



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**Diseño y construcción de una dobladora oleo-hidráulica de tubos
circulares de hasta 50 mm de diámetro exterior**

Trabajo de grado previo a la obtención del título de:

TECNÓLOGO EN MECÁNICA INDUSTRIAL

Autor:

ELVIS FREDDY IDROVO CASTRO

Director:

HERNÁN ARTURO VITERI CERDA

CUENCA ECUADOR

2015

DEDICATORIA

A mi esposa Karina y a mis hijas Emilia, Bianca y Juliana, por ser el pilar fundamental de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad del Azuay, en especial a la Facultad de Ciencia y Tecnología por brindarme la oportunidad de obtener una profesión.

Al personal docente y administrativo de la carrera de Ingeniería Automotriz por la confianza brindada para poder alcanzar la meta propuesta y un especial agradecimiento al Ingeniero Hernán Viteri Cerda por todo el apoyo recibido durante estos años demostrando que aparte de ser un gran maestro es un gran amigo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEORICO	3
1.1. El doblado.	3
1.1.1. Procedimiento del doblado.....	3
1.1.2. Tipos de Dobladoras.	4
1.2. Oleo hidráulica.	6
1.2.1. Características del Sistema Oleo hidráulico.....	7
1.3. Mecánica de Fluidos.	7
1.3.1. Fluidos Hidráulicos.	7
1.3.1.1. Función de los fluidos hidráulicos.	8
1.3.1.2. Propiedades de los fluidos hidráulicos.....	10
1.3.1.3. Viscosidad.....	11
1.3.1.4. Presión.....	12
1.3.2. Clasificación de los fluidos Hidráulicos.	12
1.3.2.1. Clasificación de los aceites lubricantes.....	13
1.3.2.2. Grado de viscosidad del Aceite.....	13
1.3.3. Partes de un sistema hidráulico.	14
1.3.3.1. Depósito o receptor.	14
1.3.3.2. Bombas y motores.....	14
1.3.3.3. Bomba Hidráulica.	15
1.3.3.4. Tuberías.....	18
1.3.3.5. Válvulas Hidráulicas.	18

1.4. Sistema eléctrico	20
1.5. Sistema mecánico.....	21
1.6. Generalidades del acero y sus tipos	22
1.6.1. Tipos de acero según la forma.	23
1.6.2. Tipo de aceros comerciales según su composición o proceso de formación. ..	24
CAPÍTULO II. DISEÑO DOBLADORA OLEO HIDRÁULICA	27
2.1. Introducción.	27
2.2. Elementos a diseñar.....	27
2.2.1. Dimensiones.....	27
2.2.2. Fuerza en el curvado.	28
2.2.3. Cálculo del cilindro.....	32
2.2.4. Cálculo de las dimensiones del depósito.....	36
2.2.5. Sistema mecánico.....	38
2.2.5.1. Cálculo de pasadores de rodillo	38
2.2.6. Cálculo de la estructura.....	41
2.2.6.1. Cálculo de la soldadura de la estructura.....	43
2.2.6.2. Cordón de soldadura a tope.....	44
2.2.6.3. Cálculo momento estructura elemento A.....	45
2.2.7. Cálculo pasador del vástago.....	47
2.2.8. Sistema Hidráulico.....	49
2.2.8.1. Selección del aceite hidráulico.....	49
2.2.8.2. Cilindro hidráulico.....	50
2.2.8.3. Selección de la tubería.....	50
2.2.8.4. Selección del Manómetro.....	51
2.2.8.5. Selección de la bomba.....	52
2.2.8.6. Depósito.....	52
2.2.9. Sistema eléctrico.....	53
2.2.9.1. Elección del motor eléctrico.....	53
2.2.9.2. Selección del breaker	54

CAPÍTULO III CONSTRUCCION Y MONTAJE DE LA DOBLADORA	55
3.1. Elaboración de plano y procesos de trabajo.....	55
3.2. Construcción y montaje	55
3.3. Construcción de la estructura base.....	56
3.4. Construcción del conjunto mecánico: poleas y ejes matrices	58
3.5. Ensamblaje del sistema mecánico.....	59
3.6. Sistema Hidráulico.....	61
3.7 Ensamble general de la dobladora.....	63
3.8. Costo de la construcción de la dobladora.....	65
3.8.1. Costos.....	65
3.8.2. Costos directos	65
3.8.2.1. Costos de materiales y equipo mecánico.	65
3.8.2.2. Costos de materiales y accesorios Hidráulicos.	66
3.8.2.3. Costo de materiales y equipo eléctrico.....	67
3.8.2.4. Costos Mano de obra.....	67
3.8.2.5. Costo alquiler Máquinas Herramientas.....	68
3.8.2.6. Costo Directos Totales	68
3.8.3. Costos Indirectos.....	69
3.8.4. Costos totales	69
CAPÍTULO IV. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	70
4.1. Pruebas de funcionamiento: Introducción.....	70
4.2. Mantenimiento de la Dobladora oleo hidráulica para tubos redondos.....	72
4.2.1. Sistema Eléctrico:	72
4.2.2. Sistema mecánico:.....	72
4.2.3. Sistema Hidráulico:.....	73
CONCLUSIONES:	74
RECOMENDACIONES:.....	75
BIBLIOGRAFÍA:.....	76
ANEXOS	80

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Características de las técnicas de doblado	3
Figura 1. 2. Dobladora manual.....	5
Figura 1. 3 Dobladora electromecánica	5
Figura 1. 4 Dobladora automática.....	6
Figura 1. 5 Características de los fluidos hidráulicos	8
Figura 1. 6 Clasificación de fluidos hidráulicos.....	12
Figura 1. 7 Tipos de bombas y motores	15
Figura 1. 8 Motor hidráulico	20
Figura 1. 9 Tipos de aleaciones férreas según el Instituto del Hierro y del Acero	26
Figura 2. 1 Ángulo a doblar	27
Figura 2. 2 Disposición inicial de los soportes	28
Figura 2. 3 Deformación del tubo en el proceso de doblado	29
Figura 2. 4 Viga simplemente apoyada.....	29
Figura 2. 5 Diagrama del cuerpo libre de la viga.....	29
Figura 2. 6 Deformación en el pandeo	35
Figura 2. 7 Fuerza del doblado.....	38
Figura 2. 8 Diagrama de cuerpo libre.....	38
Figura 2. 9 Esfuerzo cortante en dos secciones.....	40
Figura 2. 10 Diagrama cuerpo libre elemento A.....	41
Figura 2. 11. Perfil cuadrado.....	42
Figura 2. 12. Uniones de estructura soldada	44
Figura 2. 13. Esfuerzo cortante	47
Figura 2. 14 Sección sometida a corte.	47
Figura 2. 15 Cilindro de doble efecto.....	50
Figura 2. 16 Manguera hidráulica	50
Figura 2. 17 Manómetro.....	51
Figura 2. 18 Bomba de engranajes	52
Figura 2. 19 Motor eléctrico.....	54
Figura 3. 1 Estructura base.....	57
Figura 3. 2 Placa base.....	57

Figura 3. 3 Elementos mecanizados.....	58
Figura 3. 4 Pistón mecanizado	58
Figura 3. 5 Acople de estructura	59
Figura 3. 6 Platina para empotrado	60
Figura 3. 7 Brazo hidráulico.....	60
Figura 3. 8. Válvula manual de accionamiento fijada en la estructura	61
Figura 3. 9 Tanque en construcción	61
Figura 3. 10 Fijación en la base de la bomba y motor	62
Figura 3. 11. Acople entre bomba y motor	62
Figura 3. 12 Montaje del cilindro y sistema mecánico	63
Figura 3. 13 Montaje de la bomba	63
Figura 3. 14 Acople de tanque, bomba y motor	64
Figura 3. 15 Máquina ya ensamblada	64
Figura 4. 1 Tubo de pruebas de ½ pulgada	71
Figura 4. 2 Tubo de pruebas de 1 ¼.....	72

INDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1 Características del electrodo E6011	45
Tabla 2. 2 Detalle del equipo del circuito hidráulico	53
Tabla 2. 3 Diseño eléctrico	54
Tabla 3. 1 Detalle de costos Sistema Mecánico	65
Tabla 3. 2 Detalle de costos Sistema Hidráulico.....	66
Tabla 3. 3 Detalle de costos Sistema Eléctrico.	67
Tabla 3. 4 Detalle de costos Mano de Obra.	67
Tabla 3. 5 Detalle de costos alquiler máquinas herramientas.	68
Tabla 3. 6 Detalle de costos directos.....	68
Tabla 3. 7 Detalle de Costo indirecto.....	69
Tabla 3. 8 Costos Totales	69

INDICE DE ANEXOS

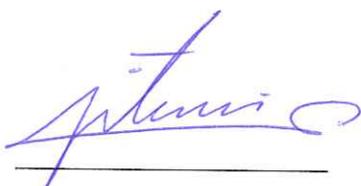
Anexo 1: Cilindro hidráulico	80
Anexo 2: Manguera hidráulica.....	81
Anexo 3: Manómetro con glicerina salida	82
Anexo 4: Bomba engranajes	83
Anexo 5: Adaptadores hidráulicos	84
Anexo 6: Tubo estructural cuadrado	85
Anexo 8: Planos y procesos de trabajo	87

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA DOBLADORA OLEO-HIDRÁULICA DE TUBOS CIRCULARES DE HASTA 50 MM DE DIÁMETRO EXTERIOR.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación parte de la necesidad de obtener una herramienta básica en la preparación de los materiales necesarios para la instalación de cercos eléctricos y tubos de escape que, a su vez permita abaratar costos de producción. Se ha planteado como objetivo general el diseñar y construir una dobladora oleo hidráulica manual para tubos de acero de hasta 50 milímetros de diámetro exterior, y como principal conclusión del presente trabajo se obtuvo el diseño de una herramienta de trabajo de fácil manejo, que permitió controlar el ángulo de doblado; a su vez el accionamiento mediante la válvula manual permitió controlar el ángulo de doblado ya que se puede detener el proceso en cualquier momento con el fin de realizar la verificación del acabado.

Palabras Claves: dobladora, sistema oleo hidráulico, sistema mecánico, doblado, elementos hidráulicos, tubos redondos.



Viteri Cerda Hernán Arturo

Director de Tesis



Torres Moscoso Diego Francisco

Director de Escuela



Idrovo Castro Elvis Freddy

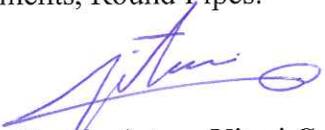
Autor

DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN OIL-HYDRAULIC BENDER FOR UP TO 50 MM O.D CIRCULAR PIPES

ABSTRACT

This research originates from the need for a basic tool in the preparation of the materials for the installation of electric fences and exhaust pipes, which in turn, will allow lowering production costs. The general objective proposed is the design and construction of a manual oil-hydraulic bender for steel pipes up to 50 mm outer diameter. The main result of this work was the design of a working tool, easy to use, which allowed controlling the bending angle. At the same time the propulsion by a valve enabled to control the bending angle, since the process can be stopped at any time in order to perform verification of the bending process.

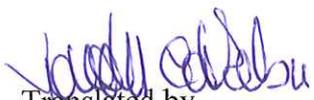
Keywords: Bender, Oil Hydraulic System, Mechanical System, Bending, Hydraulic Elements, Round Pipes.


Ing. Hernán Arturo Viteri C.
Thesis Director


Ing. Diego Francisco Torres M.
School Director


Elvis Freddy Idrovo Castro
Author


UNIVERSIDAD DEL
AZUAY
Dpto. Idiomas


Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Elvis Freddy Idrovo Castro

Trabajo de Graduación

Ing. Hernán Arturo Viteri Cerda. Msc.

Enero,2016.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA DOBLADORA OLEO-HIDRÁULICA DE TUBOS CIRCULARES DE HASTA 50 MM DE DIÁMETRO EXTERIOR.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación comprenderá el diseño y construcción de una dobladora oleo hidráulica accionada manualmente por un motor eléctrico, el mismo que servirá para realizar el doblado de tubos de acero galvanizado de hasta 50mm de diámetro exterior.

Este proyecto estará destinado para el mercado local de empresas que instalan cercos eléctricos y tubos de escape, donde se requieren doblar tubos de hasta 50 mm de diámetro exterior. Es importante destacar que en el mercado local existe una demanda para este tipo de trabajos, siendo pocos los talleres donde realizan este tipo de dobleces para tubos de más de 1 ¼” (32 mm) de diámetro (los generalmente utilizados); por otra parte, su costo es alto (\$ 0,80 por cada doblada) lo que encarece el costo de la instalación.

En razón de lo expuesto se construirá una máquina con el propósito de tener una herramienta básica en la preparación de los materiales necesarios para la instalación de cercos eléctricos y tubos de escape, abaratando costos de producción y permitiendo doblar en pequeñas cantidades.

Para la realización del presente trabajo se han establecido ciertos objetivos. Como objetivo general se planteó el diseñar y construir una dobladora oleo hidráulica manual para tubos de acero de hasta 50 mm de diámetro exterior. Por su parte los objetivos específicos son: a) Analizar los diferentes equipos con sus características útiles para el doblado de tubos, con el fin de seleccionar la mejor alternativa en función del trabajo a realizar; b) diseñar una herramienta de trabajo de fácil manejo, donde se pueda controlar el ángulo de doblado y el acabado; c) construir una máquina que permita un fácil mantenimiento y que permita ser transportada de un lugar a otro, y d) comprobar mediante pruebas mecánicas la confiabilidad del equipo.

Para la consecución de estos objetivos se hizo uso de distintos métodos, los que se detallan brevemente a continuación: a) El método bibliográfico que permitió indagar toda la información posible acerca del funcionamiento del sistema oleo hidráulico utilizado en el doblado de tubos; b) el método inductivo que permitió obtener datos para realizar el diseño de la estructura y elementos complementarios, de esta manera se escogieron los materiales y elementos adecuados para la construcción de la dobladora; c) el método deductivo con la finalidad de implementar en la estructura de la dobladora cada uno de los sistemas diseñados, tomando en cuenta las normas necesarias para un correcto funcionamiento de la máquina; d) el método analítico, puesto que se tomó en cuenta el cálculo y el estudio del sistema oleo hidráulico y de la estructura, las facilidades que presten para el correcto funcionamiento de los elementos mecánicos y la aplicación en el ámbito laboral; y, finalmente, e) el método experimental que permitió comprobar el funcionamiento de la dobladora, sus partes y estructura, así como verificar los dobles realizados y su acabado, por lo que en cada una de las fases del presente estudio resultó factible en razón que se contó con los recursos humanos, técnicos, materiales, financieros y académicos que aseguraron el desarrollo cabal del presente estudio.

CAPÍTULO I:

MARCO TEÓRICO

1.1. El doblado.

Es una transformación mecánica en la cual, el material metálico plásticamente deformable es forzado a tomar una forma distinta sin pérdida de material, ni alteraciones de masa o espesor. El proceso se puede conseguir aplicando diferentes técnicas como son el estiramiento tracción embutido o presión, y por compresión.

1.1.1. Procedimiento del doblado.

El doblado tubular se aplica al situar el tubo en la máquina. Con el accionamiento del mecanismo se produce el doblado del tubo en el punto que se desee en dimensión y forma.

Técnicas de doblado de tubos:

Se indica a las características de las diferentes técnicas de doblado.



Figura 1. 1 Características de las técnicas de doblado

Fuente: Autor.

Existen diferentes técnicas para doblar tubos pero las más comúnmente utilizadas son:

Doblado por estiramiento: con esta técnica se fija el tubo con mordazas frente a un bloque o dado formador, éste gira y se mueve alrededor del metal amoldándolo sobre sus formas. El material tubular que penetra en el doblador está apuntalado por una barra de presión, este procedimiento de doblado es el más frecuente para elaborar formas en tubos de perfil delgada o de radios pequeños. Se puede aplicar un mandril para evitar al máximo aplanados innecesarios y para poder evitar rebabas y cualquier imperfección en el proceso. En esta técnica el radio de curvatura máximo que se puede alcanzar es el de 180°.

Doblado a tracción embutido o presión: el material tubular se fricciona desde ambos extremos mientras se ejerce presión sobre un bloque formador. Esta técnica es utilizada para doblamientos de radios de gran espesor, y es apropiado para curvaturas que no lleguen a ser circulares, por este sistema, el radio mínimo de doblamiento en la línea de centro, es tres veces el diámetro, a no ser, que sea el material y la forma deseada tolerable a deformaciones o aplastamientos en la sección procesada en el doblamiento.

Doblado por compresión: el material para procesar, se fija en una mordaza y se obliga a envolverse en torno a un dado fijo y utilizando una mordaza deslizante. Esta técnica permite la utilización de una serie de dobleces que casi no dejan espacio libre entre ellos, el doblado por compresión es una técnica común, que por lo general se elabora manualmente sobre unos perfiles o tubos de mayores dimensiones y espesores de pared y radios de doblado más grandes.

1.1.2. Tipos de Dobladoras.

Dentro del mercado local podemos distinguir tres tipos de dobladoras: Manual, mecánica e hidráulica.

Dobladora Manual.- Este tipo de dobladora está conformada por una palanca manual y un eje de rotación. La dobladora manual tiene una gran aplicación en industrias pequeñas o talleres reducidos donde la demanda no hace necesaria una mayor inversión para estos acabados. El accionamiento es manual y el operario que lo manipula es el que debe calibrar el momento y forma del doblado. La ventaja es que tiene un costo bajo en su realización y el mantenimiento es sencillo. La ubicación no tiene gran problema y su instalación no es complicada.



Figura 1. 2. Dobladora manual

Fuente: (OLX, 2015)

Dobladora Electromecánica.- El selector eléctrico es el principal mecanismo utilizado en este tipo de dobladora, sirve para regular el ángulo de curvatura, así como la incorporación de un motor eléctrico que es el que proporciona la fuerza necesaria para realizar el doblado.



Figura 1. 3 Dobladora electromecánica

Fuente: (Tapia, 2010)

Entonces, es el operario el que realiza la fuerza necesaria para andar recolocando la pieza mientras acciona los mandos eléctricos. La transmisión del movimiento del motor se realiza mediante un embrague mecánico.

Dobladora de tubos hidráulica con accionamiento automático.- La dobladora está equipada de un mando hidráulico impulsado por una bomba, el actuador que realizara el trabajo será un cilindro hidráulico y la manera de regular el ángulo de curvado será mediante topes eléctricos.



Figura 1. 4 Dobladora automática

Fuente: (Guía de la industria, 2015)

Este doblamiento se puede realizar de manera simple y mecánica debido a la facilidad de carga y descarga de los materiales tubulares que se realiza de manera manual. Por otro lado, la fácil colocación de las matrices y la sencilla calibración de los ángulos de curvatura, permite transformar el doblado sin muchas complicaciones.

