen funcionamiento del cople. Lubríquelo cuando menos cada diez meses. Cuando el cople se encuentre expuesto a humedad excesiva, temperaturas extremas, cambios de rotación frecuentes o aplicaciones bruscas de la carga, se requiere una lubricación más constante.

**DESMONTACION** - para desmontar, limpie el cople, el aceite de las flechas, quite los tornillos, retire las cubiertas y desmonte la rejilla como se muestra a la izquierda.

**TABLA 1 DATOS DE INSTALACION\***

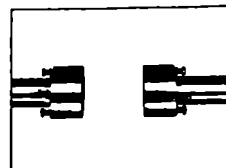
Tamaño del Cople	Vol. Máx. (litros)	Peso Aprox. de Graso (lb)	Claro (in.)	Rejilla		Tamaño del Cople
				No. de Casos	No. de Segmentos por Caso	
4	360	1/2	1/8	1	1	4
5	360	1/2	1/8	1	1	5
6	360	1/2	1/8	1	1	6
7	360	1/2	1/8	1	2	7
8	360	1/2	1/8	1	2	8
9	360	1/2	1/8	1	2	9
10	360	1/2	1/8	1	2	10
11	360	1/2	1/8	1	2	11
12	360	1/2	1/8	2	2	12
13	720	1/2	1/8	2	2	13
14	720	1/2	1/8	2	2	14
15	720	1/2	1/8	2	2	15
16	720	1/2	1/8	2	2	16
17	720	1/2	1/8	2	1	17
18	720	3/4	1/8	2	3	18
190	200	8	1/2	2	4	190
200	180	10	1/2	2	4	200
210	160	12	1/2	2	4	210
220	150	14	1/2	2	4	220
230	120	17	1/2	2	4	230

\* Consulte a la fábrica para las dimensiones máximas y mínimas de la barra y para instrucciones de instalación.  
† El claro mínimo en el espacio entre las caras de las mazas DESPUÉS de que el cople se ha instalado. Esta especificación debe ser mantenida para permitir la instalación del abacador y para desmontarlo.



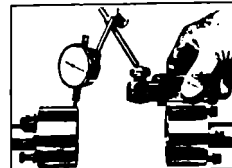


INSTALACION DE COPLES MECANICA FALK "STEELFLEX" CON ESPACIADOR - TIPO "FL"



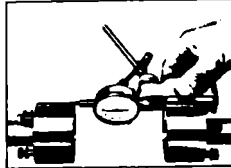
1. MONTAJE DE LOS COLLARINES

Coloque las unidades a la distancia correcta entre flechas y con mínimo de desalineamiento angular y paralelo. Inserte los tornillos con las arandelas en los collarines y róntelos en sus respectivas flechas hasta quedar al ras con los extremos de las flechas. Apriete los prisioneros de las masas y suéven.



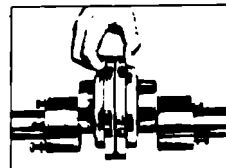
2. ALINEACION PARALELA

Coloque un indicador de carátula sobre un collarín haciendo contacto con el diámetro exterior del otro. Girando el ángulo del collarín 360º, se determina el desalineamiento paralelo. También se puede revisar la alineación poniendo una regla o escuadra haciendo contacto con ambos collarines y midiendo el claro con hojas calibre-doras, a éste efecto. Tome lecturas a intervalos de 90º.



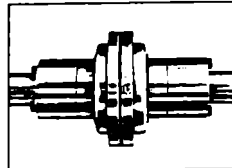
3. ALINEACION ANGULAR

Instale un indicador de carátula en un collarín y establezca contacto con la cara del otro. Haga girar éste 360º mientras comprobaba el alineamiento. Si no se tiene a mano un indicador de carátula mida entre las caras de los collarines a intervalos de 90º con un micrómetro para interiores.



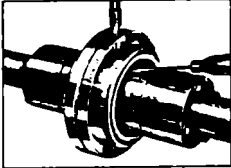
4. INSERCIÓN DEL COPLE "FL"

Después de apretar las arandelas de las bases del espacio a recibir, revise otra vez la alineación y la distancia entre flechas. Compruebe el coque "Steelflex" tipo "FL" para eliminar su claro e insértese en el espacio entre los collarines.



