

# ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL



## PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA (PROTMEC)

### Proyecto Tecnológico De Graduación

T e m a :

### **DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA GRUA PLEGABLE HIDRAULICA DE 2.5 TON**

Autores:

***Kléber Lindao Klaere  
Victor Jiménez Dávila  
Wellington García Ibarra***

Director del Proyecto:

***Tnlg. Fernando Angel Muñoz***

**2 0 0 6 - 2 0 0 7**

T  
621.873  
LIN

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**



**PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA  
(PROTMEC)**

**Proyecto Tecnológico De Graduación**

**Tema:**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA GRÚA  
PLEGABLE HIDRÁULICA DE 2.5 TON**

**AUTORES:**

**Kléber Lindao Klaere  
Víctor Jiménez Dávila  
Wellington García Ibarra**

**DIRECTOR DEL PROYECTO:**

**Tnlg. Fernando Ángel Muñoz**

**2006 - 2007**



D-63052



CIB

## **Agradecimiento**

Damos nuestro sincero agradecimiento:

Primero a Dios y a nuestra prestigiosa universidad por las facilidades prestadas y los conocimientos técnicos inculcados a lo largo de nuestra carrera. De manera muy especial al Tnlg. Fernando Ángel quien con sus conocimientos y espíritu de colaboración nos a sabido orientar y guiar para la culminación de esta tesis.

## **Dedicatoria**

Concientes de lo difícil que es luchar para una sociedad digna, y reconociendo que solo el estudio nos hará libres, dedicamos esta tesis con orgullo y cariño, y de manera muy especial a nuestros padres, quienes con su esfuerzo y abnegación nos han enrumado como hombres de bien.

## Declaración expresa

“La responsabilidad del contenido de éste proyecto tecnológico de graduación nos corresponde exclusivamente y el patrimonio del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(REGLAMENTO DE GRADUACION DE LA ESPOL)



---

*Kléber Lindao Klaere*



---

*Víctor Jiménez Dávila*



---

*Wellington García Ibarra*

# INDICE DE CONTENIDO

Pág.

## INTRODUCCION

AGRADECIMIENTO.....	1
DEDICATORIA.....	2
DECLARACIÓN EXPRESA .....	3
SELECCIÓN DEL PROYECTO .....	8
ANTECEDENTES.....	9
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROTOTIPO .....	10
PROTOTIPO.....	11
DESARROLLO DE ACTIVIDADES.....	12
DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE COMPONENTES (PARTES).....	13
<i>Acero estructural</i> .....	13
<i>Pernos</i> .....	14
<i>Soldaduras</i> .....	15
CONCLUSIONES.....	18
RECOMENDACIONES .....	19

## CAPITULO I

MANUAL PARA EL USUARIO.....	20
CARACTERÍSTICAS Y DATOS TÉCNICOS.....	21
CUIDADOS Y RECOMENDACIONES.....	22
<i>Cuidados</i> .....	22
<i>Recomendaciones</i> .....	23
PUESTA EN MARCHA.....	23
PROBLEMAS, AVERÍAS Y SOLUCIONES.....	26

## CAPITULO II

OLEOHIDRÁULICA .....	28
CONCEPTO: .....	29
VENTAJAS E INCONVENIENTES.....	29
PRINCIPIOS Y LEYES FUNDAMENTALES DE LA HIDRÁULICA.....	29
FUERZA HIDRÁULICA.....	30
PRINCIPIOS FÍSICOS.....	30
<i>Principio de Pascal</i> .....	30
<i>Ley de la continuidad</i> .....	31
<i>Teorema de Bernouilli</i> .....	32
<i>Potencia (p)</i> .....	33
<i>Pérdidas de carga (hf)</i> .....	33
<i>Resistencia hidráulica (R)</i> .....	34
ELEMENTO EN LAS INSTALACIONES HIDRÁULICAS .....	34
<i>Bombas</i> .....	34
<i>Acondicionadores del aceite</i> .....	35
<i>Red de distribución</i> .....	35
<i>Elementos de regulación y control</i> .....	35
<i>Motores</i> .....	37
<i>Aceite Hidráulico</i> .....	37

### CAPITULO III

CALCULOS DEL DISEÑO.....	40
<i>Cálculo del perno para el gancho en la capacidad máxima</i> .....	41
<i>Cálculo de la orquilla</i> .....	41
<i>Cálculo del brazo extensible</i> .....	41
<i>Cálculo del mástil</i> .....	42
<i>Cálculo del factor de seguridad</i> .....	42
<i>Diseño del Gancho</i> .....	43
<i>Cálculo del radio del eje centroidal longitudinal</i> .....	43
<i>Cálculo del radio del eje neutro de la viga</i> .....	44
<i>Cálculo de la distancia entre el eje centroidal y el eje neutro</i> .....	44
<i>Calculo de la Tensión</i> .....	44
<i>Cálculo de la tensión máxima</i> .....	45
<i>Cálculo del factor de seguridad</i> .....	45
<i>Análisis de Fuerzas en el Sistema</i> .....	46
<i>Reacciones para cada elemento</i> .....	48
<i>Diseño de pernos para brazo regulable</i> .....	50
<i>Longitud del perno</i> .....	51
<i>Diseño de soldadura base</i> .....	51
<i>Diagramas de fuerza cortante y de momento flector</i> .....	52
<i>Factor de la seguridad a la fluencia estática</i> .....	54
<i>Cálculos esfuerzos en metal base</i> .....	54
<i>Diseño de soldadura para Basc de Mástil</i> .....	56
<i>Esfuerzo de corte Metal Base</i> .....	57
<i>Pernos para placa base</i> .....	60
<i>Cálculo esfuerzos en metal base</i> .....	63
<i>Diseño de la ménsula para el cilindro</i> .....	64
<i>Esfuerzo efectivo de Von Misses</i> .....	65
DISEÑO DEL CILINDRO HIDRÁULICO .....	65
<i>Cálculo estático</i> .....	65
<i>Cálculo del espesor de la camisa</i> .....	65
<i>Carrera del bástago</i> .....	66
<i>Diseño del vástago</i> .....	66
<i>Diseño del pistón</i> .....	67
<i>Selección de la bomba</i> .....	67
<i>Diámetro de las mangueras</i> .....	68

### CAPITULO IV

ESTIMACIÓN DE COSTOS.....	69
INTRODUCCIÓN.....	70
ESTRUCTURA DEL COSTO .....	70
A) COSTOS DIRECTOS.....	70
<i>Materia prima</i> .....	70
<i>Mano de obra directa</i> .....	71
B) GASTOS GENERALES.....	72
<i>Utilización de maquinaria</i> .....	72
<i>Costo por utilización de máquina</i> .....	72
<i>Costo por utilización de herramientas</i> .....	72
<i>Costo de energía</i> .....	73
<i>Gastos misceláneos</i> .....	73
<i>Costo del proyecto</i> .....	73
<i>Costos generales</i> .....	73

## CAPITULO V

### PLANIFICACION Y PLANOS DE CONSTRUCCIÓN .....;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

GRÚA .....	75
BRAZO SOPORTE .....	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
BRAZO EXTENSIBLE .....	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
MÁSTIL .....	;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
MÉNSULA BASE .....	79
MÉNSULA PIVOTE .....	80
PLACA BASE.....	81
DIAGRAMA DE GANNT .....	82

## ANEXOS

FOTOGRAFÍAS.....	85
------------------	----

## **CAPITULO I**

### **CUERPO DEL INFORME**

## **Introducción**

Nuestro proyecto "Diseño y construcción de una grúa plegable hidráulica de 2.5 ton" tiene como propósito académico la aplicación de todos los conocimientos y habilidades técnicas adquiridas a lo largo de nuestra formación académica. Entre los campos que daremos importancia, está la aplicación de la Resistencia de Materiales, Dibujo Técnico (Autocad), Procesos de Manufactura, Oleohidráulica, Electricidad y Mecánica Aplicada. Y como propósito aplicado a la práctica, es contar con una máquina que nos brinde las facilidades de levantar y transportar pesos de un lugar a otro, ya sea para montar o desmontar máquinas o partes de máquinas.

El diseño y construcción de nuestra máquina tiene un costo de \$3055.39, el cual se detalla mas adelante en el capítulo de estimación de costos; con una duración de tiempo de dos meses para el diseño y un mes para la construcción de la misma, el cual se detalla mas adelante en el diagrama de Gannt. Los materiales empleados son de acero estructural.

## **Selección del proyecto**

La idea de la construcción de nuestra Grúa Hidráulica Automatizada surgió del Sr. Crisolo Loor Franco, el cual es dueño de un Almacén en la Provincia de El Oro; fue él quien nos comentó de la necesidad de una máquina que brinde mejores facilidades de trabajo dentro del almacén, para que el personal que labora ahí no corra ningún riesgo de accidente en el traslado de motores de grandes tamaños y otro tipo de materiales pesados. El Sr. Loor fue quien financió nuestro proyecto.

Una alternativa que surgió de parte nuestra fue de conseguir una máquina usada y hacerle las mejoras requeridas, pero los costos eran similares al de construir una máquina nueva, por lo que tomamos la decisión de diseñar y construir una máquina con tales características, aprovechando nuestros conocimientos adquiridos en la ESPOL. Cabe destacar que tuvimos dificultades en la selección de la máquina, ya que tuvimos algunas alternativas de diseño como son montacargas, grúas de diferentes modelos, etc.

## **Antecedentes**

Nuestro grupo se formó a pesar de la escasez de alumnos en el Programa de Tecnología Mecánica, y con la idea de formar un equipo de trabajo, claro, además del compañerismo y amistad que mantenemos entre nosotros.

Nuestro proyecto empezó con el patrocinio del Sr. Angel Bustamante Bolaños, propietario del Almacén en la Provincia de El Oro, quien nos financió dicho proyecto.

Para seleccionar el modelo de grúa más cercano a nuestras necesidades, recurrimos a los almacenes que venden éste tipo de máquinas, como son Maquinarias Enríquez, Ivan Boman, Ferretería Espinosa, Ferretería León, etc. en busca de un modelo apropiado; además de navegar por la web.

En el Programa de Tecnología Mecánica ya existía un modelo de grúa similar al nuestro, la cual es accionada manualmente; a diferencia de éste, el modelo que construimos tiene algunas mejoras, tales como es el sistema hidráulico, el cual facilita el trabajo al operario.

## Descripción general del prototipo

Una grúa es una máquina diseñada para desplazar objetos pesados vertical y horizontalmente, la cual ayuda mucho en las pequeñas y grandes empresas. La capacidad de una grúa puede ir desde algunos centenares de kilogramos hasta varios cientos de Toneladas; la fuerza motriz puede ser manual o proceder de motores eléctricos, de combustión interna e inclusive hidráulica. En cuanto a su forma, se clasifican como grúas de pescante, **grúas de brazo móvil** y grúas puente. En nuestro proyecto diseñaremos y construiremos una grúa de brazo móvil, cuya capacidad será de 2.5 Toneladas.

Nuestra *grúa de brazo móvil* tiene un diseño de cantilever y está formada por un brazo articulado.

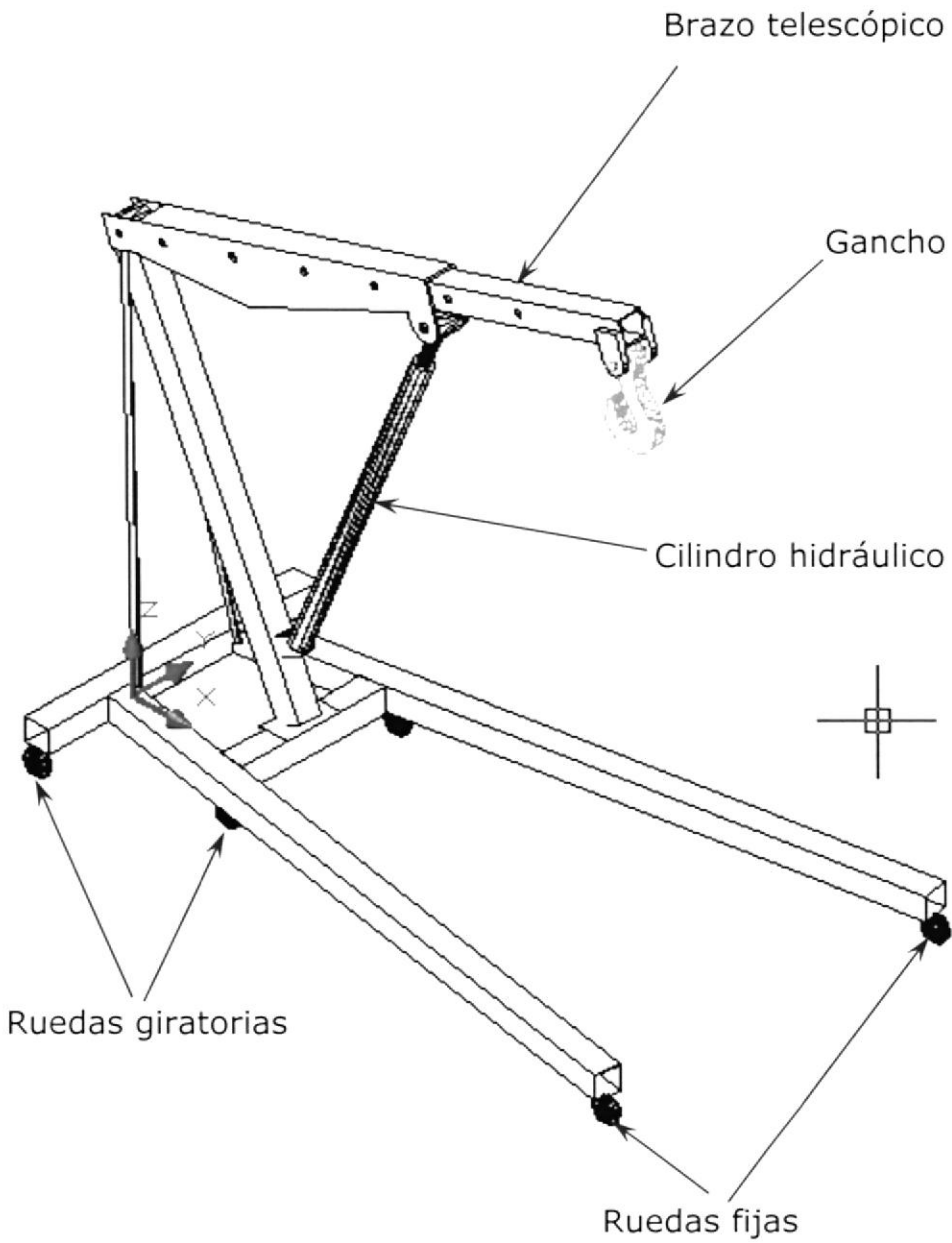
Nuestra máquina está diseñada para operaciones de elevación, remoción, transporte y colocación que no pueden realizarse con procedimientos tradicionales, tales como la utilización del tecele.

Su maniobrabilidad, fácil desplazamiento, seguridad y rapidez de ejecución son las principales características de nuestra maquina.

Nuestra máquina está dotada con válvula de seguridad contra sobrecargas y provista de limitador hidráulico de recorrido. Su brazo elevador extensible, las ruedas giratorias y el gancho de seguridad pivotante facilitan el acceso a la carga y su maniobrabilidad.

Nuestra grúa apenas ocupa un espacio mínimo, se pliega muy rápidamente y es muy cómoda para transportarla gracias a sus ruedas auxiliares que están fijadas en su base.

# Prototipo



## **Desarrollo de actividades**

En este listado daremos las principales operaciones así como los conocimientos que tenemos que aplicar:

1. Selección del modelo de grúa.
2. Se realizaran los cálculos correspondientes para el diseño de la Grúa y los planos respectivos.
3. Se establecerá los diferentes tipos de materiales a usar en la construcción.
4. Compra de materiales para la estructura.
5. Se realizará trazados en los materiales para obtener las diferentes partes de la estructura.
6. Soldado de la estructura.
7. Se comprarán los elementos y accesorios del sistema oleohidráulico.
8. Se realizará el maquinado de las piezas, con las siguientes maquinas herramientas: Torno, Fresadora, Cepillo y Taladro.
9. Ensamblado de la máquina.
10. Pruebas pertinentes

## **Descripción técnica de componentes (partes)**

### **Acero estructural**

#### **Propiedades y cualidades del acero estructural**

Se define como acero estructural al producto de la aleación de hierro, carbono y pequeñas cantidades de otros elementos tales como silicio, fósforo, azufre y oxígeno, que le aportan características específicas. El acero laminado en caliente, fabricado con fines estructurales, se denomina como acero estructural al carbono, con límite de fluencia de 250 Mpa (2·549 Kg. /cm<sup>2</sup>).

Su alta resistencia, homogeneidad en la calidad y fiabilidad de la misma soldabilidad, ductilidad, incombustibilidad, pero a altas temperaturas sus propiedades mecánicas fundamentales se ven gravemente afectadas, buena resistencia a la corrosión en condiciones normales

El acero es más o menos un material elástico, responde teóricamente igual a la compresión y a la tensión, sin embargo con bastante fuerza aplicada, puede comenzar a comportarse como un material plástico, pero a diferencia de los materiales plásticos a máximas sollicitaciones romperá, pero su comportamiento plástico en tales situaciones como un terremoto, la fase plástica es útil, ya que da un plazo para escapar de la estructura.

#### **Clasificación del acero estructural o de esfuerzo**

El acero estructural, según su forma, se clasifica en:

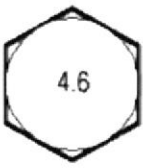


**a. PERFILES ESTRUCTURALES:** Los perfiles estructurales son piezas de acero laminado cuya sección transversal puede ser en forma de I, H, T, canal o ángulo.

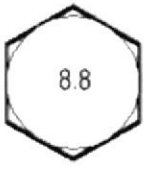



**b. BARRAS:** Las barras de acero estructural son piezas de acero laminado, cuya sección transversal puede ser circular, hexagonal o cuadrada en todos los tamaños.

**c. PLANCHAS:** Las planchas de acero estructural son productos planos de acero laminado en caliente con anchos de 203 mm y 219 mm, y espesores mayores de 5,8 mm y mayores de 4,5 mm, respectivamente.

## Pernos

Las normas de prueba de pernos indican cargarlo contra su propio hilo, sin utilizar una probeta representativa. Esto genera un valor llamado carga de prueba, la cual puede utilizarse para diseñar en reemplazo de la resistencia a la fluencia. Se adjuntan las marcas con que se indica el grado de resistencia de los pernos, para las normas SAE, ASTM y Métrica. Se adjunta también la tabla de marcas de los productos American Screw.

Propiedades mecánicas de elementos roscados de clase métrica					
Clase	Rango del diámetro	Carga de prueba [MPa]	Esfuerzo de ruptura [MPa]	Material	Marcado de la cabeza
4.6	M5 - M36	225	400	Acero de bajo carbono ó acero al carbono	
4.8	M1.6 - M16	310	420	Acero de bajo carbono ó acero al carbono	
5.8	M5 - M24	380	520	Acero de bajo carbono ó acero al carbono	

8.8	M16 - M36	600	830	Acero al carbono, Templado y Revenido	
9.8	M1.6 - M16	650	900	Acero al carbono, Templado y Revenido	
10.9	M5 - M36	830	1040	Acero de bajo carbono martensítico, Templado y Revenido	
12.9	M1.6 - M36	970	1220	Acero aleado, Templado y Revenido	

## Soldaduras

**INDURA: 230-S**

**Aws: E 6011**

Especialmente diseñado para usos con corriente alterna, aunque también puede ser usada con corriente continua, electrodo positivo.

El metal depositado es dúctil, buena penetración, de arco suave y estable. Buen rendimiento. Especialmente apto para aplicaciones en toda posición bajo exigencias radiográficas.

Estructuras, tuberías de presión, maquinaria pesada.

Resistencia a la tracción: 480 Mpa

Limite de fluencia: 405 Mpa

Alargamiento en 50mm: 36%

Composición Química (Típica)

C:0.10%      Mn:0.40%      P:0.01%

S:0.020%      Si:0.25%

Diam. Elect.		Amperaje		Electrodo
Pulg.	mm.	Min.	Max.	X Kg. Aprox.
3/32	2.4	50	90	77
1/8	3.2	80	120	37
5/32	4.0	120	160	26
3/16	4.8	140	220	18

**INDURA: 90**

**Aws: E 6013**

Arco Suave, poca salpicaduras, deposito de buena apariencia, especial para estructuras livianas, muebles metálicos. Baja penetración.

