

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

TESÍS DE GRADO

TEMA:

“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE MÁQUINA COMPACTADORA PARA LA RECUPERACION DE VIRUTA DE ALUMINIO QUE SE GENERA EN LA EMPRESA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO DE LA CIUDAD DE LATACUNGA CEDAL S.A”.

Tesis presentada previo a la obtención del Título de Ingeniero en Electromecánica

Autores:

Cruz Moreno Romel Gustavo.

Santo Remache Lenin Guillermo.

Director:

Ing. Hernán Navas.

LATACUNGA – ECUADOR

Enero 2013.

AUTORÍA

Los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación “Diseño de un prototipo de máquina compactadora para la recuperación de viruta de aluminio que se genera en la Empresa Corporación Ecuatoriana De Aluminio de la ciudad de Latacunga Cedal S.A”, son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Cruz Moreno Romel Gustavo

C.I: 050297553 - 5

Santo Remache Lenin Guillermo

C.I: 050298359 - 6

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS
HONORABLE CONSEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE COTOPAXI.

De mi consideración:

Cumpliendo con lo estipulado en el capítulo IV, (art. 9 literal f), del reglamento de graduación en el nivel de pregrado de la Universidad Técnica de Cotopaxi.


INFORMO QUE: Los postulantes Cruz Moreno Romel Gustavo y Santo Remache Lenin Guillermo, egresados de la Unidad Académica de Ciencia de la Ingeniería y Aplicadas; han desarrollado su tesis de grado de acuerdo al planteamiento formulado en el plan de tesis con el tema:

“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE MÁQUINA COMPACTADORA PARA LA RECUPERACION DE VIRUTA DE ALUMINIO QUE SE GENERA EN LA EMPRESA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO DE LA CIUDAD DE LATACUNGA CEDAL S.A”.

Cumpliendo con sus objetivos propuestos.

En virtud de lo antes expuesto considero que la presente tesis se encuentra habilitada para presentarse al acto de la defensa correspondiente.

Latacunga, noviembre del 2012



Ing. Hernán Navas.

Director de Tesis.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI UNIDAD
ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**



LATACUNGA – ECUADOR

APROBACION DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente informe de técnico de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias de la ingeniería y aplicadas; por cuanto los postulantes: CRUZ MORENO ROMEL GUSTAVO, SANTO REMACHE LENIN GUILLERMO con el titulo de tesis: **“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE MÁQUINA COMPACTADORA PARA LA RECUPERACION DE VIRUTA DE ALUMINIO QUE SE GENERA EN LA EMPRESA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO DE LA CIUDAD DE LATACUNGA CEDAL S.A”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa de Tesis.

Por lo antes expuesto, se autoriza realiza los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga 14 de Enero 2013

Para constancia firman:

Ing. Segundo A. Cevallos

PRESIDENTE

Dr. Galo Sánchez

MIEMBRO

Ing. Mauro Albarracín

OPOSITOR

CERTIFICADO

JEFE DE PLANTA DE FUNDICION:

Hernán Navas

Corporación Ecuatoriana de Aluminio Cedal S.A.

CERTIFICA, que los señores Cruz Moreno Romel Gustavo portador de la cedula de ciudadanía # 050297553 - 5 y Santo Remache Lenin Guillermo portador de la cedula de ciudadanía # 050298359-6 realizaron el **“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE MÁQUINA COMPACTADORA PARA LA RECUPERACION DE VIRUTA DE ALUMINIO QUE SE GENERA EN LA EMPRESA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO DE LA CIUDAD DE LATACUNGA CEDAL S.A”**. Este estudio fue de gran importancia para tan importante empresa que yo represento.

Es cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a los interesados hacer uso del presente en la forma que estimen conveniente a sus intereses, siempre y cuando se usen de forma legal.

Emito esta certificación al mes de noviembre del dos mil doce.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Hernán Navas', is written over a horizontal dotted line. The signature is fluid and cursive.

JEFE DE PLANTA DE FUNDICION

Hernán Navas

AGRADECIMIENTO

Mi mayor y más sincero agradecimiento a la **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI** por haberme formado como profesional consiente del entorno laboral y la grave necesidad de desarrollo social que nos rodea; a todos los docentes que generaron en nosotros el amor por la superación y la ayuda social, en especial al Ing. Hernán Navas quien nos brindó su guía con paciencia y esmero; además de todas las personas que siempre tuvieron una palabra de aliento y un consejo sincero.

Romel.

Hago llegar un profundo agradecimiento a quienes constituyen la **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI** y en especial a todos mis profesores que en mi camino de formación académica me proporcionaron sus conocimientos, en lo personal al Ing. Hernán Navas quien nos brindó sus valiosos consejos y también aportó con sus ideas para el desarrollo de este trabajo.

Lenin.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

A mi esposa Luz, por haberme dado su cariño su respeto y sobre todo su amor, gracias por empezar una nueva etapa conmigo y espero que siempre estés aquí para superar retos Te Amo. Y a mi pequeña Abigail, gracias por ser mi inspiración mi fortaleza, mis ganas de seguir adelante, todo lo que soy es por ti mi dulce angelito.

Romel.

Expreso mi gratitud y esta tesis se la dedico primero a Dios ante todo y a muchas personas especial que me rodearon durante mis años de estudio guiándome, apoyándome y otorgándome gran amor en momentos difíciles.

A mis amados padres Alfonso y Carmen que gracias a su apoyo diario e incondicional me han impulsado a seguir adelante en los momentos más críticos de mi vida; a mis hermanos que me han ofrecido todo su cariño, su confianza y ayuda en la solución de mis problemas.

A las personas que colaboraron de una u otra forma en la realización de este proyecto de tesis.



RESUMEN

En los actuales momentos el procesamiento y aprovechamiento de los recursos energéticos, han conllevado a fomentar la industria del reciclaje que optimiza el consumo de recursos la obtención de materia prima, es por esta razón que la empresa CEDAL S.A. impulsa un proyecto de reutilización de viruta de aluminio para la obtención de materia prima de calidad adecuada y reduciendo la incidencia en el consumo de material importado.

Al tiempo que crece la demanda por estos productos aumenta también la necesidad de contar con maquinaria especializada que facilite la realización de estos procesos, esto se puede conseguir en base a la implementación y desarrollo de investigación, diseño y aplicación de sistemas mecánicos, eléctricos, electrónicos, hidráulicos; entre otros que al ser combinados brindan una amplia gama de opciones que hacen posible cubrir las necesidades más apremiantes de la industria.

Los tesisistas, sintiéndose comprometidos a desarrollar soluciones para el bienestar de la colectividad han dedicado este trabajo de investigación para generar el diseño de un prototipo de máquina compactadora de viruta de aluminio que permita, mejorar el proceso de tratamiento y reutilización de los “desechos” generados en la empresa CEDAL S.A. y convertirlos en una alternativa de mejoramiento de producción, disminución de desperdicio, reducción de esfuerzo físico, ganancias económicas, tras producir briquetas que tengan una densidad de $2,2\text{kg/dm}^3$, utilizando un sistema mecánico e hidráulico.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
Latacunga – Ecuador

ABSTRACT

Nowadays the processing and utilization of energy resources, have led to encourage the recycling industry to optimize the consumption of resource obtaining raw material, For this reason the company CEDAL SA is promoting a project to reuse of aluminum shavings strengthening the obtaining of raw materials of adequate quality and reducing the impact of the consumption of imported material.

Together with growing of the demand for these products, it also grows the need for specialized equipment to facilitate the realization of these processes. This can be achieved based on the implementation and development of this research, design and application of mechanical, electrical, electronic, hydraulics systems and others that being combined provide a wide range of options that make it possible to cover the most pressing needs of the industry.

The authors, feeling involved in the development of solutions for the welfare of the community, have done this research to generate the design of a prototype of chip aluminum compactor machine that allows to improve the process of treatment and reuse of "waste" generated in the company CEDAL SA. to make of them alternative of improvement production, reduction of waste, reduction of physical effort, and economical profits after producing briquettes with a density of 2.2 kg/dm³, by using a mechanical and hydraulic system.

Yo, Fabiola Soledad Cando Guanoluisa, Docente del Centro Cultural de Idiomas de la “Universidad Técnica de Cotopaxi”, con cédula de identidad N° 050288460-4.

CERTIFICO

Que he revisado y ayudado en la traducción del abstract de los egresados CRUZ MORENO ROMEL GUSTAVO y SANTO REMACHE LENIN GUILLERMO, con el tema **“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE MÁQUINA COMPACTADORA PARA LA RECUPERACION DE VIRUTA DE ALUMINIO QUE SE GENERA EN LA EMPRESA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO DE LA CIUDAD DE LATACUNGA CEDAL S.A”**.

Los interesados pueden hacer uso de este documento como ha bien tuvieren conveniente.

Atentamente:



Mgs. Fabiola Soledad Cando Guanoluisa.

DOCENTE UTC

PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

El presente estudio plantea una solución para el mejor aprovechamiento de la viruta de aluminio presentando el **“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE MÁQUINA COMPACTADORA PARA LA RECUPERACION DE VIRUTA DE ALUMINIO QUE SE GENERA EN LA EMPRESA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO DE LA CIUDAD DE LATACUNGA CEDAL S.A”**.

Este Proyecto consta de partes que a continuación se describen brevemente:

Capítulo 1.- MARCO TEÓRICO. Se analizan los elementos que conforman la Compactadora, también se presenta un estudio básico de los sistemas motrices utilizados en distintas aplicaciones en el proceso de compactación de materiales.

Capítulo 2.- METODOLOGÍA. Se estudia y determina los parámetros funcionales de la Máquina Compactadora a partir de un científico realizado mediante el desarrollo de encuestas a las industrias que se dedican al reciclaje y compactación de chatarra de aluminio. Se determina la fuerza necesaria para producir la compactación de la viruta de aluminio.

Capítulo 3.- PROPUESTA ALTERNATIVA A LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.

En este capítulo se determina el diseño de la Máquina Compactadora, además una evaluación de los costos que implica en el diseño de la máquina.

Finalmente se adjuntan anexos que contienen varias tablas e información importante para explicar cualquier duda sobre el diseño y acción del prototipo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Pág.
Portada.....	i
Autoría	ii
Aval del Director de Tesis	¡Error! Marcador no definido.
Certificado de la Empresa	v
Agradecimiento.....	vi
Dedicatoria.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
Certificado del Abstract	¡Error! Marcador no definido.
Presentación del Proyecto	xi
Índice de Contenidos.....	xii
Índice de Figuras.....	xviii
Índice de Tablas.....	xx
Glosario de Terminos.....	xxi
Lista de Símbolos.....	xxiii

CAPÍTULO I MARCO TEORICO

INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes de la Investigación.....	2
1.2. Fundamentos de diseño.....	2
1.2.1 Definición.....	2
1.2.2. Consideraciones básicas del diseño mecánico.....	3
1.2.3. Definición de diseño mecánico.....	4
1.3. Fundamentos Teóricos de Mecánica.....	5
1.3.1. Definición de mecánica.....	5
1.3.2. Definición de dinámica.....	6

1.3.3. Definición de estática.....	6
1.3.4. Trabajo.....	7
1.3.5. Energía.....	7
1.3.6. Potencia.....	8
1.3.7. Relación entre trabajo, energía y potencia.....	8
1.4. Diseño y Selección de Componentes Mecánicos.....	13
1.4.1. Ecuaciones básicas aplicadas en ingeniería.....	13
1.5. Análisis de Tensiones.....	16
1.5.1. Tensiones directas.....	16
1.5.2. Tensión por esfuerzo de corte directo.....	17
1.5.3. Tensión de esfuerzo de corte por torsión.....	17
1.5.4. Tensión por flexión en piezas de secciones no circulares.....	18
1.5.5. Concentración de tensiones.....	18
1.5.6. Reducción de resistencia y sensibilidad debida a ranuras.....	19
1.6. Teoría de fallas de un material.....	20
1.7. Diseño de ejes.....	21
1.7.1. Fuerzas producidas por elementos mecánicos.....	22
1.8. Factor de Diseño.....	24
1.8.1. Análisis de placas planas.....	25
1.9. La Prensa.....	25
1.9.1. Tipos de prensas.....	25
1.9.2. Desventajas de una prensa hidráulica.....	27
1.9.3 Ventajas de una prensa hidráulica.....	27
1.10. Selección de Sistemas Hidráulicos.....	27
1.10.1. Definición de hidráulica.....	27
1.10.2. Ventajas.....	28
1.10.3. Desventajas.....	28
1.10.4. Principios básicos de hidráulica:.....	28
1.10.5. Presión.....	29
1.10.6. Caudal.....	29
1.10.7. Número de Reynolds.....	30
1.10.8. Ley de continuidad.....	31

1.10.9. Teorema de Bernoulli.....	31
1.10.10. Teorema de Poiseuille.....	32
1.10.11. Caída de presión o pérdida de carga.....	33
1.11. Elementos de Circuitos Hidráulicos.....	33
1.11.1. Bombas hidráulicas.....	34
1.11.2. Cilindrada.....	35
1.11.3. Caudal teórico.....	35
1.11.4. Rendimiento volumétrico.....	36
1.11.5. Clasificación de Bombas Hidráulicas.....	36
1.12. Fluidos hidráulicos.....	38
1.12.1. Viscosidad.....	39
1.13. Símbolos hidráulicos.....	39
1.14. Accesorios Hidráulicos.....	39
1.14.1. Cilindros Hidráulicos.....	39
1.14.2. Fuerza hidráulica en un cilindro.....	40
1.14.3. Depósito O Tanque.....	42
1.14.4. Válvulas Hidráulicas.....	43
1.14.5. Tipos de válvulas.....	43
1.14.6. Filtros.....	44
1.14.7. Manómetros.....	45
1.14.8. Tubería.....	45
1.14.9. Racores.....	47
1.14.10. Juntas o sellos.....	47
1.15. Selección de Sistemas de Control Eléctrico.....	48
1.15.1. Definición de Control Eléctrico.....	48
1.15.2. Clasificación de los sistemas de control.....	48
1.15.3. Funciones y constitución de los arrancadores.....	50
1.15.4. El seccionamiento.....	50
1.15.5. La protección contra cortocircuitos y sobrecargas.....	51
1.15.6. La Conmutación.....	52
1.15.7. Protección Contra los Cortocircuitos.....	52
1.15.8. Los Fusibles.....	52

1.15.9. Los Disyuntores Magnéticos.....	53
1.15.10. Protección contra las sobrecargas.	53
1.15.11. Los relés térmicos de biláminas.	54
1.15.12. El Contactor Electromagnético.	54
1.15.13. Motores Asíncronos Trifásicos.	55
1.15.14. Arranque de los motores asíncronos trifásicos.....	56
1.15.15. Arranque directo:	56
1.15.16. PLC'S.....	57
1.16. Información General sobre el Aluminio.	58
1.17. El Reciclaje de Aluminio.	60
1.17.1. Determinación del precio del aluminio.....	60
1.17.2. La viruta de aluminio.	61
1.17.3. Tipos básicos de viruta.....	61

CAPÍTULO II

INVESTIGACIÓN DE CAMPO

2. CARACTERIZACION GENERAL.....	63
2.1 Estudio Geográfico del Sector (recolección de información).	63
2.1.1 Localización del proyecto.	63
2.1.2 Corporación Ecuatoriana de Aluminio CEDAL S.A.	63
2.1.3. Características del proyecto.	65
2.2. Análisis de la Viruta de Aluminio que se genera en la Planta de Fundición CEDAL. S.A	65
2.2.1. Descripción del proceso de fundición.	66
2.2.2. Área donde se genera la viruta.	68
2.2.3. Tamaño de viruta y producción generada.	68
2.3. Análisis del Requerimiento de Presión Necesaria para la Compactación	69
2.3.1. Compactación de viruta de aluminio.....	69
2.3.2. Pruebas de compactación utilizando una prensa hidráulica.	70
2.4. Propiedades de la Briqueta Obtenida en las Pruebas.	70
2.4.1. Aceptación de la densidad de la briqueta obtenida.	71

2.5. Análisis y Criterios de Selección de Diseños de Máquinas Compactadoras de Viruta de Aluminio.	71
2.5.1. Datos técnicos.	72
2.6. Metodología y Técnicas para la Validación de la Propuesta.	73
2.6.1. Unidad de estudio.....	74
2.6.2.1. Resultados obtenidos de la encuesta aplicada.	75
2.7. Conclusiones de la encuesta aplicada.	80

CAPÍTULO III

3. VALIDACION DE LA PROPUESTA

3.1. Justificación.....	82
3.2. Objetivos	83
3.2.1. Objetivo General.	83
3.2.2. Objetivos Específicos.....	83
3.3. Formulación del Problema	83
3.4. Desarrollo de la Propuesta	84
3.4.1. Factores de diseño.	84
3.4.2. Condiciones de diseño.....	85
3.4.3. Factores técnicos de diseño.	85
3.4.4. Propuesta.....	86
3.4.5. Cálculos y análisis de diseño.	86
3.4.5.1. Definición de la masa final de la briqueta, capacidad de producción y número de briquetas por hora:.....	86
3.5. Diseño de la cámara de compactación.	89
3.5.1. Análisis de tensión en la cámara de compactación.	89
3.5.2 Análisis de tensión para los soportes de la Cámara de Compactación.	93
3.5.3 Tensión en los Ejes de Sujeción de Soportes.	96
3.5.4 Cálculo de la Placa de Desgaste.	99
3.5.5 Cálculo de la Placa de Entrada.	101
3.5.6 Cálculo de la Placa Guía Principal.	104
3.5.7 Cálculo del Piso de Precompactación.	106

3.5.8 Cálculo de la base del embolo de compactación.....	108
3.6 Calculo de la estructura.....	111
3.6.1 Análisis de cargas en la bandeja.....	111
3.6.2 Análisis de Carga en la Estructura de Soporte.....	114
3.7. Selección del Sistema Hidráulico.....	117
3.7.1. Cálculo y selección de la bomba hidráulica.....	117
3.7.2. Cálculo de cilindros de pre compactación, compactación principal y cilindro de cambio de molde.....	118
3.7.3. Selección del tipo de bomba, velocidad del pistón, caudal de fluido y potencia del motor.....	121
3.7.4. Cálculo del depósito de aceite, selección de mangueras, cálculo de pérdidas, filtros y potencia de accionamiento del sistema.....	123
3.7.5. Diagrama del sistema hidráulico.....	125
3.8. Sistema Eléctrico de Control.....	126
3.9. Cálculo Económico.....	126
3.9.1. Costos Directos.....	126
3.9.2. Costos Indirectos.....	127
3.9.3 Evaluación financiera.....	129
3.9.4. Cálculo de depreciación.....	130
3.9.5. Cálculo De Valor Actual Neto (VAN).....	131
3.10. Conclusiones.....	133
3.11. Recomendaciones.....	134
Referencias Bibliográficas.....	135

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1.1.	Descomposición de fuerzas.....	9
Figura 1.2.	Torque o momento de giro.....	10
Figura 1.3.	Torque o Momento de Giro para un Eje.....	11
Figura 1.4.	Par de fuerzas y equilibrio rotacional.....	13
Figura 1.5.	Prensas hidráulicas.....	27
Figura 1.6	Varios tipos de bomba hidráulicas.....	34
Figura 1.7	Clasificación de bombas hidráulicas.....	36
Figura 1.8	Partes de un cilindro hidráulico.....	40
Figura 1.9	Depósito hidráulico y sus partes.....	43
Figura 1.0	Ejemplo de válvulas.....	44
Figura 1.11	Seccionadores e interruptores símbolo general.....	50
Figura 1.12	Seccionadores e interruptores.....	51
Figura 1.13	Aspecto físico de los fusibles.....	53
Figura 1.14	Disyuntor magnético.....	53
Figura 1.15	Rele térmico bilamina.....	54
Figura 1.16	Contactador electromagnético.....	55
Figura 1.17	Motor eléctrico.....	55
Figura 1.18:	Arranque directo de un motor eléctrico.....	56
Figura 1.19	Estructura de PLC'S.....	58
Figura 1.20	Formas de la viruta producida en las operaciones de mecanizado.....	62
Figura 2.1.	Planta de fundición CEDAL S.A.....	66
Figura 2.2.	Diagrama de flujo del proceso de fundición.....	67
Figura 2.3.	Cierra que corta los lingotes y genera la viruta de aluminio.....	68
Figura 2.4.	Viruta de aluminio almacenada.....	69
Figura 2.5.	Briqueta compactada.....	71
Figura 2.6.	Análisis de resultados - pregunta N° 1.....	75
Figura 2.7.	Análisis de resultados – pregunta N° 2.....	76
Figura 2.8.	Análisis de resultados – pregunta N° 3.....	77
Figura 2.9.	Análisis de resultados – pregunta N° 4.....	78
Figura 2.10.	Análisis de resultados – pregunta N° 5.....	79
Figura 3.1.	Prototipo de maquina compactadora de viruta de aluminio.....	87
Figura 3.2.	Forma final del material compactado.....	87
Figura 3.3	Cámara de compactación.....	89
Figura 3.4	Valor de deformación en mm.....	92
Figura 3.5	Valor del factor de seguridad.....	93
Figura 3.6	Dimensiones del soporte de la cámara de compactación....	93

Figura 3.7	Valor de deformación en mm.....	95
Figura 3.8	Valor del factor de seguridad.....	96
Figura 3.9	Dimensiones de los ejes de sujeción de soportes.....	97
Figura 3.10	Valor de la razón de delgadez.....	99
Figura 3.11	Placa de desgaste.....	100
Figura 3.12	Valor de deformación en mm.....	101
Figura 3.13	Valor del factor de seguridad.....	101
Figura 3.14	Cálculo de la placa de entrada.....	102
Figura 3.15	Valor de la de formación.....	103
Figura 3.16	Valor del factor de seguridad.....	103
Figura 3.17	Placa guía principal.....	104
Figura 3.18	Valor de la deformación.....	105
Figura 3.19	Valor del factor de seguridad.....	106
Figura 3.20	Piso de precompactación.....	106
Figura 3.21	Valor de la deformación.....	108
Figura 3.22	Valor del factor de seguridad.....	108
Figura 3.23	Base del embolo.....	109
Figura 3.24	Valor de la deformación.....	100
Figura 3.25	Valor del factor de seguridad.....	100
Figura 3.26.	La Bandeja.....	111
Figura 3.27	Valor de deformación.....	113
Figura 3.28	Valor del factor de seguridad.....	113
Figura 3.29	Estructura de soporte.....	114
Figura 3.30	Valor de reacciones en a y b.....	115
Figura 3.31	Valor de momento.....	116
Figura 3.32	Valor de cortante.....	116
Figura 3.33	Valor máxima tensión de deflexión.....	117

ÍNDICE DE TABLAS.

Contenido	Pág.
Tabla 1.1 Comparación de Prensas.....	26
Tabla 1.2: Tipos de Cilindros.....	42
Tabla 1.3. Tabla para seleccionar el diámetro interno de la tubería hidráulica.....	46
Tabla 2.1 Resultados de la prueba realizada con una prensa hidráulica universal.....	70
Tabla 2.2. Unidad de Estudio.....	74
Tabla 2.3. Cuadro interpretativo – pregunta N° 1.....	75
Tabla 2.4. Cuadro interpretativo – pregunta N° 2.....	76
Tabla 2.5. Cuadro interpretativo – pregunta N° 3.....	77
Tabla 2.6. Cuadro interpretativo – pregunta N° 4.....	78
Tabla 2.7. Cuadro interpretativo – pregunta N° 5.....	79
Tabla 3.1 Características físicas de la cámara de compactación.....	91
Tabla 3.2 Acero estructural a 36.....	92
Tabla 3.3 Características físicas de la cámara de compactación.....	95
Tabla 3.4 Acero SAE1018.....	98
Tabla 3.5 Análisis acero SAE1018.....	99
Tabla 3.6 Características físicas de la placa de desgaste.....	100
Tabla 3.7 Características físicas de la placa de entrada.....	103
Tabla 3.8 Características físicas de la placa guía.....	105
Tabla 3.9 Características físicas piso de precompactación.....	107
Tabla 3.10 Características físicas de la base del embolo.....	110
Tabla 3.11 Características físicas de la bandeja.....	113
Tabla 3.12. Datos necesarios para el diseño.....	118
Tabla 3.13. Datos de referencia de la bomba PV046 Parker.....	122
Tabla 3.14. Detalle de Costos de Proyecto.....	128
Tabla 3.15. Costo de elementos de Sistema Eléctrico.....	128
Tabla 3.16. Costo de elementos de Sistema Hidráulico.....	129
Tabla 3.17. Suma total.....	129
Tabla 3.18. Depreciación del equipo.....	130
Tabla 3.19. Luego el valor aproximado es.....	130
Tabla 3.20. Valor de depreciación.....	131
Tabla 3.21. Flujo de efectivo.....	132

GLOSARIO DE TERMINOS

Aleación: Mezcla de 2 o más elementos químicos de los cuales al menos uno es un metal.

Aislante: [Cuerpo] que impide la conducción de energía a través de él.

Asincrónico: adj. No simultáneo o no coincidente.

Bomba: Elemento que convierte la fuerza y el movimiento mecánico en potencia hidráulica del fluido.

Briqueta: Conglomerado de algún tipo de materia en forma de ladrillo.

Columna: Soporte vertical de gran altura respecto a su sección transversal.

Caída de presión: (Pérdida de carga). Diferencia de presiones entre dos puntos de un sistema o componente.

Caudal: **Volumen** o masa de fluido que pasa por una conducción por unidad de tiempo.

Cavitación: Condición gaseosa localizada en una corriente líquida que ocurre cuando la presión de éste es inferior a su tensión de vapor.

Chatarra: Hierro o cualquier otro metal de desecho.

Depreciación: Disminución del valor o precio de una cosa

Poro: pequeña cavidad entre las partículas o moléculas que constituyen un cuerpo sólido

Residuo: Material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación.

Reciclar: Someter un material usado a un proceso para que se pueda volver a utilizar.

Sintético: Dicho de un producto: Obtenido por procedimientos industriales, generalmente una síntesis química, que reproduce la composición y propiedades de algunos cuerpos naturales

Siderurgia: Arte de extraer hierro y de trabajarlo.

Junta: Elemento destinado a prevenir o controlar el escape de un fluido o la entrada de materiales ajenos en circuitos hidráulicos.

Lubricante: Fluido, generalmente aceite de base mineral, que forma una película entre las superficies para evitar el contacto directo entre las mismas.

Motor hidráulico: Aparato que transforma la energía hidráulica en energía mecánica con movimiento rotativo.

Lubricante: Fluido, generalmente aceite de base mineral, que forma una película entre las superficies para evitar el contacto directo entre las mismas.

Par: Fuerza giratoria.

Refrigerador: Intercambiador de calor utilizado para extraer el calor de un fluido hidráulico.

Señal: Mando o indicación de una posición o velocidad deseadas.

Tubería: Conducto formado de tubos por donde se lleva agua gas o algún tipo de fluido.

Tubo: Pieza hueca, de forma por lo común cilíndrica.

Viscosidad: La medida de la fricción interna o la resistencia que ofrece un fluido a fluir.

Vástago: Pieza de forma cilíndrica, de diámetro constante, que se utiliza para transmitir un empuje.

LISTA DE SÍMBOLOS

A	: Área.
δ	: Densidad
cv	: Caballos vapor.
Q	: Caudal.
cm	: Centímetros.
ft	: Pies.
°	: Grados
g	: Gravedad.
H	: Altura.
H_n	: Altura neta.
H_B	: Altura bruta.
Kg	: Kilogramos
Kw	: Kilowatios.
L	: Longitud.
m	: Metro.
m/s	: Metros sobre segundos.
m^2	: Metro cuadrado.
m^3	: Metro cubico.
mm	: Milímetros.
n	:Factor de seguridad
P	: Potencia.
Plg	: Pulgadas.
rpm	: Revoluciones por minuto
s	: Segundos.
V	: Voltios.
W	:Watts.

CAPÍTULO I

MARCO TEORICO

INTRODUCCIÓN.

En el Ecuador la industria del reciclado no existe, lo único que hay son centros de acopio de materiales, grandes y pequeños, los cuales obtienen su producto de pequeños minadores o recolectores ambulantes; estos almacenan el material hasta tener grandes cantidades que luego las venden a las grandes empresas para su reutilización.

En lo que se refiere a viruta de aluminio en nuestro medio no existe empresa o industria que la reprocese o reutilice es por lo que se planteó este proyecto que es diseñar un prototipo de máquina compactadora de viruta de aluminio para que la empresa CEDAL S. A. sea capaz de reutilizar sus propio material de desecho, este trabajo se lo realizo mediante la investigación científica.

También se realizó comparaciones con máquinas existentes en el mercado internacional de las cuales se tomaron las mejores condiciones para la realización del presente trabajo de investigación.

La realización de los planos con los respectivos cálculos mecánicos, hidráulicos y eléctricos, se los realizó mediante un software de dibujo y diseño llamado AUTODESK INVENTOR.

1.1. Antecedentes de la Investigación.

Los postulantes plantearon realizar el estudio para el diseño de un prototipo de máquina compactadora que permita la recuperación de viruta de aluminio en la empresa CEDAL S.A. Este diseño tendrá un sistema mecánico e hidráulico que garantizará el mejoramiento en la reutilización de la viruta como materia prima, obteniendo varias ventajas costo-beneficio, optimización de procesos, recuperación de espacio físico útil; además de apoyar el desarrollo tecnológico, dinamizar la economía local, siendo este un prototipo de máquina de fácil utilización, alta seguridad y sencillo mantenimiento.

1.2. Fundamentos de diseño.

1.2.1 Definición.

CHARLES, E. Wilson. (1990), “Diseño de máquinas teoría y práctica.” Manifiesta que: “Diseño industrial es una disciplina que trata de la concepción formal de los productos manufacturados. En consecuencia, debe ocuparse del aspecto estético, de su eficiencia funcional, adecuación productiva y comercial”. (Pág. 13)

CASTAÑ, Andrés. (2004), “Libro de diseño de máquinas”. Expone: “El diseño de ingeniería se puede definir como el proceso de aplicar las diversas técnicas y principios científicos con el objeto de definir un dispositivo, un proceso o un sistema con suficiente detalle para permitir su realización” (Pág. 39)

IBUJÉS W. – MASAPANTA (2010) “Tesis”. Definen: “El diseño como una labor creativa, destinada a la creación, y elaboración de productos, formas necesarias y útiles en el desarrollo diario de las actividades de las personas; sin descuidar el aspecto visual, funcional y comercial de los mismos”. (Pág.6)

Los postulantes, argumentamos: Él diseño como una tarea dedicada a la creación, y elaboración de formas, procesos y productos prácticos que faciliten el desarrollo de las actividades propias de las personas; tomando siempre en consideración la calidad, estética, funcional y comercial de los mismos.

