



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

TEMA:

**“REDISEÑO DE PRENSA OLEO HIDRÁULICA Y SISTEMA DE CONTROL
PARA CONFORMADO DE TUBO PARA LA EMPRESA METALMECÁNICA
CASIMIROS EN LA CIUDAD DE PUYO”**

AUTOR: Néstor Anthony Ortiz Hidalgo

TUTOR: Ing. Mg. Carlos Mauricio Carrillo Rosero

AMBATO - ECUADOR

Marzo - 2023

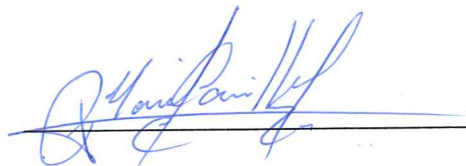
CERTIFICACIÓN

En mi calidad como Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico, con el tema “**REDISEÑO DE PRENSA HIDRÁULICA Y SISTEMA DE CONTROL PARA CONFORMADO DE TUBO PARA LA EMPRESA METALMECÁNICA CASIMIRO EN LA CIUDAD DE PUYO**”, elaborado por el Sr. Néstor Anthony Ortiz Hidalgo, portador de la cédula de ciudadanía: 1600482705, estudiante de la Carrera de Mecánica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, marzo 2023



Ing. Mg. Carlos Mauricio Carrillo Rosero

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, **Néstor Anthony Ortiz Hidalgo**, con C.I. 1600482705 declaro que todas las actividades, y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema: **“REDISEÑO DE PRENSA HIDRÁULICA Y SISTEMA DE CONTROL PARA CONFORMADO DE TUBO PARA LA EMPRESA METALMECÁNICA CASIMIRO EN LA CIUDAD DE PUYO”**, así como también, diagramas, gráficos, conclusiones y recomendaciones, son de mi exclusiva responsabilidad, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, marzo 2023



Néstor Anthony Ortiz Hidalgo

C.I. 1600482705

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y proceso de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, marzo 2023



Néstor Anthony Ortiz Hidalgo

C.I. 1600482705


AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO


Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Néstor Anthony Ortiz Hidalgo, de la Carrera de Mecánica, bajo el tema: **“REDISEÑO DE PRENSA HIDRÁULICA Y SISTEMA DE CONTROL PARA CONFORMADO DE TUBO PARA LA EMPRESA METALMECÁNICA CASIMIROS EN LA CIUDAD DE PUYO”**

Ambato, marzo 2023

Para mi constancia firman:



Ing. Mg. Oscar Iván Analuisa Maiza
MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Mg. Santiago Paul Cabrera Anda
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mi familia quienes han estado para apoyarme en cada una de mis decisiones; mi madre y padre que a pesar de todos los errores y malos caminos que he tomado han sabido aceptarme y guiarme diligentemente a través de este largo camino llamado vida. Mi hermano que supo ayudarme incondicionalmente y mi hermana que siempre me abrió sus puertas.

Néstor Anthony Ortiz H.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a los todos aquellos que han sacado lo mejor de mí a través de los años, mi familia con su apoyo incondicional, mis amigos con su valentía para decir lo necesario, los docentes de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato quienes me brindaron su paciencia y conocimiento para culminar con éxito mi trayecto estudiantil y a la mujer que más paciencia me brindó en este último año mi querida

Pamela.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICUAR	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I.....	1
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes investigativos.....	1
1.2. Objetivos.....	3
CAPÍTULO II	5
2. METODOLOGÍA	5
2.1 Materiales.....	6
2.2 Métodos	8
2.2.1. Rediseño de la prensa oleo - hidráulica.....	10
CAPÍTULO III	44
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
3.1. Análisis y discusión de los resultados.....	46
CAPÍTULO IV	52

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
4.1. Conclusiones.....	52
4.2. Recomendaciones	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
ANEXOS	1
MANUAL DE FUNCIONAMIENTO.....	12
PLANOS	17

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Materiales utilizados para el rediseño.....	6
Tabla 2: Desplazamientos de placa superior.....	13
Tabla 3: Valores de soldadura para la chapa.....	22
Tabla 4: Características de viga UPN 120	27
Tabla 5: Cálculos de seccionamientos de mesa de soporte.....	29
Tabla 6: Cálculos para inercias de secciones	30
Tabla 7: Características de viga UPN 100	32
Tabla 8: Primer conformado	46
Tabla 9: Segundo conformado	47
Tabla 10: Tercer conformado.....	48
Tabla 11: Cuarto conformado	49
Tabla 12: Costos de materiales para el rediseño de la prensa oleo - hidráulica.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: conformado en prensa hidráulica inicial.....	6
Figura 2: Diagrama de flujo de la secuencia del rediseño	9
Figura 3: Prensa hidráulica inicial con gata hidráulica	10
Figura 4: Proceso de obtención de presión necesaria para conformado	11
Figura 5: Definición de contactos entre objetos.....	12
Figura 6: Establecimiento de condiciones de frontera del análisis	12
Figura 7: Mallado del tubo.....	13
Figura 8: Presión de 17.5 MPa aplicada al tubo.....	14
Figura 9: Deformación obtenida con 17.5 MPa.....	14
Figura 10: Presión de 15 MPa aplicada al tubo.....	15
Figura 11: Deformación obtenida con 15 MPa.....	15
Figura 12: Gata hidráulica.....	17
Figura 13: Cilindro hidráulico.....	17
Figura 14: Bomba de engranaje	19
Figura 15: Motor WEG monofásico	20
Figura 16: Especificación de depósitos.....	21
Figura 17: Planchas de tanque depósito	22
Figura 18: Soldadura continua en base de deposito	23
Figura 19: Elevación del depósito con ángulos soldados en los laterales.....	24
Figura 20: Depósito de aceite con tapa	24
Figura 21: Depósito de aceite.....	25
Figura 22: Válvula de Alivio	26
Figura 23: Viga UPN	27
Figura 24: Consideración de cálculo para momento flector máximo	28
Figura 25: Seccionamiento de mesa de soporte para cálculos	29
Figura 26: Consideración para realización de cálculos.....	31
Figura 27: Valores de factor de seguridad efectivo teóricos.....	34
Figura 28: Ejes de acero AISI 4340	36

Figura 29: Análisis de anclaje	37
Figura 30: Simbología de electroválvula	39
Figura 31: Acople del final de carrera con su guía	40
Figura 32: Sistema de fuerza eléctrico	40
Figura 33: Conexiones electro – hidráulicas	42
Figura 34: Sistema de fuerza hidráulico.....	43
Figura 35: Rediseño de la prensa oleo – hidráulica	44
Figura 36: Posición de funcionamiento de breakers dentro del tablero eléctrico	45
Figura 37: Presión existente en el sistema oleo – hidráulico	45

RESUMEN

Este proyecto técnico explica en una secuencia ordenada y sistemática, el rediseño de una prensa oleo-hidráulica para el conformado de tubos galvanizados de 1 pulgada de diámetro y 2 milímetros de espesor. El conformado de este material inicialmente depende de la habilidad y fuerza del trabajador, sin embargo, se busca mejorar el proceso controlando el final de carrera, además de eliminar el funcionamiento de fuerza mediante uso de un cilindro hidráulico.

En el presente, se realizó la determinación de parámetros mediante establecimiento de rangos: presiones, ajustes de final de carrera y velocidad de avance de pistón. Se calcularon elementos y dispositivos necesarios por medio de la indagación bibliográfica, además del cálculo de: cargas y dimensiones. Consecutivamente se seleccionaron componentes para los tres sistemas: estructural, oleo-hidráulico y de control; mecanismos los cuales se basan tanto en los parámetros establecidos, como en los cálculos realizados. También se determinó la validez del proyecto mediante pruebas de funcionamiento que proporcionan un error menor al 1 por ciento y un tiempo de conformado de 10 segundos por pieza.

Al concluir el proyecto, se entregó a la empresa Metalmecánica "Casimiro", una prensa oleo – hidráulica con sistema de control capaz de realizar 340 conformados por hora, con control de final de carrera y accionamiento mediante tablero eléctrico.

Palabras clave: Prensa oleo - hidráulica, rediseño, sistema de control, conformado.

ABSTACT

This technical project explains, in an orderly and systematic sequence, the redesign of an oil-hydraulic press for forming galvanized tubes 1 inch in diameter and 2 millimeters thick. The shaping of this material initially depends on the skill and strength of the worker; however, it seeks to improve the process by controlling the limit switch, in addition to eliminating the operation of force through the use of a hydraulic cylinder.

In the present, the determination of parameters was carried out by establishing ranges: pressures, end-of-stroke adjustments and piston advance speed. Necessary elements and devices were calculated through bibliographic research, in addition to the calculation of: loads and dimensions. Consecutively, components were selected for the three systems: structural, oil-hydraulic and control; mechanisms which are based both on the established parameters and on the calculations made. The validity of the project was also determined through performance tests that provide an error of less than 1 percent and a forming time of 10 seconds per piece.

At the end of the project, an oil-hydraulic press with a control system capable of performing 340 shapes per hour, with end-of-run control and drive by electric panel, was delivered to the "Casimiros" metalworking company.

Key words: Oil-hydraulic press, redesign, control system, forming.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

El presente proyecto consta de un sistema mecánico hidráulico y un sistema de control, para desarrollarlo se plantea la investigación bibliográfica previa obteniendo la información de viabilidad y comprensión del equipo a construir. Para ello se inicia desde la empresa beneficiaria y continua con el análisis de trabajos anteriores enfocándose en los tres aspectos clave: estructura, sistema hidráulico y sistema de control.

En la ciudad de Puyo provincia de Pastaza, existe la empresa “Metalmecánica Casimiro” la cual trabaja en metal construyendo productos reforzados y brindando servicios de construcción y reparación de aparatos metálicos. Dentro de sus actividades en metal resaltan: cortes, soldas, dobleces, pintura, conformados y perforaciones. La empresa presenta un excelente desempeño en la mayoría de sus trabajos, sin embargo, en conformado de tubo (aplastado/achatado) existe una problemática para la producción debido a que el proceso empleado es golpes con martillo y el uso de una prensa hidráulica manual; por lo que el presente trabajo consiste el rediseño de la misma.

En el trabajo de [1], se utilizó una prensa tipo H vertical con bomba hidráulica, la cual su estructura secciona en: cabezal, columnas de soporte, mesa móvil y pasadores; donde para cada sección se utilizó acero ASTM A36 con espesores de máximo 20 mm. Por otro lado, en el sistema hidráulico se seleccionó un motor SIEMENS GP10 de 2 Hp, un cilindro hidráulico HMI SBd con presión máxima de 210 Bar y carrera de 650 mm y una bomba de engranajes Bazares modelo BEA 11. Con estos componentes la prensa hidráulica de 10 toneladas funciona adecuadamente. Es de resaltar que el sistema mecánico fue unido mediante soldadura.

Se ha analizado también a [2], el cual estableció que es importante considerar el aceite a utilizar tomando en cuenta el tipo de trabajo a realizar, seleccionó aceite RANDO

TEXACO SAE 32 debido a su cumplimiento de normativa y características del fluido. Utilizó, además, un motor eléctrico de 5 hp marca DELCROSA para un cilindro de doble efecto de 1000 mm de carrera, mangueras de presión y succión de 1" de diámetro. El sistema fue unido por pernos de 1" de hilo fino y se utiliza una bomba hidráulica tipo T67EC-066-025-1-R00-A-1. Es de notar que el material seleccionado fue el acero ASTM A36.

Analizando el trabajo de [3], se considera la posibilidad de implementar el sistema de control con ayuda de un microcontrolador programable de software libre como Arduino. Concluyó que para el funcionamiento del sistema se necesitan variables de entrada como: presión y tiempo; para que variables de salida como espesor y densidad sean excelentes sin tener en cuenta las habilidades del operador. Es de resaltar que el material utilizado en el proyecto es el acero ASTM A 36. El cálculo para determinar el sistema oleo – hidráulico finalizó en la selección del cilindro ROEMHELD 1287-0X5, con carrera de 350 mm y presión de 200 bar. Mangueras marca COVALCA de presión de trabajo de 2355 psi de material en mezcla de goma sintética resistente al aceite con refuerzo de 2 mallas de alambre de acero. Finalmente, para la selección de la bomba se escogió la "Mini centralita hidráulica" con depósito de 5 litros incluido, la cual viene con un motor de 12v a 2000W, bomba de 2000 psi, distribuidor a válvula de dirección 5/3 y sistema eléctrico.

Según [4]; en su trabajo utilizó 5 toneladas para conformar piezas de metal, el material de la estructura de su proyecto es el acero ASTM A 36 con 2mm de espesor, la unión de la misma se realizó mediante soldadura y presenta el análisis pertinente para calcular la viabilidad según normativa. Este trabajo enfoca el cálculo de los elementos de la prensa hidráulica considerando tablas para el diseño y uso de factores de seguridad. Para el tanque de aceite se estableció un depósito de acero ASTM A 36 capaz de albergar un volumen de 0.0236 metros cúbicos. Se hace énfasis también en la selección de: válvulas distribuidoras, válvulas de bloqueo, válvulas reguladoras de presión, válvulas calculadoras de caudal y tuberías. Finalmente es de mencionar la utilización del esquema hidráulico de la prensa del presente autor en donde distribuyen las diferentes válvulas.

Por último, basándose en el trabajo de [5], se presenta un modelo más simple de sistema de control sin procesadores en el cual se utilizan contactores para el funcionamiento del mando del motor. Se seleccionó un motor eléctrico trifásico de 5 Hp el cual en el esquema funcional del mando constan contactores auxiliares tanto para el contactor como para un relé térmico. Se presenta un circuito eléctrico de mando para el arranque y paro de la prensa, este consta de: disyuntor, pulsadores y una bobina. Finalmente, además de presentarse el diseño del sistema oleo – hidráulico también se ilustra esquemáticamente el circuito constando de: grupo motriz, válvula estranguladora, filtro, tanque, válvula limitadora de presión, manómetro, válvula de 3 posiciones y 4 vías, válvula reguladora de presión, cilindro de doble efecto y válvula anti retorno.

Por medio de estos antecedentes se establecen tanto diagramas eléctricos y sistemas de control; como materiales a utilizar y cálculos estructurales necesarios para el rediseño. Es importante resaltar que, con el estudio de los presentes antecedentes investigativos, se profundizó el funcionamiento de los sistemas oleo – hidráulicos y de los parámetros iniciales a considerar dentro de un diseño de prensa hidráulico.

1.2. Objetivos

General

- Rediseñar una prensa hidráulica y su sistema de control para conformado de tubo para la empresa METALMECANICA CASIMIROS en la ciudad de Puyo.

Específicos

- Determinar los parámetros necesarios para el sistema oleo – hidráulica y el sistema de control de la prensa en el conformado del tubo ‘poste’ galvanizado de 1 pulgada de diámetro y 2 milímetros de grosor.

- Calcular los elementos y dispositivos necesarios en función de los parámetros para el sistema de control de la prensa oleo – hidráulica en el conformado de tubo del ‘poste’ galvanizado de 1 pulgada de diámetro y 2 milímetros de grosor.
- Seleccionar los elementos mecánicos y dispositivos eléctricos necesarios para la construcción de la prensa oleo – hidráulica en el conformado del tubo ‘poste’ galvanizado de 1 pulgada de diámetro y 2 milímetros de grosor.
- Realizar pruebas del correcto funcionamiento de la prensa oleo – hidráulica en el conformado del tubo ‘poste’ galvanizado de 1 pulgada de diámetro y 2 milímetros de grosor.

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

El presente proyecto técnico corresponde a una secuencia ordenada de pasos para desarrollar sistemáticamente el rediseño de la prensa hidráulica. Para el cumplimiento de este trabajo se desarrollan tres secciones principales. El primero es el analizar parámetros estructurales, hidráulicos y eléctricos para seleccionar los dispositivos necesarios para el sistema. El segundo es el rediseño, implementar cambios necesarios de ser el caso en los componentes en la estructura metálica ya establecida. Por último, el tercero es la evaluación del funcionamiento de la prensa de acuerdo a la necesidad de conformado del tubo redondo galvanizado de diámetro de 1 pulgada y 2 milímetros de espesor.

Para el cumplimiento de las metas se plantea el uso de una metodología cuantitativa. Se plantea la utilización cálculos numéricos los cuales con investigación, análisis y experimentos; permiten una comprensión y determinación de los objetivos más detallada. El método cuantitativo resulta en el empleo de ecuaciones matemáticas para comprobar la utilización del sistema tanto estructural como hidráulico, y con ayuda de esquemas eléctricos e incluso en los métodos de evaluar la funcionalidad del conformado del tubo.

La consideración más importante es que la empresa necesita obtener un conformado parcial del “tubo estructural redondo galvanizado” de 1 pulgada de diámetro y 1.5 *mm* de espesor [6], el “aplastado” final entre superficies externas debe ser de 70 mm, este conformado parcial sirve para realizar perforaciones y acoples con superficies planas. También, la prensa rediseñada debe proporcionar 340 ‘aplastados’ por hora considerándose que debe de existir un tiempo extra para posicionar los tubos a conformar de aproximadamente 9 segundos. En la figura 1 se aprecia el actual aplastado de los tubos el cual se considera un aplastado excesivo, esto ocurre debido a que no existe un control de final de carrera para el sistema; sin embargo, se consigue un excelente acabado el cual se busca obtener también con el rediseño.






Figura 1: conformado en prensa hidráulica inicial


2.1 Materiales

A continuación, se detalla en la tabla 1 la lista de materiales utilizados para el rediseño acompañados de una imagen con su descripción.

Tabla 1: Materiales utilizados para el rediseño

N°	Producto	Imagen	Descripción
1	Tanque metálico de aceite		Depósito metálico de aceite con capacidad de 9 galones. Se lo ha acoplado para sostener al motor, mangueras y electroválvula.
2	Medidor de nivel de aceite		Determina la cantidad de aceite existente en el depósito.

N°	Producto	Imagen	Descripción
3	Aceite ISO 68		Aceite industrial a base de parafina y aditivos. Se utilizan cinco galones
4	Electro-bomba hidráulica 2hp		Consta de una bomba de engranajes GP1K con capacidad de 1.2 GPM a 3000 psi. Además de un motor monofásico de 2hp.
5	Manómetro		Medidor de presión de oleo hidráulico para fluidos con capacidad de 200 bar.
6	Electro válvula direccional CETOP 3		Dispositivo que permite el paso o cierre del fluido por medio de un electroimán. Tiene cuatro vías y tres posiciones.
7	Sensor de posición		Electro switch de final de carrera, su respuesta analógica implica un punto exacto de posición dentro del sistema.

N°	Producto	Imagen	Descripción
8	Cilindro hidráulico		<p>Marca HYDBA de la serie HMDM. Cilindro de simple efecto con carrera de 30 cm y un diámetro de 70 cm.</p>
9	Tablero eléctrico		<p>Caja metálica ligera que alberga el cableado eléctrico, sensores y sistemas de encendido/apagado.</p>
10	Válvula de alivio		<p>Libera la presión interna del aceite, con capacidad de 3000 psi.</p>
11	Mangueras hidráulicas de alta presión		<p>R2 de 3/8" en triple malla con capacidad de 4785 psi.</p>

2.2 Métodos

Los métodos seleccionados en este proyecto son: bibliográfico, de campo y experimentales. Con estos conceptos se planea completar los objetivos de manera secuencial cubriendo cada aspecto detallado de los mismos, desde el estado actual hasta el rediseño y entrega funcional del equipo.

El método bibliográfico permite explorar las propiedades, características y demás trabajos referentes a los "diseños de prensas hidráulicas". Se indaga en las secciones y puntos importantes que cada autor tiene en cuenta, el enfoque que tiene referente a su criterio, ecuaciones utilizadas, medidas estándar de presión y tonelaje, etc. De esta manera se consolida los siguientes procesos, como se muestra en la figura 2.

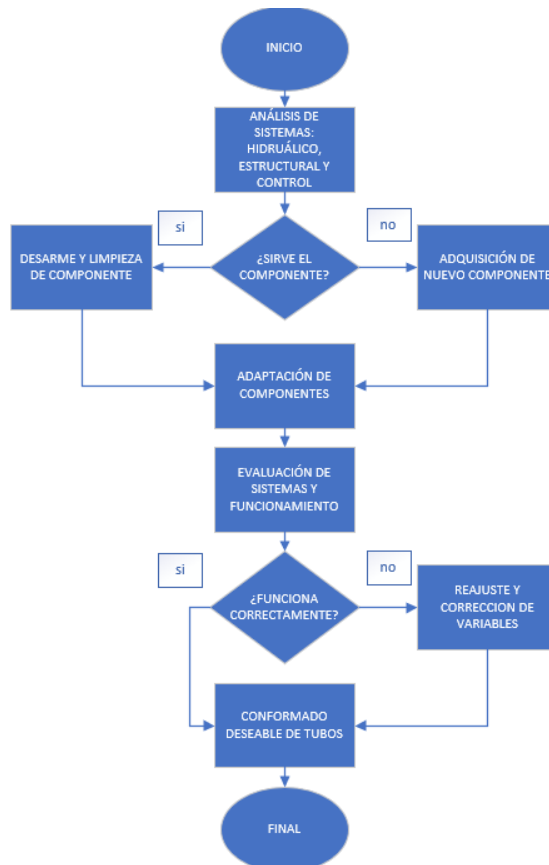


Figura 2: Diagrama de flujo de la secuencia del rediseño

El método de campo, resulta en comparar y estudiar el conjunto de resultados con el trabajo propio, analizando y determinando el rediseño de los elementos necesarios. Los tres sistemas determinados (oleo-hidráulico, estructural y control) fueron puestos a análisis para el estado actual y verificar que componentes se cambian, eliminan o permanecen para el nuevo equipo.