1.2. Oleo hidráulica.

La oleo hidráulica, frente a la mecánica tradicional, presenta las siguientes ventajas: reducción de desgaste y mantenimiento, está exenta de vibraciones y es de fácil

regulación de la velocidad. “El fluido utilizado es un aceite obtenido de la destilación del petróleo” (Tecnosanfran, 2014).

1.2.1. Características del Sistema Oleo hidráulico.

Los sistemas hidráulicos son aplicados en el mundo industrial para la transmisión y el control de potencia, estos se comparan, con sistemas eléctricos y mecánicos, pero disponen de la ventaja de ser compactos, confiables y buenos para multiplicar la fuerza, el término hidráulica se usó en un principio para referirse a cualquier aplicación en ingeniería, de las propiedades de los líquidos y especialmente del agua. En la actualidad, se usa para refiere al uso de líquidos en la transmisión de energía.

1.3. Mecánica de Fluidos.

Es una rama de la mecánica que se ocupa de los líquidos y gases en reposo como en movimiento. “Cuando se realiza el estudio sobre los gases (fluidos compresibles), la ciencia se denomina Aerodinámica. Cuando el estudio se refiere a los líquidos (fluidos incompresibles) se denomina hidráulica” (Viteri, 2010).

1.3.1. Fluidos Hidráulicos.

Características de los fluidos hidráulicos: Los fluidos hidráulicos tienen mayor influencia en los rendimientos y en la duración de cualquier sistema, pues resulta indispensable la utilización de fluidos limpios y de gran calidad para la consecución de un funcionamiento eficaz del sistema.

La gama de fluidos va desde el agua, los aceites, hasta los modernos compuestos que incorporan aditivos especiales que favorecen la obtención de fluidos hidráulicos con las particularidades adecuadas para cumplir su cometido específico. (Viteri, 2010)

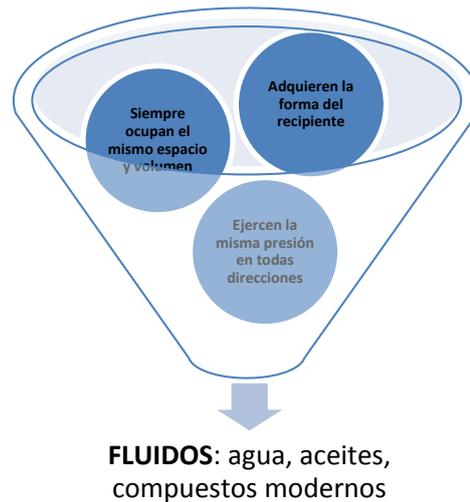


Figura 1. 5 Características de los fluidos hidráulicos

Fuente: Autor.

Entre las ventajas que se obtienen cuando se utilizan líquidos en un sistema hidráulico son:

- Los líquidos adquieren la forma del recipiente que los contiene, por tanto, también fluyen en cualquier dirección cuando pasan por tuberías y mangueras de cualquier forma y tamaño.
- Los líquidos son incompresibles, un líquido ocupa el mismo espacio o volumen, aún si se aplica presión.
- Los líquidos ejercen la misma presión en todas las direcciones, esto de acuerdo a la ley de pascal, donde dice que si se hace presión en un punto de una masa de líquido esta presión se transmite a toda la masa del líquido, por consiguiente, en un sistema cerrado de aceite hidráulico, una fuerza aplicada en cualquier punto, transmite igual presión en todas las direcciones a través del sistema.

1.3.1.1. Función de los fluidos hidráulicos.

Un fluido hidráulico tiene cuatro funciones esenciales que son: (Viteri, 2010)

1.- Transmisión de Potencia. Un sistema puede transmitir potencia hidráulica de forma instantánea de un área a otra. Por otro lado, para que se cumpla esta función, el

líquido debe discurrir con libertad a través de los ductos del sistema, en consecuencia, no todos los fluidos hidráulicos transmiten la potencia con la misma eficiencia.

2.- Lubricar las partes del sistema. Los fluidos hidráulicos, además de transmitir potencia lubrican a su paso las piezas en movimiento dentro del sistema, es por esta razón por la cual no se utiliza el agua para recorrer el sistema. La lubricación tiene la capacidad de crear una capa entre las superficies, de esta manera se permite el deslizamiento evitando en lo posible el contacto directo entre las piezas.

En función de esta definición la lubricación puede ser:

- **Hidrostática:** es aquella en que se presuriza el fluido para separar las superficies en movimiento, creando un cojín hidrostático entre ellas.
- **Hidrodinámica:** la película del fluido separa a las superficies por la presión generada por el movimiento (fuerza centrífuga) del mismo.
- **Untuosa:** cuando el fluido es capaz de mantenerse en contacto con las superficies sin necesidad de fuerzas externas.
- **De Extrema presión:** cuando el fluido es capaz de mantener la lubricación en aquellos casos en que hay contactos del micro crestas de las superficies.

3.- Refrigerar El sistema. El líquido debe ser capaz de absorber el calor generado en los diferentes puntos del sistema, especialmente el de fricción. Debe, además, tener otras propiedades como prevenir la oxidación y la corrosión de los componentes metálicos. Otra cualidad, debe evitar en lo posible la formación de espumas, aislar el aire, el agua y otros contaminantes, y en especial, mantener la estabilidad térmica evitando los cambios bruscos. (Viteri, 2010)

4.- Sellar. “Algunos componentes hidráulicos están diseñados para usar fluidos hidráulicos en lugar de sellos mecánicos entre sus partes la propiedad del fluido de

tener acción sellante depende de su viscosidad que es la medida de la resistencia de un fluido para fluir a una temperatura determinada” (AIU, 2014).

1.3.1.2. Propiedades de los fluidos hidráulicos.

Al hablar de las propiedades de los fluidos nos referimos con frecuencia a sus medidas en diferentes condiciones (Viteri, 2010), llamaremos condiciones normales o estándar, salvo si se diga lo contrario a las que se producen al nivel del mar, Temperatura de 4°C y latitud 45°.

Densidad, densidad relativa.

La inercia es la propiedad de la materia mediante el cual ésta no puede cambiar su estado de reposo o de movimiento sin la actuación de una fuerza externa que es la fuerza de inercia, cuyo valor es proporcional al producto de la masa por la aceleración. Se define la densidad de un fluido como la masa por unidad de volumen. Se llama también densidad absoluta o masa específica. (Tucnoros, 2012)

“La densidad de los fluidos varía con la temperatura y la presión, la variación en los líquidos es muy pequeña, salvo para presiones muy altas” (Tucnoros, 2012). Se llama densidad relativa de una sustancia a la relación entre la masa de la sustancia comparada con la masa de un mismo volumen de agua en condiciones normales.

Peso Específico, Peso específico relativo.

El peso es la atracción debida a la masa terrestre, siendo su manifestación externa una fuerza dirigida hacia el centro de la tierra que produce una aceleración cuyo valor en condiciones normales es: $g = 9.80665 \text{ m/s}^2$

“El peso específico es el peso por unidad de volumen. El peso específico de un fluido varia con la temperatura y la presión. La variación en los líquidos es muy pequeña, salvo presiones muy altas” (Mott, 2006).

Volumen específico.

El volumen específico se puede definir de dos maneras diferentes: El volumen por unidad de masa o sea recíproco de la densidad, y el volumen por unidad de peso, o sea el recíproco del peso específico. (Mott, 2006)

1.3.1.3. Viscosidad.

“Es la propiedad del fluido mediante el cual este ofrece resistencia al esfuerzo cortante. La deformación en los fluidos aumenta constantemente bajo la acción de un esfuerzo cortante por pequeño que este sea” (Streeter, Wylie, & Bedford, 2000).

Variación de la Viscosidad.

“La viscosidad depende de la cohesión entre las moléculas y de la velocidad de transferencia de cantidad de movimiento” (Negrete & Agustín, 2005, pág. 235). Por consiguiente, en un líquido es más trascendente la cohesión que la transferencia de cantidad de movimiento, de manera contraria es lo que ocurre con un gas. Al aumentar la temperatura, disminuye el grado de cohesión y aumenta la cantidad de transferencia del volumen de movimiento. Podemos por tanto concluir que:

- En los líquidos la viscosidad disminuye al aumentar la temperatura.
- En los gases la viscosidad aumenta al aumentar la temperatura.

Para presiones ordinarias la viscosidad es independiente de la presión, aunque para presiones muy elevadas, los gases y la mayor parte de los líquidos muestran variaciones erráticas en la viscosidad.

1.3.1.4. Presión.

La presión en un punto se define como el valor absoluto de la fuerza por unidad de superficie a través de una pequeña superficie que pasa por ese punto y en el sistema internacional es el pascal ($1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2$), en el caso de los fluidos en reposo, la fuerza ejercida sobre una superficie debe ser siempre perpendicular a la superficie.

Principios físicos.- “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” (Lorient Lardiés, 2010, pág. 20).

1.3.2. Clasificación de los fluidos Hidráulicos.

Existen tres clases básicas de fluidos hidráulicos que son los siguientes:

1. Líquidos de base acuosa. Aceite mineral en agua, Agua en aceite mineral, agua con glicerina y glicol con agua.
2. líquidos sintéticos: esteres fosfatos y siliconas.
3. Aceites minerales y vegetales.

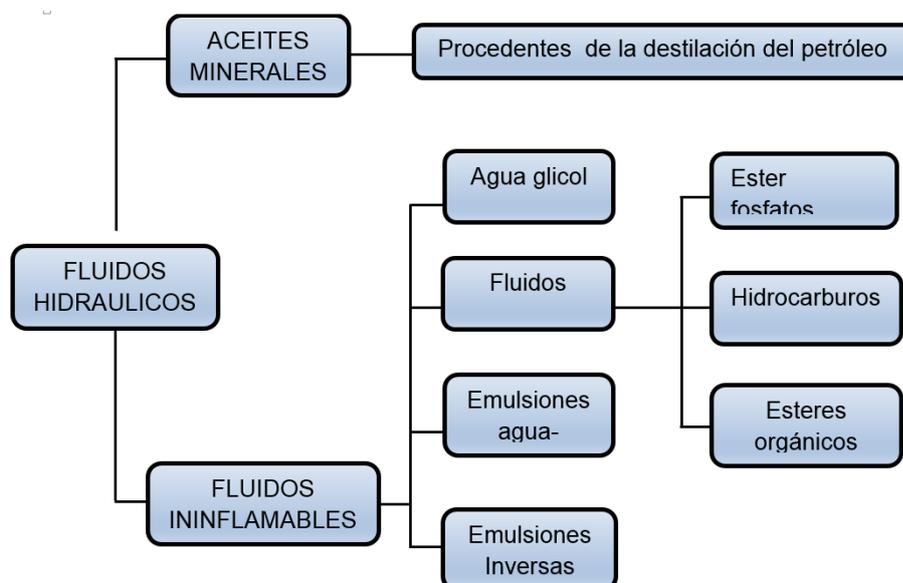


Figura 1. 6 Clasificación de fluidos hidráulicos

Fuente: Autor.

Aceites Minerales.- Son los derivados del petróleo y su elaboración, se da después de múltiples procesos en una refinería, el petróleo tiene diferentes componentes por lo que lo hace indicado para distintos tipos de producto final siendo el más adecuado para obtener aceites el crudo parafínico.

Aceites sintéticos.- No tiene su origen directo del petróleo sino que son creados de productos sub-petrolíferos combinados en procesos de laboratorio, al ser más largo y compleja su elaboración, resultan más caros que los aceites minerales.

1.3.2.1. Clasificación de los aceites lubricantes.

SAE (Society of Automotive Engineers) Sociedad de Ingenieros Automotrices.

API (American Petroleum Institute) Instituto de petróleo Americano.

ASTM (American Society for Testing Materials) Sociedad Americana de prueba de materiales. (AIU, 2014)

1.3.2.2. Grado de viscosidad del Aceite.

“El índice SAE solo indica como es el flujo de los aceites a determinadas temperaturas, es decir su viscosidad” (Tabango & Heredia, 2012, pág. 7), por lo que no tiene que ver con la calidad del aceite, contenido de aditivos, funcionamiento o aplicación para condiciones de servicio.

“La clasificación SAE está basada en la viscosidad del aceite a dos temperaturas, en grados Fahrenheit 0°F y 210°F equivalentes a -18C y 99°C estableciendo ocho grados SAE para los mono grados y seis para los multigrados” (AIU, 2014, pág. 7).

1.3.3. Partes de un sistema hidráulico.

Para transmitir y controlar potencia a través de los líquidos a presión, se requiere un conjunto de componentes interconectados. Se refiere comúnmente al conjunto como sistema, el número y el conjunto de componentes varían de sistema a sistema dependiendo del uso al que se le va a dar, en muchas aplicaciones, un sistema principal de potencia alimenta a varios subsistemas, el sistema completo puede ser una pequeña unidad compacta, sin embargo los componentes se ubican en puntos extensamente separados para un conveniente control y operación del sistema.

Los componentes básicos de un sistema de potencia fluida son esencialmente iguales, sin importar si el sistema utiliza un medio hidráulico o neumático, los componentes básicos que se utilizan en un sistema hidráulico son:

- Depósito o receptor.
- Bombas y motores.
- Líneas (cañerías, tuberías, o manguera flexible).
- Válvulas de Control direccional.

1.3.3.1. Depósito o receptor.

La principal función del tanque o deposito es almacenar aceite, también su función es aliviar la carga térmica y la de separar el aire del aceite. “Deben tener la resistencia y capacidad adecuada y no deben dejar entrar suciedad externa, generalmente son herméticos,” (AIU, 2014, pág. 7).

1.3.3.2. Bombas y motores.

Nos proporcionan una presión y caudal adecuado de fluido al sistema, la figura nos muestra los diferentes tipos de bombas y motores existentes.



Figura 1. 7 Tipos de bombas y motores

Fuente: Autor.

1.3.3.3. Bomba Hidráulica.

Su función es transformar la energía mecánica en energía hidráulica, en forma de flujo de fluido. “Cuando el aceite encuentra resistencia se crea la presión, la resistencia se puede producirse a medida que el flujo pasa por las mangueras, orificios, conexiones, cilindros, motores o cualquier elemento del sistema que impida el paso libre del flujo aunque las bombas no generan directamente la presión, deben diseñarse para soportar los requerimientos de presión del sistema” (AIU, 2014, pág. 7). Existen dos tipos de bombas regulables y no regulables.

Bombas no Regulables: Tienen mayor espacio libre entre las piezas fijas y en movimiento que el espacio libre existente en las bombas regulables. El mayor espacio libre permite el empuje de más aceite entre las piezas a medida que la presión de salida (resistencia al flujo) aumenta.

La eficacia de las bombas no regulables no lo son menos de las regulables, dado que “el flujo de salida de la bomba disminuye considerablemente a medida que aumenta

la presión de salida, y estas se usan en aplicaciones de presión baja, generalmente son de dos tipos: de rodete centrífugo y de hélice axial” (Instituto Gabriela Mistral, 2010, pág. 5).

Bombas regulables: “Las bombas regulables tiene menos espacio libre que las bombas no regulables, esto reduce las fugas y produce una mayor eficiencia cuando se usan en sistemas hidráulicos de presión alta, en una bomba regulable el flujo de salida es prácticamente el mismo por cada revolución de la bomba” (Instituto Gabriela Mistral, 2010, pág. 5). Las bombas regulables son de tres tipos básicos: de engranajes, de paletas y de pistones y se clasifican de acuerdo con el control de flujo de salida y el diseño de la bomba, su capacidad nominal se expresa de dos formas: por la presión de operación máxima del sistema con la cual la bomba se diseña; y la otra forma, es por la salida específica suministrada, expresada ya sea en revoluciones o en la relación entre la velocidad y la presión específica.

Bombas de Engranaje: Son compactas, económicas y están compuestas de pocas piezas móviles, “estas se componen de dos engranajes generalmente del mismo tamaño, las mismas que se engranan entre si dentro de una carcasa, el engranaje impulsor es una extensión del eje impulsor, cuando gira impulsa al segundo engrane, cuando ambos engranajes giran el fluido introduce a través del orificio de entrada, este fluido queda atrapado entre la carcasa y se empuja a través del puerto de salida, la bomba genera flujo y, bajo presión, transfiere energía mecánica hasta un actuador de potencia hidráulica” (AIU, 2014, pág. 3).

Bombas de Paleta:

Existen dos tipos de bombas de paleta que son las siguientes:

No Balanceadas.- “La parte giratoria de la bomba o el conjunto del rotor se ubica fuera del centro del anillo de leva o carcasa, el motor está conectado a un motor eléctrico mediante un eje” (AIU, 2014, pág. 3). Debido a la fuerza centrífuga el rotor

gira las paletas que se desplazan hacia afuera, de esta manera, hacen contacto con el anillo o la carcasa formando un sello positivo. De esta manera, el fluido penetra en la bomba y cubre el área de volumen grande formada por el rotor descentrado. Cuando el fluido alrededor de la leva es empujado por las paletas el volumen disminuye y a través del puerto de salida el fluido es presionado a salir. (AIU, 2014, pág. 3)

Balanceadas.- En la bomba de paletas no balanceadas, una mitad del mecanismo de bombeo se encuentra a una presión inferior a la atmosférica mientras que la otra mitad está sometida a la presión total del sistema. Esto produce como resultado una carga en los costados sobre el eje, mientras se encuentra bajo condiciones de alta presión. Para compensar esto, la forma del anillo en una bomba de paletas balanceadas cambia de circular a una forma de leva, con este diseño, los dos cuadrantes de presión se oponen entre sí. Dos puertos se encargan de la entrada del fluido y otros dos bombean el fluido hacia afuera. Los dos puertos tanto de entrada como de descarga están conectados dentro de la carcasa, la fuerza excesiva o la acumulación de presión sobre el uno de los lados es neutralizada por las fuerzas equivalentes pero opuestas sobre el otro lado. Cuando las fuerzas se equilibran, se elimina la carga en los costados del eje. (AIU, 2014, pág. 3)

Bombas de Pistón:

“Las bombas de pistón axial convierten el movimiento giratorio de un eje de entrada en un movimiento axial de vaivén, que se produce en los pistones” (AIU, 2014, pág. 4). Esto se consigue a través de una placa basculante que resulta fija o variable en su grado de ángulo cuando el conjunto del barril de pistón gira, los pistones giran alrededor del eje con las zapatas de los pistones tomando contacto y deslizándose sobre la superficie de la placa basculante, con la placa basculante en posición vertical, no se produce ningún desplazamiento ya que no hay movimiento de vaivén. A medida que el ángulo de la placa aumenta, él pistón se mueve hacia adentro y hacia afuera del barril siguiendo el ángulo de la placa basculante (AIU, 2014, pág. 4)

1.3.3.4. Tuberías.

Las tuberías utilizadas en un sistema oleo hidráulico pueden ser metálicas con tubos rígidos conformados a la medida o pueden ser mangueras de goma con una o varias capas de alambre de hacer trenzado en su interior, dependiendo de la presión para el cual están diseñados, para su instalación en un circuito se deben tener en cuenta las siguientes observaciones: (Soc. Covarrubias, 2013).