1.2.2. Consideraciones básicas del diseño mecánico.

Para mantener un criterio centrado y claro de la forma en que se realiza un diseño tanto mecánico como otro de cualquier índole; se deberán considerar varios aspectos que determinan la forma, dimensiones y las características que tendrá el resultado que se esté buscando, por ello algunas de las consideraciones que más se manejan en diseño según: JOSEPH E. Shigley, (1990) Diseño En Ingeniería Mecánica.

- **Resistencia**, debido a que los elementos mecánicos trabajan bajo cargas producidas por tracción, compresión, torsión o cizallamiento, el determinar una resistencia mínima que facilite la selección del material garantizara igualdad o superioridad de la resistencia necesaria.
- **Utilidad**, este aspecto se ve relacionado al campo de aplicación de la máquina y su funcionamiento.
- **Costo inicial de operación y de mantenimiento bajos**, se refiere al valor monetario que es necesario para desarrollar: el diseño, la construcción, la producción y el mantenimiento del prototipo, no deberá ser excesivo y es recuperable en el menor tiempo posible.
- **Forma y tamaño**, se determinan partiendo de las necesidades de producción en cantidad, tiempo y de espacio requerido.
- **Peso**, es el resultado de una selección adecuada de materiales haciendo que el elemento sea ligero para el transporte, pero sólido para desarrollar la producción.

- **Control mandos mecánicos y eléctricos**, serán de fácil manipulación por parte del operario.
- **Lubricación**, debido a que los elementos mecánicos trabajan en continuo contacto tienden a producir calor, lo que se puede controlar mediante una película protectora de aceite o grasas que reduzcan el contacto directo entre estos.
- **Mantenimiento**, la máquina será desarrollada de forma que sus elementos sean de fácil reposición, a bajo costo y en poco tiempo; tanto en adquisición y sustitución.
- **Seguridad**, dado a que todo elemento mecánico trabaja sometido a cargas, esfuerzos y una resistencia mínima; se debe emplear un factor de seguridad el cual asegurara la vida útil (confiabilidad) del elemento y la integridad del o los usuarios.
- **Rendimiento**, el rendimiento fija el rango en que la máquina cumple o excede el nivel de producción.
- **Fácil fabricación**, entendiéndose que se seleccionaran los sistemas y métodos más adecuados para desarrollar esta tarea, dando mayor importancia al uso de componentes existentes en el mercado.
- **Fácil operación**, simplificar las actividades al manipular y controlar una máquina, permiten al operario prestar más atención al proceso de trabajo y adelantarse a la siguiente secuencia o acción que realizara la máquina.
- **Conservar la estética**, parte del diseño es presentar un producto útil, eficiente y de apariencia agradable; esto último se debe pensar, sin que esto afecte a la funcionalidad del prototipo. (Págs. 4,5)

1.2.3. Definición de diseño mecánico.

JOSEPH E. Shigley, (1990) “Diseño En Ingeniería Mecánica”. Dice: “El diseño mecánico es crear objetos y sistemas de naturaleza mecánica: máquinas, aparatos,

estructuras, dispositivos e instrumentos además diseñar es formular un plan para satisfacer una demanda humana”. (Pág. 4).

ROBERT L. Mott, (2000) “Diseño De Elementos De Maquinas”. Pronuncia: “El objetivo final del diseño mecánico es, desde luego, producir un dispositivo de utilidad que sea seguro, eficiente y práctico. (Pág. 7).

Los postulantes, argumentamos: Al diseño mecánico podemos definir lo como: planear, sistematizar, seleccionar y organizar un conjunto de elementos dinámicos o estáticos, para producir y crear un elemento capaz de satisfacer necesidades y parámetros determinados, con seguridad, eficiencia y comodidad.

1.3. Fundamentos Teóricos de Mecánica.

1.3.1. Definición de mecánica.

JERRY D. Wilson. (1996), “Física I”. Expone: “La mecánica se divide por lo general en dos partes: cinemática y dinámica. La cinemática se interesa por la descripción del movimiento de los cuerpos sin considerar qué es lo que causa ese movimiento. La dinámica analiza las causas del movimiento”. (Pág. 32).

RUSSEL C. Hibbeler (2004) “Mecánica vectorial para ingenieros”. Comenta: “La mecánica puede ser definida como la rama de la física que trata acerca del estado de reposo o movimiento de cuerpos que están sometidos a la acción de fuerzas. La mecánica del cuerpo rígido se divide en dos áreas: estática y dinámica. La estática trata con el equilibrio de los cuerpos, esto son aquellos que están en reposo o se mueven con velocidad constante; mientras que la dinámica trata con el movimiento acelerado de los cuerpos”. (Pág. 3).

Los postulantes, argumentamos: Es la rama de la física que estudia, analiza el movimiento, reposo de los cuerpos, y su evolución en el tiempo, bajo la acción de fuerzas.

1.3.2. Definición de dinámica.

ALONSO, Acosta. (1990), “Introducción a la física, Mecánica y Calor”. Declara: “La cinemática se interesa por la descripción del movimiento de los objetos, sin considerar qué es lo que causa ese movimiento”. (Pág. 57)

MARTIN J. (1997) “Cinemática y Estática, Teoría y Problemas”. Exhibe: “ El estado cinemática de un sólido en un instante dado, queda completamente definido conociendo las velocidades y aceleraciones de sus puntos, medidas respecto de una determinada referencia”. (Pág. 147)

Los postulantes, argumentamos: La cinemática describe el movimiento de un cuerpo sólido rígido en el espacio en función del tiempo.

1.3.3. Definición de estática.

JOSEPH E. Shigley. (1990), “Diseño En Ingeniería Mecánica”. Dice que: Equilibrio es “La ley de movimiento de partículas indica que cualquier fuerza ejercida sobre una partícula de masa producirá una aceleración de la partícula. Si suponemos que todos los elementos que se estudiarán no presentan movimiento o cuando menos, tienen una velocidad constante, entonces toda partícula tiene aceleración nula o cero. El término equilibrio estático se utiliza también para indicar que la partícula está en reposo”. (Pág. 37)

MARTIN J. (1997) “Cinemática y Estática, Teoría y Problemas”. Declara: “La Estática es la parte de la mecánica que estudia las leyes de composición de las fuerzas y las condiciones de equilibrio de los cuerpos materiales. El concepto de equilibrio de un cuerpo está siempre referido con respecto a una referencia la cual se considera fija en el espacio”. (Pág. 209).

Los postulantes, argumentamos: La Estática permite conocer las leyes que permiten componer y descomponer los sistemas de fuerzas aplicadas a un objeto

solido mientras que el Equilibrio se presenta cuando un objeto permanece nivelado o estable, evitando de esta manera la presencia de movimiento o variación en su aceleración.

1.3.4. Trabajo.

Mecánicamente descrito se refiere al movimiento de un objeto a través de una distancia, teniendo para esto la ecuación:

Ecuación (1.1)

$$\mathbf{W = F \times d}$$

Dónde:

W = Trabajo [J]

F = Fuerza [N]

D = Distancia [m]

1.3.5. Energía.

La energía hace referencia a una magnitud poseída por objetos y sistemas, esta energía almacenada puede ser cinética o potencial; esta energía está estrechamente relacionada con el trabajo y matemáticamente se define como:

Ecuación (1.2)

$$\mathbf{E = \frac{1}{2} m \times v^2}$$

Dónde:

E = Energía cinética [J]

m = Masa [kg]

v = Velocidad [m/s]

1.3.6. Potencia.

La potencia se resume como la rapidez con la que se puede desarrollar un trabajo; es decir que la potencia es una relación entre trabajo y tiempo; entonces la definición matemática de potencia viene dada por:

Ecuación (1.3)

$$P = \frac{W}{t}$$

Dónde:

P = Potencia [W]

W = Trabajo [J]

t = Tiempo [s]

1.3.7. Relación entre trabajo, energía y potencia.

ALONSO, Acosta. (1990), “Introducción a la física, Mecánica y Calor”. Manifiesta: Al aplicar un trabajo sobre un cuerpo que está en movimiento, este aumenta de velocidad. Podemos entonces deducir que:

La energía cinética es igual al trabajo hecho por la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo:

Trabajo = Variación de la energía cinética.

Ecuación (1.4)

$$W = E_{c2} - E_{c1} = \Delta E$$

Dónde:

W = Trabajo rotacional [N-m]

T = Momento [m-N]

θ = Desplazamiento angular [rad].

De este trabajo rotacional se podrá obtener la relación para determinar la potencia rotacional. (Pág. 113)

Esta expresión vendrá dada por:

Ecuación (1.5)

$$W = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (V_F^2 - V_0^2) = \Delta E$$

Dónde:

W = Trabajo rotacional [N-m]

T = Momento [m-N]

t = Tiempo [s]

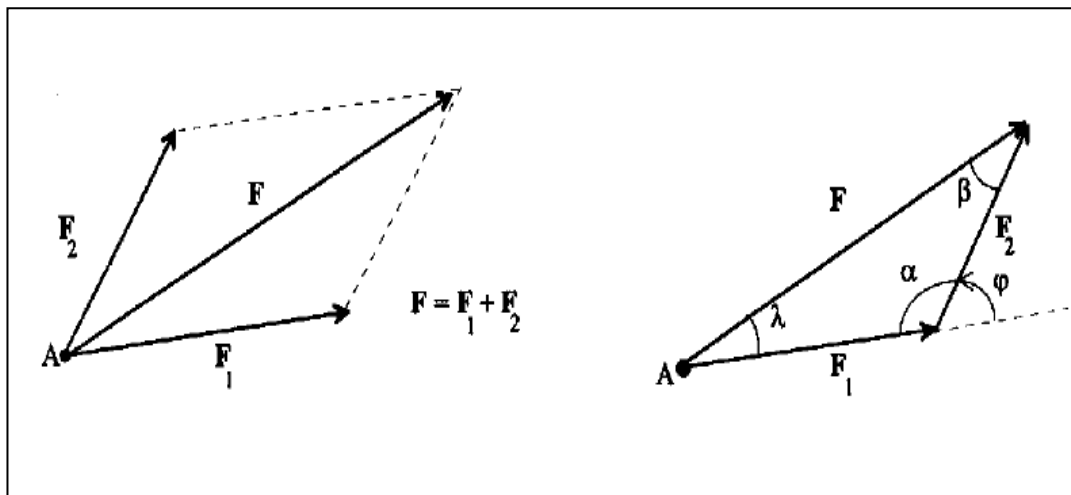
ω = Velocidad angular [rad]

1.3.7.1. Fuerzas y momentos de giro.

a. Componentes de una fuerza

Una fuerza queda especificada si se conoce su punto de aplicación, cuando dos fuerzas actúan sobre este punto, la dirección, sentido y módulo de la resultante se determina con la regla del paralelogramo, Figura 1.1.

Figura 1.1 DESCOMPOSICIÓN DE FUERZAS.

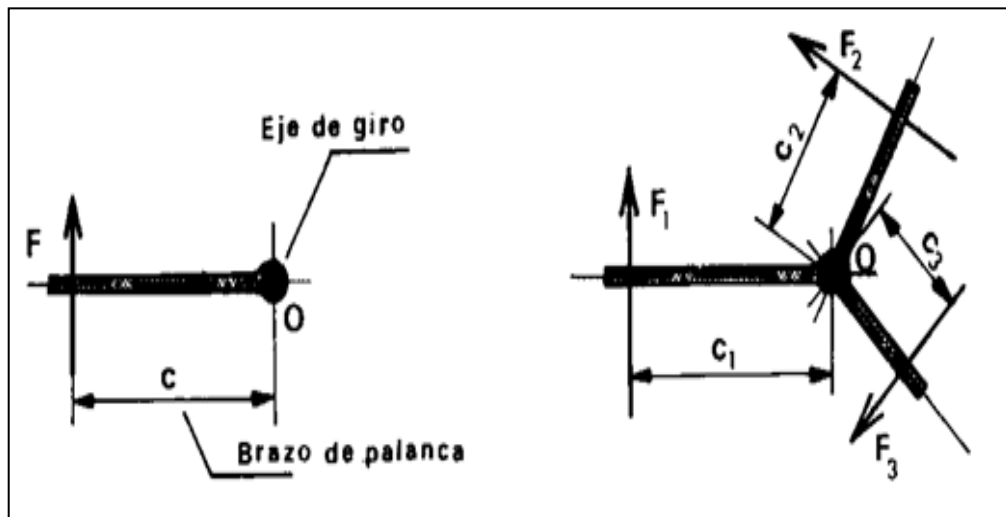


Fuente: Regla del paralelogramo MARTIN J. (1997) "Cinemática y Estática, Teoría y Problemas".
Elaborado por: Los tesisistas.

b. Momento de giro o torque.

La aplicación de una fuerza perpendicular a una determinada distancia de una línea de acción en un eje produce un cambio de movimiento y velocidad, a esto se le denomina momento de giro; cuando esta fuerza se aplica al centro de un eje no se tendrá cambio de movimiento o el momento será cero, además si existen varias fuerzas con magnitudes y distancias variables, el resultado será la suma de todos los momentos encontrados, se muestra en la Figura 1.2.

Figura1.2. TORQUE O MOMENTO DE GIRO.



Fuente: Nicolás Larburu, (2004), Máquinas Prontuario.
Elaborado por: Los tesisistas

Para su análisis matemático tenemos las siguientes expresiones:

Ecuación (1.6)

$$T = F_1 \times C_1 + F_2 \times C_2 + F_3 \times C_3$$

Dónde:

T = Momento de giro o torque [m-N].

F = Fuerza [N].

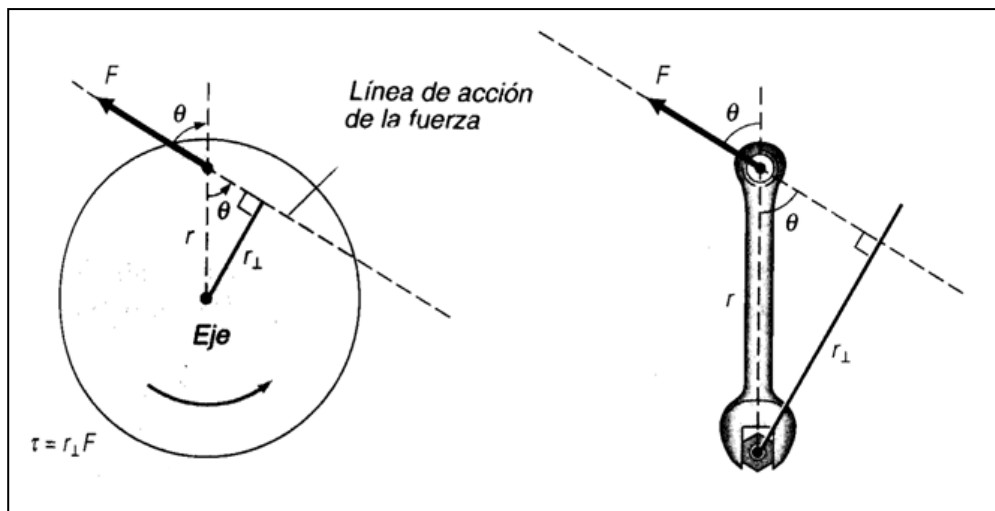
C = Distancia o Brazo de palanca [m].

c. Momento de giro y equilibrio.

El movimiento rotacional está presente en casi todas las actividades diarias tanto en el funcionamiento humano, el hogar o la industria; éste último hace que todas esas actividades presenten condiciones de equilibrio, por ejemplo:

Existen objetos que necesitan tener un movimiento como los neumáticos de un vehículo para cumplir su función y otros como un puente que contrario a los neumáticos necesita mantenerse fijo a soportes que compensen las cargas que se le aplican en cualquier parte de su longitud evitando que gire una aplicación se ve en la Figura 1.3.

Figura1.3 TORQUE O MOMENTO DE GIRO PARA UN EJE



Fuente: JERRY D. Wilson. (1996), "Física I"

Elaborado por: Los tesistas

Para un eje donde la fuerza se aplica en un punto cualquiera tenemos:

Ecuación (1.7)

$$\mathbf{T} = \mathbf{r} \times \mathbf{F} = r \times F \sin\theta$$

Dónde:

\mathbf{T} = Momento de giro o torque [m-N]

\mathbf{F} = Fuerza [N]

\mathbf{r} = Distancia o Brazo de palanca [m]

θ = Ángulo entre el vector \mathbf{r} y la fuerza \mathbf{F}

d. Equilibrio.

De manera general, equilibrio significa que las cosas están niveladas o estables donde los momentos producen la condición que llamamos equilibrio traslacional y los momentos no equilibrados producen movimiento; es decir, que el equilibrio se consigue al nivelar las fuerzas y los momentos que actúan sobre un objeto o sistema, matemáticamente la condición para el equilibrio traslacional de un sistema se tiene:

Ecuación (1.8)

$$\Sigma \mathbf{F}_i = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 + \mathbf{F}_3 + \dots = \mathbf{0}$$

Dónde:

$\Sigma \mathbf{F}_i$ = Sumatoria de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo o sistema (Condición de equilibrio traslacional).

Mientras que la condición de equilibrio rotacional de un cuerpo o sistema se representa por:

Ecuación (1.9)

$$\Sigma \mathbf{T} = \mathbf{0}$$

Dónde:

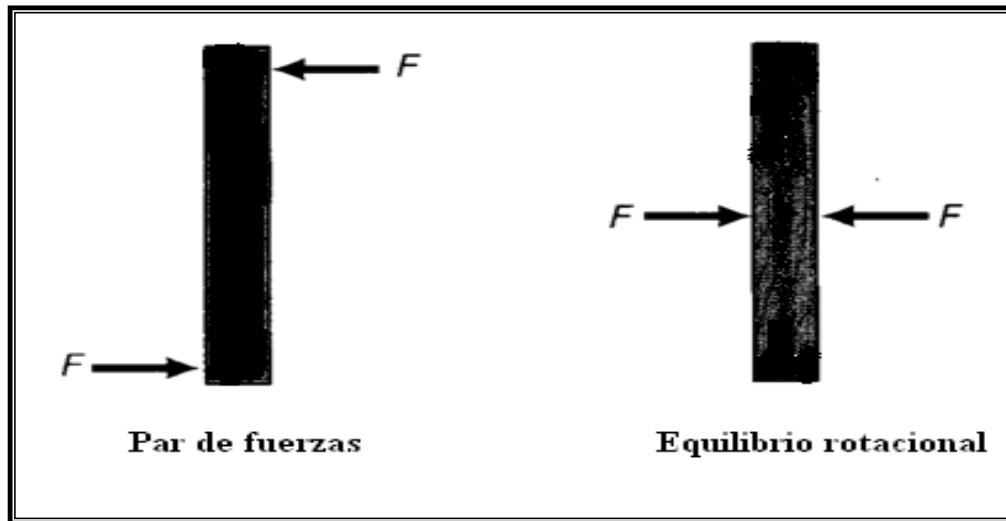
$\Sigma \mathbf{T}$ = Sumatoria de momentos

De esto se tiene el equilibrio mecánico cuando se satisfacen las condiciones tanto de equilibrio traslacional como rotacional.

e. Par de fuerzas.

Se denomina par de fuerzas al sistema formado por dos fuerzas del mismo módulo con sentidos opuestos en rectas paralelas; Figura 1.4.

Figura 1.4 PAR DE FUERZAS Y EQUILIBRIO ROTACIONAL



Fuente: JERRY D. Wilson. (1996), "Física I"
Elaborado por: Los tesisistas

1.4. Diseño y Selección de Componentes Mecánicos.

En la fabricación de elementos mecánicos influyen varios factores como; el grado de oposición que tiene el material a ser mecanizado, el tiempo de trabajo, la cantidad de producción, los esfuerzos a vencer, entre otros; todas estas variables hacen que los mecanismos que se deban emplear presenten ciertas características que garanticen el desarrollo del trabajo sin contratiempos y de manera continua, por estas razones la presente sección hará referencia de los métodos de ingeniería más adecuados para diseñar y seleccionar de manera adecuada los elementos necesarios para la conformación de cualquier tipo de maquinaria.

1.4.1. Ecuaciones básicas aplicadas en ingeniería.

A continuación se muestra varias ecuaciones de gran utilidad usadas en el campo de la ingeniería tanto para el cálculo de áreas, secciones, volúmenes de polígonos y sólidos geométricos, como para la determinación de su masa en función de la densidad del material utilizado en su construcción.

- **Área de Polígonos:** Los polígonos determinan las formas básicas de cualquier elemento mecánico que se desee construir; calcular adecuadamente el área de estas formas permite establecer de manera precisa la cantidad y costo del material que será necesario al construir un elemento mecánico; por lo general las formas básicas de cualquier elemento son:

Ecuación (1.10)

Triángulo: $A = \frac{b \times h}{2}$

Ecuación (1.11)

Cuadrado: $A = l^2$

Ecuación (1.12)

Paralelogramo: $A = b \times h$

Ecuación (1.13)

Círculo: $A = \pi \times r^2$

Ecuación (1.14)

Corona circular: $A = \pi(R^2 - r^2)$

Dónde:

A = Área [m²].

b = Base [m].

h = Altura [m].

l = Lado [m].

R = Radio mayor [m].

r = Radio menor [m].

- **Volumen de cuerpos sólidos.** Los cuerpos sólidos representan de forma real cualquier elemento sea mecánico o no; el valor de volumen de estos facilitara hallar valores de su masa y peso al relacionarlos con la densidad que presente el material con el que serán elaborados, los cuerpos sólidos de mayor uso se muestran a continuación:

Ecuación (1.15)

Pirámide: $V = \frac{h}{3} \times b$

Ecuación (1.16)

Cubo: $V = l^3$

Ecuación (1.17)

Prisma recto: $V = a \times b \times h$

Ecuación (1.18)

Cilindro: $V = \pi \times h \times R^2$

Ecuación (1.19)

Cilindro hueco: $V = \pi \times h(R^2 - r^2)$

Dónde:

V = Volumen [m³].

b = Base [m].

h = Altura [m].

l = Lado [m].

R = Radio mayor [m].

r = Radio menor [m].

a = Espesor [m]

➤ **Densidad:**

ALONSO, Acosta. (1990), “Introducción a la física, Mecánica y Calor”. La densidad o masa específica de un cuerpo se define como la relación entre la masa de un cuerpo y su volumen específico. Pàg.97

Esto se resume en la ecuación:

Ecuación (1.20)

$$\delta = \frac{m}{v}$$

Dónde:

δ = Densidad $\left[\frac{Kg}{m^3}\right]$.

m = Masa [Kg].

V = Volumen [m^3].

1.5. Análisis de Tensiones

ROBERT, L. Mott. (1995), “Diseño de elementos de máquinas”. Manifiesta: “Todo enfoque de diseño que se presenta pretende asegurar que el nivel de tensión no rebase el punto de deformación en materiales dúctiles, lo cual asegura, de manera automática, que la parte no se fracturará bajo la acción de una carga estática”. (Pág. 61).

SHIGLEY Joseph E. & MISCHKE Charles R. (1995) “Diseño en Ingeniería Mecánica”, dice: “Uno de los primeros problemas que enfrenta el ingeniero diseñador es tener la certeza de que la resistencia de la parte que se diseñó siempre sea mayor que el esfuerzo atribuido a cualquier carga que se le pueda aplicar”. (Pág. 27).

1.5.1. Tensiones directas.

Existen dos tipos de tensiones normales; por tracción son positivas y por compresión son negativas; la magnitud de la tensión que genera una carga distribuida de manera uniforme a lo largo de la sección transversal de la pieza; se puede calcular por:

Ecuación (1.21)

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

Dónde:

$$\sigma = \text{Tensión} \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

$$F = \text{Fuerza} [N]$$

$$A = \text{Área} [m^2]$$

1.5.2. Tensión por esfuerzo de corte directo.

Esta tensión se genera cuando la fuerza que se aplica tiende a cortar a través de la pieza; como cuando un perno es sometido a cortante sobre su sección, ya que se supone que hay una distribución de esfuerzo uniforme se tendrá:

Ecuación (1.22)

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

Dónde:

$$\tau = \text{Tensión} \left[\frac{N}{m^2} \right].$$

F = Fuerza[N].

A = Área [m^2].

1.5.3. Tensión de esfuerzo de corte por torsión.

Cuando una pieza circular maciza se somete a la acción de un torque, la superficie exterior experimenta la mayor tensión de esfuerzo de corte por torsión; esto se puede determinar por medio de:

Ecuación (1.23)

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{T \times c}{J}$$

Dónde:

$$\tau_{\text{máx}} = \text{Tensión} \left[\frac{N}{m^2} \right].$$

T = Torque.

c = Radio de la flecha o eje.

J = Momento de inercia polar.

1.5.4. Tensión por flexión en piezas de secciones no circulares.

Debido a que el comportamiento de piezas no circulares sometidas a torsión es totalmente distinto al de las piezas circulares se deberán emplear formulas diferentes para hallar estos valores, como en el caso de la tensión por esfuerzo de corte vertical y debida a que puede resultar difícil manejar la resolución de problemas concernientes al cálculo de estas tensiones por tener que evaluar el momento estático de las secciones y dado que en la mayoría de los casos se generaliza el uso de secciones rectangulares, circulares y en forma de I se podrán aplicar las siguientes ecuaciones respectivamente:

- Para una sección rectangular $\tau_{\text{máx}} = \frac{3V}{2A}$

Ecuación (1.24)

- Para una sección circular $\tau_{\text{máx}} = \frac{4V}{3A}$

Ecuación (1.25)

- Para una sección en forma de I $\tau_{\text{máx}} = \frac{V}{t \times h}$

Ecuación (1.26)

Dónde:

$$\tau_{\text{máx}} = \text{Tensión} \left[\frac{N}{m^2} \right].$$

V = Valor de la carga máxima que soporta la sección [N].

A = Área de la sección [m²].

t = Espesor del alma en secciones de forma de I [m].

h = Altura del alma en secciones de forma de I [m].

1.5.5. Concentración de tensiones.

Debido a que es casi imposible diseñar elementos mecánicos sin someterlos a algún tipo de cambio geométrico o de sección y ya que en estas variaciones se producen la mayor concentración de tensiones las ecuaciones básicas para hallar

los valores de tensión por compresión y tracción no son suficientes y se debe recurrir al uso de un factor de concentración para relacionar el esfuerzo máximo real en la discontinuidad con el esfuerzo nominal; estos factores se tienen por:

Ecuación (2.27)

$$K_t = \frac{\sigma_{m\acute{a}x}}{\sigma_0}$$

Ecuación (2.28)

$$K_{ts} = \frac{\tau_{m\acute{a}x}}{\tau_0}$$

Dónde:

$\tau_{m\acute{a}x}$ = Tensión máxima por cortante $\left[\frac{N}{m^2}\right]$.

$\sigma_{m\acute{a}x}$ = Tensión máxima normal $\left[\frac{N}{m^2}\right]$.

τ_0 = Tensión nominal por cortante $\left[\frac{N}{m^2}\right]$.

σ_0 = Tensión nominal normal $\left[\frac{N}{m^2}\right]$.

K_t = Factor de concentración para esfuerzos normales.

K_{ts} = Factor de concentración para esfuerzos por cortante.

1.5.6. Reducción de resistencia y sensibilidad debida a ranuras.

En los elementos ranurados se experimenta un debilitamiento del material por lo que se debe determinar un factor de reducción de la resistencia a la fatiga que por lo general se encuentra combinado con el factor de concentración de tensión normal y un factor correspondiente al material nominado de sensibilidad debida a ranuras; entonces conocido este último el factor de reducción de resistencia se puede definir por:

Ecuación (2.29)

$$K_f = 1 + q (K_t - 1)$$

Dónde:

K_f = Factor de reducción de resistencia.

K_t = Factor de concentración de tensión.

q = Factor de sensibilidad debido a ranuras.

1.6. Teoría de Fallas de un Material.

Cuando se ejerce un tipo de fuerza sobre un elemento mecánico, y esto genere un estado de esfuerzo uniaxial, se pueden comparar directamente el esfuerzo y la resistencia para poder determinar un grado de seguridad o una futura falla del material, las teorías de falla son:

- Teoría del esfuerzo normal máximo.
- Teoría de la deformación normal máxima.
- Teoría del esfuerzo cortante máximo.
- Teorías de energías de deformación.

Donde la teoría del esfuerzo cortante máximo es la más aplicada en el diseño mecánico; ROBERT, L. Mott. (1995), “Diseño de elementos de máquinas”. Dice: “La teoría del esfuerzo cortante máximo afirma que se inicia la fluencia siempre que en cualquier elemento el esfuerzo cortante máximo se vuelva igual al esfuerzo cortante máximo en una probeta a tensión, cuando ese espécimen empieza a ceder”(Pág. 272)

Esta teoría anticipa que la fluencia ocurrirá siempre que:

Ecuación (1.30)

$$\tau_{\text{máx}} \geq \frac{S_y}{2n}$$

Dónde:

$\tau_{\text{máx}}$ = Tensión de corte.

S_y = Resistencia al punto de fluencia.

n = Factor de seguridad.

Mientras que la resistencia de fluencia en cortante o relación de fatiga estará dada por la ecuación:

Ecuación (1.31)

$$s_{sy} \text{ o } S'n \geq 0.50 \times Sy = 0.5(0.7 \times Sut)$$

Dónde:

s_{sy} o $S'n$ = Resistencia de fluencia en cortante.

Sy = Resistencia al punto de fluencia.

Sut = Resistencia ultima al punto de fluencia.

Podemos observar ejemplos de las propiedades de los aceros en el Anexo A.