Finalmente, es de resaltar que se utilizan experimentaciones de prueba y error para corroborar el diseño y la adecuada implementación del sistema para la entrega funcional según las especificaciones necesarias.

2.2.1. Rediseño de la prensa oleo - hidráulica

En la figura 3, se aprecia el estado inicial de la prensa hidráulica utilizada en la empresa metalmecánica. Un sistema simple mecánico – hidráulico que depende casi en su totalidad de esfuerzo físico. La máquina consta de: varillas corrugadas (1), resortes (2), cadenas (3), gata hidráulica (4), base de gata hidráulica (5), pernos (6), cabezal (7), columnas (8), mesa de soporte (9), ejes pasadores (10) y anclaje (11).



Figura 3: Prensa hidráulica inicial con gata hidráulica

➤ Cálculo de fuerza y presión necesaria para conformar el tubo

Para determinar la fuerza necesaria para conformar el tubo según los criterios requeridos (figura 1). Se detalla el proceso del cálculo en la figura 4.



Figura 4: Proceso de obtención de presión necesaria para conformado

Se procedió a realizar un análisis por medio del Software ANSYS sección Static Structural. Para ello se diseñó: la base de soporte, el tubo y la placa que aplasta al tubo. Se realizó la geometría de los tres elementos. Como se aprecia en la figura 5, es necesario establecer las conexiones existentes entre cada uno de los objetos, definir los que serán contactos (rojo) y los objetivos (azul); tanto para la placa superior como la inferior.

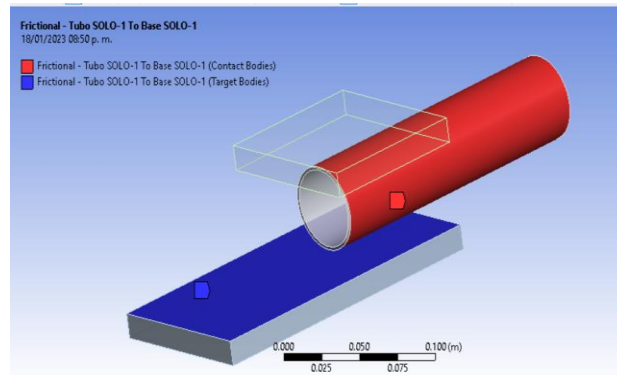


Figura 5: Definición de contactos entre objetos

Se establecen las condiciones de frontera de manera que la simulación represente de mejor manera la realidad. En la figura 6 se muestran condiciones estáticas para evitar que el tubo se mueva y para que la placa base no se deforme. También se especifica tanto las características del tubo como espesor y diámetro según el catálogo [6].

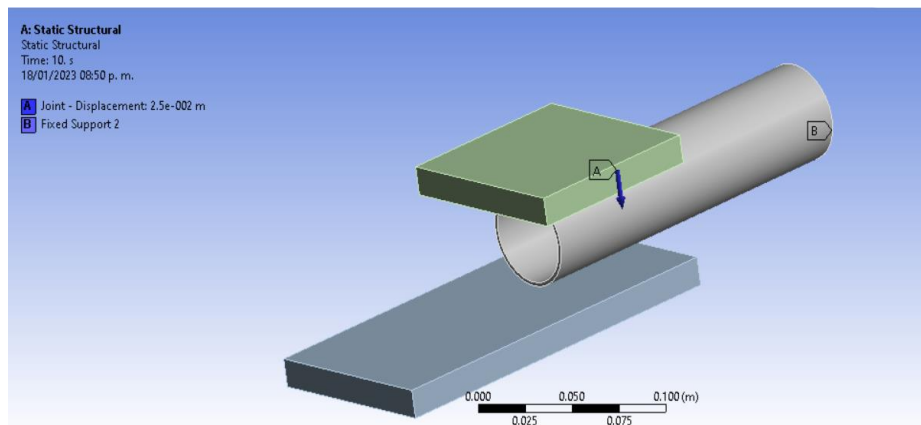


Figura 6: Establecimiento de condiciones de frontera del análisis

Se establece un mallado en el tubo para poder apreciar la deformación y presión específicamente solo en ese objeto, como se muestra en la figura 7.

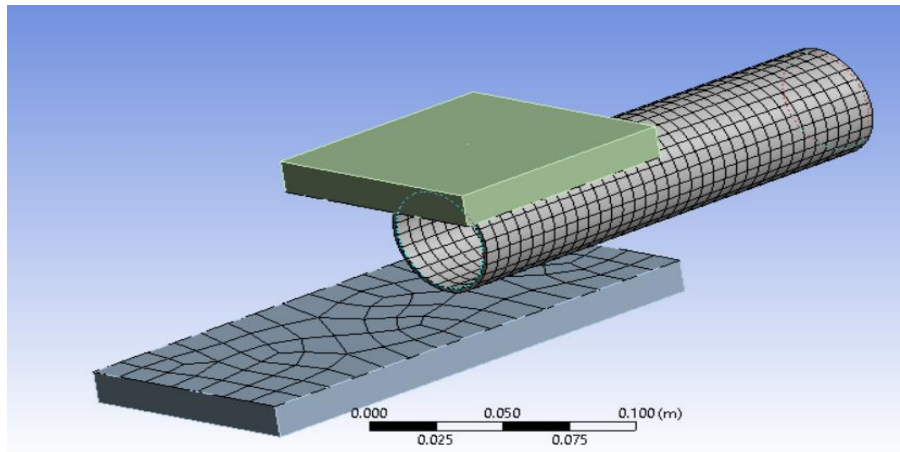


Figura 7: Mallado del tubo

Finalmente se establece un desplazamiento para la placa superior la cual realiza el proceso de conformado, como se muestra en la tabla 2, se establecieron 10 pasos de movimiento. Una vez establecidas estas condiciones se procede a realizar el análisis, es de acotar que la placa superior se oculta para apreciar mejor los resultados.

Tabla 2: Desplazamientos de placa superior

Tabular Data			
	Steps	Time [s]	<input checked="" type="checkbox"/> Displacement [m]
1	1	0.	0.
2	1	1.	2.5e-003
3	2	2.	5.e-003
4	3	3.	7.5e-003
5	4	4.	1.e-002
6	5	5.	1.25e-002
7	6	6.	1.5e-002
8	7	7.	1.75e-002
9	8	8.	2.e-002
10	9	9.	2.25e-002
11	10	10.	2.5e-002

Identificación de fuerza necesaria para el conformado

Conformado a 17.5 MPa

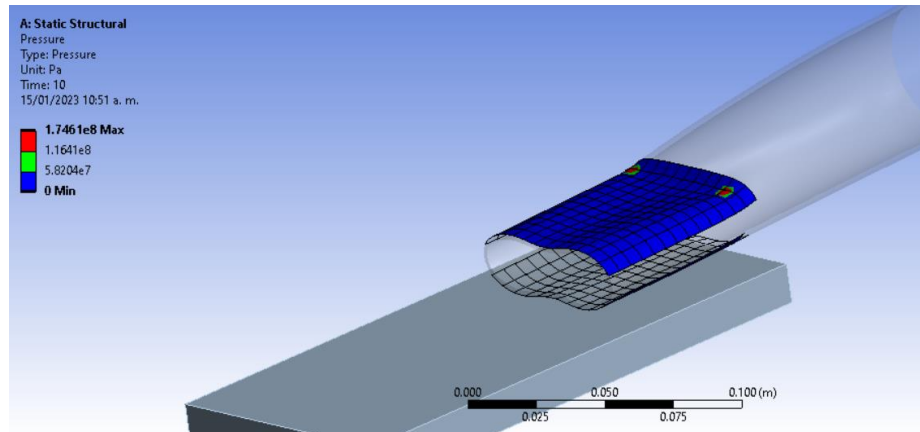


Figura 8: Presión de 17.5 MPa aplicada al tubo

En la figura 8 se muestra el conformado obtenido al aplicar la presión de 17.5 MPa al tubo galvanizado.

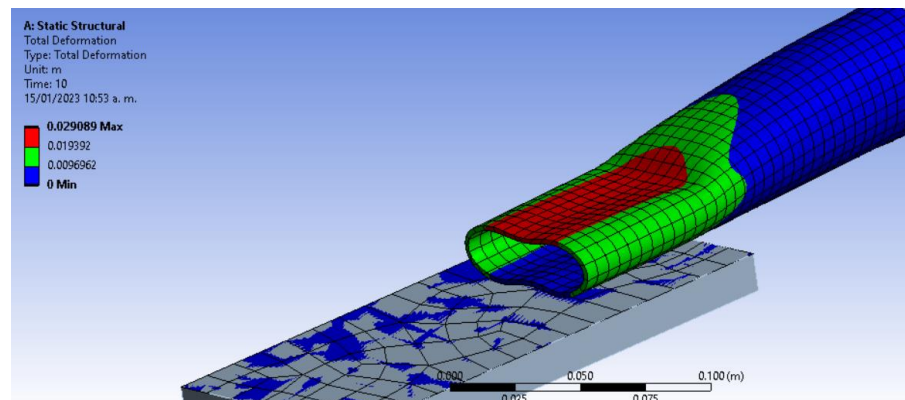


Figura 9: Deformación obtenida con 17.5 MPa

En la figura 9 se muestra la deformación obtenida al aplicar 17.5 MPa al tubo galvanizado, se obtiene una deformación de 1.94 cm en total del tubo. Esta deformación proporciona un aplastamiento entre caras externas de 0.6 cm, resultado muy aplastado y se descarta.

Conformado a 15 MPa

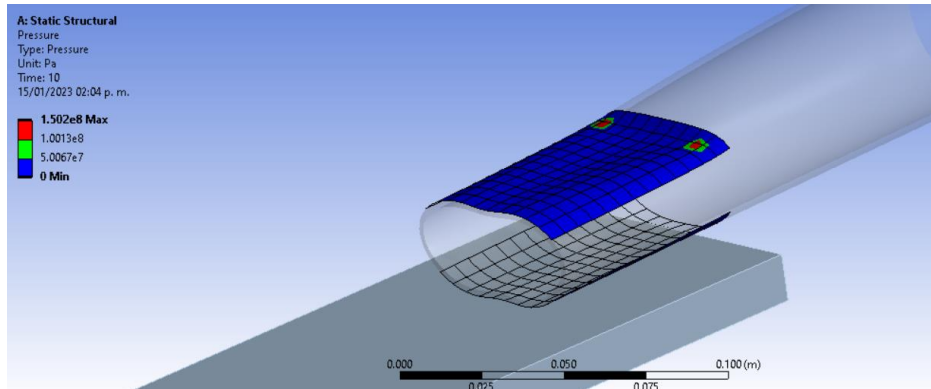


Figura 10: Presión de 15 MPa aplicada al tubo

En la figura 10 se muestra el conformado obtenido al aplicar la presión de 15 MPa al tubo galvanizado.

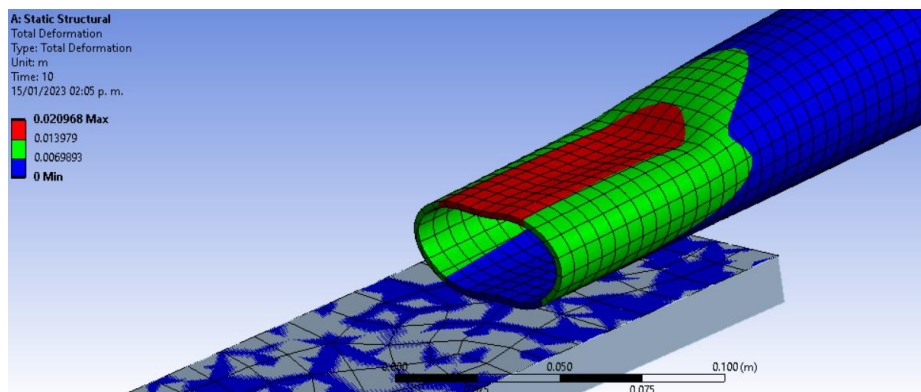


Figura 11: Deformación obtenida con 15 MPa

En la figura 11 se muestra la deformación al aplicar 15 MPa al tubo galvanizado, se obtiene una deformación de 1.4 cm en total del tubo. Existe un aplastamiento entre caras externas de 1.14 cm, resultado ser insuficiente el aplastado y se descarta.

Luego de realizar iteraciones y repetir la misma metodología se llega al valor de 16.96 MPa para conseguir un valor de 1.8 cm en la deformación total del tubo. Con este valor se obtiene una separación exterior de superficies del tubo de 0.73 cm, valor óptimo según los requerimientos de la empresa.

Cálculo de fuerza a aplicarse

Se calcula el área de efecto con la ecuación (1) dada por [7].

$$A_{efe} = b * h \quad (1)$$

Donde,

A_{efe} es el área medida en metros cuadrados.

b es la medida de un lado de la figura plana con valor de 100 *mm*.

h es la medida del otro lado de la figura plana con valor de 100 *mm*.

$$A_{efe} = 0.01 \text{ m}^2$$

Con la ecuación (2) explicada en [8], se calcula la fuerza existente en un sistema a presión mediante un área de efecto.

$$P = \frac{F}{A_{efe}} \quad (2)$$

Donde,

P es la presión existente en el sistema con 16.96 *MPa*.

A es el área calculada de la sección conformada con 0.01 m^2 .

F es el valor de la fuerza a calcular en Newtons.

$$F = 169600 \text{ N}$$

➤ Sistema oleo-hidráulico inicial

Gata hidráulica 20 ton

Como se puede apreciar en la figura 12, todo el sistema hidráulico inicial consta de una gata hidráulica utilizada para elevar objetos pesados por medio del accionamiento mecánico. La fuerza máxima que puede realizar es de 20 *toneladas*.



Figura 12: Gata hidráulica

Debido a que acoplarla a un sistema de control resulta muy complicado y por lo tanto se descarta su uso en el rediseño.

➤ Rediseño de sistema oleo-hidráulico

Para el rediseño se consideran lo siguientes elementos: cilindro hidráulico, electrobomba hidráulica, aceite hidráulico, mangueras hidráulicas, tanque de aceite, filtros de aceite, electroválvula y manómetros. Los cuales son elementos necesarios dentro de un sistema oleo-hidráulico básico.

Cilindro hidráulico

Como principal consideración se tiene que la presión del cilindro debe trabajar a 16.96 MPa . Se selecciona el cilindro hidráulico de simple efecto tipo HMDB de la empresa REXROTH de BOSCH COMPAÑY marca HYDBA, el cual posee una carrera de 300 mm, un diámetro de émbolo de 70 mm y una presión de trabajo entre $15 - 20 \text{ MPa}$ como se aprecia en la figura 13.



Figura 13: Cilindro hidráulico [9]

Las demás características técnicas del cilindro se encuentran en el anexo B1.

Electro-bomba hidráulica

Se considera la velocidad de avance y el área de efecto del cilindro para la selección de la bomba; la velocidad de avance se calcula con la ecuación (3) según [10]. Es necesario acotar que la carrera del cilindro se la reduce a poco más de la medida necesaria (diámetro del tubo es de 2.54 cm) para que ingrese el tubo a conformarse.

$$V = \frac{d}{t} \quad (3)$$

Donde,

V es la velocidad necesaria calculada en metros sobre segundos.

d es la distancia que recorre el vástago con 30 mm.

t es el tiempo requerido para que ocurra el avance en segundos.

Para calcular en tiempo de avance se parte de la solicitud de la empresa de obtener 340 conformados por hora. Es de resaltar que

$$340 \frac{\text{conf}}{\text{hora}} = 5.66 \frac{\text{conf}}{\text{minuto}} = 1 \text{ conf cada } 10.6 \text{ seg}$$

Este número implica que cada pieza debe tardar en conformarse 10 segundos. Sin embargo, es necesario considerar el tiempo posterior al ‘aplastado’ de 9 segundos para posicionar el material a trabajar por lo que el tiempo resulta en 1.6 segundos.

Calculando la velocidad de avance se obtiene,

$$V = 19 \text{ mm/seg } [44.8 \text{ plg/min}]$$

Entonces, con la ecuación (4) se determina el caudal necesario [11].

$$GPM = \frac{V * A_C}{231} \quad (4)$$

Donde,

V es velocidad de avance.

A_C es el área de efecto del cilindro con 5.96 plg².

231: implica una constante para unidades del sistema inglés.

$$GPM = 1.15$$

Se selecciona la bomba oleo-hidráulica de engranaje marca HYDROSILA tipo GP1K modelo 1, como se muestra en la figura 14, con una capacidad máxima continua de 250 bar y caudal de 1.2 GPM a 1750 RPM [12], las demás características técnicas se encuentran en el anexo B2.



Figura 14: Bomba de engranaje [12]

Esta bomba de engranajes cumple con la presión en el rediseño puesto que trabaja con 25 MPa y el cilindro con hasta 20 MPa.

Para determinar el motor necesario se parte del caudal de la bomba y de la presión a trabajarse, entonces con la ecuación (5) para calcular la potencia del motor en base a estos parámetros.

$$Potencia = \frac{Q * P}{1714} \quad (5)$$

Donde,

Q es la cantidad de caudal con 1 GPM.

P es la presión de trabajo del cilindro con 2900 psi.

1714 es una constante para determinar el valor en el sistema inglés.

$$Potencia = 1.7 Hp$$

El motor debe tener igual RPM al de la bomba para poder acoplarse, para ello se selecciona el motor eléctrico monofásico marca WEG modelo W22 de 2HP de potencia a 1750 RPM para el rediseño como se muestra en la figura 15, cumpliendo los requerimientos, anexo B3.



Figura 15: Motor WEG monofásico [13]

Tanque de aceite

Se construye una caja de acero a base de planchas. La capacidad del tanque se establece según [14], para ello se utiliza la ecuación (6).

$$\text{Capacidad del tanque} = \text{GPM de bomba} * r \quad (6)$$

Donde

r es el rango según [14], se utiliza 3 para dar mayor capacidad al tanque.

$$\text{Tanque} = 3 \text{ gal } [0.011 \text{ m}^3]$$

La capacidad del tanque deposito debe ser de al menos 0.011 m^3 . Para un mejor uso del espacio se establece que sobre el tanque se ubique el motor (20cmx20cm), la bomba(10cmx10cm) y las válvulas (10cmx10cm) a utilizarse. Por lo tanto, se requiere de una superficie cuadrada de al menos 600 cm^2 . Se establecen las siguientes medidas,

$$\text{Largo} = 48 \text{ cm}$$

$$\text{Ancho} = 38 \text{ cm}$$

$$\text{Profundidad} = 28 \text{ cm}$$

$$\text{Área de tapa del tanque} = 1824 \text{ cm}^2$$

Los valores de largo, ancho y profundidad cumplen con la capacidad calculada para el depósito de aceite y la superficie de la tapa es también la apropiada para usarse según lo calculado.

Se calculan los espesores necesarios de las paredes del tanque con la ecuación (7) según [15]. Basándose en la figura 16 y considerando el material del acero ASTM A36 se proceden los cálculos.

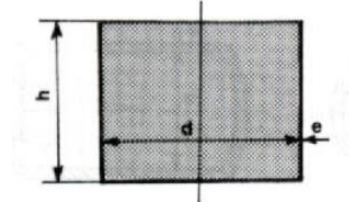


Figura 16: Especificación de depósitos [15]

$$e = \frac{p*d}{2} * \frac{1}{c_{ad}*m} + c \quad (7)$$

Siendo,

d la distancia interna de las paredes del depósito en cm .

p es la presión del líquido en kg/cm^2 .

e es el espesor de las paredes del depósito cm .

c_{ad} es el esfuerzo admisible del material ($3200 kg/cm^2$).

m es el módulo de la junta o debilitación (0.85 para suelda).

c es una constante por conservación del material ($2 mm$)

Para calcular la presión del aceite se utiliza la ecuación (8)

$$p = \frac{h}{10} * q \quad (8)$$

Donde,

h es la altura del depósito con $0.28 m$.

q es el peso específico del aceite en $9022.12 N/m^3$

$$p = 252.62 N/m^2 [0.0026 kg/cm^2]$$

Al existir tres dimensiones de diferentes longitudes se especifican tres cálculos.

$$e_{0.48 m} = 0.2 cm$$

$$e_{0.38 m} = 0.2 cm$$

$$e_{0.28 m} = 0.2 cm$$

Para el tanque reservorio se calcula que su grosor mínimo debe de ser de 0.2 cm. Se seleccionan planchas de acero laminadas en frio calidad JIS 31SPCC SD como se aprecia en la figura 17, de 0.2 cm de grosor.

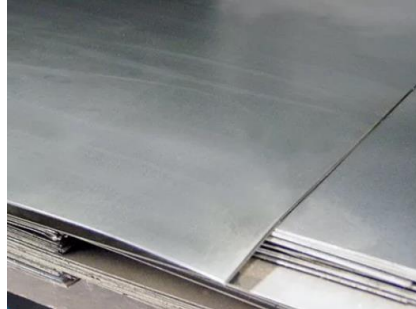


Figura 17: Planchas de tanque depósito [16]

Para las uniones de soldadura del depósito se utiliza la tabla 3 de [15] donde especifica las medidas de las gargantas de soldadura en ángulo para uniones de fuerza en este tipo de recipientes.