Resistencia a la tracción: 510 Mpa

Limite de fluencia: 470 Mpa

Alargamiento en 50mm: 26%

Composición Química (Típica)

C:0.10%      Mn:0.40%      P:0.01%

S:0.020%      Si:0.25%

Diam. Elect.		Amperaje		Electrodo
Pulg.	mm.	Min.	Max.	X Kg. Aprox.
3/32	2.4	40	90	55
1/8	3.2	70	120	35
5/32	4.0	120	190	22
3/16	4.8	160	240	17

**INDURA: 70S-6**

**Aws: ER 70S-6**

Alambre sólidos para proceso MIG/MAG. Posee niveles, más altos de magnesio y silicio que otros grados de alambre sólidos. Requiere gas de protección CO2 o argón-CO2.

**Aplicaciones típicas.**

Construcción de buques, recipientes a presión, soldaduras de cañerías, labores generales de fabricación.

CC (+). Toda posición

Resistencia a la tracción: 520 Mpa

Limite de fluencia: 440 Mpa

Alargamiento en 50mm: 28%

Composición Química (Típica)

C:0.09% Mn:1.45% P:0.02%

S:0.020% Si:0.85%

Diam. Elect. (mm)	Amperes	Volts.	Flujo CO2
0.8	50-110	15-21	7-12
0.9	60-120	16-22	8-12
1.2	120-250	22-28	12-14
1.6	200-300	25-32	14-16

## **Conclusiones**

Hemos cumplido nuestro propósito luego de haber hecho el diseño y construcción de la grúa respectiva, y haber tomado en cuenta muchos factores tales como las dimensiones de su estructura, así como espesores y tipos de materiales a ser utilizados, tipo de soldaduras, etc. al momento de construir la máquina tuvimos que hacer unos ajustes en el diseño de la misma para facilitar su construcción, así como también utilizamos ayuda de otros talleres de metalmecánica fuera de la ESPOL.

La materia "Proyecto Tecnológico", nos ha brindado la oportunidad de aplicar todos los conocimientos adquiridos a lo largo de nuestra carrera universitaria, además nos ha enseñado que no todo se aprende dentro de las aulas de clase, ya que es la práctica y la perseverancia, la que nos hace lograr nuestros objetivos profesionales.

El trabajo en equipo es fundamental para obtener mejores resultados, ya que nos permite compartir conocimientos y experiencias adquiridas a lo largo de nuestra formación académica y profesional, y así lograr un propósito como es el nuestro.

El proyecto se culminó gracias al financiamiento obtenido de personas particulares a la institución que confiaron en nosotros, como es el caso del Sr. Crisolo Loor.

Los materiales empleados en la ejecución de nuestro proyecto son de acero estructural, los cuales fueron adquiridos en nuestro medio.

## Recomendaciones

- ▶ Cuando estamos estudiando debemos tener en cuenta que en algún momento vamos a necesitar lo que aprendimos, mas aún si queremos diseñar máquinas o realizar mejoras de las mismas.
- ▶ Todo los profesores deberían venderle a sus estudiantes la idea de diseñar nuevos productos, o al menos hacer mejoras de los mismos. Incentivar al estudiante a desarrollar su talento para que nuestro país se llene de mejores profesionales.
- ▶ También todos los directivos de la Espol deben estar preocupados por la capacitación de sus profesores con mejores técnicas de enseñanza para un mejor aprendizaje de los alumnos para llegar a ser competitivos la sociedad.
- ▶ La sociedad debe hacer conciencia de que estamos en un mundo de competitividad y necesitamos contar con mejor tecnología para poder reducir los costos de producción y así mejorar nuestros ingresos.
- ▶ Los conocimientos teóricos adquiridos a lo largo de nuestra carrera, nos sirve como base en el campo laboral, aunque la tecnología enseñada no fue lo suficiente, ya que existen máquinas modernas en nuestro medio industrial, tales como máquinas cortadoras por plasma y máquinas herramientas de control numérico, las cuales están bajando mucho más los costos de producción.

## **CAPITULO II**

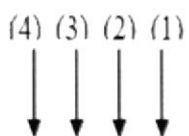
### **MANUAL PARA EL USUARIO**

## Características y datos técnicos

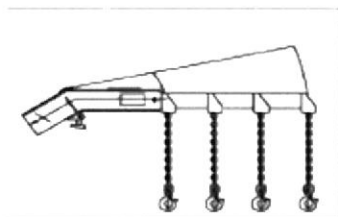
MODELO	Patas en V
CAPACIDAD MAXIMA	2.5 Ton.
ALTURA MÁXIMA CON BRAZO EXTENDIDO	2.5 m
PESO	350 Kg.
TIPO DE BOMBA	Desplazamiento positivo (de Paletas)
PRESIÓN MÁXIMA	1250 PSI
TIPO DE MOTOR	Eléctrico Trifásico
POTENCIA DEL MOTOR	5 HP
VOLTAJE	220/440 Vol.
AMPERAJE	15.6/11 Amp.
RPM	1800

El brazo extensible tiene cuatro posiciones, según sean estas posiciones así será la carga:

Tenga en cuenta que al alargar el brazo disminuye la capacidad de elevación de la grúa, fíjese en la siguiente tabla para no



sobrepasar la carga admisible en cada posición del brazo.



- No supere nunca la capacidad nominal especificada en las etiquetas de la grúa y elija siempre elementos con características nominales básicas superiores al 25% como mínimo a las

condiciones de trabajo más duras.

	1	2	3	4
CAPACIDAD (Ton.)	1	1.5	2	2.5

## **Cuidados y recomendaciones**

### **Cuidados**

Tipos de inspección que deben realizarse:

**Frecuente:** Inspección visual antes y después de el uso del equipo.

**Periódica:** Examen del equipo con registro y marcaje de control.

### **Elementos a inspeccionar frecuentemente:**

- Nivel de aceite.
- Daños en el cuerpo de cilindro o en la bomba.
- Deformaciones o grietas en la estructura, gancho o cadena.
- Fugas de aceite.
- Enchufes flojos o deteriorados.
- Daños o montaje incorrecto de los accesorios.

### **Inspecciones periódicas:**

Además de los elementos de la inspección frecuente, habrá que desmontar el equipo hidráulico para su limpieza y examen interno.

1- Engrase y limpie semanalmente las partes móviles de la grúa sobre todo en condiciones húmedas o salinas. Si las condiciones son muy severas el engrase deberá ser después de cada uso.

2- La limpieza del reservorio se realizará vaciando completamente el circuito de aceite, se llenará posteriormente de líquido desengrasante homologado haciéndolo circular por todo el circuito y vaciándolo por completo hasta rellenar finalmente con aceite hidráulico limpio.

### **Advertencia**

No desmonte jamás ningún elemento de la instalación estando dicho equipo bajo presión.

## **Recomendaciones**

El presente manual forma parte integrante para la manipulación de la Grúa es necesario leerlo y debe ser conservado.

El caso omiso de estas inspecciones puede ocasionar daños personales y materiales

Compruebe:

- Daños en el cuerpo del cilindro o en la manguera.
- Marcas de corrosión.
- Fugas de aceite.
- Deformaciones o grietas en la estructura o gancho.
- Tuercas flojas o deterioradas.

Si observa alguna anomalía, deterioro, signo de corrosión, o cualquier tipo de defecto, no utilice el equipo hasta que sea sustituido o reparado.

Cualquier uso indebido, abuso del equipo u omisión de estas instrucciones puede ocasionar un fallo o riesgo.

### **Puesta en marcha**

1- Purgue el aire del circuito hidráulico antes de su uso bombeando varias veces el aceite con el mando de accionamiento en posición abierta cerrando el tornillo después de esta acción.

2- Apoyar la Grúa en una superficie estable y segura, de modo que se apoyen todas las ruedas o los apoyos de la grúa, si aún así existen dudas sobre la estabilidad coloque una plancha de acero de apoyo en la base del equipo.

3- La sujeción de la carga en el gancho se debe realizar con eslingas que soporten una carga superior a la nominal de la grúa. Asegúrese de que el gancho de la grúa está correctamente posicionado.

4- Evite afianzar la carga en un sólo punto, sobre todo si ésta tiene una longitud o anchura superior a un metro. Utilice siempre que deba trabajar con cargas largas o deslizantes, traviesas separadoras de cargas de modo que los cables o eslingas de sujeción se mantengan perpendiculares a la carga.

5- Manipule siempre la carga sujeta de varios puntos y fije los puntos de enganche con cáncamos o anillos de cierre de seguridad evitando siempre el balanceo de la carga.

6- Antes de elevar la carga compruebe que está sujeta y no existe la posibilidad de deslizamientos laterales de la carga evitando cargas laterales o descentradas.

7- El accionamiento del cilindro hidráulico se debe hacer a través de una bomba hidráulica.

8- No opere el cilindro sin carga, con ello sometería a presión el interior del cilindro sufriendo el émbolo y la grúa esfuerzos innecesarios y disminuyendo la vida de este.

9- La grúa es un medio de elevación pudiendo utilizarse para trasladar cargas. En caso de que sea imprescindible, baje el brazo de la grúa a la posición más baja antes de iniciar el desplazamiento.

10- Una vez finalizado el trabajo y antes de liberar la presión del equipo asegúrese de que la zona de influencia de la carga está libre de operarios y abra lentamente el mando de accionamiento de la

bomba, controlando la velocidad de descenso de la carga en todo momento, con una mayor o menor apertura del mando.

11- Almacene la grúa en posición vertical y cúbrala con un plástico para protegerla de suciedad y otros elementos que puedan causarle daños o fallos.

Conserve siempre seca y protegida la parte superior del cilindro para evitar la entrada de partículas al cilindro, y si se almacena con el émbolo extendido proteja el émbolo con grasa.



No pasar ni mantenerse ninguna persona debajo de la carga cuando está elevada.

Si debe mantener la carga elevada durante un tiempo, apúntela o deposítela en el suelo, una carga suspendida nunca debe estar desatendida.



Nunca utilice en el circuito hidráulico líquido de frenos u otros fluidos que no sean el aceite hidráulico



No realice nunca la operación de llenado con la bomba en marcha o los cilindros bajo presión o con el émbolo extendido.



El aceite hidráulico es tóxico en la sangre. Nunca exponga un dedo o parte del organismo ante un escape de aceite, ya que debido a la presión de fuga puede inyectarse en el flujo sanguíneo.



No opere cerca del equipo hidráulico con llamas o fuentes intensas de calor.

La Grúa no debe ser sometida a temperaturas altas

Utilice las protecciones adecuadas, tales como:



## Problemas, averías y soluciones

<b>PROBLEMA</b>	<b>AVERÍA</b>	<b>SOLUCION</b>
1- El émbolo no avanza.	- Bomba sin aceite	1- Coloque la cabeza de la bomba hacia abajo quite el tapón de caucho y llene el depósito hasta la señal marcada en la varilla o hasta el orificio de llenado.
	- Acopladores mal ajustados	2- Con el émbolo completamente retraído, cerciórese de que los enchufes entre bomba y manguera, y el cilindro y la manguera están bien conectados.
	- Válvula de descarga abierta	3- Cierre la válvula de descarga.
	- Suciedad en las válvulas	4- Limpie la bomba con queroseno
	-Válvulas o bomba no funcionan	Aconsejable buscar un técnico especializado
	-Aire en el circuito hidráulico	6- Con el mando de accionamiento abierto, coloque la bomba cabeza abajo y bombee varias veces para que salga el aire.
2- El émbolo sube a golpes.	-Émbolo deformado	-Ver solución 5.
	-Aire en el circuito hidráulico	- Ver solución 6.
3- El Émbolo sólo recorre parte de la carrera.	-Bajo nivel de aceite en el depósito de la bomba	- Ver solución 1.
	-Émbolo deformado	- Ver solución 5.
4- El Émbolo se desplaza muy lentamente.	-Aire en el circuito hidráulico	- Ver solución 6.
	-Suciedad en las	- Ver solución 4.

	válvulas	
	- Asiento de válvula dañado	- Ver solución 5.
	-Conexiones mal ajustadas	- Ver solución 2.
5- Pérdida de recorrido bajo carga.	-Aire en el circuito hidráulico	- Ver solución 6.
	- Suciedad en las válvulas	- Ver solución 4.
	- Asiento de válvula dañado	- Ver solución 5.
	- Juntas dañadas (se observa pérdida de aceite por el émbolo)	- Ver solución 5.
6- Pérdida de aceite.	-Conexiones mal ajustadas	- Ver solución 2.
	- Juntas dañadas (se observa pérdida de aceite por el émbolo)	- Ver solución 5.
7- El Émbolo no retrocede o lo hace muy lento.	- Válvula de descarga dañada	7- Abra la Válvula de descarga.
	- Suciedad en las válvulas	- Ver solución 4.
	- Exceso de aceite en el depósito de la bomba	8- Retirar el tapón, sacar el aceite sobrante.
	- Asiento de válvula dañado	- Ver solución 5.

## **CAPITULO III**

# **OLEOHIDRÁULICA**

# OLEOHIDRÁULICA

## Concepto:

La palabra "Hidráulica" proviene del griego "hydor" que significa "agua". Hoy el término hidráulica se emplea para referirse a la transmisión y control de fuerzas y movimientos por medio de líquidos, es decir, se utilizan los líquidos para la transmisión de energía, en la mayoría de los casos se trata de aceites minerales pero también pueden emplearse otros fluidos, como líquidos sintéticos, agua o una emulsión agua-aceite.

La técnica hidráulica tiene por objeto el estudio de las leyes de equilibrio y movimiento del aceite hidráulico con mira a su aplicación práctica.

## Ventajas e inconvenientes

Ventajas	Inconvenientes
Consiguen fuerzas estáticas elevadas con relativamente poco espacio	Son accionamientos caros
La conversión de energía es mediante mecanismos mecánicos, por tanto, no existen problemas eléctricos	Son pesados porque tienen sistemas mecánicos rígidos para poder aportar fuerzas elevadas
Existe un amplio rango de potencias	Son sensibles a la suciedad. Pueden dar problemas de mantenimiento, por gripaje de los vástagos
La incompresibilidad del aceite lo hace ideal para mantener posiciones de presión durante tiempos elevados	Necesitan muchas medidas de seguridad por las fuerzas elevadas con las que trabajan

## Principios y leyes fundamentales de la hidráulica

- Los aceites no son comprensibles (pero si elásticos).
- Los aceites transmiten en todas las direcciones la presión que se le aplica (principio de pascal).

- Los aceites permiten multiplicar la fuerza aplicada. Las fuerzas aplicadas y transmitidas son directamente proporcionales a sus superficies.

## **Fuerza Hidráulica**

La fuerza hidráulica es el producto de la presión por la superficie sobre la que actúa.

$$F = P * S$$

Siendo:

F = Fuerza

P = Presión

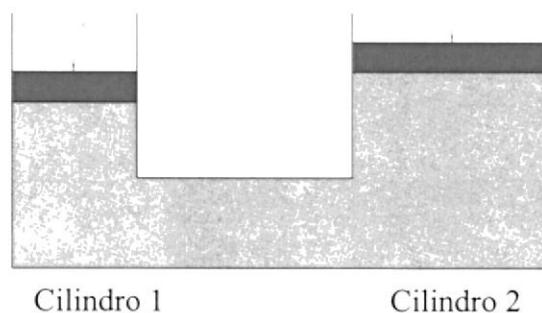
S = Superficie (Área)

## **Principios físicos**

### **Principio de Pascal**

La ley más elemental de la física referida a la hidráulica y neumática fue descubierta y formulada por Blas Pascal en 1653 y denominada Ley de Pascal, que dice:

La presión aplicada a un fluido confinado se transmite íntegramente en todas las direcciones y ejerce fuerzas iguales sobre áreas iguales, actuando estas fuerzas normalmente a las paredes del recipiente.



$$\begin{array}{l}
 P_1 = \frac{F_1}{A_1} \\
 P_2 = \frac{F_2}{A_2} \\
 P_1 = P_2
 \end{array}
 \left|
 \begin{array}{l}
 \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}
 \end{array}
 \right.$$

En cuanto al desplazamiento de los émbolos, como el volumen del líquido que sale del cilindro 1 es igual al que entra al cilindro 2

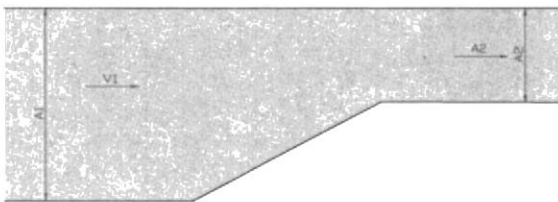
$$\begin{array}{l}
 V_1 = A_1 * L_1 \\
 V_2 = A_2 * L_2 \quad A_1 * L_1 = A_2 * L_2 \\
 V_1 = V_2
 \end{array}$$

$L_1$  = desplazamiento del embolo 1

$L_2$  = desplazamiento del embolo 2

### Ley de la continuidad

Consideramos a los líquidos como incomprensibles y con densidades constantes por cada sección de un tubo, pasara el mismo caudal por unidad de tiempo



$$Q_1 = \frac{V_1}{t} = \frac{A_1 * L_1}{t} = A_1 * V_1$$

$$Q_2 = \frac{V_2}{t} = \frac{A_2 * L_2}{t} = A_2 * V_2$$

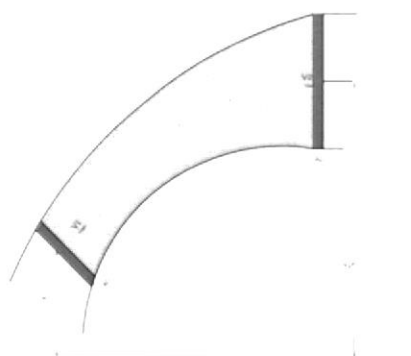
$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 * V_1 = A_2 * V_2$$

**Ley de la continuidad**

## Teorema de Bernoulli

Si consideramos dos secciones de un mismo conducto, podemos establecer el siguiente balance energético:



**Energía estática potencial:** depende de la masa y la posición relativa de esa masa.

$$m * g * h_1 \rightarrow m * g * h_2$$

**Energía hidrostática debido a la presión:** determina el trabajo desarrollado en cada momento.

$$p_1 * A_1 * L_1 = F_1 * L_1 = W_1 \quad p_2 * A_2 * L_2 = F_2 * L_2 = W_2$$

**Energía hidrodinámica:** es debido a la energía cinética del fluido, por lo tanto depende de la velocidad.

$$\frac{1}{2} * m * V^2_1 \rightarrow \frac{1}{2} * m * V^2_2$$

Si consideramos dos secciones diferentes, tal como se indica en la figura anterior, y sumamos todas las energías que entran en juego:

$$m * g * h_1 + p_1 * A_1 * L_1 + \frac{1}{2} * m * V^2_1 = m * g * h_2 + p_2 * A_2 * L_2 + \frac{1}{2} * m * V^2_2$$

Como  $A * L$  es el volumen desplazado de fluido, y como  $V_1 = V_2 = V$  y

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho * V$$

$$\text{Quedaría: } \rho * g * h_1 + p_1 + \frac{1}{2} * \rho * V^2_1 = \rho * g * h_2 + p_2 + \frac{1}{2} * \rho * V^2_2$$

### **Denominada ecuación de bernouilli**

En instalaciones horizontales, la variación de la energía potencial es cero, por lo que:

$$p_1 + \frac{1}{2} * \rho * V^2_1 = p_2 + \frac{1}{2} * \rho * V^2_2$$

Por lo tanto, si disminuye la velocidad, debe aumentar la presión para que la igualdad se mantenga.

Por otra parte como la masa de fluido en una determinada sección es pequeña, la energía cinética, aunque tengamos velocidades considerables, es despreciable en estas instalaciones. El transporte de energía es fusión de la presión a la que sometemos al fluido.