1.7. Diseño de Ejes.

JOSEPH E. Shigley. (1990), “Diseño En Ingeniería Mecánica”. Dice: “Un eje móvil o simplemente eje es un elemento rotatorio generalmente de sección transversal circular una barra eje, cuya función es transmitir movimiento y potencia. Constituye el elemento de rotación y oscilación de dispositivos como engranes, poleas, volantes, manivelas, ruedas, catalinas entre otros, y dirige la configuración geométrica de su movimiento. Un eje fijo es un elemento no giratorio o estático que no transmite movimiento y se utiliza sólo para sostener piezas rotatorias como ruedas, poleas, rodillos y otros elementos”. (Pág. 788)

ROBERT, L. Mott. (1995), “Diseño de elementos de máquinas”. Manifiesta: “Una flecha o eje es el componente de los dispositivos mecánicos que transmite energía rotacional y potencia. Es parte integral de dispositivos o artefactos como reductores de velocidad tipo engrane, impulsores de banda o cadena, transportadores, bombas, ventiladores, agitadores y muchos tipos de equipo para automatización. (Pág. 283)

Los postulantes, argumentamos: Un eje es el componente mecánico que transmite energía rotacional y potencia durante el proceso de trabajo, a una velocidad de

giro determinada, constituye el soporte de componentes como engranajes, poleas o ruedas dentadas para cadena tanto móviles como fijos que producen sobre el eje momentos de flexión por esfuerzo de corte que se deben analizar para la prevención de fallas.

Los factores más importantes a considerar para el diseño de ejes son:

- Determinar la velocidad de giro.
- Calcular la potencia o torque a transmitir.
- Determinar qué elementos estarán montados en el eje y su ubicación.
- Determinar el lugar adecuado de los cojinetes que soportarán al eje.
- Definir la forma del eje y como transmitirá la potencia.
- Calcular las fuerzas radiales y axiales.
- Analizar los puntos críticos del eje como los cambios de diámetro, y puntos de concentración de tensión.
- Especificar las dimensiones finales de cada sección del eje.
- Selección del material con que se va a fabricar el eje.

El diseño de la forma y dimensiones de un eje o flecha se desarrolla luego de analizar por lo menos en forma parcial todos los elementos que se fijarán sobre este; sin embargo todos estos elementos producen sobre el eje condiciones que generan esfuerzo o tensión.

1.7.1. Fuerzas producidas por elementos mecánicos.

1.7.1.1. Deflexiones en el eje.

Por ser un eje el soporte de casi todos los elementos mecánicos implicados en la transmisión de movimiento y potencia, estos ejercen fuerzas que producen momentos de flexión, mismos que se tomarán en cuenta para el diseño del eje que será útil a los requerimientos del diseñador y del fabricante.

Un elemento mecánico sea en este caso un eje, se considera rígido cuando no se deforma, flexiona o tuerce demasiado al aplicarle una carga exterior; mientras que si el desplazamiento debido a la carga es grande se dice que el elemento es flexible; para determinar el valor de deformación debida a la flexión que este sufre por la acción de cargas externas se utilizan de forma más común las ecuaciones referidas a la aplicación de cargas intermedias y en el centro sobre apoyos simples.

1.7.1.2. Cargas intermedias sobre apoyos simples.

En el caso de cargas intermedias para determinar las reacciones sobre los apoyos se utiliza la ecuación 1.32; además que para determinar los momentos que producen estas fuerzas se usará la ecuación 1.33; debido a que se deberá generar una fuerza que equilibre el sistema y esta será aplicada en los apoyos.

Luego para determinar la figura de cortante y de momento, que mostrará el lugar más expuesto a la carga crítica se hará referencia a los valores obtenidos de cada uno de los momentos que produzcan las fuerzas aplicadas.

1.7.1.3. Cargas en el centro sobre apoyos simples.

En este caso para hallar el valor de las reacciones sobre los apoyos se puede utilizar la ecuación:

Ecuación (1.32)

$$RA = RB = \frac{W}{2}$$

Dónde:

RA = Reacción sobre el apoyo a.

RB = Reacción sobre el apoyo b.

W = Carga aplicada

Luego para hallar el momento que producen estas cargas se deberá utilizar la siguiente expresión:

Ecuación (1.33)

$$M = \frac{W}{2}(L - X)$$

Dónde:

M = Momento.

L = Longitud donde se aplica la carga.

W = Carga aplicada.

X = Distancia media donde se ubica la carga.

Luego para hallar los valores que se usarán para trazar el diagrama de cortante se resolverá la ecuación:

Ecuación (1.34)

$$V = \frac{W}{2} - X$$

Dónde:

V = Cortante.

W = Carga aplicada.

X = Distancia media donde se ubica la carga.

Más casos de deflexión en vigas se muestran en el Anexo B.

1.8. Factor de Diseño.

Es un valor muy importante a considerar, por ser utilizado para obtener un resultado adecuado en las primeras aproximaciones de los resultados obtenidos de los cálculos desarrollados.

ROBERT, L. Mott. (1995), "Diseño de elementos de máquinas". Manifiesta: "Bajo condiciones industriales típicas se sugiere el factor de diseño de $N = 3$. Si la aplicación es en extremo suave, tal vez se justifique un valor tan bajo como $N = 2$. Bajo condiciones de choque o impacto debe emplearse $N = 4$ o más alto y se recomienda llevar a cabo pruebas exhaustivas". (Págs. 154)

1.8.1. Análisis de placas planas.

El análisis de las placas planas sujetas a cargas laterales, flexionan en todos los planos verticales. Las placas pueden clasificarse en: placas gruesas: en que es importante el esfuerzo cortante transversal; placas de espesor promedio: en que predomina el esfuerzo por flexión; placas delgadas: que dependen en parte de la tracción directa y membranas: que se sujetan solo a tracción directa.

Las fórmulas de las placas planas dadas se aplican principalmente a las placas de espesor promedio, de espesor constante con carga simétrica.

Ecuación (1.35)

$$S_m = k \frac{wr^2}{t^2} \quad S_m = k \frac{P}{t^2} \quad \text{o} \quad S_m = k \frac{C}{t^2}$$

La primera ecuación es para una carga uniformemente distribuida w , lb/pulg²: la segunda soporta una carga concentrada P , libras y la tercera un par C , por la longitud unitaria. Las combinaciones de estas cargas pueden tratarse por superposición. Los factores k se dan en las tablas.

1.9. La Prensa

La prensa es una máquina herramienta que tiene como finalidad lograr la deformación permanente o incluso cortar un determinado material, mediante la aplicación de una carga.

1.9.1. Tipos de prensas

La clasificación está en relación a la fuente de energía, ya sea operada manualmente o con potencia. Las maquinas operadas manualmente se usan para trabajos en lamina delgada de metal, pero la mayor parte de maquinaria para producción se opera con potencia.

Las prensas pueden clasificarse por su fuente de poder en:

- Las prensas hidráulicas
- Las prensas mecánicas

Debido a su construcción, las prensas hidráulicas pueden ser fabricadas de formas particulares a bajo costo, pueden ser diseñadas con diferentes direcciones de acción y movimientos.

Tabla 1.1 COMPARACIÓN DE PRENSAS

Fuerza	Capacidad	Velocidad de la mesa	Longitud de la carrera	Control
Mecánica depende de suposición en la carrera	6000Tonf	Mayor que la hidráulica, variable durante la carrera	limitada	La carrera debe terminar
Hidráulica, relativamente constante	50000Tonf	Lenta, constante	Hasta 2.5 mts	La carrera se puede detener y regresar en cualquier punto

Fuente: <http://www.fluidica.com/PrensasHidraulicas.htm>

Elaborado por: Los Tesistas.

Las prensas hidráulicas usualmente tienen una carrera más larga que las prensas mecánicas, otra ventaja es que la carrera es ajustable, característica deseable para flexibilizar la operación, y con controles neumáticos podemos evitar el impacto o limitar las fuerzas.

Las prensas mecánicas son comúnmente usadas para embutir pero el uso de prensas hidráulicas se ha incrementado, y existen aplicaciones en las que estas ofrecen algunas ventajas por sobre sus similares mecánicas y en algunos casos la operación solo puede ser realizada por una prensa hidráulica.

www.asafmaquinarias.com/prensas_prensas/c_90_84.html.

Figura1.5 PRENSAS HIDRÁULICAS



Fuente:<http://www.fluidica.com/PrensasHidraulicas.htm>
Elaborado por: Los Tesistas.

1.9.2. Desventajas de una prensa hidráulica.

- Consumo de energía eléctrica.
- Costo del equipo.
- Mantenimiento del equipo

1.9.3 Ventajas de una prensa hidráulica.

- Precisión en el manejo de presiones.
- Se puede aplicar fuerzas de mayor valor a velocidad constante con recorridos largos o cortos.
- Se obtendrá mayor seguridad al realizar trabajos de alta precisión.
- Optimización de tiempo de trabajo.

1.10. Selección de Sistemas Hidráulicos.

1.10.1. Definición de hidráulica.

El nombre correcto es Oleohidráulica al ser el aceite el fluido que generalmente circula por las tuberías, en el lenguaje práctico se nombra como Hidráulica.

Su definición sería: la técnica hidráulica tiene por objeto el estudio de las leyes de equilibrio y movimiento del aceite hidráulico con miras a su aplicación práctica.

1.10.2. Ventajas.

- Simplicidad. Hay pocas piezas en movimiento (bombas, motores y cilindros).
- Flexibilidad. El aceite se adapta a las tuberías y transmite la fuerza como si fuera una barra de acero.
- Tamaño. Es pequeño comparado con la mecánica y la electricidad a igual potencia.
- Seguridad. Salvo algún peligro de incendios en ciertas instalaciones.
- Multiplicación de fuerza. Ya visto es la prensa hidráulica.

1.10.3. Desventajas.

- Limpieza. En la manipulación de los aceites, aparatos y tuberías, como el lugar de ubicación de las máquinas.
- Alta presión. Exige un buen mantenimiento.
- Precio. Las bombas, los motores, válvulas proporcionales, servo válvulas son caras.

1.10.4. Principios básicos de hidráulica:

Los principios básicos se basan en el aceite que se utiliza por ser un factor esencial para que funcione el sistema. Por lo tanto:

Los aceites no son compresibles pero sí elásticos.

Los aceites transmiten en todas las direcciones la presión que se les aplica.

Los aceites toman la forma de tubería o aparato, por lo que circulan en cualquier dirección.

Los aceites permiten multiplicar la fuerza en un sistema hidráulica. Las fuerzas aplicadas y transmitidas son directamente proporcionales a sus superficies.

1.10.5. Presión.

La presión se define como la distribución de una fuerza en una superficie o área determinada.

Ecuación (1.36)

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

Dónde:

F=Fuerza[Kgf]

P=Presión. $\left[\frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2}\right]$

S=Superficie[cm²]

1.10.6. Caudal.

Volumen de fluido que atraviesa una determinada sección transversal de un conductor por unidad de tiempo.

Ecuación (1.37)

$$Q = \frac{N \times v}{10^3} \left[\frac{l}{min} \right]$$

Dónde:

Q=Caudal $\left[\frac{\text{Lt}}{\text{min}}\right]$

V=caudal dado por la bomba[cm]³

10³= Tiempo[min]

N= Revoluciones por minuto

Este caudal teórico es el producto de la multiplicación del volumen de expulsión V por giro N:

Ecuación (1.38)

$$Q = V * N$$

Dónde:

$$Q = \text{Caudal} \left(\frac{dm^3}{min} \right)$$

N = Revoluciones por minuto

V = Desplazamiento geométrico $[cm]^3$

1.10.7. Número de Reynolds.

Los diferentes regímenes de flujo y la asignación de valores numéricos de cada uno fueron reportados por primera vez por Osborne Reynolds en 1883.

Reynolds observó que el tipo de flujo adquirido por un líquido que fluye dentro de una tubería depende de la velocidad del líquido, el diámetro de la tubería y de algunas propiedades físicas del fluido.

Así el número de Reynolds es un número adimensional que relaciona las propiedades físicas del fluido, su velocidad y la geometría del ducto por el que fluye y está dado por:

Ecuación (1.39)

$$Re = \frac{D.v.p}{u}$$

Dónde:

Re = Numero de Reynolds

D = Diámetro del ducto [L]

v = Velocidad promedio del líquido $\left(\frac{L}{T} \right)$

p = densidad del líquido $\left(\frac{M}{L^3} \right)$

u = viscosidad del líquido $\left(\frac{M}{L^3.t} \right)$

1.10.8. Ley de continuidad.

Establece que el caudal es constante a lo largo de un conducto aunque este tenga diferentes secciones, por lo general los conductos son circulares y haciendo relación con la velocidad con la que circula el fluido se tiene la siguiente expresión matemática.

Ecuación (1.40)

$$(\pi \times r_1^2) \times V_1 = (\pi \times r_2^2) \times V_2$$

Dónde:

π = Constante 3.1416

r_1 = Radio principal [cm]

r_2 = Radio secundario [cm]

V = Velocidad $\left[\frac{m}{min}\right]$

1.10.9. Teorema de Bernoulli.

Un fluido hidráulico cuando trabaja contiene tres tipos de energía:

- **Energía potencial:** Depende de la altura y masa del líquido.
- **Energía hidrostática:** Es debida a la presión.
- **Energía cinética:** O llamada hidrodinámica debida a la velocidad.

Este principio establece que la suma de estas energías debe ser constante en los distintos puntos del sistema y debido a que en el sistema se generan pérdidas por diversos factores, estas también deberán ser tomadas en cuenta, esto se resume en la siguiente expresión:

Ecuación (1.41)

$$h_1 \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = h_2 \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + \textit{perdidas regulares y singulares}$$

Dónde:

h = Altura

P = Presión

γ = Peso específico del líquido.

V = Velocidad

g = Aceleración gravitatoria

De esto que también se tiene:

h = Energía Potencial.

$\frac{P}{\gamma}$ = Energía de presión.

$\frac{v^2}{2g}$ = Energía cinética o de velocidad.

1.10.10. Teorema de Poiseuille.

La reducción de la energía de los segmentos de estrangulamiento significa una pérdida de potencia. Estas pérdidas de potencia se pueden cuantificarse midiendo la reducción de la presión y el aumento de la temperatura. La reducción de la presión depende de los factores:

- Viscosidad
- Velocidad del caudal
- Forma y longitud del segmento de estrangulamiento
- Tipo de caudal (laminar o turbulento)

Esto se calcula mediante la fórmula de Hagen Poiseuille

Ecuación (1.42)

$$Q = \alpha \cdot A_D \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{d}}$$

Dónde:

α = Coeficiente de flujo

A_D = área del segmento de estrangulamiento (m)

Δp = reducción de la presión (Pa)

d = densidad del aceite ($\frac{Kg}{m^3}$) P

1.10.11. Caída de presión o pérdida de carga.

Es la pérdida de presión que sufre un aceite al pasar por una tubería válvula o aparato, la siguiente expresión matemática permitirá determinar este valor:

Ecuación (1.43)

$$A_p = 4,15 * V_k * L * Y * Q/d^4$$

Dónde:

A_p=Caída de presión [Bar]

d=Diámetro de tubería [cm]

V_k=Viscosidad aceite [St].

L=Longitud [m]

Y=Peso específica del aceite[1]

Q=Caudal $\left[\frac{Lt}{min}\right]$

Además se puede utilizar la ecuación:

Ecuación (1.44)

$$A_p = P_1 - P_2$$

P₁=presión inicial

P₂=presión final.

VILORIA, José. (1998), “Neumática hidráulica y electricista aplicada, Física Aplicada” Sexta Edición, Editorial Thomson Paraninfo, México.

1.11. Elementos de Circuitos Hidráulicos.

Los sistemas hidráulicos se componen de varios elementos que permiten al sistema desarrollar la fuerza necesaria a más de que brindan la posibilidad de controlar el proceso, básicamente se tienen:

- Bombas.
- Tuberías.
- Válvulas.

- Depósitos.
- Cilindros o botellas.
- Motores.
- Filtros.

Los cálculos a realizar para obtener nuestro circuito hidráulico, parte de las formulas empleadas se puede observar en el **Anexo C**.

1.11.1. Bombas hidráulicas.

Son elementos encargados de impulsar el aceite o líquido, transformando la energía mecánica rotatoria en energía hidráulica, en la figura 1.6 se puede apreciar algunos tipos de estas.

Figura1.6 VARIOS TIPOS DE BOMBA HIDRAULICAS.



Fuente: <http://www.sapiensman/neumaticaehidraulica.htm>.

Elaborado por: Los tesisistas

El proceso de transformación de energía se efectúa en dos etapas: aspiración y descarga, la succión es provocada cuando al comunicarse energía mecánica a la bomba, esta comienza a girar y genera una diferencia de presiones entre la bomba y el depósito, luego; la descarga se presenta cuando el aceite es llevado por la bomba a la salida, de acuerdo a la forma constructiva se asegura que el fluido no retroceda y es allí donde este no tiene otra opción que ingresar al sistema donde encuentra espacio disponible, en el **Anexo D** se muestran ejemplos de tabla para la selección de bombas hidráulicas .

La potencia de bomba se calcula por medio de la siguiente ecuación:

Ecuación (1.45)

$$pa = \frac{Q \times P}{600}$$

Dónde:

Pa = Potencia de motor (Cv)

Q = caudal $\left[\frac{l}{min} \right]$

Dentro de los factores que se deben tomar en cuenta para seleccionar una bomba adecuada para la aplicación a realizar se tienen:

- **Cilindrada.**
- **Caudal Teórico.**
- **Rendimiento Volumétrico.**

1.11.2. Cilindrada.

Es el volumen de aceite que la bomba puede entregar en cada revolución, se puede determinar por la ecuación:

Ecuación (1.46)

$$C = \pi \frac{(D^2 - d^2)}{4} l$$

Dónde:

C = Cilindrada $\left[\frac{cm^3}{Rev} \right]$.

D= Diámetro mayor del engranaje.

d = Diámetro menor del engranaje.

l = Ancho del engranaje.

1.11.3. Caudal teórico.

Es el caudal que debería entregar la bomba de acuerdo al diseño, se puede determinar por la ecuación:

Ecuación (1.47)

$$Q_t = C \times N$$

Dónde:

C = Cilindrada $\left[\frac{\text{cm}^3}{\text{Rev}}\right]$.

N= Rpm $\left[\frac{1}{\text{Rev}}\right]$.

1.11.4. Rendimiento volumétrico.

Es la relación entre el caudal real y el caudal teórico:

Ecuación (1.48)

$$\eta_V = \frac{Q_R}{Q_T} 100$$

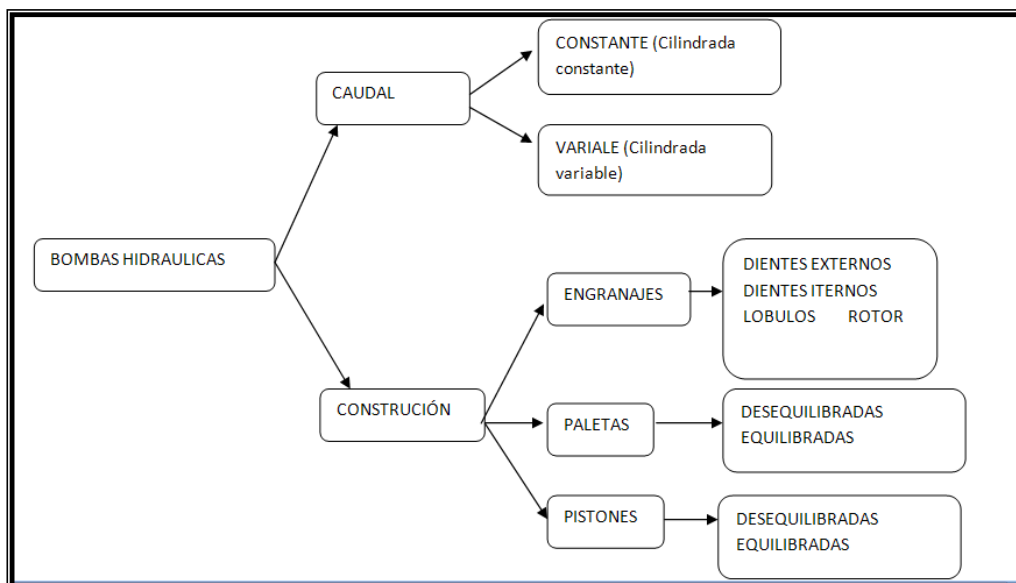
Dónde:

Q_R = Caudal real.

Q_T = Caudal teórico.

1.11.5. Clasificación de Bombas Hidráulicas

Figura1.7 CLASIFICACIÓN DE BOMBAS HIDRAULICAS



Fuente: MANUAL DE MECANICA INDUSTRIAL (2000), “Neumática e Hidráulica Tomo II.
Elaborado por: Los Tesistas.

a. Bombas de Desplazamiento Positivo.

Dentro de la Oleohidráulica se necesita trabajar a grandes presiones, por tanto las bombas hidráulicas normales no son suficientes para lograr este objetivo, es allí donde las bombas de desplazamiento positivo cumplen con su función, que es; ser capaz de entregar un caudal constante de líquido y soportar (dentro de sus límites) cualquier presión que se requiera, entre estas tenemos las que a continuación se mencionan.

b. Bomba de Engranaje Interna.

Son de construcción muy compacta crean un vacío más acusado debido a su estanqueidad, dan menos presión y caudal que la de engranaje externo.

c. Bomba de Rotor (Lobular).

Esta bomba funciona siguiendo el principio de la bomba de engranajes de dientes externos, es decir, ambos elementos giran en sentidos opuestos, con lo que se logra aumentar el volumen y disminuir la presión y por ello conseguir la aspiración del fluido.

Por la forma constructiva de los engranajes el caudal desplazado puede ser mayor. Se genera una sola zona de presión, por lo cual esta bomba constituye una del tipo desequilibrada, y al no poderse variar la cilindrada, se dice entonces que la bomba es de caudal constante.

d. Bombas de Paletas.

Son bombas de características intermedias entre las de engranajes y pistones. El caudal es de 2 a 900 l/min presión 10 a 200 kg/cm² y rpm 1200 a 4000. El aceite apropiado es de 3 a 9 E1.

Son muy silenciosas caudal con muy pocas pulsaciones muy sensibles a las puntas de presión pudiéndose romper las paletas.

e. Bombas de Paletas Equilibradas.

Son de caudal constante. Se llama de paletas equilibradas por la posición de las bocas por donde entra y sale el aceite. Las dos bocas de entrada y salida comunican con las dos bocas de entrada y salida.

1.12. Fluidos hidráulicos.

El rendimiento y vida de servicio de todos los componentes de un sistema hidráulico son afectados por el fluido del sistema, este debe cumplir con funciones como:

- Transmitir la presión a otra parte del sistema.
- Lubricar las partes móviles de los equipos y prevenir el contacto directo de metal con metal.
- Debe rechazar el calor producto de la transformación de la energía, es decir sirve para el enfriamiento.
- Amortiguar vibraciones causadas por picos de presión.
- Proteger contra la corrosión.
- Eliminar partículas abrasivas.
- Transmitir señales.

Los principales parámetros para seleccionar un fluido hidráulico son:

- Velocidad de operación.
- Condiciones atmosféricas circundantes.
- Calor generado en el sistema y rango de temperaturas a los que se va a trabajar.
- Condiciones económicas.
- Disponibilidad en el mercado.
- Nivel de presión requerida.

- Seguridad operacional.
- Expectativa de vida del servicio.

1.12.1. Viscosidad.

La viscosidad de un fluido se puede definir como la resistencia que opone un fluido a fluir, es una medida de fricción interna de un fluido es también la habilidad de un fluido para prevenir contacto directo de las partes en movimiento.

MANUAL DE MECANICA INDUSTRIAL (2000), “Neumática e Hidráulica, Tomo II”, Editorial Cultural S.A., Madrid España.

1.13. Símbolos hidráulicos.

Son usados de manera global en el diseño, operación y mantenimiento de sistemas de potencia fluida, conocer esta simbología ayuda a la lectura de diagramas y circuitos hidráulicos que utilizan diversos equipos y elementos, en el **Anexo E** se muestran las tablas con los correspondientes símbolos hidráulicos.

1.14. Accesorios Hidráulicos.

Dentro de los accesorios más usados en los circuitos hidráulicos tenemos:

- Cilindros o actuadores.
- Válvulas.
- Depósitos.
- Filtros.
- Manómetros.

1.14.1. Cilindros Hidráulicos.

Cuando la energía hidráulica debe convertirse en un desplazamiento lineal de una fuerza, deben utilizarse como elemento transformador los cilindros hidráulicos

estos se componen de una camisa, un vástago, las tapas del pistón y embolo, bocas de aceite, amortiguación fin de carrera, evacuación de fugas de aire, empaquetadura y retenedores y juntas metálicas. Figura 1.8.

1.14.2. Fuerza hidráulica en un cilindro.

La fuerza ejercida por un pistón depende de la presión de trabajo, el área de aplicación de la presión y del roce de las juntas o sellos, la fuerza teórica se obtiene de la ecuación:

Ecuación (1.49)

$$F = P * S$$

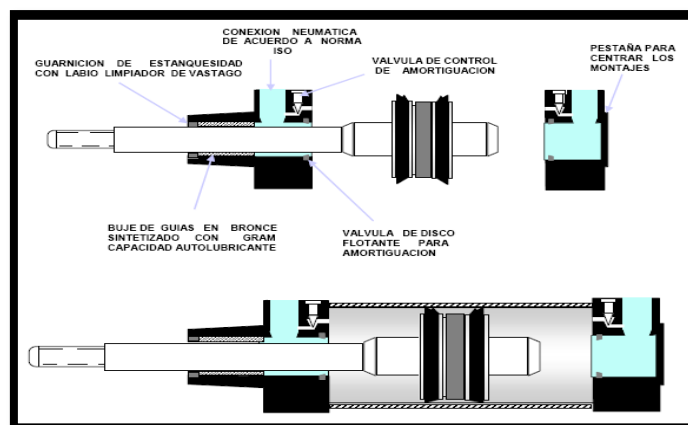
Dónde:

F =Fuerza

P =Presión

S =Superficie

Figura1.8 PARTES DE UN CILINDRO HIDRÁULICO



Fuente: http://www.lbservice.com.ar/images/photos/nws/4_esquema_cilindro.jpg
Elaborado por: Los tesistas

1.14.2.1. Velocidad De Un Cilindro:

Es el movimiento que se da al vástago en avance o en retroceso en una unidad de tiempo, se determina mediante la siguiente ecuación.

Ecuación (1.50)

$$V = \frac{10 \cdot Q}{S}$$

Dónde:

V= Velocidad en m/min

Q=Caudal en Litros/min

S=Sección Cilindro en cm²

1.14.2.2. Tiempo en efectuar una carrera.

Es el tiempo en que tarda el realizar un ciclo de trabajo el pistón, este se define por la expresión.

Ecuación (1.51)

$$T = \frac{S \cdot h}{Q_e}$$

Dónde

S= Superficie de camisa cm²

h= Carrera en cm

Q_e= Caudal efectivo que le llega en cm³/seg.

1.14.2.3. Consumo de Aceite.

Es un factor de suma importancia y que de este depende parte de la cantidad de aceite necesaria para llenar el sistema hidráulico para la aplicación que se requiera, este queda determinado por:

Ecuación (1.52)

$$\text{Consumo de aceite (dm}^3\text{)} = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot h}{4 \cdot 1000}$$

Dónde:

D= Diámetro camisa en cm

C_a= Consumo de aceite en retroceso.

D=Diámetro camisa en cm

d= Diámetro de vástago en cm.

➤ Tipos de Cilindros.

En la actualidad son muy utilizados los cilindros que se muestran en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2: TIPOS DE CILINDROS.

TIPO	SUB-TIPO(S)	APLICACIONES
Simple efecto	Retorno por gravedad	Elevación, gatos.
	Retorno por fuerza exterior	Asociado a aparatos elevadores
	Retorno por muelle	Normalmente trabajos ligeros
Doble efecto	Vástago simple	El más utilizado en aplicaciones generales
	Vástago pasante	Para mayor rigidez mecánica o apoyo del vástago
Telescópico	Simple efecto	Carreras largas
	Doble efecto	Longitud mínima en retracción
Hidroneumático	Combinación de cilindros hidráulicos y neumáticos	El cilindro confiere rigidez al movimiento de un cilindro neumático

Fuente: SERRANO. Nicolás, (2002) "Óleo hidráulica"

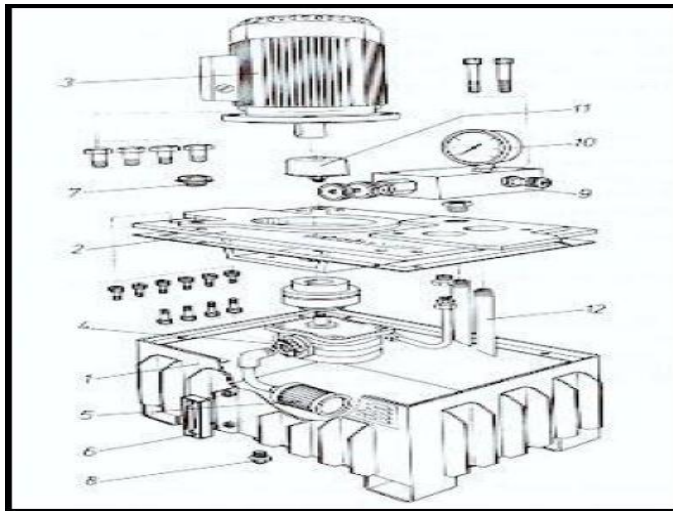
Elaborado por: Los Tesistas.

1.14.3. Depósito O Tanque.

El depósito o tanque actúa como reserva de aceite, separa el aceite del aire, evacua el calor lleva dentro o encima la bomba, soporta el motor hidráulico y montajes modulares, un tanque hidráulico consiste en un espacio de cuatro paredes normalmente de acero, con un fondo a desnivel, una tapa plana con una placa de montaje, cuatro patas, líneas de succión, retorno, y drenaje; un tapón de drenaje, un nivel de aceite, un tapón para rellenado y respiración; una cubierta de registro para la limpieza y un tabique separador o placa deflectora, en la figura 1.9 se muestra el tipo de tanque más utilizado en la industria.