Tabla 3: Valores de soldadura para la chapa

Medios de unión	GARGANTAS a DE SOLDADURAS EN ANGULO PARA UNIONES DE FUERZA									TABLA 24 . 6
CHAPAS Y ALAS CON CARAS PARALELAS EN PERFILES H										
	Esesor e mm.	a máx. mm.	a mín. mm.	Esesor e mm.	a máx. mm.	a mín. mm.	Esesor e mm.	a máx. mm.	a mín. mm.	
	4,0 - 4,2	2,5	2,5	10,7 - 11,3	7,5	4,0	21,3 - 22,6	15,0	6,5	
	4,3 - 4,9	3,0	2,5	11,4 - 12,0	8,0	4,0	22,7 - 24,0	16,0	6,5	
	5,0 - 5,6	3,5	2,5	12,1 - 12,7	8,5	4,5	24,1 - 25,4	17,0	7,0	
	5,7 - 6,3	4,0	2,5	12,8 - 13,4	9,0	4,5	25,5 - 26,8	18,0	7,0	
	6,4 - 7,0	4,5	2,5	13,5 - 14,1	9,5	5,0	26,9 - 28,2	19,0	7,5	
	7,1 - 7,7	5,0	3,0	14,2 - 15,5	10,0	5,0	28,3 - 31,1	20,0	7,5	
	7,8 - 8,4	5,5	3,0	15,6 - 16,9	11,0	5,5	31,2 - 33,9	22,0	8,0	
	8,5 - 9,1	6,0	3,5	17,0 - 18,3	12,0	5,5	34,0 - 36,0	24,0	8,0	
	9,2 - 9,9	6,5	3,5	18,4 - 19,7	13,0	6,0	36,1 - 40,0	27,0	9,0	
	10,0 - 10,6	7,0	4,0	19,8 - 21,2	14,0	6,0				

Para determinar el valor necesario se procede a extrapolar. Según [17], se extrapola con el uso de la ecuación (9) para puntos P1 (x1, y1) y P2 (x2, y2) conocidos.

$$y = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} * (x - x_1) + y_1 \quad (9)$$

Donde,

y es el valor a extrapolar

x es el valor conocido de la extrapolación (2)

Reemplazando los valores para el P1 (4, 2.5) y el punto 2 (4.3, 3) se obtiene:

$$y = -0.83333$$

De acuerdo al cálculo, se establece que la medida de garganta debe de ser un valor de 0.83 mm . Para ello se utiliza un electrodo de diámetro 1.6 mm ($3/32$ pulgada) según [18] y el tipo a utilizar es el 6011 debido a la disposición de la empresa y el tipo de soldadura que se realiza allí.

De acuerdo a lo calculado se determina un depósito de dimensiones largo, ancho y profundidad en: $48.4 \times 38.4 \times 28.4 \text{ cm}$ con 2 mm de grosor con base y paredes soldadas a cordón continuo de soldadura, la garganta de soldadura tiene 0.8 mm la cual implica en 1.13 de pierna de soldadura. Es de considerar que el cordón de soldadura debe ser continuo y no permitir fugas del depósito, toda la base tiene un cordón de soldadura como se aprecia en la figura 18.

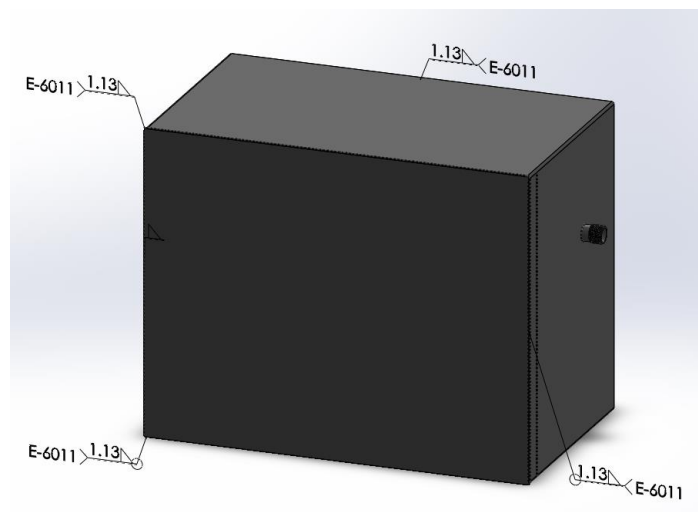


Figura 18: Soldadura continua en base de deposito

Se ha elevado la altura del tanque para evitar un contacto directo con el suelo y agregado una saliente para el retorno del aceite, según se aprecia en la figura 19.

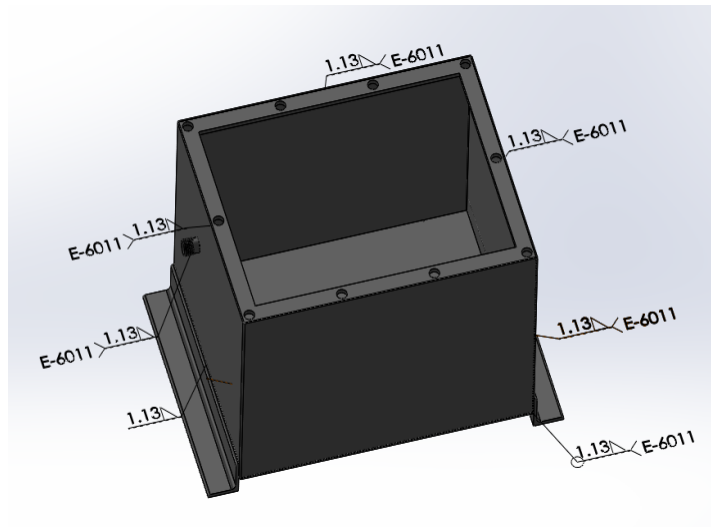


Figura 19: Elevación del depósito con ángulos soldados en los laterales

La tapa es modificada para albergar al motor, válvula de control y bomba; para ello se colocan bases de platina y realizan perforaciones según se aprecia en la figura 20, nótese que la sujeción de la misma es por medio de pernos.

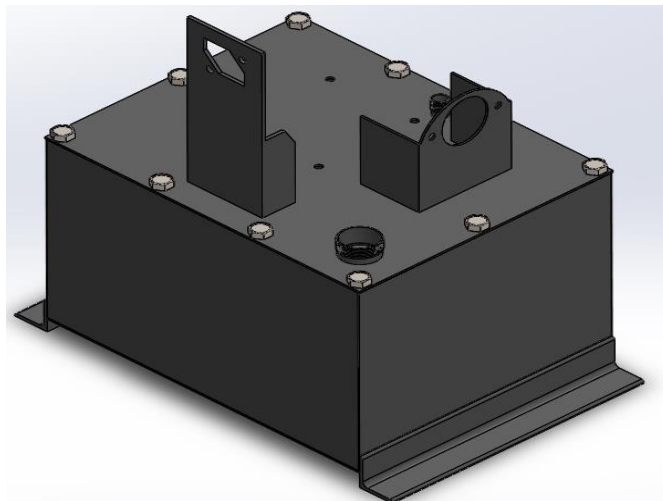


Figura 20: Depósito de aceite con tapa

En la figura 21 se aprecia el tanque depósito de aceite construido según las especificaciones determinadas.



Figura 21: Depósito de aceite

De acuerdo a lo calculado se determina el volumen del tanque.

$$\text{Volumen total del tanque} = 34780 \text{ cc}$$

$$\text{Volumen total del tanque} = 0.035 \text{ m}^3$$

Mangueras oleo – hidráulicas

Se seleccionan tanto para succión, descarga y trabajo de presión en general para el cilindro. Cada manguera tiene la capacidad de soportar con creces la presión de trabajo del sistema oleo – hidráulico siendo mangueras R1 con 2320 psi y R2 con 4785 *psi* de presión de trabajo. Es de mencionar que se utiliza aceite ISO 68.

Válvula de alivio

Para determinar la válvula se parte de la presión máxima a existir en el sistema además del caudal. El cilindro soporta 20 MPa mientras que la bomba implica hasta 25 *Mpa*, por lo tanto, la válvula de alivio debe superar estas medidas.

Se selecciona una válvula de la empresa HYDROMECHANICA modelo VBCD SE A en código V0392 de 3/8 de pulgada con presión de trabajo máxima de 350 *MPa*, como se aprecia en la figura 22, transformando significa que soporta 35 *MPa* además de que soporta también 10.56 *GPM*. Para más información consultar el anexo B4.



Figura 22: Válvula de Alivio [19]

➤ **Sistema estructural inicial**

Dentro de este sistema se encuentra la estructura tipo H de la prensa inicial donde destacan 3 zonas principales: el cabezal, la mesa de soporte y las columnas.

Además de estas zonas también destacan los sujetadores y los pernos de sujeción. Cabe mencionar que todos los elementos que complementan a la gata hidráulica de 20 ton se descartan (varillas corrugadas, resortes, cadenas y base de gata hidráulica). A continuación, se verifican las resistencias de los elementos frente a la carga a utilizar, sabiendo que la fuerza por parte del cilindro es:

$$F_{cilindro} = 169600 \text{ N}$$

Este valor se lo denomina la carga viva, sin embargo, es de considerar las cargas adicionales que proporcionan el peso del cabezal, la mesa de soporte y el cilindro. Estas últimas cargas se denominan cargas muertas. Juntas las cargas se determina la fuerza total la cual se ejerce en el sistema estructural.

Tanto el cabezal y la mesa de soporte corresponden a dos vigas UPN 120 de 8.44 kg cada una, el cilindro pesa 15 kg y la mesa de soporte tiene una placa base de 8 kg, por ende, se calcula la carga muerta sumando los pesos según la ecuación (10).

$$Carga\ muerta = 4\ vigas\ UPN120 + cilindro + placa \quad (10)$$

$$Carga\ muerta = 4(8.44\ kg) + 15\ kg + 8\ kg$$

$$Carga\ muerta = 56.76\ kg$$

Transformando a fuerza.

$$Carga\ muerta = 556.82\ N$$

La fuerza total es a soportar el sistema es la suma de las fuerzas calculadas como se aprecia en la ecuación (11),

$$F_T = F_{cilindro} + F_{carga\ muerta} \quad (11)$$

$$F_T = 170156.82\ N$$

Mesa de soporte

Este elemento es la base que soporta directamente toda la fuerza. La mesa corresponde de dos vigas ASTM A36 con un límite a fluencia de $\sigma = 235\ MPa$ valor obtenido de [20]. Estas vigas son UPN 120 de 63 cm de longitud y una placa ASTM A36 de 210x100 mm de 15 mm de espesor. Las características necesarias de la viga se detallan en la figura 23 y tabla 4, anexo A2.

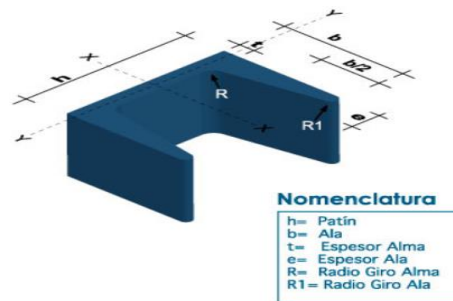


Figura 23: Viga UPN [20]

Tabla 4: Características de viga UPN 120 [20]

Denominación	H [mm]	B [mm]	T [mm]	E [mm]	R1 [mm]	ÁREA [mm ²]	PESO [kg/m]
UPN 120	120	55	7	9	4.5	17	13.4

Para verificar la resistencia del elemento se procede a calcular la resistencia en flexión de una viga con la ecuación (12) según [21].

$$\sigma_f = \frac{M_{m\acute{a}x}}{W_{xx}} \quad \acute{o} \quad \sigma = \frac{M_{m\acute{a}x}}{W_{yy}} \quad (12)$$

Donde,

σ_f es la resistencia en flexión medida en mega Pascales.

$M_{m\acute{a}x}$ es el momento máximo flector medido en Newtons Metros.

W_{xx} es el momento resistente eje x .

W_{yy} es el momento resistente eje y .

Para esto se explica al momento flector máximo como el momento de fuerza resultante máxima en una distancia determinada de la viga. Se considera la fuerza total dividida entre los soportes como la carga P , además de la siguiente configuración como se aprecia en la figura 24.

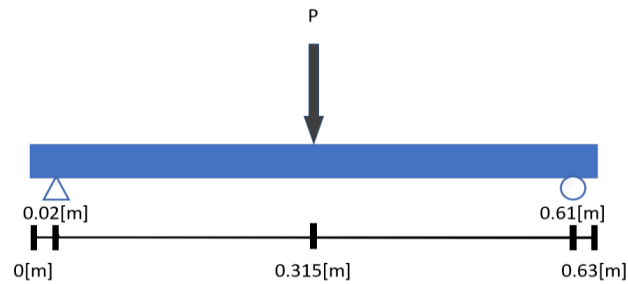


Figura 24: Consideración de cálculo para momento flector máximo

Se establece la carga puntual P en $85078.41N$ debido a que la fuerza total se divide entre 2 gracias a la existencia de dos soportes de vigas. Se prosigue considerando un equilibrio de fuerzas en donde la carga puntual se ubica al centro de la viga y los apoyos equidistantes de la carga, se puede utilizar la ecuación (13) según [22], para determinar el momento flector.

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{P * L}{4} \quad (13)$$

Donde,

P es la fuerza aplicada en la viga en Newtons.

L es la longitud de la viga medida en metros.

Para calcular el momento flector máximo se utiliza la ecuación (13).

$$M_{m\acute{a}x} = 13399.85 Nm$$

Para calcular el momento resistente se establece la ecuación (14) según [23].

$$W_{xx} = \frac{I_{xx'}}{Y_{m\acute{a}x}} \quad (14)$$

Donde,

$I_{xx'}$ es la inercia total al eje x .

$Y_{m\acute{a}x}$ es el centro de gravedad en el eje y .

Se necesita encontrar el centroide y la inercia del elemento según la geometría de la figura 25.

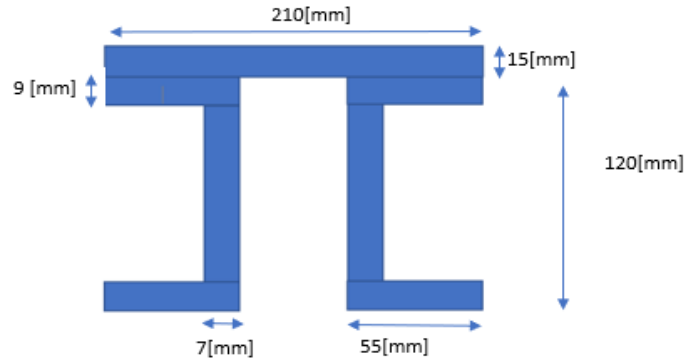


Figura 25: Seccionamiento de mesa de soporte para cálculos

En la tabla 5 se establecen los datos necesarios para calcular los centros de gravedad de cada elemento con su respectiva área.

Tabla 5: Cálculos de seccionamientos de mesa de soporte

Sección	Área [mm^2]	Eje x [mm]	Eje y [mm]
1	495	27.5	4.5
2	714	51.5	60
3	495	27.5	115.5
4	3150	105	127.5
5	495	182.5	115.5
6	714	158.5	60
7	495	182.5	4.5
Total	6558		

Se calcula el centro de gravedad mediante la ecuación (15) según [24].

$$\bar{X} = \sum_{i=0}^n \frac{x_i A_i}{A_i} \quad (15)$$

Donde,

\bar{X} corresponde al centro de gravedad total para el eje x ó y .

x_i es el centro de gravedad parcial de secciones.

A_i es el área de las secciones de la pieza total.

$$\bar{X} = 105.01 \text{ mm}$$

$$\bar{Y} = 92.48 \text{ mm}$$

Para calcular la inercia del elemento se procede a utilizar la ecuación de Steiner (16) según [25].

$$I = I' + A_p * d^2 \quad (16)$$

Donde,

I es la inercia total del elemento en metros a la cuarta.

I' es la inercia parcial seccionada del elemento total.

A_p es el área parcial seccionada de cada elemento.

d es la distancia de cada sección entre centroides.

En la tabla 6 se calculan las inercias de cada elemento.

Tabla 6: Cálculos para inercias de secciones

Sección	$x - \bar{X}$ [mm]	$y - \bar{Y}$ [mm]	I_{x-x} [mm ⁴]	I_{y-y} [mm ⁴]
1	77.51	87.98	3834879.05	3098642.3
2	53.51	32.48	1372269.59	2047326.05
3	77.51	23.02	265651.848	3098642.3
4	0.01	35.02	3922223.76	11576250.3
5	77.49	23.02	265651.848	3097107.8
6	53.49	32.48	1372269.59	2045798.09
7	77.49	87.98	3834879.05	3097107.8
Total			14867824.7	28060874.7

El centroide en eje y es 92.48 mm y la inercia en el eje xx' es 14867824.7 mm^4 .

$$W_{xx} = 160768 \text{ mm}^3$$

El esfuerzo resulta.

$$\sigma_f = 83.35 \text{ MPa}$$

Debido a que el material soporta un valor de 235 MPa . Se establece con la ecuación (17).

$$\sigma_f < \sigma_{material} \quad (17)$$

Existiendo un factor de seguridad con la ecuación (18) según [26].

$$n = \frac{\sigma_{material}}{\sigma_f} \quad (18)$$

Donde,

n equivale al factor de seguridad del elemento.

$$n = 2.82$$

El cabezal resiste las cargas y puede ser utilizado para el rediseño.

Cabezal

Es el elemento superior colocado sobre las columnas el cual sostiene al cilindro hidráulico. Se planea utilizarlo para el rediseño por lo que se procede a verificar su validez ante las nuevas cargas. Consta de dos vigas UPN 120 de 63 cm unidas por una placa ASTM A36 de 6 kg (misma placa que de la mesa de soporte) que soporta al cilindro, se lo representa según la figura 26.

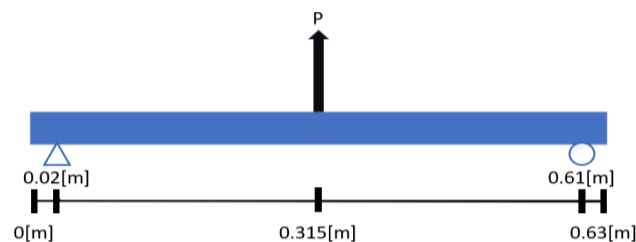


Figura 26: Consideración para realización de cálculos

La carga P para este elemento consta de la fuerza total del cilindro sumada al peso de las vigas y de la placa, para ello se utiliza la ecuación (19).

$$P = F_{cilindro} + F_{vigas} + F_{placa} + F_T \quad (19)$$

$$P = 147.15 \text{ N} + 165.59 \text{ N} + 58.86 \text{ N} + 170156.82 \text{ N}$$

Considerando un equilibrio de fuerzas, además, la carga puntual se ubica al centro de la viga y los apoyos equidistantes de la carga, se utiliza la ecuación (13) para determinar el momento flector.

$$P = 170528.42 \text{ N}$$

$$M_{m\acute{a}x} = 26858.22 \text{ Nm}$$

El momento flector se establece como

$$W_{xx} = 0.000160768 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, el esfuerzo en el cabezal esta dado como,

$$\sigma_f = 16.71 \text{ MPa}$$

Valor el cual es menor al del material (235 MPa) según [20], implicando en un factor de seguridad de,

$$n = 14.06$$

El cabezal puede ser utilizado en el rediseño.

Columnas

Las columnas constan de dos vigas ASTM A36 ($\sigma = 235 \text{ MPa}$) en UPN 100 de 150 cm de longitud. Las características de la viga se detallan en la tabla 7, anexo A2.

Tabla 7: Características de viga UPN 100 [20]

Denominación	H [mm]	B [mm]	T [mm]	E [mm]	R1 [mm]	ÁREA [mm ²]	PESO [kg/m]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]
UPN 100	100	50	6	8.5	4.5	13.5	10.6	206	29.3

Para determinar la validez de la columna se utiliza el criterio de diseño del Método de Esfuerzos Admisibles ASD, método que utiliza la resistencia a la compresión permisible; esta resistencia se calcula con la ecuación (20) según [21],

$$P_n = \frac{F_{CR} * A_{col}}{\Omega_c} \quad (20)$$

con $\Omega_c = 1.67$

Donde,

P_n es la resistencia a la compresión permisible en kN .

F_{CR} es esfuerzo de pandeo en flexión en MPa .

A_{col} es el área seccionada de columna en m^2 .

Para determinar el esfuerzo de pandeo se considera la relación de mayor o menor entre la relación de esbeltez y la constante de columna, por lo que se procede a calcular la relación de esbeltez mediante la ecuación (21) según [21].

$$R_e = \frac{Le}{r_y} \quad (21)$$

Donde,

R_e es relación de esbeltez

Le es longitud efectiva en m .

r_y es radio de giro en m .

Se calcula la longitud efectiva la cual condiciona cualquier extremo de columna con la ecuación (22) según [21].

$$Le = k * L \quad (22)$$

Donde,

Le es la longitud efectiva.

k es el factor de seguridad efectivo.