- Se recomienda dejar un largo apropiado a la tubería ya que los tubos flexibles sometidos a trabajo sufren estiramiento.
- Se debe mantener un amplio radio de curvatura con el fin de evitar el colapso o restricción del fluido, a más de tener una longitud apropiada.
- Hay que evitar el contacto entre mangueras para que no se produzcan desgastes de las superficies, para lo cual se recomienda el uso de adaptadores, codos o curvas apropiados, se debe también evitar el contacto con piezas móviles o con fuentes de calor (Soc. Covarrubias, 2013).

1.3.3.5. Válvulas Hidráulicas.

Existen varios tipos de válvulas hidráulicas las mismas que sirven para controlar el flujo entre una bomba y los cilindros, entre los más comunes están:

Válvulas Hidráulicas de control direccional: Operan “principalmente la ruta y la desviación de una corriente de fluido, incluyendo el arranque y el paro, sin afectar el nivel de presión o el gasto del flujo” (Mecalux, 2015) “Las válvulas para controlar la dirección del movimiento de un cilindro o de un motor de aire o hidráulico tienen tres, cuatro, o a veces cinco vías” (Afternic, 2014).

Válvulas de control de flujo: Este tipo de válvulas dirigen la cantidad de fluido en tránsito. La manera más recurrida para controlar la velocidad del trayecto de pistón de un cilindro es regulado el volumen de fluido que circula fuera del cilindro. (ASHM, 2014).

Válvulas Hidráulicas de control de presión o válvulas de alivio: Las válvulas de control de presión controlan el máximo del nivel de presión. Las válvulas de alivio restringen los niveles de presión máxima a través de la línea de la bomba o en alguna de las conexiones. Esta presión máxima cede a la elevación del circuito, y se mantiene obturada en los espacios donde la presión es menor sobre el máximo permitido en el circuito. Para dar una vía de salida al aceite, la válvula se abre y de esta manera se descarga del proceso que produce la presión sobre el sistema. (ASHM, 2014).

Válvulas hidráulicas selectoras de flujo: “Este tipo de válvulas permiten que una bomba suministre a dos circuitos separados” (ASHM, 2014), distribuyendo el flujo según se desee entre una ruta del flujo u otra.

Válvulas hidráulicas divisoras de flujo: “Las válvulas divisoras del flujo pueden ser usadas en aplicaciones en donde dos circuitos van a ser suministrados con la misma bomba así como sistemas de dirección asistida, en marcha el flujo de aceite suministrado a la parte de entrada es dividido en dos flujos, el flujo prioritario y el flujo excedente” (ASHM, 2014).

Válvulas hidráulicas check: “Esta válvula asegura al cilindro en su posición cuando una válvula direccional esté en su posición neutral” (ASHM, 2014). Entonces, este tipo de válvula favorece el flujo en una determinada dirección. Con la válvula check, el cilindro permanece en la posición en que se depositó, y de esta manera se previenen los accidentes como puede ser la pérdida de la carga o un desequilibrio por el contrapeso producido.

1.3.3.6. Motor Hidráulico.

El motor hidráulico convierte la energía hidráulica en energía mecánica, el motor hidráulico usa el flujo de aceite enviado por la bomba y lo convierte en un movimiento rotatorio para impulsar otro dispositivo (AIU, 2014, pág. 4).

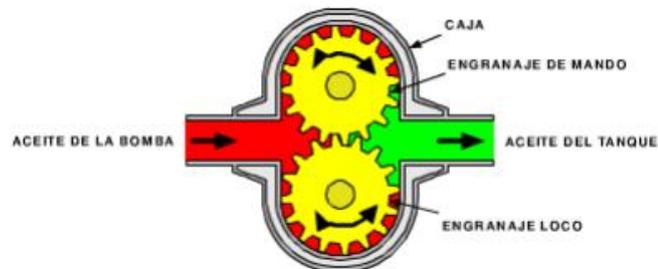


Figura 1. 8 Motor hidráulico

Fuente (AIU, 2014, pág. 4)

El movimiento rotatorio es generado por la presión. Estos motores se pueden clasificar en dos grandes grupos: el primero es un tipo rotatorio en el que los engranajes son accionados directamente por aceite a presión; el segundo, de tipo oscilando, el movimiento es generado por la acción oscilatoria de un pistón o percusor (este último tiene más eficiencia). (AIU, 2014)

1.4. Sistema eléctrico

El sistema eléctrico es una combinación de varios elementos que sirven para controlar el accionamiento de una dobladora. Comienza con el arranque del motor hasta llegar al sistema de control automático de la máquina. Este tipo de sistemas está compuesto por fusibles, relés, interruptores, pulsantes, contactores y el motor eléctrico. (Moreno, 2010)

- Fusible.- Es un componente cuya misión es la protección del sistema eléctrico. Defiende de sobrecargas y cortos circuitos. La circulación de

corriente es normal hasta que se corta por una superación del valor establecido para la protección del sistema eléctrico.

- Relé Térmico.- Este componente se utiliza para la protección de los motores sobre las sobrecargas prolongadas y débiles. El relé puede ser utilizado tanto en corriente alterna como en corriente continua.
- Interruptores.- Es un dispositivo utilizado para interrumpir o desviar el paso de la corriente eléctrica, siendo sus aplicaciones muy utilizadas tanto en circuitos simples como en complejos sistemas eléctricos.
- Contactores.- Este componente, tiene la capacidad de cortar el suministro de energía eléctrica de un receptor o instalación, puede ser accionado a distancia a través de la bobina de lleva incorporada internamente.
- Motor eléctrico.- El motor eléctrico, es una máquina que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de campos magnéticos, los mismos pueden ser utilizados en varios servicios, estos pueden funcionar mediante corriente eléctrica o a baterías.

1.5. Sistema mecánico

Es la combinación de los elementos que se necesita para la transmisión de la potencia y de los componentes necesarios para construir la dobladora, entre los elementos necesarios dentro de un sistema mecánico tenemos los ejes, perfiles estructurales, elementos de sujeción, matrices. (Moreno, 2010)

- Ejes.- Son los elementos que controlan la geometría del movimiento que se emplea para transmitir la potencia o movimiento y constituye el eje de rotación de varios elementos dentro de la estructura de la dobladora.
- Perfiles Estructurales.- Es la parte estructural de la maquina la que soporte todo el esfuerzo, como es el peso de los elementos mecánicos y los esfuerzos que se producirán al momento de realizar el doblado, será construida con tubería estructural tales como ángulos, correas, platinas, tubos estructural.
- Elementos de sujeción. Dentro de la estructura de la dobladora los elementos de sujeción son una importante estructura. Hay dos tipos de sujetadores: los permanentes colocados en remaches o acoplados en soldaduras; y los desmontables, en este caso, como los pernos, tornillos, espárragos, tuercas, pasadores, anillos, chavetas.
- Matrices.- Estas piezas con forma de tubo son imprescindibles para acometer el doblado. La función de la matriz es la dar el apoyo necesario para el doblado y para compensar o apoyar los esfuerzos de la maquinaria en el doblado. La matriz debe mantener su forma durante todo el proceso de doblado. (Moreno, 2010)

1.6. Generalidades del acero y sus tipos

El acero es un material metálico formado básicamente por una aleación de hierro con un poco de carbono y a veces algunos aditivos. La cantidad de carbono no supera el 2,1% en peso del total de hierro y carbono, siendo entre 0,2% y 0,3% los porcentajes habituales. (Kalpakjian & Schmid, 2002)

“Los metales y las aleaciones ferrosas contienen hierro como metal base; las categorías generales son aceros al carbono y de aleación, los aceros inoxidables, los aceros para herramientas y dados, los hierros fundidos y los aceros fundidos” (Kalpakjian & Schmid, 2002, pág. 137). En este sentido, entonces, el hierro puro es un metal muy dúctil pero de baja resistencia. El carbono le da dureza y resistencia. En función del porcentaje de carbono se obtienen diferentes tipos de acero, es decir, un acero con mucho carbono será un acero muy resistente y muy duro, pero también muy frágil, y un acero con poco carbono será poco resistente y poco duro, pero con menos fragilidad.

Porcentajes mayores que el 2,0% y hasta el 4% de carbono dan lugar a fundiciones quebradizas que no se puede forjar. Esta circunstancia, pero, se circunscribe a los aceros al carbono en los cuales este último es el único elemento aliante o los otros presentes lo están en cantidades muy pequeñas, puesto que, de hecho hay multitud de tipo de acero con composiciones muy diversas que reciben denominaciones específicas en virtud ya sea de los elementos que predominan en su composición (aceros al silicio), de su susceptibilidad a ciertos tratamientos (aceros de cementación), de alguna característica potenciada (aceros inoxidables) e incluso en función de su uso (aceros estructurales). Normalmente estas aleaciones de hierro se engloban bajo la denominación genérica de aceros especiales, razón por la cual aquí se ha adoptado la definición de los comunes o "al carbono" que, además de ser los primeros fabricados y los más empleados, y aproximadamente el 90% del acero comercializado es "al carbono" sirven de base para los otros. Esta gran variedad de aceros trajo a William Siemens a definir el acero como, “un compuesto de hierro y otra sustancia que incrementa su resistencia” (Kalpakjian & Schmid, 2002, pág. 144).

1.6.1. Tipos de acero según la forma.

Las formas más comunes de los aceros que se utilizan en la industria mecánica y metálica se pueden clasificar en tres grandes grupos: palastros, barras y perfiles.

Palastros: “Son chapas laminadas de medidas que oscilan entre 1 x 2 metros y 3 x 3 metros” (Jiménez Torres, 2015).

Barras: Son piezas mucho más largas que anchas, macizas y de secciones variables. Tienen diferentes formas: hexagonal, redondo, cuadrado, triangular, media caña, platinas, etc. Si la sección de la barra es redonda y su diámetro menor de 5 mm, teniendo una gran longitud, se denomina alambre. Cuando las platinas tienen un grueso muy pequeño y gran longitud se denominan flejes.

Perfiles: Son piezas vacías de secciones variables, la longitud puede ir de 5 y 12 metros. Los perfiles más usuales son: angular, IPN (doblete), en T, tubular, cuadrado y rectangular. Hay otros perfiles, denominados especiales que se utilizan para otros usos, como ventanas, puertas de coches, estructuras de aviones, etc. Se obtienen por laminado, y su longitud es de 4 a 12 m. los más corrientes son: Doble T Utilizadas como vigas hay hasta 600 mm de altura; En forma de U, vigas compuestas, de hasta 300 mm de altura; Zeta De dimensiones comprendidas entre 30 a 200 mm; Tubo que puede ser de sección cuadrada, circular, etc. (Jiménez Torres, 2015)

1.6.2. Tipo de aceros comerciales según su composición o proceso de formación.

Acero aleado o especial: Acero al cual se han añadido elementos no presentes en los aceros al carbono. (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2012)

Acero auto templado: Acero que adquiere el temple por simple enfriamiento en el aire, sin necesidad de sumergirlo en aceite o en agua.

Acero calmado o repuesto: Acero que ha sido completamente desoxidado antes de colarlo, mediante la adición de manganeso, silicio o aluminio.

Acero de construcción: Acero con bajo contenido de carbono y adiciones de cromo, níquel, molibdeno y vanadio.

Acero de rodamientos: Se obtiene a partir de aleaciones del 1% de carbono y del 2% de cromo. Se emplea en la construcción de rodamientos a bolas y en general.

Acero dulce: Denominación general para todos los aceros no aliados.

Acero duro: Es el que un golpe templado presenta un 90% de martensita.

Acero efervescente: Acero que no ha sido desoxidado por completo antes de abocarse en los moldes.

Acero indeformable: No experimenta prácticamente deformación geométrica tanto en caliente (materias por trabajo en caliente) cómo en curso de tratamiento térmico de temple (piezas que no pueden ser mecanizadas después del templado endurecedor)

Acero inoxidable: “Resistente a la corrosión, de una gran variedad de composición, pero que siempre contiene un elevado porcentaje de cromo (8-25%). Se usa cuando es absolutamente imprescindible evitar la corrosión de las piezas. Se destina sobre todo a instrumentos de cirugía y aparatos sujetos a la acción de productos químicos o del agua del mar” (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2012).

Acero magnético: Aquel con el cual se fabrican los imanes permanentes.

Acero no magnético: Tipo de acero que contiene aproximadamente un 12% de manganeso y no tiene propiedades magnéticas.

Acero modelado: Acero de cualquier clase a que se da forma mediante el relleno del molde cuando el metal esta todavía líquido.

Acero rápido: Acero especial que tiene gran resistencia al choque y a la abrasión. Los más usados son los aceros tungsteno, en molibdeno y al cobalto, que se emplean en la fabricación de herramientas de corte.

Acero refractario: Tipo especial de acero capaz de soportar agentes corrosivos a altas temperaturas.

Aceros forjados: Son aceros que han sufrido una modificación en su forma y su estructura interna ante la acción de un trabajo mecánico realizado a una temperatura por encima de la re cristalización.

A continuación la figura indica la clasificación de los aceros según el Instituto del hierro y del acero los divide en la siguiente clasificación:

**Clases de aleaciones férreas
según el Instituto del Hierro
y del Acero**

- F100 = Aceros finos de construcción.
- F200 = Aceros finos de usos especiales.
- F300 = Aceros resistentes a la oxidación y corrosión.
- F400 = Aceros de emergencia.
- F500 = Aceros para herramientas.
- F600 = Aceros comunes.
- F700 = Aceros para moldear.
- F800 = Fundiciones.
- F900 = Aleaciones férreas especiales.

Figura 1. 9 Tipos de aleaciones férreas según el Instituto del Hierro y del Acero

Fuente: (Domínguez & Ferrer, 2011, pág. 148)

El Instituto del Hierro y del Acero (IHA) creó una clasificación de los aceros en 5 series diferentes y digitalizadas en un código numérico. Cada una de estas series se divide en otros grupos dependiendo de su característica técnica.

CAPÍTULO II

DISEÑO DOBLADORA OLEO HIDRAULICA

2.1. Introducción.

Las condiciones, características, cualidades y prestaciones de una máquina son aspectos importantes a la hora de buscar la realización de un trabajo bien hecho. Su fabricación depende de muchos factores que van desde su constitución y tamaño, hasta el tipo de sistema de funcionamiento, los sistemas de control, la facilidad de operación, etc.

El presente diseño tiene como base la experiencia de trabajos previamente realizados en manejo de maquinaria, incluyéndose alternativas, recomendaciones de fabricantes, así como sugerencias propias, además de los datos extraídos de la investigación.

2.2. Elementos a diseñar

2.2.1. Dimensiones.

De acuerdo a la experiencia adquirida con los años de trabajo dentro del sector eléctrico en lo concerniente a la instalación de cercos eléctricos, se requiere diseñar un máquina que permite doblar específicamente tubos redondos de 1", 1 1/4", 1 1/2" y 2" para lo cual se diseña la estructura necesaria para realizar el doblar ángulo máximo de 120°.

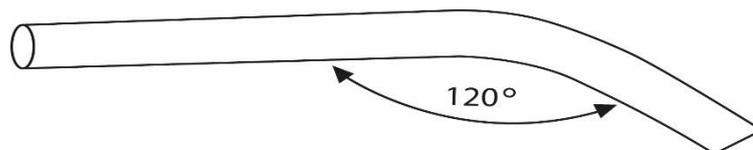


Figura 2. 1 Ángulo a doblar

Fuente: Autor.

Para la determinación de la forma de la máquina se tomaron en cuenta maquinarias existentes en el mercado local, recomendaciones dadas por técnicos en mecánica industrial, así como la facilidad en su construcción, operación, mantenimiento y traslado. A partir de esto se vio como una buena alternativa, una máquina basada en un mesa de trabajo fabricada en tubo estructural cuadrado de 50mm x 50mm x 2mm con las dimensiones de 60 cm. De ancho 80 cm del largo por 90 cm de alto.

2.2.2. Fuerza en el curvado.

Se determinará la fuerza en el curvado. Un punto importante al momento de curvar, es la ubicación de los soportes, fijos, giratorio y el soporte móvil, esto con el fin de lograr el trabajo de la manera requerida, la figura nos muestra la disposición inicial de los soportes al empezar el doblado de tubos.

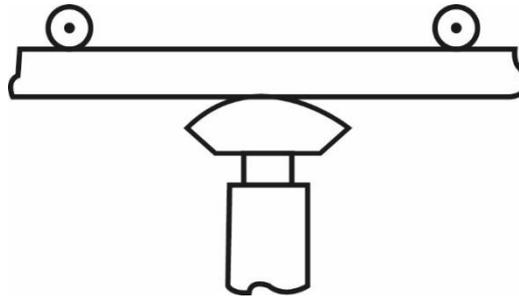


Figura 2. 2 Disposición inicial de los soportes

Fuente: Autor.

Una vez que el soporte móvil se acerca al perfil, los soportes fijos comienzan a girar, se comenzará a ejercer una fuerza en el tubo lo cual permite deformarlo plásticamente en el proceso de doblado, a continuación la figura nos indica la deformación del tubo en el proceso.

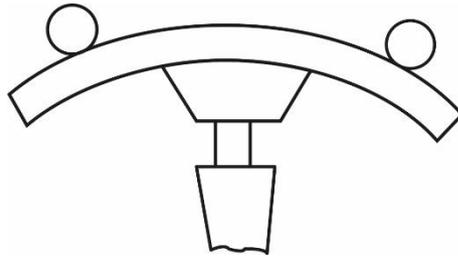


Figura 2. 3 Deformación del tubo en el proceso de doblado

Fuente: Autor.

Esto se presenta como una viga apoyada con una carga en el centro y con las respectivas reacciones en los apoyos.

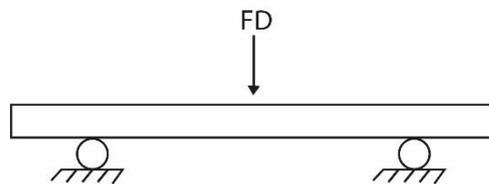


Figura 2. 4 Viga simplemente apoyada

Fuente: Autor.

Al hacer un diagrama del cuerpo libre de la viga simplemente apoyada, este se presenta de la siguiente manera:

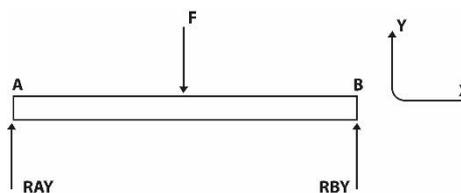


Figura 2. 5 Diagrama del cuerpo libre de la viga

Fuente: Autor.