La consideración general para calcular el tamaño del depósito consiste en que el tamaño debe ser aproximadamente tres veces mayor al caudal que da la bomba.

Figura 1.9 DEPOSITO HIDRAULICO Y SUS PARTES.



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos82/disenio-instalacion-circuitos-hidraulicos-potencia/image004.jpg>

Elaborado por: Los Tesistas

1.14.4. Válvulas Hidráulicas.

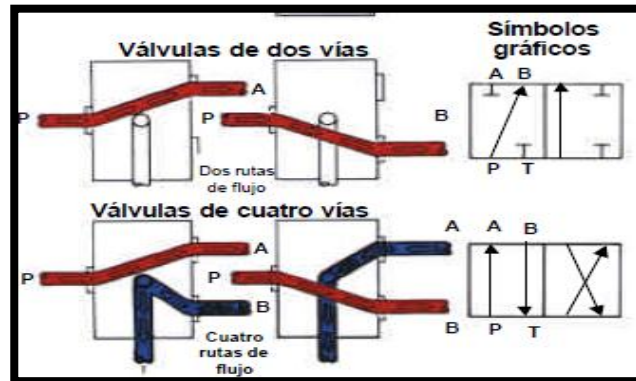
El control de una instalación hidráulica se realiza mediante válvulas, es misión de las mismas regular la presión, el caudal, distribuir o cerrar cierta parte del circuito, regular la potencia que debe transmitir la instalación procurando que sus pérdidas sean mínimas.

1.14.5. Tipos de válvulas.

Existen varias tipos de válvulas que se utilizan en el control de circuitos hidráulicos, entre estas tenemos:

- Válvulas distribuidoras.
- Válvulas reguladoras de presión.
- Válvulas reguladoras de caudal.
- Válvulas de cierre o bloqueo.

Figura 1.0 EJEMPLO DE VALVULAS.



Fuente: TUTOR LUBRICACION SHELL (2011) Aceites-Hidraulicos (1).pdf
Elaborado por: Los Tesistas

1.14.6. Filtros.

Para prolongar la vida útil de los aparatos hidráulicos es de vital importancia emplear aceites limpios, de buena calidad y no contaminado, la limpieza de los aceites se puede lograr reteniendo las partículas nocivas o dañinas y efectuando los cambios de aceite en las fechas y periodos que establecen los fabricantes o que determinan las especificaciones técnicas del sistema o elementos del circuito, los elementos que se consideran contaminantes son:

- El agua y los ácidos.
- Partículas metálicas.
- Hilos y fibras.
- Polvo partículas de juntas y pintura.

La función de un filtro mecánico es remover la suciedad de un fluido hidráulico, esto se hace al forzar la corriente fluida a pasar a través de un elemento poroso que permite el paso del aceite pero captura la suciedad.

Los elementos filtrantes se dividen en: elementos filtrantes de profundidad y elementos filtrantes de superficie.

Los elementos filtrantes de profundidad obligan al fluido a pasar a través de muchas capas de un material de espesor considerable, donde la suciedad es

atrapada a causa de la trayectoria sinuosa que adopta el fluido, el papel tratado y los materiales sintéticos porosos comúnmente usados en estos elementos son:

- **PAPEL MICRONIC.** Son de hoja de celulosa tratada tiene un grado de filtración de 5 a 160 μ .
- **FILTROS DE MALLA DE ALAMBRE.** El elemento es una malla de un tamiz más o menos grande, normalmente de bronce fosforoso.
- **FILTROS DE ABSORCIÓN.** Son de algodón, papel y lana de vidrio.
- **FILTROS MAGNETICOS.** Son filtros caros y no muy empleados, deben ser dimensionados convenientemente para que el aceite circule lo más lentamente posible para que los elementos magnéticos atraigan las partículas ferrosas.

En los elementos filtrantes de superficie la corriente de fluido tiene una trayectoria de flujo recta, la suciedad es atrapada en la superficie del elemento que está orientada hacia el flujo del fluido, la tela de alambre y el metal perforado son tipos comunes de materiales usados en estos elementos.

1.14.7. Manómetros.

Son instrumentos que sirven para medir la presión y pueden ser de dos clases:

- Los que equilibran la presión desconocida con otra que se conoce.
- Los que la presión desconocida actúa sobre un material elástico que produce el movimiento utilizado para medir la presión.

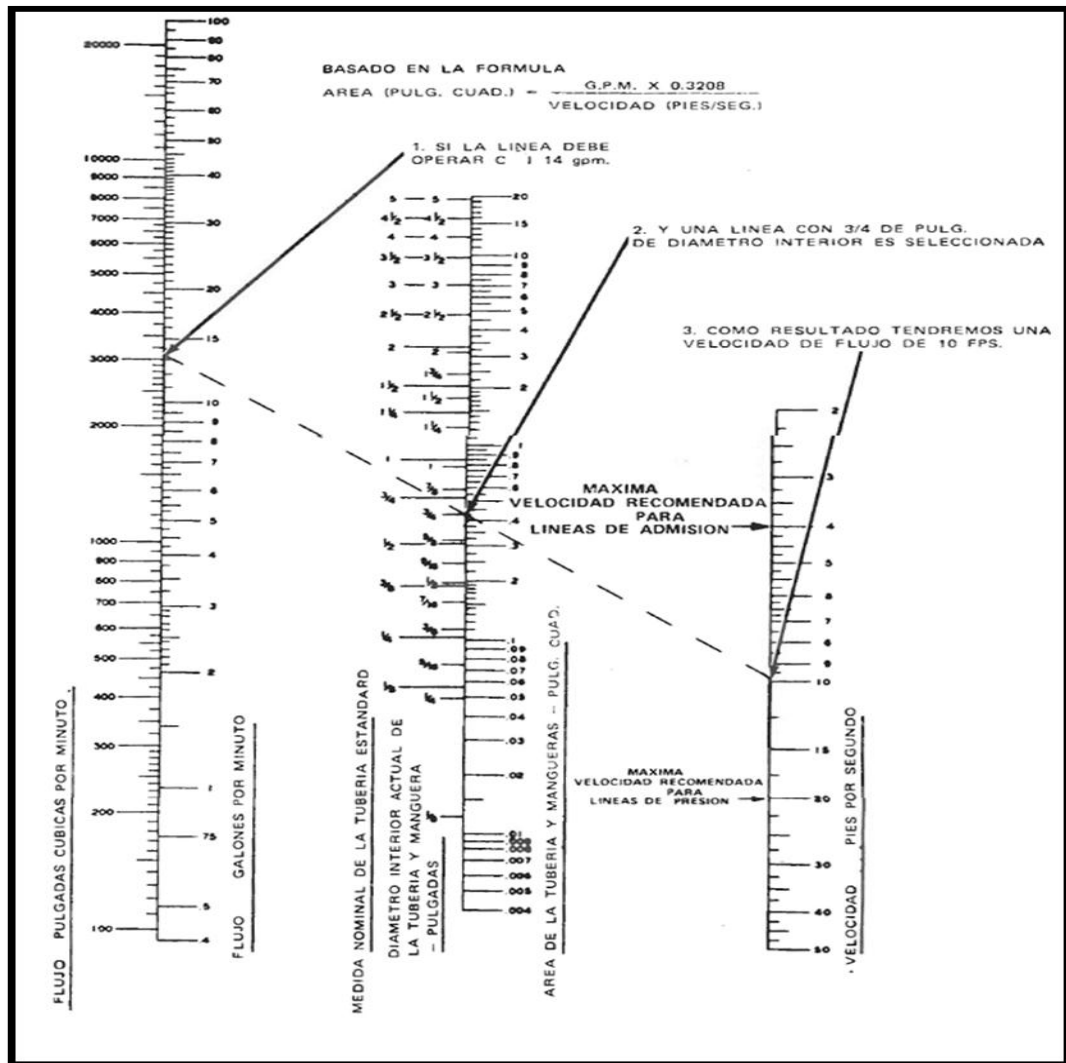
1.14.8. Tubería.

Es el término general que abarca las varias clases de líneas conductoras que llevan el fluido hidráulico entre los componentes.

Los sistemas hidráulicos usan tres tipos de líneas conductoras: tubería de acero, y manguera flexible, los tres puntos esenciales para escoger los tubos y empalmes son el material, el diámetro interior y el espesor de la pared más conveniente para

el circuito, en lo que se refiere a materiales de tubería las normas recomiendan el empleo de acero blanco laminado en frío, sin soldadura, o bien acero de características similares.

Tabla 1.3. TABLA PARA SELECCIONAR EL DIÁMETRO INTERNO DE LA TUBERÍA HIDRÁULICA.



Fuente: Manual de Hidráulica Industrial VICKERS
 Elaborado por: Los tesisistas.

1.14.8.1. Cálculo del espesor y diámetro interior de la tubería.

Para esto se debe tener en cuenta la presión máxima del circuito, y para esto se recurre a la ecuación:

Ecuación (1.53)

$$e = \frac{P*d}{2*\delta}$$

DONDE:

e = Espesor de la pared en mm.

d = Diámetro interior de la tubería en mm.

P = Presión máxima en bar.

σ = Tensión máxima a la tracción en kg/cm²

De 400 a 600 kg/cm² para el acero, 150kg/cm² para la fundición.

Ecuación (1.54)

$$d = 4.6 \frac{\sqrt{Q}}{v}$$

d = Diámetro interior en mm para presiones superiores a 200bar

$$d = 1.9\sqrt{Q}$$

Q = Caudal en l/min.

1.14.9. Racores.

Las tuberías hidráulicas no pueden unirse directamente a los aparatos hidráulicos se necesitan racores o bridas, en los tubos roscados la conicidad normalizada es del 6,25%; el corte y el roscado de los tubos deben efectuarse con herramientas y terrajes en buen estado, las roscas utilizadas son: roscas métricas cónica, o norma NPT, y la rosca gas cónica, o normal BSP.

1.14.10. Juntas o sellos.

Las juntas o sellos se utilizan para mantener las presiones, produciendo un efecto de estanqueidad entre los dos elementos de que se trate, los tipos de juntas o sellos son:

- 1.- Positivos
- 2.- Negativos
- 3.- Estáticos
- 4.- Dinámicos

Las juntas positivas no permiten las fugas de fluido, las juntas negativas permiten una pequeña fuga para la lubricación, las juntas estáticas estancajean sin movimiento, las juntas dinámicas estancajean con movimiento.

a. Factores que determinan la elección de la una junta.

La presión de trabajo, el tiempo de trabajo de la máquina, la velocidad de deslizamiento en la superficie de roce, el acabado superficial, las condiciones ambientales y la temperatura media y máxima de trabajo.

b. Juntas Tóricas (O-Ring).

Es un tipo de junta estática que tiene una sección redonda y que en el montaje admite una compresión. El O-ring se instala en una ranura anular maquinada en una de las partes a acoplar. En las instalaciones está comprimido por ambas partes de diámetro interior y exterior.

1.15. Selección de Sistemas de Control Eléctrico.

1.15.1. Definición de Control Eléctrico.

TELEMECANIQUE. (2002) “Manual electrotécnico”. Manifiesta: La palabra control significa gobierno, mando, regulación, es decir el poder de establecer acciones deseadas. En el caso del control de motores significa accionar estos en momentos y de forma determinada para ejecutar trabajos productivos, de la forma más lógica, ordenada y segura posible. Para controlar motores necesitamos una serie de aparatos e instrumentos que cableados de forma adecuada nos permitan arrancar, parar, invertir, variar su velocidad, etc., en una forma segura y eficiente. A este conjunto de elementos los conocemos como sistemas de control. (Pág. 18)

1.15.2. Clasificación de los sistemas de control.

De acuerdo a la manera de realizar las funciones de control, estos se pueden clasificar de la manera siguiente: Control manual, control semiautomático y control automático.

1.15.2.1. Control Manual.

En este todas las funciones de mando y regulación son tomadas por el operario del proceso, este tipo de control fue el primero empleado en el inicio de la era industrial y en la actualidad queda restringido a pequeñas plantas procesadoras.

1.15.2.2. Control Semiautomático.

En este tipo las funciones de mando son tomadas por el operario como por el propio circuito de control, el operario introduce una orden y el sistema decide si lo ejecuta o no de acuerdo a la situación del proceso, este tipo de control es el más extendido en la actualidad en nuestro país a nivel de empresas de producción de mediana complejidad.

En este caso el operador toma las decisiones más importantes y las decisiones inherentes al proceso en si las toma el circuito de comando. Esta variedad de control es de mediana complejidad en cuanto a su mantenimiento y reparación y requiere de personal técnico calificado y versátil.

1.15.2.3. Control Automático.

En este caso las funciones de mando son tomadas por un circuito de control, sin intervención de operadores humanos. A este nivel de control se ha llegado gracias a los avances tecnológicos en el área de la electrónica, instrumentación y la mecánica.

LOS POSTULANTES MANIFIESTAN; Un control eléctrico es un circuito de control previamente diseñado para un proceso en específico y está conformado por elementos como: relés de control, contactores, protecciones eléctricas y conductores, normalmente son utilizados para control de arranque de equipos como compresores, bombas, vibradores, válvulas automáticas, turbinas,

generadores eléctricos y un sin fin de equipos dentro de un proceso industrial o doméstico.

1.15.3. Funciones y constitución de los arrancadores.

Los arrancadores reúnen los elementos necesarios para controlar y proteger los motores eléctricos, de la elección de éstos depende el rendimiento de toda la instalación: nivel de protección, funcionamiento con velocidad constante o variable, etc.

El arrancador garantiza las siguientes funciones:

- Seccionamiento.
- Protección contra cortocircuitos y sobrecargas.
- Conmutación.

1.15.4. El seccionamiento.

Para manipular las instalaciones o las máquinas y sus respectivos equipos eléctricos con total seguridad, es necesario disponer de medios que permitan aislar eléctricamente los circuitos de potencia y de control de la red de alimentación general. Esta función, llamada seccionamiento, corresponde a aparatos específicos: seccionadores o interruptores seccionadores, estos se pueden apreciar en las figuras 1.11 y 1.12 respectivamente.

Figura 1.11 SECCIONADORES E INTERRUPTORES SIMBOLO GENERAL.

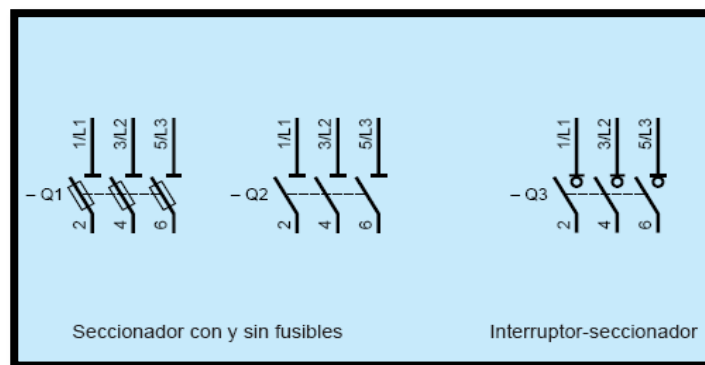


Figura1.12 SECCIONADORES E INTERRUPTORES.



Fuente: MANUAL ELECTROTÉCNICO, Telemecanique.
Elaborado por: Los tesisistas

1.15.5. La protección contra cortocircuitos y sobrecargas.

Todos los receptores pueden sufrir accidentes de origen eléctrico o mecánico, entonces:

De origen eléctrico:

- Sobretensión, caída de tensión, desequilibrio o ausencia de fases que provocan un aumento de la corriente absorbida,
- Cortocircuitos cuya intensidad puede superar el poder de corte del contactor.

De origen mecánico:

- Calado del rotor, sobrecarga momentánea o prolongada que provocan un aumento de la corriente que absorbe el motor, haciendo que los bobinados se calienten peligrosamente.

Con el fin de que dichos accidentes no dañen los componentes ni perturben la red de alimentación, todos los arrancadores deben incluir obligatoriamente:

Protección contra los cortocircuitos, para detectar y cortar lo antes posible las corrientes anómalas superiores a 10 In protección contra las sobrecargas, para

detectar los aumentos de corriente hasta 10 In y cortar el arranque antes de que el recalentamiento del motor y de los conductores dañe los aislantes.

La protección corresponde a: Aparatos específicos: seccionadores porta fusibles, disyuntores, relés de protección y relés de medida, funciones específicas integradas en los aparatos de funciones múltiples.

1.15.6. La Conmutación.

La conmutación consiste en establecer, cortar y, en el caso de la variación de velocidad, ajustar el valor de la corriente absorbida por un motor.

Según las necesidades, esta función puede realizarse con aparatos.

Electromecánicos: contactores disyuntores y disyuntores motores.

Electrónicos: relés y contactores estáticos, arrancadores, variadores y reguladores de velocidad.

1.15.7. Protección Contra los Cortocircuitos.

Un cortocircuito es el contacto directo de dos puntos con potenciales eléctricos distintos:

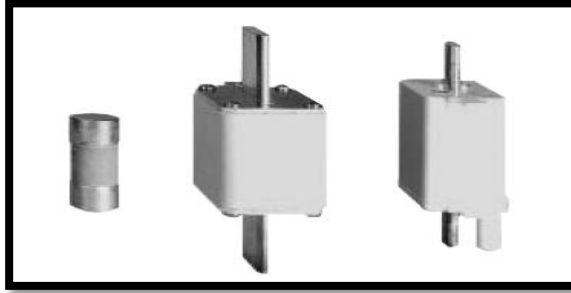
- En corriente alterna: contacto entre fases, entre fase y neutro o entre fases y masa conductora,
- En corriente continua: contacto entre los dos polos o entre la masa y el polo aislado.

1.15.8. Los Fusibles.

Los fusibles proporcionan una protección fase a fase, con un poder de corte muy elevado y un volumen reducido. Se pueden montar de dos maneras:

- En unos soportes específicos llamados porta fusibles,
- En los seccionadores, en lugar de los casquillos o las barretas.

Figura1.13 ASPECTO FISICO DE LOS FUSIBLES.



Fuente: MANUAL ELECTROTÉCNICO, Telemecanique.
Elaborado por: Los tesistas

1.15.9. Los Disyuntores Magnéticos.

Protegen los circuitos contra los cortocircuitos, dentro de los límites de su poder de corte a través de disparadores magnéticos (un disparador por fase) en la siguiente figura se muestran su símbolo y su aspecto físico.

Figura 1.14 DISYUNTOR MAGNETICO.



Fuente: MANUAL ELECTROTÉCNICO, Telemecanique.
Elaborado por: Los tesistas

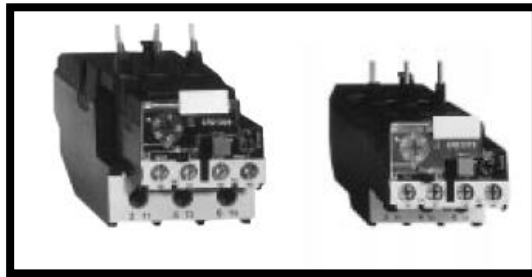
1.15.10. Protección contra las sobrecargas.

Los fallos más habituales en las máquinas son las sobrecargas, que se manifiestan a través de un aumento de la corriente absorbida por el motor y de ciertos efectos térmicos. El calentamiento normal de un motor eléctrico con una temperatura ambiente de 40 °C depende del tipo de aislamiento que utilice. Cada vez que se sobrepasa la temperatura límite de funcionamiento, los aislantes se desgastan prematuramente, acortando su vida útil.

1.15.11. Los relés térmicos de biláminas.

Los relés térmicos de biláminas son los aparatos más utilizados para proteger los motores contra las sobrecargas débiles y prolongadas. Se pueden utilizar en corriente alterna o continua.

Figura1.15 RELE TERMICO BILAMINA.



Fuente: MANUAL ELECTROTÉCNICO, Telemecanique.
Elaborado por: Los tesistas

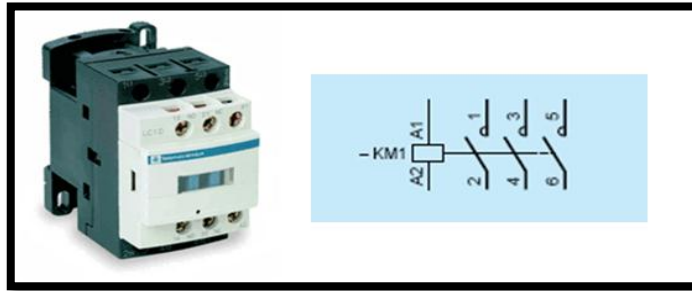
1.15.12. El Contactor Electromagnético.

El contactor electromagnético es un aparato mecánico de conexión controlado mediante electroimán y con funcionamiento todo o nada. Cuando la bobina del electroimán está bajo tensión, el contactor se cierra, estableciendo a través de los polos un circuito entre la red de alimentación y el receptor.

El contactor ofrece numerosas ventajas, entre las que destacan la posibilidad de:

- Interrumpir las corrientes monofásicas o polifásicas elevadas accionando un auxiliar de mando recorrido por una corriente de baja intensidad.
- Funcionar tanto en servicio intermitente como en continuo.
- Controlar a distancia de forma manual o automática, utilizando hilos de sección pequeña o acortando significativamente los cables de potencia.
- Aumentar los puestos de control y situarlos cerca del operario.

Figura1.16 CONTACTOR ELECTROMAGNETICO



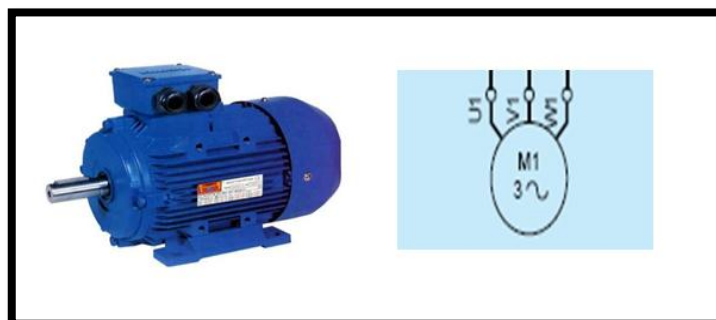
Fuente: MANUAL ELECTROTÉCNICO, Telemecanique.
Elaborado por: Los tesistas

1.15.13. Motores Asíncronos Trifásicos.

Los motores asíncronos trifásicos de jaula se encuentran entre los más utilizados para el accionamiento de máquinas. El uso de estos motores se impone en la mayoría de las aplicaciones debido a las ventajas que conllevan: robustez, sencillez de mantenimiento, facilidad de instalación, bajo costo.

Es indispensable recordar los principios de funcionamiento y de fabricación de estos motores, así como describir y comparar los principales dispositivos de arranque, regulación de velocidad y frenado que se utilizan con ellos, en la siguiente figura se muestran el aspecto físico y el símbolo general de los motores eléctricos.

Figura1.17 MOTOR ELECTRICO



Fuente: MANUAL ELECTROTÉCNICO, Telemecanique.
Elaborado por: Los tesistas

1.15.14. Arranque de los motores asíncronos trifásicos.

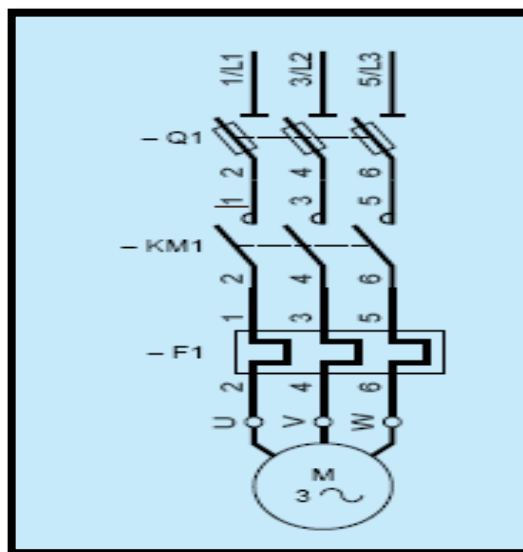
Durante la puesta en tensión de un motor, la corriente solicitada es considerable y puede provocar una caída de tensión que afecte al funcionamiento de los receptores, especialmente en caso de insuficiencia de la sección de la línea de alimentación.

1.15.15. Arranque directo:

Se trata del modo de arranque más sencillo en el que el estator se acopla directamente a la red. El motor se basa en sus características naturales para arrancar.

En el momento de la puesta bajo tensión, el motor actúa como un transformador cuyo secundario, formado por la jaula muy poco resistente del rotor, está en cortocircuito. La corriente inducida en el rotor es importante. La corriente primaria y la secundaria son prácticamente proporcionales.

Figura1.18: ARRANQUE DIRECTO DE UN MOTOR ELECTRICO



Fuente: MANUAL ELECTROTÉCNICO, Telemecanique.
Elaborado por: Los tesisistas

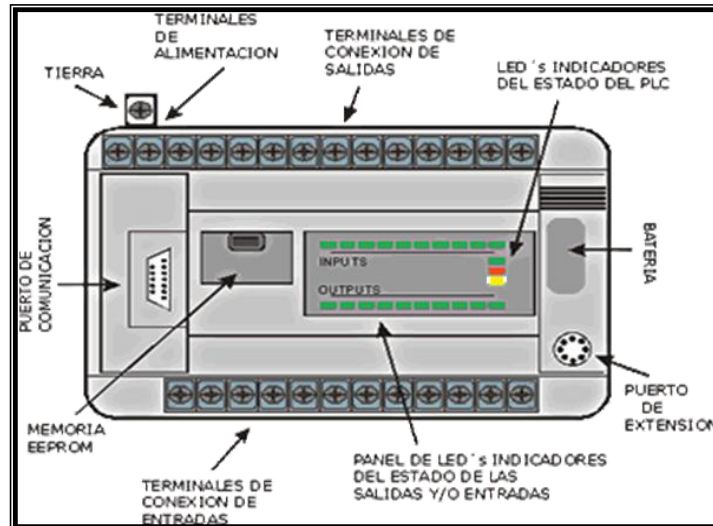
1.15.16. PLC'S

Un PLC se puede definir como un sistema basado en un microprocesador y sus partes fundamentales son:

- **La CPU** se encarga de todo el control interno y externo del PLC y de la interpretación de las instrucciones del programa. En base a las instrucciones almacenadas en la memoria y en los datos que lee de las entradas, genera las señales de las salidas.
- **La memoria** de solo lectura **ROM** almacena programas para el buen funcionamiento del sistema.
- **La memoria** de lectura y escritura **RAM** está conformada por la memoria de datos, en la que se almacena la información de las entradas y salidas y de variables internas y por la memoria de usuario, en la que se almacena el programa que maneja la lógica del PLC.
- **El sistema de Entradas y Salidas** recopila la información del proceso (Entradas) y genera las acciones de control del mismo (salidas). Los dispositivos conectados a las entradas pueden ser Pulsadores, interruptores, finales de carrera, termostatos, presostatos, detectores de nivel, detectores de proximidad, contactos auxiliares, etc. Al igual, los dispositivos de salida son también muy variados: Pilotos, relés, contactores, Drives o variadores de frecuencia, válvulas, etc.
- **Las E/S digitales** se identifican por presentar dos estados diferentes: on u off, presencia o ausencia de tensión, contacto abierto o cerrado, etc. Los niveles de tensión de las entradas más comunes son 5 VDC, 24 VDC, 48 VDC y 220 VAC. Los dispositivos de salida más frecuentes son los relés.
- **Las E/S análogas** se encargan de convertir una magnitud analógica (tensión o corriente) equivalente a una magnitud física (temperatura, flujo, presión, etc.) en una expresión binaria. Esto se realiza mediante conversores analógico-digitales (ADC's).
- **Las E/S especiales** se utilizan en procesos en los que con las anteriores E/S vistas son poco efectivas, bien porque es necesario un gran número de

elementos adicionales, bien porque el programa necesita de muchas instrucciones o por protocolos especiales de comunicación que se necesitan para poder obtener el dato requerido por el PLC (HART, Salidas de trenes de impulso, motores paso a paso).

Figura 1.19 ESTRUCTURA DE PLC'S.



Fuente: <http://www.unicrom/tutorial.asp>.
Elaborado por: Los testistas

1.16. Información General sobre el Aluminio.

El aluminio es un elemento químico, metal no ferroso siendo el tercer elemento más común encontrado en la corteza terrestre, los compuestos de aluminio forman el 8% de la corteza de la tierra y se encuentran presentes en la mayoría de las rocas, de la vegetación y de los animales es un excelente conductor del calor y de la electricidad; el valor de las temperaturas de fusión y ebullición son de 660° C y 2.467° C, respectivamente no se altera en contacto con el aire ni se descompone en presencia de agua.

El aluminio y sus aleaciones tienen una combinación de propiedades mecánicas, eléctricas, químicas y térmicas, donde destacan, su excelente resistencia a la corrosión, su formabilidad y maquinabilidad, sus altas conductividades térmica y eléctrica y su gran capacidad de reciclaje, por ello, los productos de aluminio han sido ampliamente utilizados desde el siglo XIX en diversas aplicaciones como

artículos para la cocina, perfiles para construcción, componentes de maquinaria, de autos, de carrocerías de aviones, naves espaciales y satélites, entre otros¹

Tabla1.4 CONSTANTES FISICAS Y QUIMICAS DEL ALUMINIO

Propiedad		Aluminio
1	Esfuerzo (N/mm ²)	250
2	Elasticidad E, Módulo de Young (MPa)	70.000
3	Densidad (g/cm ³)	2,7
4	Punto de fusión (°C)	660
5	Rango de temperatura de trabajo (°C)	-250 a 150
6	Conductibilidad eléctrica (m/Ohm mm) ²	29
7	Conductividad térmica (W/m °C)	200
8	Coefficiente de expansión lineal x 10 ⁻⁶ /°C	24
9	No-magnético	Sí
10	Tóxico	No
11	Resistente a la corrosión	Sí
12	Mecanizado	Fácil
13	Maleable	Sí
14	Costo	Barato

Fuente: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815>

Elaborado por: los tesisistas

Los principales usos industriales de las aleaciones metálicas de aluminio son:

- **Transporte:** como material estructural en aviones, automóviles, tanques, superestructuras de buques y bicicletas.
- **Estructuras:** Para edificaciones estructurales y arquitectónicas.
- **Embalaje:** De alimentos, papel de aluminio, latas, etc.²
- **Carpintería metálica:** Puertas, ventanas, cierres, armarios, muebles, etc.
- **Uso doméstico:** Utensilios de cocina, herramientas, etc.
- **Transmisión eléctrica:** Aunque el cobre tiene 40% mejor conductividad que el aluminio, este por su ligereza disminuye el peso de los conductores y permite una mayor separación de las torres de alta tensión, disminuyendo los costos de infraestructura.