### **Potencia (p)**

La potencia necesaria de la bomba es función de:

$$P = \frac{p * Q}{n}$$

P= potencia en w

p= presión en pascal **Pa**

Q= caudal en  $m^3 / s$

n= rendimiento de la bomba en tanto por ciento

### **Pérdidas de carga (hf)**

Tanto en régimen laminar como en turbulento, representa la disminución de presión que experimenta un liquido al circular por un conducto.

$$hf = \gamma * \frac{L * V^2}{2 * g * D}$$

$h_f$  = pérdida de carga expresada en altura de columna de líquido

$L$  = longitud del conducto

$D$  = diámetro del conducto

$V$  = velocidad del conducto

$g$  = constante de la gravedad

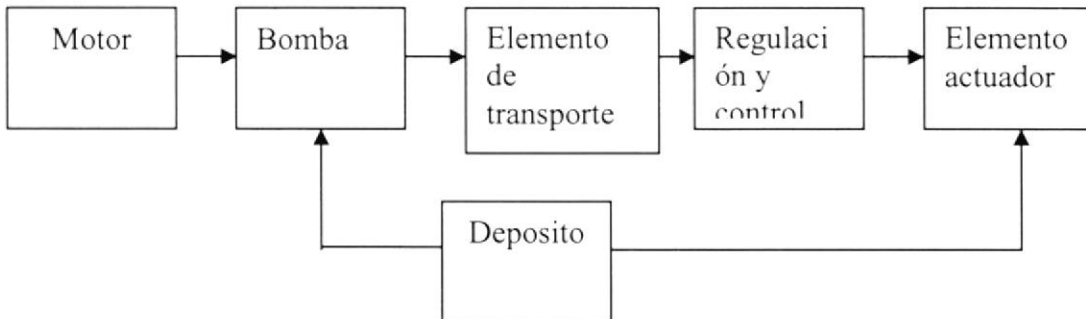
$\gamma$  = coeficiente de fricción

## Resistencia hidráulica (R)

Es la resistencia que opone los elementos del circuito hidráulico al paso del líquido.

$$R = \frac{\Delta p}{Q}$$

## Estructura de bloques de una instalación Oleohidráulica



## Elemento en las instalaciones hidráulicas

### Bombas

Nos proporcionan una presión y caudal adecuado de líquido a la instalación.

### Datos necesarios de las bombas

- Caudal que proporciona.
- Presión de trabajo.

## **Tipos de bomba**

- De émbolo
- Rotativas

## **Deposito**

Su misión es recuperar el fluido después de usarlo y mantener un nivel adecuado al uso de la instalación

## **Acondicionadores del aceite**

Son dispositivos que nos permiten mantener en unas condiciones de limpieza adecuadas al uso de los elementos de la instalación, de tal manera que alarga la vida de esta. Estos elementos son:

### **Filtro**

Es el encargado de retirar del aceite las partículas sólidas en suspensión (trozos de metal, plásticos, etc.).

### **Manómetro**

Se pone después de la bomba e indica la presión de trabajo.

### **Red de distribución**

Debe garantizar la presión y la velocidad del aceite en todos los puntos de uso. En las instalaciones oleohidráulicas, al contrario de las instalaciones neumáticas, es necesario un circuito de retorno del fluido, ya que este se vuelve a utilizar una y otra vez.

El material usado suele ser acero o plástico reforzado depende de su uso.

### **Elementos de regulación y control**

Son los encargados de permitir el paso del aceite desde la bomba a los elementos actuadores, que se denominan válvulas, pueden ser

activadas de diversas formas: por circuitos eléctricos, mandos neumáticos, hidráulicos o mecánicos. La clasificación de estas válvulas se puede hacer en tres grandes grupos.

### **Válvulas de dirección o distribuidores**

Estos elementos se definen por el número de orificios (vías) y las posiciones posibles, así como por su forma de activación y desactivación.

### **Válvulas anti retorno**

Permiten el paso del aceite en un solo sentido, quedando bloqueado en el sentido contrario.

### **Válvula de regulación de presión y caudal**

Son elementos, que en la misma instalación hidráulica, nos permite disponer de diferentes presiones y caudales. Pueden ser estranguladoras, temporizadoras, etc. Y se utiliza para modificar la velocidad de los elementos actuadores, también llamado de trabajo.

### **Elemento actuadores o de trabajo**

Son los encargados de transformar la energía Oleohidráulica en otro tipo de energía normalmente mecánica. Lo podemos clasificar en dos grupos cilindros y motores.

### **Cilindro**

Transforman la energía Oleohidráulica en energía mecánica con movimiento rectilíneo. Hay de dos tipos.

## **Cilindro de simple efecto**

Solo realiza trabajo útil en un sentido de desplazamiento del vástago. Para que el embolo recupere la posición de reposo se dota al cilindro de un muelle, normalmente este muelle esta diseñado para almacenar el 6% de la fuerza de empuje, o bien, como es el caso de elevadores hidráulicos, aprovechan la acción de gravedad.

## **Cilindro de doble efecto**

Estos elementos pueden realizar el trabajo en ambos sentidos de desplazamientos. Sin embargo hay que tener en cuenta que la fuerza de avance y retroceso es diferente, ya que en un sentido hay que tener en cuenta el diámetro del vástago.

## **Motores**

Son elementos que transforman la energía Oleohidráulica en energía mecánica de rotación. Los hay de diferentes tipos, entre los que caben rescatar: de engranaje, pistones, paletas, tornillos, etc.

## **Aceite Hidráulico**

El más clásico y el más usado de todos los líquidos hidráulicos. Pero ante todo cabe preguntarse espontáneamente: ¿Por qué justamente el aceite y no otro medio mas económico y de mas fácil obtención?

Esta interrogante ya se planteo hace muchos años, cuando las instalaciones hidráulicas hicieron su aparición a lado de los viejos sistemas mecánicos. El agua no cuesta dinero: por este motivo la repuesta fue, durante los primeros tiempos como favorables el agua o emulsiones a base de agua. Pero con el transcurso del tiempo las maquinas se perfeccionaron y aumento la potencia por lo cual se evidencio la necesidad de recurrir al liquido que poseyeran propiedades de las que el agua carecían, particular, elevado poder

lubricante, ausencia de acciones corrosivas y de depósitos ausencia de evaporación y de ebullición e incluso a elevadas temperaturas.

El poder lubricante es un factor esencial para la buena conservación de los órganos mecánicos especialmente cuando trabajan a fricción. Una segunda ventaja es que el aceite no produce acciones corrosivas ni depósitos, si no por el contrario proporciona una utilísima acción protectora contra la oxidación de los órganos de la instalación.

La tercera ventaja es la elevada temperatura de ebullición aunque el aceite presente en el mecanismo se calienta más o menos por efecto de las resistencias hidráulicas, no existe nunca el peligro que se evapore o entre en ebullición. Esto significa, en términos económicos que los gastos de adquisición del aceite quedan ampliamente compensados por un ahorro sustancial sobre el costo de adquisición.

**Peso Específico.-** para los tipos normales de aceite, el peso específico a 20 ° C se haya comprendido entre 0.87 y 0.090 kp/dm<sup>3</sup>. El peso específico del aceite es por lo tanto menor que el del agua. Este se indica con la letra griega  $\gamma$  y se mide en kp/dm<sup>3</sup>.

**Viscosidad.-** es una característica fundamental para reconocer si un aceite es adecuado para uso oleodinámicos. Si la viscosidad no se elige acertadamente, el funcionamiento de la instalación puede quedar afectado.

La viscosidad se mide con aparatos especiales llamados viscosímetros.

La medida de la viscosidad se mide tiempo (segundos) que en una determinada cantidad de aceite a temperatura prefijada tarda en salir a través de un orificio calibrado; dividiendo este tiempo por el número de segundos en un volumen igual al del agua destilada a 20°C, emplea en hacerlo, obteniéndose la viscosidad del aceite en grados

ENGLER (<sup>0</sup>E). El grado ENGLER no es la única medida de la viscosidad, otras unidades comúnmente usadas son el CENTISTOKES (cst), el segundo SAYBOLT universal (S.U), el segundo REDWOOD (R.S).

**Compresibilidad.-** este fenómeno puede ignorarse en instalaciones de poco volumen y que funcionan a baja presión, pero no cuando existen cilindros de gran capacidad, tuberías de gran capacidad y de gran diámetro.

**Poder antiespumante.-** cuando por cualquier razón el aire o cualquier otro gas se mezcle con el aceite y se produce espuma, el funcionamiento de la instalación se vuelve muy regular y ruidosa. Un buen aceite contiene siempre aditivos que dificultan la absorción de gases y facilitan la separación del aire que haya penetrado eventualmente en el aceite.

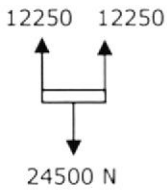
**Poder antiemulsivo.-** es la propiedad que posee el aceite de separarse del agua que eventualmente puede haber entrado en el sistema.

**Resistencia al envejecimiento.-** la acción del oxígeno del aire y las altas temperaturas tienden, con el transcurso del tiempo a transformar químicamente el aceite, lo cual ocasiona pérdida de sus propiedades esenciales y la formación de lacas, lodo, barnices que corroen el material, aumentan la viscosidad, etc. Al proyectar un sistema es necesario tener bien presente esta tendencia al envejecimiento, eligiendo adecuadamente el volumen del aceite a emplear y las dimensiones del depósito. El envejecimiento puede combatirse mediante el uso de aditivos. En todo caso, después de cierto número de horas de funcionamiento debe cambiarse el aceite por completo, siguiendo para ello las instrucciones del constructor y de acuerdo con las condiciones reales de operación y ambientales.

## **CAPITULO IV**

### **CALCULOS DEL DISEÑO**

### Cálculo del perno para el gancho en la capacidad máxima



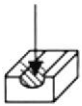
$$\sigma_p = \frac{F}{2A} = \frac{24500}{2 \left( \frac{\pi(0.02)^2}{4} \right)} = 38.99 \text{ Mpa} \rightarrow \text{Esfuerzo admisible del perno}$$

$\sigma_r$  = Esfuerzo a la rotura del perno = 830 Mpa (catalogo)

Calculo del factor de seguridad

$$F_s = \frac{\sigma_r}{\sigma_p} = \frac{830 \text{ Mpa}}{38.99 \text{ Mpa}} = 21.29$$

### Cálculo de la orquilla



Acero estructural ASTM A-500

$$\sigma_r = 269 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_M = \frac{F}{2A} = \frac{12250 \text{ N}}{2d(e)} = \frac{24500 \text{ N}}{2(0.02)(0.016)}$$

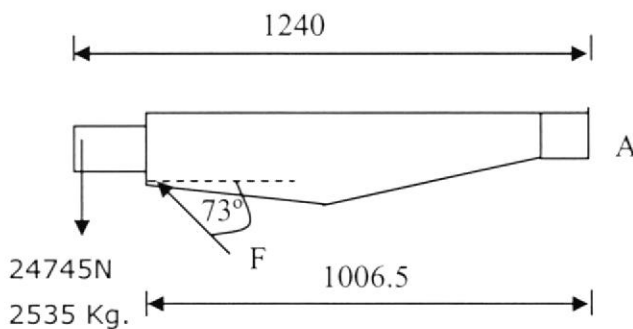
$$\sigma_M = 38.28 \text{ Mpa}$$

$\sigma_r$  = Esfuerzo a la rotura de la orquilla = 269 Mpa (catalogo)

Calculo del factor de seguridad

$$F_s = \frac{\sigma_r}{\sigma_M} = \frac{269 \text{ Mpa}}{38.28} = 7$$

### Cálculo del brazo extensible



$$\text{sen}73^\circ = \frac{F_y}{F}$$

$$\sum MA = 0$$

$$F_y = F \text{sen}73^\circ$$

$$F \text{sen}73^\circ (1.0065\text{m}) - 24745(1.24) = 0$$

$$F = 31.88\text{KN}$$

$$F = 31878.58\text{N}$$

$$\sigma_M = \frac{F}{2A} = \frac{31.88\text{KN}}{2(\pi \frac{0.03^2}{4})}$$

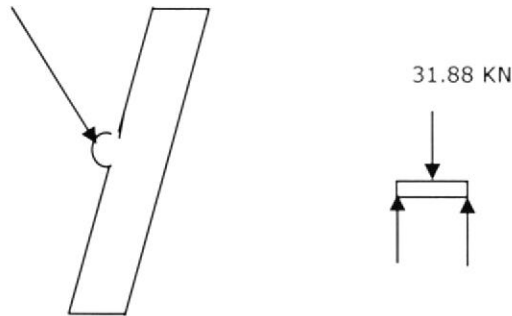
$$\sigma_M = 22.55\text{Mpa}$$

$\sigma_r$  = Esfuerzo a la rotura = 401.8 Mpa

Calculo del factor de seguridad

$$F_s = \frac{\sigma_r}{\sigma_M} = \frac{401.8\text{Mpa}}{22.55\text{Mpa}} = 17.8$$

### Cálculo del mástil



$$\sigma_M = 830\text{Mpa} \text{ (Catalogo)}$$

$$\sigma_M = \frac{F}{2A} = \frac{31880\text{N}}{2(\pi \frac{0.018^2}{4})}$$

$$\sigma_M = 62.64\text{Mpa}$$

### Cálculo del factor de seguridad

$$F_s = \frac{\sigma_r}{\sigma_M} = \frac{830\text{Mpa}}{62.64\text{Mpa}} = 13.25$$

## Diseño del Gancho

### Nomenclatura

$r_0$	= radio de la fibra superior de la sección.
$r_i$	= radio de la fibra interior de la sección.
$h$	= altura de la sección transversal.
$r_n$	= radio del eje neutro de la viga.
$R$	= radio del eje centroidal longitudinal.
$e$	= distancia entre el eje centroidal y el eje neutro.
$\sigma$	= Tensión.
$A$	= Área.
$r$	= Radio.
$b$	= Base.
$h$	= Altura.
$W$	= Peso.
$m$	= masa.
$M$	= Momento flector, momento de un fuerza.
$y$	= Ordenada de la elástica de una viga.
$S_y : S_x$	= Componente de la tensión.
$\tau_{\max}$	= Tensión cortante máxima.
$\eta$	= Factor de seguridad

### Cálculos:

$$\text{Capacidad a soportar (masa=m): } 3\text{ton} * \frac{1000\text{kg}}{1\text{ton}} = 3000\text{kg}$$

$$\text{Capacidad a soportar (peso=W): } 3000\text{kg} * \frac{9.8\text{N}}{1\text{kg}} = 29400\text{N}$$

Sección del gancho: Rectangular, donde  $b = 0.045 \text{ mt}$  y  $h = 0.01 \text{ mt}$

Valores asumidos de acuerdo a un gancho comercial:

$$r_0 = 0.02 \text{ mt}$$

$$r_i = 0.065 \text{ mt}$$

### Cálculo del radio del eje centroidal longitudinal

$$R = r_i + \frac{h}{2}$$
$$R = 0.02\text{mt} + \frac{0.045\text{mt}}{2}$$
$$\underline{R = 0.0425\text{mt}}$$

## Cálculo del radio del eje neutro de la viga

$$A = 0.01mt * 0.045mt = 0.00045mt^2$$

$$A = b * h \Rightarrow dA = bdr$$

$$r_n = \frac{A}{\int \frac{dA}{r}} = \frac{bh}{\int_{r_i}^{r_o} \frac{bdr}{r}} = \frac{bh}{b \ln\left(\frac{r_o}{r_i}\right)}$$

$$r_n = \frac{h}{\ln\left(\frac{r_o}{r_i}\right)} = \frac{0.045mt}{\ln\left(\frac{0.065mt}{0.02mt}\right)}$$

$$\underline{r_n = 3.81 * 10^{-2} mt}$$

## Cálculo de la distancia entre el eje centroidal y el eje neutro

$$e = R - r_n$$

$$e = 0.0425mt - 0.0381mt$$

$$\underline{e = 0.0043mt}$$

## Calculo de la Tensión

$$\sigma = \frac{W}{A} + \frac{My}{Ae * (r_n - y)}$$

Pero:

$$r = r_n - y$$

$$y = r_n - r$$

Y el momento es:

$$M = W * R$$

$$M = 29400N * 0.045mt$$

$$M = 1323N * mt$$

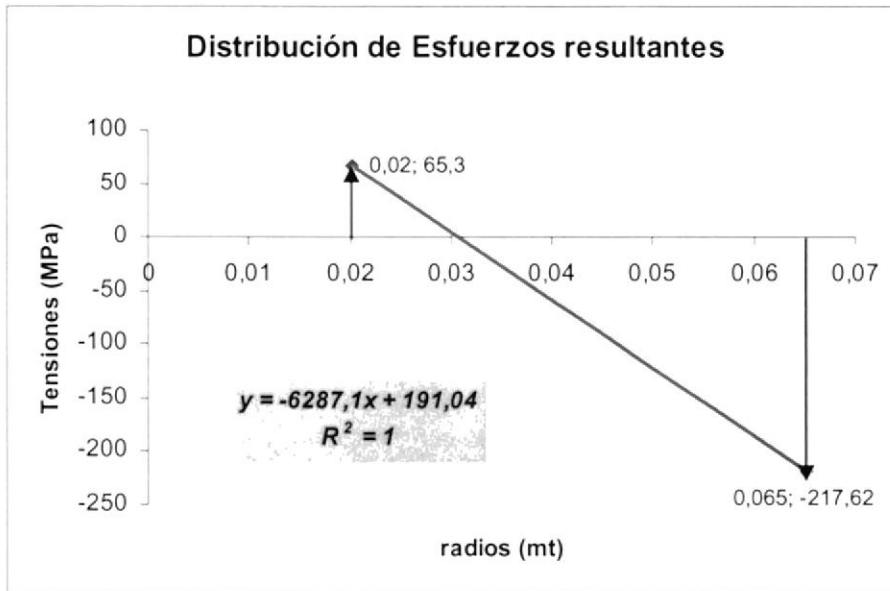
Donde la tensión es:

$$\sigma = \frac{29400N}{4.5 * 10^{-4} mt^2} + \frac{1323N * mt * (0.0381mt - r)}{4.5 * 10^{-4} mt^2 * 0.0043mt * r} \quad 0.02mt \leq r \leq 0.065mt$$

Donde

$$\underline{r = 0.02mt} \Rightarrow \underline{\sigma = 65.3MPa}$$

$$\underline{r = 0.065mt} \Rightarrow \underline{\sigma = -217.62MPa}$$



Material : Acero Aleación forjada Templada y Revenido

Tipo : Diseño

Teoría : Esfuerzo Cortante Máximo (Carga tipo (i)  $\Rightarrow$  Constante y coplanares)

Asumo Acero AISI 1030 (templado y revenido) su  $S_y = 648MPa$  y  $S_x = 217.62MPa$

### Cálculo de la tensión máxima

$$\tau_{\max} \leq S_{sy}$$

$$S_{sy} = 0.5S_y$$

$$\tau_{\max} = \sqrt{\left(\frac{S_x}{2}\right)^2 + (\tau_{xz})^2}$$

Donde

$$\tau_{xz} = 0 \text{ (porque no hay torsión)}$$

$$\tau_{\max} = 108.81MPa$$

### Cálculo del factor de seguridad

$$\eta = \frac{S_{sy}}{\tau_{\max}}$$

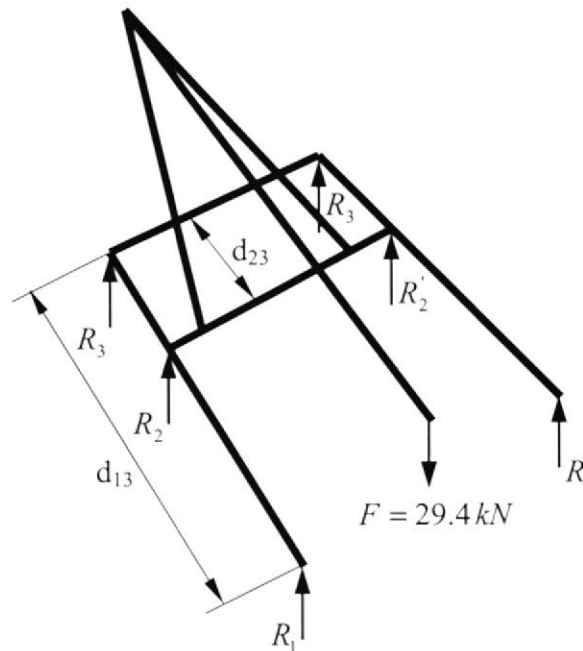
$$\eta = \frac{324MPa}{108.81MPa}$$

$$\eta = 2.9$$

El factor de seguridad esta basado en la Resistencia máxima a la fluencia del material (Fundición de Acero)