Este diagrama permite conocer las relaciones de apoyo, las cuales dependen de la fuerza F. Aquí se obtendrán las ecuaciones de equilibrio de fuerzas, y una ecuación del momento¹:

$$\sum f_x = 0$$

¹ La fórmula que se presenta a continuación, así como las siguientes han sido tomadas de Libro Resistencia de Materiales Singer

$$(\sum f_x=0) \text{ RAY}-F+\text{RBY}=0$$

$$\left(\sum M_A=0\right) -F\frac{L}{2}+\text{RBY}*L=0$$

$$\text{RB}*L=\frac{F-L}{2}$$

$$\text{RB}=\frac{F-L}{2-L}=\frac{F}{2}$$

$$\text{RB}=\frac{F}{2}$$

Dónde: F= fuerza del curvado

M= momento (N-M)

L= Distancia entre apoyos (m)

RAY, RBY= reacciones entre apoyos (N)

Como la distancia entre apoyos hacia la fuerza F es la misma tenemos:

$$\text{RA} = \text{RB}$$

$$\text{RA}=\frac{F}{2}$$

Calculo del momento plástico.

$$M_p=\frac{3}{2}MF$$

Dónde: M_p = Momento plástico.

MF = Momento flector.

La fórmula del Momento Flector es:

$$MF=\frac{G*I}{c}MF$$

Remplazando en la fórmula del momento plástico tenemos:

$$M_p=\frac{3*G*I}{2*C}$$

Dónde: M_p = Momento plástico.

G = límite de fluencia (tabla 240 MPas).

C = distancia fibra más alejada 25mm = 0,0025 mm.

I = Momento de inercia.

La fórmula para calcular el momento de inercia es:

$$I = \frac{\pi (d_e^4 - d_i^4)}{64}$$

Dónde: $d_e = 50\text{mm} = 0,05 \text{ mts} = \text{Diámetro exterior}$

$d_i = 46\text{mm} = 0,046 \text{ mts} = \text{Diámetro interior}$

$$I = \frac{\pi (0,05^4 - 0,046^4)}{64} = 8,7 \times 10^{-8} \text{ m}^4$$

Con los datos ya completos calculamos el momento plástico:

$$M_p = \frac{3 \cdot 240 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} * 8,7 * 10^{-8} \text{ m}^4}{2 * 0,0025 \text{ m}}$$

$$M_p = 1252,8 \text{ N} * \text{m}$$

Cálculo fuerza doblado:

$$M_p = \frac{FD}{2} * \frac{L}{2}$$

$$M_p = \frac{FD * L}{4}$$

$$FD = \frac{M_p * 4}{L}$$

Dónde: L = distancia entre apoyos.

FD = Fuerza del doblado.

M_p = momento plástico.

$$FD = \frac{1252,8 \text{ N/m} \cdot 4}{0,5 \text{ m}}$$

$$FD = 10022,4 \text{ N}$$

2.2.3. Cálculo del cilindro.

La fuerza que debe ejercer el cilindro debe ser el mismo que requiere para doblar el tubo, por lo tanto:

$$FC = FD$$

Dónde: FC= fuerza del cilindro

FD= fuerza doblado

Para el trabajo requerido se utilizará un cilindro hidráulico de doble efecto con una válvula direccional manual 4/3 con retorno por resorte la misma que ayudará a modular la velocidad de avance del cilindro.

Diámetro del cilindro:

Analizando máquinas en el mercado y basándonos en recomendaciones con fabricantes de máquinas se tomará como base un diámetro del cilindro de 100 milímetros para realizar los cálculos respectivos.

Cálculo de la presión:

La fórmula general para el cálculo de la presión es:

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

Dónde: $P = \text{presión N/m}^2 = \frac{\text{Pascal}}{\text{N}}$

F= fuerza requerida para el doblado

A= área del cilindro m^2

Cálculo para el área del cilindro:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Dónde: D= diámetro del cilindro = 100 mm = 0,1 m

A= Área del cilindro.

$$A = \frac{\pi * 0,1^2}{4}$$

$$A = 0,007854 \text{ m}^2$$

Sustituyendo en la fórmula presión tenemos:

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

$$P = \frac{10022,4 \text{ N}}{0,007854 \text{ m}^2}$$

$$P = 1276,088 \text{ N/m}^2 = 1,28 \times 10^6 \text{ Pascal} = 1.28 \text{ MPa}$$

Se tiene que aplicar un factor de seguridad igual a 3:

$$F_s = 3$$

$$1,28 \text{ MPa} \times F_s = 3,65 \text{ MPa}$$

Al seleccionar la bomba se requerirá que esta proporcione una presión mínima de 3,65 MPascal, aunque una bomba que proporcione una presión mayor será más conveniente ya que el sistema trabajará a presiones menores a las requeridas.

Cálculo caudal del cilindro:

La fórmula del caudal es el siguiente:

$$Q = V * A$$

Dónde: Q= Caudal cilindro (m³/s)

V= velocidad vástago (m/s)

A= área del cilindro (m²)

Considerando una velocidad del vástago recomendada de 0,16 m/s (Bustamante, 2010) y reemplazando los datos en la fórmula del caudal tenemos que:

$$Q = V * A$$

$$Q = 0,016 \text{ m/s} * 0,007854 \text{ m}^2$$

$$Q = 1,26 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 7,54 \text{ litros}/\text{min} = 2 \text{ galones por minuto.}$$

Características del cilindro.

En los almacenes de venta de productos hidráulicos se puede encontrar cilindros hidráulicos de simple efecto con diámetro de embolo de 100 mm a 50 mm de vástago y 250 mm de carrera.

Cálculo pandeo de cilindro:

Una columna es un elemento axial sometido a compresión, esto genera deformaciones de aplastamiento y pandeo. En el caso de estudio se analizara únicamente el pandeo en el momento inicial del doblado ya que por el proceso de doblado el tubo cede y no se producirá una fuerza resistente que genere un esfuerzo mayor de pandeo y por lo tanto de aplastamiento.

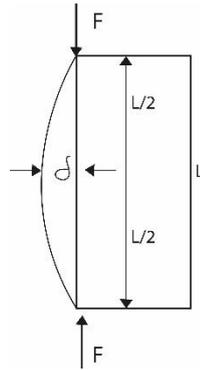


Figura 2. 6 Deformación en el pandeo

Fuente: Autor.

La fórmula para columnas doblemente empotradas para calcular la carga crítica que puede resistir es:

$$f = \frac{4 * E * I * \pi^2}{L^2}$$

Dónde: f = fuerza crítica (N).

I = momento de inercia (m^4).

E = módulo de elasticidad (acero 200 GPas) 200×10^9 Pascal.

L = longitud vástago (m).

Como la sección del vástago es circular tenemos que el momento de inercia es igual a:

$$I = \frac{\pi * r^4}{4}$$

Dónde: I = momento de inercia

r = radio del vástago = 25mm = 0,25 mts

$$I = \frac{\pi * 0,025^4}{4}$$

$$I = 3,068 * 10^{-7} m^4$$

Reemplazamos en la fórmula de la fuerza:

$$f = \frac{4 * 200 * 10^9 * 3,068 * 10^{-7} \pi^2}{0,25^2}$$

$$f = 38,76 * 10^6 \text{ N}$$

Este resultado es la carga crítica que va a resistir el vástago, se debe revisar que la fórmula del Euler da la carga crítica y no la carga del trabajo, por lo que se debe dividir el valor obtenido por el factor de seguridad que puede ser de dos o tres según el material y las circunstancias para obtener la carga admisible, en este caso, puesto que no va a existir una resistencia total el factor de seguridad es tres, por lo tanto:

$$F. \text{ admisible} = \frac{\text{fuerza crítica}}{\text{factor de seguridad}}$$

$$F. \text{ admisible} = \frac{38,76 * 10^6}{3}$$

$$F. \text{ admisible} = 12,92 * 10^6 \text{ N}$$

Con este resultado queda demostrado que las dimensiones del vástago del cilindro elegido son suficientes para soportar la fuerza requerida en el doblado.

2.2.4. Cálculo de las dimensiones del depósito

El depósito sirve de almacenamiento para el aceite necesario dentro del sistema, además requiere un espacio para que el aire se separe del fluido, permitiendo la disipación de los contaminantes, a su vez, ayuda al enfriamiento del sistema.

Debe contener todo el fluido que requiere el sistema y una reserva que evite la formación de torbellinos en la aspiración de la bomba, en general se utilizan depósitos que tienen de 2 a 4 veces el caudal de la bomba.

Para nuestro caso utilizamos un valor medio de 3 veces el caudal de la bomba.

$$Q = 2 \text{ gpm}$$

Caudal del depósito:

$$QD = 3 * Q$$

$$QD = 3 * 2 = 6 \text{ gpm}$$

El porcentaje de volumen esta entre el 20 y 30 % del volumen del aceite.

$$QT = QD + 0,2 QD$$

Dónde: QT= Caudal del tanque

QD= Caudal del deposito

Gpm= galones por minuto

$$QT = 6 + 0,2 (6)$$

$$QT = 7,2 \text{ g} = 27,25 \text{ litros} = 27,252 \text{ cm}^3$$

Con la fórmula del volumen de cubo podemos dimensionar el depósito

$$\text{Volumen del cubo} = L^3$$

Dónde: V cubo = volumen depósito en forma cubo

L = Lado del cubo

$$L = \sqrt[3]{V \text{ cubo}}$$

$$L = \sqrt[3]{27,252 \text{ cm}^3}$$

$$L = 30,09 \text{ cm}$$

Entonces se deberá fabricar un depósito en forma de cubo con 30 cm de lado.

2.2.5. Sistema mecánico.

Dentro del sistema mecánico se deberá realizar el cálculo de los siguientes elementos.

2.2.5.1. Cálculo de pasadores de rodillo

En el diagrama se representa cómo la fuerza del doblado aplicada por el pistón que actúa en forma perpendicular al tubo:

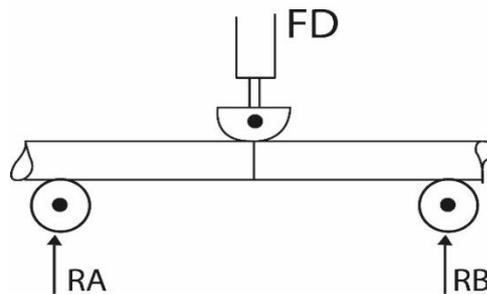


Figura 2. 7 Fuerza del doblado.

Fuente: Autor.

Dónde: $FD =$ Fuerza del doblado

$RA = RB =$ Reacciones de los rodillos

A su vez, para el cálculo de las reacciones tenemos el diagrama:

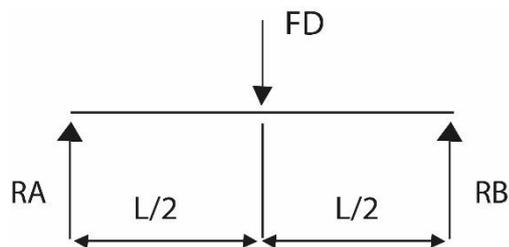


Figura 2. 8 Diagrama de cuerpo libre

Fuente: Autor.

Dónde: FD= Fuerza de doblado.

RA = RB = Reacciones en los extremos

L= Longitud

Realizando una sumatoria de fuerzas tenemos que:

$$\sum F_Y = 0$$

$$R_A + R_B - F_D = 0$$

$$R_A = F_D - R_B$$

$$R_A = F_D - \frac{F_D}{2}$$

$$R_A = \frac{F_D}{2}$$

Realizando una sumatoria de momentos tenemos que:

$$\sum M_A = 0$$

$$-F_D \times \frac{L}{2} + R_B \cdot L = 0$$

$$R_B = \frac{F_D \times \frac{L}{2}}{L}$$

$$R_B = \frac{F_D}{2}$$

Entonces:

$$R_A = R_B = \frac{F_D}{2}$$

$$R_B = \frac{10022,4 \text{ n}}{2}$$

$$R_B = 5011,22 \text{ N}$$

El esfuerzo cortante o de cizallamiento es producido por la fuerza que actúa en forma perpendicular al elemento que los resiste. En el presente caso el pasador de los

rodillos estaría sometido a un esfuerzo cortante en dos secciones como se describe en a continuación

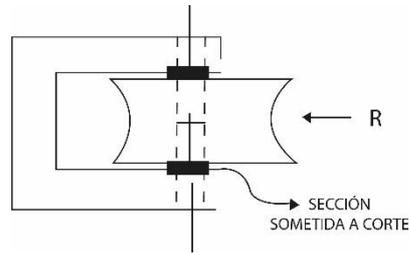


Figura 2. 9 Esfuerzo cortante en dos secciones.

Fuente: Autor.

Para el cálculo del esfuerzo cortante se emplea la fórmula:

$$\mathfrak{S} = \frac{V}{A}$$

Dónde: \mathfrak{S} = esfuerzo cortante admisible Mpa.

V= fuerza cortante

A= área sometida a corte.

Según datos de resistencia de materiales, el esfuerzo admisible \mathfrak{S} corresponde a 70 Mpa. Por lo que remplazando en la formula tenemos que:

$$A = \frac{V}{\mathfrak{S}} = \frac{5011,22 \text{ N}}{70 \times 10^6 \text{ N/m}^2}$$

$$A = 0,000071589 \text{ m}^2$$

Como tenemos dos secciones resistentes en el área calculada, se tendrá que dividir para dos.

$$A = 0,000035794 \text{ m}^2$$

Calcula diámetro pasador:

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Dónde: d = Diámetro del pasador

A = Área del pasador.

Despejando la fórmula para calcular el diámetro:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}}$$

$$d = \sqrt{4(0,00003579)/\pi}$$

$$d = \sqrt{0,000045575 \text{ m}^2}$$

$$d = 0,00675 \text{ m}$$

$$d = 6,75 \text{ mm}$$

2.2.6. Cálculo de la estructura.

Para el cálculo de la deformación de la estructura se toma en cuenta la barra transversal, o elemento A, la misma que estará sometida a flexión por acción de la fuerza del doblado, esto se representa el diagrama de cuerpo libre en el elemento A.

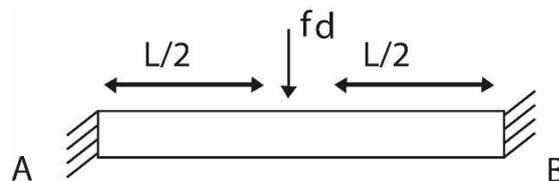


Figura 2. 10 Diagrama cuerpo libre elemento A

Fuente: Autor.

La fórmula de la determinación máxima que ocurre en el centro de la viga es:

$$Y = \frac{P \cdot L^3}{192 \cdot E \cdot I}$$

Donde Y = deformación máxima.

L = longitud de la viga.

E = módulo de elasticidad (acero 200 GPas).

P = carga aplicada = FO = 100022 N.

I = Momento de inercia.

Como no poseemos el momento de inercia se realiza el cálculo del mismo.

2.2.6.1. Cálculo del momento de inercia

Para el cálculo del momento de inercia de la barra se considerará un tubo cuadrado estructural con las siguientes dimensiones:

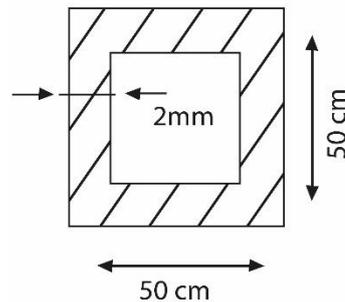


Figura 2. 11. Perfil cuadrado

Fuente: (Catalogo IPAC, 2014)

La fórmula para el cálculo momento de inercia es:

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

Dónde: I = Momento de inercia.

b = Base.

H = Altura.

Al ser el perfil hueco, el momento de inercia resistente será: el momento de inercia exterior menos el momento de inercia interior.

$$I = \frac{b_e * h_e^3}{12} - \frac{b_i * h_i^3}{12}$$

$$I = \frac{0,005 * 0,005^3}{12} - \frac{0,046 * 0,046^3}{12}$$

$$I = 5,21 * 10^{-7} - 3,73 * 10^{-7}$$

$$I = 1,48 * 10^{-7} \text{ m}^4$$

Se reemplaza en la fórmula de la deformación:

$$Y = \frac{P * L^3}{192 * E * I}$$

$$Y = \frac{10022 \text{ N} * 0,6^3 \text{ m}^3}{192 (200 * 10^9 \text{ Nm}^2) 48 * 10^{-7} \text{ m}^4}$$

$$Y = 3,809 * 10^{-4} \text{ mts} = 0,38 \text{ mm}$$

Como este desplazamiento es mínimo, no afecta al correcto funcionamiento de la máquina.

2.2.6.1. Cálculo de la soldadura de la estructura

La soldadura es un proceso de la unión de los metales por fusión mediante el calor. Se funde el metal de los dos bordes al soldar junto con el metal de aportación, formando el cordón que, al enfriarse, forma una unión continua y homogénea.

Los dos tipos principales de soldadura son a tope y a traslape: la resistencia de una soldadura a tope es igual al esfuerzo admisible por el producto de la longitud del cordón por el espesor de la placa más delgada.

$$P = \mathfrak{S} * L * a$$

Dónde: P = resistencia de la unión de soldadura (N).

\mathfrak{S} = esfuerzo admisible del metal base (MPas).

L = longitud del cordón (mm).

a = espesor placa más delgada (mm).

$$P = 200 * 10^6 \text{ n/m}^2 * 0,05\text{m} * 0,002\text{m}$$

$$P = 20.000 \text{ N}$$

La resistencia máxima de la unión soldada con las características de la estructura es de 20.000 N. En el presente estudio, la fuerza máxima del doblado que se genera es de 10.022 N, por lo que se puede concluir que la unión soldada en la estructura resistirá a la fuerza del doblado.

2.2.6.2. Cordón de soldadura a tope.

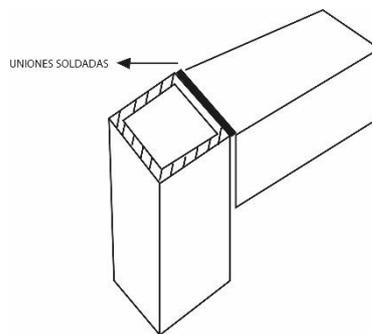


Figura 2. 12. Uniones de estructura soldada

Fuente: Autor.

Para nuestra estructura se va a realizar una unión a tope con una soldadura de filete. Se deberá garantizar que la fuente de poder ofrezca la energía necesaria para lograr un ensamble correcto y que el electrodo que alimenta junto con el metal de aporte, esté limpio y en buen estado. Debido a que hay diferentes tipos de electrodos, la AWS (American Weldin Society) establece un sistema de numeración que especifica

las características principales, que son: resistencia a la tracción, posición de soldadura y tipo de corriente que se utiliza.

De acuerdo a la experiencia y recomendaciones de técnicos en soldadura se utiliza el electrodo E6011.

Tabla 2. 1 Características del electrodo E 6011

E				Electrodo para soldadura con arco
	60			Multiplicado por 1000 resistencia a la tracción de 60000 PSI
		1		Se puede soldar en todas las posiciones
			1	Funciona con corriente continua directa, inversa y corriente alterna
E	60	1	1	

Fuente: Autor.