² <http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815>

- **Criogenia:** Se usa hasta -200 °C debido a que no presenta temperatura de transición dúctil a frágil, y hace que la tenacidad del material sea mejor que otras a bajas temperaturas.

1.17. El Reciclaje de Aluminio.

En general el reciclaje se considera una actividad o proceso mediante el cual productos de desecho son nuevamente utilizados en nuevas aplicaciones, los elementos que más comúnmente se reciclan son: Aluminio, vidrio, papel, plástico, y materia orgánica. Al reciclar se busca alcanzar los siguientes objetivos:

- Ahorro de energía.
- Ahorro de recursos naturales.
- Reducción del volumen de desechos eliminados.
- Proteger el medio ambiente y la salud de la comunidad.

1.17.1. Determinación del precio del aluminio.

El costo promedio de los metales lo controla el LME (London Metal Exchange), el LME es un mercado de metales que comercializa y renegocia el precio de los mismos diariamente. Con sede en Londres, el LME es un mercado global con una membresía internacional y con más del 95% de sus negocios que llegan desde el extranjero.

El aluminio está sujeto a la cotización de la Bolsa de Metales de Londres o LME y del dólar diariamente.

Este hecho condiciona también el proceso del reciclaje, ya que cuando los precios caen se recupera menos material, esto explica la baja disponibilidad y especulación de chatarra en el mundo. En cualquier caso, gracias a que cotiza en Bolsa (LME), el del aluminio es un mercado abierto, por lo que los precios son los

mismos en cualquier parte del mundo. La ley de la oferta y la demanda, como en cualquier otro sector, es la que dicta las pautas en cada momento³.

1.17.2. La viruta de aluminio.

BOOTHROYD, Geoffrey. (1978) “Fundamentos del Corte de Metales y de las Máquinas- Herramientas”. Dice que: “Entenderemos por viruta, a aquellos restos que se forman al penetrar en un material con la parte activa (filo) de una herramienta de corte, donde se pueden observar los siguientes efectos”. (pág. 60)
Recalcado del material delante del filo de la herramienta.

- Formación de una grieta esto no ocurre cuando la velocidad de corte es muy rápida.
- Seccionamiento de una pequeña parte de viruta.
- Desprendimiento de la viruta.

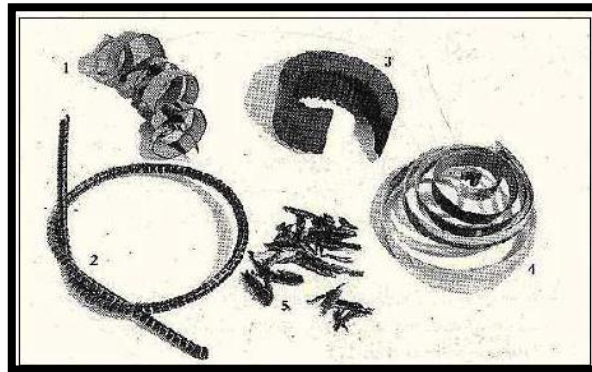
1.17.3. Tipos básicos de viruta.

Existen cuatro tipos básicos de viruta que son:

- a. **Viruta continua:** Se producen por la deformación continua del material de la pieza de trabajo delante de la herramienta, seguida por un flujo suave de la viruta a lo largo de la cara de la herramienta. Por lo general estas virutas se obtienen al cortar materiales dúctiles a alta velocidades.
- b. **Viruta discontinua:** Constan de segmentos que se producen por la fractura del metal delante de la herramienta. Los segmentos pueden estar unidos entre sí en forma ligera o no estar unidos estas suelen formarse al maquinar materiales frágiles o al cortar materiales dúctiles a velocidades muy bajas o con ángulos de inclinación pequeños.

³ <http://www.worldaluminium.org>

Figura 1.20 FORMAS DE LA VIRUTA PRODUCIDA EN LAS OPERACIONES DE MECANIZADO.



Fuente: BOOTHROYD, Geoffrey. (1978)
“Fundamentos del Corte de Metales y de las
Máquinas- Herramientas”.

Elaborado por: Los tesistas

- c. **Viruta no homogénea:** Constan de regiones de deformación grande y pequeñas son características en los metales de baja conductividad térmica o en aquellos cuya resistencia en el punto de fluencia disminuye en forma brusca con la temperatura común en las virutas de las aleaciones de titanio.

- d. **Viruta de borde acumulado:** Son una masa de metal que se adhiere a la cara de la herramienta mientras la propia viruta fluye en forma continua a lo largo de esa cara. Este tipo a menudo se encuentra en las operaciones de maquinado a bajas velocidades y se relaciona con la alta fricción entre la viruta y la herramienta lo que produce un mal acabado superficial.

CAPÍTULO II

INVESTIGACIÓN DE CAMPO

2. CARACTERIZACION GENERAL

En este capítulo precisamos la localización y el estudio de la viruta de aluminio que se genera en el Área de corte de la Planta de Fundición CEDAL S.A., procesos parámetros, datos técnicos que ayuden a la ejecución del diseño de un prototipo de máquina compactadora de viruta de aluminio.

Bajo este esquema se describe el proceso de recolección de datos, es decir, identificación, definición y análisis de elementos, organización, de datos útiles para una selección adecuada de elementos que intervendrán en el Diseño de un prototipo de máquina compactadora para la recuperación de virutas de aluminio que se generan en la empresa corporación ecuatoriana de aluminio de la ciudad de Latacunga.

2.1 Estudio Geográfico del Sector (recolección de información).

2.1.1 Localización del proyecto.

2.1.2 Corporación Ecuatoriana de Aluminio CEDAL S.A.

Es una compañía ecuatoriana constituida en el año 1974, con el propósito de producir y comercializar perfilería y otros productos extruidos de aluminio para uso arquitectónico y estructural.

Inició sus actividades productivas en el año 1976, y actualmente es el líder en la producción y distribución de perfiles de aluminio en el Ecuador con más de 40 distribuidores exclusivos en todo el país. Desde 1979 mantiene una sólida presencia comercial en Colombia a través de su compañía afiliada VITRAL, que posee centros de distribución en las ciudades de Cali y Bogotá.

Adicionalmente en este año, inicia su proceso de diseño e innovación a través del desarrollo de nuevos productos como su Línea Evolución, la misma que está conformada por divisiones, puertas batientes y la puerta corrediza Múltiplex.

En octubre del 2007, CEDAL certifica su sistema de gestión de calidad bajo la norma ISO 9001:2000, certificación que comprende la estandarización de procedimientos en la producción y comercialización de productos de aluminio.

CEDAL es ampliamente reconocida en el mercado nacional y extranjero por la calidad de sus productos, la confiabilidad e integridad de la empresa y su valiosa contribución al desarrollo de la industria del aluminio y la construcción.

Objetivo: Producir y comercializar perfilería y otros productos extruidos del aluminio para uso arquitectónico y estructural.

Misión: Somos líderes en el mercado nacional con sólida presencia en la Región Andina, en la producción, comercialización y desarrollo de extrusiones de aluminio, satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes con valor agregado, servicio y promoviendo el progreso de nuestros accionistas, colaboradores y la comunidad.

Visión: Ser una empresa líder e innovadora en extrusiones de aluminio y servicios relacionados dentro de la Comunidad Andina, competitiva en mercados globalizados, reconocida por la excelencia de su gente y la calidad de sus productos. Elegimos el profesionalismo, la mejora continua y la aplicación de estándares internacionales de calidad como medios para cumplir nuestros

principales objetivos que son: la satisfacción del cliente y el beneficio de nuestros accionistas, colaboradores y la comunidad.

2.1.3. Características del proyecto.

Este proyecto se centra en verificar que los modelos matemáticos utilizados para el dimensionamiento de los elementos del diseño del prototipo de máquina compactadora, sean los adecuados.

- El proyecto se orienta hacia el diseño de un prototipo de máquina compactadora para la recuperación de viruta de aluminio generada en el Área de la Planta de Fundición CEDAL.S.A.
- Determinación de las condiciones hidráulicas de operación del diseño (presión necesaria para la compactación de viruta de aluminio).
- Dimensionar los diferentes elementos mecánicos para el diseño de un prototipo de máquina compactadora para la recuperación de viruta de aluminio.
- Elaboración de planos de los elementos mecánicos e hidráulicos y eléctricos de nuestro diseño.

2.2. Análisis de la Viruta de Aluminio que se genera en la Planta de Fundición CEDAL. S.A

Inicialmente se realizaron visitas al Área de la Planta de fundición CEDAL S.A., (Figura 2.1.) sacando provecho para obtener datos técnicos, detalles, de los procesos que atraviesa el aluminio reciclado, el cual es necesario conocer donde se produce la viruta de aluminio y cuál es la cantidad de producción dentro de la Planta de Fundición.

Figura 2.1. PLANTA DE FUNDICIÓN CEDAL S.A.



Autor: Los Tesistas.

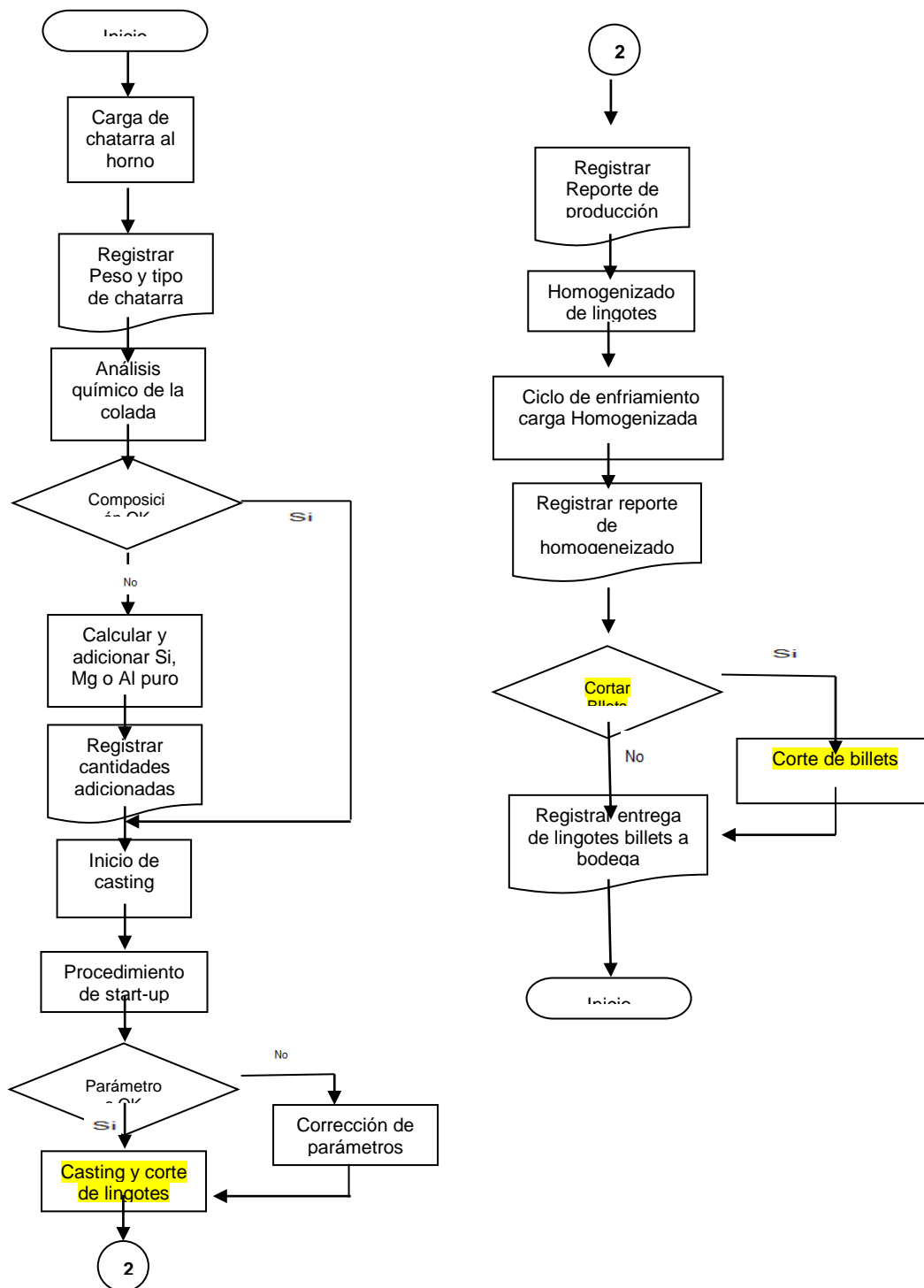
Fuente: Empresa CEDAL. SA.

2.2.1. Descripción del proceso de fundición.

La fundición del aluminio es un proceso fundamental para la empresa, este es un proceso que atraviesa el aluminio reciclado para la fabricación de lingotes mediante el colado del material derretido en un molde, esta operación se la realiza bajo gravedad, todo el procedimiento resulta muy beneficioso pues que todos los lingotes son elaborados con material chatarra de aluminio que son sobrantes de los proceso de extrusión y reciclaje industrial.

Cada uno de los lingotes es confeccionado debido a la abundancia de este material y también a la resistencia que tiene al calor, permitiendo además que los gases se liberen al ambiente durante el proceso de fundición. A continuación, se presenta el proceso por el que tiene que pasar la materia prima para alcanzar el material deseado los lingotes para la extrusión. Obsérvese en la siguiente figura 2.2

Figura 2.2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FUNDICIÓN.



Autor: Los Tesistas.
Fuente: planta de fundición CEDAL. SA.

2.2.2. Área donde se genera la viruta.

En el diagrama de flujo del proceso de fundición se muestra el lugar donde se genera la viruta de aluminio que está en el área de corte. Esta área se encuentra posterior a la de fundición donde se crean los lingotes que luego son cortados, por medio de una sierra circular la cual se halla calibrada para realizar cortes modificados, con lo que se consiguen barras de diferentes longitudes.

Al culminar el proceso las barras son dispuestas sobre la mesa expulsora de lingotes, los mismos que son retirados para su proceso posterior.

Figura 2.3. CIERRA QUE CORTA LOS LINGOTES Y GENERA LA VIRUTA DE ALUMINIO.



Autor: Los Tesistas.

Fuente: Planta de fundición CEDAL. SA.

Las virutas de aluminio producto del corte de las barras son succionadas y almacenadas para su uso posterior. Estas se hallan limpias y libres de impurezas por lo que mantienen sus características sin modificar.

2.2.3. Tamaño de viruta y producción generada.

Para definir el tamaño de viruta que va a ser compactado se consideraron los diferentes tipos de viruta que generalmente son obtenidos en un proceso de corte.

El tipo escogido fue el conocido como “viruta discontinua”, que corresponde a una morfología como la que se presenta en la Fig.1.20, identificada con el numeral 3 y 5. Esta selección se realizó por observación y experimentación directa, al notarse que este tipo de viruta es la que más se produce llegando a obtenerse hasta 5000 kg cada mes.

Figura 2.4. VIRUTA DE ALUMINIO ALMACENADA.



Autor: Los Tesistas.

Fuente: Planta de fundición CEDAL. SA.

2.3. Análisis del Requerimiento de Presión Necesaria para la Compactación.

Lo primero que se necesita saber para poder comenzar con el diseño de la máquina es la presión necesaria para compactar de manera apropiada la viruta de aluminio. Para poder encontrar esta presión se realizaron varias pruebas utilizando una prensa hidráulica de gran potencia, un pistón y un molde para poder darle forma al aluminio compactado.

2.3.1. Compactación de viruta de aluminio.

En este proceso lo que se desea es entrelazar la viruta discontinua de aluminio para que pueda ser manejada y se comporte similar a un lingote macizo. Este proceso ofrece muchas ventajas, ya que al poder manipular la viruta como si fuera

un lingote de metal, se puede almacenar en un solo lugar, así como también se pueda contabilizar más fácilmente para efectos de un inventario, y sobre todo se pueda fundir sin tantos problemas. El proceso más adecuado para realizar este trabajo es la compactación mediante el uso de la presión hidráulica.

2.3.2. Pruebas de compactación utilizando una prensa hidráulica.

Los resultados obtenidos en la etapa de prueba del presente trabajo se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 2.1 RESULTADOS DE LA PRUEBA REALIZADA CON UNA PRENSA HIDRÁULICA UNIVERSAL.

PRESIÓN [BARES]	LARGO [mm]	ANCHO [mm]	ALTURA [mm]	COMPACTACIÓN
100	60	60	90	Nula
150	60	60	75	Mala
250	60	60	70	Regular
275	60	60	65	Buena
300	60	60	60	MUY Buena

Autor: Los Tesistas.

Fuente: Los postulantes

De los valores obtenidos se tomó el de 300 bares ya que con este se obtiene una densidad de briqueta aceptable.

2.4. Propiedades de la Briqueta Obtenida en las Pruebas.

La briqueta que se escogió como adecuada para trabajar es la que se obtuvo empleando 300 bares de presión, ya que con ella se logró llegar a una densidad de 2.2 kg/dm^3 y un peso de 0.48gr.

Figura 2.5. BRIQUETA COMPACTADA



Autor: Los Tesistas.

Fuente: Pruebas de compactación.

2.4.1. Aceptación de la densidad de la briqueta obtenida.

La aglomeración de la viruta de aluminio que se obtuvo en esta briqueta es bastante aceptable y recibió muy buenos comentarios por parte del hornero de la Planta de fundición de Aluminio al cual le pareció muy bueno el tipo de material que se le presentó. La opción que se tiene para aglomerar la viruta es la de compactarla con una presión superior a la del punto de deformación plástica del aluminio.

2.5. Análisis y Criterios de Selección de Diseños de Máquinas Compactadoras de Viruta de Aluminio.

En el mercado internacional existen gran cantidad de compañías que fabrican y venden diversidad de máquinas compactadoras, robustas de elevados costos, los cuales, cuentan con los accesorios de alta tecnología que brinda un sistema de compactación sofisticado además presenta importantes ventajas como ahorro energético, fiabilidad, menor nivel de ruido, elevadas velocidades de trabajo, alto nivel de recuperación del valioso aceite de corte y con un costo que va desde los \$ 50.000 a los \$ 300.000 USD aproximadamente.

En nuestro medio no existe información o empresas que se dediquen a la comercialización de compactadoras de viruta de aluminio se analizó varias propuestas de maquinaria que ofrecen un producto similar al que se necesita obtener, a continuación se muestran las dos mejores opciones estudiadas de donde se escogió datos necesarios para ejecutar nuestro diseño.

De acuerdo a la investigación realizada en el presente trabajo se encontró un equilibrio entre costo y rendimiento del prototipo, siendo esto vital para poder obtener otros beneficios.

2.5.1. Datos técnicos.

PROPUESTA 1 Briqueteadora alemana RUF para importación: La proforma se puede consultar en el **Anexo G** los datos más relevantes de esta se detallan a continuación:

Características Técnicas:

- Capacidad de producción de 94Kg/h.
- Sistema Hidráulico de compactación con bomba de pistones axiales a presión de 300bar, con motor de 4Kw.
- El control se realiza con PLC SIEMENS S7 200.
- Alimentación automática con tolva de volumen aprox. 250lt.
- La compresión principal tiene un cilindro hidráulico de Ø180mm y fuerza de compactación 75 Ton.
- Las dimensiones de la briqueta son 60 x 40 x 90mm.
- Dimensiones finales Aprox. 1300 x 1500 x 1900mm con un peso Aprox. de 1400Kg.
- Cotización de costo por € 36.820 en el país de origen, a esto si se incluyen los gastos de compra y transporte a país de destino se deberá aumentar un aproximado de €10000.

PROPUESTA 2 Prensa de empaquetado de viruta JF – 60 Automática para importación: Esta proforma se puede consultar en el **Anexo H** los datos más relevantes de esta se detallan a continuación:

Características Técnicas:

- Sistema Hidráulico de compactación con bomba de caudal variable, potencia constante, REXROTH/HIDROMATIK de 600lt de capacidad, con presión de 250Kg/cm².
- Potencia de 60CV.
- 5 a 6 ciclos de vacío por minuto.
- La compresión principal tiene un cilindro hidráulico y fuerza de compactación 140 Ton y 13 Ton en el cilindro de compuerta.
- Las dimensiones de la briqueta son 250 x 150 x 200mm.
- Cuchillas de acero anti desgaste para el corte.
- Alimentación por mesa vibradora.
- Cotización de costo por € 96.000.

De estas dos opciones, y de los requerimientos propios de la empresa señalados con antelación, se obtuvieron los siguientes datos y condiciones que servirán de referencia para el diseño del prototipo planteado.

2.6. Metodología y Técnicas para la Validación de la Propuesta.

Un estudio analítico del Diseño de un prototipo de máquina compactadora para la recuperación de viruta de aluminio que se genera en la empresa CEDAL S.A. comienza con la observación de un hecho o fenómeno, luego se pasa a la descripción que implica identificación de partes, comprensión de las mismas, explicación, estableciendo nexos y relaciones obteniendo resultados claros y precisos.

Los métodos utilizados permitieron describir una realidad concreta en su totalidad y adquirir un dominio cognoscitivo acerca del problema de investigación. De tal

manera que, utilizando el método descriptivo para elaborar el diseño de la compactadora de viruta de aluminio se desarrolló un proceso heurístico completo, partiendo, la definición del problema, la medición, la organización y el análisis hasta llegar a conclusiones y soluciones prácticas de valor y trascendencia científica. A demás la presente investigación se llevó a cabo, a través de la aplicación de técnicas de recolección de información y datos.

La encuesta.- Es la técnica que a través de un cuestionario adecuado nos permite recopilar datos de toda la población o de una parte representativa de ella. Se caracteriza porque la persona investigada llena el cuestionario sin intervención o supervisión del investigador, esta se encuentra disponible en el **Anexo F**.

2.6.1. Unidad de estudio.

Para la realización de la presente investigación se consideró solo a las personas que se encuentran trabajando directamente en la producción de la viruta de aluminio y se hallan en contacto directo con el mismo.

Tabla 2.2. UNIDAD DE ESTUDIO

DESCRIPCIÓN	POBLACIÓN
SUPERVISORES	8
OBREROS	52
TOTAL	60

Fuente: CEDAL S.A.

Elaborado por: Los tesisistas

Por ser una población reducida, no amerita realizar un muestreo por lo tanto la encuesta se aplicó a la totalidad de involucrados.

2.6.2.1. Resultados obtenidos de la encuesta aplicada.

1.- ¿Considera usted adecuada la buena utilización de las áreas dentro de planta, que actualmente están siendo ocupadas por la viruta de aluminio?

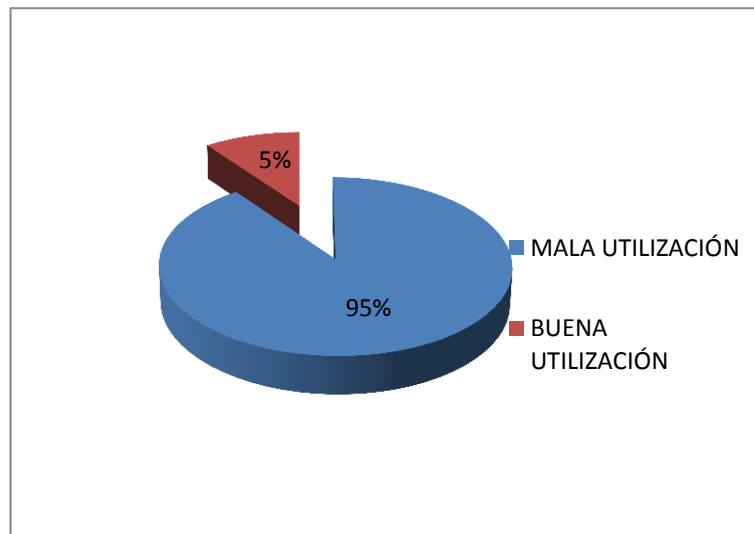
**Tabla 2.3. CUADRO INTERPRETATIVO –
PREGUNTA N° 1**

RESPUESTA	Frecuencia	Porcentaje %
MALA UTILIZACIÓN	57	95
BUENA UTILIZACIÓN	3	5
TOTAL	60	100

Fuente: Universo de investigación.

Elaborado por: Los tesisistas

**Figura 2.6. ANALISIS DE RESULTADOS
- PREGUNTA N°1**



Fuente: Tabla 2.4

Elaborado por: Los Tesisistas

Análisis.- De los valores conocidos el mayor porcentaje de la población coincide que el área de la planta es mal utilizada al almacenar la viruta, que se halla produciendo diariamente por que ocupa mucho espacio físico lo cual amerita una investigación para mejorar la situación de almacenamiento.

2.- ¿Conoce usted de alguna empresa que brinde el servicio de compactar viruta de aluminio?

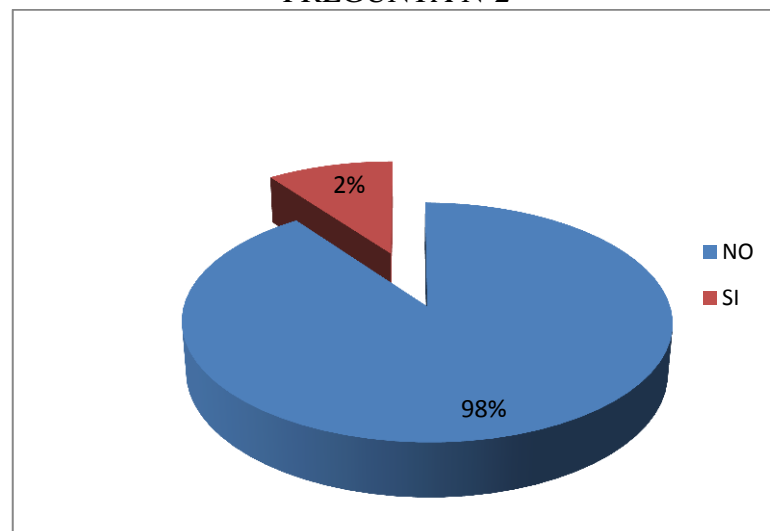
Tabla 2.4. CUADRO INTERPRETATIVO – PREGUNTA N°2

RESPUESTA	Frecuencia	Porcentaje %
Si	1	2
No	59	98
TOTAL	60	100

Fuente: Universo de investigación.

Elaborado por: Los tesisistas

Figura 2.7. ANALISIS DE RESULTADOS – PREGUNTA N°2



Fuente: Tabla 2.5.

Elaborado por: Los tesisistas

Análisis.- De esto se tiene que la gran mayoría de los encuestados se inclinan por no conocer alguna empresa que preste servicios de compactación y del manejo adecuado de estos desechos por lo se vuelve necesario realizar un estudio factible para compactar viruta de aluminio recuperando este material que es rentable.

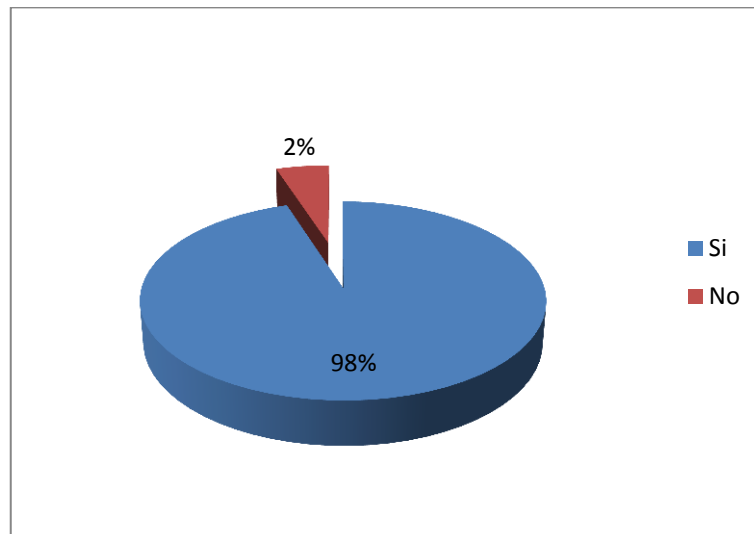
3.- ¿Cree usted que sería beneficioso para la empresa la reducción de los costos de transporte y manipulación de viruta de aluminio al momento de acumularlos y reprocesarlos?

Tabla 2.5. CUADRO INTERPRETATIVO – PREGUNTA N°3

RESPUESTA	Frecuencia	Porcentaje %
Si es beneficioso	59	98
No es beneficioso	1	2
TOTAL	60	100

Fuente: Universo de investigación.
Elaborado por: Los tesisistas

Figura 2.8. ANALISIS DE RESULTADOS – PREGUNTA N°3



Fuente: Tabla 2.6.
Elaborado por: Los tesisistas

Análisis.- Por el alto resultado porcentual obtenido, se determinó que es muy importante y beneficioso el manejo correcto de la viruta al momento de ser reprocesado dentro del Área de la Planta de Fundición un estudio viable a la necesidad de permitir un transporte mejor y sin riesgos de cortes en las personas que deban trabajar con el material sería una ayuda de gran valor.

4.- ¿Considera necesario un prototipo de compactadora que transforme los desperdicios como la viruta de aluminio, en aglomerados densos, económicamente procesados?

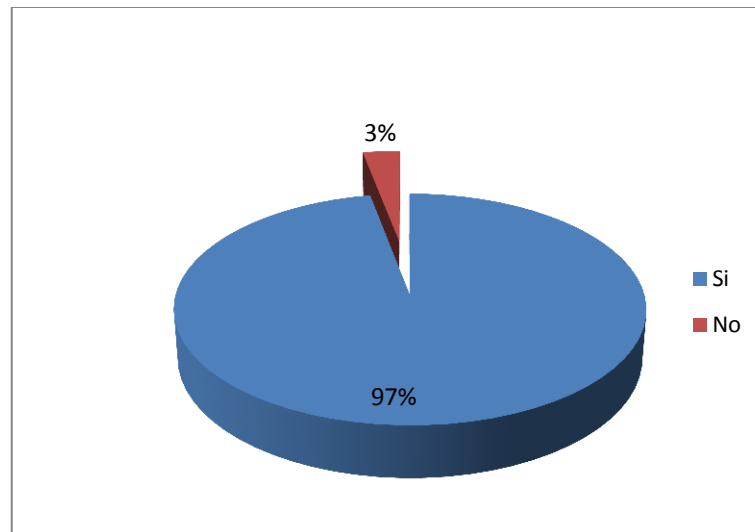
**Tabla 2.6. CUADRO INTERPRETATIVO –
PREGUNTA N°4**

RESPUESTA	Frecuencia	Porcentaje %
SI es necesario	58	97
NO es necesario	2	3
TOTAL	60	100

Fuente: Universo de investigación.