### Análisis de Fuerzas en el Sistema

#### Diagrama de cuerpo libre del conjunto



Por simetría

$$R_1 = R_1'$$

$$R_2 = R_2'$$

$$R_3 = R_3'$$

$$\sum F_y = 0 \quad \uparrow +$$

$$2R_1 + 2R_2 + 2R_3 = 29.4 \text{ kN}$$

$$R_1 + R_2 + R_3 = 14.7 \text{ kN}$$

$$d_{12} = d_{21}$$

$$d_{13} = d_{31}$$

$$d_{23} = d_{32}$$

$$\sum M_{3-3'} = 0 \quad \curvearrowright +$$

$$2R_2 + d_{23} + 2R_1 d_{13} - 29.4 d_3 = 0$$

$$\sum M_{2-2'} = 0$$

$$2R_1 + d_{12} - 2R_3 d_{32} - 29.4 d_2 = 0$$

$$\sum M_{1-1'} = 0$$

$$2R_3 d_{31} + 2R_2 d_{21} - 29.4 d_1 = 0$$

$d_1$  = Distancia perpendicular entre el punto de aplicación de la fuerza de 29.4kN hasta el eje de 1-1'

$d_2$  = Distancia perpendicular entre el punto de aplicación de la fuerza de 29.4kN hasta el eje de 2-2'

$d_3$  = Distancia perpendicular entre el punto de aplicación de la fuerza de 29.4kN hasta el eje de 3-3'

Valores obtenidos del diseño de forma

$$d_{12} = 1406.28$$

$$d_{13} = 1741.19$$

$$d_{21} = 346.4$$

$$d_3 = 884.3$$

$$d_4 = 467.9$$

$$R_2 = \frac{29.4d_3 - 2R_1d_{13}}{2d_{23}}$$

$$R_2 = \frac{25998.42 - 3482.38R_1}{692.8}$$

$$R_3 = \frac{29.4d_2 - 2R_1d_{12}}{2d_{32}}$$

$$R_3 = \frac{13756.26 - 2812.56R_1}{692.8}$$

$$R_1 + R_2 + R_3 = 14.7kN$$

$$\Rightarrow -8.06R_1 + 57.36 = 14.7$$

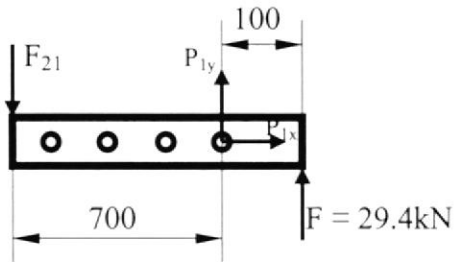
$$R_1 = 8.06kN$$

$$R_2 = -2.99kN$$

$$R_3 = 12.87kN$$

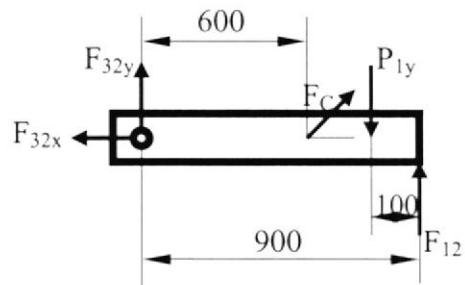
## Reacciones para cada elemento

Diagrama de cuerpo libre de cada elemento

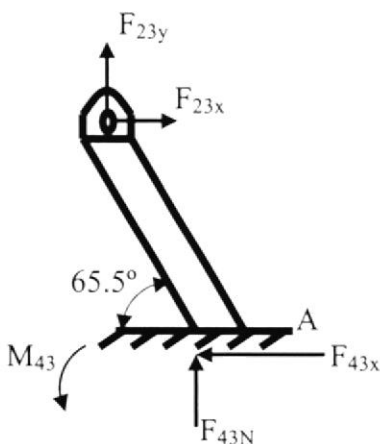


$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 & \sum F_y &= 0 \\ P_{2x} &= 0 & P_{1y} &= 29.4 + F_{21} \\ & & P_{1y} &= 31.6 \text{ kN} \\ \sum M_p &= 0 \\ 700F_{21} &= 29.4(100) \\ F_{21} &= 4.2 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 \\ F_{32x} &= F_C \cos 60^\circ \\ \sum F_y &= 0 \\ F_{12} + F_C \sin 60^\circ + F_{32y} - P_{1y} &= 0 \\ F_C \sin 60^\circ + F_{32y} &= P_{1y} - F_{12} \\ \sum M_o &= 0 \\ F_C \sin 60^\circ (600) + F_{12} (900) - P_{1y} (800) &= 0 \\ F_C &= 41.37 \text{ kN} \quad \nearrow 60 \\ F_{32x} &= 20.64 \text{ kN} \quad \leftarrow \\ F_{32y} &= 8.43 \text{ kN} \quad \downarrow \end{aligned}$$



$F_C$  = Fuerza ejercida por el cilindro hidráulico



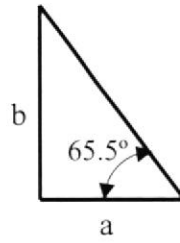
$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 & \sum F_y &= 0 \\ F_{43x} &= F_{23x} & F_{23y} &= 29.4 + F_{43} \sin 65.5^\circ = 0 \\ F_{43x} &= 20.69 \text{ kN} & F_{43y} &= 9.26 \text{ kN} \quad \downarrow \\ \sum M_A &= 0 \\ M_{43} - F_{23} (1637.9) - F_{23y} (746.45) &= 0 \\ M_{43} &= 40184 \text{ kN} \cdot \text{mm} \end{aligned}$$

$$\cos 65.5^\circ = \frac{a}{1800}$$

$$a = 76.45$$

$$\sin 65.5^\circ = \frac{b}{1800}$$

$$b = 1637.9$$



$$\sum F_x = 0$$

$$2F_{54x} = F_{34x}$$

$$F_{54x} = 10.35 \text{ kN}$$

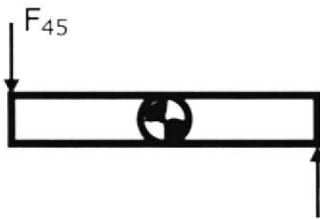
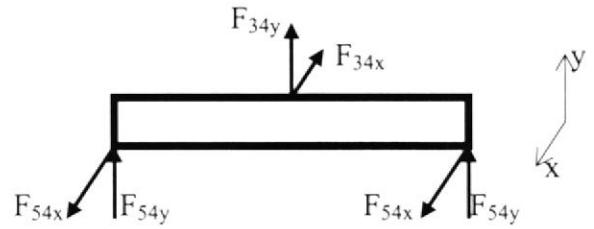
$$F_{34x} = F_{43x}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$2F_{54y} = F_{34y}$$

$$F_{54y} = 4.63 \text{ kN} \quad \downarrow$$

$$F_{34y} = F_{43y}$$

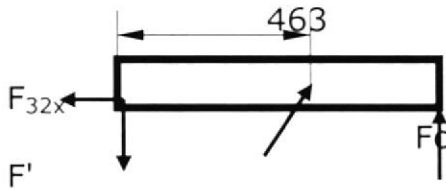
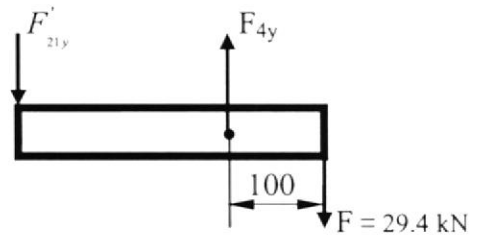


$$\sum F_y = 0$$

$$F_{45} = D$$

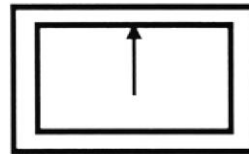
$$F'_{21y} = 29.4 \text{ kN}$$

D



70 x 70 x 4

F<sub>12</sub>



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

$$\sigma = \frac{29400}{0.06 \times 0.01}$$

$$\sigma = 49 \text{ MPa}$$

$$S_y = 248 \text{ MPa}$$

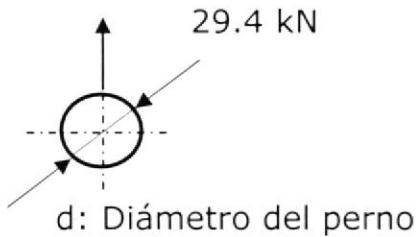
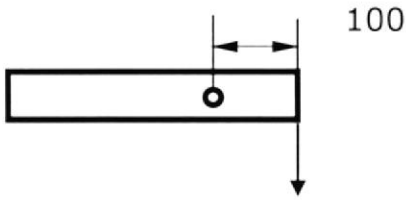
$$S_{sy} = 124 \text{ MPa}$$

$$\eta = \frac{124}{49} \Rightarrow \eta = 2.5$$

sobre el perfil

F' = Fuerza aplicada

## Diseño de pernos para brazo regulable



29.4 kN : Carga primaria

P : Carga aplicada

N : Número de pernos

F'' : Carga secundaria

M : Momento aplicado

r : Distancia al centroide

$\tau$  : Esfuerzo cortante

As : Area de esfuerzo cortante

kb : Módulo de rigidez del material base

km : Módulo de rigidez del perno

At : Area del perno sometida a cortante

Fp : Carga límite

$$F' = \frac{P}{N}$$

$$F' = 29.4 \text{ kN}$$

$$F'' = 0$$

Asumo: M20 x 2.5      Grado 8.8

$$At = 245 \text{ mm}^2$$

$$kb = \frac{AE}{l}$$

$$kb = \frac{\pi(0.02)^2(206.8 \times 10^9)}{4(10.016)}$$

$$kb = 1.08 \times 10^{10}$$

$$km = \frac{0.577\pi Ed}{2 \ln \left( 5 \frac{0.577l + 0.5d}{0.577l + 2.5d} \right)}$$

$$km = \frac{0.577\pi(206.8 \times 10^9)(0.02)}{2 \ln \left( 5 \frac{0.577(0.016) + 0.5(0.02)}{0.577(0.016) + 2.5(0.02)} \right)}$$

$$km = 1.62 \times 10^{10}$$

$$C = \frac{kb}{kb + km}$$

$$C = 0.4$$

$$Fi = 0.75 Fp$$

$$Fi = 110.3 \text{ kN}$$

$$Fp = At(Sp)$$

$$Fp = 245(600)$$

$$Fp = 1.47 \text{ kN}$$

$$\eta = \frac{Sp(At) - Fi}{C(F')}$$

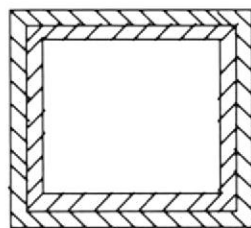
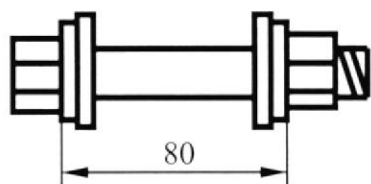
$$\eta = \frac{600(245) - 110.3 \times 10^3}{0.4(29.4 \times 10^3)}$$

$$\eta = 3.1$$

## Longitud del perno

Arandela 2mm

Dos arandelas Que pasen 2 hilos  
 $80 + 18 + 4 + 4 = 106\text{mm}$



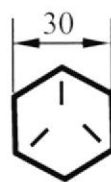
$H_T = 18\text{mm}$       Altura de la tuerca  
 $H_C = 12.88\text{mm}$       Altura de la cabeza

Longitud de la rosca

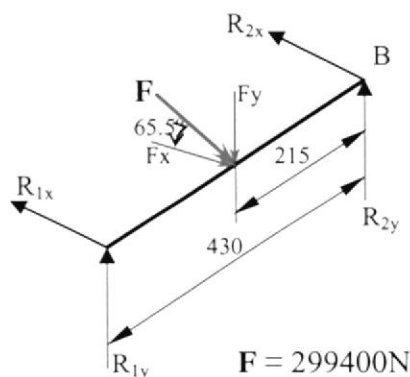
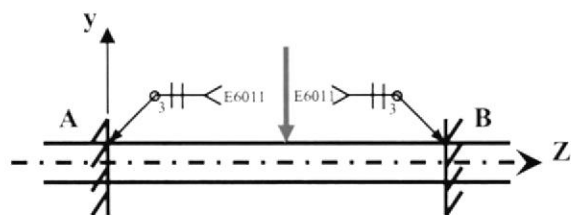
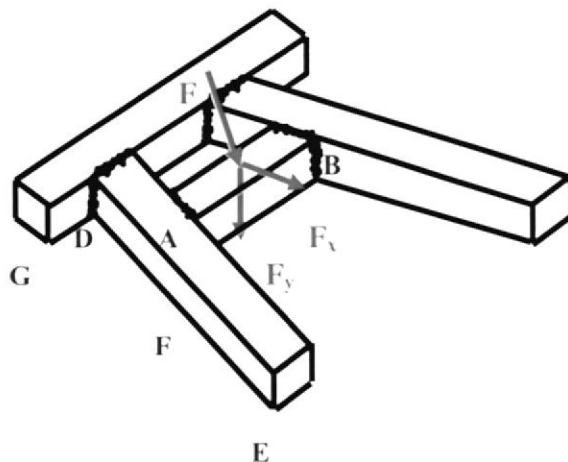
$L_T = 2D + 6$       L 125 ; D 48

$L_T = 2(30) + 6$

$L_T = 66\text{ mm}$



## Diseño de soldadura base



$$\text{Sen } 65.5^\circ = \frac{F_y}{29400}$$

$$F_y = 26752.86\text{ N}$$

$$\text{Cos } 65.5^\circ = \frac{F_x}{29400}$$

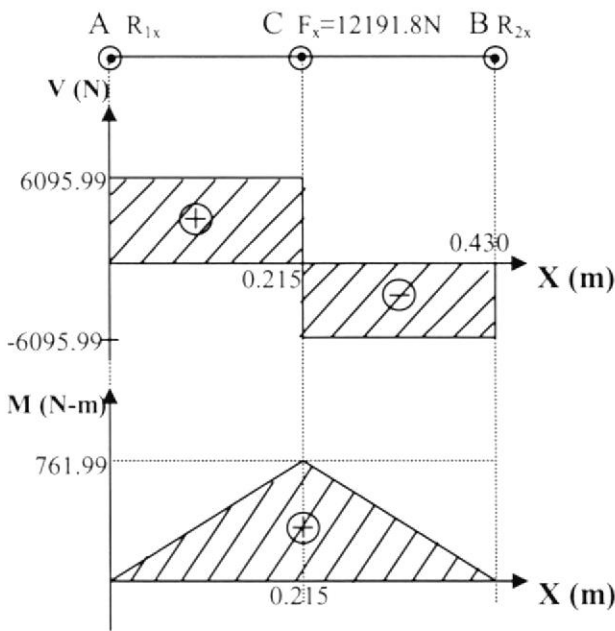
$$F_x = 12191.98\text{ N}$$

Con  $F_x = 12191.98\text{ N}$

$$R_{1x} = R_{2x} = F_x/2$$

$$R_{1x} = R_{2x} = 6095.99\text{ N}$$

## Diagramas de fuerza cortante y de momento flector



$$V_{AB} = R_{1x}$$

$$V_{AB_x} = 6095.99 \text{ N}$$

$$V_{BC_x} = -R_{2x}$$

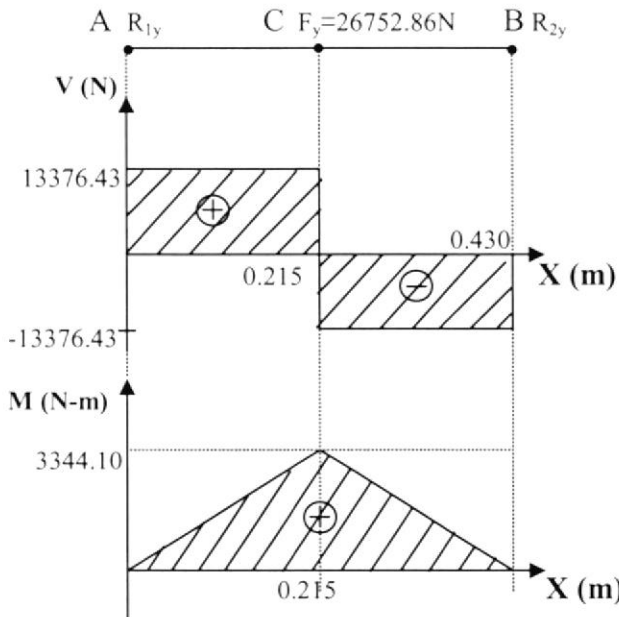
$$V_{BC_y} = -6095.99 \text{ N}$$

$$M_{AB_x} = \frac{F_x x}{2} \quad x = 215 = 0.215 \text{ m}$$

$$M_{AB_x} = 761.99 \text{ N.m}$$

$$M_{BC_x} = \frac{F_x (l - x)}{2}$$

$$M_{BC_x} = 761.993 \text{ N.m}$$



Con  $F_y = 26752.86 \text{ N}$

$$R_{1y} = R_{2y} = \frac{F_y}{2}$$

$$R_{1y} = R_{2y} = 13376.43 \text{ N}$$

$$V_{AB} = R_{1y}$$

$$V_{AB_y} = 13376.43 \text{ N}$$

$$V_{BC_y} = -13376.43 \text{ N}$$

$$M_{AB_y} = \frac{F_y x}{2} = 3344.10 \text{ N.m}$$

$$M_{BC_y} = \frac{F_y (l - x)}{2}$$

$$M_{AB_y} = 3344.10 \text{ N.m}$$

① Factor de seguridad → fluencia estática

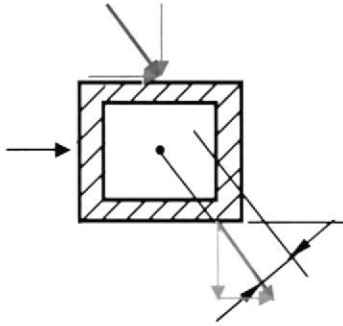
F  $F_y$

$F_x$

ELEMENTO

G

Material Base: Acero ASTM A-36  
 $S_y = 248,20 \text{ MPa}$



$$\eta = \frac{S_{Sy}}{\tau}$$

$$S_{Sy} = 0.577 S_y$$

$$S_{Sy} = 0.577(248.20)$$

$$S_{Sy} = 143.21 \text{ MPa}$$

Asumo garganta  $h =$

$$3\text{mm} = 0.003\text{m}$$

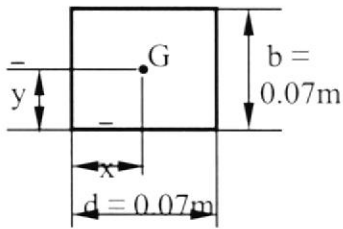
①

$$\tau = (\tau_1^2 + \tau_2^2)^{1/2}$$

$\tau_1$  : Cor tante perpendicular al eje X

$$\tau = \frac{F_y}{A} + \frac{M_C}{I}$$

$\tau_2$  : Cor tante perpendicular al eje Y



x , y : coordenadas del centroide

$$A = 1.414 h (b + d)$$

$$A = 1.414 (0.003)(0.07 + 0.07)$$

$$A = 5.93 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$I = 0.707 h I_u$$

$$I_u = (d^2/6)(3b + d)$$

$$I_u = (0.07^2/6)(3(0.07) + 0.07)$$

$$I_u = 2.28 \times 10^{-4} \text{ m}^4$$

I : Momento de inercia de la soldadura

$I_u$  = Momento de inercia del perfil

$$I = 4.85 \times 10^{-7} \text{ m}^4$$

$$F_y = 26752.86 \text{ N}$$

Esta fuerza se divide en  $R_{1y} = R_{2y} = 13376.43 \text{ N}$

$$\tau_1 = \frac{F_y}{A} + \frac{M_C}{I}$$

$$\tau_1 = \frac{13376.43}{5.93 \times 10^{-4}} + \frac{3344.10(3 \times 10^{-3})}{4.85 \times 10^{-7}}$$

$$\tau_1 = 43.24 \text{ MPa}$$

$$\tau_2 = \frac{F_x}{A}$$

$$F_x = R_{1x} = R_{2x} = 6095.99$$

$$\tau_2 = \frac{6095.99}{5.93 \times 10^{-4}}$$

$$\tau_2 = 10.27 \text{ MPa}$$

M crítico es  
 $M = 3344.10 \text{ Nm}$   
 de la gráfica

de momento flector

$\tau_1$  y  $\tau_2$  en ①  $\rightarrow \tau = 44.44 \text{ MPa}$  Esfuerzo cortante total