Por lo tanto, un electrodo E6011 es adecuado para la soldadura con arco, pues tiene una resistencia a la tracción de 60.000 PSI, lo cual, transformado a unidades es:

$$60.000 * 6.894 * 757$$

$$413'685.420 \text{ Pascal} = 413.6 \text{ Mpas}$$

Por lo tanto, la resistencia de la soldadura es el doble que la resistencia del acero.

2.2.6.3. Cálculo momento estructura elemento A.

Para calcular el esfuerzo de los extremos de la viga en la estructura se requiere la siguiente fórmula:

$$M = \frac{P * L}{8}$$

Dónde: M= momento extremos.

F= carga aplicada.

L= longitud de la viga.

$$M = \frac{10022,4 \text{ N} \cdot 0,6 \text{ m}}{8}$$

$$M = 751,68 \text{ Nm} = \text{Pas}$$

$$M = 751,68 \text{ Pascal}$$

Con el momento producido en los extremos se procede a calcular el módulo resistente necesario S mediante la fórmula:

$$S = \frac{M}{G}$$

Dónde: S= módulo resistente.

M= momento producido en los extremos.

G= esfuerzo admisible a flexión.

Reemplazando:

$$S = \frac{751,68 \text{ Nm Pascal}}{200 * 10^6 \text{ Nm}^2}$$

$$S = 3,76 * 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$S = 3758,15 \text{ mm}^3$$

Cálculo módulo de resistencia tubo estilizado.

El módulo de resistencia es igual a:

$$S = \frac{I}{C}$$

Dónde: S= modulo resistente perfil

I= momento inercia

C= distancia desde centro a la fibra más lejana

Reemplazando:

$$S = \frac{1,48 * 10^{-7} \text{ m}^3}{0,025 \text{ m}}$$

$$S = 5,92 * 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$S = 5920 \text{ m}^3$$

2.2.7. Cálculo pasador del vástago

Para el cálculo pasador del vástago se deberá utilizar las fórmulas del esfuerzo cortante horizontal como muestra el diagrama de esfuerzo cortante

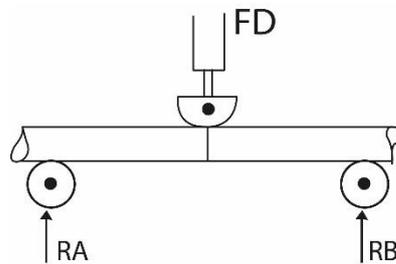


Figura 2. 13. Esfuerzo cortante

Fuente: Autor.

De la misma manera que se realizó el cálculo de los pasadores de los rodillos, el esfuerzo cortante es producido por la fuerza que actúa en forma perpendicular al elemento que resiste al pasador. En el presente caso, el pasador estará sometido al esfuerzo cortante que ejerce la fuerza del doblado completo.

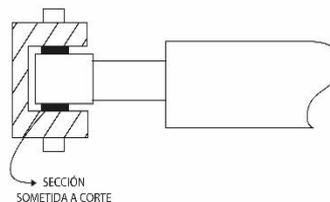


Figura 2. 14 Sección sometida a corte.

Fuente: Autor.

El esfuerzo cortante viene dado por la fórmula:

$$\mathfrak{S} = \frac{FD}{A}$$

Dónde: \mathfrak{S} = estructura admisible

FD = fuerza cortante

A = área sometida a corte

Remplazada la fórmula:

$$A = \frac{FD}{\mathfrak{S}}$$

$$A = \frac{10022,4 \text{ N}}{70 * 10^6 \text{ N/m}^2}$$

$$A = 1,43 * 10^{-4} \text{ m}^2$$

Como son dos secciones del área calculada se divide para dos:

$$A = \frac{1,43 * 10^{-4} \text{ m}^2}{2}$$

$$A = 7,15 * 10^{-5} \text{ m}^2$$

A continuación se calcula el diámetro del pasador:

$$A = \frac{\pi * d^2}{4}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4(7,15 * 10^{-5} \text{ m}^2)}{\pi}}$$

$$d = 9,54 \text{ mm}$$

Por lo tanto, para el pasador se podrá utilizar un diámetro de 12mm.

2.2.8. Sistema Hidráulico.

Lo que un sistema hidráulico realiza es transformar la energía, esto nos proporciona seguridad, ya que el fluido se puede regular dependiendo de la forma y el diseño del sistema.

Un sistema hidráulico está compuesto por una bomba accionada por un motor, el manómetro, las tuberías, el depósito, cilindros, las válvulas y el cilindro en donde, al momento de ensamblar cada una de las partes, se debe buscar que exista el mínimo de pérdidas de energía en cada una de estas.

El aceite hidráulico es el líquido transmisor de potencia el cual, a través de una variación de presión o de caudal, transmite y controla los movimientos mecánicos de la dobladora.

A continuación se seleccionarán los elementos hidráulicos para la construcción de la dobladora:

2.2.8.1. Selección del aceite hidráulico.

Se utilizará el aceite hidráulico anti desgaste RANDO HD 46, el mismo que trabajará a una presión de trabajo de 4 Mpa.

Las principales características de este aceite son:

- Larga vida del equipo.
- Tiempo de inactividad minimizado.
- Operación suave.
- Protección anti desgaste.
- Inhibición de corrosión y oxidación.

- Supresión de espuma y aireación.

2.2.8.2. Cilindro hidráulico.

De acuerdo a los cálculos realizados se trabajará con un cilindro de doble efecto, de 100 mm de diámetro del embolo y 50 mm de diámetro del cilindro y de 250 mm de carrera (Ver anexo 1). La figura muestra un cilindro de doble efecto similar al utilizado.



Figura 2. 15 Cilindro de doble efecto

Fuente: (Direct Industry, 2015)

2.2.8.3. Selección de la tubería.

Para las conexiones se utilizarán aproximadamente cuatro metros de manguera hidráulica de media pulgada. La que se utilizará para realizar las conexiones entre las partes de la dobladora (Ver anexo 2). La figura muestra la manguera hidráulica a utilizar.



Figura 2. 16 Manguera hidráulica

Fuente: (Covalca, 2015).

Las principales características de la manguera hidráulica a utilizar son:

- Tubo Interno: Mezcla de goma sintética, resistente al aceite.
- Refuerzo: 2 Mallas de alambre de acero.
- Cubierta: Mezcla de goma sintética resistente al aceite y a la intemperie.
- Rango de Temperatura: $-40^{\circ}\text{C} + 121^{\circ}\text{C}$.

Sus principales aplicaciones son: Fluidos hidráulicos y aceites de lubricación a base de petróleo, agua, agua/glicol y fluidos hidráulicos de emulsión de agua/aceite, aire o gas.

2.2.8.4. Selección del Manómetro.

Se utilizará un manómetro de glicerina roscado, el mismo que va a medir o indicar la presión en el sistema hidráulico (ver anexo 3). Debe tener las siguientes características:

- Llenado con glicerina al 90%.
- Rango de presión de 0 a 350 BAR.
- Rango de temperatura es de -20° a 60° centígrados.
- Acoplamiento roscado.



Figura 2. 17 Manómetro

Fuente: (Bosch Rex Roth, 2007)

2.2.8.5. Selección de la bomba.

Una vez que se calcula la presión requerida por el pistón y por ser fácil su adquisición en el mercado local, se utilizará una bomba de engranajes externos con las siguientes características (ver anexo 4):

- Rango de velocidad 600-3000rpm (revoluciones por minuto).
- Presión de operación 20 Mega pascales.
- Presión máxima de 25 Mega pascales.
- Cilindrada 12ml/rpm (mililitros por revolución).

Las cuales cumplen a cabalidad con los parámetros de funcionamiento de la dobladora.



Figura 2. 18 Bomba de engranajes

Fuente: (duplomatic oleodinamica, 2014)

2.2.8.6. Depósito.

Una vez realizado el cálculo y dimensionamiento del mismo se procederá a construir con las especificaciones requeridas, tomando en cuenta que el depósito debe tener el espacio suficiente para que el aire pueda separarse del fluido, permitiendo que los contaminantes se sedimenten y que ayuden a disipar el calor generado por el sistema.

A continuación se presenta el detalle del circuito hidráulico donde se muestra el equipo utilizado en el sistema hidráulico:

Tabla 2.2 Detalle del equipo del circuito hidráulico

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION
1	1	PISTON DE DOBLE EFECTO
2	1	VALVULA DIRECCIONAL MANUAL 4/3 CON RETORNO POR RESORTE
3	1	MOTOR ELECTRICO
4	1	DEPOSITO
5	1	BOMBA HIDRAULICA DE CAUDAL CONSTANTE
6	-	MAGNERAS DE PRESION
7	1	MANOMETRO
8	10	ACOPLES HIDRAULICOS

Fuente: Autor.

En el anexo 5 se describen los accesorios hidráulicos utilizados en el circuito hidráulico.

2.2.9. Sistema eléctrico.

El sistema eléctrico está comprendido por un motor eléctrico que es el que suministrará la potencia requerida para el funcionamiento de la dobladora, y por un breaker que servirá de elemento de protección y encendido de la máquina.

2.2.9.1. Elección del motor eléctrico

Por disponibilidad del mismo y por acoplarse a los cálculos realizados se utilizará un motor eléctrico de 110 V con las siguientes características:

- 20 Amperios.

- Potencia 1.5 HP.
- Frecuencia 60Hz.
- Revoluciones 1720rpm.

La figura muestra un motor de similares características al utilizado:



Figura 2. 19 Motor eléctrico

Fuente: http://es.made-in-china.com/co_shrsjd/product_The-Electric-Motor-110V-Electric-Motor-Yd-Series_heeoigiy.html

2.2.9.2. Selección del breaker

Se seleccionará un breaker monofásico con corriente de protección de 30- 40 amperios, el mismo que se utilizará para el encendido de la máquina, la tabla muestra el equipo eléctrico utilizado en la dobladora.

Tabla 2. 3 Diseño eléctrico

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION
1	1	MOTOR ELECTRICO
2	1	BREAKER MONOFASICO 30 AMPERIOS

Fuente: Autor

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LA DOBLADORA.

3.1. Elaboración de plano y procesos de trabajo

Los planos de la dobladora, así como los procesos de trabajo, se presentan en el anexo de planos y procesos, donde se encuentra la información necesaria para la construcción y montaje de las diferentes piezas de la dobladora.

Se detallan medidas, tipo de materiales y herramientas utilizadas durante el proceso del diseño.

3.2. Construcción y montaje

Durante la construcción de los elementos que conforman la dobladora se emplearon máquinas, herramientas, equipos manuales e instrumentos de medición, los mismos que se detallan a continuación:

- Máquinas - Herramientas.
 - Torno
 - Fresa
 - Soldadora
 - Taladro
 - Cortadora
 - Compresor
 - Amoladora
 - Equipo para pintar
- Herramientas.
 - Brocas

- Cuchillas
- Prensas
- Arco de sierra
- Compas
- Martillo
- Nivel
- Escuadras
- Juego de llaves
- Destornilladores
- Instrumentos de Medición.
 - Flexómetro
 - Calibrador

Tomando en cuenta todos los parámetros de diseño, normas de seguridad necesarias para la utilización de máquinas herramientas y el adecuado uso de las herramientas mencionadas, se procede a la construcción de la dobladora oleo hidráulica de tubos.

3.3. Construcción de la estructura base.

La estructura va a soportar todos los componentes de la dobladora, por ello se va a construir con acero estructural negro ASTM A 500Gr, cuadrado de 50 mm x 50 mm x 2 mm. (Ver anexo 6) Se procede a cortar el tubo de acuerdo a las medidas requeridas, luego se procede al ensamblado de la misma, mediante soldadura eléctrica con electrodo E6011. Se procede a verificar que las uniones se encuentren a escuadra y a nivel. Para preparar las juntas se utilizará la amoladora con disco de desbaste.



Figura 3. 1 Estructura base

Fuente: Autor.

En la parte superior de la estructura se procede a colocar una plancha negra de tol ST 37 de 60 mm x 80 mm x 3 mm, la que servirá como base para la instalación del brazo hidráulico y elementos mecánicos, en esta base se realizan los agujeros correspondientes para la fijación de las piezas mecanizadas.

A continuación se muestra la base donde irá el conjunto mecánico y el brazo hidráulico con los respectivos agujeros:



Figura 3. 2 Placa base

Fuente: Autor.

3.4. Construcción del conjunto mecánico: poleas y ejes matrices

Para el mecanismo se procederá a fabricar los ejes, las poleas de 1 ½" y 2", la polea principal, las tuercas y pasadores de los mismos que están fabricados en acero de transmisión AISI 1045, que son mecanizados en el torno de acuerdo a las medidas requeridas en los cálculos.



Figura 3. 3 Elementos mecanizados.

Fuente: Autor.

A continuación se muestra el pistón del brazo hidráulico mecanizado para dar forma al acople entre las guías de doblado y el pistón:

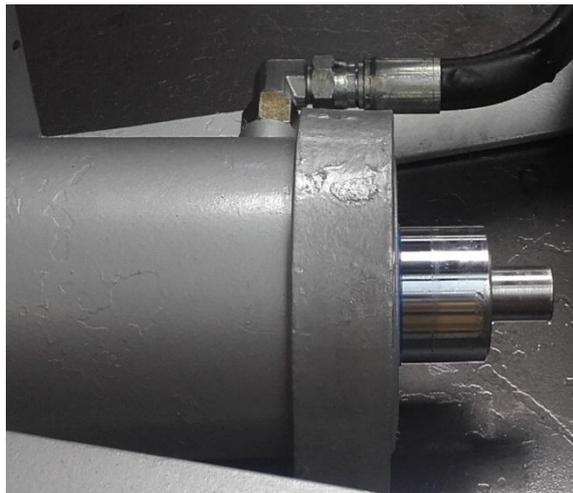


Figura 3. 4 Pistón mecanizado

Fuente: Autor.

3.5. Ensamblaje del sistema mecánico.

Cuando la plancha base está fijada a la estructura se procede a fijar el brazo hidráulico a la misma mediante platinas en forma de U. y en la parte posterior se coloca una base para evitar que el brazo ceda a la presión, estas irán sujetas a la base mediante pernos, en esta placa va soldada la estructura que va a soportar a las poleas. Esta estructura lo que hace es fijar a las poleas a nivel del brazo hidráulico; las mismas van sujetas con pasadores que permiten mover de acuerdo al tubo a doblar.



Figura 3. 5 Acople de estructura

Fuente: Autor.

El brazo hidráulico va empotrado en la plancha base mediante una platina en forma de U de 6 mm de espesor y 41 mm de ancho; esta platina irá sujeta a la base de la estructura mediante pernos M 10, con la respectiva tuerca y arandela de seguridad.

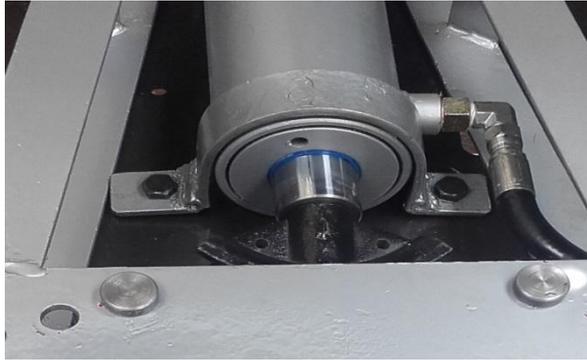


Figura 3. 6 Platina para empotrado

Fuente: Autor.

La siguiente figura muestra las piezas ya ensambladas en la base, el cilindro hidráulico y el sistema de poleas.

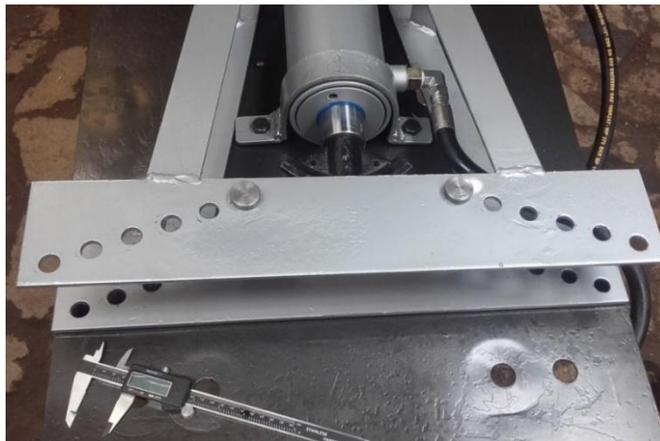


Figura 3. 7 Brazo hidráulico

Fuente: Autor.

Para realizar el montaje de la válvula con palanca manual 4/3, ver anexo 7, se procede a realizar una base en forma de L con platina de 40mm de ancho por 6 mm de espesor. Una vez fabricada se coloca en parte superior derecha de la estructura, mediante solda, luego se fija la válvula con pernos normalizados de 3" de largo por 8 mm de diámetro.



Figura 3. 8. Válvula manual de accionamiento fijada en la estructura

Fuente: Autor.

3.6. Sistema Hidráulico.

Para el ensamblaje del sistema hidráulico se requiere primero fabricar el tanque del depósito el mismo que es construido en plancha negra de tol ST-37 de 30mm x 30mm y 1mm de espesor donde se ensamblará de acuerdo a las especificaciones requeridas en los cálculos.



Figura 3. 9 Tanque en construcción

Fuente: Autor.

Una vez construido el depósito se procede a la fabricación del soporte de la bomba y del motor eléctrico esto en la parte inferior de la estructura base para ello se utiliza tool st 37, en esta placa va acoplado el motor eléctrico y la bomba junto al depósito.



Figura 3. 10 Fijación en la base de la bomba y motor

Fuente: Autor.

De igual manera se procede a realizar el acople entre el motor eléctrico y la bomba hidráulica, a continuación se muestra el montaje de la bomba con el motor eléctrico realizado mediante el acople conocido como matrimonio.



Figura 3. 11. Acople entre bomba y motor

Fuente: Autor.

3.7 Ensamble general de la dobladora.

El montaje de los elementos de la dobladora a la estructura, como se indicó antes, se realiza mediante pernos y elementos de sujeción desmontables, en la siguiente figura se muestra el montaje del sistema mecánico de la dobladora y el cilindro hidráulico en la base superior de la estructura.

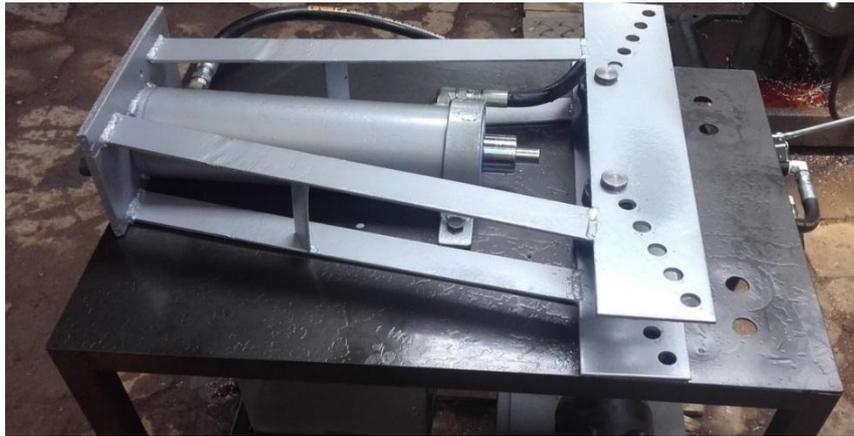


Figura 3. 12 Montaje del cilindro y sistema mecánico

Fuente: Autor.