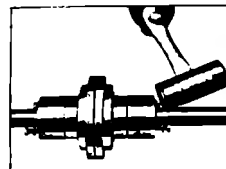
5. APRIETE UNIFORME DE TORNILLOS

Apriete uniformemente los tornillos para las masas del coque en los alojamientos de los collarines. Escudrese la cubierta del coque con las masas para evitar que la cubierta se lade. Los coples "Steelflex" tipo "FL", son lubricados en la fábrica.



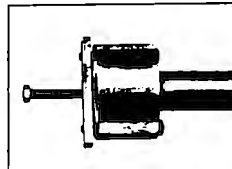
6. LUBRICACION CADA 12 MESES

Use un inyector de grasa adecuado para los coples con ajustes para lubricación o como se muestra arriba. Para otros coples, quite todos los tapones de lubricación e inserte el dispositivo de lubricación. Lubrique hasta que la grasa se derrame a través de los barrenos opuestos o cualquier otra abertura. Después INSTALE TODOS los tapones de lubricación.



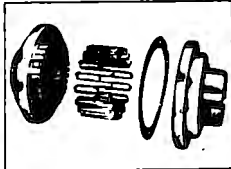
7. DESMONTAJE DEL COPLE TIPO "FL"

Quite los tornillos hexagonales, dejando solamente dos, uno en cada collarín. Afloje los otros dos tornillos un cuarto de pulgada y púeles con mazo de hule para sacar las masas del coque de los collarines. Quite los tornillos y el coque "FL".



8. DESMONTAJE DE LOS COLLARINES

Use un extractor extendido para sacar los collarines. Se puede improvisar un extractor haciendo tres barrenos y machucándolos en una barra de acero y ensamblándola con tornillos, como se ilustra. Apriete el tornillo del centro para sacar el collarín.



9. ENSAMBLE Y DESENSAMBLE DEL COPLE "STEELFLEX" TIPO "FL"

Para desarmar el coque, quite la cubierta y sacque la envija con un desarmador, como se ilustra en la página 1. Lubrique el coque como se indica en el manual 428-010.

# COPLES DE ENGRANES

## SERIE 100 G

## SERIE 1000 G

## **BIBLIOGRAFÍA.**

- [1] Pierre Jiménez Acotación Funcional 1ra edición Editorial Limusa. México 1985
- [2] Sergio A. Villanueva Pruneda; Jorge Ramos Watanave Manual de Métodos de Fabricación Metalmeccánica 3ra edición A.G.T. Editor, S.A. México 1983.
- [3] Francisco Jiménez Caro; Marco A. Sánchez González. Montajes para Maquinado 1ra Edición. A.G.T. Editor, S.A. México 1985.
- [4] C.H. Jensen Diseño y Dibujo de Ingeniería. Editorial Mc Graw-Hill
- [5] Ignacio Adrián Romero; Rafael Caltenco Castillo Diseño de un Sistema Modular para la Construcción de Montajes de Maquinado proyecto Terminal de Ingeniería Mecánica (UAM UA) México 1989
- [6] Pedro L. Grasa Soler Diseño de Dispositivos para la Manufactura (Apuntes) México 1995.
- [7] Norelem- Industries, S.A. Elements Pour Montages D'Usinage. Francia 1975.
- [8] Shigley, Joseph E.; Larry D. Mitchell. Diseño En Ingeniería Mecánica. Trad. de Francisco Paniagua Bocanegra. 4ta Edición. Editorial Mac Graw-Hill, México 1985.
- [9] Pazot, R. Montages D'Usinage, 2da Edición. Paris, Francia. Desforges, 1975.
- [10] Jaromir Zeleny. Robotized Flexible Manufacturing Cell For 5 Dimensionally Complex Parts in Tooling Technologies (1st proposal) ITESM México 1994
- [11] Felipe Jimenez Diseño de Bandas Transportadoras para la celda demanufactura. 1995
- [12] Singer/Andrew Pytel Resistencia de materiales. Tercera edición Editorial Harla