### Factor de la seguridad a la fluencia estática

$$\eta = \frac{S_{Sy}}{\tau} = \frac{143.21}{44.44} = 3.2$$

### Cálculos esfuerzos en metal base.

$$\eta = \frac{S_y}{\sigma'} \quad S_y = 248.20 \text{ MPa}$$

$$\sigma' = \left[ \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2 \right]^{1/2} \quad \sigma' : \text{Esfuerzo efectivo de Von Misses}$$

$$\tau_{xy} = \frac{F_x}{A} = \frac{6095.99}{4.9 \times 10^{-3}} \quad A = bd = 0.07 \times 0.07 = 4.9 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\tau_{xy} = 1.24 \text{ MPa}$$

$$\sigma_y = \frac{F_y}{A} + \frac{M}{I/C} \quad \frac{I}{t} = \frac{bd^3}{6} = 5.71 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$\sigma_y = \frac{13376.43 \text{ N}}{4.9 \times 10^{-3}} + \frac{3344.10}{5.71 \times 10^{-5}}$$

$$\sigma_y = 61.29 \text{ MPa}$$

$$\sigma' = 61.32 \text{ MPa}$$

$$\eta = \frac{248.20}{61.32} = 4.04 \text{ MPa}$$

Factor de seguridad  $\rightarrow$  Falla a la fatiga

Teoría de falla Goodman

$$\eta = \frac{S_{Se} S_{Su}}{\tau_a S_{Su} + \tau_m S_{Se}}$$

$$S_{Su} = 0.67 Sut$$

$$S_{Su} = 0.67(400)$$

$$S_{Su} = 268 \text{ MPa}$$

ASTM – A – 36

Sut : Resistencia última a la fractura

$$\tau_a \Rightarrow \text{alternante}$$

$$\tau_a = 44.44 \text{ MPa}$$

$$\tau_m \Rightarrow \text{medio}$$

$$\tau_m = 0$$

Ssu : Resistencia última de diseño

$$\tau_a = \frac{\tau_{\max} - \tau_{\min}}{2}$$

$$\tau_m = \frac{\tau_{\max} + \tau_{\min}}{2}$$

$$\tau_a = 22.22 \text{ MPa}$$

$$\tau_m = 22.22 \text{ MPa}$$

$$SSE = ka - kb - kc - ke - Sc'$$

$$Sc' = 0,504 sut = 0,504 (400) = 201,6 \text{ MPa}$$

$$ka = a Sut^b$$

$$a = 272 \text{ MPa}$$

$$ka = 272 (400)^{-0,995} = 0,7006$$

$$b = -0,995$$

$$kb = \left( \frac{de}{7,62} \right)^{-0,1133} \text{ mm}$$

diámetro equivalente

$$de = 0,808 (0,707hb)^{1/2}$$

$$de = 0,047 = 47,55 \text{ mm}$$

$$kb = \left( \frac{47,55}{7,62} \right)^{-0,1133} = 0.81$$

ka = Factor de superficie

$$kc = 1$$

kb = Factor de tamaño

$$kd = 1$$

kb = Factor de carga

$$ke = \frac{1}{kt} \quad kt = 1,2$$

kd = Factor de temperatura

$$ke = 0,83$$

ke = Factor de efectos varios

$$Ssc = 94,95 \text{ MPa}$$

$$\eta = \frac{(94,95)(268)}{22,22(268) + 22,22(94,95)}$$

$$\eta = 3,15 \quad \text{Para cada extremo de la viga}$$

$$\text{Para A-36} \quad Sut = 36000 \text{ lb/in}^2$$

Escogemos soldadura E 6011

## Diseño de soldadura para Basc de Mástil

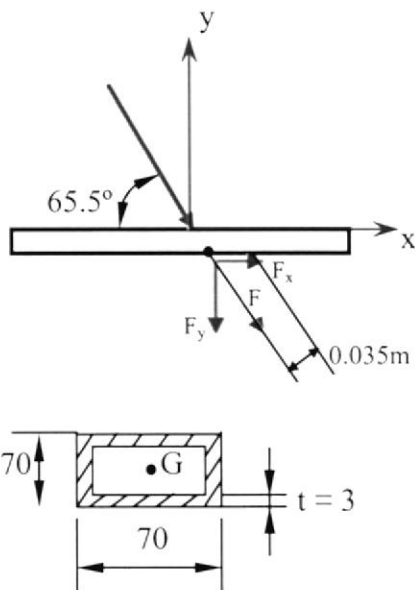
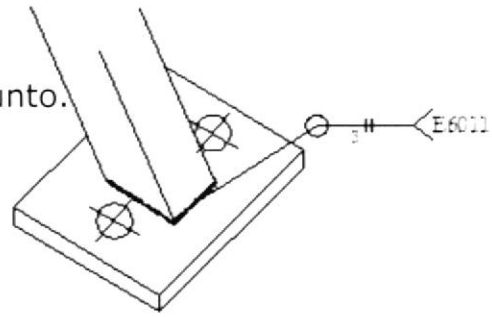
Sobredimensionándolo un poco tomamos el valor de la carga en ese punto.

$$M = 29400 \times 0,035$$

$$M = 1029 \text{ N.m}$$

$$F_x = 29400 \cos 65,5 = 12191,98\text{N}$$

$$F_y = 29400 \sin 65,5 = 26752,8\text{N}$$



El **factor de seguridad** que previene contra la **fluencia estática** en la unión soldada.

Material Base : Acero ASTM A - 36

$$N = \frac{Ssy}{t} \quad sy = 248,20$$

MPa

$$Ssy = 0,577Sy$$

$$Ssy = 0,577 (248,20)$$

$$Ssy = 143,21 \text{ MPa}$$

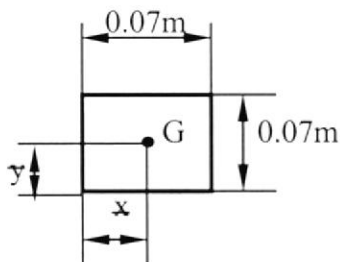
$$(1) \tau = (\tau_1^2 + \tau_2^2)^{1/2}$$

soldadura

$$(2) \tau_1 = \frac{Fy}{A} + \frac{Mc}{I}$$

Asumo h= garganta de la

$$h = 0,003 \text{ m} = 3\text{mm}$$



Tipo de soldadura

G → centroide

$$A = 1,414h(b+d) \Rightarrow \text{Area sdd } A = 5,93 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$I = 0,707 h I_u$$

$$I_u = \frac{d^2}{6} (3b + d)$$

$$\Rightarrow I_u = \frac{(0,07)^2}{6} (3(0,07) + (0,07))$$

$$I_u = 2,28 \times 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$I_u = 0,707 (3 \times 10^{-3} \text{ m}) (2,28 \times 10^{-4})$$

$$\therefore I = 0,707 (3 \times 10^{-3} \text{ m}) (2,28 \times 10^{-4})$$

$$I = 4,85 \times 10^{-7} \text{ m}^4$$

Reemplaza valores en (2)

$$\tau_1 = \frac{26752,8}{5,93 \times 10^{-4}} + \frac{1026(3 \times 10^{-3})}{4,85 \times 10^{-7}}$$
$$\tau_1 = 51,47 \text{ MPa}$$

$$(3) \quad \tau_2 = \frac{Fx}{A} = \frac{12191}{5,93 \times 10^{-4}} = 20,55 \text{ MPa}$$

(2) y (3) en (1)

Factor de seguridad contra fluencia estática de la soldadura

$$\eta = \frac{S_{sy}}{T}$$
$$\eta = \frac{143,21 \text{ MPa}}{55,42 \text{ MPa}} = 2,6$$

(2) Calculo de los esfuerzos en el metal base

Factor de Seguridad

$$\eta = \frac{S_y}{G^1} \quad S_y = 248,20 \text{ MPa}$$

$$\sigma' = [T_y^2 + 3T_{xy}^2]^{1/2}$$

### Esfuerzo de corte Metal Base

$$\tau_{xy} = \frac{Fx}{A}$$

$A = bd \Rightarrow$  Area sujeta a cortante

$$A = 0,07 \times 0,07 = 4,9 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$(1) \quad \tau_{xy} = \frac{12191,98}{4,9 \times 10^{-3}} = 2,48 \text{ MPa}$$

$$\sigma_y = \frac{F_y}{A} + \frac{M}{I/C}$$

$$\frac{I}{C} = \frac{bd^2}{6} = 5,71 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$\frac{F_y}{A} = 5,45 \text{ MPa}$$

$$\sigma_y = 5,45 + \frac{1029}{5,71 \times 10^{-5}}$$

$$(2) \quad \sigma_y = 23,47 \text{ MPa}$$

(1') y (2') en  $\sigma'$

$$\sigma' = 23,85 \text{ Mpa}$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{248,20}{23,35} = 10,4$$

Factor de Seguridad en la soldadura de la base del mástil *contra falla por fatiga*

$$\eta = \frac{1}{\frac{\tau_a}{Sse} + \frac{\tau_m}{Ssu}}$$

$$(1) \quad \eta = \frac{Sse \, Ssu}{\tau_a \, Ssu + \tau_m \, Sse} \quad \Rightarrow \quad \text{Teoria de falla de Goodman}$$

$$(2) \quad \begin{array}{ll} Ssu = 0,67 \, Sut & \text{Para acero ASTM - A-36} \\ Ssu = 0,67 (400) & Sut = 399,89 \text{ MPa} \\ Ssu = 268 \text{ Mpa} & Sut = 400 \text{ Mpa} \end{array}$$

$$(3) \quad \begin{array}{ll} \tau_a = \frac{\tau_{\max} - \tau_{\min}}{2} & \tau_m = \frac{\tau_{\max} + \tau_{\min}}{2} \\ \tau_{\min} = 0 \text{ MPa} & \\ \tau_u = 27,71 \text{ Mpa} & \tau_m = 27,71 \text{ Mpa} \end{array}$$

$$(4) \quad Sse = K_a \cdot K_b \cdot K_c \, Se'$$

$$(5) \quad Se' = 0,504 \, Sut = 0,504 (400) = 201,6 \text{ Mpa}$$

Criterio de fatiga para viga rotatoria se usa también en soldadura

(6)  $K_a \Rightarrow$  factor de superficie

$$K_a = a \, S_{ut}^b$$

Para soldadura

$$\begin{array}{l} a = 272 \text{ MPa} \\ b = -0,995 \end{array} \left\{ \Rightarrow \text{Tabla 7-4 libro Sigley} \right.$$

$$K_a = 272(400)^{-0,995} = 0,7006 \quad 0,7006 < 1$$

(7)  $K_b \Rightarrow$  factor de tamaño

$$K_b = \left( \frac{de}{7,62} \right)^{-0,1133} \text{ mm} \quad 2,79 \leq d \leq 51 \text{ mm}$$
$$de = 0,808(0,707hb)^{1/2}$$
$$de = 0,808(0,707(0,07)^2)^{1/2}$$
$$de = 0,047 \text{ m} = 47,55 \text{ mm}$$
$$K_b = \left( \frac{47,55}{7,62} \right)^{-0,1133} = 0,81$$

8)  $k_c \Rightarrow$  Carga tensión y corriente

$$K_c = 1$$

9)  $k_d \Rightarrow$  factor de temperatura no influye en el proceso

10)  $k_c = \frac{1}{k_f} \Rightarrow$  efectos varios

Junta a tope  
Tabla 9 - 6 Shigley  
Factores de reducción de la resistencia  
a la tatiga  
 $k_f = 1,2$

$$\therefore k_c = \frac{1}{1,2} = 0,83$$

ec  $\Rightarrow$  5  $\rightarrow$  10 en cc4

11)  $S_{sc} = 94,95 \text{ MPa}$   
 $E_c$  2 - 3 en 1

$$\eta = \frac{(94,95) 268}{27,71(268) + 27,71(94,95)}$$

$$\eta = 2,53 \quad \therefore \text{Resiste a la}$$

fatiga

Si el  $S_{ut}$  del acero ASTM es

$$S_{ut} = 36000 \text{ lb/in}^2$$

$\Rightarrow$  cogemos un electrodo con mayor al esfuerzo último

$\therefore$  tenemos el E6011

$$60000 \text{ lb/in}^2$$

1 posición plana u horizontal

1 revestimiento rutílico

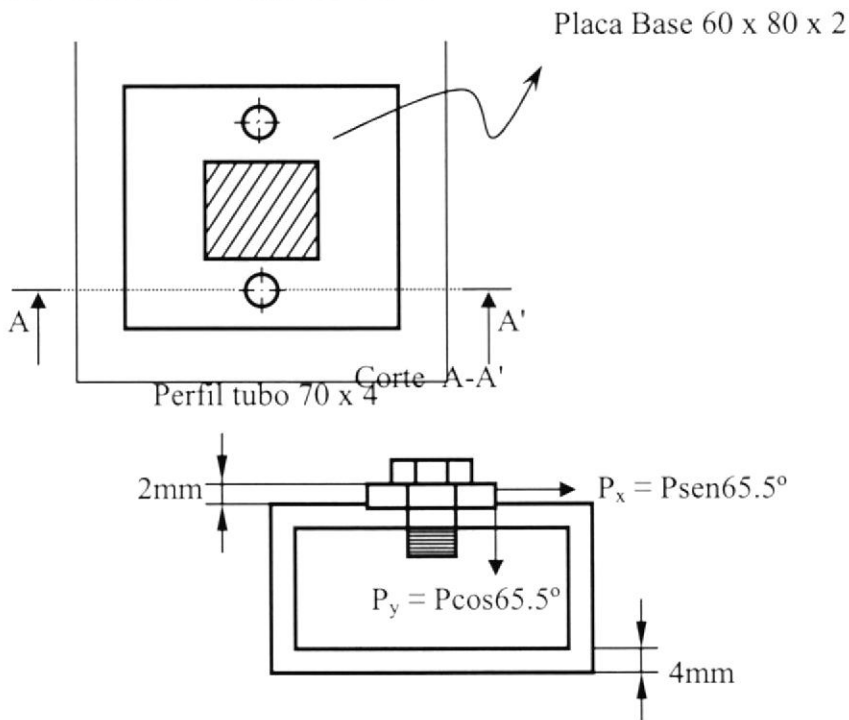
## Pernos para placa base

Asumo M 16 x 2

$$A_t = 157\text{mm}^2$$

Grado 8.8  $S_p = 600\text{ MPa}$

Acero de Mediano o bajo carbono



Asumo:

M 16 x 2

$$A_t = 157\text{mm}^2$$

Grado 8.8  $S_p = 600\text{ MPa}$   
Acero de mediano o bajo carbono

### Rigidez del perno:

$$k_b = \frac{AE}{l} = \frac{\pi(206,8 \times 10^4)}{0,016(0,008)4}$$

$$k_b = 2,08 \times 10^{10}\text{ N/m} \quad l \approx \text{Agarre}$$

### Rigidez de los elementos:

Ambos elementos son de acero estructural

$$k_m = \frac{0,577\pi E d}{2 \ln \left( S \frac{0,577l + 0,5d}{0,577l + 2,5d} \right)}$$

$$km = \frac{0,577\pi(206,8 \times 10^9)(0,016)}{2 \ln \left( 5 \frac{0,577(0,008) + 0,5(0,016)}{0,577(0,008) + 2,5(0,016)} \right)} = 8,659 \times 10^9 \text{ N/m}$$

Constante C de la Unión:  $C = \frac{kb}{kb + km} = 0,71$

Carga Límite:  $F_p = AtSp$

$$F_p = (157 \times 10^{-6})(600 \times 10^6) = 94,2 \text{ KN}$$

Precarga recomendada:  $F_i = 0,75 F_p$  Para conexiones reutilizables

$$F_i = 70,65 \text{ KN}$$

**Factor de carga para 2 pernos:**

F: Fuerza de separación

$$F: 92,26 \text{ KN}$$

$$\eta = \frac{SpAt - Fi}{C F / N}$$

$$\eta = \frac{(600 \times 10^6)(157 \times 10^{-6}) - 70,65 \times 10^3}{0,11 \left( \frac{92,26 \times 10^3}{2} \right)}$$

$$\eta = 4,6$$

**Longitud de perno**

L asumida = 96mm

(Que pasen 2 hilos)

Hc = 10,32mm (altura de la cabeza)

Ht = 14,8mm (altura de la tuerca)

Longitud de la rosca:  $2D + 6$        $L \leq 125$        $D \leq 48$

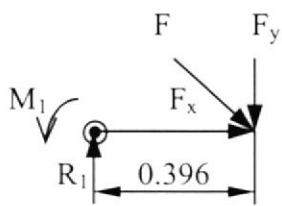
$L_t = 2(24) + 6$       D: ancho entre caras planas de la cabeza

$L_t = 54 \text{ mm}$

2 pernos M1b x 2 Grado 8.8



Grado SAE 5.2



Para sobredimensiones la unión del elemento A con D

Aplico como que su va a soportar

$F = 29400\text{N}$  sin considerar los apoyos

Va a estar este elemento sometido a flexión y axial.

$$F_x = 12191,98\text{N}$$

$$F_y = 26752,86\text{N}$$

$F_x$  y  $F_y \div 2$  para cada lado (2 vigas patas)

$$F_{x1} = 6095,99\text{N}$$

$$F_{y1} = 13376,43\text{ N}$$

$$R_{1x} = V_x = F_x = 6095,99\text{N}$$

$$R_{1y} = V_y \div F_y = 13376,43\text{N}$$

$$M_1 = -F \cdot d = 13376,43 \times (0,396)$$

$$M_1 = 5297,06\text{ N.m}$$

$$M = Fd = 5297,06\text{ Nm}$$

Metal Base: Acero ASTM A-36

Características:  $S_y = 248,20$

MPa

$$S_{ut} = 400\text{ MPa}$$

$$N = \frac{S_{sy}}{t}$$

$$S_{sy} = 0,577S_y$$

$$S_{sy} = 0,577 (248,20)$$

$$S_{sy} = 143,21\text{ MPa}$$

Garganta de soldadura  $h =$

$$0,003\text{m}$$

$$T = (T_1^2 + T_2^2)^{1/2}$$

$$T_1 = \frac{F_y}{A} + \frac{Mc}{I}$$

$$A = 1,414h (b+d)$$

$$A = 1,414 (0,003) (0,07+0,07)$$

$$A = 5,93 \times 10^{-4}\text{m}^2$$

$$I = 0,707hI_u$$

$$I_u = \frac{d^2}{b} (3b+d)$$

$$I_u = \frac{(0,07)^2}{6} (310,07) + 0,07$$

$$A = 5,93 \times 10^{-4}\text{m}^2$$

$$I = 0,707hI_u$$

$$I_u = \frac{d^2}{6} (3b+d)$$

$$I_u = \frac{(0,07)^2}{6} (310,07) + 0,07$$

$$I_u = 2,28 \times 10^{-4}\text{m}^4$$

$$I = 0,707 (0,003) (2,28 \times 10^{-4})$$

$$I = 4,85 \times 10^{-7} \text{m}^4$$

$$T_2 = \frac{Fx}{A}$$

Para  $M = 5297,06 \text{ N.m}$

$$T_2 = \frac{6095,99}{5,93 \times 10^{-4}} = 10,27 \text{MPa}$$

$$T_1 = \frac{13376}{5,93 \times 10^{-4}} + \frac{5297,06 \times (3 \times 10^{-3})}{4,85 \times 10^{-7}}$$

$$T = 56,26 \text{MPa}$$

$$T_1 = 55,32 \text{MPa}$$

$$N = \frac{S_{sy}}{t} = \frac{143,21}{56,26} = 2,54$$

### Cálculo esfuerzos en metal base

$$N = \frac{S_y}{T^1}$$

$$T^1 = [T_y^2 + 3t_{xy}^2]^{1/2}$$

$$A = bd = 4,9 \times 10^{-3} \text{m}^2$$

$$T_{xy} = \frac{Fx}{A} = \frac{6095,99}{4,9 \times 10^{-3}}$$

$$T_{xy} = 1,24 \text{MPa}$$

$$T_y = \frac{E_y}{A} + \frac{M}{I/c} \quad \frac{I}{C} = \frac{bd^2}{6} = 5,71 \times 10^{-5} \text{m}^3$$