L es longitud de columna.

El valor de k se obtiene de la figura 27.

La forma de pandeo se indica en línea de puntos	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Valores teóricos de K	0,5	0,7	1,0	1,0	2,0	2,0
Valores recomendados de proyecto para condiciones reales	0,65	0,80	1,2	1,0	2,10	2,0
Condiciones de vínculo						

Figura 27: Valores de factor de seguridad efectivo teóricos [27]

Las columnas se encuentran empotradas en ambos extremos por lo que se utiliza el valor teórico k de 0.5.

$$Le = 0.5 * 1.5[m]$$

$$Le = 0.75[m]$$

Calculando el radio de giro, se consideran los ejes $X - X$ y $Y - Y$ para el pandeo de las columnas con la ecuación (23) según [21].

$$r_x = \sqrt{\frac{Ix}{A_{col}}}, \quad r_y = \sqrt{\frac{Iy}{A_{col}}} \quad (23)$$

Donde,

r_x es el radio de giro en el eje x.

r_y es el radio de giro en el eje y.

Ix es el valor de la inercia en el eje x con 206 cm^4 .

Iy es el valor de la inercia en el eje y con 29.3 cm^4 .

A_{col} equivale al área de la columna con 13.5 cm^2 .

$$r_x = 0.391[m], \quad r_y = 0.015[m]$$

Se pandea en relación al eje y con $0.015[m]$.

Entonces la relación de esbeltez es.

$$R_e = 50$$

Para calcular la constante de columna se establece la ecuación (24) según [21].

$$C_c = 4.71 \sqrt{\frac{E}{S_y}} \quad (24)$$

Donde,

C_c es la constante de columna.

E es el módulo de elasticidad con 200 GPa para acero ASTM A36.

S_y es la resistencia de fluencia con 250 MPa para acero ASTM A36.

$$C_c = 133.218$$

Debido a que la relación de esbeltez es menor a la constante de columna se aplica la ecuación (25) para determinar el esfuerzo a pandeo en flexión según [21].

$$F_{CR} = \left[0.658 \frac{S_y}{F_e} \right] * S_y \quad (25)$$

El valor de F_e esta determinado por el pandeo critico elástico de Euler dado por la ecuación (26) según [21].

$$F_e = \frac{\pi^2 * E}{R_e^2} \quad (26)$$
$$F_e = 0.789 [GPa]$$

Entonces,

$$F_{CR} = 0.219 GPa$$

Finalmente, la resistencia a compresión de la columna UPN 100 es,

$$P_n = \frac{0.219 GPa * 1.7 * E^{-5} m^2}{1.67}$$
$$P_n = 176.995 kN$$

La carga P equivale a 85.078 kN debido a que son dos columnas, entonces el valor de la carga suministrada P es menor al valor P_n calculada re resistencia máxima del material, es decir, la carga que se ejerce en la columna no sobrepasa la resistencia a la compresión.

El factor de seguridad se establece en:

$$n = 2.08$$

Las columnas pueden ser utilizadas en el rediseño.

Ejes pasadores

Son el elemento que soportan a la mesa de soporte, este componente soporta un esfuerzo cortante puro al momento de conformar el material.

Constan de 2 ejes de acero inoxidable de diámetro 25 mm y 21 cm de longitud en AISI 4340 (705), un material altamente resistente con una resistencia mecánica mínima de 1200 MPa; el diámetro de estos ejes es de 25 mm, se aprecia en la figura 28 los ejes del acero AISI 4340.



Figura 28: Ejes de acero AISI 4340 [28]

Es de mencionar que la tensión límite cortante ($\tau_{m\acute{a}x}$), se considera la mitad de la tensional a la tracción.

$$\tau_{m\acute{a}x} = 600 \text{ MPa}$$

La tensión máxima tangencial se expresa mediante la ecuación (27) según [29].

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (27)$$

Para ello se necesita calcular el área (A_{eje}) de efecto del cortante con la ecuación (28) según [7] en base al radio del eje ($r = 0.0125 \text{ m}$).

$$A_{eje} = \pi * r^2 \quad (28)$$

$$A = 4.909 * 10^{-4} \text{ m}^2$$

Entonces, se considera la fuerza a actuar en el sujetador para la ecuación (27) como un cuarto de la total de 170528.42 N

$$\sigma = \frac{42631.355 \text{ N}}{4.909 * 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$\sigma = 86.84 \text{ MPa}$$

El valor calculado es mucho menor a la tensión límite cortante, proporcionando un factor de seguridad de:

$$n = 6.9$$

Los pasadores pueden ser utilizados en el rediseño.

Anclaje

Consta de dos ángulos ASTM A36 de 60 cm de longitud a cada lado de la columna para contrarrestar el momento existente al realizar el conformado del tubo. Para efectos de análisis se considera la figura 29.

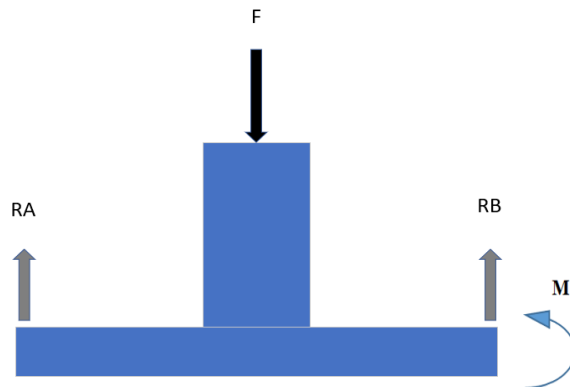


Figura 29: Análisis de anclaje

El momento está dado por la ecuación (29),

$$M = F * d \quad (29)$$

Donde,

M es el momento en Newtons metros.

d es la distancia del exterior del anclaje hacia donde se aplica la fuerza.

La fuerza F se considera a la suma de la carga viva con las muertas, para ello se parte de la fuerza P utilizada en el cabezal dividida entre dos y sumada al peso de una columna.

$$F = \frac{170528.42 \text{ N}}{2} + 197.18 \text{ N}$$

$$F = 85461.39 \text{ N}$$

Por lo que se establece al momento.

$$M = 25638.42 \text{ Nm}$$

Se procede con el cálculo de las reacciones R en los anclajes, tomando en cuenta que las reacciones son iguales tanto en el punto A como el B se establece la ecuación (30) de igualdad.

$$RA = RB \quad (30)$$

Entonces al establecer sumatoria de fuerzas en la ecuación (31).

$$RA + RB = F \quad (31)$$

$$RA = 42730.7 \text{ N}$$

Al utilizar la ecuación de momento máximo despejando la longitud,

$$L = \frac{2 * M}{RA}$$

$$L = 1.2 \text{ m}$$

La longitud del anclaje no es suficiente por lo que se requiere cambiarla para el rediseño.

Se selecciona un ángulo estructural ASTM A36 AL 50X6 mm [30], material con 6 mm de espesor y de una longitud de 1.2 m, con lo que se cumplen los criterios del cálculo de rediseño.

➤ **Sistema de control inicial**

De acuerdo a la definición para un sistema de control establecida por [31], en la actual prensa hidráulica no existe un sistema de control. No existen variables a manipular ni un dominio de salida fuera del esfuerzo físico humano. No están presentes elementos como: sensores, controladores o actuadores. Por lo tanto, se afirma que no existe un sistema de control en la prensa hidráulica inicial y se necesita diseñar uno.

➤ **Rediseño de sistema de control**

Es necesario plantear el rediseño completo de este sistema, para ello se parte de la consideración de producción requerida por la empresa. Se parte de acuerdo al cálculo de velocidad de avance resultante en 19 mm/seg .

Se inicia seleccionando la electro – válvula direccional de la empresa HYDROMECHANICA CAPRONI 4/3 CETOP 3 Modelo RH06 de control eléctrico en código F-02 para voltaje 220/50 amperios con capacidad de 32 MPa y un flujo máximo de 80 l/min. La simbología este elemento se lo aprecia en la figura 30 y se lo detalla en el diagrama de conexiones electro – hidráulicas (figura 33).



Figura 30: Simbología de electroválvula [32]

Para el control de parada se utiliza un electro – switch de final de carrera el cual marca la posición de bajada máxima que logra recorrer el pistón del cilindro. Para su colocación se soldó una platina y una guía que permite verificar el recorrido, además de una pieza de conformado como se muestra en la figura 31. El funcionamiento del sistema se detalla en el diagrama de conexiones electro hidráulicas (figura 33).

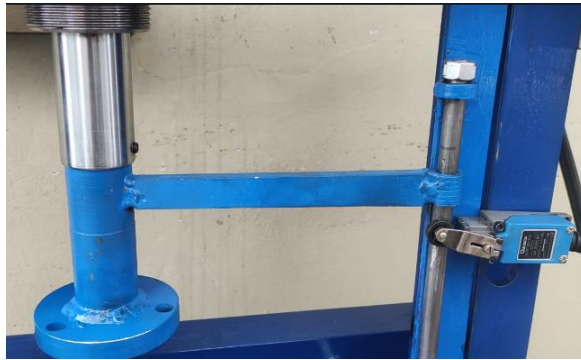


Figura 31: Acople del final de carrera con su guía

Finalmente se detallan las conexiones y el funcionamiento del sistema de control en tres diagramas: de fuerza eléctrico (figura 32), conexiones electro – hidráulicas (figura 33) y de fuerza hidráulico (figura 34).

Diagrama de sistema de fuerza eléctrico

En la figura 32, el diagrama explica las conexiones de líneas de alimentación las cuales son de 220 voltios, estas líneas monofásicas alimentan a un relé correspondiente a la bomba hidráulica. La bomba posee un relé térmico para evitar sobrecargas de tensión.

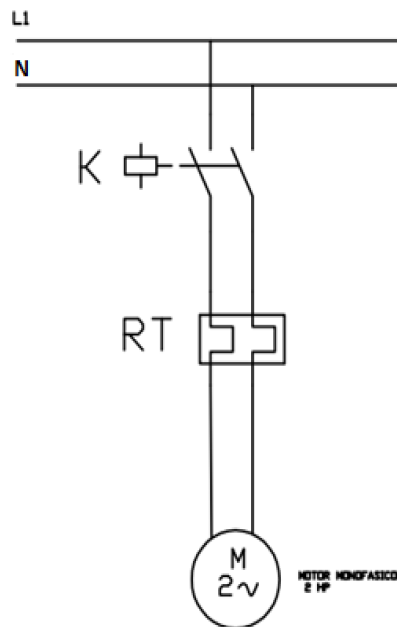


Figura 32: Sistema de fuerza eléctrico

Donde

“L1” es la fase 1 de conexión monofásica 220.

“N” es neutro de la conexión monofásica 220.

“K” es el contactor de accionamiento del motor.

“RT” es el relé térmico.

Diagrama de control

A continuación, se detalla el diagrama eléctrico en la figura 33, parte de una medida de seguridad en un botón de Paro de Emergencia (PARO_EMER).

Para iniciar el conformado se acciona un botón (BAJAR) que permite el cambio de posición en la electroválvula (A), la activación del relé (S1) y el relé de la bomba hidráulica (K); para que el cilindro de simple efecto realice la acción de aplastado.

Una vez el cilindro llega al final de carrera establecido con el micro-switch (FC_B) activará el relé (S2) el cual desactiva la acción del aplastado y permite el cambio de la posición de la electroválvula (B) para que el cilindro pueda contraerse.

La activación del relé (S2) esta temporizado a un tiempo variable en función a la subida requerida para el cilindro. El sistema eléctrico cuenta también con dos leds de luminosidad en verde y rojo que indican el estado de activación del sistema.

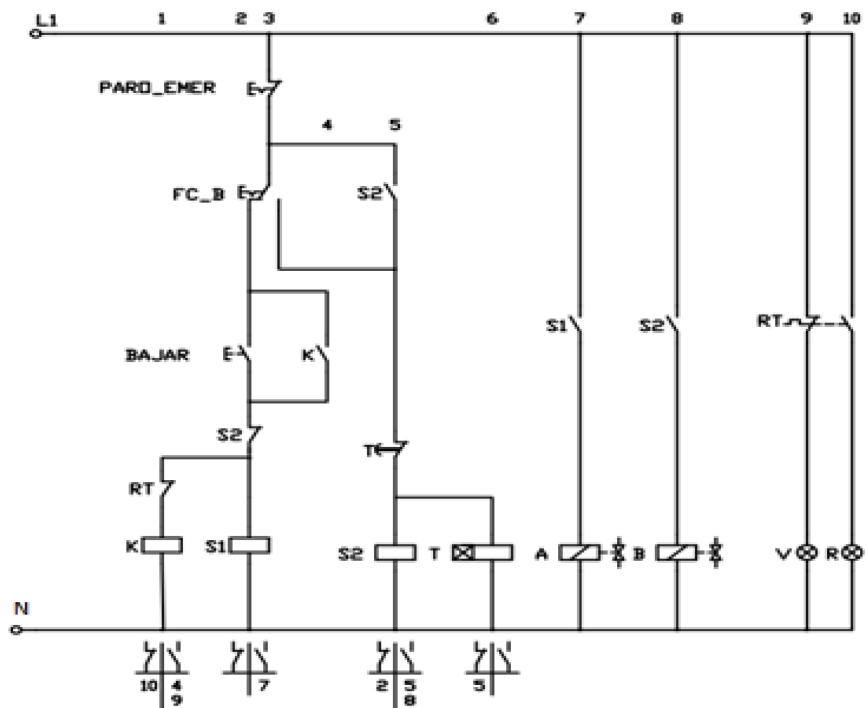


Figura 33: Conexiones electro – hidráulicas

Donde

“L1” y “N” son fase y neutro de conexión monofásica 220.

“FC_B” es el electro – switch de final de carrera.

“K” es el contactor de accionamiento del motor.

“Bajar” es el pulsador de emergencia.

“S1” es el relé de la electroválvula para bajar el vástago.

“S” es el relé de la electroválvula para subir el vástago.

“T” es el temporizador.

“A” es la bobina de la electroválvula de bajada.

“B” es la bobina de la electroválvula de subida.

“V” es una luz piloto verde de funcionamiento.

“R” es una luz piloto roja de parada de emergencia.

“RT” es el relé térmico.

Diagrama de fuerza hidráulico

Para este diagrama se muestra la figura 34, inicia en el tanque reservorio de aceite, luego a la válvula de limpieza la cual procede a conectarse a la bomba en la cual se incrementa la presión. Seguidamente pasa por la electroválvula 4/3 donde un puerto esta retornando al tanque al poseer el sistema un cilindro de simple efecto. Es de notar que las salidas de la válvula direccional eléctrica son al tanque y al cilindro. Por cuestiones de emergencia se establece una válvula de alivio para mantener el sistema estable evitando golpes de ariete.

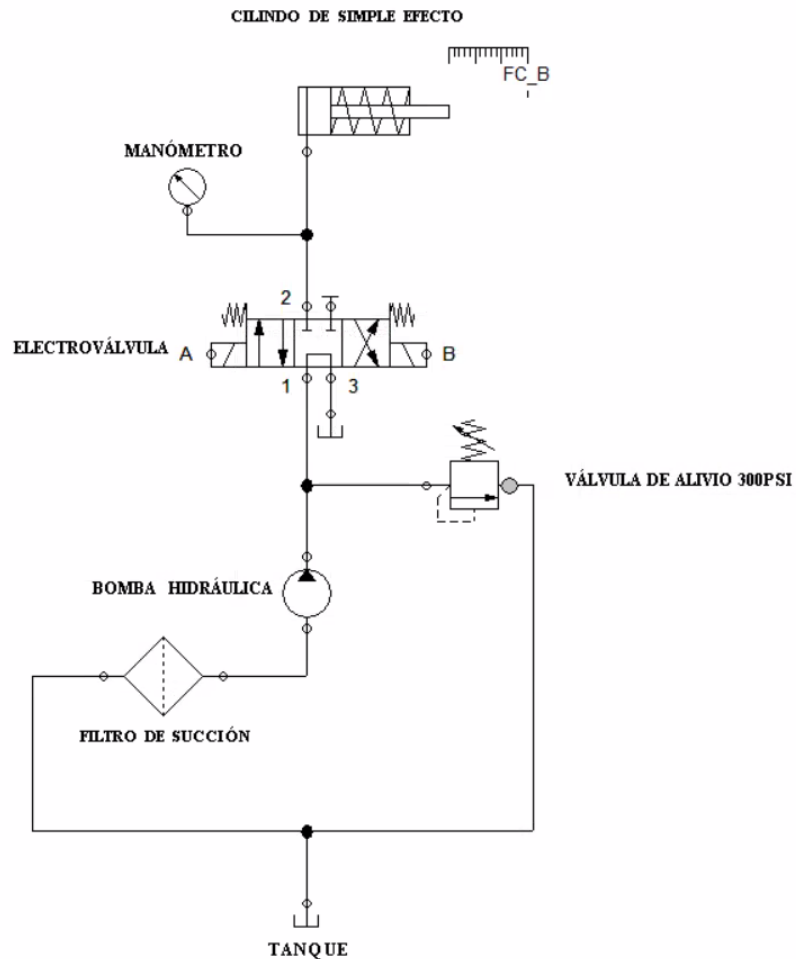


Figura 34: Sistema de fuerza hidráulico

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tres sistemas se unen según los diagramas de conexiones (figuras 31-34). El sistema de control conecta mediante cableado eléctrico, tanto el Electro switch de final de carrera como el motor de 2 Hp y la electroválvula se conectan al tablero eléctrico; cabe resaltar que dentro del tablero eléctrico se encuentra el cable de la conexión 220 monofásica, además, el tablero ha sido anclado a una de las columnas.

El sistema oleo hidráulico permanece conectado por medio de sus respectivas mangueras en succión y descarga. El motor se acopla a la bomba, los cuales se encuentran empotrados al tanque reservorio de aceite. La bomba se encuentra conectada entre el reservorio de aceite y la válvula de alivio, la cual conecta a la electroválvula y al cilindro. Se ha colocado un medidor en la válvula de alivio para poder manipular verificar la presión existente en el sistema. Es de resaltar que existen dos filtros ubicados en el tanque reservorio. Además, se empotró dentro del sistema estructural el cilindro.



Figura 35: Rediseño de la prensa oleo – hidráulica

Previo al arranque, se verifica que nada bloquee los sistemas según la figura 35, seguidamente se conecta el enchufe 220, después se energizan los breakers (figura 36) del motor y del circuito del motor. Se verifican conexiones tanto de mangueras y cables para finalmente accionar la prensa.



Figura 36: Posición de funcionamiento de breakers dentro del tablero eléctrico

Se acciona el sistema colocando un tubo a conformar de prueba para verificar funcionalidad del rediseño de la prensa oleo – hidráulica la cual demostró encenderse y funcionar al aplastar el botón de ‘Encendido’. El sistema retorna debidamente al finalizar su carrera con ayuda del electro switch de final de carrera. También se comprobó el funcionamiento del botón de ‘Paro de Emergencia’. El funcionamiento y comprobación del sistema finaliza cuando se aplasta un tubo de prueba, con el cual se verifica la presión de trabajo en la válvula de alivio la cual marca casi 17 *bar* como se observa en la figura 37, lo cual comprueba los 16.96 *MPa* calculados.



Figura 37: Presión existente en el sistema oleo – hidráulico

3.1. Análisis y discusión de los resultados

Pruebas de funcionamiento del conformado

Es necesario realizar pruebas de funcionamiento para ajustar la posición del electro – switch hasta obtener el aplastado necesario solicitado por la empresa. Se seleccionaron varios tubos galvanizados redondos de 1 pulgada de diámetro y espesor de 2 milímetros. Los tubos tienen cortes de 30 cm de longitud.

Primera prueba de conformado

Tabla 8: Primer conformado

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE MECÁNICA					
Prueba de conformado para reajuste de electro-switch de final de carrera					
Lugar: Metalmecánica Casimiro					
Encargado: Néstor M. Ortiz			Revisión. 01		
Elaborado por: Néstor A. Ortiz			Aprobado por: Ing. Mauricio Carrillo		
Posición [cm]	Separación [cm]	Acabado	Resultado	Tiempo [s]	
12.2	0.57	Bueno	No pasa	10	
					
Observaciones: la longitud del largo de aplastado es de 65 mm con 36 mm (primera imagen). La separación entre caras es de 5.7 mm (segunda imagen).					

La tabla 8 muestra un exceso de ´aplastado´ para el tubo por lo que la posición debe aumentar. Cabe resaltar que el acabado es bueno para las demás operaciones.

Segunda prueba de conformado

Tabla 9: Segundo conformado

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA</p> 				
Prueba de conformado para reajuste de electro-switch de final de carrera				
Lugar: Metalmecánica Casimiro				
Encargado: Néstor M. Ortiz			Revisión. 01	
Elaborado por: Néstor A. Ortiz			Aprobado por: Ing. Mauricio Carrillo	
Posición [cm]	Separación [cm]	Acabado	Resultado	Tiempo [s]
13.45	0.93	Bueno	No pasa	10
				
Observaciones: la longitud del largo de aplastado es de 65 mm con 34 mm (primera imagen). La separación entre caras es de 9.3 mm (segunda imagen).				

La tabla 9 muestra una falta de ´aplastamiento´ para el tubo por lo que es necesario reducir la posición. El acabado es bueno para posteriores operaciones.