La figura muestra el montaje de la válvula con los accesorios que van conectados a la bomba y al depósito, así como al manómetro para medir la presión.



Figura 3. 13 Montaje de la bomba

Fuente: Autor.

A continuación se muestra el montaje del depósito de aceite con la bomba hidráulica y el motor eléctrico y los accesorios.

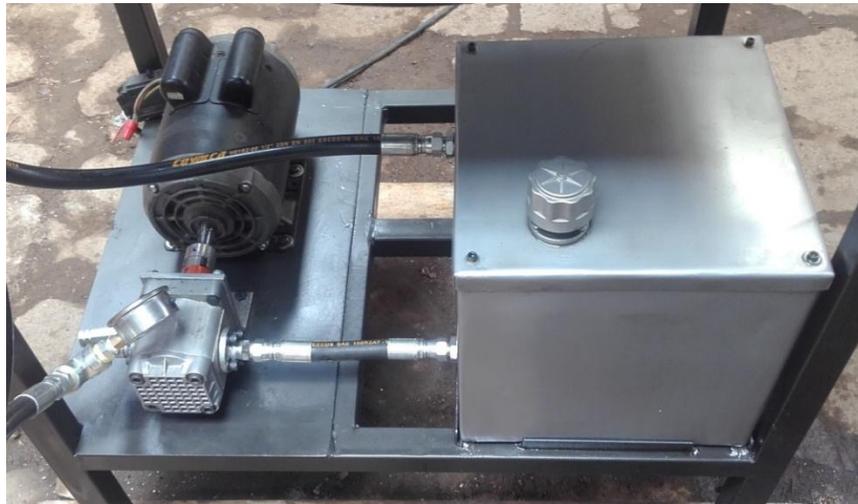


Figura 3. 14 Acople de tanque, bomba y motor

Fuente: Autor.

La figura representa la dobladora ya ensamblada en la parte hidráulica con todos los accesorios hidráulicos listos para el funcionamiento.



Figura 3. 15 Máquina ya ensamblada

Fuente: Autor.

3.8. Costo de la construcción de la dobladora.

3.8.1. Costos.

A continuación se procederá a describir cada uno de los gastos realizados durante el diseño y posterior construcción de la dobladora, con el fin de obtener el valor real de la inversión realizada.

3.8.2. Costos directos

Se tomarán en cuenta los gastos realizados en materiales, mano de obra, equipos, y el costo por la fabricación de elementos realizados en talleres externos.

3.8.2.1. Costos de materiales y equipo mecánico.

Los costos de materiales y accesorios mecánicos se detallan a continuación

Tabla 3. 1 Detalle de costos Sistema Mecánico

SISTEMA MECANICO				
CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
6	PERNO ALLEN CC ACERO UNC G8.8	UN	\$ 0,121	\$ 0,73
6	PERNO ALLEN CC ACERO UNC G8.8	UN	\$ 0,085	\$ 0,51
12	ARANDELA PLANA DE ACERO	UN	\$ 0,022	\$ 0,26
6	ARANDELA DE PRESION DE ACERO	UN	\$ 0,011	\$ 0,07
18	ARANDELA DE PRESION DE ACERO	UN	\$ 0,011	\$ 0,20
6	PERNO ACERO G8.8 HILO1.25	UN	\$ 0,084	\$ 0,50
6	PERNO ACERO G8.8 HILO 1.25	UN	\$ 0,070	\$ 0,42
24	ARANDELA PLANA DE ACERO	UN	\$ 0,032	\$ 0,77
24	TUERCA ACERO G8.8 HILO 1.25	UN	\$ 0,041	\$ 0,97
6	ARANDELA PLANA DE ACERO	UN	\$ 0,099	\$ 0,59
6	ARANDELA PLANA DE ACERO	UN	\$ 0,134	\$ 0,80
1	PLATINA 40mm x 6mm	MTS	\$ 3,000	\$ 3,00
1,5	TUBO ESTRUCTURAL 50mm x 50mm x 2mm	MTS	\$ 58,200	\$ 87,30
0,5	PLANCHA ST 37 2400mmx1200mmx3mm	MTS	\$ 70,360	\$ 35,18
2	ANGULO 25mm x 6000mm x 3mm	MTS	\$ 0,790	\$ 1,58
1	PINTURA SINTETICA PLATEADO	UN	\$ 7,140	\$ 7,14
1	PINTURA SINTETICA NEGRA	UN	\$ 7,140	\$ 7,14
			SUBTOTAL	\$ 147,17
			IVA 12 %	\$ 17,66
			TOTAL	\$ 164,83

Fuente: Autor.

3.8.2.2. Costos de materiales y accesorios Hidráulicos.

Los gastos incurridos en materiales, accesorios y equipo hidráulico se detallan a continuación.

Tabla 3. 2 Detalle de costos Sistema Hidráulico.

SISTEMA HIDRAULICO				
CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
8	ADAPTADORES 1025-8-8	UN	\$ 3,80	\$ 30,40
3,4	MANGUERA 3212-8	MTS	\$ 8,25	\$ 28,05
10	NEPLOS 240143-8-8 BP	UN	\$ 4,56	\$ 45,60
2	BUSHING 20MMX3/8"	UN	\$ 4,50	\$ 9,00
2	ADAPTADORES 1025-6-8	UN	\$ 3,60	\$ 7,20
2	ARANDELAS DE COBRE 20 MM	UN	\$ 0,60	\$ 1,20
2	BUSHING 1093-12-8	UN	\$ 2,50	\$ 5,00
2	PASAMURO 1/2 HIDRAULICO	UN	\$ 3,42	\$ 6,84
2	ADAPTADORES 1012-8-8	UN	\$ 1,32	\$ 2,64
2	ARANDELAS DE COBRE 18 MM	UN	\$ 0,42	\$ 0,84
1	MANOMETRO 213 2-1/2X500 CH	UN	\$ 16,60	\$ 16,60
1	ADAPTADORES 1828-8-8 JIC	UN	\$ 3,47	\$ 3,47
1	ACOPLES 3709X8	UN	\$ 8,04	\$ 8,04
1	BUSHING 1093-8-4	UN	\$ 1,80	\$ 1,80
1	LOVE JOY L-70	UN	\$ 25,00	\$ 25,00
1	ACEITE HIDRAULICO	5GALONES	\$ 135,92	\$ 135,92
1	CILINDRO HIDRAULICO	UN	\$ 187,00	\$ 187,00
1	VALVULA MANUAL DE ACCIONAMIENTO	UN	\$ 171,00	\$ 171,00
1	FILTRO DE SUCCION 5GPM D 1/2"	UN	\$ 8,75	\$ 8,75
1	BOMBA HIDRAULICA DE ENGRANAJES	UN	\$ 350,00	\$ 350,00
			SUBTOTAL	\$ 1.044,35
			IVA 12 %	\$ 125,32
			TOTAL	\$ 1.169,67

Fuente: Autor.

3.8.2.3. Costo de materiales y equipo eléctrico.

El gasto por material y equipo eléctrico es:

Tabla 3. 3 Detalle de costos Sistema Eléctrico.

SISTEMA ELECTRICO				
CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	MOTOR ELECTRICO 110 V	UN	\$ 200,000	\$ 200,00
1	BREAKER MONOFASICO DIM RIEL	UN	\$ 9,800	\$ 9,80
1	SOPORTE DIM RIEL	UN	\$ 12,000	\$ 12,00
1	CABLE # 10	METROS	0,98	\$ 0,98
			SUBTOTAL	\$ 222,78
			IVA 12 %	\$ 26,73
			TOTAL	\$ 249,51

Fuente: Autor.

3.8.2.4. Costos Mano de obra.

El gasto por utilización de mano de obra se detalla en la siguiente tabla

Tabla 3. 4 Detalle de costos Mano de Obra.

MANO DE OBRA			
HORAS EMPLEADAS	TRABAJADOR	COSTO HORA	VALOR
80	MAESTRO MECANICO	3	\$ 240,00
3	MAESTRO ELECTRICO	20	\$ 60,00
TOTAL			\$ 300,00

Fuente: Autor.

3.8.2.5. Costo alquiler Máquinas Herramientas.

El costo por la utilización de máquinas herramientas se detalla

Tabla 3. 5 Detalle de costos alquiler máquinas herramientas.

ALQUILER MAQUINAS HERRAMIENTAS			
MAQUINA HERRAMIENTA	COSTO HORA	HORAS EMPLEADAS	VALOR
TORNO	\$ 12,00	40	\$ 480,00
FRESADORA	\$ 12,00	5	\$ 60,00
TALADRO	\$ 5,00	3	\$ 15,00
SOLDADURA	\$ 10,00	5	\$ 50,00
AMOLADORA	\$ 5,00	1	\$ 5,00
COMPRESOR	\$ 5,00	1	\$ 5,00
VALOR TOTAL			\$ 615,00

Fuente: Autor.

3.8.2.6. Costo Directos Totales.

El valor total por costos directos totales se detalla a continuación:

Tabla 3. 6 Detalle de costos directos.

DESCRIPCION	VALOR
COSTO TOTAL SISTEMA HIDRAULICO	\$ 1.169,67
COSTO TOTAL SISTEMA MECANICO	\$ 164,83
COSTO TOTAL SISTEMA ELECTRICO	\$ 249,51
COSTO TOTAL TALENTO HUMANO	\$ 300,00
COSTO TOTAL ALQUILER MAQUINAS HERRAMIENTAS	\$ 615,00
TOTAL	\$ 2.499,01

Fuente: Autor.

3.8.3. Costos Indirectos

Se considerará para los costos indirectos un porcentaje de los costos directos; en la siguiente tabla se detalla el valor del costo indirecto:

Tabla 3. 7 Detalle de Costo indirecto.

COSTO INDIRECTOS	VALOR
15 % DEL COSTO DIRECTO	\$ 374,85
TOTAL	\$ 374,85

Fuente: Autor.

3.8.4. Costos totales.

Los costos totales equivalen a la suma de los costos directos más los costos indirectos.

Tabla 3. 8 Costos Totales

COSTO TOTAL	VALOR
COSTOS INDIRECTOS	\$ 2.499,01
COSTOS DIRECTOS	\$ 374,85
TOTAL	\$ 2.873,87

Fuente: Autor

El costo total de la construcción de la “Dobladora óleo-hidráulica para tubos de acero de hasta 50 milímetros de diámetro exterior es de: \$ 2.873,87 Dólares.

CAPÍTULO IV

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

4.1. Pruebas de funcionamiento: Introducción.

Una vez ensamblada la dobladora se procedió a realizar las respectivas pruebas de campo, donde se presentaron varios problemas que debían ser solucionados de manera urgente.

Antes de encender la maquina dobladora se debe verificar que todos los elementos mecánicos estén correctamente acoplados, todos los elementos de sujeción debidamente ajustados y en buenas condiciones de funcionamiento

Se debe cumplir parámetros de seguridad para evitar accidentes y daños en la estructura de la máquina, verificando que todos los elementos que conforman la dobladora se encuentren debidamente acoplados.

Se debe lubricar las partes de los elementos mecánicos que están en contacto con el tubo a doblar, y verificar que la matriz este alineada con los elementos mecánicos para realizar un correcto doblado.

Realizar una inspección del sistema eléctrico que este de funcionando de manera correcta, para evitar accidentes por descargas eléctricas, de igual manera verificar que el breaker utilizado sea el correcto.

Tomar una posición adecuada al momento de comenzar a realizar el doblado para poder manipular correctamente la palanca de accionamiento y realizar el doblado de una manera eficaz, por lo que no se debe manipular la maquina si no se conoce el funcionamiento.

Una vez cumplido con todos los puntos de seguridad se procederá a realizar las pruebas, teniendo en cuenta que el dimensionamiento de la maquina así como la construcción en teoría difiere de la práctica, por lo que es importante realizar las pruebas para verificar el correcto funcionamiento de misma, por lo que se realizaron varias pruebas de doblado con diferentes tubos de varios espesores utilizando la matriz correspondiente para cada tubo obteniendo buenos resultados del proceso.

A continuación se muestra dos tipos de tubos usados para pruebas de diferentes diámetros con los resultados obtenidos.



Figura 4. 1 Tubo de pruebas de ½ pulgada

Fuente: Autor.



Figura 4. 2 Tubo de pruebas de 1 ¼

Fuente: Autor.

4.2. Mantenimiento de la Dobladora oleo hidráulica para tubos redondos.

Para realizar el mantenimiento de la dobladora oleo hidráulica se considerarán tres aspectos: el sistema eléctrico, el sistema mecánico y el sistema hidráulico.

4.2.1. Sistema Eléctrico:

Se debe verificar que las instalaciones eléctricas donde se conectará la maquina estén en buenas condiciones; de igual manera se verificará periódicamente que el breaker de encendido y el cableado se encuentren en buen estado. De esta manera se evitarán accidentes por sobrecarga eléctrica.

4.2.2. Sistema mecánico:

Dentro del sistema mecánico de la máquina habrá que considerar el no dejar a la intemperie para evitar la corrosión. Se deben mantener las partes lubricadas y limpias.

4.2.3. Sistema Hidráulico:

Dentro del sistema hidráulico se debe verificar periódicamente que las mangueras se encuentren en buen estado, al igual que sus conexiones, se deben chequear que no existan elementos que puedan dañar el pistón hidráulico.

Se debe verificar periódicamente la limpieza del aceite hidráulico y que el filtro se encuentre en buenas condiciones, de igual manera, se debe verificar que no exista aire en las tuberías para evitar problemas al salir el pistón.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- Se analizaron los diferentes equipos con sus características útiles para el doblado de tubos, con el fin de seleccionar la mejor alternativa en función del trabajo a realizar, obteniéndose que la manera más práctica es mediante un sistema hidráulico con matrices para los diámetros de los tubos requeridos, lo que permite, a su vez, optimizar el tiempo de trabajo.
- Se diseñó una herramienta de trabajo de fácil manejo, que permite controlar el ángulo de doblado y el acabado, la posición que ocupa el operador le permite obtener una visualización completa de toda la máquina y, por ende, un total control de la misma.
- Se comprobó mediante pruebas mecánicas que el accionamiento del brazo hidráulico, la bomba, el motor, al igual que los acoples de las mangueras, no presentan fallas; a su vez, que la presión es estable.
- En las pruebas efectuadas al doblado de tubos se comprobó que no existe deformación, que el proceso no presenta inconvenientes y que la estructura soporta todos los elementos que componen la máquina.

Recomendaciones:

- El factor de seguridad es importante a la hora de construir la máquina siendo un factor determinante en la confiabilidad del equipo, hay estudiar los parámetros y requisitos funcionales para que el diseño cumpla con el método de operación propuesto, y se debe cumplir con las normas técnicas necesarias para la elaboración de planos y diseño del circuito hidráulico y eléctrico.
- Finalmente, se recomienda considerar que cualquier mantenimiento de la máquina debe realizarse con el sistema apagado, para así evitar graves accidentes. Cuando se realice el cambio de aceite del sistema se deberá utilizar el aceite adecuado, garantizando con ello la vida útil de los elementos, por lo que se deberá cumplir con un mantenimiento periódico y chequear continuamente elementos como uniones y conexiones.

BIBLIOGRAFÍA:

Afternic. (2014). *Válvulas hidráulicas*. Recuperado el 3 de Enero de 2015, de http://valvulas-hidraulicas.com/funciones_de_las_valvulas_hidraulicas.html

AIU. (2014). *Sistemas hidráulicos. Introducción a la hidráulica*. Recuperado el 2 de Enero de 2015, de Cursos Atlantic International University: <https://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas%20y%20Neumaticos/PDF/Tema%201.pdf>

ASHM. (27 de noviembre de 2014). *Cómo Funcionan las Válvulas Selectoras de Flujo, Divisoras de Flujo y Válvulas Check*. Recuperado el 2 de Enero de 2015, de Válvulas Selectoras de Flujo: <http://www.ashm.mx/blog/como-funcionan-las-valvulas-selectoras-de-flujo-divisoras-de-flujo-y-valvulas-check/>

Bosch Rex Roth. (2007). *Manómetro preenchido com glicerina*. Recuperado el 2 de Septiembre de 2015, de http://www.boschrexroth.com.br/country_units/south_america/brasil/pt/catalogos/a_downloads_09/acessorios/RP_50205.pdf

Bustamante, H. (2010). *Diseño de una máquina curvadora de perfiles*. Buenos Aires.

Catalogo IPAC. (2014). *Catalogo de productos*.

Covalca. (2015). *Mangueras hidráulicas*. Recuperado el 1 de Septiembre de 2015, de <http://www.covalcagroup.com/es/categoria.php?seccion>

Direct Industry. (2015). *Cilindros hidráulicos de doble efecto*. Recuperado el 1 de Septiembre de 2015, de http://www.directindustry.es/cat/actuadores-posicionamiento/cilindros-hidraulicos-doble-efecto-BU-2228-_5.html

Domínguez, E., & Ferrer, J. (2011). *Metales y aleaciones (Mecanizado básico)*. Barcelona, España: Editex.

duplomatic oleodinamica. (03 de Septiembre de 2014). Recuperado el 29 de Enero de 2015, de <http://www.duplomatic.com/assets/SchedeTecnico/ES/12100.pdf>

Guía de la industria. (2015). *Dobladora de tubos automática*. Recuperado el 6 de Enero de 2015, de <http://mobile.guiadelaindustria.com//empresa/maquinarias-zeziola-s-r-l---dmz-la-mayor-cantidad-de-dobladoras-de-tubos-cnc-producidas-en-argentina-/12055>

Instituto Gabriela Mistral. (2010). *Introducción a la hidráulica*. Recuperado el 7 de Enero de 2015, de Tecnología Noveno Hidráulica: https://docs.google.com/document/d/1kh_LJi_miyjJrcqXdt77Wx50eBlg7tG_HcuB9PoQLQ/edit?pli=1

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2012). *Ficha técnica de metal mecánica*. Recuperado el 8 de Enero de 2015, de Barras y empaquetados, pudeladas de acero inoxidable: http://www.inec.gob.ec/estadisticas/SIN/co_metal.php?id=41122.01.01

Jiménez Torres, M. (24 de enero de 2015). *Materiales ferrosos*. Recuperado el 9 de Enero de 2015, de <https://prezi.com/bcabhzm9ifvq/materiales-ferrosos/>

Kalpakjian, S., & Schmid, S. (2002). *Manufactura, ingeniería y tecnología*. México: Pearson Educación.