Elaborado por: Los tesisistas

**Figura 2.9. ANALISIS DE RESULTADOS –
PREGUNTA N°4**



Fuente: Tabla 2.7.

Elaborado por: Los tesisistas

Análisis.- Debido a que la mayor parte de personas encuestadas concuerdan con la necesidad de implementar un prototipo esta índole, resultará en un paso renovador en el desarrollo y crecimiento de esta empresa.

5.- ¿Cree usted que es mejor y más sencillo el transportar y reutilizar una briqueta compacta de viruta a comparación de tener que trabajar con el material suelto?

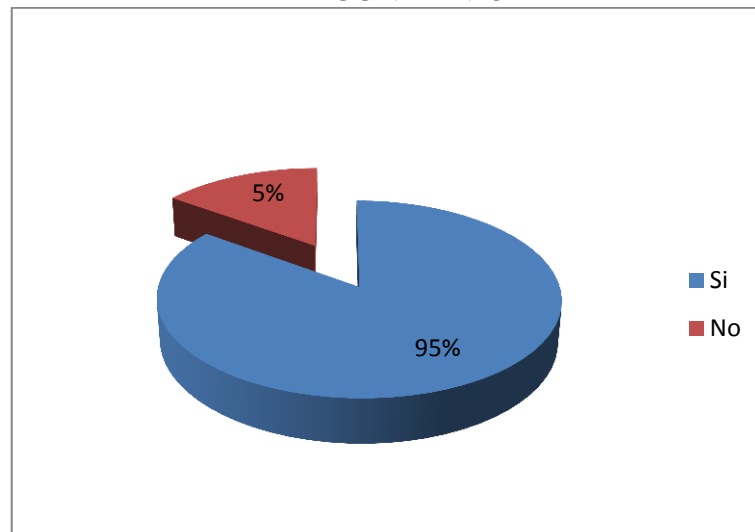
**Tabla 2.7. CUADRO INTERPRETATIVO –
PREGUNTA N°5**

RESPUESTA	Frecuencia	Porcentaje %
SI	57	95
NO	3	5
TOTAL	60	100

Fuente: Universo de investigación.

Elaborado por: Los tesisistas

**Figura2.10. ANALISIS DE RESULTADOS –
PREGUNTA N° 5**



Fuente: Tabla 2.8.

Elaborado por: Los tesisistas

Análisis.- De los resultados obtenidos se concluye que es mejor y más fácil manejar objetos sólidos y compactos a manipular material suelto, debido a que se garantiza la seguridad de los operarios al reducir el peligro de sufrir cortaduras, además que al transportar estos ladrillos de bajo volumen se puede movilizar más peso de material optimizando cada viaje que se realice al horno para su fundición.

2.7. Conclusiones de la encuesta aplicada.

Luego de haber examinado los resultados se considera adecuado mostrar las conclusiones que se han obtenido de este análisis:

- El reciclaje y almacenamiento de la viruta es una fuente de trabajo por lo tanto se deben incrementar nuevas máquinas que satisfagan las necesidades del mercado y cumplan con las perspectivas trazadas de personas que quieran montar o crear pequeñas industrias en el campo industrial donde obtengan como es obvio una gran rentabilidad a bajos costos.
- El interés es diseñar con materiales y elementos nacionales una máquina compactadora capaz de competir en el mercado de la industria del reciclaje.
- Este diseño tiene como fin aprovechar un material de desecho, como lo es la viruta, compactándola en pequeños bloques que son fáciles de manipular y almacenar así proporciona orden y limpieza al sitio de trabajo.
- El diseño apropiado dentro de las actividades productivas de la empresa permitirá procesos industriales más rápidos, que conlleven a la producción de material útil.

CAPÍTULO III

“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE MÁQUINA COMPACTADORA PARA LA RECUPERACION DE VIRUTA DE ALUMINIO QUE SE GENERA EN LA EMPRESA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO DE LA CIUDAD DE LATACUNGA CEDAL S.A”.

3. VALIDACION DE LA PROPUESTA

INTRODUCCION.

La adecuada administración, la tecnología empleada, el compromiso social y ambiental con que se conduce la fábrica CEDAL SA. Han hecho de ella una empresa progresista, y con un gran potencial dentro de su línea de trabajo, dado esto y en vista de que siempre busca la innovación tecnológica a sus procesos se plantea introducir a estos un sistema que permita aprovechar de mejor manera sus residuos.

Luego de revisar y estudiar lo antes expuesto los postulantes plantean realizar un estudio que permita diseñar un prototipo de máquina compactadora para la recuperación de viruta de aluminio; que será de carácter mecánico e hidráulico que garantizará el mejoramiento en el tratamiento de la viruta como material útil al proceso, lo que producirá varias ventajas entre las cuales se hallan: de costo beneficio, optimización de procesos, control de impacto ambiental, recuperación de espacio físico útil.

Además de apoyar el desarrollo tecnológico de la empresa, dinamizar la economía local y al tiempo que generará la recuperación del material desechado; siendo este un prototipo de máquina de fácil utilización, alta seguridad y sencillo mantenimiento.

3.1. Justificación.

Actualmente en el comercio nacional no se ha encontrado una prensa o máquina compactadora de viruta que brinde seguridad y cumplimiento en su proceso, que sea confiable en su manejo, al garantizar la calidad y confianza en el uso por lo anterior se hace necesario diseñar una prensa compactadora de viruta que se ajuste a las necesidades del mercado local y nacional, que conste de dispositivos que eviten la pérdida de material convirtiéndose en una máquina fabricada a bajo costo.

Para contribuir a esta gestión de mejoramiento en la calidad de procesos a nivel regional y en el aspecto social de la empresa, los tesistas encaminan este estudio al desarrollo de un proceso de reciclaje que se lo podrá ejecutar por medio de una prensa hidráulica siendo un procedimiento caracterizado por la reducción de tiempo en el proceso, fácil operación, bajo régimen de mantenimiento y reduce el riesgo de peligro de las personas que trabajan en la manipulación de estos desechos.

La propuesta es diseñar un prototipo de máquina compactadora para la recuperación de viruta de aluminio que se adapte a la realidad productiva de la empresa CEDAL S.A., se pretende con este prototipo garantizar que el material resultante de los procesos tenga un adecuado tratamiento y pueda volver a ser reutilizado por mantener y preservar intactas sus cualidades originales.

El interés con este proyecto es el de diseñar con materiales y elementos nacionales una máquina compactadora capaz de competir en el mercado de la industria del reciclaje.

Los recursos de capacidad humana, tecnológicos, económicos, materiales y de bibliografía referida al diseño y construcción de elementos mecánicos que existen en nuestro medio hacen que los fines que se pretenden alcanzar con este estudio sean plenamente realizables.

3.2. Objetivos

3.2.1. Objetivo General.

- Diseñar un prototipo de máquina compactadora para la recuperación de viruta de aluminio que se genera en la empresa corporación ecuatoriana de aluminio de la ciudad de Latacunga.

3.2.2. Objetivos Específicos.

- Ejecutar una investigación documental de la teoría de cómo diseñar un prototipo de máquina compactadora de viruta de aluminio, información y elementos que son necesarios para asegurar nuestro sistema mecánico – hidráulico y de esta forma reducir costos, optimizar gastos y evitar construcciones innecesarias.
- Determinar las condiciones idóneas de compactación, y los parámetros de diseño, con el propósito de obtener una densidad de 2.2kg/dm^3 de la viruta de aluminio.
- Crear un documento informativo sobre el tema investigado, sacar conclusiones y recomendaciones del proyecto.

3.3. Formulación del Problema

¿Cómo el diseño de un prototipo de máquina compactadora de viruta de aluminio que se genera en la empresa corporación ecuatoriana de aluminio de la

ciudad de Latacunga CEDAL S.A ayudará a mejorar la reutilización del material de desecho, a más de reducir los costos de la empresa?

3.4. Desarrollo de la Propuesta

Estructura de la propuesta.

El desarrollo de este diseño tendrá una estructura secuencial en base a las necesidades reales de la empresa, los medios tecnológicos que se manejan en nuestro medio y la facilidad que existe en el mercado de acceder a materiales, accesorios y sistemas de control que se aplicaran a este diseño, a continuación se muestra la estructura de esta propuesta:

- Factores de diseño.
- Condiciones de diseño.
- Factores técnicos de diseño.
- Propuesta.
- Cálculos y análisis de Diseño.

3.4.1. Factores de diseño.

Como factores de diseño se han considerado de las necesidades de la empresa, y las observaciones brindadas por los trabajadores.

Estas son las siguientes:

- Convertir la viruta de aluminio en un aglomerado denso para poder procesado.
- Optimizar el espacio de almacenamiento.
- Reducir el impacto ambiental causado por la oxidación de la viruta de aluminio.
- Mejorar los beneficios económicos para la empresa ya que se reutilizará todo el desperdicio de aluminio.

3.4.2. Condiciones de diseño.

El prototipo servirá para:

- Compactar el material de manera sencilla y rápida.
- Reducir el espacio físico dentro de la planta que está siendo utilizado por la viruta de aluminio al compactar el producto podrá ser almacenado de manera óptima.
- Garantizar que, se reducirán tiempos de trabajo, riesgos laborales y aumentar el beneficio económico de la empresa debido a la recuperación de material de desecho para su reutilización.
- Aprovechar un material de desecho como la viruta, compactándola en pequeños bloques que sean fáciles de manipular y almacenar proporcionando orden y limpieza al sitio de trabajo.

3.4.3. Factores técnicos de diseño.

El prototipo presentará las siguientes características:

- Presión 300 bar y una fuerza de 70 Ton.
- Dimensiones de la briqueta 60mm x 60mm x 60mm.
- Capacidad de producción 60Kg/h.
- Bajo consumo de potencia.
- Peso entre 1000 y 1500Kg.
- Recuperación del fluido de corte accesible.
- De fácil y reducido mantenimiento.
- Componentes de fácil adquisición en el mercado nacional.
- Confiable, segura y se adapte al proceso de trabajo de la empresa.
- Control eléctrico y lógica de proceso sencillo y seguro.
- Control hidráulico seguro, efectivo y eficiente.

3.4.4. Propuesta.

Tomando en consideración las necesidades y parámetros antes señalados se presenta un prototipo que permite realizar el trabajo de briqueteado de viruta de aluminio; combinando un sistema hidráulico de presión, un sistema de soporte, una tolva de alimentación y sistema de expulsión de producto terminado; cuyo funcionamiento y operación se desarrollara por medio de un motor eléctrico que accionará el sistema hidráulico que se encuentra fijo al bastidor que da soporte tanto a los componentes de trabajo como a la cámara de compactación.

La alimentación de material se hará por medio de una tolva adecuada que permitirá deslizar la viruta hacia la cámara de compactación; para este fin se utilizará un cilindro encargado de presionar el material hasta conseguir la densidad y volumen deseados en la briqueta, debido a que se trabajará con material que presenta liquido de corte este es direccionado hacia una bandeja de recolección para ser reutilizado en nuevos procesos de trabajo.

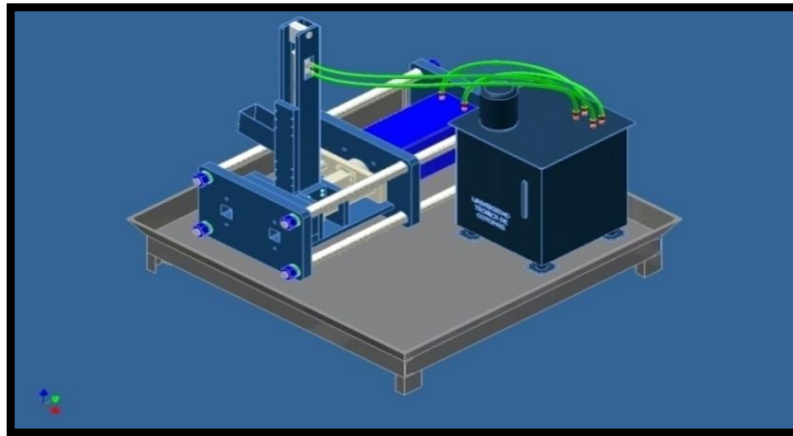
La mayor parte de los componentes podrán ser desmontables para facilitar el trabajo de transporte y mantenimiento; en la figura 3.1 se muestra cual sería la apariencia final del prototipo y en el **Anexo I** se presenta un manual anticipado del usuario necesario para la operación del mismo.

3.4.5. Cálculos y análisis de diseño.

3.4.5.1. Definición de la masa final de la briqueta, capacidad de producción y número de briquetas por hora:

Se determinó la masa que tendrá el producto terminado y asociarlo con el valor de capacidad de producción que tendrá el prototipo, se podrá hallar el número de briquetas por hora que se deben producir para cumplir con la producción necesaria, a continuación se analizarán los datos antes mencionados.

Figura 3.1. PROTOTIPO DE MAQUINA COMPACTADORA DE VIRUTA DE ALUMINIO



Elaborado por: Los tesistas

3.4.5.2. Masa final de la briqueta.

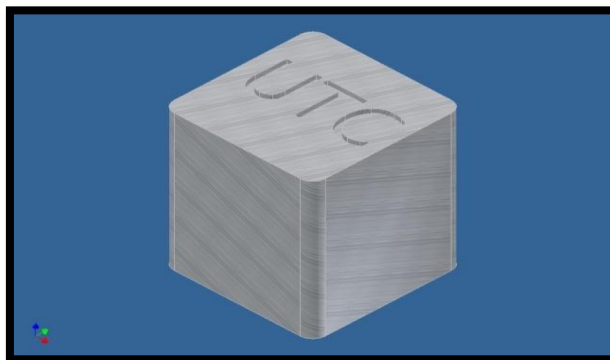
Conocidos los valores de densidad final del material y las dimensiones que debe tener la briqueta se determinó el volumen final según la ecuación (1.16) que corresponde al valor del volumen de un cubo forma que se muestra en la figura 3.2 de donde se tiene:

$$V = L^3$$

$$V = 6.0\text{cm}^3$$

$$V = 216\text{cm}^3 = 0.216\text{dm}^3$$

Figura 3.2. FORMA FINAL DEL MATERIAL COMPACTADO.



Elaborado por: Los tesistas

Para luego despejar de la ecuación (1.20) el valor de la masa; luego, cada briqueta o paquete tendrá:

$$\delta = \frac{m}{v}$$

$$m = \delta \times V$$

$$m = 2.2 \frac{kg}{dm^3} * 0.216 dm^3$$

$$m = 0.47 Kg$$

3.4.5.3. Producción por Hora:

Tomando como parámetro que se debe tener una producción de 60Kg/h y que el peso final de cada briqueta es de 0.47Kg el número de briquetas por hora se hallara con la siguiente relación:

Ecuación (3.1)

$$Producción = \frac{b}{h} \times m \left[\frac{Kg}{h} \right]$$

$$\frac{b}{h} = \frac{Producción}{m}$$

$$\frac{b}{h} = \frac{60}{0.47}$$

$$\frac{b}{h} = 128$$

Tomando en cuenta la producción mensual de 5000 kg de viruta que genera la planta con una producción de 60 Kg/h se tiene, que trabajando a diario por 8 horas esta cantidad de material sería procesado en 10 días, hay que tomar en consideración que el prototipo es diseñado para trabajar por tiempo ilimitado por tanto, si se aumentase la producción de viruta solo bastaría con hacer un ajuste al tiempo de trabajo de la máquina, ya que si está trabajara por un lapso de 24 horas diarias en 25 días hábiles laborables sin problema se puede alcanzar una

producción de 36000 Kg, lo que garantiza la cobertura de trabajo en caso de ser requerido.

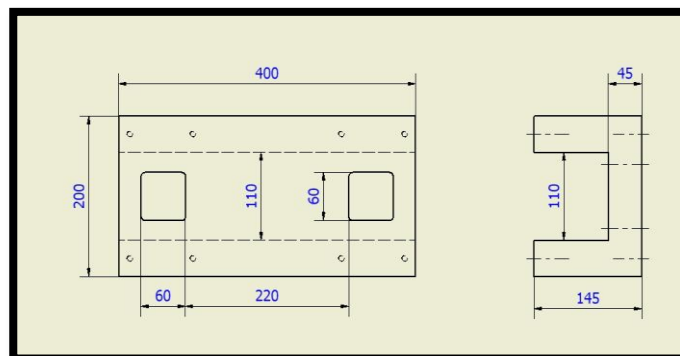
3.5. Diseño de la cámara de compactación.

Para el diseño de este elemento se determinó cuál es la forma y dimensiones necesarias para obtener la briqueta que se adecuará a nuestras necesidades, luego se determinó los efectos que tendrá sobre este la presión requerida para la compactación, esto se realizó con el fin de verificar la utilidad de las características antes mencionadas.

3.5.1. Análisis de tensión en la cámara de compactación.

La cámara de compactación servirá como molde de la briqueta y el elemento que estará directamente sometido a condición de fatiga por la variación entre los valores de carga para la compactación, teniendo un valor de cero cuando no se realiza la acción y un valor máximo durante el trabajo, por tanto; la carga máxima se aplica en la sección rectangular de 220 x 110mm mostrada en la Figura 3.3 de aquí que para el valor de esfuerzo máximo que se puede aplicar a esta sección se hará uso de la ecuación Ec.1.24 donde, si tomamos el valor de 70Ton y lo convertimos en fuerza tendremos como valor de V la cantidad de 690KN y $0.0242m^2$ valor del área del rectángulo antes descrito como valor de A , por consiguiente se tiene:

Figura 3.3 CAMARA DE COMPACTACIÓN



Elaborado por: Los Tesistas

Entonces tenemos:

$$\tau \text{ máx} = \frac{3V}{2A} \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

$$\tau \text{ máx} = \frac{3(690000)}{2(0.0242)} \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

$$\tau \text{ máx} = \frac{2070000}{0.0484} \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

$$\tau \text{ máx} = 42768595 \left[\frac{N}{m^2} \right] = 6.203 \left[\frac{Klb}{Plg^2} \right] \approx 43 [MPa]$$

De aquí que la resistencia al punto cedente S_y mínima que debe poseer el material con el cual se construirá la cámara de compactación se determinó a partir del esfuerzo máximo y un factor de seguridad que para este caso es de 2 debido a que las cargas aplicadas son grandes y se aplicaran repetidas veces sobre la sección expuesta, despejando S_y en la ecuación Ec.1.30 se tendrá:

$$S_y = \tau \text{ máx} \times 2n$$

$$S_y = 42768595 \times 2(2)$$

$$S_y = 172000 \frac{KN}{m^2} = 25 \frac{Klb}{plg^2} = 172 [MPa]$$

Para seleccionar un acero adecuado como material de fabricación se determinó su resistencia última mediante la ecuación 1.35, obteniendo el siguiente resultado.

$$S_m = K \frac{wr^2}{t^2} \left[\frac{Lb}{Plg^2} \right]$$

$$S_m = 0.610 \frac{(6203)(4.33^2)}{1.77^2} \left[\frac{Lb}{Plg^2} \right]$$

$$S_m = 22.644 \left[\frac{Klb}{Plg^2} \right] \approx 156 [MPa]$$

Por tanto se ha elegido como material de construcción un acero **A36** como material de fabricación debido al valor de su punto cedente $S_y = 36 \frac{Klb}{plg^2} = 248MPa$ y un valor de resistencia ultima de $S_m = 58 \frac{Klb}{plg^2} = 400MPa$, además elegimos este acero por encontrarse disponible en el mercado.

Esto se comprobó con la ayuda del software de diseño mecánico inventor; para validar los datos calculados, a continuación se muestran en la Figura 3.4 donde se aprecia el máximo valor de deformación 0.0343mm y en la Figura 3.5 factor de seguridad de valor mínimo de 1.17, lo que garantiza la selección adecuada del material, además la tabla 3.1 detalla las características del elemento y la tabla 3.2 las características del acero.

Tabla 3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA CÁMARA DE COMPACTACIÓN

CARACTERISTICAS FISICAS DEL ELEMENTO	
Bounding Box Dimensions	400,0 mm
	145,0 mm
	200,0 mm
Part Mass	53,65 kg
Part Volume	6,826e+006 mm ³

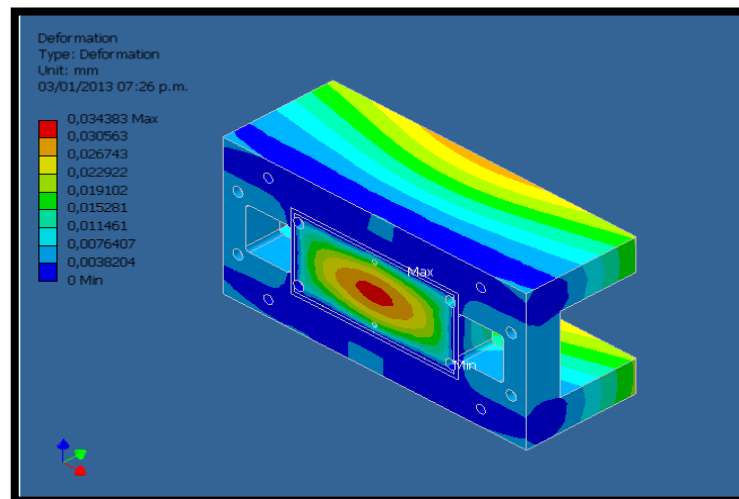
Elaborado por: Los Tesistas

Tabla 3.2 ACERO ESTRUCTURAL A 36

CARACTERISTICAS DEL ACERO A36	
Young's Modulus	2,2e+005 MPa
Poisson's Ratio	0,275
Mass Density	7,86e-006 kg/mm ³
Tensile Yield Strength	248,0 MPa
Tensile Ultimate Strength	400,0 MPa

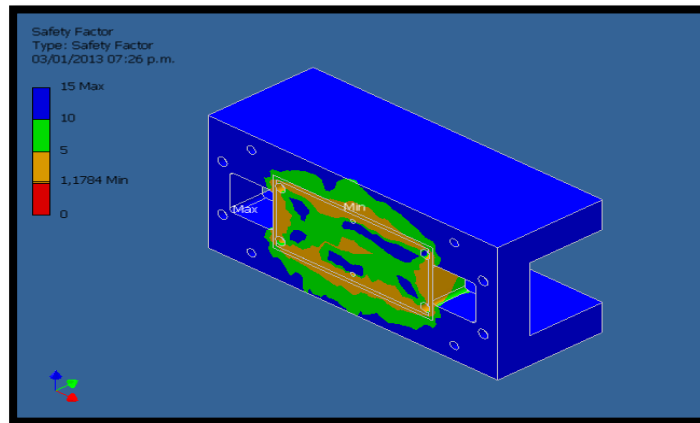
Elaborado por: Los Tesistas

Figura 3.4 VALOR DE DEFORMACIÓN EN MM.



Elaborado por: Los Tesistas

Figura 3.5 VALOR DEL FACTOR DE SEGURIDAD.

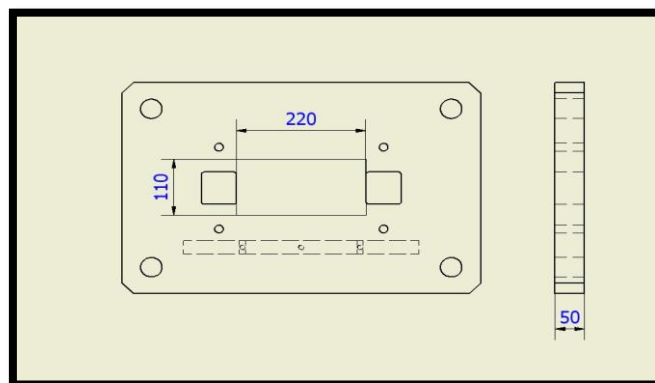


Elaborado por: Los Tesistas
Anexo M (UTC-PCA-CC 005)

3.5.2 Análisis de tensión para los soportes de la Cámara de Compactación.

La cámara de compactación se hallara sujeta a dos soportes principales que le darán rigidez durante el trabajo; la carga máxima se aplica en la sección rectangular mostrada en la Figura 3.6 el de 220x 110 mm por tanto para el valor de esfuerzo máximo que se puede aplicar a esta sección se usó la ecuación Ec.1.24 donde se tendrá como referencia 690KN como valor de V y 0.0242m^2 como valor de A.

Figura 3.6 DIMENSIONES DEL SOPORTE DE LA CÁMARA DE COMPACTACIÓN.



Elaborado por: Los Tesistas

Entonces tenemos:

$$\tau \text{ máx} = \frac{3V}{2A} \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

$$\tau \text{ máx} = \frac{3(690000)}{2(0.0242)} \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

$$\tau \text{ máx} = \frac{2070000}{0.0484} \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

$$\tau \text{ máx} = 42768595 \left[\frac{N}{m^2} \right] = 6.203 \left[\frac{Klb}{Plg^2} \right] \approx 43 [MPa]$$

De aquí la resistencia al punto cedente S_y mínima que debe poseer el material con el cual se construirán los soportes se determinó a partir del esfuerzo máximo y un factor de seguridad 2 conforme lo expuesto en la sección anterior, despejando S_y en la ecuación Ec.1.30 se tendrá:

$$S_y = \tau \text{ máx} \times 2n$$

$$S_y = 42768595 \times 2(2)$$

$$S_y = 172000 \frac{KN}{m^2} = 25 \frac{Klb}{plg^2} = 172 [MPa]$$

Para seleccionar un acero adecuado como material de fabricación se determinó su resistencia última mediante la ecuación 1.35.

$$S_m = K \frac{wr^2}{t^2} \left[\frac{Lb}{Plg^2} \right]$$

$$S_m = 0.610 \frac{(6203)(4.33^2)}{1.77^2} \left[\frac{Lb}{Plg^2} \right]$$

$$S_m = 22.644 \left[\frac{Klb}{Plg^2} \right] \approx 156 [MPa]$$

Por tanto se ha elegido como material de construcción un acero **A36** como material de fabricación debido al valor de su punto cedente $S_y = 36 \frac{Klb}{plg^2} = 248 MPa$ y un valor de resistencia ultima de $S_m = 58 \frac{Klb}{plg^2} = 400 MPa$.

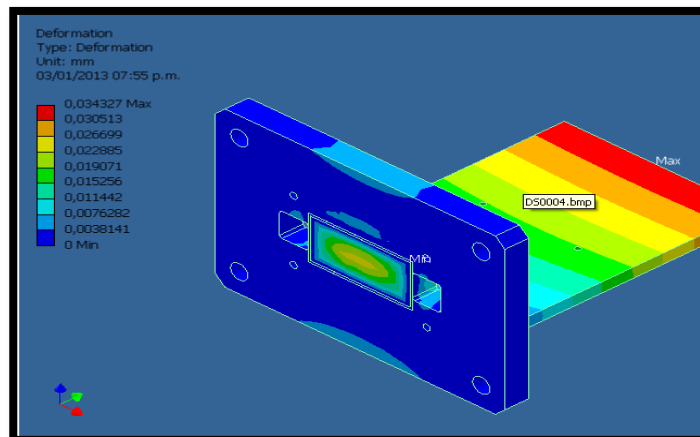
Ayudados por el software de diseño se obtuvieron los datos que se muestran en la Figura 3.7 con valor de deformación de 0.0343 mm y en la Figura 3.8 el factor de seguridad de valor mínimo de 2.48, lo que garantiza el material seleccionado, además de la tabla 3.3 que muestra las características físicas del elemento.

Tabla 3.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA CÁMARA DE COMPACTACIÓN

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ELEMENTO	
Bounding Box Dimensions	610,0 mm
	630,0 mm
	400,0 mm
Part Mass	136,3 kg
Part Volume	1,734e+007 mm ³

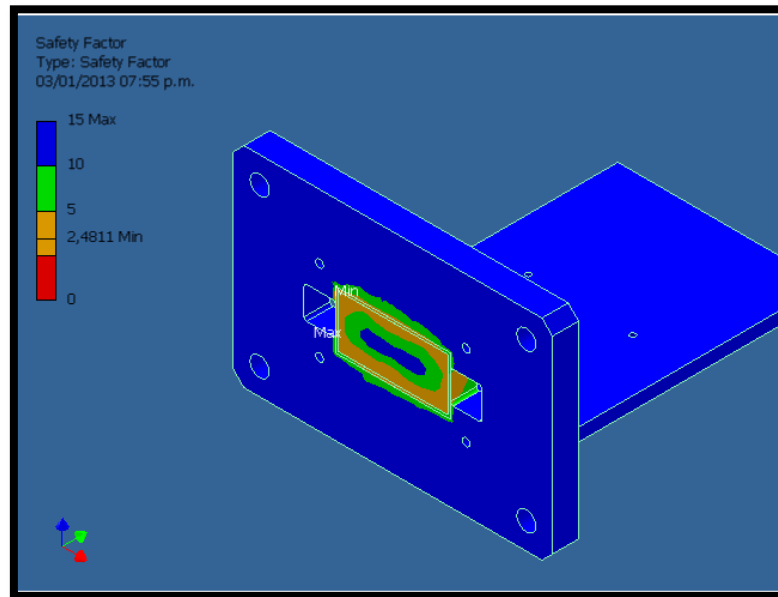
Elaborado por: Los Tesistas

Figura 3.7 VALOR DE DEFORMACIÓN EN MM.



Elaborado por: Los Tesistas

Figura 3.8 VALOR DEL FACTOR DE SEGURIDAD.