Tercera prueba de conformado

Tabla 10: Tercer conformado

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA				
Prueba de conformado para reajuste de electro-switch de final de carrera						
Lugar: Metalmecánica Casimiros						
Encargado: Néstor M. Ortiz					Revisión. 01	
Elaborado por: Néstor A. Ortiz					Aprobado por: Ing. Mauricio Carrillo	
Posición [cm]	Separación [cm]	Acabado	Resultado	Tiempo [s]		
13	0.68	Bueno	No pasa	10		
						
Observaciones: la longitud del largo de aplastado es de 65 mm con 35 mm (primera imagen). La separacion entre caras es de 6.8 mm (segunda imagen).						

La tabla 10 muestra un conformado óptimo para el tubo. El acabado es bueno para posteriores operaciones.

Cuarta prueba de conformado

Tabla 11: Cuarto conformado

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE MECÁNICA				
Prueba de conformado para reajuste de electro-switch de final de carrera						
Lugar: Metalmecánica Casimiro						
Encargado: Néstor M. Ortiz			Revisión. 01			
Elaborado por: Néstor A. Ortiz			Aprobado por: Ing. Mauricio Carrillo			
Posición [cm]	Separación [cm]	Acabado	Resultado	Tiempo [s]		
13	0.71	Bueno	No pasa	10		
						
Observaciones: la longitud del largo de aplastado es de 65 mm con 35 mm (primera imagen). La separación entre caras es de 7.1 mm (segunda imagen).						

La tabla 11 muestra un conformado excelente para el tubo, el acabado es bueno para posteriores operaciones.

Los primeros intentos resultaron en una errónea posición del electro switch de final de carrera. Para las últimas pruebas de funcionamiento se obtiene un promedio de conformado con 0.695 centímetros con lo cual se cumple lo solicitado por la empresa.

Para determinar el porcentaje de error se establecen 7 pruebas en total con la posición de 13 cm del "final de carrera".

PRUEBA	RESULTADO [mm]
1	68
2	70
3	70
4	71
5	68
6	69
7	71
Promedio	69.6

Se calcula un error del 0.57% y el tiempo de conformado se establece para cada prueba de funcionamiento en 10 segundos.

Costos de materiales

En la tabla 12 se detallan los costos de los materiales adquiridos para el rediseño.

Tabla 12: Costos de materiales para el rediseño de la prensa oleo - hidráulica

N°	Cant.	Descripción	Unitario [\$]	Total [\$]
1	1	Motor monofásico 2 Hp 1740 RPM	230	230
2	1	Bomba de engranajes 1.2 GPM 1740 RPM	130	130
3	1	Acople motor – bomba	30	30
4	1	Planchas de tanque reservorio	120	120
5	1	Filtro de succión de rosca 1/2" NPT	20	20
6	1	Filtro descarga con base	37	37

N°	Cant.	Descripción	Unitario [\$]	Total [\$]
7	2	Manguera 3/8" a 4000 PSI	20	40
8	2	Manguera 3/8" a 3000 PSI	17	17
9	1	Electroválvula 4/3 centro tándem cetop 3 con base	200	200
10	1	Válvula de alivio de presión	80	80
11	1	Manómetro de glicerina	18	18
12	1	Caneca aceite oleo – hidráulico ISO 68	60	60
13	1	Kit de neplos, uniones y acoples	40	40
14	1	Tablero eléctrico	40	40
15	1	Contactador 2 polos a 220V	22	22
16	1	Relé térmico	20	20
17	2	Relé de 8 pines con base	6	12
18	1	Relé de tiempo con base	32	32
19	2	Luz indicativa 220V	3.5	7
20	2	Breaker de riel de 2 polos en 4 A, 20V	11	22
21	1	Cableado	18	18
22	1	Conectores	14	14
23	1	Riel DIN	4	4
24	1	Electro – switch de final de carrera	14	14
25	1	Pulsador de encendido	6	6
Total [\$]				1233

El costo total de los materiales utilizados para el rediseño se calcula en \$1233, este costo implica los dispositivos eléctricos y los elementos oleo – hidráulicos adquiridos. No se tienen en cuenta los trabajos metalmecánicos de corte, soldadura y pintura.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Se realizó el rediseño de la prensa Oleo – hidráulica con un sistema de control para el conformado de tubo galvanizado de 1 pulgada de diámetro exterior con 2 milímetros de espesor, para la empresa Metalmecánica Casimiro en la ciudad de Puyo. Este rediseño se lo entrega a la empresa la cual comprueba el cumplimiento de su funcionamiento según las especificaciones requeridas.

- Se determinaron los parámetros necesarios para el sistema oleo – hidráulico y el sistema de control. La presión necesaria para el conformado se calcula en un rango entre 16 MPa y 17 MPa para obtener el resultado deseado. El control de recorrido para el conformado parcial depende del electro switch el cual se establece en un rango de 12 cm a 14 cm, medida tomada desde la base de la guía del electro switch. También se determina una velocidad de avance de 19 mm/seg, parámetro calculado en base al número de conformados por hora solicitados por la empresa para el tubo redondo galvanizado de 1 pulgada de diámetro y 2 milímetros de espesor.
- Se calcularon los elementos y dispositivos necesarios en función de los parámetros determinados. Se utilizó la implementación del método bibliográfico para determinar la validez del sistema estructural y cambio del anclaje para eliminar el balanceo y vibraciones, para ello se aplicaron las ecuaciones respectivas. También se calculó tanto la capacidad como dimensiones y soldaduras del tanque de depósito del aceite para el sistema oleo – hidráulico, diseñándolo en base a los lineamientos bibliográficos.
- Se seleccionaron dispositivos eléctricos y elementos mecánicos necesarios los cuales cumplen los valores calculados e incluso los exceden. Se escogió un cilindro hidráulico en base a la presión seleccionada de entre 15 a 20 MPa, con una carrera es lo suficientemente amplia para ‘aplastar’ el tubo de 2.54 cm. Para el sistema hidráulico se seleccionó también un conjunto de motor – bomba (de engranes) que trabaja a una misma RPM y capaz de soportar las medidas calculadas de presión y caudal. Conjuntamente con este sistema se establece una válvula de alivio de presión mayor al de los componentes adquiridos. Para el sistema de control se establecen los

componentes de acuerdo al voltaje necesario para el funcionamiento del motor, se obtuvieron dispositivos eléctricos capaces de soportar los 220 V, contactores, leds, contadores, relés y una válvula de control

- Para comprobar el funcionamiento del sistema se realizaron pruebas de conformado con el tubo galvanizado de 1 pulgada de diámetro con 2 milímetros de espesor. Se obtuvo el valor promedio de separación entre superficies externas solicitado por la empresa, el tiempo de conformado también cumple con el requerimiento de trabajo. El tiempo promedio de trabajo de conformado es de 10 segundos, tiempo con el cual se puede cumplir la meta de 340 conformados por hora.

4.2. Recomendaciones

Al momento de realizar una simulación de elementos finitos se deben establecer los parámetros iniciales del programa, especialmente del material (deformación no lineal), aportando los límites plásticos de deformación del tubo galvanizado. También tener en consideración el mallado y secuencia de conformado en secciones milimétricas.

Previo al uso de la prensa se debe verificar el ajuste de pernos para poder accionar el sistema sin peligros. Así como también verificar que la superficie donde se coloca la prensa sea plana para evitar el movimiento al momento de accionarla.

Colocar un manómetro en el sistema oleo - hidráulico para verificar la presión existente proporcionada por la bomba, de esta forma se confirma que no exista un excedente de presión que comprometa los componentes.

Verificar las conexiones eléctricas dentro del tablero antes de accionar y tener ordenados los cables de conexión para evitar daños al sistema de control, también revisar los sistemas de protección del motor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] E. R. Jami Mendoza y L. F. Toapanta Pérez, "Rediseño y automatización del sistema mecánico, hidráulico y eléctrico de una prensa marca INMES de 100 toneladas mediante la aplicación de un PLC y una interfaz de comunicación HMI para la fabricación de elementos de contenedores para la Empresa Industria Metálica Cotopaxi I.M.C.", bachelorThesis, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga. Carrera de Ingeniería Electromecánica., 2019. Accedido: 8 de noviembre de 2022. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/15627>
- [2] G. Quiroz Flores, "Diseño de prensa hidráulica para ensamblaje de camisetas a bloque de cilindros en el maquicentro del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Pedro Ortiz Montoya - Celendín", *Repositorio Institucional - UCV*, 2019, Accedido: 8 de noviembre de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35917>
- [3] A. I. Jimenez Lituma y F. F. Serrano Sigüenza, "Diseño, construcción y validación de una prensa hidráulica con sistema de control automático para elaborar prótesis dentales", bachelorThesis, 2016. Accedido: 8 de noviembre de 2022. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12112>
- [4] M. A. Huerta Galvez, "Diseño y cálculo de parámetros constructivos de una prensa hidráulica de 5 tn de capacidad para conformado de chapa metálica en factoría Aldyup – Chiclayo", 2018, Accedido: 8 de noviembre de 2022. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/2966>
- [5] G. A. García Bosada, "Diseño de una prensa hidráulica para el reciclaje de papel y plástico", bachelorThesis, Quevedo-UTEQ, 2019. Accedido: 8 de noviembre de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3742>
- [6] "Tubo Estructural Redondo Galvanizado", *DIPAC*. <https://dipacmanta.com/producto/tubos/tubo-estructural/tubo-estructural-redondo-galvanizado/> (accedido 23 de noviembre de 2022).
- [7] "APUNTES_DE_GEOMETRIA.pdf". Accedido: 14 de diciembre de 2022. [En línea]. Disponible en: http://www.inacap.cl/web/material-apoyo-cedem/alumno/Ciencias-Basicas/APUNTES_DE_GEOMETRIA.pdf
- [8] "14.1 Fluidos, densidad y presión - Física universitaria volumen 1 | OpenStax". <https://openstax.org/books/física-universitaria-volumen-1/pages/14-1-fluidos-densidad-y-presion> (accedido 14 de diciembre de 2022).
- [9] "cilindro_hidraulico_HMDA-HMDB-HMSK_Hydba.pdf". Accedido: 29 de noviembre de 2022. [En línea]. Disponible en: https://www.hydba.com/wp-content/uploads/2019/10/cilindro_hidraulico_HMDA-HMDB-HMSK_Hydba.pdf
- [10] R. A. Serway y J. W. Jewett, *Physics for scientists and engineers*, 7th ed. Belmont, CA: Thomson Brooks/Cole, 2006.
- [11] "Fórmula de cálculo de bomba hidráulica - topkitparts". <https://topkitparts.com/es/wiki/hydraulic-pump-calculation-formula/> (accedido 21 de diciembre de 2022).
- [12] C. Ballén y A. J. T. Marengo, "Dimension G = ver sección "Drive shafts" Dimension F = ver sección "Montaje de Flanger"", n.º 1707.


- [13] "WEG-w22-motor-electrico-monofasico-50070884-brochure-spanish-web.pdf".
Accedido: 5 de enero de 2023. [En línea]. Disponible en:
<https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h35/h2b/WEG-w22-motor-electrico-monofasico-50070884-brochure-spanish-web.pdf>
- [14] Vickers, *Manual de Oleohidráulica Industrial*, 2a edición. Barcelona: Blume.
- [15] N. Lurburu Arrizabalaga, *Máquinas: prontuario técnicas, máquinas herramientas*, 14.^a ed. Madrid: Ediciones Paraninfo S.A., 2011.
- [16] "Planchas Laminadas en Frio", *DIPAC*.
<https://dipacmanta.com/producto/planchas/planchas-acero-negro/planchas-laminadas-en-frio/> (accedido 7 de enero de 2023).
- [17] "▷ Cómo Extrapolar una función (Extrapolación Lineal)".
<https://www.funciones.xyz/extrapolacion-lineal-extrapolar-funcion/> (accedido 7 de marzo de 2023).
- [18] C. D. SL, "¿Qué electrodo debo usar para soldar?", *Comercial Diresa SL*.
<https://www.comercialdiresa.com/blogs/noticias/que-electrodo-debo-usar-para-soldar> (accedido 7 de marzo de 2023).
- [19] "1.VALVULAS-DE-CONTROL-DE-PRESION.pdf". Accedido: 27 de diciembre de 2022. [En línea]. Disponible en:
<https://www.hydropneumatica.com/images/pdf/4.VALVULAS/4.1VALVULAS-DE-CONTROL-DE-PRESION/1.VALVULAS-DE-CONTROL-DE-PRESION.pdf>
- [20] "UPN", *DIPAC*. <https://dipacmanta.com/producto/vigas/upn/upn/> (accedido 14 de diciembre de 2022).
- [21] J. McCormac y S. Cserman, *Diseño de Estructuras de Acero*, 5.^a ed. ALFAOMEGA, 2013.
- [22] "Web del Profesor Argimiro Castillo", *Predimensionado de Vigas y Viguetas*.
http://webdelprofesor.ula.ve/arquitectura/argicast/materias/materia2/CLASE_VIGA_S.html (accedido 14 de diciembre de 2022).
- [23] "Cálculo del Momento Resistente".
<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn15.html> (accedido 15 de diciembre de 2022).
- [24] "tema2_centroides.pdf". Accedido: 15 de diciembre de 2022. [En línea].
Disponible en:
http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/nayive/mr10_web/tema2_centroides.pdf
- [25] "Apuntes_curso_RMA_clase_4.pdf". Accedido: 15 de diciembre de 2022. [En línea].
Disponible en: https://mecanica-usach.mine.nu/media/uploads/Apuntes_curso_RMA_clase_4.pdf
- [26] "Cálculo e Interpretación del Factor de Seguridad - Blog - Intelligy".
<https://intelligy.com/blog/2019/05/07/calculo-e-interpretacion-del-factor-de-seguridad/> (accedido 15 de diciembre de 2022).
- [27] "CMM_Barras Comprimidas_FK_09.pdf". Accedido: 3 de diciembre de 2022. [En línea].
Disponible en:
http://www1.frm.utn.edu.ar/metalias/Ciclo%202009/Guias%20de%20Estudio/CM_M_Barras%20Comprimidas_FK_09.pdf
- [28] "Eje AISI 4340 (705)", *DIPAC*. <https://dipacmanta.com/producto/ejes/aisi-4340-705/eje-aisi-4340-705/> (accedido 7 de enero de 2023).
- [29] H. Russell C, *Mecánica de Materiales*, Novena. México: PEARSON, 2017.

- [30] "Angulo Importado", *DIPAC*. <https://dipacmanta.com/producto/perfiles/perfiles-laminados/angulo-importado/> (accedido 20 de diciembre de 2022).
- [31] J. D. Pinzón Fernández, "Sistema Electrónico de adquisición de datos para el control de humedad en las pilas de compostaje de abono orgánico en la Empresa Maz Avicultura", bachelorThesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera Ingeniería Electrónica y Comunicaciones, 2012. Accedido: 22 de noviembre de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/2491>
- [32] "3.VALVULAS-DIRECCIONALES-ELECTRICAS.pdf". Accedido: 2 de enero de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.hydromecanica.com/images/pdf/4.VALVULAS/4.3VALVULAS-DIRECCIONALES-ELECTRICAS/3.VALVULAS-DIRECCIONALES-ELECTRICAS.pdf>

ANEXOS

A. SISTEMA ESTRUCTURAL

A1. Características del tubo estructural (poste) redondo galvanizado [6].



Tubo Estructural Redondo Galvanizado

Tubo de acero estructural con forma redonda, norma de fabricación NTE INEN 2415; Calidad SAE J 403 1008; disponible en presentación de acero negro y acero galvanizado, lo puedes encontrar en espesores de 1,5 a 3mm y se despacha en largos estándar de 6 metros, se puede trabajar otras longitudes bajo pedido. Usos: montaje de estructuras, herrería, columnas, etc. Cotiza tubos estructurales redondos ahora.

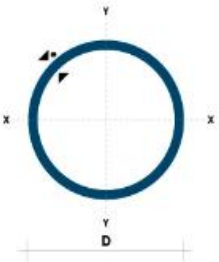
Carla / Dep. Ventas
Necesitas ayuda con este producto?

Tubo Estructural Redondo Galvanizado

1 [Añadir al carrito](#)

Especificaciones Generales:

Norma: NTE INEN 2415
Calidad: SAE J 403 1008
Acabado: Acero negro y galvanizado
Largo Normal: 6.00m y medidas especiales
Dimensiones: Desde 7/8" a 3"
Espesor: Desde 1.50mm a 3.00mm



(D) Diámetro	Espesor	Peso	Área	I	W	I
Pulgadas	mm	Kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm ³
7/8"	1.50	0.77	0.98	0.53	0.47	0.73
1"	1.50	0.88	1.13	0.81	0.64	0.85
1 1/4"	1.50	1.12	1.43	1.63	1.03	1.07
1 1/2"	1.50	1.35	1.72	2.89	1.52	1.30
1 3/4"	1.50	1.58	2.02	4.67	2.10	1.52
2"	1.50	1.82	2.32	7.06	2.78	1.74
2 1/2"	1.50	2.29	2.92	14.05	4.42	2.19
3"	1.50	2.78	3.52	24.56	6.45	2.84
1"	2.00	1.15	1.47	1.01	0.80	0.83
1 1/4"	2.00	1.47	1.87	2.08	1.31	1.05
1 1/2"	2.00	1.78	2.27	3.71	1.95	1.29
1 3/4"	2.00	2.09	2.67	6.02	2.71	1.50
2"	2.00	2.41	3.07	9.14	3.60	1.73
2 1/2"	2.00	3.03	3.86	18.29	5.76	2.18
3"	2.00	3.66	4.66	32.11	8.43	2.82
2"	3.00	3.54	4.51	12.92	5.09	1.69
2 1/2"	3.00	4.48	5.70	26.15	8.24	2.14
3"	3.00	5.42	6.90	46.29	12.15	2.59

A2. Especificaciones de perfiles laminados UPN [20].

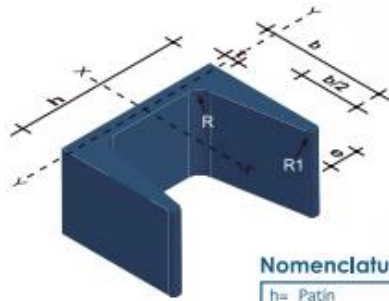
PERFILES LAMINADOS

UPN

Especificaciones Generales:

Norma:	RTE INEN 018
Calidad:	ASTM A36 / ENS 235 JR / EN10025 / ASTM A 572 GR 50 / ENS 355 J2
Largo Normal:	6.00mts y 12mts
Acabado:	Acero negro

*Otras calidades, otros largos y otros acabados previa consulta



Nomenclatura

h= Patín
b= Ala
t= Espesor Alma
e= Espesor Ala
R= Radio Giro Alma
R1= Radio Giro Ala



PROPIEDADES MECÁNICAS

RESISTENCIA MECÁNICA		PUNTO FLUENCIA	
Kg/mm ²	Mpa	Kg/mm ²	Mpa
37 - 52	370 - 520	24	235

DENOMINACIÓN	DIMENSIONES						PROPIEDADES					
	h	b	t	e	R	R1	ÁREA SECCIÓN cm ²	PESOS kg/mts	INERCIA (cm ⁴)		RESISTENCIA (cm ³)	
	mm	mm	mm	mm	mm	cm ⁴			Eje x-x	Eje y-y	Eje x-x	Eje y-y
UPN 80	80	45	6.00	8.00	8.00	4.00	1.10	8.64	106.00	19.40	26.50	6.36
UPN 100	100	50	6.00	8.50	8.50	4.50	13.50	10.60	206.00	29.30	41.20	8.49
UPN 120	120	55	7.00	9.00	9.00	4.50	17.00	13.40	364.00	43.20	60.70	11.10
UPN 140	140	60	7.00	10.00	10.00	5.00	20.40	16.00	605.00	62.70	86.40	14.80
UPN 160	160	65	7.50	10.50	10.50	5.50	24.00	18.80	905.00	85.30	116.00	18.30
UPN 180	180	70	8.00	11.00	11.00	5.50	28.00	22.00	1350.00	114.00	150.00	22.40
UPN 200	200	75	8.50	11.50	11.50	6.00	32.20	25.30	1910.00	148.00	191.00	27.00
UPN 220	220	80	9.00	12.50	12.50	6.50	37.40	29.40	2690.00	197.00	245.00	33.60
UPN 240	240	85	9.50	13.00	13.00	6.50	42.30	33.20	3600.00	248.00	300.00	39.60
UPN 300	300	100	10.00	16.00	16.00	8.00	58.80	46.20	8030.00	495.00	535.00	67.80

B. SISTEMA OLEO – HIDRÁULICO


B1. Cilindro oleo – hidráulico serie HMDB [9].

+HYDBA
Cilindros hidráulicos HMDB

PRESENTACIÓN

La gama de cilindros hidráulicos simple efecto de la serie HMDB ha sido desarrollada para satisfacer las necesidades más exigentes para los fabricantes de elevadores.

La construcción compacta con guías en acero nitrurado o con bandas de turcite, junto con el cuidado al elegir los materiales y las juntas utilizadas, hacen estos actuadores hidráulicos una opción válida para todo tipo de elevadores en los que se requiere máxima fiabilidad y repetibilidad con altas características dinámicas de trabajo.