$$T_y = \frac{13376,4}{4,9 \times 10^{-3}} + \frac{5297,06}{5,71 \times 10^{-5}} = 95,49 \text{MPa}$$

$$T^1 = 95,42 \text{MPa}$$

$$N = \frac{248,20 \text{MPa}}{95,42 \text{MPa}} = 2,60$$

Factor de seguridad → falla a la fatiga

Teoría de talla Goodman

$$S_{ut} = 400 \text{MPa}$$

$$N = \frac{S_{se} S_{su}}{t_a S_{su} + t_m S_{sc}}$$

$$S_{su} = 0,67 S_{ut}$$

$$S_{su} = 0,67 (400)$$

$$S_{su} = 268 \text{MPa}$$

$$T_u = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{2}$$

$$T_m = \frac{t_{\max} + t_{\min}}{2}$$

$$T_u = 22,22 \text{MPa}$$

$$T_m = 22,22 \text{MPa}$$

$$S_{sc} = k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_e \cdot S_e'$$

$$Se' = 0,504 \text{ sut} = 0,504 (400) = 201,6 \text{ MPa}$$

$$ka = a \text{ sult}^b$$

$$ka = 272 (400)^{-0,995} = 0,7006$$

$$a = 272 \text{ MPa}$$

$$b = -0,995$$

$$kb = \left( \frac{de}{7,62} \right)^{-0,1133}$$

$$de = 0,808 (0,707hb)^{1/2}$$

$$de = 47,55 \text{ mm}$$

$$kb = \left( \frac{47,55}{7,62} \right)^{-0,1133} = 0,81$$

$$kc = 1$$

$$kc = \frac{1}{kd} \quad kt = 1,2$$

$$kd = 1$$

$$S_{sc} = 94,95 \text{ MPa}$$

$$N = \frac{(94,95)(268)}{22,22(268) + 22,22(94,95)}$$

$$N = 3,15$$

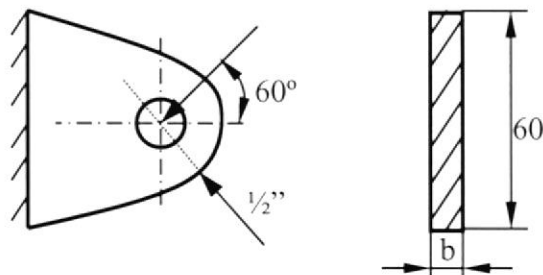
### Diseño de la ménsula para el cilindro

$$Fc = 41,37 \text{ KN}$$

$$Fcx = 35,83 \text{ KN}$$

$$Fcy = 20,69 \text{ KN}$$

$$b = ?$$



$$T_{xy} = \frac{Fcx}{\text{Acortante}}$$

Falla por desgarro

$$\text{Acortante} = 2dt$$

t: espesor

$$\text{Acortante} = 1,25 \text{ pulg}^2$$

orificio

d: distancia desde el borde del

$$T_{xy} = \frac{20,69 \times 10^3}{402 \text{ mm}^2} = 51,31 \text{ MPa}$$

Asumo para cálculo de diseño

$$\text{Un } t = 1,25'' \cdot \frac{25,4 \text{ m}^4}{1''} \cdot \frac{25,4 \text{ m}^4}{1''} \cdot \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ m}^4}$$

$$t = 0,03175 \text{ m}$$

### Aplicando teoría de deformación de

Von Misses – Hencky

$$U = \frac{1}{2}TE$$

U: Energía de deformación total

T: Esfuerzo normal

E: Deformación

### Esfuerzo efectivo de Von Mises

$$T_x = \frac{35830}{b(1,25)}$$

$$T_y = 0$$

$S_y = 259 \text{ MPa}$  (SAE 1030 LAMINADO EN CALIENTE)

Asumo  $N=2$

$$N = \frac{S_y}{S'} \Rightarrow T' = \frac{S_y}{2} = 129,5 \text{ MPa}$$

$$T' = \sqrt{T_x^2 + 3T_{xy}^2}$$

$$T' = \sqrt{T_1^2 - T_1T_3 + T_3^2}$$

$$T' = \sqrt{T_x^2 + T_y^2 - T_xT_y + 3T_{xy}^2}$$

### Diseño del cilindro hidráulico

#### Cálculo estático

Carga 3.5 Ton

$F = 34.3 \text{ kN}$

Capacidad de presión de la bomba  $P = 2000 \text{ psi} = 13.79 \text{ MPa}$

$$A = \frac{34300}{13790000} = 0.0025 \text{ m}^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} d_i^2$$

$$d_i = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$d_i = 0.056 \text{ m} = 5.6 \text{ cm}$$

$$d_i = 6 \text{ cm} \leftarrow \text{Diámetro del cilindro}$$

#### Cálculo del espesor de la camisa

Cilindro de pared delgada  $P \leq Sd/6$

$P$  : Presión interna máxima (capacidad de la bomba)

$Sd$  : Esfuerzo de diseño

$$Sd = \frac{S_y}{2} \Rightarrow P \leq \frac{S_y}{12}$$

$$P \leq 48.18 \text{ MPa}$$

$$S_y = 59 \frac{\text{Kgf}}{\text{mm}^2} \times \frac{9.8 \text{ N}}{1 \text{ Kgf}}$$

$$S_y = 578.2 \text{ MPa}$$

$S_y$  : Esfuerzo de fluencia

Se considera cilindro de pared delgada

$$\frac{t}{\phi_i} = 0.07$$

Para cilindros de pared delgada:

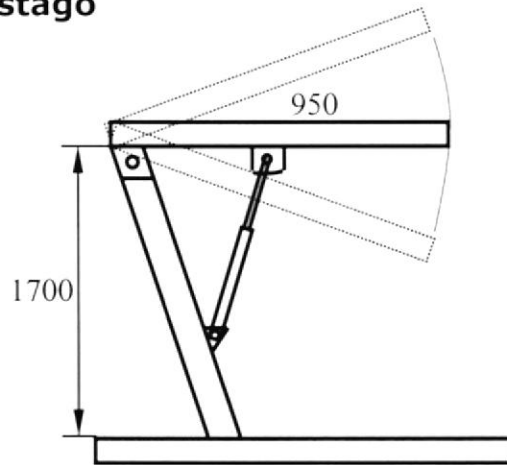
$$Sd = P \frac{\phi_i}{2t} = \frac{S_y}{2}$$

$$S_y = \frac{P \phi_i}{t}$$

$$t = \frac{P \phi_i}{S_y}$$

$$t = 3 \text{ mm} \quad \leftarrow \text{Espesor de camisa}$$

### Carrera del bástago



### Diseño del vástago

$$D_v = \frac{(K_1 \cdot 0.0802)(K_2 \cdot 0.0415)}{0.657} - 0.03$$

$$K_1 = I_c^{1/2}$$

$$tg L_c \left( \frac{F}{Ec I_c} \right)^{1/2}$$

$$K_2 = 1.45$$

$I_c$  : Momento de inercia del cilindro

$L_c$  : Longitud del cilindro

$E_c$  : Módulo de elasticidad del cilindro

F : Carga de diseño para el cilindro

Se utiliza acero de transmisión SAE 1020

$$I_C = \frac{\pi}{64} (D_o^4 - D_i^4) [pu\lg^4]$$

$D_o$  : Diámetro exterior del cilindro

$$I_C = 29.52 pu\lg^4$$

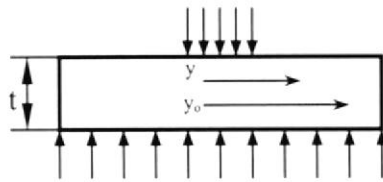
$D_i$  : Diámetro interior del cilindro

$$E_C = 206.8 GPa$$

$$D_V = 1\frac{1}{2}''$$

### Diseño del pistón

Reutiliza acero al carbono laminado en caliente para no rayar el camisa.



Fuerzas que actúan sobre el pistón

$$S_r = S_t = \frac{3F}{2\pi mt^2} \left[ (m+1) \ln \frac{r_o}{r} + \frac{m-1}{4} \left( 1 - \frac{r^2}{r_o^2} \right) \right]$$

$$S_r = S_y = 79000 \text{ psi} = 545 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{1}{\nu}$$

$\nu$  : Módulo de Poisson

$$\nu = 0.287$$

$r_o$  : Radio externo del cilindro

$$m = 3.4843$$

$r$  : Radio interno del cilindro

$$t = \frac{3F}{2\pi mt^2} \left[ (m+1) \ln \frac{r_o}{r} + \frac{m-1}{4} \left( 1 - \frac{r^2}{r_o^2} \right) \right]$$

$$t = \frac{3(34.3)}{2\pi(3.4843)(545 \times 10^6)} \left[ (3.4843 + 1) \ln \frac{3.3}{3} + \left( \frac{3.4843 - 1}{4} \right) \left( 1 - \frac{3^2}{3.3^2} \right) \right]$$

$$t = 3.68 \text{ cm} = 4 \text{ cm}$$

### Selección de la bomba

**Tipo de bomba** : Desplazamiento positivo (Autocebado)

Bomba de engranajes internos

- Desplazamiento constante
- Construcción sencilla
- Buena eficiencia
- Rango de presiones baja / media

Tamaño de la bomba

$$Q = \frac{A \times Carrera}{t}$$

$A$ : Area del cilindro

$$t = 101 = 0.17 \text{ min}$$

$t$ : tiempo de trabajo

$$A = \pi \frac{\phi^2}{4}$$

Carrera 500mm

$$Q = 15.26 \text{ Gal/min}$$

$$P = 2000 \text{ psi} = 13.79 \text{ MPa}$$

### Diámetro de las mangueras

Velocidad recomendada:

4 pie/s Línea de succión

20 pie/s Línea de presión

$$Q = VA$$

$$A = \frac{Q}{V}$$

$$V = 4 \text{ pie/s} \rightarrow d = 1.25'' \text{ Manguera de succión}$$

$$\pi \frac{d^2}{4} = \frac{Q}{V}$$

$$V = 20 \text{ pie/s} \rightarrow d = 1'' \text{ Manguera de presión}$$

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}$$

Para el tanque se tiene como criterio de diseño que su capacidad debe ser de dos a tres veces la capacidad de la bomba.

$$V = 18 \text{ Gal}$$

## **CAPITULO V**

### **ESTIMACIÓN DE COSTOS**

## ESTIMACIÓN DE COSTOS

### Introducción

Contabilidad de costos es el sentido mas general de la palabra es cualquier procedimiento contable diseñado para calcular lo que cuesta "hacer algo". Sin embargo, el campo donde la contabilidad de costo se a desarrollado mas ampliamente a sido en la determinación del costo de fabricación de los productos de las empresas industriales. Por esta razón cuando se habla de contabilidad sin especificar su tipo, se entiende que se trata de contabilidad de costo de manufactura y a este campo específico al cual esta dedicado este proyecto.

### Estructura del costo

Aquí explicaremos minuciosamente la estructura del costo, la cual esta conformado por:

#### a) costos directos

- Mano de obra directa
- Materia prima

#### b) Gastos generales

- Utilización de maquinaria
- Utilización de herramientas
- Energía eléctricas
- Gastos misceláneos

#### a) Costos directos

##### Materia prima

*Lista de Materiales*

Descripción	Dimensiones	Cantidad	Unidad	P. Unitario	P. Total
Rueda Novex H/PU Giratorias	5" x 2"	4	u	\$ 57,37	\$ 229,48
Rueda Novex H/PU Fijas	5" x 2"	2	u	\$ 41,53	\$ 83,06
Motor Trifásico 5 hp a 1800 rpm		1	u	\$ 440,00	\$ 440,00
Arranque directo en panel		1	u	\$ 85,00	\$ 85,00
Cable	14 x 4	19	m	\$ 1,20	\$ 22,80
Bomba Hidráulica , Válvula Hidráulica, Cilindro Hidráulico		1	u	\$ 850,00	\$ 850,00

Base		1	u	\$ 30,00	\$ 30,00
Reservorio de Aluminio		1	u	\$ 120,00	\$ 120,00
Matrimonio		1	u	\$ 40,00	\$ 40,00
Mangueras Hidráulica		1	u	\$ 94,10	\$ 94,10
Aceite hidráulico 20		34	lt	\$ 1,40	\$ 47,60
Codos, Niplos, Adaptadores y Uniones		1	u	\$ 20,00	\$ 20,00
Materiales Varios para sistema hidráulico		1	u	\$ 12,77	\$ 12,77
Gancho 3 ton		1	u	\$ 20,00	\$ 20,00
Perfil Canal U	80 x 40 x 5 (mm)	1	u	\$ 32,20	\$ 32,20
Tubo Rectangular	30 x 70 x 3 (mm)	2	u	\$ 31,28	\$ 62,56
Platina	75 x 3 (mm)	1	u	\$ 10,00	\$ 10,00
Placa Soporte de Ruedas	140 x 130 x 5 (mm)	6	u	\$ 3,50	\$ 21,00
Material para la construcción del brazo fijo y deslizable		1	u	\$ 90,00	\$ 90,00
Disco de Corte		4	u	\$ 3,75	\$ 15,00
Soldadura 6011		2	Kg.	\$ 2,21	\$ 4,42
Soldadura 6013		2	Kg.	\$ 2,21	\$ 4,42
Pernos	M 18 y M 20	9	u	\$ 2,50	\$ 22,50
Pernos	M 12	24	u	\$ 0,75	\$ 18,00
Pintura Amarillo Cáster pilar		1	gal	\$ 12,00	\$ 12,00
Diluyente		1	gal	\$ 5,00	\$ 5,00
Sub. Total					\$ 2.391,91
I.V.A 12%					\$ 287,03
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 2.678,94</b>

## Mano de obra directa

A continuación daremos a conocer el numero de horas laborables que utilizo el personal que estuvo a cargo del proceso de ejecución del proyecto

<b>MAQUINARIA</b>	<b># OPERARIO</b>	<b>HORAS</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Costo total</b>
Soldadora eléctrica	2	20	\$ 2,00	\$ 80,00
Taladro de columna	2	5	\$ 1,50	\$ 15,00
Soldador a MIG	2	2	\$ 3,00	\$ 12,00
Torno	1	3	\$ 2,50	\$ 7,50
Moladora	1	8	\$ 1,25	\$ 10,00
Pintor	1	5	\$ 1,75	\$ 8.75
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 133,25</b>

Estos valores fueron establecidos por intermedio de consultas a personal que trabaja en el área técnica.

## b) Gastos generales

### Utilización de maquinaria

En la ejecución del proyecto se utilizaron las siguientes maquinas herramientas.

1. Taladro de columna
2. Torno
3. Maquina de soldar
4. Moladora
5. Compresor

Posteriormente se realizaron los cálculos de los tiempos tipos de de fabricación para cada pieza.

### Costo por utilización de maquina

<b>MAQUINA</b>	<b># Maquina</b>	<b>Tiempo (H)</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Costo por maquina</b>
Taladro de columna	1	5	\$ 1,00	\$ 5,00
Torno	1	3	\$ 2,00	\$ 6,00
Maquina de soldar	2	20	\$ 1,00	\$ 40,00
Moladora	1	8	\$ 0,50	\$ 4,00
Compresor	1	5	\$ 0,50	\$ 2,25
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 57,75</b>

### Costo por utilización de herramientas

<b>Herramienta</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unid.</b>	<b>Costo total</b>	
Disco de corte	3	\$ 2,00	\$ 6,00	
Disco de pulir	1	\$ 3,50	\$ 3,50	
Broca de centro ø 3 mm	1	\$ 0,50	\$ 0,50	
Broca de ø 8 mm	1	\$ 0,70	\$ 0,70	
Broca de ø 14 mm	1	\$ 1,50	\$ 1,25	
Broca de ø 18 mm	1	\$ 3,00	\$ 3,00	
Broca de ø 20 mm	1	\$ 4,00	\$ 4,00	
			<b>Total</b>	<b>\$ 18,95</b>

## Costo de energía

El número de horas laborables en nuestro proyecto fue de 41 horas maquina a razón de 0.40 Kw/h

Total costo energía	\$ 16.4
---------------------	---------

## Gastos misceláneos

Informe escrito y planos	\$ 100,00
--------------------------	-----------

Trasporte	\$ 50,00
-----------	----------

## Costo del proyecto

### Costos directos

Materia prima	\$ 2.678,94
---------------	-------------

Mano de obra	\$ 133,25
--------------	-----------

<b>Total costos directo</b>	<b>\$ 2812,29</b>
-----------------------------	-------------------

### Costos generales

Costo por utilización de maquina	\$ 57,75
----------------------------------	----------

Costo por utilización de herramientas	\$ 18,95
---------------------------------------	----------

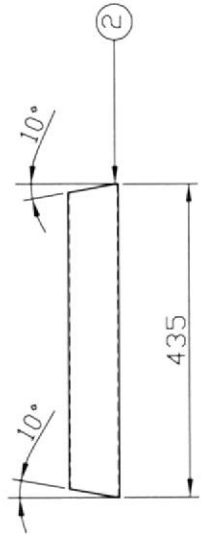
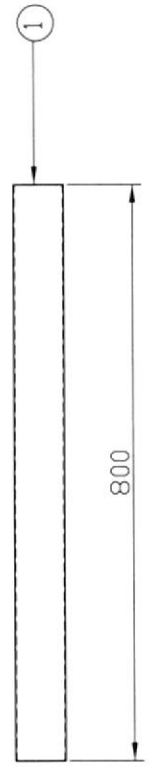
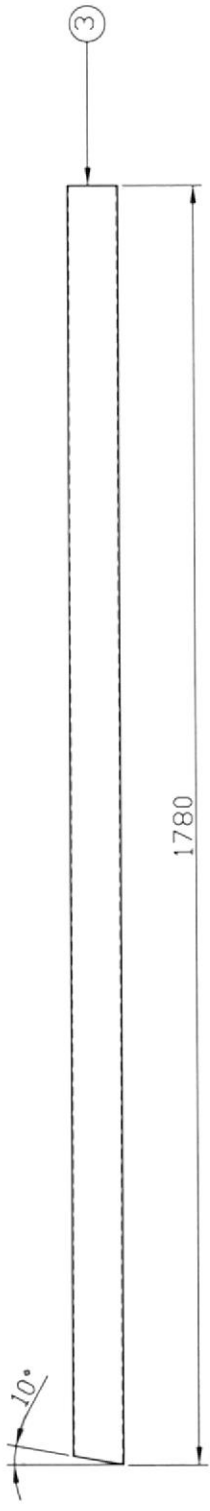
Costo de energía	\$ 16,40
------------------	----------

Costos misceláneos	\$ 150,00
--------------------	-----------

<b>Total costos generales</b>	<b>\$ 243,10</b>
-------------------------------	------------------

## **CAPITULO VI**

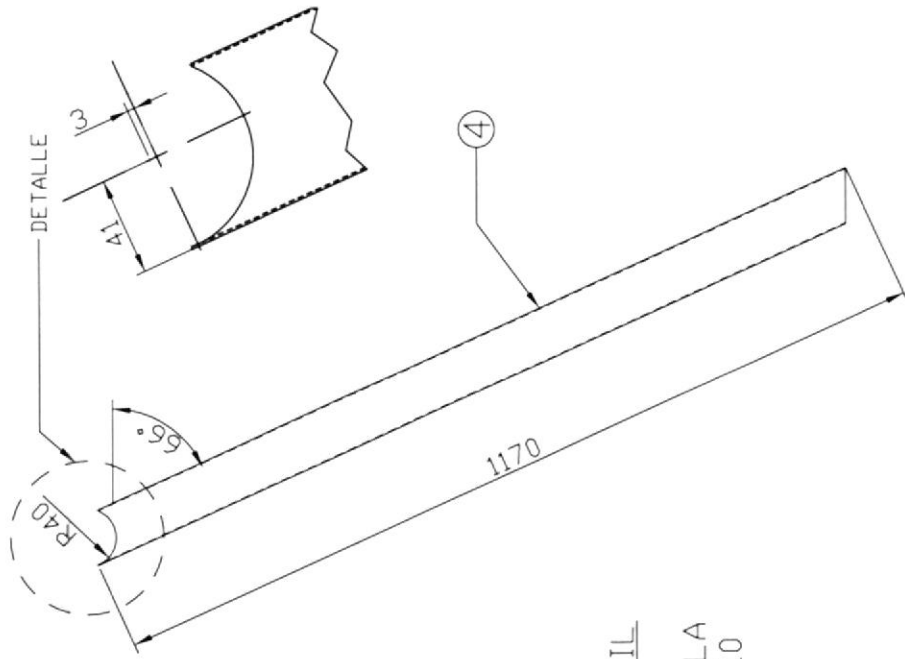
# **PLANIFICACIÓN Y PLANOS DE CONSTRUCCIÓN**



3	Tubo □ 70 X 70 X 4	1780	2	Acero estructural
2	Tubo □ 70 X 70 X 4	435	1	Acero estructural
1	Tubo □ 70 X 70 X 4	800	1	Acero estructural
ITEM	DESCRIPCION	DIMENSIONES(mm)	CANT.:	OBSERVACIONES