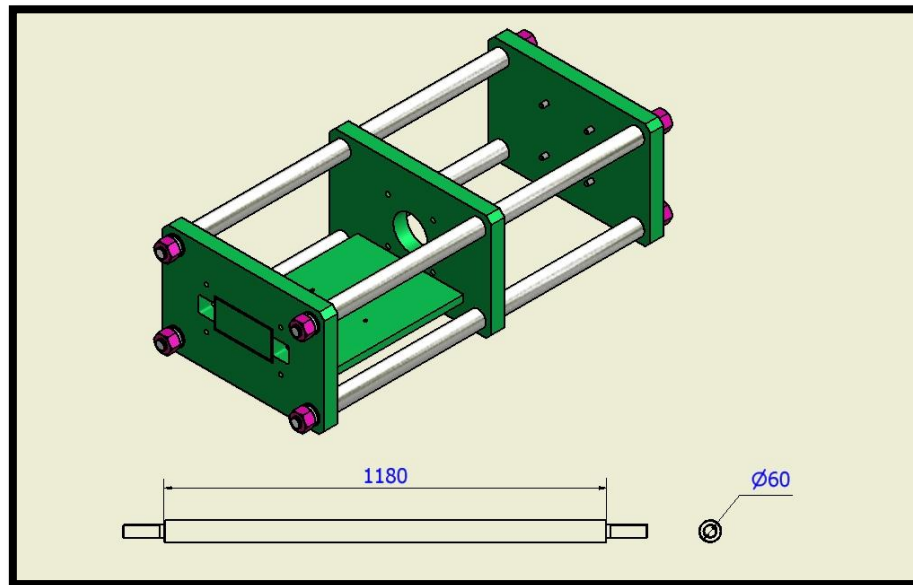
Elaborado por: Los Tesistas
Anexo M (UTC-PCA-CB 002)

En total se tendrán tres placas con similares características lo que nos dará un valor total de masa de 409 Kg, este valor se muestra ya que fue necesario determinar todo el peso del bastidor donde reposa todo el peso del equipo.

3.5.3 Tensión en los Ejes de Sujeción de Soportes.

Los soportes se hallaran fijados a través de cuatro ejes que son los encargados de dar rigidez al conjunto soporte del pistón principal de trabajo, para esta sección se hará uso de la ecuación Ec.1.37 para cálculo de columnas debido a que es una forma práctica de garantizar los resultados buscados, donde se tendrá como valor de F la cuarta parte de la fuerza aplicada esto es $38779.53\text{Lb} = 172500\text{N}$ por hallarse esta distribuida a cada uno de los ejes, como se muestra en el Figura 3.9 considerando que es una columna larga se utilizará un $n=3$, un valor de $K = 1$ y para $E= 30 \times 10^6$.

Figura 3.9 DIMENSIONES DE LOS EJES DE SUJECIÓN DE SOPORTES.



Elaborado por: Los Tesistas

Anexo M (UTC-PCA-EC 014)

Entonces tenemos:

Ecuación (3.1)

$$D = \left[\frac{64NP\alpha(KL)^2}{\pi^3 E} \right]^{\frac{1}{4}} [Plg]$$

$$D = \left[\frac{64(3)(38779.53)(46)^2}{\pi^3(30 \times 10^6)} \right]^{\frac{1}{4}} [Plg]$$

$$D = 2.028[Plg] = 51mm$$

Aquí se utilizara un acero **SAE 1018** para la construcción de los ejes, sus características son resistencia al punto cedente $S_y = 44 \frac{Klb}{plg^2} = 303MPa$ y un valor de resistencia ultima de $S_m = 69 \frac{Klb}{plg^2} = 475MPa$. para confirmar la selección del material se hallara la razón de delgadez por la ecuación Ec.3.2, y comparada con el valor de constante de columna tenemos la expresión:

Ecuación (3.2)

$$\frac{KL}{r} = \frac{(1)(46)}{\left(\frac{2.028}{4}\right)}$$
$$\frac{KL}{r} = 90.7$$

Luego la constante de columna es:

Ecuación (3.3)

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{S_y}}$$
$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2(30 \times 10^6)}{44000}}$$
$$C_c = 116$$

Ahora al comparar los valores vemos que el valor de relación de delgadez es menor al valor de constante de columna, por tanto; el cálculo se realizara en función al método de Johnson por tratarse de una columna corta, mediante el software se tiene una fuerza critica de pandeo de 328.99Mpa con un factor de seguridad bajo presión de 3 y una razón de delgadez de 0.78 además se puede utilizar este material por su bajo costo y porque en el mercado se encuentra en los diámetros requeridos:

Tabla 3.4 ACERO SAE1018

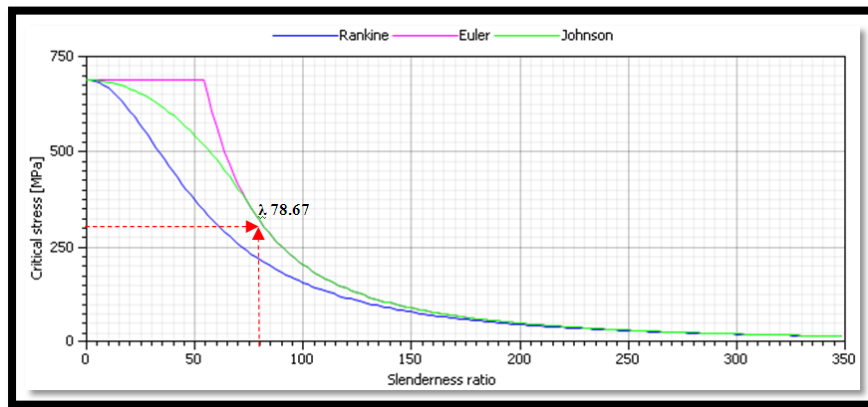
CARACTERISTICAS DEL ACERO SAE 1018		
Material		SAE 1018
Yield Strength	S_y	689 MPa
Modulus of Elasticity	E	206700 MPa
Modulus of Rigidity	G	41000 MPa
Axial load	F_a	172500 N
Coefficient for End Conditions	n	1,00 ul
Required safety factor	k_s	3,00 ul
Slenderness ratio	λ	78,67 ul

Elaborado por: Los Tesistas

Tabla 3.5 ANÁLISIS ACERO SAE1018

Johnson's critical stress	σ_J	328,99 MPa
Johnson's critical force	F_{crJ}	930182,90 N
Johnson's max. force	F_{maxJ}	930182,90 N
Johnson's calculated safety factor	k_{scJ}	5,39 ul

Figura 3.10 VALOR DE LA RAZÓN DE DELGADEZ.



Elaborado por: Los Tesistas

Por tanto al comparar los valores obtenidos en el software y al compáralos con las curvas tenemos un resultado que se ubica dentro de la curva de trabajo permisible según Johnson por lo tanto el material y las dimensiones son adecuadas para este diseño.

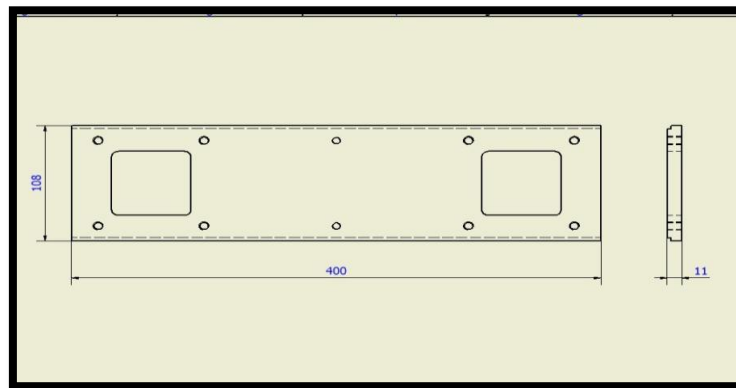
En total se tendrán cuatro ejes con similares características lo que el valor total de masa es de 105 kg, este valor es tomado en cuenta por que todo el peso que deber soportar el bastidor es donde reposa todo el peso del equipo.

3.5.4 Cálculo de la Placa de Desgaste.

Este elemento trabajara bajo una carga de compresión lo cual merece un análisis diferente, para dar respuesta a esta condición se considerara como un elemento

indeformable debido a que al aplicar una carga a un elemento que esta soportado en su parte posterior por toda su superficie la presión se equilibra y el elemento no se deforma, esto se comprueba con los resultados que se muestran de la simulación realizada con el software de diseño, con material de construcción A36, en la Figura 3.11 se muestra la forma y dimensiones del elemento, en la Figura 3.12 el valor de deformación de 2.47×10^{-9} mm y en la Figura 3.13 el factor de seguridad de valor mínimo de 15, lo que garantiza el material seleccionado, además en la tabla 3.6 se muestra las características físicas del elemento.

Figura 3.11 PLACA DE DESGASTE.



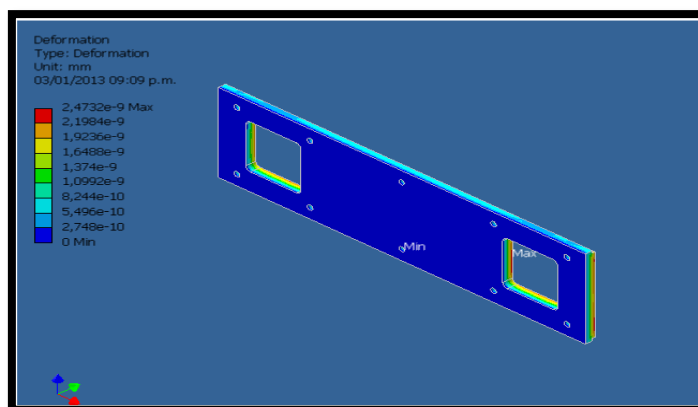
Elaborado por: Los Tesistas

Tabla 3.6 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PLACA DE DESGASTE.

CARACTERISTICAS FISICAS DEL ELEMENTO	
Bounding Box Dimensions	400,0 mm
	11,0 mm
	108,0 mm
Part Mass	3,031 kg
Part Volume	3,856e+005 mm ³

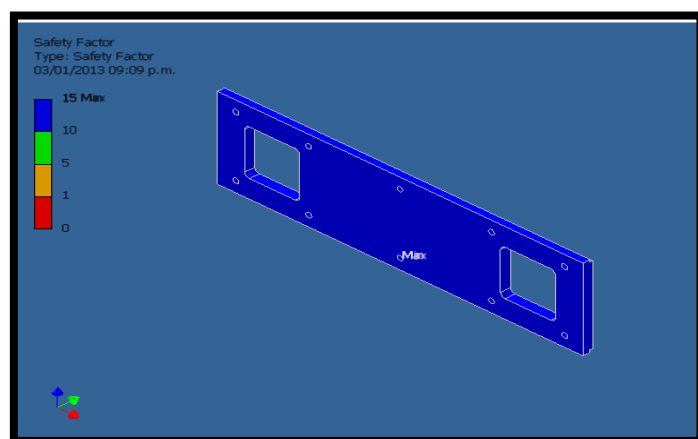
Elaborado por: Los Tesistas

Figura 3.12 VALOR DE DEFORMACIÓN EN MM.



Elaborado por: Los Tesistas

Figura 3.13 VALOR DEL FACTOR DE SEGURIDAD.



Elaborado por: Los Tesistas

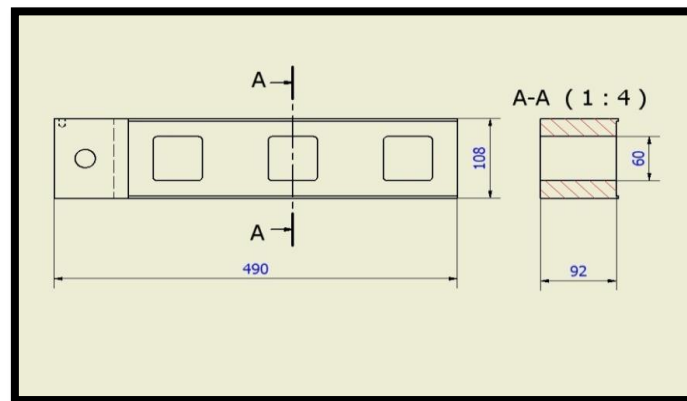
Anexo M (UTC-PCA-PD 006)

3.5.5 Cálculo de la Placa de Entrada.

Este elemento trabajara a manera de molde del material a compactar por tanto se debe revisar que las cargas que se aplican a las paredes de este no sean excesivas; en la Figura 3.14 se detallan la forma y dimensiones del elemento, debido a que la presión a ejercer estará distribuida sobre las cuatro caras del molde se analizara una con un cuarto de la carga igual a $10.75\text{MPa} = 10750000 \left[\frac{N}{m^2} \right]$, luego; mediante la expresión Ec.1.24 se tendrá, que la resistencia al punto cedente S_y

mínima que debe poseer el material con el cual se construirán los soportes se determinó a partir del esfuerzo máximo y un factor de seguridad 2, despejando S_y se tendrá:

Figura 3.14 CÁLCULO DE LA PLACA DE ENTRADA.



Elaborado por: Los Tesistas.

Entonces tenemos:

$$S_y = \tau \text{ máx} \times 2n$$

$$S_y = 10750000 \times 2(2)$$

$$S_y = 43000 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = 6 \frac{\text{Klb}}{\text{plg}^2} = 43[\text{MPa}]$$

Por tanto se ha elegido como material de construcción un acero **A36** como material de fabricación debido al valor de su punto cedente $S_y = 36 \frac{\text{Klb}}{\text{plg}^2} =$

248MPa y un valor de resistencia ultima de $S_m = 58 \frac{\text{Klb}}{\text{plg}^2} = 400\text{MPa}$

Es adecuado para este elemento, a continuación en la Figura 3.14 se muestra el valor de deformación de 0.0044mm y el Figura 3.16 el factor de seguridad de valor mínimo de 5.47, lo que garantiza el material seleccionado, luego en la tabla 3.7 se muestra las características físicas del elemento.

Tabla 3.7 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PLACA DE ENTRADA.

CARACTERISTICAS FISICAS DEL ELEMENTO	
Bounding Box Dimensions	490,0 mm 95,0 mm 108,0 mm
Part Mass	25,92 kg
Part Volume	3,302e+006 mm ³

Figura3. 15 VALOR DE LA DEFORMACION.

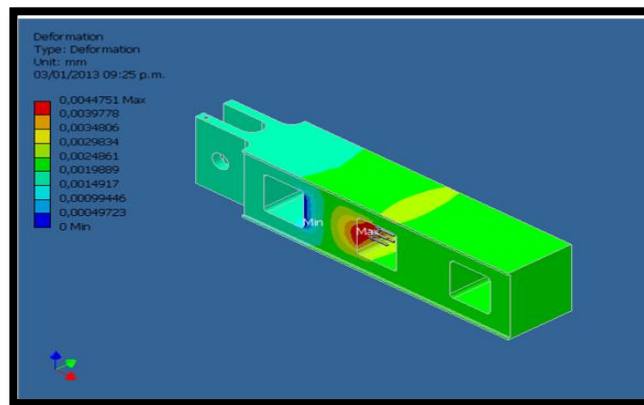
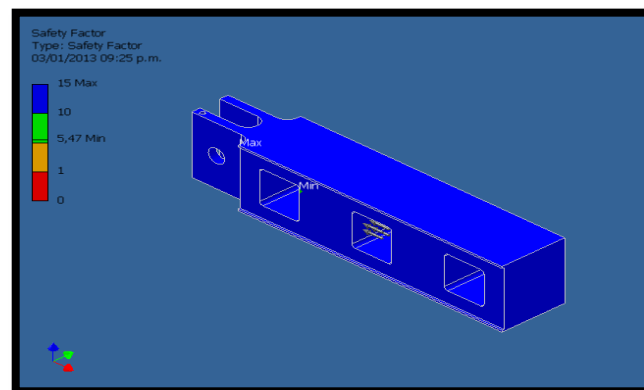


Figura 3.16 VALOR DEL FACTOR DE SEGURIDAD.

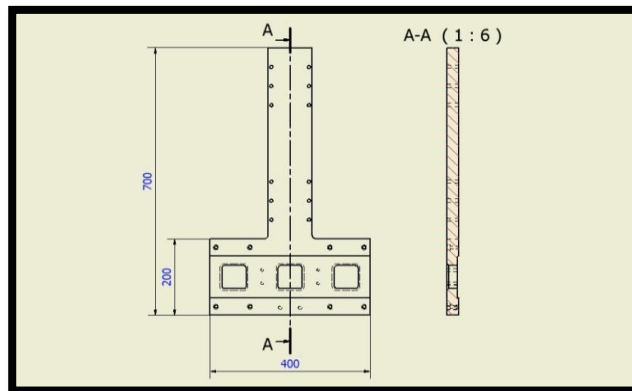


Elaborado por: Los Tesistas
Anexo M (UTC-PCA-PE 007)

3.5.6 Cálculo de la Placa Guía Principal.

Esta placa cumplirá la función de guiar al material pre compactado hacia la placa de entrada, además de servir de soporte al pistón y embolo pre compactador que se tratarán más adelante, por tanto se debe revisar que las cargas que se aplican a este elemento puedan ser soportadas por el mismo y garantice su función; en la Figura3.17 se detallan la forma y dimensiones del elemento, la ecuación 1.24 nos permitirá analizar las cargas en la pared principal donde se realizará el trabajo; para el valor de la carga se tendrá 690000N debido a que en caso de existir algún roce con el embolo esta sería la fuerza máxima que debe soportar, se utilizará un valor de 2 como factor de seguridad y un valor de área de 0.08m² ; por tanto se tendrá:

Figura3.17 PLACA GUÍA PRINCIPAL.



Elaborado por: Los Tesistas

Entonces tenemos:

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{3V}{2A} \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{3(690000)}{2(0.08)} \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{2070000}{0.16} \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

$$\tau_{\text{máx}} = 12937500 \left[\frac{N}{m^2} \right] = 2 \left[\frac{Klb}{Plg^2} \right] \approx 13 \text{ [MPa]}$$

Luego la resistencia última se hallara utilizando la ecuación 1.30 sigue:

$$S_y = \tau \text{ máx} \times 2n$$

$$S_y = 12937500 \times 2(2)$$

$$S_y = 51750 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} = 7 \frac{\text{Klb}}{\text{plg}^2} = 52[\text{MPa}]$$

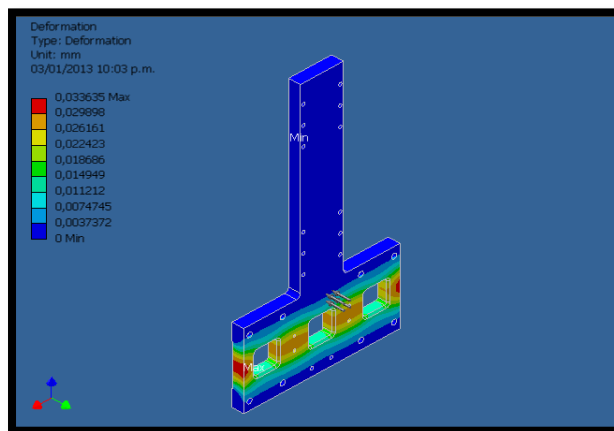
Luego, el acero **A36** con punto cedente $S_y = 36 \frac{\text{Klb}}{\text{plg}^2} = 248\text{MPa}$ y un valor de resistencia ultima de $S_m = 58 \frac{\text{Klb}}{\text{plg}^2} = 400\text{MPa}$ es adecuado para este elemento, a continuación en la **Figura 3.18** se muestra el valor de deformación de 0.0336 mm y **Figura 3.19** el factor de seguridad de valor mínimo de 1.22, lo que garantiza el material seleccionado, luego en la tabla 3.8 se muestra las características físicas del elemento.

Tabla 3.8 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PLACA GUIA.

PLACA GUIA PRINCIPAL	
Bounding Box Dimensions	400,0 mm
	30,0 mm
	700,0 mm
Part Mass	28,09 kg
Part Volume	3,574e+006 mm ³

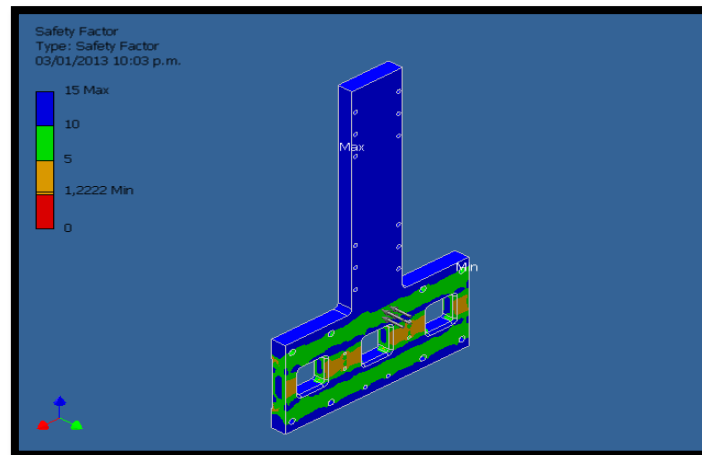
Elaborado por: Los Tesistas

Figura 3.18



Elaborado por: Los Tesistas

Figura 3.19 VALOR DEL FACTOR DE SEGURIDAD.

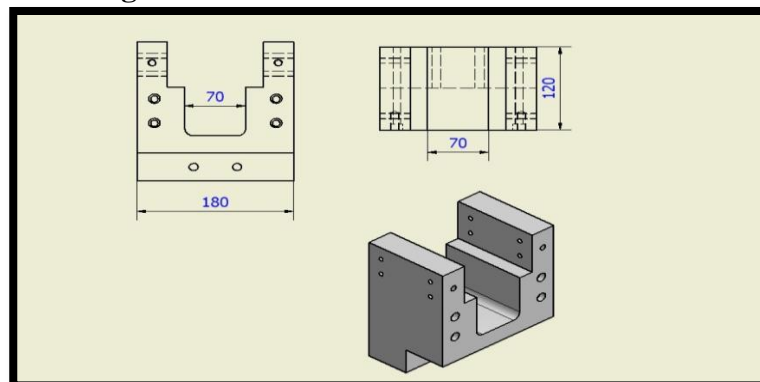


Elaborado por: Los Tesistas
Anexo M (UTC-PCA-PP 009)

3.5.7 Cálculo del Piso de Precompactación.

En este elemento se aplicará de manera directa toda la fuerza necesaria para realizar una pre compactación del material que facilitara la posterior compactación final, en el Figura 3.20 se detallan la forma y dimensiones del elemento, la ecuación 1.24 nos permitirá analizar las cargas en la zona donde se realizará el trabajo; el valor de la carga es de 100KN, se utilizará un valor de 2 como factor de seguridad y un valor de área de 0.0084m²; por tanto se tendrá:

Figura 3.20 PISO DE PRECOMPACTACIÓN.



Elaborado por: Los Tesistas

$$\tau \text{ máx} = \frac{3V}{2A} \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

$$\tau \text{ máx} = \frac{3(100000)}{2(0.0084)} \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

$$\tau \text{ máx} = 17857143 \left[\frac{N}{m^2} \right] = 3 \left[\frac{Klb}{plg^2} \right] \approx 18[MPa]$$

De aquí que la resistencia al punto cedente S_y mínima que debe poseer el material con el cual se construirá se determinó a partir del esfuerzo máximo y un factor de seguridad que para este caso es de 2 debido a que las cargas aplicadas son moderadas, y se aplican repetidas veces despejando S_y en la ecuación Ec.1.30 se tendrá:

$$S_y = \tau \text{ máx} \times 2n$$

$$S_y = 17857143 \times 2(2)$$

$$S_y = 71428572 \frac{KN}{m^2} = 10.4 \frac{Klb}{plg^2} = 71[MPa]$$

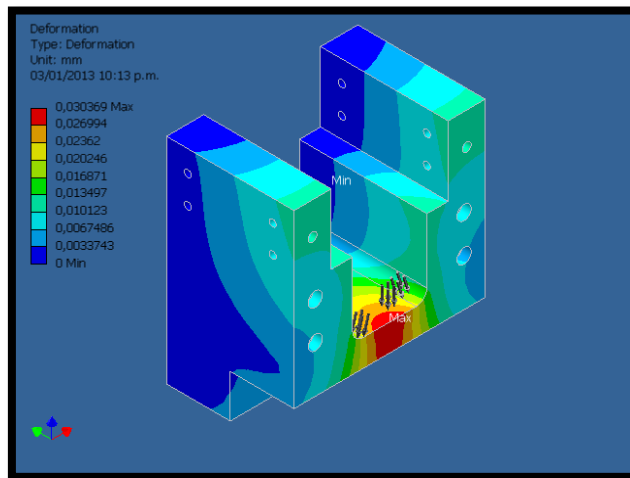
Por tanto se ha elegido como material de construcción un acero **A36** como material de fabricación debido al valor de su punto cedente $S_y = 36 \frac{Klb}{plg^2} = 248MPa$ y un valor de resistencia ultima de $S_m = 58 \frac{Klb}{plg^2} = 400MPa$. En la Figura 3.21 muestra el máximo valor de deformación 0.0303mm y en la Figura 3.22 el factor de seguridad de 3.18, además tabla 3.9 se tiene las características físicas del elemento.

Tabla 3.9 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS PISO DE PRECOMPACTACIÓN.

PISO DE PRECOMPACTACIÓN	
Bounding Box Dimensions	180,0 mm
	120,0 mm
	200,0 mm
Part Mass	18,79 kg
Part Volume	2,39e+006 mm ³

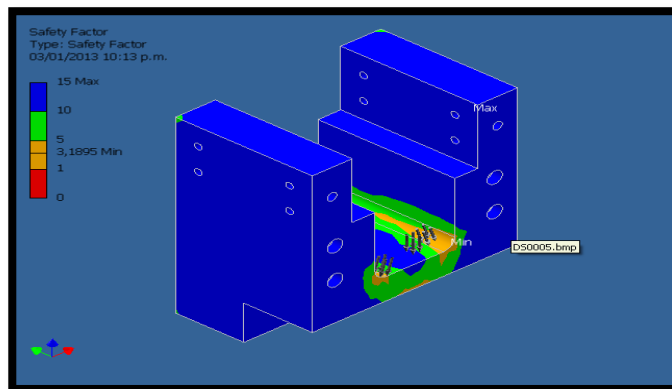
Elaborado por: Los Tesistas

Figura 3.21 VALOR DE LA DEFORMACION.



Elaborado por: Los Tesistas

Figura 3.22 VALOR DEL FACTOR DE SEGURIDAD.



Elaborado por: Los Tesistas
Anexo M (UTC-PCA-PPC 016)

3.5.8 Cálculo de la base del embolo de compactación.

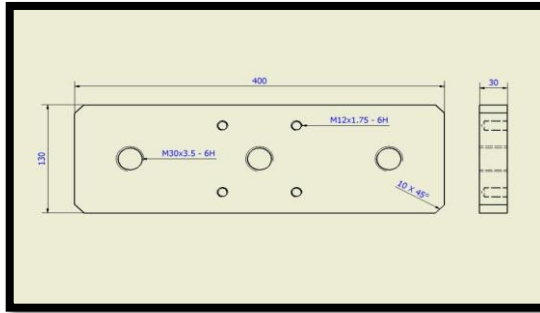
En este elemento se aplicará de manera directa toda la fuerza necesaria para realizar la compactación del material, en la Figura 3.23 se detallan la forma y dimensiones del elemento, la ecuación 1.24 nos permitirá analizar las cargas en la zona donde se realizará el trabajo; el valor de la de 690KN, se utilizará un valor de 2 como factor de seguridad y un valor de área de 0.0084m²; por tanto se tendrá:

$$\tau \text{ máx} = \frac{3V}{2A} \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{3(690000)}{2(0.050181)} \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

$$\tau_{\text{máx}} = 20625336.3 \left[\frac{N}{m^2} \right] = 3 \left[\frac{Klb}{plg^2} \right] \approx 21 [MPa]$$

Figura 3.23 BASE DEL EMBOLO.



Elaborado por: Los Tesistas

De aquí que la resistencia al punto cedente S_y mínima que debe poseer el material con el cual se construirá se determinó a partir del esfuerzo máximo y un factor de seguridad que para este caso es de 2 debido a que las cargas aplicadas son altas, y se aplican repetidas veces despejando S_y en la ecuación Ec.1.30 se tendrá:

$$S_y = \tau_{\text{máx}} \times 2n$$

$$S_y = 20625336.3 \times 2(2)$$

$$S_y = 82501345.2 \frac{KN}{m^2} = 12 \frac{Klb}{plg^2} = 83 [MPa]$$

Por tanto se ha elegido como material de construcción un acero **A36** como material de fabricación debido al valor de su punto cedente $S_y = 36 \frac{Klb}{plg^2} =$

248MPa y un valor de resistencia ultima de $S_m = 58 \frac{Klb}{plg^2} = 400MPa$. En la

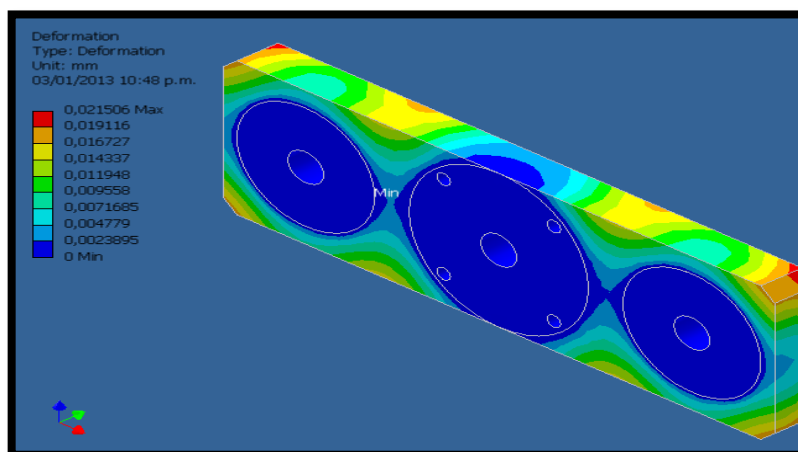
Figura 3.24 se muestra el máximo valor de deformación 0.02150mm y en la Figura 3.21 el factor de seguridad 1.58, además en la tabla 3.10 las características físicas del elemento.

Tabla 3.10 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA BASE DEL EMBOLO.