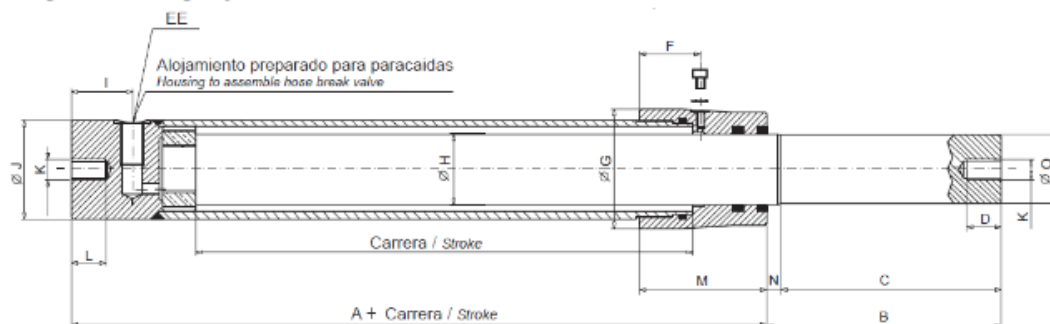
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Dimensiones intercambiables:	M.A.S.A.
Presión nominal (servicio continuo):	150 bar (15 MPa)
Presión máxima de trabajo:	200 bar (20 MPa)
Material camisa:	Material ST-52.2 DIN 2391 (BK), con una tolerancia interna H9
Diámetros de vástago:	Desde 40 hasta 100 mm
Material del vástago:	Acero F-1140 cromado y rectificado con rugosidad Ra = 0.25 µm y tolerancia f7
Carrera:	A petición del cliente, con tolerancias dimensionadas de 0 a 1 mm para medidas hasta 1000 mm y de 0 a 4 mm para medidas hasta 5000 mm
Velocidad máxima estándar:	0.5 m/s
Temperatura estándar:	Desde -20 °C hasta + 80 °C
Fluido hidráulico estándar:	Aceite mineral según normativa ISO 6743/4 - 1982 con grado de pureza según norma ISO 4406
Aplicación:	El cilindro debe trabajar en vertical y con una estructura guiada
Recomendaciones:	No soldar sobre el tubo, desmontar el cilindro para soldar sobre el vástago o sobre el fondo.

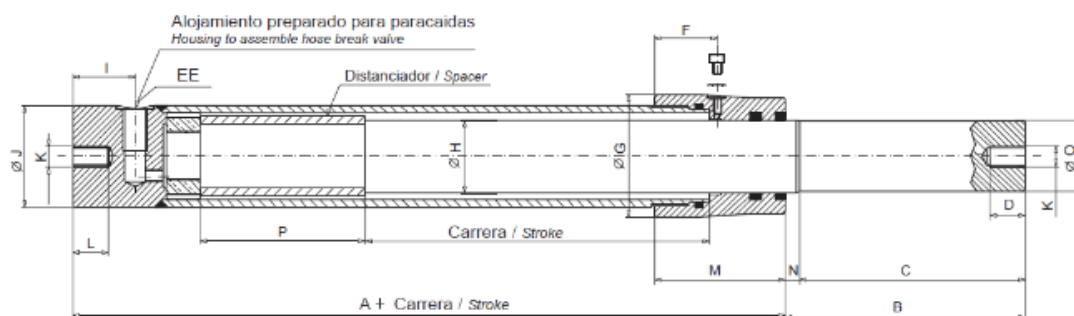
Características	Descripción	Cód.	Código de pedido
Serie	Cilindro serie MDB	MDB	MDB 000 x 0000 0
∅ Vástago	∅ 40 mm	040	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">MDB</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">000</div> <div style="font-size: 0.8em;">x</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0000</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</div> </div>
	∅ 50 mm	050	
	∅ 60 mm	060	
	∅ 70 mm	070	
	∅ 80 mm	080	
	∅ 90 mm	090	
	∅ 100 mm	100	
Carrera	Especificar carrera en mm (indicar 4 cifras)		
Distanciadores	Carrera menor de 2000 mm	0	
	Carrera entre 2000 mm y 4000 mm (distanciador de 100 mm)	1	
	Carrera mayor de 4000 mm (consultar con nuestra oficina técnica)	-	

Cilindro Buzo

Single acting cylinder



Vástago Rod ∅ mm	CARRERA MÁXIMA 2000 / MAXIMUM STROKE 2000														
	A	B	C	D	EE	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
MDB 40	130	165	155	25	3/8"	43	75	40	43	60	M 14	25	80	10	39
MDB 50	140	165	155	25	3/8"	43	85	50	43	70	M 14	25	90	10	49
MDB 60	155	165	155	25	1/2"	43	100	60	46	80	M 14	25	100	10	59
MDB 70	170	300	290	25	1/2"	43	110	70	49	90	M 18	25	105	10	69
MDB 80	200	300	290	25	3/4"	48	140	80	54	115	M 18	25	120	10	79
MDB 90	200	300	290	25	3/4"	48	140	90	54	115	M 18	25	120	10	89
MDB 100	245	305	290	35	3/4"	67	150	100	68	130	M 20	35	160	15	99



Vástago Rod ∅ mm	CARRERA entre 2000 mm y 4000 mm / STROKE from 2000 mm to 4000 mm															
	A	B	C	D	EE	F	G	H	I	J	K	L	M	N	P	O
MDB 40	230	165	155	25	3/8"	43	75	40	43	60	M 14	25	80	10	100	39
MDB 50	240	165	155	25	3/8"	43	85	50	43	70	M 14	25	90	10	100	49
MDB 60	255	165	155	25	1/2"	43	100	60	46	80	M 14	25	100	10	100	59
MDB 70	270	300	290	25	1/2"	43	110	70	49	90	M 18	25	105	10	100	69
MDB 80	300	300	290	25	3/4"	48	140	80	54	115	M 18	25	120	10	100	79
MDB 90	300	300	290	25	3/4"	48	140	90	54	115	M 18	25	120	10	100	89
MDB 100	345	305	290	35	3/4"	67	150	100	68	130	M 20	35	160	15	100	99

B2. Datos técnicos de bomba de engranajes GP1K [12].



DATOS TÉCNICOS

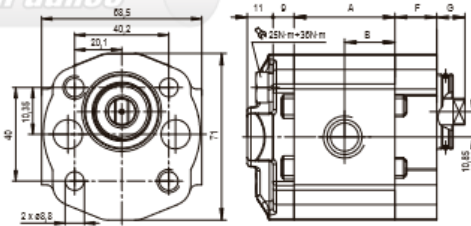
- Bombas económicas de piñones de aluminio
- Presión máxima 4000 PSI / 210bar
- GPM desde 0,48 GPM - 4,76 GPM
- Hasta 4000 RPM
- Rotación intercambiable
- Variedad de montaje y ejes
- Conexiones americanas y europeas

INFORMACIÓN TÉCNICA Y DIMENSIONES DE ENSAMBLAJE

TIPO		GP1K1	GP1K1.2	GP1K1.6	GP1K2.1	GP1K2.5	GP1K3.2	GP1K3.5	GP1K4.2	GP1K5	GP1K6.2	GP1K7	GP1K8	GP1K10	
DESPLAZAMIENTO	cm ³ /rev	1,0	1,2	1,6	2,1	2,5	3,2	3,5	4,2	5,0	6,2	7,0	8,0	10,0	
GPA A 1800 RPM	GPA	0,48	0,57	0,76	1,00	1,19	1,52	1,66	2,00	2,38	2,95	3,33	3,80	4,76	
DIMENSION A	mm	37,70	38,40	39,90	41,80	43,30	45,90	47,00	49,60	52,60	57,20	60,20	63,60	71,00	
DIMENSION B	mm	18,85	19,20	19,95	20,90	21,65	22,95	23,50	24,80	26,30	28,60	30,10	31,80	35,50	
PRESIÓN CONTINUA MÁXIMA, P ₁	bar	250						240		230		220		210	
PRESIÓN CONTINUA MÁXIMA, P ₂	bar				270			260		250		240		230	
PICO DE PRESIÓN, P ₃	bar				290			280		270		260		250	
VELOCIDAD MÁXIMA P ₁ , P _{max}	min ⁻¹	4000						3500			3200				
VELOCIDAD MINIMA P ₁ , P _{min}	min ⁻¹	750						650			600				
PESO	kg	0,83	0,85	0,87	0,91	0,93	0,96	0,98	1,00	1,05	1,16	1,20	1,26	1,32	



Ejemplo de Ordenador
GP1K4.2 -K212G



Dimension G = ver sección "Drive shafts"
Dimension F = ver sección "Montaje de Flanger"

B3. Datos técnicos de motor WEG W22 [13].

Características

- Altos torques de arranque
- Apto para condiciones de suministro de energía doméstica y rural
- Producto puede ser fabricado especial para atender a las más variadas aplicaciones de la industria

Estándar

- Potencia: 0,12 hasta 11 kW
- Polaridad: 2, 4 y 6
- Carcasas: 63 hasta 132M/L
- Tensión: 220/440 V
- Frecuencia: 50 y 60 Hz
- Grado de protección: IP55
- Plan de pintura: 207A
- Material de la carcasa: Hierro gris
- Forma constructiva: B3E

B34E (motores para bombas JM/JP)

- Método de refrigeración: Totalmente cerrado con ventilación exterior
- Puesta a tierra: Un puesta a tierra dentro de la caja de conexiones
- Material del ventilador: Polipropileno
- Material del eje: Acero SAE 1040/45
- Material da placa: Acero inoxidable
- Color: Azul RAL 5009
- Clase de aislamiento: F
- Factor de servicio:

50 Hz: 1.00
60 Hz: 1.15 (2 y 4 polos)
1.00 (6 polos)

Opcionales

- Tensión: 230/460 V
- Clase de aislamiento: H
- Grado de protección: IP56 y por encima
- Protección térmica
- Otras formas constructivas / posiciones de caja de conexión
- Eje en acero inoxidable
- Caja de conexiones reducida (Carcasas 90L y 100L)*

*Bajo consulta

Aplicaciones

- Ventiladores y Sopladores
- Secaderos de grano
- Bombas centrífugas
- Compresores
- Lavadoras de alta presión
- Silos de descarga y taladros
- Transportadores / manejo de materiales
- Máquinas rectificadoras

W22 Monofásico - Con condensador de arranque o arranque y permanente - 60 Hz

Potencia		Carcasa	Par nominal Tn (kgfm)	Corriente con rotor trabado Ii/In	Par con rotor trabado Tl/Tn	Par Máximo Tb/Tn	Momento de Inercia J (kgm²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)	Peso (kg)	Nivel de ruido dB (A)	RPM	% de la potencia nominal						Corriente nominal In (A)	
												Rendimiento			Factor de potencia			220 V	440 V
kW	HP											50	75	100	50	75	100		
II Polos																			
0,12	0,16	63	0,034	5,9	2,0	2,9	0,0002	6	10,0	50	3490	35,8	44,4	49,9	0,52	0,60	0,68	1,61	0,804
0,18	0,25	63	0,050	6,1	2,2	2,8	0,0003	6	10,7	50	3490	42,3	50,8	55,8	0,51	0,61	0,69	2,12	1,06
0,25	0,33	63	0,071	4,6	2,4	2,4	0,0002	6	10,7	50	3440	48,0	55,6	59,0	0,62	0,72	0,72	2,68	1,34
0,37	0,5	71	0,102	7,2	2	3,1	0,0005	7	13,0	60	3520	51,7	59,9	64,2	0,50	0,61	0,72	3,64	1,82
0,55	0,75	80	0,152	7,7	2,1	3	0,0008	10	16,5	65	3525	60,7	69,8	72,8	0,77	0,85	0,91	3,78	1,89
0,75	1	80	0,208	7,0	2,3	2,7	0,0009	9	17,5	65	3520	60,0	68,0	71,0	0,75	0,83	0,88	5,46	2,73
1,1	1,5	90S	0,303	9,1	2,1	2,9	0,0020	9	24,0	69	3535	70,8	77,2	79,8	0,77	0,85	0,89	7,04	3,52
1,5	2	90L	0,415	8,4	2,1	2,7	0,0022	8	25,0	69	3520	68,4	74,9	77,7	0,81	0,87	0,90	9,76	4,88
2,2	3	100L	0,608	8,7	2,3	3	0,0064	9	37,0	72	3525	72,7	79,2	81,8	0,92	0,95	0,98	12,5	6,25
3	4	112M	0,830	8,0	2,6	2,5	0,0081	6	45,0	72	3520	76,4	81,6	82,1	0,91	0,94	0,95	17,5	8,74
3,7	5	112M	1,02	8,0	2,6	2,5	0,0091	6	47,0	72	3525	80,0	82,3	83,4	0,91	0,96	0,97	20,8	10,4
5,5	7,5	132S	1,52	8,5	2,8	2,9	0,0234	5	69,0	72	3515	73,7	79,7	82,4	0,92	0,95	0,96	31,6	15,8
7,5	10	132M	2,07	8,0	2,2	3,1	0,0223	8	70,0	72	3525	79,9	82,4	83,9	0,83	0,90	0,94	43,2	21,6
9,2	12,5	132M	2,55	8,8	1,9	3	0,0285	7	79,0	72	3515	85,0	87,5	88,3	0,94	0,96	0,97	48,8	24,4
11	15	132M/L	3,04	8,5	2,2	3,5	0,0339	6	92,0	72	3530	83,7	87,2	88,5	0,89	0,94	0,95	59,4	29,7
Carcasas opcionales																			
1,5	2	90S	0,415	8,4	2,1	2,7	0,0022	8	25,0	69	3520	68,4	74,9	77,7	0,81	0,87	0,90	9,76	4,88
2,2	3	90L	0,612	7,5	2	2,1	0,0028	7	27,5	69	3500	72,0	77,0	78,5	0,94	0,95	0,96	13,3	6,63
IV Polos																			
0,12	0,16	63	0,068	5,0	2,3	2,0	0,0007	7	9,8	47	1730	32,5	40,0	44,2	0,50	0,58	0,66	1,87	0,935
0,18	0,25	71	0,101	5,0	2,8	2,1	0,0008	15	12,7	55	1730	49,6	55,2	60,4	0,43	0,51	0,61	2,22	1,11
0,25	0,33	71	0,141	5,0	2,6	2,2	0,0009	18	13,2	55	1725	45,1	51,0	56,2	0,46	0,53	0,64	3,16	1,58
0,37	0,5	80	0,207	6,8	2,1	2,5	0,0030	10	17,8	55	1740	51,7	61,0	66,1	0,76	0,83	0,88	2,89	1,45
0,55	0,75	80	0,308	5,8	2,1	2,2	0,0034	9	18,5	55	1740	54,0	63,5	68,0	0,71	0,81	0,87	4,23	2,12
0,75	1	90S	0,414	8,5	2,3	2,4	0,0055	7	24,0	58	1765	55,8	65,1	70,3	0,82	0,87	0,91	5,32	2,66
1,1	1,5	90L	0,607	9,5	2	2,3	0,0069	6	28,0	58	1765	61,0	69,5	74,0	0,88	0,93	0,95	7,12	3,56
1,5	2	100L	0,837	7,2	2,5	2,2	0,0093	10	37,0	58	1745	66,0	73,0	77,0	0,87	0,90	0,93	9,51	4,76
2,2	3	112M	1,23	7,7	2,9	2,7	0,0156	8	46,0	60	1745	65,0	74,0	77,0	0,79	0,87	0,90	14,4	7,22
3	4	112M	1,68	8,0	2,7	2,4	0,0184	6	49,0	60	1740	69,5	75,0	77,0	0,96	0,97	0,98	18,1	9,04
3,7	5	132S	2,06	7,3	3,4	2,5	0,0329	6	65,0	63	1750	71,0	77,9	80,5	0,84	0,91	0,93	22,5	11,3
5,5	7,5	132M	3,06	7,7	3,2	2,5	0,0457	6	80,0	63	1750	75,6	81,0	83,0	0,88	0,92	0,94	32,0	16,0
7,5	10	132M*	4,20	6,7	2,6	2,4	0,0486	6	82,0	63	1740	77,9	82,5	84,0	0,92	0,94	0,95	42,7	21,3
9,2	12,5	132M*	5,15	6,5	2,2	2,3	0,0543	6	88,0	63	1740	78,0	83,2	84,0	0,85	0,91	0,93	53,6	26,8

B4. Válvula de control de presión VBCD SE A [19].

VÁLVULA DE CONTRABALANCE SIMPLE TIPO A



CARACTERÍSTICAS

- Cuerpo: acero galvanizado
- Partes internas: acero templado y ajustado
- Sellos: BUNA N estandar
- Tipo cabezal: fuga menor
- Ajuste estandar: 320 Bar
- El ajuste de la válvula debe ser 1,3 veces más que la carga de presión para permitir a la válvula cerrar aún cuando sobrepase la máxima carga.

USO Y OPERACIÓN:

Válvula utilizada para controlar el movimiento y el bloqueo del actuador en una sola dirección, realizando las siguientes funciones:

- Descenso controlado de la carga que no escapa al ser arrastrado por su propio peso, ya que la válvula no permite ninguna cavitación del actuador;
- Limitación de la presión máxima en caso de impactos debidos a cargas, sobrecargas o maniobras repentinas (control de carga con distribuidor de centro abierto). El tipo A es diferente en la ubicación de conexiones y la relación piloto.

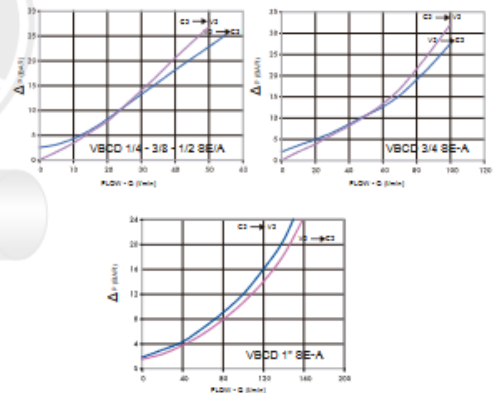
APLICACIÓN:

Conecta V1 y V2 al flujo de presión, C1 al lado libre de flujo del actuador y C2 al lado del actuador donde quiere bloquear el flujo. Montaje en línea.

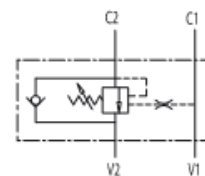


CURVAS DE CAIDA DE PRESIÓN

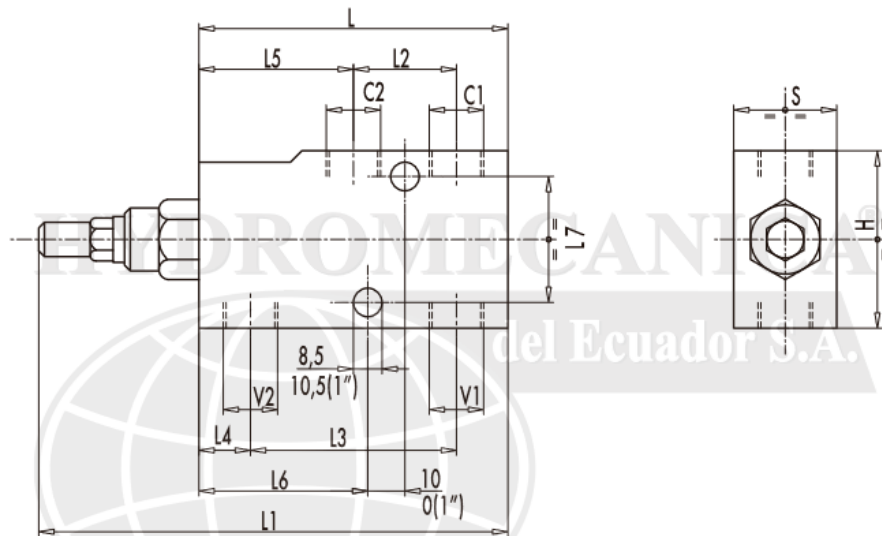
Temperatura de aceite: 50°C Viscosidad: 30 cSt



SÍMBOLO



DIMENSIONES



DATOS TÉCNICOS

COD	TIPO	V1 - V2 C1 - C2 GAS	L	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	H	S	PESO kg
V0382	VBCD 1/4" SE/A	G 1/4"	100	149	30	60	20	50	55	44	60	30	1,310
V0392	VBCD 3/8" SE/A	G 3/8"	100	149	30	60	20	50	55	44	60	30	1,256
V0412	VBCD 1/2" SE/A	G 1/2"	100	149	36	65	20	50	57,5	44	60	30	1,196
V0419	VBCD 3/4" SE/A	G 3/4"	127	187	46	85	23,5	62,5	75	44	80	35	2,372
V0417	VBCD 1" SE/A	G 1"	156	213	70	100,5	23,5	63	75	70	90	50	5,520

COD	TIPO	RELACION PILOTO	FLUJO MAX Ll / min	PRESION MAX Bar	GPM
V0382	VBCD 1/4" SE/A	1:4,5	20	350	5.28
V0392	VBCD 3/8" SE/A	1:4,5	40	350	10.56
V0412	VBCD 1/2" SE/A	1:4,5	60	350	15.84
V0419	VBCD 3/4" SE/A	1:5,5	95	350	25.08
V0417	VBCD 1" SE/A	1:5,5	160	350	42.24

C. SISTEMA DE CONTROL

C1. Válvula de control direccional 4/3 CETOP 3 Modelo RH06 - F-02 [32]



RH06... 1 - ... F...