Loriente Lardiés, Ó. (2010). *Problemas de hidráulica industrial*. Madrid, España: ADP Asociación para el Desarrollo del Profesorado.

Mataix, C. (2004). *Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas*. Barcelona, España: Marcombo.

Mecalux. (2015). *Información detallada del producto Válvulas hidráulicas de control direccional*. Recuperado el 10 de Enero de 2015, de <http://www.logismarket.com.mx/cesehsa/valvulas-hidraulicas-de-control-direccional/2313432550-1313791273-p.html>

- Moreno, P. (2010). *Diseño y construcción de una máquina dobladora de tubos hidráulica con accionamiento automático*. Quito.
- Moreno, P. (2010). *Diseño y construcción de una máquina dobladora de tubos hidráulica con accionamiento automático*. Quito.
- Mott, R. (2006). *Mecánica de fluidos*. México: Pearson Educación .
- Negrete, V., & Agustín, J. (2005). *Apuntes de Física General*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- OLX. (2015). *Dobladora manual de tubos*. Recuperado el 12 de Enero de 2015, de <http://www.olx.com.ec/q/dobladora-de-tubo/c-806>
- Orozco, J., Londoño, J., & Londoño, M. (2012). *Sistema de filtración*. Medellín (Colombia): Servicio de aprendizaje nacional (SENA).
- Soc. Covarrubias. (2013). *Mangueras Hidráulicas*. Recuperado el 13 de Enero de 2015, de Información técnica para manguera hidráulica: <http://www.sccovarrubias.cl/Manguera%20Hidrau.pdf>
- Streeter, V., Wylie, B., & Bedford, K. (2000). *Mecánica de Fluidos* (9ª ed.). Bogotá, Colombia: Mc Graw Hill.
- Tabango, R., & Heredia, G. (2012). *Estudio de alternativas para el manejo de fluidos contaminantes en un taller automotriz*. Latacunga (Ecuador): Escuela Politécnica del Ejército, Extensión Latacunga.
- Tapia, R. (2010). *Dobladora electromagnética de tubos*. Recuperado el 20 de Enero de 2015, de <https://www.youtube.com/user/eretele>
- Tecnosanfran. (2014). *Principios de hidráulica y neumática*. Recuperado el 23 de Enero de 2015, de http://tecnosanfran.wikispaces.com/file/view/Principios_Hidraulica_Y_Neumatica.pdf/397564404/Principios_Hidraulica_Y_Neumatica.pdf
- Tucnoros. (23 de noviembre de 2012). *Determinación de la gravedad Api y densidad por el método de hidrometro y del pcinómetro*. Recuperado el 28 de Enero de

2015, de <http://industria-petrolera.lacomunidadpetrolera.com/2009/01/determinacin-de-la-gravedad-api-y.html>

Viteri, H. (2010). *Sistemas Neumáticos e Hidráulicos*. Cuenca (Ecuador): Universidad del Azuay.

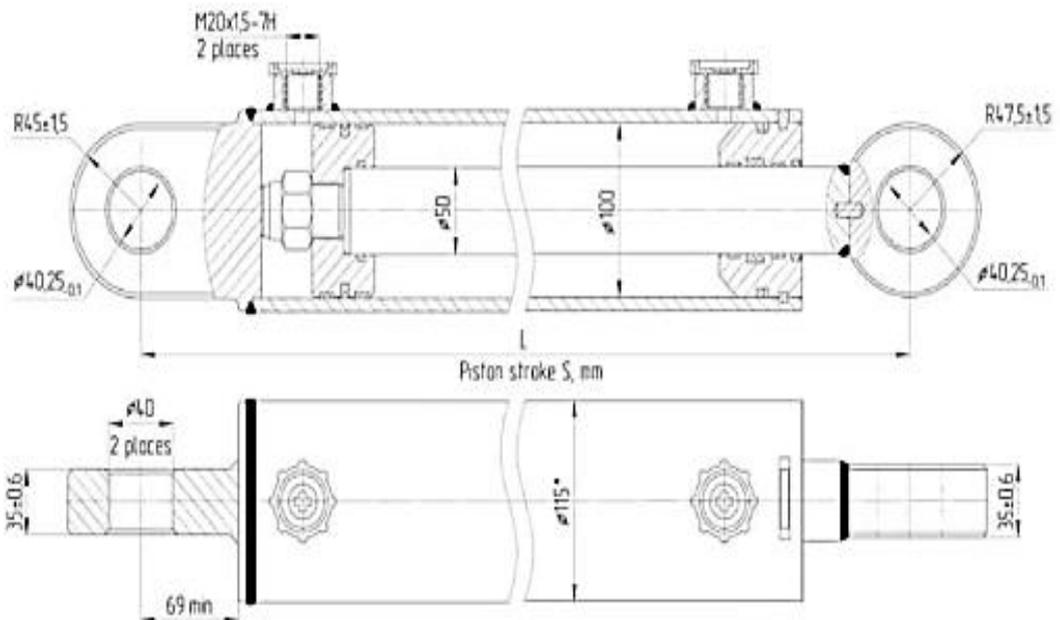
ANEXOS

Anexo 1: Cilindro hidráulico



MC100/50xS-3(4).22

Cylinders can be manufactured with any stroke characteristic according to customers requirements



Cylinder identification	S mm	L mm	Weight kg
MC100/50x200-3(4).22(500)	200±3	500±3	21,3
MC100/50x250-3(4).22(550)	250±3	550±3	23,2
MC100/50x400-3(4).22(700)	400±3	700±3	28,5
MC100/50x500-3(4).22(800)	500±3	800±3	31,0
MC100/50x630-3(4).22(930)	630±3	930±3	36,6

Technical specification

Piston diameter, mm	100
Rod diameter, mm	50
Pressure, bar	
rated	16(20)
maximum	20(25)
Rod load, kN	
push	125,6(157)
pull	94,2(117,8)
Piston speed, m/s	
rated	0,15
maximum	0,3
Efficiency	0,94

Anexo 2: Manguera hidráulica

Modelo 2SN EN 853 – EXCEDE SAE 100R2AT

Manguera para Alta presión, 2 mallas.



Construcción:

Tubo Interno: Mezcla de goma sintética, resistente al aceite

Refuerzo: 2 Mallas de alambre de acero

Cubierta: Mezcla de goma sintética resistente al aceite y a la intemperie

Aplicación:

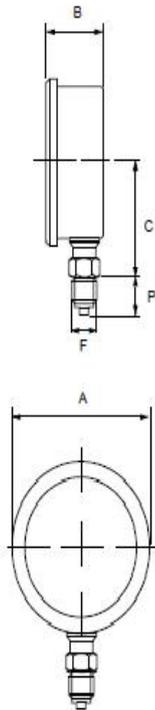
Fluidos hidráulicos y aceites de lubricación a base de petróleo, agua, agua/glicol y fluidos hidráulicos de emulsión de agua/aceite, aire o gas.

Rango de Temperatura:

-40°C + 121°C

Modelos													
Código	Diámetro Interno			Diámetro Externo		Presión Máx. Trab.		Presión Min. Ruptura		Peso		Rollo	
	size	in	dn	mm	in	bar	psi	bar	psi	Kg	lb	mts	fts
H01S2-04	04	1/4	6	14.9	0.59	394	5710	1576	22840	0.36	0.24	100	328.08
H01S2-06	06	3/8	10	19.0	0.75	325	4710	1300	18840	0.54	0.36	100	328.08
H01S2-08	08	1/2	12	22.2	0.87	271	3930	1084	15720	0.68	0.46	100	328.08
H01S2-10	10	5/8	16	25.4	0.99	246	3570	984	14280	0.80	0.54	50	164.04
H01S2-12	12	3/4	19	29.3	1.15	212	3070	848	12280	0.94	0.63	50	164.04
H01S2-16	16	1	25	38.0	1.50	162	2355	648	9420	1.35	0.91	50	164.04

Anexo 3: Manómetro con glicerina salida



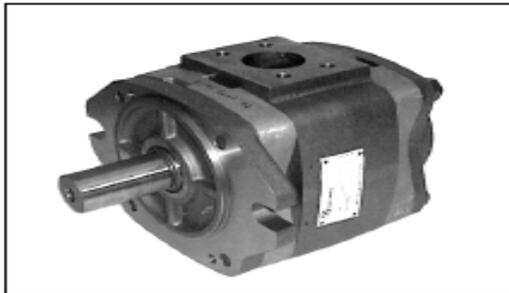
Ref.	F	Rango (BAR)	A	B	C
MRG6301,6	1/4	0-1,6	68	28	60
MRG6302,5	1/4	0-2,5	68	28	60
MRG6304	1/4	0-4	68	28	60
MRG6306	1/4	0-6	68	28	60
MRG6310	1/4	0-10	68	28	60
MRG6312	1/4	0-12	68	28	60
MRG6316	1/4	0-16	68	28	60
MRG6320	1/4	0-20	68	28	60
MRG6325	1/4	0-25	68	28	60
MRG6340	1/4	0-40	68	28	60
MRG6360	1/4	0-60	68	28	60
MRG63100	1/4	0-100	68	28	60
MRG63160	1/4	0-160	68	28	60
MRG63315	1/4	0-315	68	28	60
MRG63400	1/4	0-400	68	28	60
MRG63600	1/4	0-600	68	28	60
MRG10001,6	1/2	0-1,6	107	31	89
MRG10002,5	1/2	0-2,5	107	31	89
MRG10004	1/2	0-4	107	31	89
MRG10006	1/2	0-6	107	31	89
MRG10010	1/2	0-10	107	31	89
MRG10012	1/2	0-12	107	31	89
MRG10016	1/2	0-16	107	31	89
MRG10025	1/2	0-25	107	31	89
MRG10040	1/2	0-40	107	31	89
MRG10060	1/2	0-60	107	31	89
MRG100100	1/2	0-100	107	31	89
MRG100160	1/2	0-160	107	31	89
MRG100250	1/2	0-250	107	31	89
MRG100315	1/2	0-315	107	31	89
MRG100400	1/2	0-400	107	31	89
MRG100600	1/2	0-600	107	31	89

Manómetro en baño de glicerina de salida roscada radial inferior con doble escala (bar/Psi).

La rosca es de tipo cilíndrico ISO 228/1.

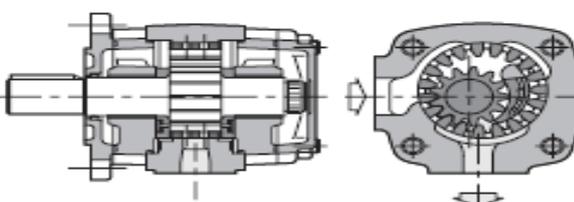
Nota: En los manómetros con glicerina es necesario cortar el pitón de goma del tapón de llenado, previo a su utilización.

Anexo 4: Bomba engranajes



IGP BOMBAS DE ENGRANAJES INTERNOS SERIE 10

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO



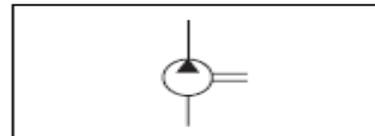
- Las bombas IGP son bombas volumétricas de cilindrada fija con engranajes internos. Se fabrican en cinco tamaños, cada uno de los cuales ofrece cinco cilindradas nominales distintas.
- Se caracterizan por la baja rumorosidad y el elevado rendimiento volumétrico, gracias a la compensación radial y axial proporcional a la presión de trabajo.
- La distribución equilibrada de las cargas y los cojinetes de bronce especiales les permiten trabajar en forma continuada con altas presiones, asegurando además larga duración.
- Las bombas IGP se fabrican en una versión múltiple, que puede combinarse para formar grupos de bombas.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

TAMANO BOMBA IGP		3	4	5	6	7
Campo cilindrada	cm ³ /vuelta	3,6 + 10,2	13,3 + 32,6	33,1 + 64,9	64,1 + 126,2	125,8 + 251,7
Campo caudal (a 1.500 vueltas/minuto)	l/min.	5,4 + 15,3	19,9 + 48,9	49,6 + 97,3	96,1 + 189,3	188,7 + 377,5
Presión de trabajo		ver tabla 3 - Prestaciones				
Velocidad de rotación		ver tabla 3 - Prestaciones				
Sentido de rotación		horario o antihorario (visto del lado eje)				
Cargas sobre el eje		para las cargas axiales y radiales consultar a nuestra Oficina Técnica				
Conexión hidráulica		uniones mediante bridas SAE J518 c cód. 51 (ver párrafo 28)				
Tipo de fijación		mediante bridas SAE J744 c				
Peso (bomba simple)	kg	4 + 4,8	8,6 + 11	15,5 + 18,7	29,2 + 35	46,5 + 59

Campo temperatura ambiente	°C	-10 + +60
Campo temperatura fluido	°C	-10 + +80
Campo viscosidad fluido		ver punto 2.2
Viscosidad recomendada	cSt	25 + 100
Grado de contaminación fluido		ver punto 2.3

SIMBOLO HIDRAULICO



1 - CODIGO DE IDENTIFICACION

I
G
P
-
/
-
/
10

Bomba de engranajes internos

Tamaño bomba:

- bomba simple
- bomba anterior (sólo para bombas dobles):
- 3 = de 3,6 a 10,2 cm³/vuelta
- 4 = de 13,3 a 32,6 cm³/vuelta
- 6 = de 33,1 a 64,9 cm³/vuelta
- 8 = de 64,1 a 126,2 cm³/vuelta
- 7 = de 125,8 a 251,7 cm³/vuelta

Tamaño bomba posterior (sólo para bombas dobles):

- 3 = de 3,6 a 10,2 cm³/vuelta
- 4 = de 13,3 a 32,6 cm³/vuelta
- 6 = de 33,1 a 64,9 cm³/vuelta
- 8 = de 64,1 a 126,2 cm³/vuelta
- 7 = de 125,8 a 251,7 cm³/vuelta

Medida nominal:

- bomba simple
- bomba anterior (sólo para bombas dobles) (ver tabla prestaciones punto 3)

N. de serie (de 10 a 19 las cotas y las dimensiones de instalación permanecen invariables)

Tipo de eje

- 1 = con chaveta
- otros tipos de extremos están disponibles bajo pedido

Brida de fijación

- 0 = tipo SAE - 2 agujeros
- 1 = tipo SAE - 4 agujeros (sólo para IGP7)
- otros tipos de brida están disponibles bajo pedido

Sentido de rotación (visto del lado eje)

- R = horario
- L = antihorario

Medida nominal bomba posterior: (sólo para bombas dobles) (ver tabla prestaciones punto 3)

Anexo 5: Adaptadores hidráulicos



Anexo 6: Tubo estructural cuadrado

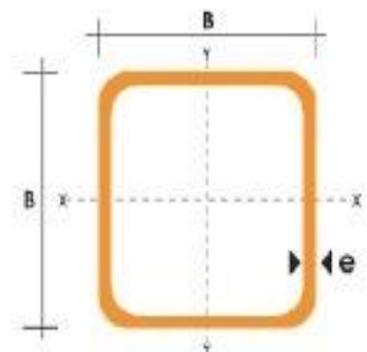
TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO

Especificaciones Generales

Norma	ASTM A-500
Recubrimiento	Negro o galvanizado
Largo normal	6,00m
Otros largos	Previa Consulta
Dimensiones	Desde 20,00mm a 100,00mm
Espesor	Desde 2,00mm a 3,00mm



DIMENSIONES			AREA	EJES X-Xa Y-Y		
A	ESPESOR	PESO	AREA	I	W	i
mm	mm	Kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
20	2,0	1,15	1,34	0,69	0,69	0,72
25	1,2	0,90	1,14	1,06	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
25	2,0	1,47	1,74	1,48	1,18	0,92
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,46	1,15
30	2,0	1,78	2,14	2,71	1,81	1,13
40	1,2	1,47	1,80	4,38	2,19	1,25
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,46	1,54
40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97
50	2,0	3,03	3,74	14,13	5,65	1,94
50	3,0	4,48	5,61	21,20	8,48	1,91
60	2,0	3,66	3,74	21,26	7,09	2,39
60	3,0	5,42	6,61	35,06	11,89	2,34
75	2,0	4,52	5,74	50,47	13,46	2,97
75	3,0	6,71	8,41	71,54	19,08	2,92
75	4,0	8,59	10,95	89,98	24,00	2,87
100	2,0	6,17	7,74	122,99	24,00	3,99
100	3,0	9,17	11,41	176,05	35,39	3,94
100	4,0	12,13	14,95	225,09	45,22	3,89
100	5,0	14,40	18,36	270,57	54,11	3,84



Anexo 7: Válvula manual 4/3

SINGLE SPOOL MONO-BLOCK 20 GPM—MODEL RD-2500

FEATURES

- Economical monoblock construction of high tensile strength gray cast iron
- Load check
- Hard chrome plated spool
- Adjustable ball spring relief
- Open center to closed center conversion available on some models
- For use with system flows to 20 GPM
- For use with system pressures to 3000 PSI



LOG SPLITTER CONTROL VALVE—MODEL LS-3000

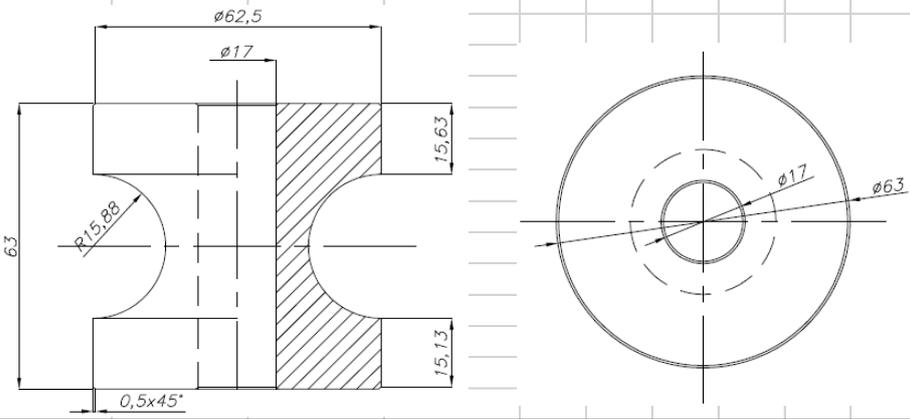
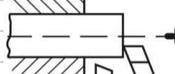
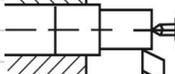
FEATURES