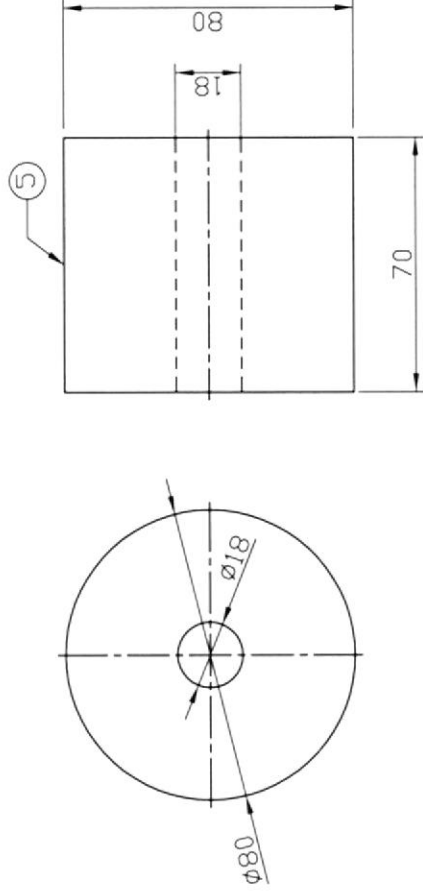
LISTA DE MATERIALES

	PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA		ESPOL
	BASE DE LA ESTRUCTURA		Dibujó: Lindao, Garcia, Jimenez
	PLANO DE CORTE		Profesor: Technlg. Fernando Angel
ESCALA 1 : 10			Fecha: 31/05/06 Plano N° : 1



MASTIL

ESCALA  
1 : 10



BOCIN PIVOTE

ESCALA  
1 : 6

5	Acero 1018	ø80 X 70	2
4	Tubo □ 70 X 70 X 4	1170	1
ITEM	DESCRIPCION	DIMENSIONES(mm)	CANT.
OBSERVACIONES			

LISTA DE MATERIALES



ESCALAS

1 : 6

1 : 10

PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA

ESPOL

Dibujó: Lindao, Garcia, Jimenez

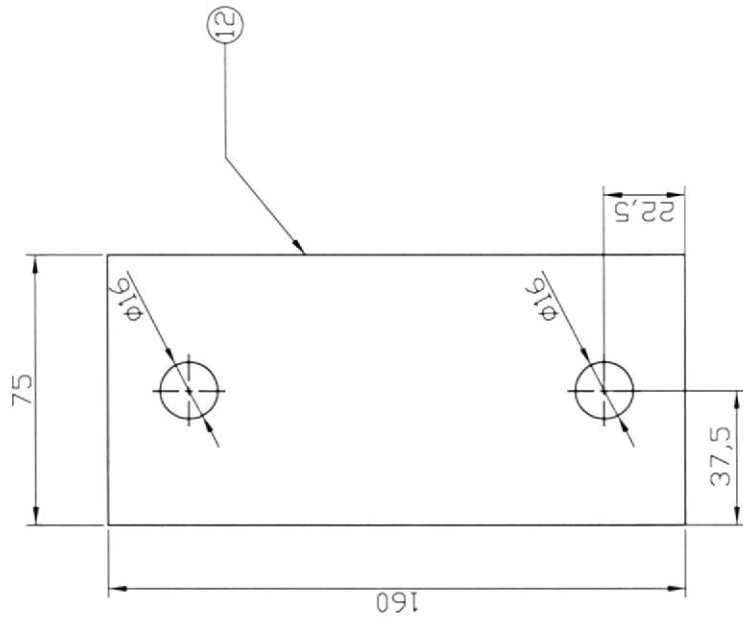
Profesor: Tecnlg. Fernando Angel

Fecha: 31/05/06

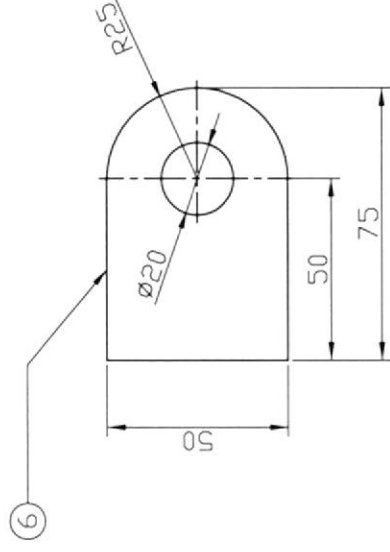
Plano N° : 2

MASTIL Y BOCIN PIVOTE

PALNO DE AMQUINADO



PLACA BASE

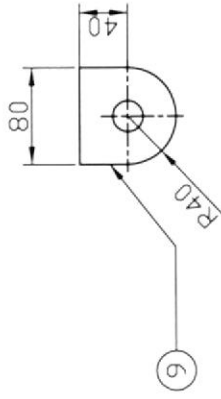
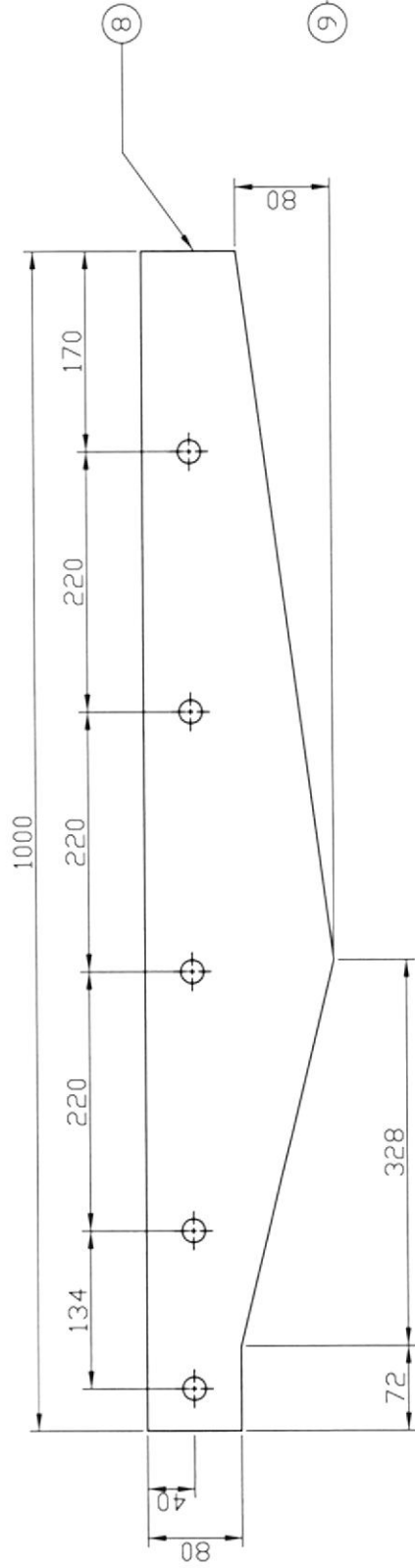
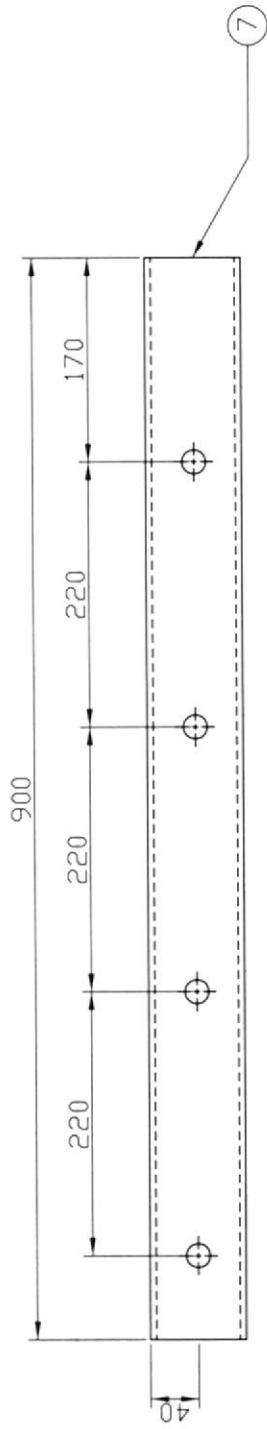


MENSULA PIVOTE

12	Plancha de 3mm	75 X160	1	Acero estructural
6	Plancha de 12mm	75 X50	2	Acero estructural
ITEM	DESCRIPCION	DIMENSIONES(mm)	CANT.:	OBSERVACIONES

LISTA DE MATERIALES

		PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA	ESPOL
ESCALA 1 : 2		Dibujo: Lindao, Garcia, Jimenez Profesor: Tecnlg. Fernando Angel	
PLACA BASE Y MENSULA PIVOTE		Fecha: 31/05/06 Plano N° : 3	
PLANO DE MAQUINADO			



9	Plancha de 8mm	80 X 80	2	Acero estructural
8	Plancha de 8mm	1000 X 160	2	Acero estructural
7	Tubo □ 80 X 80 X 4	1000	1	Acero estructural
ITEM	DESCRIPCION	DIMENSIONES(mm)	CANT.:	OBSERVACIONES

LISTA DE MATERIALES



ESCALA

1 : 6

PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA

ESPOL

BRAZO PIVOTE

Dibujó: Lindao, Garcia, Jimenez

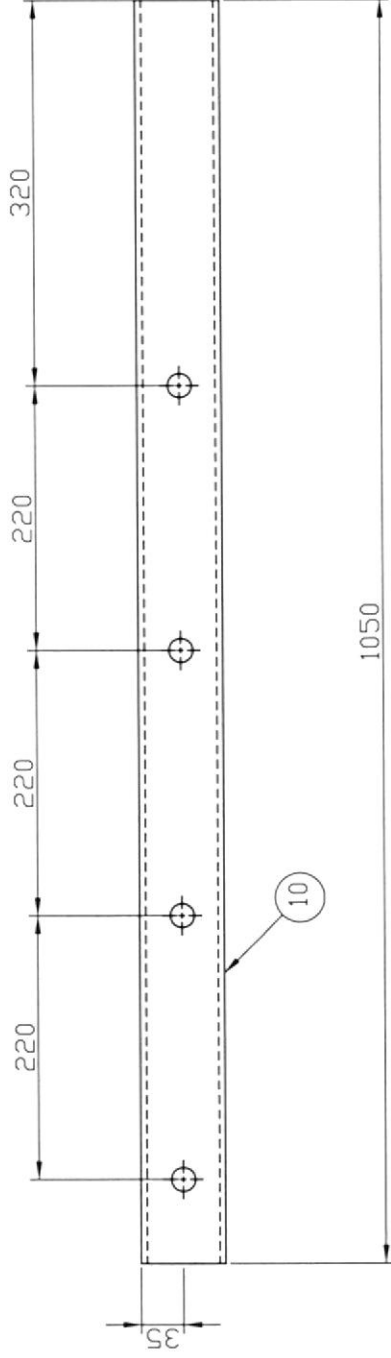
Profesor: Tecnlg. Fernando Angel

PLANO DE MAQUINADO

Fecha: 31/05/06

Plano N° : 4

Todos los Agujeros son R10



11	Plancha de 16mm	60 X110	2	Acero estructural
10	Tubo □ 70 X70 X4	1050	1	Acero estructural
ITEM	DESCRIPCION	DIMENSIONES(mm)	CANT.:	OBSERVACIONES

LISTA DE MATERIALES



ESCALA  
1 : 6

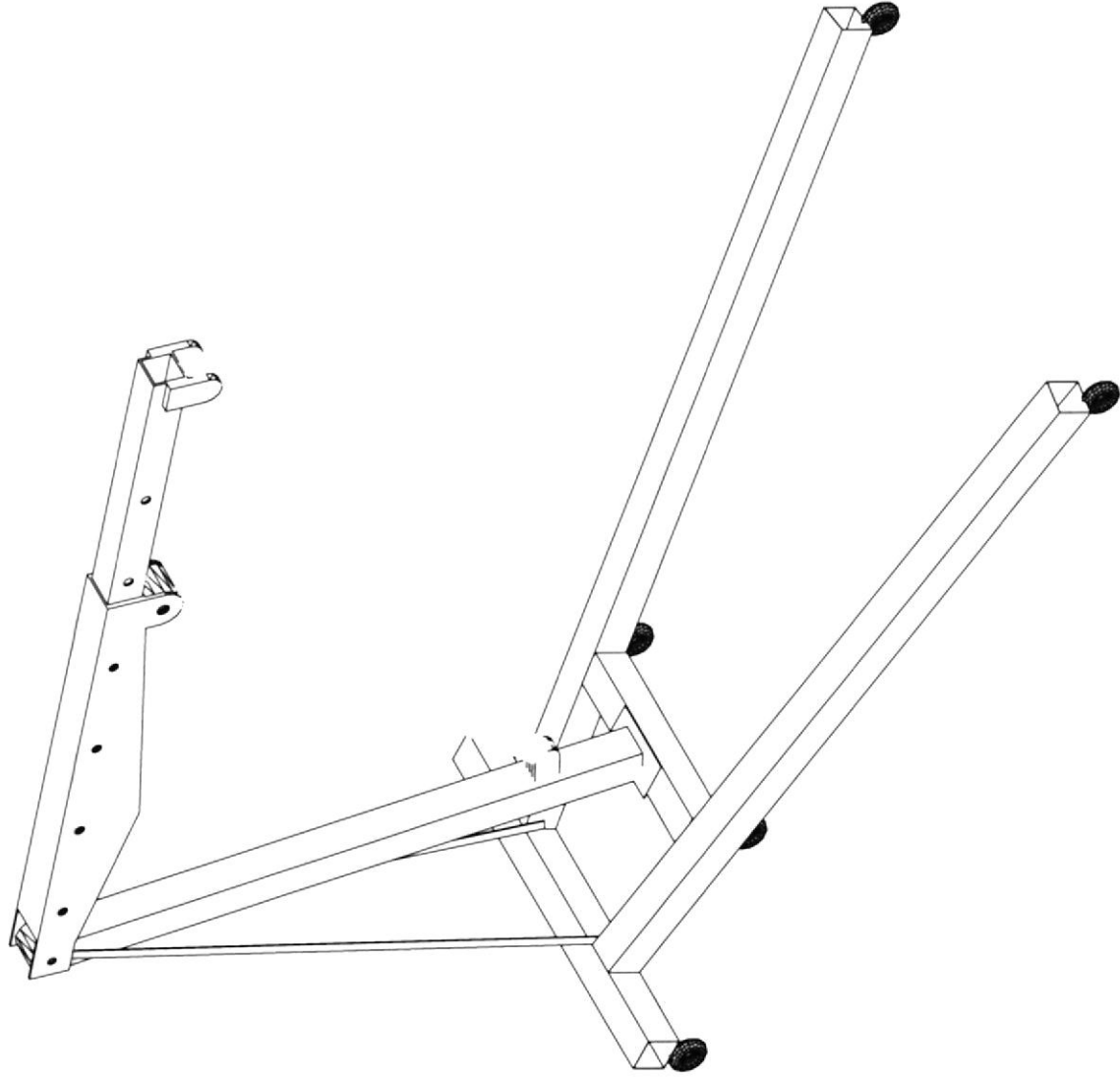
PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA

ESPOL

Dibujó: Lindao, Garcia, Jimenez  
 Profesor: Tecnlg. Fernando Angel  
 Fecha: 31/05/06 Plano N° : 5