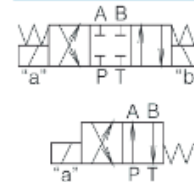
Válvula de control direccional cetop 3



- Válvulas de control direccional de 4/3 y 4/2 vías con operación de solenoide, construcción de alta resistencia
- Bobinas de voltaje de CA y CC extraíbles: reemplazo rápido y rotación en cualquier dirección sin fugas del sistema
- Tubos con núcleo de pasador húmedo conectados a un tanque con capacidad de alta presión
- Opción de anulación manual (botón pulsador)
- Máximo control de la potencia hidráulica
- Confiabilidad y larga vida
- Superficie de montaje CETOP3 (NG6)



SÍMBOLO



- Las válvulas RH06 ... 1 ... F ... son válvulas direccionales de carrete accionadas por solenoide. Se usan para controlar el inicio, la detención y la dirección del flujo.
- Las válvulas RH06 ... 1 ... F ... consisten en un carrete, carcasa, muelles y solenoides.
- Este modelo está diseñado con carrete centrado de dos resortes para válvulas 4 / 3- y 4 / 2-. La carcasa tiene 5-cámaras.
- Los solenoides de funcionamiento son de tipo DC. Para el suministro de AC, los solenoides están provistos de rectificador, que está integrado en la tierra de instalación de los conectores. Los voltajes de suministro estándar son 12V DC, 24V DC, 48V DC, 110V AC (RAC) y 220V AC (RAC).
- Los conectores eléctricos cumplen con la norma DIN 43 650.
- En caso de problema con el suministro eléctrico, se proporciona una opción para anulación manual.

HYDROMECHANICA®

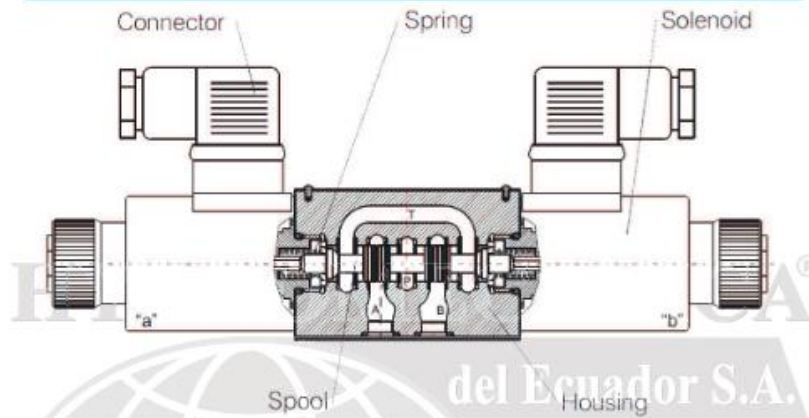
del Ecuador S.A.



RH06... 1 - ... F...

Válvula de control direccional cetop 3

DESCRIPCIÓN GENERAL



CÓDIGO

	RH	06	...	1	-	...	/	...	F
Válvula de control direccional														
Tamaño nominal														
Simbología														
Tipo de control: Eléctrico														
Voltaje de suministro/frecuencia de corriente														
Código														
Tipo de conector														

012/00	C1	Omit - sin orificio
024/00	C2	K1 - orificio ø0,8 mm
048/00	C3	K2 - orificio ø1 mm
110/50	C4	K3 - orificio ø1,2 mm
220/50	C5	K4 - orificio ø1,5 mm
		K5 - orificio ø2 mm
		Omit - con capa plástica
		M - con capa de metal
		Omit - sin espaciadores
		S - con espaciadores
		N - Normal
		T - Tropical



DATOS TECNICOS

GENERAL

DATOS	UNIDADES	RANGO
Pocisión de instalación		Opcial, excepto symbologia "08", "09", "20" y "82" - Horizontal
Máx. temperatura ambiente	°C	-20... +50
Peso (Válvula selenoide simple)	kg	1600
(Válvula selenoide doble)	kg	2,200

HIDRÁULICO

Máx. presión port P, A & B	MPa	32
port T	MPa	21
Rango de flujo (at Δp 0,1 Mpa.)	l/min	11 ... 20
Máx. flujo	l/min	80
Aceite hidráulico líquido-mineral:		
- Viscosidad	mm /s	10 ... 800
- Grado de filtración	mm	0.025
- Temperatura	°C	-20...80

ELÉCTRICO

Duración del ciclo	%	100	
Impermeabilidad		IP65	
Aislamiento térmico		H	
Tipo de voltaje		DC	AC
Voltahe/Frecuencia disponible	V/Hz	12/00	110/50 (60)
		24/00	220/50 (60)
		48/00	
Consumo actual	A	2,4	
12VDC		1,3	
24VDC		0,58	
48VDC			0,5
110V RAC			0,25
220V RAC			
Max. frecuencias de conmutación	cycle/h	15000	
Tiempo de conmutación en on	ms	50	
p = 17,5MPa, en 50ms off	ms	25	
Q = 40 l / min (medido para apagado en 25ms símbolo de la válvula de control "01")			

MANUAL DE FUNCIONAMIENTO



Introducción

La prensa oleo – hidráulica es una máquina de conformado rediseñada, específicamente para el tubo galvanizado de 1 pulgada de diámetro y 2 milímetros de grosor, con sistema de control acoplado capaz de ejercer grandes presiones de trabajo. Para garantizar el funcionamiento del producto y preservar la seguridad del trabajador, se recomienda que se lea detenidamente el manual y se cerciøre de la comprensión del mismo.

Características

El dispositivo consta de tres sistemas: estructural, oleo – hidráulico y de control. Posee una capacidad de trabajo de hasta 20 MPa. Sus medidas son de 1200 mm de alto, 600 mm de largo y 300 mm de ancho y consta de 22 diferentes partes (revisar plano general).

- Sistema estructural: ángulos de base, columnas, ejes pasadores, mesa de sujeción, placa matriz, pieza de conformado, soporte de cilindro, cabezal y platina guía.

- Sistema oleo – hidráulico: cilindro hidráulico, mangueras, bomba, tanque de aceite y tapa del tanque.
- Sistema de control: tablero eléctrico, electro switch de final de carrera, motor, electroválvula de control.

Advertencias / seguridad / precauciones

El propietario de la prensa debe entender y analizar las instrucciones presentes en el manual antes de realizar cualquier actividad en la máquina. Se debe educar al operador de la prensa en seguridad industrial y demás peligros sobre operación de maquinaria. Las siguientes advertencias deben de ser comprendidas.

- Asegurarse de que la instalación de la máquina se haya realizado adecuadamente; debe de ser un área plana, amplia y que soporte el peso del sistema.
- No debe ser manipulado por personas no capacitadas física, sensorial o mentalmente limitadas, inexpertas o sin los conocimientos adecuados.
- Precautelar el contacto de niños sin supervisión.
- Mantener la concentración al momento de utilizar la prensa.
- No realizar soldaduras cerca de la prensa oleo-hidráulica.
- Iluminar la zona de trabajo en donde se ubique la prensa oleo-hidráulica.
- Evitar vestimenta holgada al momento de operar la máquina.
- Utilizar red en el cabello si se dispone de cabello largo.
- Trabajar largos periodos de tiempo en una sola posición puede provocar mareos y desgaste muscular.
- No realizar ninguna clase de modificación a la prensa oleo-hidráulica mientras está en funcionamiento.
- No desconectar el sistema oleo-hidráulico sin supervisión de un técnico.
- No realizar modificaciones a la prensa sin conocimiento técnico de la misma.
- No humedecer ninguna sección del aparato con agua bajo ninguna circunstancia, en caso de ocurrir en los sistemas eléctricos detener las operaciones y desconectar la unidad.

Previo a puesta en marcha

Realizar una inspección visual del sistema identificando que no exista ningún elemento desconectado, tanto del sistema oleo – hidráulico como del sistema de control.

Comprobar el ajuste de todos y cada uno de los tornillos/tuercas, uso de arandelas y rodajas de presión, principalmente en el sistema estructural.

Detectar fugas, daños de piezas o elementos faltantes. En el caso de detectarse cualquiera de estas peculiaridades, no proceder bajo ninguna circunstancia y revisar con un técnico.

Revisar el nivel de aceite del tanque reservorio, en caso de estar bajo comprobar exhaustivamente fugas existentes y rellenar el tanque con aceite ISO 68. El medidor de aceite del tanque debe ubicarse a un nivel medio.

Mantener el tablero eléctrico cerrado y los sistemas eléctricos protegidos.

Verificar la posición del Electro-switch de final de carrera para el control de conformado.

Funcionamiento

Paso 1: conectar el cable de electricidad a un tomacorriente 220 monofásico.

Paso 2: colocar los breakers protectores del tablero eléctrico en la posición de encendido (izquierda).

Paso 3: colocar y alinear la placa con la pieza de conformado.

Paso 4: operar la prensa oleo – hidráulica con el **botón de accionamiento (botón verde)** sin colocar elementos a conformar, con el fin de comprobar el sistema de desplazamiento - retorno y desplazar posibles secciones de aire en las mangueras.

Paso 5: colocar la pieza de trabajo alineada con la placa y pieza de conformado.

Paso 6: presionar el **botón de accionamiento (botón verde)** sosteniendo firmemente la pieza a conformar.

Paso 7: esperar el retorno del pistón a su posición inicial y retirar la pieza conformada.

Paso 8: repetir el proceso de conformado con una nueva pieza.

Advertencias

En caso de existir fallas eléctricas, los pertinentes sistemas de seguridad eléctricos del tablero de control impedirán el paso de corriente apagando el motor. Después del fallo, el operador debe desconectar la máquina y revisarla; en caso de ser necesario, se debe reemplazar los componentes electrónicos dañados.

La prensa oleo-hidráulica fue rediseñada para "aplastar" específicamente tubos galvanizados de 1 pulgada de diámetro con 2 milímetros de espesor, sin embargo, puede ser utilizada para múltiples operaciones de conformado, siempre y cuando no sobrepasen su capacidad.

Muelles u otro tipo de piezas que no pueden ser comprimidos implican un riesgo para el operario debido a que pueden salir disparados.

En caso de atasco del cilindro hidráulico al momento de desarrollar un conformado de pieza, llevar a cabo el **paro de emergencia** aplastando el **botón rojo**. Al realizar esta acción se detiene el motor congelando el movimiento tanto de avance como de retorno del pistón.

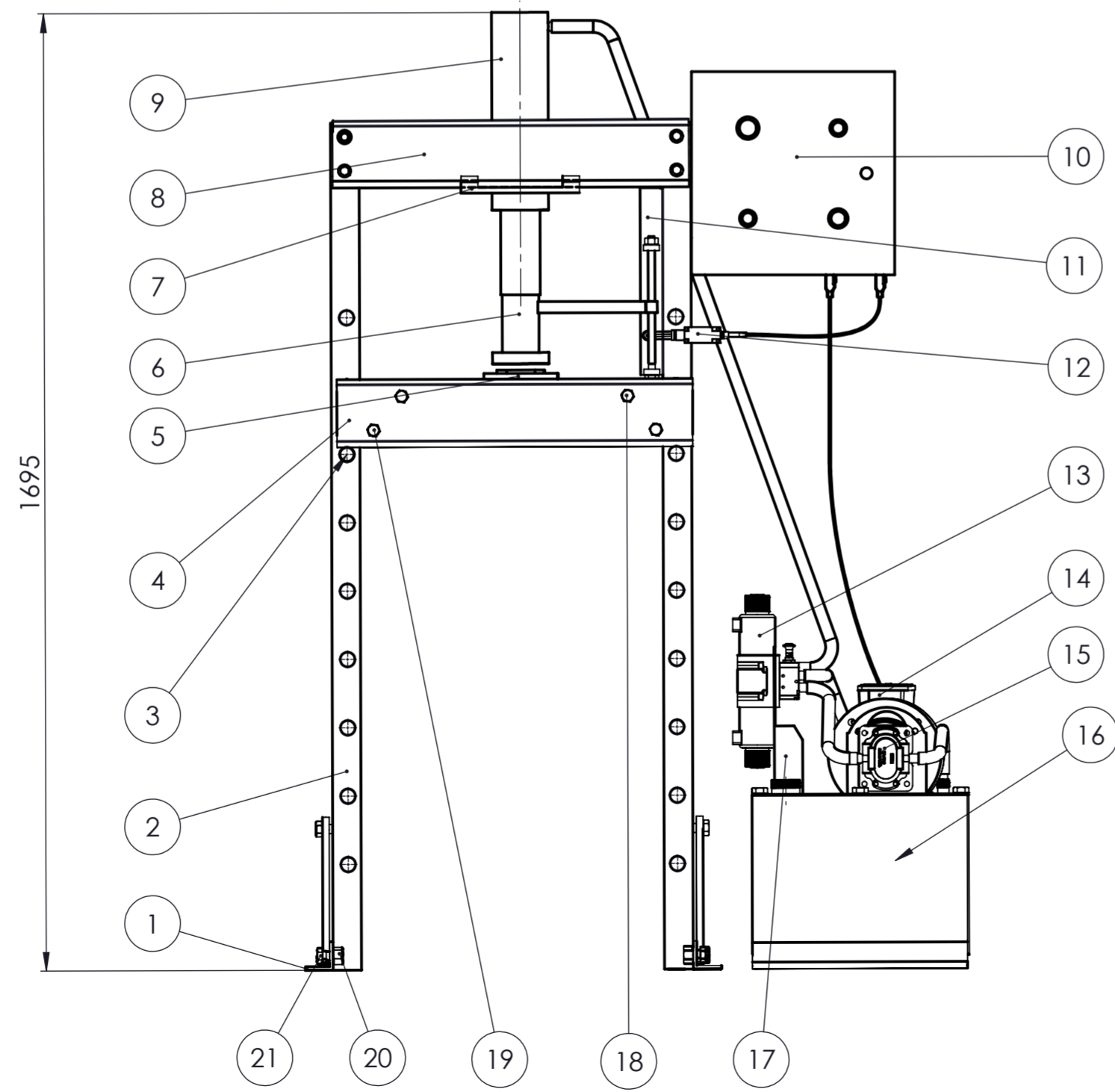
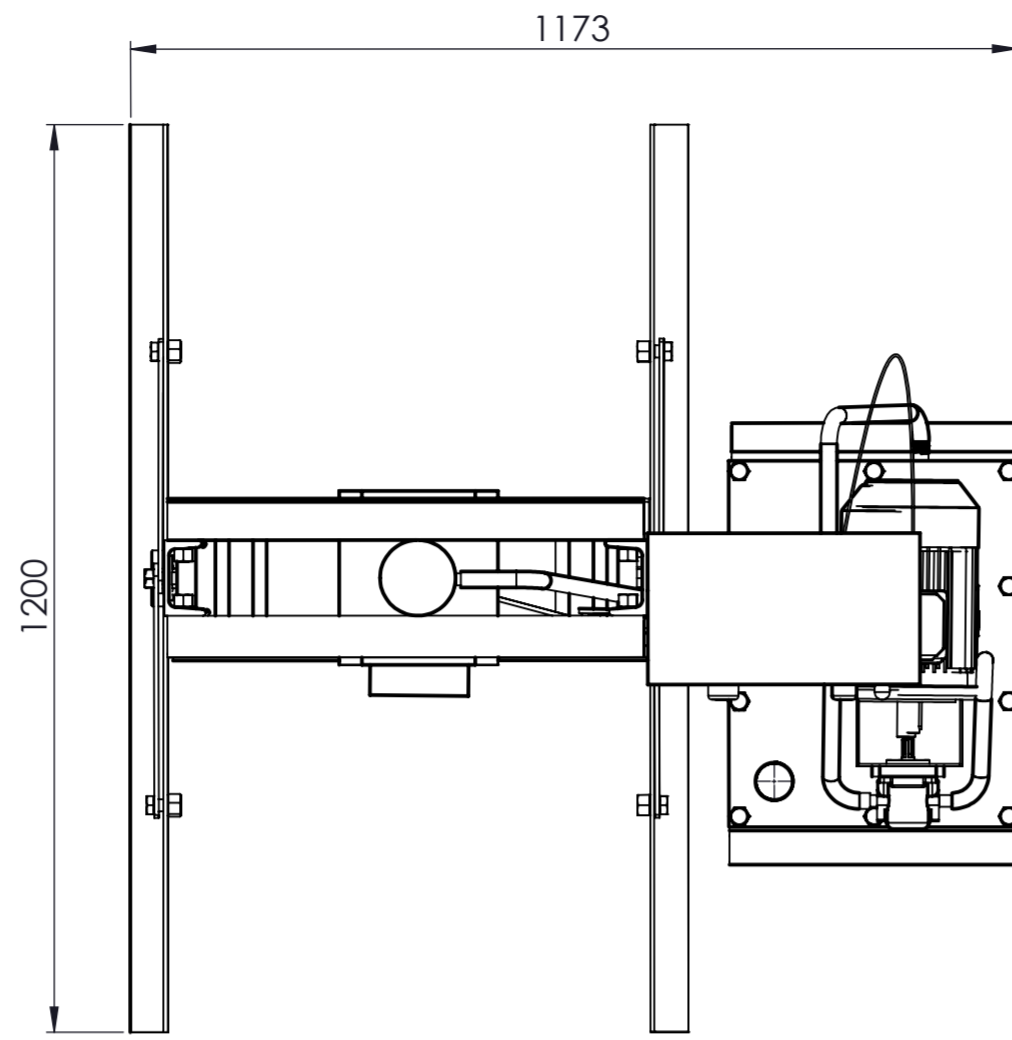
Si se ha utilizado el **paro de emergencia**, para regresar el pistón a su posición inicial se gira el botón rojo hacia la **derecha**, seguidamente **bajar** el electro-switch de final de carrera simulando el paso de la guía (cumple el recorrido completo).

Algunas piezas pueden inclinarse y/o salir desprendidas al momento del conformado, llevar guantes, así como la demás ropa de seguridad para el trabajo (gafas, botas de seguridad, etc.).

Mantenimiento

- Realizar una inspección visual en búsqueda de suciedad y ejecutar la limpieza de la misma 1 vez por semana.
- Todas y cada una de las piezas móviles han de ser lubricadas en intervalos de tiempo de 1 vez por semana.
- Los filtros del aceite han de cambiarse cada 1000 horas de uso.
- El aceite ISO 68 debe de cambiarse cada 3000 horas de uso.