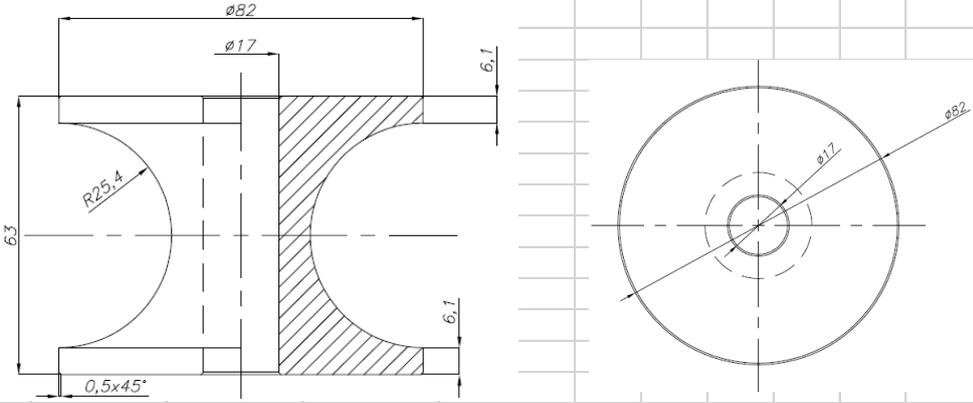
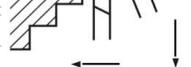
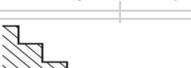
- Hydraulically balanced, hard chrome plated spool
- Handle can be installed in "up" or "down" position
- Detent release pressure adjustable from 1000 to 2000 PSI
- For use with system flows up to 25 GPM
- Relief valve adjustable up to 2750 PSI
- Tandem center spool (in neutral position, both work ports blocked, pump unloaded to tank)
- Ideal for log splitter applications. Available with 3/4" NPTF work ports for higher flow applications

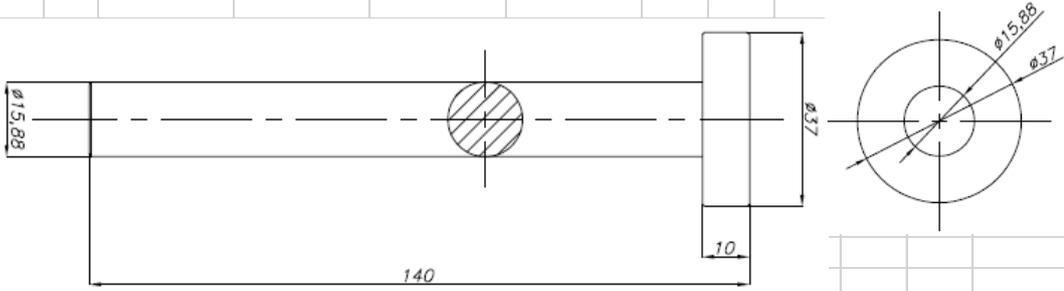
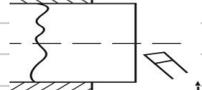
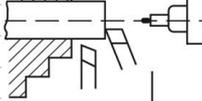
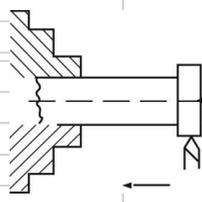
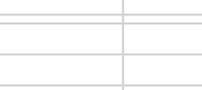


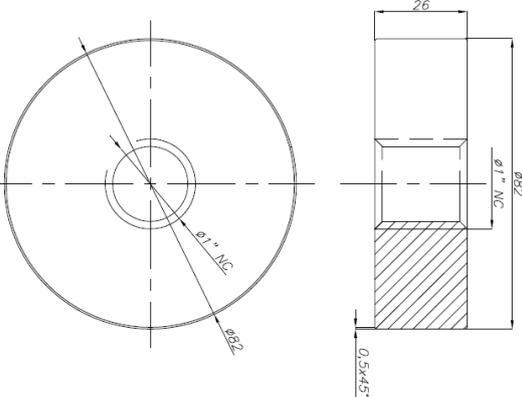
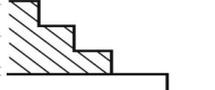
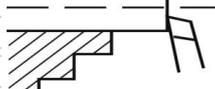
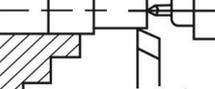
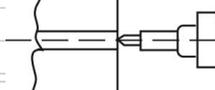
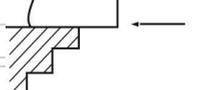
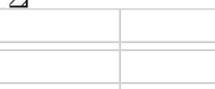
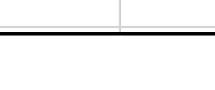
VALVE PART NUMBER	SPOOL TYPE			SPOOL ACTION			IN/OUT PORT SIZE	WORK PORT SIZE	RELIEF SETTING	CONVERTIBLE FROM OPEN CENTER TO CLOSED CENTER
	4 WAY 3 POSITION	4 WAY 3 POSITION MOTOR	3 WAY 3 POSITION	SPRING CENTER TO NEUTRAL	3 POSITION DETENT	PRESSURE RELEASE DETENT SPRING CENTER TO NEUTRAL				
RD-2555-T4-ESA1	X			X			1/2 NPTF	1/2 NPTF	1500 PSI @ 12 GPM	NO
RD-2575-T4-ESA1	X			X			3/4 NPTF	1/2 NPTF	1500 PSI @ 12 GPM	YES
RD-2575-T4-EDA1	X				X		3/4 NPTF	1/2 NPTF	1500 PSI @ 12 GPM	YES
RD-2575-T3-ESA1			X	X			3/4 NPTF	1/2 NPTF	1500 PSI @ 12 GPM	YES
RD-2575-M4-ESA1		X		X			3/4 NPTF	1/2 NPTF	1500 PSI @ 12 GPM	YES
RD-2508-T4-ESA1	X			X			#10 SAE	#8 SAE	1500 PSI @ 12 GPM	NO
RD-2575-M4-EDA1		X			X		3/4 NPTF	1/2 NPTF	1500 PSI @ 12 GPM	YES
LS-3000-1	X					X	3/4 NPTF	1/2 NPTF	2250 PSI @ 3 GPM	NO
LS-3000-2	X					X	3/4 NPTF	3/4 NPTF	2250 PSI @ 3 GPM	NO
LS-3030-1	X			X			3/4 NPTF	1/2 NPTF	1500 PSI @ 12 GPM	NO
LS-3030-2	X			X			3/4 NPTF	3/4 NPTF	1500 PSI @ 12 GPM	NO
LS-3040-1	X				X		3/4 NPTF	1/2 NPTF	2250 PSI @ 13 GPM	NO

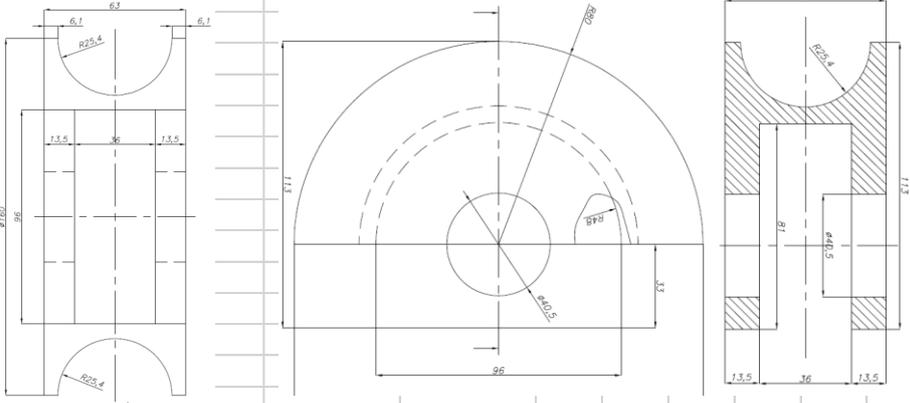
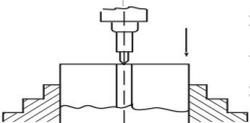
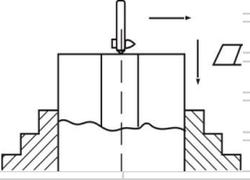
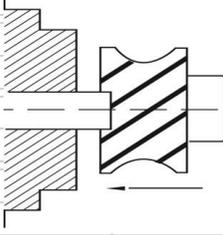
Anexo 8: Planos y procesos de trabajo

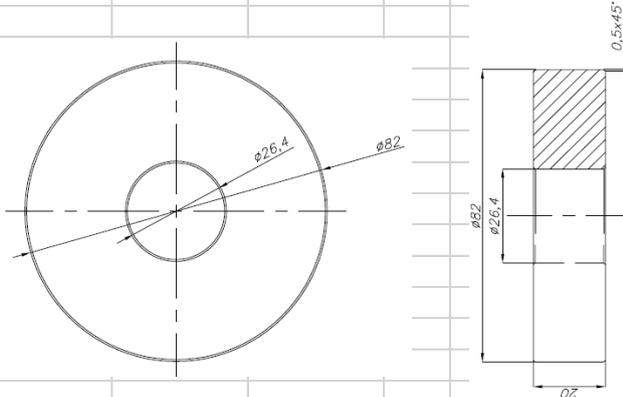
 UNIVERSIDAD DEL AZUAY FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA ESCUELA DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL		NOMBRE: FREDDY IDROVO CICLO:							
MATERIAL: AISI 1045 DENOMINACION: POLEA 1 1/4"		ESPECIALIDAD: No 1 AÑO: 2015							
									
Fase	Oper	Designación	Croquis	Util	Herra. Verif.	Avance	Veloc. Corte	R.P.M.	T
1	1.0	Sujección de la pieza mediante plato universal			calib	M			
	1.1	Refrentado cara "A" a 64 mm		cuchill refent	calib	0,25m m/rev	110m/ min	540rpm	
2	2.0	Sujección de la pieza mediante plato universal			calib	M			
	2.1	Refrentado cara "B" a 63 mm		cuchill refent	calib	0,25m m/rev	110m/ min	540rpm	
	2.2	Mecanizado punto			calib	M			
	2.3	Taladrado diametro 8		Broca 8mm	calib		13m/ min	540rpm	
	2.4	Taladrado diametro 12		Broca 12mm	calib		13m/ min	540rpm	
	2.5	Taladrado diametro 16		Broca 16mm	calib		13m/ min	540rpm	
	2.6	Cilindrado interior diam. 17mm x 64mm		cuchill interior	calib		13m/ min	540rpm	
3	3.0	Sujeccion de pieza con punto giratorio				M			
	3.1	Cilindrado diametro 62.5mm x 63mm		cuchill cilindr.	calib	0,25m m/rev	110m/ min	540rpm	
	3.2	Cilindrado radio R. 15,88mm		cuchill cilindr.	calib	0,25m m/rev	110m/ min	540rpm	
	3.3	Mecanizado de chaflan 0.5 x 45°		cuchill cilindr.	calib	M	110m/ min	540rpm	

 UNIVERSIDAD DEL AZUAY FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA ESCUELA DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL		NOMBRE: FREDDY IDROVO CICLO:							
MATERIAL: AISI 1045 DENOMINACION: POLEA 2"		ESPECIALIDAD: No 2 AÑO: 2015							
									
Fase	Oper	Designación	Croquis	Util	Herra. Verif.	Avance	Veloc. Corte	R.P.M.	T
1	1.0	Sujección de la pieza mediante plato universal			calib	M			
	1.1	Refrentado cara "A" a 64 mm		cuchill refent	calib	0,25m m/rev	110m/mim	540rpm	
2	2.0	Sujección de la pieza mediante plato universal			calib	M			
	2.1	Refrentado cara "B" a 63 mm		cuchill refent	calib	0,25m m/rev	110m/mim	540rpm	
	2.2	Mecanizado punto			calib	M			
	2.3	Taladrado diametro 8		Broca 8mm	calib		13m/min	540rpm	
	2.4	Taladrado diametro 12		Broca 12mm	calib		13m/min	540rpm	
	2.5	Taladrado diametro 16		Broca 16mm	calib		13m/min	540rpm	
	2.6	Cilindrado interior diam. 17mm x 64mm		cuchill interior	calib		13m/min	540rpm	
3	3.0	Sujeccion de pieza con punto giratorio				M			
	3.1	Cilindrado diametro 82mm x 63mm		cuchill cilindr.	calib	0,25m m/rev	110m/mim	540rpm	
	3.2	Cilindrado radio R. 25.4 mm		cuchill cilindr.	calib	0,25m m/rev	110m/mim	540rpm	
	3.3	Mecanizado de chaflan 0.5 x 45°		cuchill cilindr.	calib	M	110m/mim	540rpm	

 UNIVERSIDAD DEL AZUAY FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA ESCUELA DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL		NOMBRE: FREDDY IDROVO CICLO:							
MATERIAL: AISI 1045 DENOMINACION: PASADOR		ESPECIALIDAD: No 4 AÑO: 2015							
CICLO DE OPERACIONES									
									
Fase	Oper	Designación	Croquis	Util	Herra. Verif.	Avance	Veloc. Corte	R.P.M.	T
1	1.0	Sujección de la pieza mediante plato universal			calib	M			
	1.1	Refrentado cara "A" a 144mm		cuchill refrent	calib	0,25m m/rev	110m/mim	540rpm	
	1.2	Mecanizado de punto		B.C.	calib	M		540rpm	
2	2.0	Sujeccion de la pieza con plato y punto				M			
	2.1	Cilindrado Diam 17 x 130 mm		cuchill cilindra	calib	0,25m m/rev	110m/mim	540rpm	
	2.2	Refrentado a 10 mm		cuchill refrent	calib	0,25m m/rev	110m/mim	540rpm	
	2.3	Cilindrado Diam 37mm x 10 mm		cuchill cilindra	calib	0,25m m/rev	110m/mim	540rpm	
3	3.0	Sujeccion de la pieza mediante plato universal				M			
	3.1	Refrentado Cara B a 140 mm		cuchill refrent	calib	0,25m m/rev	110m/mim	540rpm	
	3.2	Mecanizado de chaflan 1mm x 45°		cuchill cilindra	calib	M		540rpm	

 UNIVERSIDAD DEL AZUAY FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA ESCUELA DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL		NOMBRE: FREDDY IDROVO CICLO:							
MATERIAL: AISI 1045 DENOMINACION: TUERCA		ESPECIALIDAD: No 3 AÑO: 2015							
CICLO DE OPERACIONES									
Fase	Oper	Designación	Croquis	Util	Herra. Verif.	Avance	Veloc. Corte	R.P.M.	T
1	1.0	Sujección de la pieza mediante plato universal			calib	M			
	1.1	Refrentado cara "A" a 27 mm		cuchill refent	calib	0,25m m/rev	110m/ min	540rpm	
	1.2	Cilindrado 82mmx12mm		cuchill cilindr	calib	0,25m m/rev	110m/ min	540rpm	
	1.3	Mecanizado chaflanes 0.5mm x 45°		cuchill refent	calib	M	110m/ min	540rpm	
2	2.0	Sujección de la pieza mediante plato universal				M			
	2.1	Refrentar a 26 mm		Broca 8mm	calib	0,25m m/rev	13m/ min	540rpm	
	2.2	Cilindrar 82mm x 14mm		Broca 12mm	calib	0,25m m/rev	13m/ min	540rpm	
	2.3	Mecanizado chaflanes 0.5mm x 45°		cuchill refent	calib	M	110m/ min	540rpm	
	2.4	Mecanizado de punto		broca	calib	M	13m/ min	540rpm	
	2.5	Taladrado desde broca diam. 8 hasta la broca diam 25mm		broca	calib	M	13m/ min	540rpm	
	2.6	Cilindrado interior diametro 25.4mm		cuchill cilindr.	calib	0,25m m/rev	110m/ min	540rpm	
	2.7	roscado diametro 25.4 Nc		cuchill roscar	calib	0,25m m/rev	110m/ min	540rpm	
	2.8	Mecanizado de chaflan 0.5 x 45°		cuchill cilindr.	calib	M	110m/ min	540rpm	

 UNIVERSIDAD DEL AZUAY FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA ESCUELA DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL		NOMBRE: FREDDY IDROVO CICLO:								
MATERIAL: AISI 1045 DENOMINACION: POLEA PRINCIPAL		ESPECIALIDAD: No 5 AÑO: 2015								
CICLO DE OPERACIONES										
										
Fase	Oper	Designación	Croquis	Util	Herra. Verif.	Avance	Veloc. Corte	R.P.M.	T	
1	1.0	Sujección de la pieza en entenalla			calib	M				
	1,1	paralepipedo de 113mm x 160mm x 63mm			calib	0.1m/rev	20m/mim	100rpm		
	2.0	Sujeccion en mordaza				M				
2	2.1	taladrado broca 8								
	2.2	taladrado broca 12								
	2.3	taladrado broca 16								
	2.4	taladrado broca 20		broca	calibr.	M	13m/min	540rpm		
	2.5	taladrado broca 24								
	2.6	taladrado broca 30								
	2.7	taladrado broca 38								
	2.9	Mandrinado diam 40.5 x 63 mm			cuchill	calib	0,25m/m/rev	110m/mim	540rpm	
	2.10	Mandrinado diam 40.5 x 63 mm			cuchill	calib	0,25m/m/rev	110m/mim	540rpm	
	3	3.0	Sujeccion de la pieza mandril y punto giratorio				M			
3.1		Cilindrado diametro 160 mm		cuchill cilindr a	calib	0,25m/m/rev	110m/mim	540rpm		
3.2		Cilindrado Radio 25 mm		cuchill cilindr a	calib	0,25m/m/rev	110m/mim	540rpm		
3.3		Mecanizado de chaflan 0.5 mm x 45°		cuchill cilindr a	calib	M		540rpm		

		UNIVERSIDAD DEL AZUAY FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA ESCUELA DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL			NOMBRE: FREDDY IDROVO				
		CICLO:							
MATERIAL: AISI 1045		CICLO DE OPERACIONES			ESPECIALIDAD:				
DENOMINACION: ARANDELA SOPORTE					No 6		AÑO: 2015		
									
Fase	Oper	Designación	Croquis	Util	Herra. Verif.	Avance	Veloc. Corte	R.P.M.	T
1	1.0	Sujección de la pieza en mandril			calib	M			
	1.1	Refrentado cara A a 21 mm		cuchill refrent	calib	0,25m m/rev	110m/ min	540rpm	
	1.2	Cilindrado a 82mm x 10 mm		cuchill refrent	calib	0,25m m/rev	110m/ min	540rpm	
2	2.0	Sujeccion de la pieza en mandril			calib	M			
	2.1	refrentado cara B a 20 mm		cuchill refrent	calib	0,25m m/rev	110m/ min	540rpm	
	2.2	Cilindrado a 82 mm x 10 mm		cuchill cilind	calib	0,25m m/rev	110m/ min	540rpm	
	2.3	Mecanizado de punto		broca		M	110m/ min	540rpm	
	2.4	taladrado broca 8							
	2.5	taladrado broca 12							
	2.6	taladrado broca 16		broca	calibr.	M	13m/ min	540rpm	
	2.7	taladrado broca 20							
	2.8	taladrado broca 25							
	2.9	Cilindrado interior de diam. 26.4 mm		cuchill cilind	calib	0,25m m/rev	110m/ min	540rpm	
2.10	Mecanizado de chaflan 0.5 mm x 45°		cuchill cilindra	calib	M		540rpm		