BRAZO TELESCOPICO

PLANO DE MAQUINADO



ESCALA

1 : 13

PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA

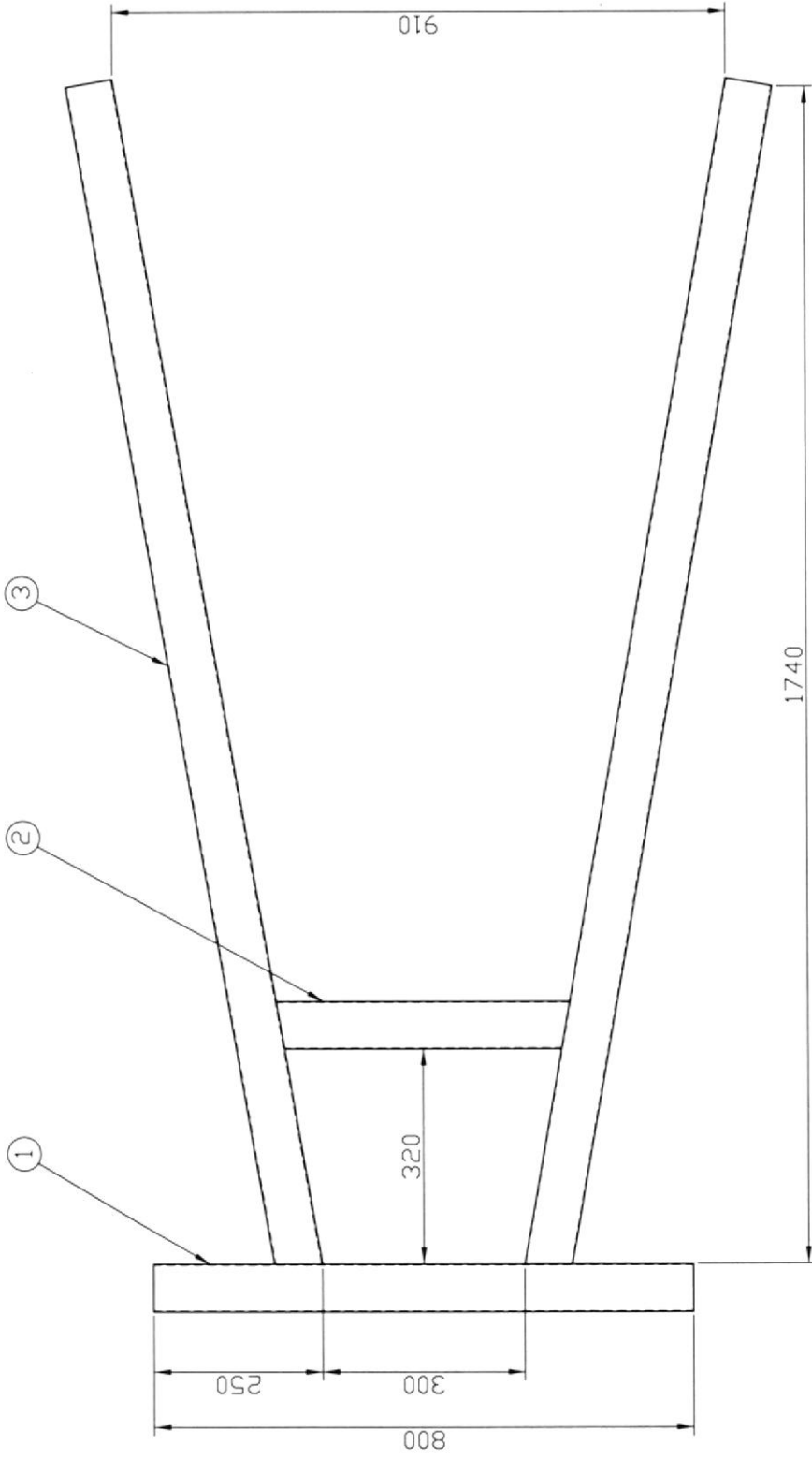
ESPOL

Dibujó: Lindao, García, Jimenez

Profesor: Tecnlg. Fernando Angel

Fecha: 31/05/06 Plano N° : 5

TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS



ESCALA

1 : 10

PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA

ESPOL

Dibujó: Lindao, Garcia, Jimenez

Profesor: Technlg. Fernando Angel

Fecha: 31/05/06 Plano N° : 6

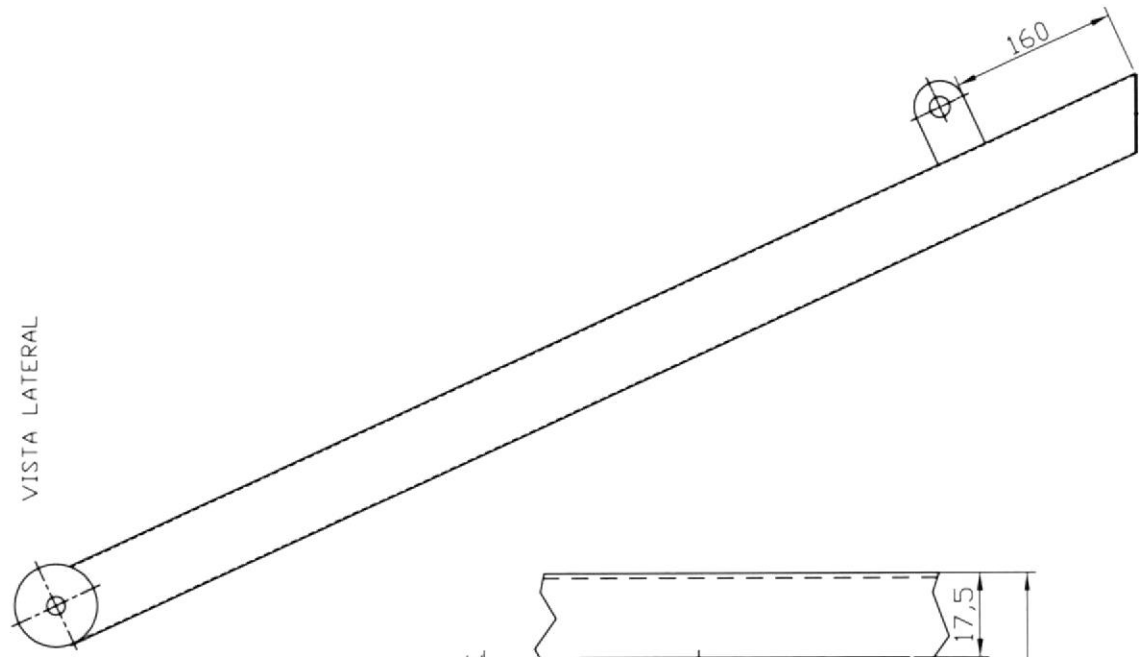
BASE DE LA ESTRUCTURA

PLANO DE ARMADO

ESCALA

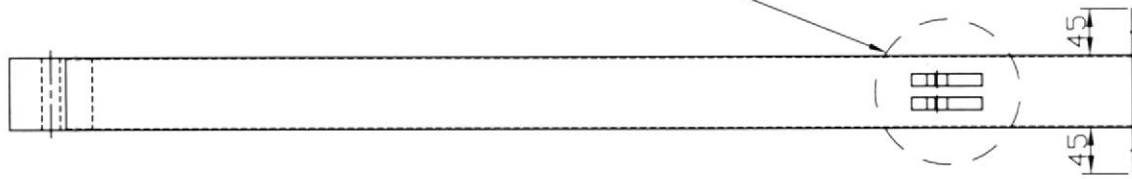
VISTA LATERAL

1 : 7

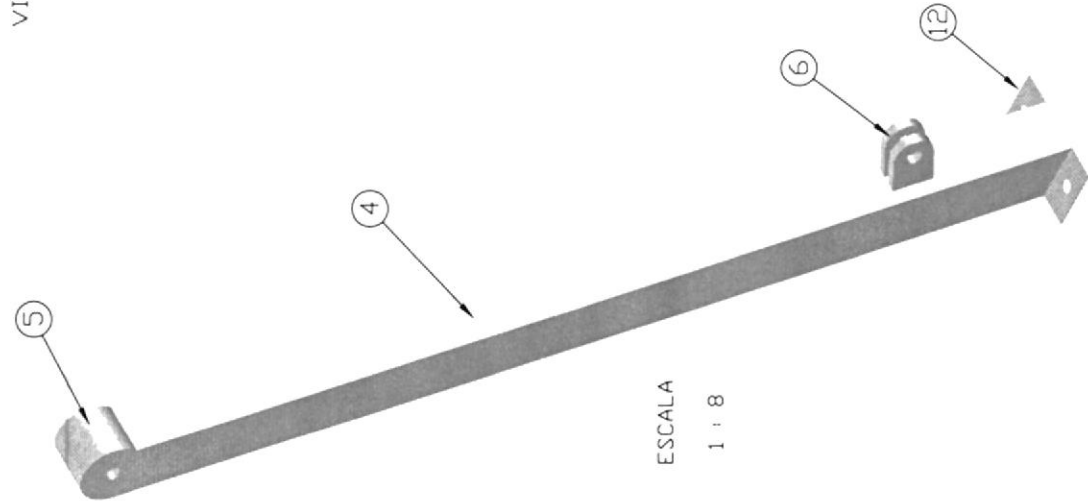
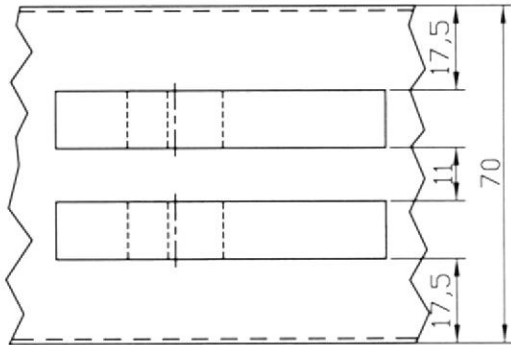


VISTA FRONTAL

1 : 7



DETALLE



ESCALA  
1 : 8



ESCALAS

1 : 7

1 : 8

PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA

ESPOL

MASTIL

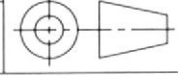
Dibujó: Lindao, Garcia, Jimenez

Profesor: Tecnlg. Fernando Angel

Fecha: 31/05/06

Plano N° : 7

PALNO DE ARMADO



ESCALA

1 : 6

BRAZO PIVOTE Y TELESCOPICO

PLANO DE ARMADO

PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA

ESPOL

Fecha: 31/05/06

Plano N° : 8

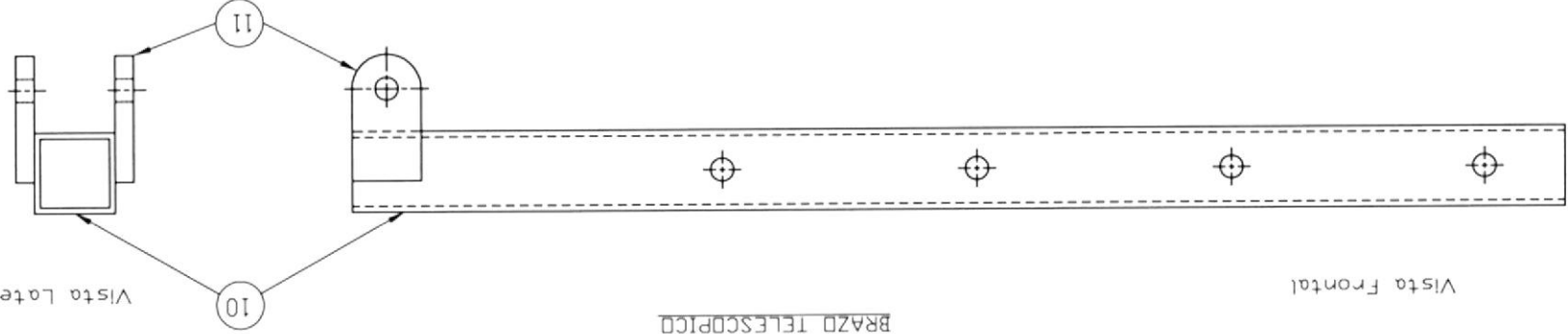
Profesor: Tecnlg. Fernando Angel

Dibujó: Lindao, Garcia, Jimenez

Vista Frontal

Vista Lateral

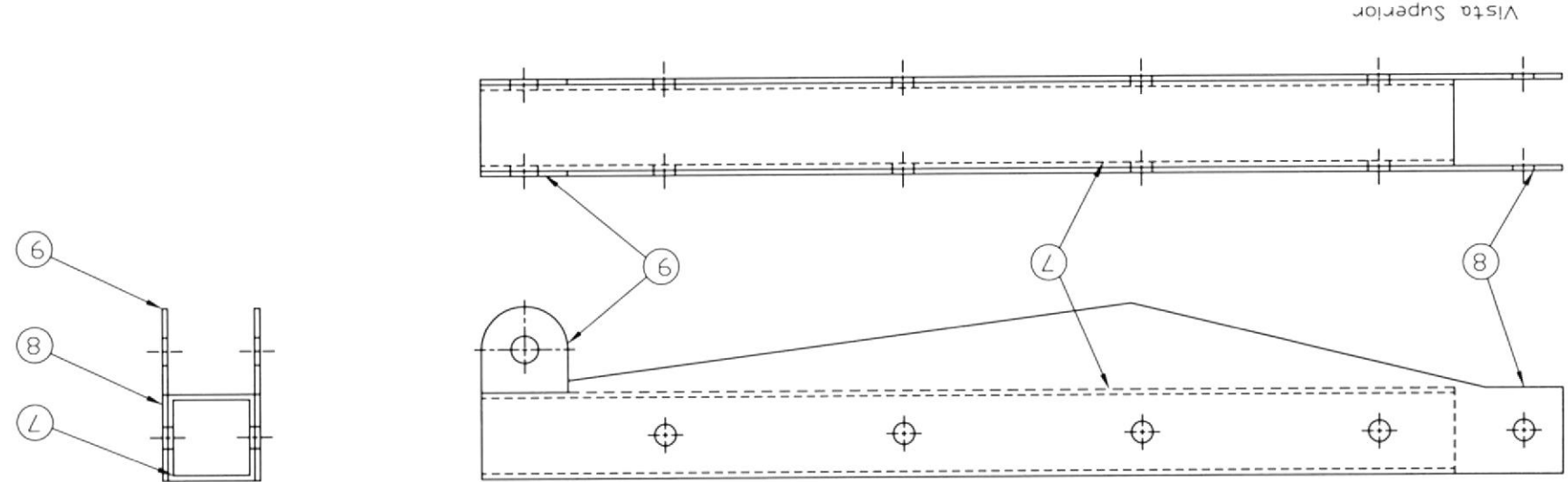
BRAZO TELESCOPICO



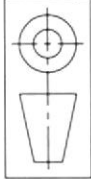
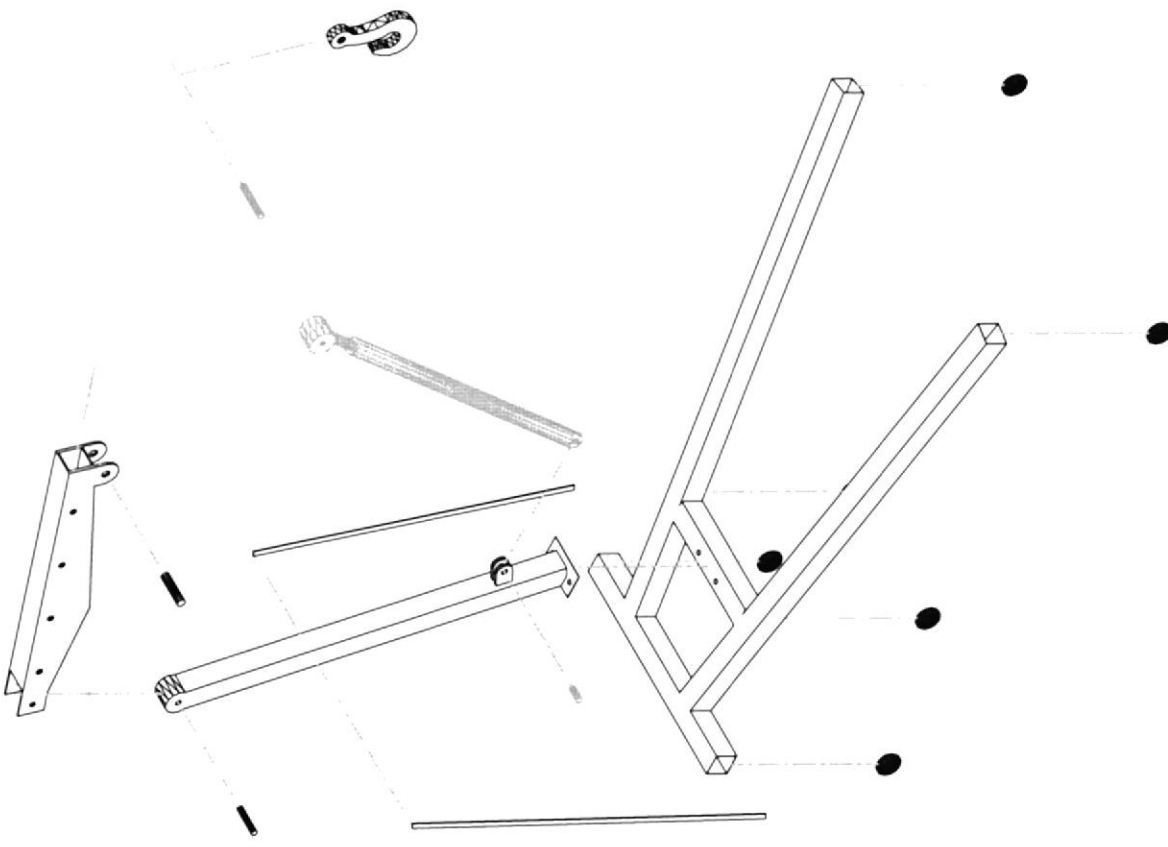
Vista Superior

Vista Lateral

BRAZO PIVOTE



TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS



ESCALA  
1 : 20

PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA

ESPOL

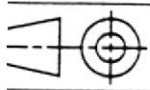
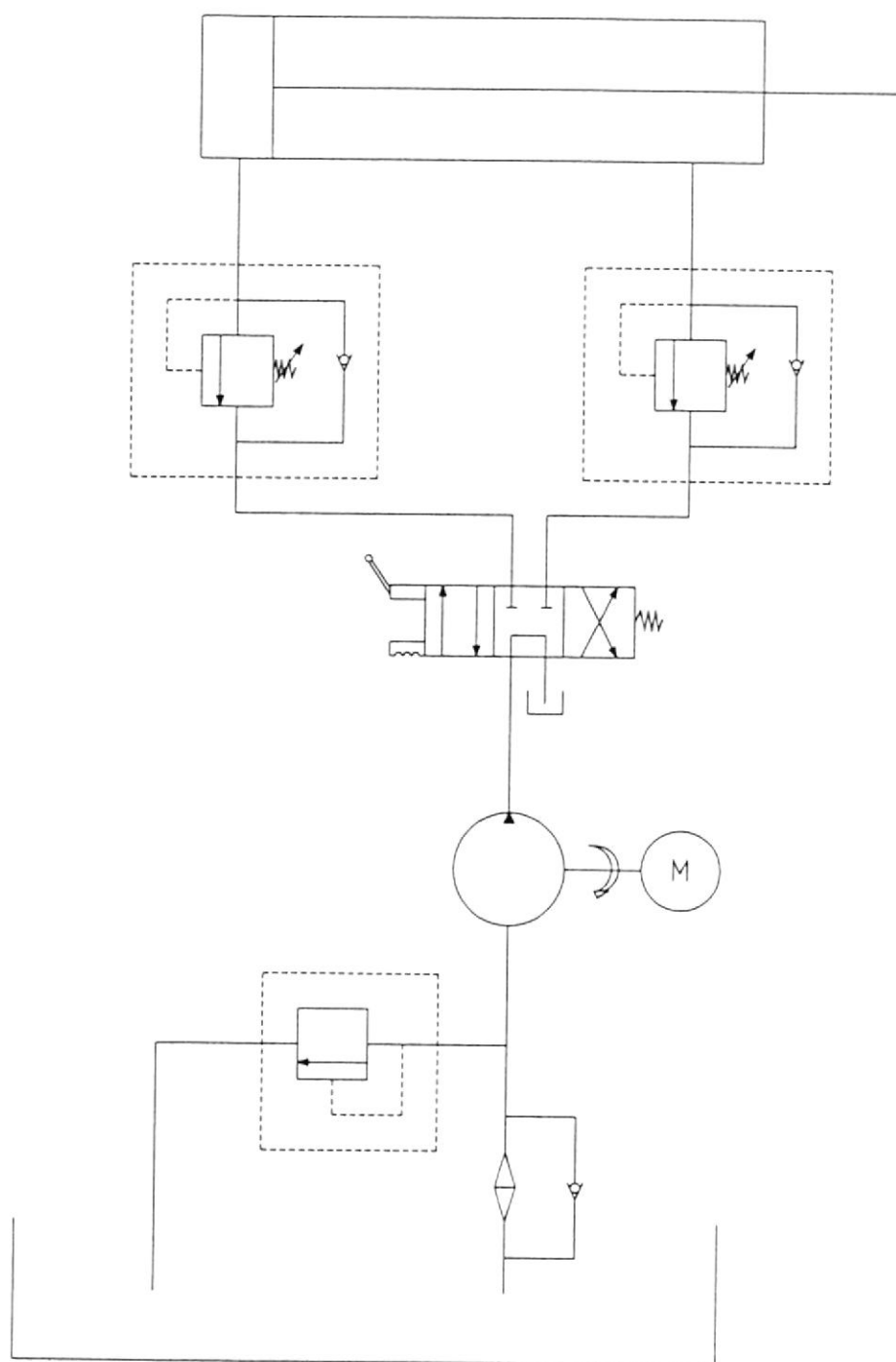
Dibujó: Lindao, García, Jimenez

Profesor: Tecnlg. Fernando Angel

Fecha: 31/05/06 Plano N° : 9

GRUA PLEGABLE 2.5 Ton

PLANO DE ENSAMBLE



PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA

ESPOL

ESCALA

GRUA HIDRAULICA AUTOMATIZADA

Dibujó: Lindao, García, Jimenez

1 : 1

DIAGRAMA DEL SISTEMA OLEOHIDRAULICO

Profesor: Tecnlg. Fernando Angel

Fecha: 06/02/07

Plano N° 1

27	Caja de Mandos eléctricos	200 x 300 x 150	1	
26	Ruedas fijas	5 inch	2	Para 600 Kg
25	Motor eléctrico	5 Hp	1	220V Trifásico
24	Ruedas fijas	5 inch	2	Para 600 Kg
23	Perno, arandela y tuerca	M20 x 120	8	grado 8.8
22	Perno, arandela y tuerca	M10 x 25	24	grado 8.8
21	Ruedas fijas	5 inch	2	Para 600 Kg
20	Ruedas giratorias	5 inch	4	Para 600 Kg
19	Gancho	---	1	Para 3 ton
18	Bomba Hidráulica	3 GPM	1	Bomba de Paletas
17	Acoples hembra y macho	---	10	Para manguera 3/4"
16	Manguera de Presión 3/4"	5000	1	Ver cálculos
15	Válvula Direccional 4/3	---	1	Rosca NPT 3/4"
14	Cilindro hidráulico	---	1	Ver cálculos
13	Platina	1100 x 50 x 3	2	
12	Plancha de 3mm	75 x 160	1	Acero estructural
11	Plancha de 16mm	60 x 60	1	Acero estructural
10	Tubo □ 70 x 70 x 4	1050	1	Acero estructural
9	Plancha de 8mm	80 x 80	2	Acero estructural
8	Plancha de 8mm	1000 x 160	2	Acero estructural
7	Tubo □ 80 x 80 x 4	1000	1	Acero estructural
6	Plancha de 12mm	75 x 50	2	Acero estructural
5	Acero 1018	∅80 x 70	2	
4	Tubo □ 70 x 70 x 4	1170	1	Acero estructural
3	Tubo □ 70 x 70 x 4	1780	2	Acero estructural
2	Tubo □ 70 x 70 x 4	435	1	Acero estructural
1	Tubo □ 70 x 70 x 4	800	1	Acero estructural
ITEM	DESCRIPCION	DIMENSIONES(mm)	CANT.:	OBSERVACIONES



PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA

ESPOL

ESCALA

GRUA HIDRAULICA AUTOMATIZADA

Dibujó: Lindao, García, Jimenez

Profesor: Tecnlg. Fernando Angel

LISTA DE MATERIALES

Fecha: 31/05/06

Plano N° :



## **FOTOGRAFIAS**