PLANOS



24	Perno 2	-	SAE 1045	21	Perno M17X25	0.1	DIN 960
4	Tuerca 1	-	SAE 1045	20	Tuerca M10	0.1	DIN 960
24	Tuerca 2	-	SAE 1045	19	Tuerca M17	0.1	DIN 960
4	Perno 1	-	SAE 1045	18	Perno M10X115	0.3	DIN 960
1	Tapa del tanque	07	ASTM A36	17	Plancha laminada en frio	6	NTE INEN 115
1	Tanque de aceite	06	ASTM A36	16	Plancha laminada en frio	10	NTE INEN 115
1	Bomba	-		15	GP1K - 1	1.3	GSTU / GOST
1	Motor eléctrico	-		14	WEG W22	20	IEC 60034
1	Electroválvula de control	-		13	CAPRONI 4/3 CETOP 3	3.5	DIN 43 650
1	Electro-switch de final de carrera	-		12	LIMIT SWITCH 5A/250V	0.4	UNE-EN60947.5.1
1	Platina guía	05	ASTM A36	11	ASTM A36	1	NTE INEN 115
1	Tablero eléctrico	-		10	Tablero de control eléctrico	5	IEC 61439
1	Cilindro hidráulico	-		9	HMDB-HYDBA-300X70	15	ISO 6020
1	Cabezal	-	ASTM A36	8	UPN 120	16.9	RTE INEN 018
1	Soporte de cilindro	04	ASTM A36	7	Plancha laminada en frio	2	NTE INEN 115
1	Pieza de conformado	03	AISI 4340	6	AISI 4340	3	AISI 4340 (705)
1	Placa matriz	-	ASTM A36	5	Plancha laminada en frio	8	NTE INEN 115
1	Mesa de sujeción	-	ASTM A36	4	UPN 120	16.9	RTE INEN 018
2	Eje pasador	-	AISI 4340	3	AISI 4340	3	AISI 4340 (705)
2	Columna	-	ASTM A36	2	UPN 100	15.9	RTE INEN 018
2	Ángulo de base	02	ASTM A36	1	AL 50X6	5.3	NTE INEN 115
N° de piezas	Denominación	N° de norma/dibujo	Material	N° de orden	N° de modelo/semiproducto	Peso kg/pieza	Observaciones

Tolerancia:		(Peso):		Materiales:			
±0,1		163.8 Kg		Varios			
Fecha		Nombre		Denominación:			Escala:
Dibujó: 20/01/23		Nestor A. Ortiz		Rediseño de prensa			1:10
Revisó: 20/01/23		Ing. M. Carrillo		Número del dibujo: 01			
Aprobó: 20/01/23		Ing. M. Carrillo		(Sustitución)			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ingeniería Mecánica			

1

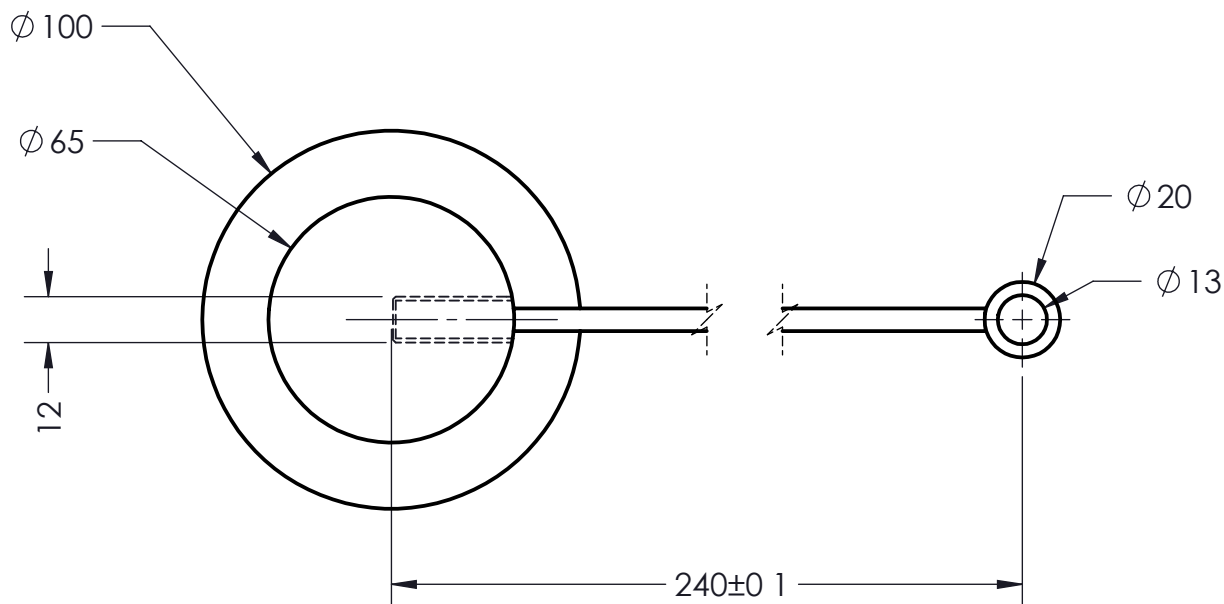
2

3

4

N7 AMOLADO-PULIDO

A

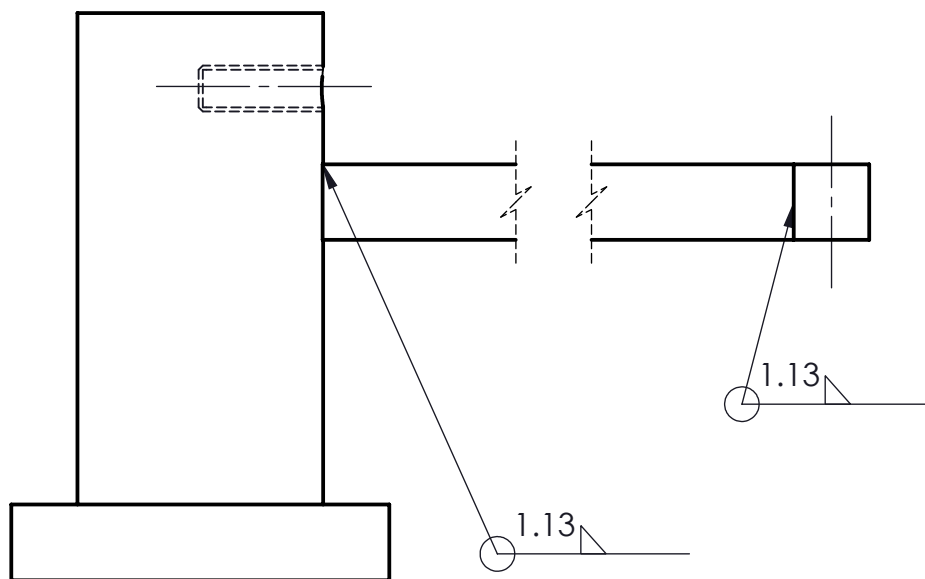


B

C

D

E



Nota: las soldaduras utilizan electrodo E - 6011

				Tolerancia:	(Peso):	Materiales:	
				±0,1	3 Kg	ASTM A 36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 16/01/23	Néstor A. Ortiz		
				Revisó: 16/01/23	Ing. M. Carrillo		
				Aprobó: 16/01/23	Ing. M. Carillo	Pieza de conformado	1:2.5
				UTA			
				Ingeniería Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

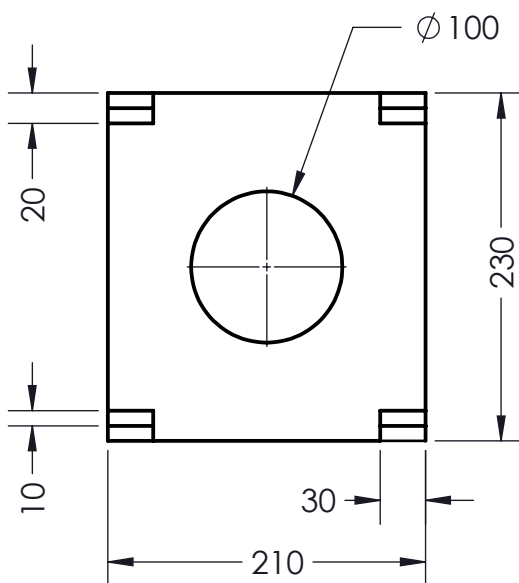
3

4

A

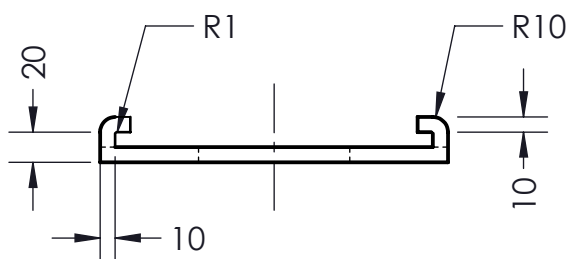
N7 PULIDO

B



C

D



E

				Tolerancia:	(Peso):	Materiales:	
				$\pm 0,1$	2 Kg	ASTM A 36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó:	16/01/23	Néstor A. Ortiz		
			Revisó:	16/01/23	Ing. M. Carrillo		
				Aprobó:	16/01/23	Ing. M. Carillo	1:10
				UTA		Número del dibujo:	
				Ingeniería Mecánica		04	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

1

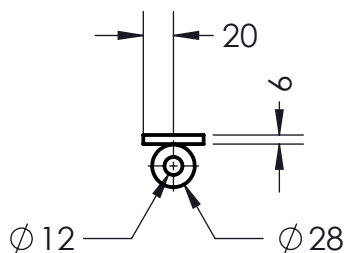
2

3

4

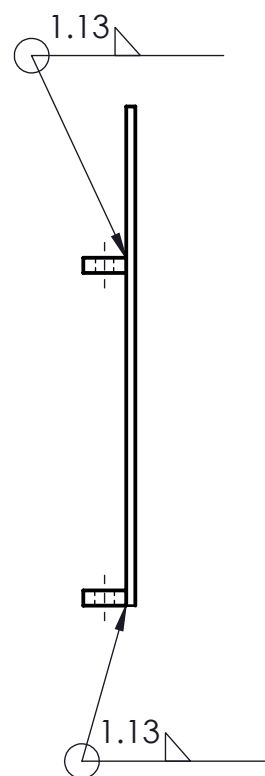
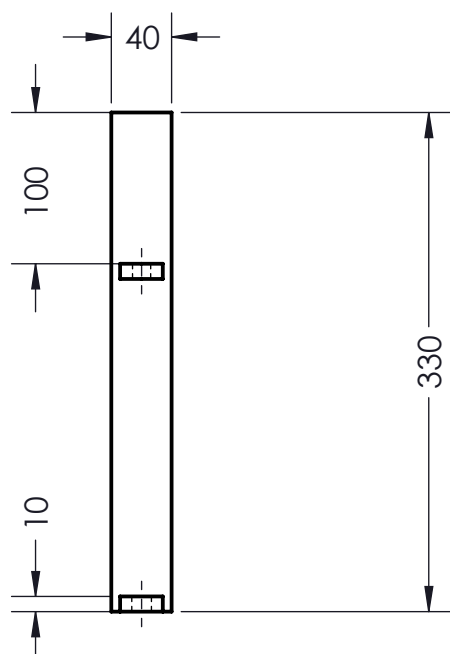
A

N7 Pulido



B

C

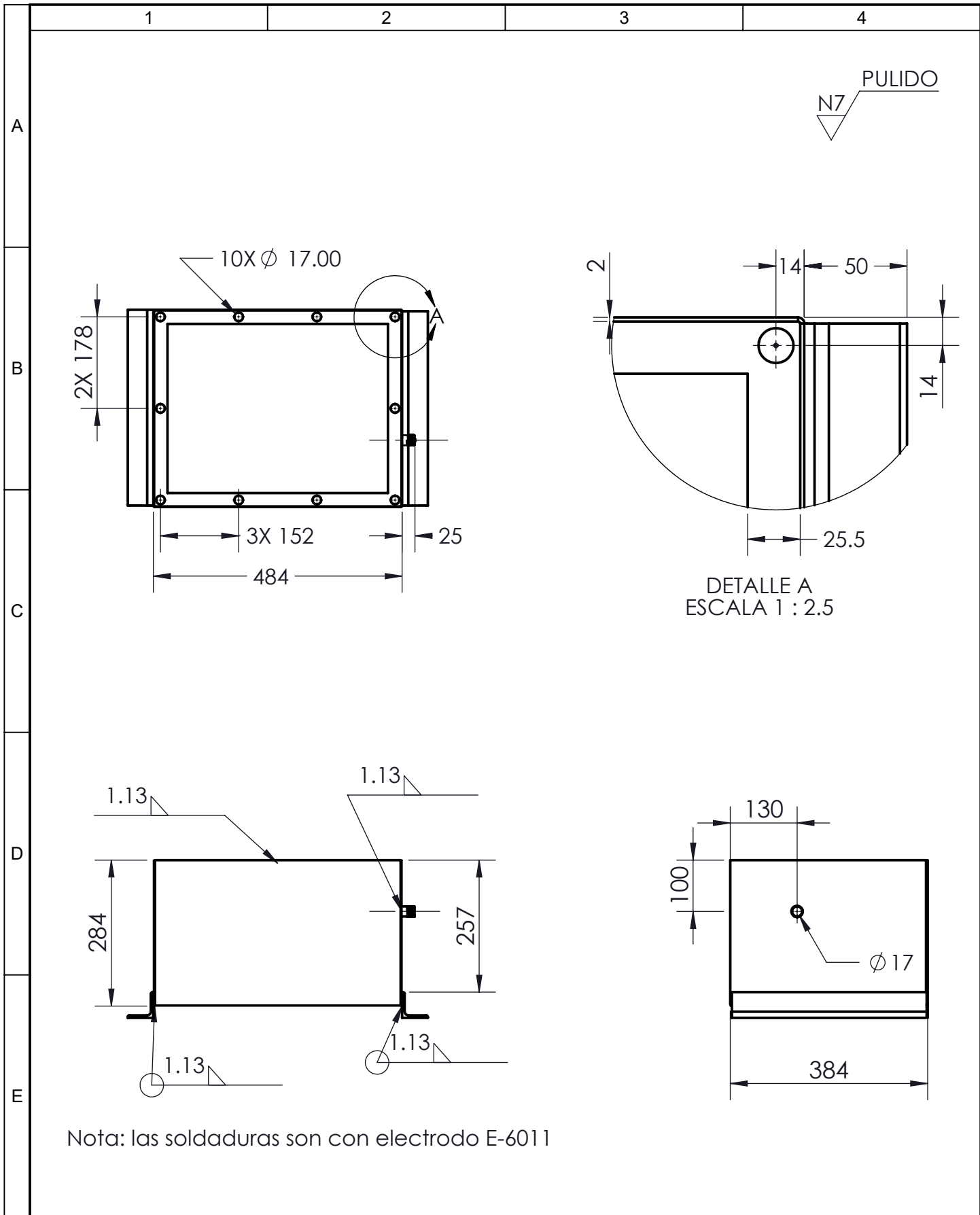


D

E

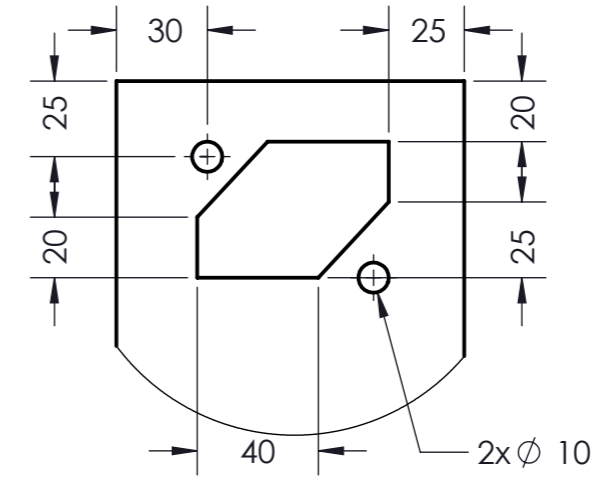
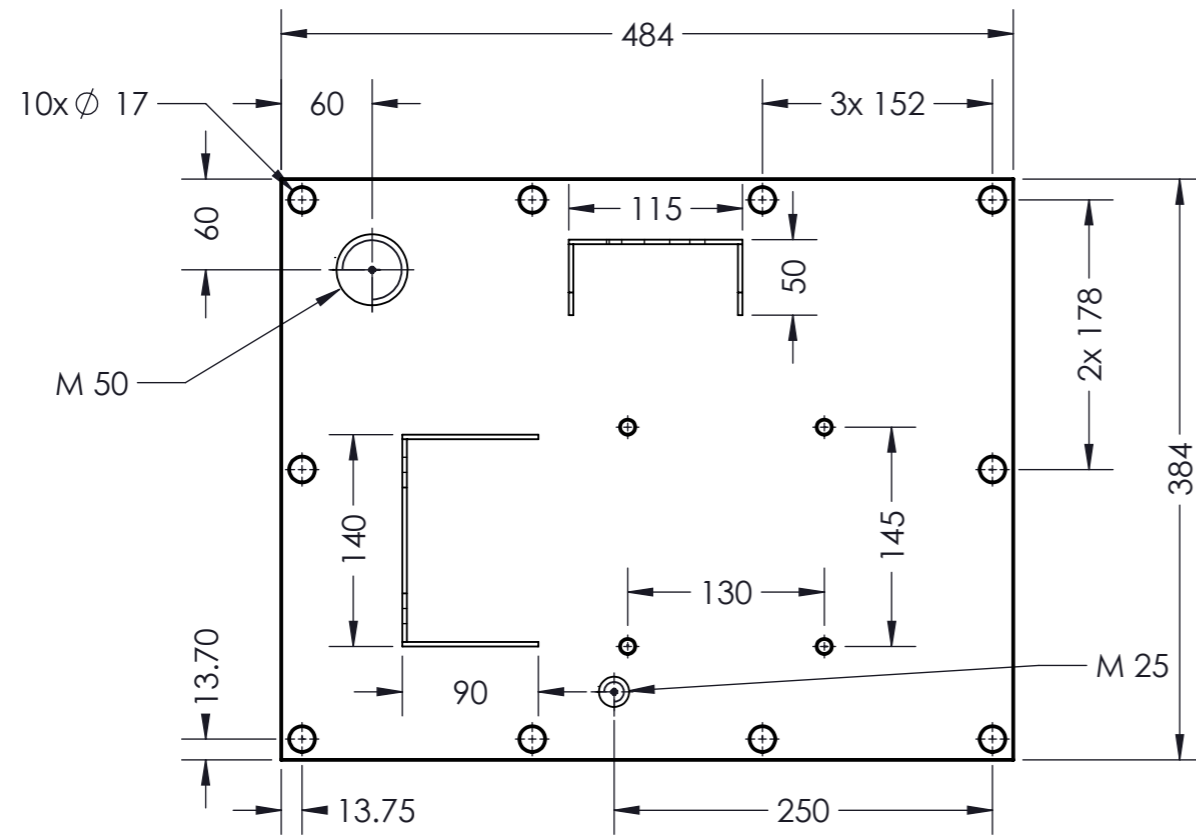
Nota: las soldaduras utilizan electrodo E - 6011

				Tolerancia:	(Peso):	Materiales:	
				±0,1	1 Kg	ASTM A 36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dibujó:	16/01/23	Néstor A. Ortiz		
			Revisó:	16/01/23	Ing. M. Carrillo		
				Aprobó:	16/01/23	Ing. M. Carillo	1:5
				UTA		Número del dibujo:	05
				Ingeniería Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

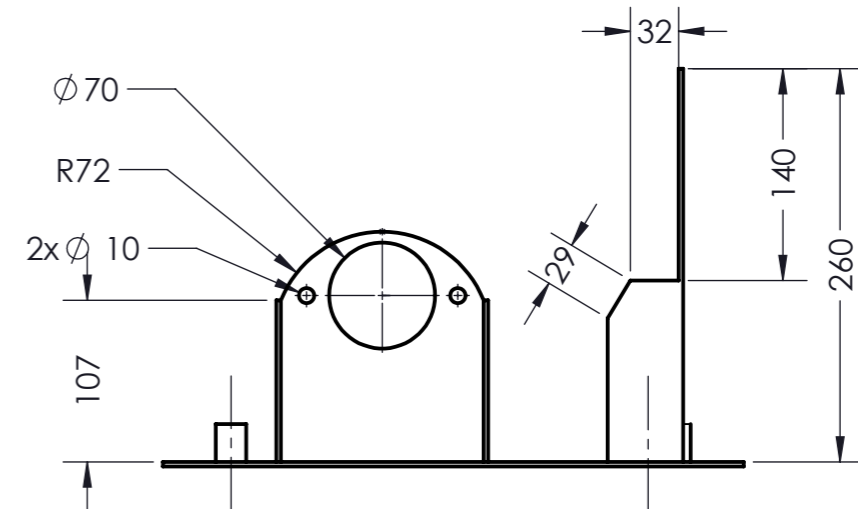
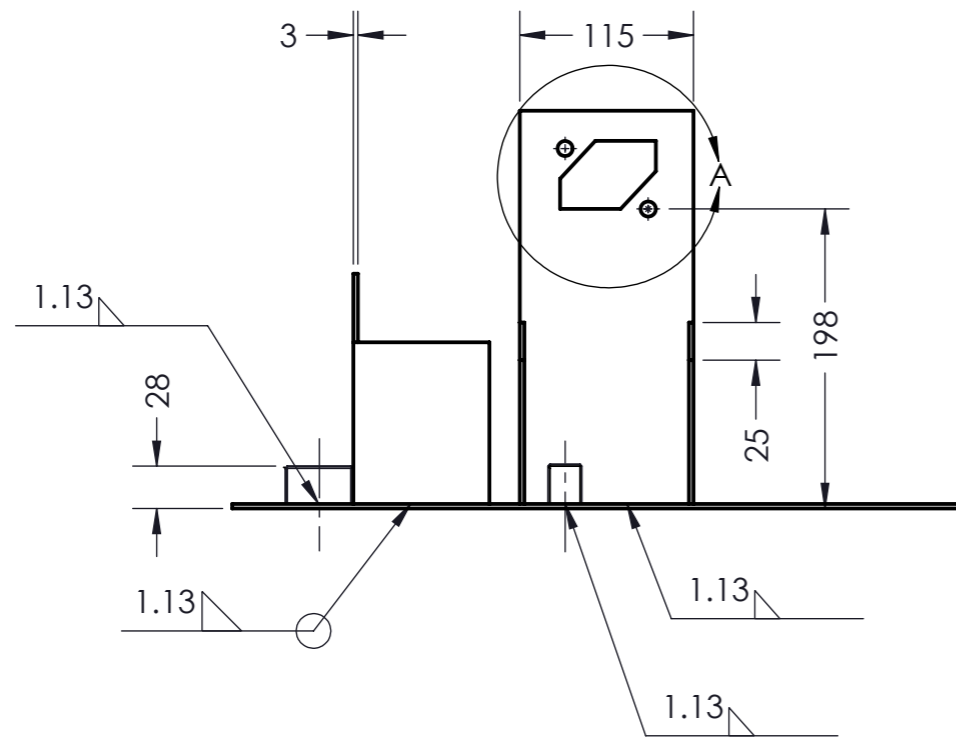


Nota: las soldaduras son con electrodo E-6011

				Tolerancia:	(Peso):	Materiales:	
				±0,1	10 Kg	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 16/01/23	Néstor A. Ortiz		
				Revisó: 16/01/23	Ing. M. Carrillo		
				Aprobó: 16/01/23	Ing. M. Carrillo	Tanque de aceite	1:10
				UTA Ingeniería Mecánica			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



DETALLE A
ESCALA 2 : 5



Nota: las soldaduras utilizan electrodo E - 6011

				Tolerancia:	(Peso):	Materiales:	
				±0,1	6 Kg	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dibujó: 17/01/23	Néstor A. Ortiz	Tapa del tanque	
				Revisó: 17/01/23	Ing. M. Carrillo	Escala:	
				Aprobó: 17/01/23	Ing. M. Carrillo	1:5	
				UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo: 07	
						(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

N7/