Bounding Box Dimensions	400,0 mm 30,0 mm 130,0 mm
Part Mass	11,77 kg
Part Volume	1,497e+006 mm ³

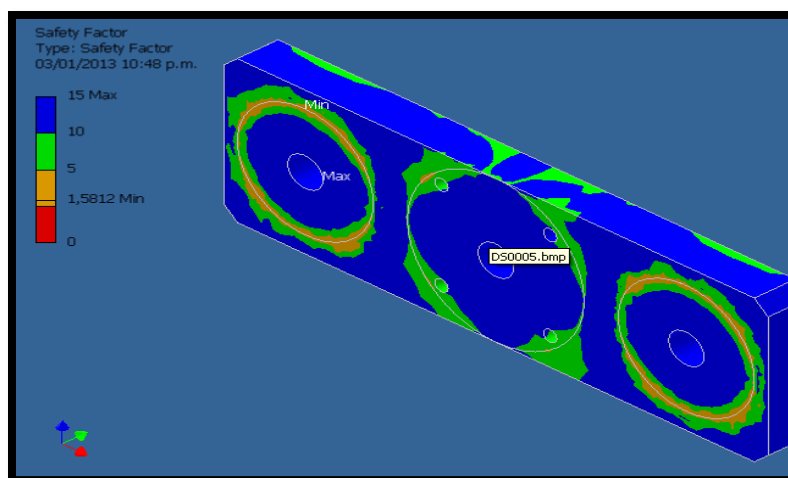
Elaborado por: Los Tesistas

Figura 3.24 VALOR DE LA DEFORMACION.



Elaborado por: Los Tesistas

Figura 3.25 VALOR DEL FACTOR DE SEGURIDAD.



Elaborado por: Los Tesistas

Anexo M (UTC-PCA-BEC 016)

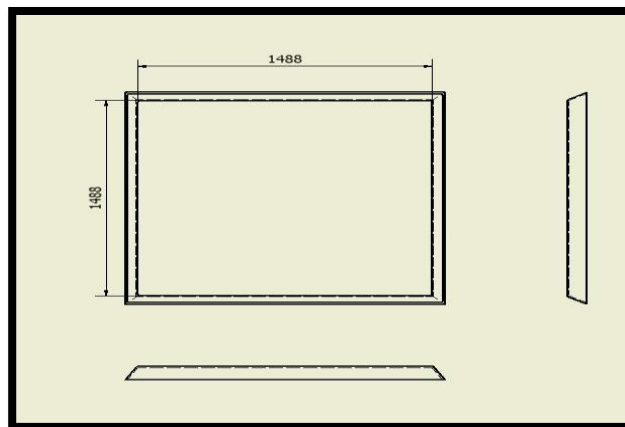
3.6 Calculo de la estructura

La estructura estará diseñada de manera que pueda soportar el peso de todos los elementos y sirva además de recolector del líquido de corte que podría resultar luego del proceso, para este fin se empezará analizando la bandeja donde se colocaran el conjunto de compactación y el sistema hidráulico, luego se establecerá de manera adecuada el tipo de perfil y dimensiones necesarias para formar la base misma de la estructura.

3.6.1 Análisis de cargas en la bandeja.

Este elemento está destinado a servir de soporte de los elementos propios del sistema de compactación como de los elementos del sistema hidráulico, a más de servir como colector del líquido de corte que resulte de la operación, en la Figura 3.26 se muestra la forma y dimensiones básicas de este elemento, para el cálculo se utilizara como valor de fuerza, el total del peso de los componentes más un 25% adicional entonces tendremos un valor de 700Kg, aplicando la ecuación Ec.1.24 tenemos:

Figura 3.26. LA BANDEJA



Elaborado por: Los Tesistas

$$\tau \text{ máx} = \frac{3V}{2A} \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

$$\tau \text{ máx} = \frac{3(7000)}{2(2.2)} \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

$$\tau \text{ máx} = \frac{21000}{4.4} \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

$$\tau \text{ máx} = 4773 \left[\frac{N}{m^2} \right] = 0.69 \left[\frac{lb}{plg^2} \right] \approx 0.004773 [MPa]$$

De aquí que la resistencia al punto cedente S_y mínima que debe poseer el material con el cual se construirá se determinó a partir del esfuerzo máximo y un factor de seguridad que para este caso es de 1 debido a que las cargas aplicadas son moderadas, despejando S_y en la ecuación Ec.1.30 se tendrá:

$$S_y = \tau \text{ máx} \times 2n$$

$$S_y = 4773 \times 2(1)$$

$$S_y = 9.546 \frac{KN}{m^2} = 1.4 \frac{lb}{plg^2} = 0.009546 [MPa]$$

Para verificar la selección del material se determinó su resistencia última debido a que se necesita especial atención al espesor de la placa, mediante la ecuación Ec.1.35 se tendrá:

$$S_m = K \frac{wr^2}{t^2} \left[\frac{Lb}{plg^2} \right]$$

$$S_m = 0.610 \frac{(0.69)(59^2)}{0.4330^2} \left[\frac{Lb}{plg^2} \right]$$

$$S_m = 17.736 \left[\frac{Klb}{plg^2} \right] \approx 122 [MPa]$$

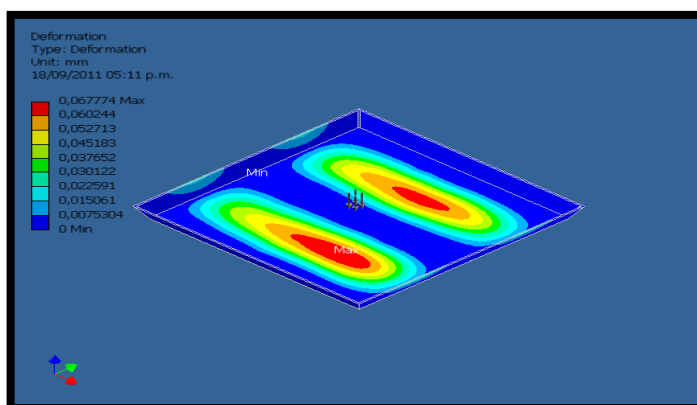
Por tanto se ha elegido como material de construcción un acero **A36** como material de fabricación debido al valor de su punto cedente $S_y = 36 \frac{Klb}{plg^2} = 248MPa$ y un valor de resistencia ultima de $S_m = 58 \frac{Klb}{plg^2} = 400MPa$. En la Figura 3.27 muestra el máximo valor de deformación 0.0357mm y en la Figura 3.28 de seguridad, además tabla 3.11 las características físicas del elemento.

Tabla 3.11 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA BANDEJA.

BANDEJA	
Bounding Box Dimensions	1615 mm
	1615 mm
	100,0 mm
Part Mass	228,7 kg
Part Volume	2,913e+007 mm ³

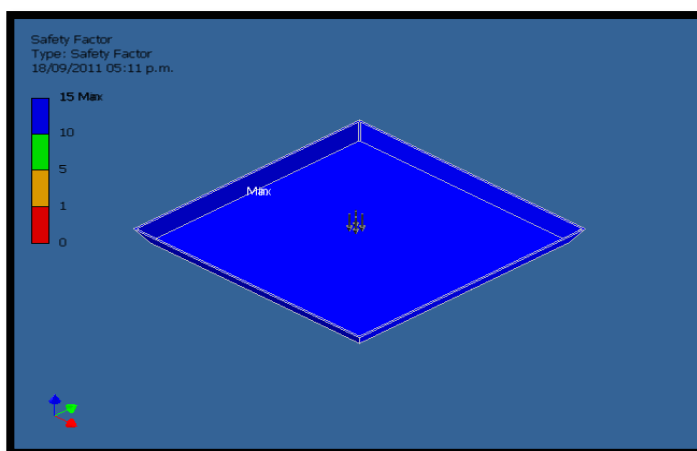
Elaborado por: Los Tesistas

Figura 3.27 VALOR DE DEFORMACIÓN.



Elaborado por: Los Tesistas

Figura 3.28 VALOR DEL FACTOR DE SEGURIDAD.



Elaborado por: Los Tesistas

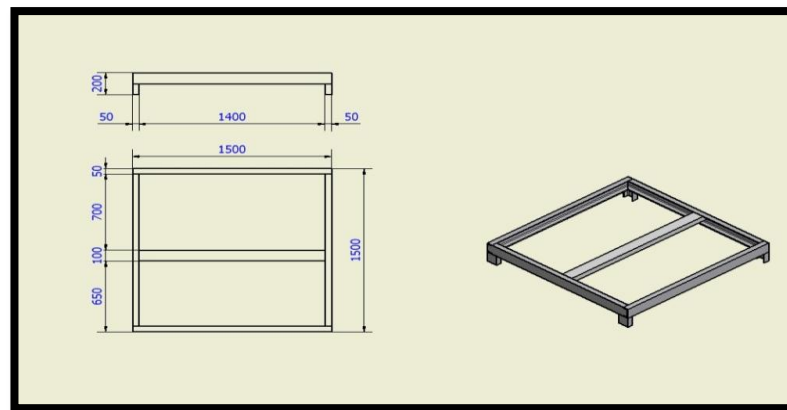
Anexo M (UTC-PCA-S 002)

3.6.2 Análisis de Carga en la Estructura de Soporte.

Ahora como parte final del análisis y diseño de los componentes mecánicos se tratará la estructura de soporte, este elemento es el alma de toda máquina ya que en él se montan todos los elementos que formarán parte del sistema operativo en la Figura 3.29 se muestra la forma y dimensiones que tendrá, esta estructura a más de servir como soporte debe garantizar la solidez y rigidez para prevenir fallos a causa de exceso de vibración, mal alineamiento de elementos, etc...

Es por esto que para lograr que la base sea rígida se trabajará con perfil tipo UPN de 10 que posee una resistencia al punto cedente S_y mínima de 689Mpa., para analizar esta estructura se tiene como carga un valor de 1000Kg, esto, tomando el total del peso de los componentes incluido el peso de la bandeja, este análisis se realizará en base la teoría de cortante, momento y deflexión de vigas con apoyos simples y carga puntual, dado que se tendrán tres puntos de apoyo y toda la carga se repartirá en ellos el valor para cada uno de estos fue de 3300N, por tanto para el valor de los puntos de reacción tenemos la ecuación Ec.1.32, donde:

Figura 3.29 ESTRUCTURA DE SOPORTE.



Elaborado por: Los Tesistas

Anexo M (UTC-PCA-S 001)

$$R1 = R2 = \frac{F}{2}$$

$$R1 = R2 = \frac{3300N}{2}$$

$$R1 = R2 = 1650N$$

En la Figura 3.30 muestra el resultado obtenido del programa de diseño.

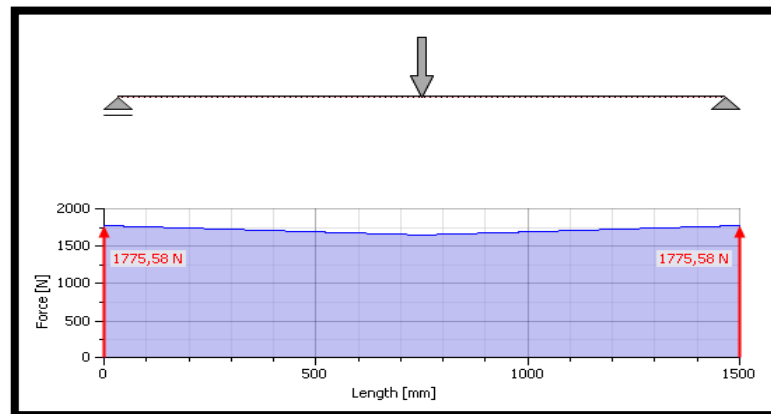
Luego para el valor de momento se utilizara la ecuación Ec.1.33 donde el momento entre el punto AB es:

$$M_{AB} = \frac{FX}{2}$$

$$M_{AB} = \frac{3300N (0.75m)}{2}$$

$$M_{AB} = 1238Nm$$

Figura 3.30 VALOR DE REACCIONES EN A Y B.



Elaborado por: Los Tesistas

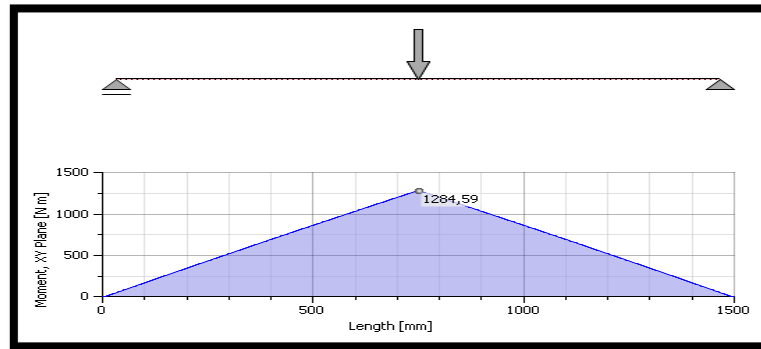
Y el valor de momento entre el punto BC se establecerá por la Ec.1.33 y se detallaran estos valores en la Figura 3.31.

$$M_{BC} = \frac{F}{2} (L - X)$$

$$M_{BC} = \frac{3300N}{2} (1.5 - 0.75)$$

$$M_{BC} = 1238Nm$$

Figura 3.31 VALOR DE MOMENTO



Elaborado por: Los Tesistas.

Ahora el valor de cortante en AB se hallará por la Ec.1.34, tenemos:

$$V_{AB} = R1$$

$$V_{AB} = 1650N$$

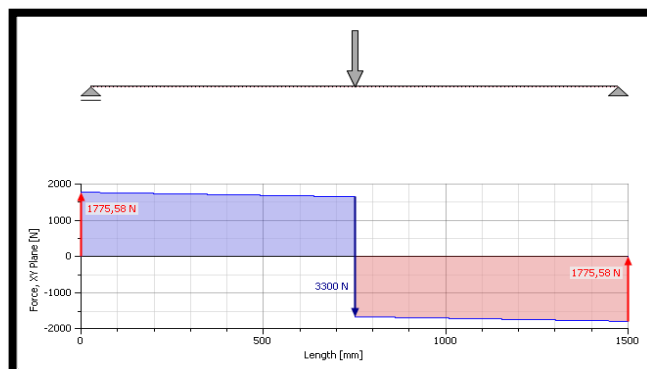
Luego el valor de la cortante en BC fue igual a lo mostrado en esta ecuación, donde:

$$V_{BC} = -R2$$

$$V_{BC} = -1650N$$

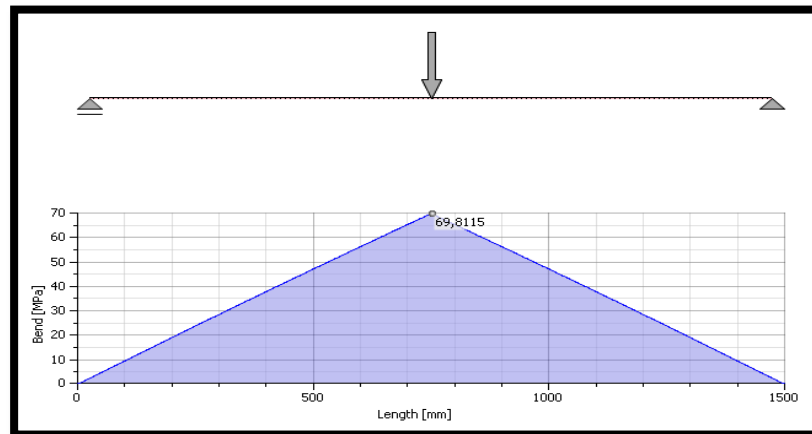
En el Figura 3.32 se detalla la forma de la cortante de este análisis, además en la Figura 3.33 se muestra el valor máximo de tensión para la deformación igual a 69.8 Mpa lo que se halla dentro de los valores escogidos para el material, de construcción.

Figura 3.32 VALOR DE CORTANTE.



Elaborado por: Los Tesistas

Figura 3.33 VALOR MÁXIMA TENSION DE DEFLEXIÓN.



Elaborado por: Los Tesistas

3.7. Selección del Sistema Hidráulico.

La siguiente sección está dedicada a calcular y seleccionar los elementos más adecuados para el sistema hidráulico mismo que es el encargado de generar la fuerza necesaria para compactar el material a la densidad requerida, para esto se empezará seleccionando un tipo correcto de bomba, luego; se analizará el pistón, las mangueras, por último los elementos de control como válvulas y reguladores, para finalmente desarrollar el esquema de funcionamiento del circuito hidráulico de fuerza.

3.7.1. Cálculo y selección de la bomba hidráulica.

Los elementos que conformarán el sistema hidráulico se deben seleccionar de manera cuidadosa y precisa tanto por las grandes presiones que se manejan como por los tiempos y rendimientos que se necesitan conseguir, dentro de estos se tendrán que seleccionar:

- Los pistones hidráulicos.
- El motor principal que accionará la bomba.
- El tipo de bomba.
- El tanque de reserva.

- Las mangueras de conexión.
- Válvulas y electroválvulas.
- El filtro de aspiración.
- Reguladores y manómetros de caudal.

El cálculo y selección de estos elementos se realizará en base a los cálculos que se realicen y a catálogos de fabricantes encargados de la venta de equipos y accesorios, a continuación se muestran especificadas las características del producto que se desea obtener y que servirán de guía para la selección.

Tabla 3.12. DATOS NECESARIOS PARA EL DISEÑO.

DATOS NECESARIOS PARA EL DISEÑO			
DENSIDAD FINAL	PRESIÓN MÁX	MASA FINAL	BRIQUETAS/H
2,2kg/dm ³	300 BAR	0,47Kg	128/H

Elaborado por: Los tesistas

3.7.2. Cálculo de cilindros de pre compactación, compactación principal y cilindro de cambio de molde.

Se empezó determinando el área del embolo que corresponderá al cilindro de Pre compactación en base a la ecuación (1.36), donde al despejar el valor del área se tiene:

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

$$A = \frac{1000Kgf}{206 \left[\frac{Kg}{cm^2} \right]}$$

$$A = 4.85cm^2$$

El diámetro se determinó por la ecuación (1.13) donde al despejar el radio tenemos:

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

$$r = \sqrt{\frac{4.85cm^2}{\pi}}$$

$$r = 1.25 \approx 2cm; \text{Luego el diámetro fue igual a } 4cm$$

El consumo de aceite fue de; ecuación (1.52):

$$\text{Consumo} = \frac{\pi \times D^2 \times h}{4 \times 1000} [dm^3]$$

$$\text{Consumo} = \frac{\pi \times (4)^2 \times 22}{4 \times 1000} [dm^3]$$

$$\text{Consumo} = 0.276 [dm^3]$$

Luego el área del embolo del cilindro principal se procederá de forma similar a la antes mostrada:

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

$$F = + \frac{70000 \text{ kg}}{300 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$A = 233.33 \text{ cm}^2$$

El diámetro se determinó por la ecuación (1.13) donde al despejar el radio tenemos:

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

$$A = \sqrt{\frac{233.33cm^2}{\pi}}$$

$$r = 8.53 \approx 9cm;$$

Luego el diámetro fue igual a 18cm

Hablando del consumo tendremos:

$$\mathbf{Consumo} = \frac{\pi \times D^2 \times h}{4 \times 1000} [dm^3]$$

$$\mathbf{Consumo} = \frac{\pi \times (18)^2 \times 22}{4 \times 1000} [dm^3]$$

$$\mathbf{Consumo} = 6.61 [dm^3]$$

Luego, el cilindro que se encargará de realizar el cambio de posición del molde para este propósito se determinó la fuerza necesaria para desplazar el molde en base a la ecuación 5.6, teniendo en cuenta que el peso fue de 27Kg y el coeficiente de rozamiento estático de acero sobre acero seco de 0.15:

Ecuación (5.6)

$$\mathbf{F_e} = \mu_e \times G$$

$$\mathbf{F_e} = 0.15 \times 27$$

$$\mathbf{F_e} = 4.05 \approx 5Kg$$

Entonces; si suponemos un área del cilindro de $38.48cm^2$ la presión de trabajo necesaria fue de:

$$\mathbf{P} = \mathbf{F} \times \mathbf{A}$$

$$\mathbf{P} = 5Kg \times 38.34cm^2$$

$$\mathbf{P} = 192 \frac{Kg}{cm^2} = 188Bar$$

Y el consumo de aceite fue:

$$\text{Consumo} = \frac{\pi \times D^2 \times h}{4 \times 1000} [dm^3]$$

$$\text{Consumo} = \frac{\pi \times (7)^2 \times 15}{4 \times 1000} [dm^3]$$

$$\text{Consumo} = 0.57 [dm^3]$$

3.7.3. Selección del tipo de bomba, velocidad del pistón, caudal de fluido y potencia del motor.

Debido a la alta presión con la que se trabajara y tras haber analizado los tipos de bombas hidráulicas en el capítulo referente al marco teórico se considera adecuado el uso de una bomba de pistones axiales, que tiene un margen de trabajo de 750 a 3000 rpm, su volumen de expulsión está entre 25 a 800 cm^3/Rev , y su presión va desde 160 a 320 Bar con un grado de eficiencia máximo de 0,92, de esto se utilizará como guía de referencia el catálogo de bombas de pistones axiales de caudal variable de la marca PARKER.

El fabricante americano de este tipo de equipos; entonces con respecto a la presión se puede optar por una bomba de la serie PV, de estas la que cumple con las características buscadas es la 046, en la tabla 3.13 donde se muestran las características técnicas de esta, luego el caudal se halló por la ecuación 1.37:

$$Q = \frac{N \times v}{10^3} \left[\frac{l}{min} \right]$$

$$Q = \frac{1500 \left[\frac{rev}{min} \right] \times 46 \left[\frac{cm^3}{rev} \right]}{10^3}$$

$$Q = 69 \left[\frac{l}{min} \right]$$

Valor que coincide con lo mostrado por el fabricante.

Luego la velocidad del pistón se hallara por la ecuación (2.48) donde se tendrá:

$$V = \frac{10 * Q}{S}$$

$$V = \frac{10 \times 69 \left[\frac{l}{min} \right]}{228.76 \text{ cm}^2}$$

$$V = 3.02 \left[\frac{m}{min} \right] = 302 \left[\frac{cm}{min} \right]$$

El tiempo en el cual el cilindro realizará una carrera de salida se hallará mediante la ecuación (1.51), entonces:

$$T = \frac{S * h}{Q_e}$$

$$T = \frac{L}{V} [Seg]$$

$$T = \frac{26 \text{ cm}}{302 \left[\frac{cm}{min} \right]} [Seg]$$

$$T = 0.086 [min] \approx 5 \text{ Seg.}$$

Tabla 3.13. DATOS DE REFERENCIA DE LA BOMBA PV046 PARKER.

Catalogue HY30-3245/UK Technical Data		Axial Piston Pump PV 016 to 360						
		PV016	PV020	PV023	PV028	PV032	PV040	PV046
Frame size		1	1	1	1	2	2	2
Max. Displacement	[cm ³ /rev.]	16	20	23	28	32	40	46
Output flow at 1500 rpm	[l/min]	24	30	34,5	42	48	60	69
Nominal pressure pN	[bar]	350	350	350	350	350	350	350
Max. pressure pmax at 20% working cycle ¹⁾	[bar]	420	420	420	420	420	420	420
Case drain pressure, continuous	[bar]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.55
Case drain pressure, max. peak	[bar]	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Min. Inlet pressure, abs.	[bar]	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Max. Inlet pressure	[bar]	16	16	16	16	16	16	16
Input power at 1500 rpm and 350 bar	[kW]	15.5	19.5	22.5	27.5	31	39	45
Max speed at 1 bar, abs, inlet pressure	[rpm]	3000	3000	3000	3000	2800	2800	2800
Moment of inertia	[kgm ²]	0.0017	0.0017	0.0017	0.0017	0.0043	0.0043	0.0043
Weight	[kg]	19	19	19	19	30	30	30

Fuente: www.parker.com bombas series pv

Elaborado por: Los tesistas

3.7.4. Cálculo del depósito de aceite, selección de mangueras, cálculo de pérdidas, filtros y potencia de accionamiento del sistema.

Luego de haber tratado el cálculo y selección del pistón y la bomba se podrá definir por la ecuación cuál es la cantidad de aceite que debe contener el depósito, para esto se conoce que la bomba entrega un caudal de $69 \left[\frac{l}{min} \right]$ lo que es igual a $18.22GPM$, entonces tenemos:

$$**Depósito = Q \times 2.5[Gal]**$$

$$**Depósito = 18.22 \times 2.5**$$

$$**Depósito = 45.5Gal = 172l**$$

Los parámetros para la selección de la tubería se hizo referencia a la tabla 3.13, donde haciendo referencia al caudal de la bomba 18GPM y suponiendo un diámetro interior de 1pulg. Se tendrá la velocidad recomendada para el fluido, esto se puede comprobar desarrollando la siguiente ecuación:

$$**AreaTub. = \frac{GPM \times 0.3208}{VelocidaddeFluido} [pul^2]**$$

$$**AreaTub. = \frac{18.22GPM \times 0.3208}{7 \frac{pies}{seg}} [pul^2]**$$

$$**AreaTub. = 0.83 [pul^2]**$$

Las pérdidas que se tendrá en el sistema partiendo del tipo de flujo laminarse obtuvo mediante el número de REINOLDS, por catálogo se recomiendo utilizar aceite HLP 46 con viscosidad cinemática de $46 \frac{mm^2}{seg}$

Según la ecuación 1.39.

$$Re = \frac{10^3 \times V \times \varnothing_{int}}{\gamma}$$

$$Re = \frac{10^3 \times 2.13 \times 25}{46}$$

$Re = 1158$ Por lo tanto el flujo es laminar.

De esto tenemos que el factor de fricción para este caso fue de 0.055 y conocidos los valores de longitud de tubería, diámetro y velocidad del fluido además que el valor de la densidad del aceite es de $837 \frac{Kg}{m^3}$ se determinó el valor de las pérdidas de presión:

$$\Delta_p = f \times \frac{10 \times L \times v^2 \delta}{2}$$

$$\Delta_p = 0.055 \times \frac{10 \times 5 \times (2.13)^2 837}{2}$$

$$\Delta_p = 0.055 \times 94935$$

$$\Delta_p = 5221 = 0.522 \frac{Kg}{cm^2}$$

Los filtros a utilizar son aquellos que permitan una máxima funcionalidad y tiempo de vida de los elementos del sistema generalmente en concordancia con la clasificación ISO 4406:1999, por catálogo se recomiendan los de clase 18/16/13, teniendo en cuenta que se trabajará con temperatura ambiente de 40°C los sellos son de NITRILO que también es compatible con los componentes del aceite a utilizar.

Por último se calculará la potencia para el accionamiento de la bomba y en base a esto se realizara tanto el circuito hidráulico como el de control.

Utilizando la ecuación 1.45.

$$P_a = \frac{P \times Q}{600 \times \mu_{tot}} [kw]$$

$$P_a = \frac{300 \times 69}{600 \times 0.9}$$

$$P_a = 38.333kw \text{ aprox.} = 45kw$$

3.7.5. Diagrama del sistema hidráulico.

El circuito del sistema hidráulico propuesto para esta compactadora, se realizó en base a los tres cilindros que se necesitan controlar con sus respectivos accionadores y válvulas reguladoras.

La secuencia de trabajo es:

A+B+A-B-C+A+B+A-B-C-

Utilizando el software de simulación AUTOMATION STUDIO 3.05 se obtiene en diagrama de funcionamiento véase en el **Anexo J**.

Para compactar el material el sistema iniciará la secuencia desde el cilindro Precompactador, luego el cilindro principal dará la densidad, forma y volumen final al aplicar la presión de trabajo, por último el cilindro de cambio de molde al cambiar su posición hará que el primer ciclo termine, mientras esto ocurre los cilindros volverán a ocupar su posición inicial, en una segunda carga de material se inicia la segunda parte de la secuencia y es en esta que las briquetas empezaran a ser expulsadas por los orificios de descarga a la vez que una nueva briqueta toma su forma..

Para la recolección de las briquetas el usuario puede adicionar un sistema de recolección como rampas u otro método que permitan ubicar estas en recipientes adecuados o lugares destinados a la utilización del producto.

3.8. Sistema Eléctrico de Control.

Una parte sumamente importante en el buen funcionamiento de la compactadora es el sistema de control, ya que para que se cumpla el ciclo de trabajo hidráulico antes descrito se hará uso de un PLC S7-200., y 6 sensores de proximidad del tipo inductivo por ser estos capaces de detectar elementos metálicos sin contacto físico, estarán conectados entre sí a los solenoides de las válvulas accionadoras de los cilindros, el sistema de potencia se lo realizara de tal manera que permita un arranque directo del motor principal, además de proporcionarle el voltaje y la potencia requerida por este para su correcto funcionamiento.

Las características del PLC S7-200 podemos observar en el **Anexo K**.

Los circuitos de control se los puede revisar en el **Anexo L**.

3.9. Cálculo Económico.

La siguiente sección está dedicada a calcular los tres factores primordiales que afectan al costo de producción real del producto terminado, para una mejor ilustración se ha diferenciado el costo como sigue:

3.9.1. Costos Directos.

Son los que intervienen directamente en la construcción del aparato y se dividen en:

- Costos de materiales
- Costo de uso de máquinas-herramientas
- Costo de mano de obra

Costos de materiales: Son el valor de cada material que forma parte de la máquina, se dividen en dos tipos que son:

Materiales Directos: Son aquellos que constituyen el aparato en si, como la plancha de acero, vigas (perfiles laminados), ejes, pasadores, pernos, tuercas etc...

Materiales Indirectos: Son materiales que se utilizan en la construcción, mas no quedan físicamente en la máquina como electrodos, discos de corte y desbaste, sierras, brocas.

Costo de uso máquinas-herramientas: Son los costos por el uso de la maquinaria que se utilizó, en esto se incluye el uso de cortadora de prensa, uso de soldadoras, torno y fresadora CNC de alta precisión, herramientas especiales y comunes que se utilizan para la construcción de maquinaria.

Costo de mano de obra: Es el costo del tiempo que invirtieron los obreros en la construcción, montaje y acabado.

3.9.2. Costos Indirectos.

Son costos que no forman parte de la máquina pero que intervienen en el proyecto.

- Servicios Básicos
- Gastos Administrativos
- Movilización
- Imprevistos.

El costo total de una máquina o producto es la suma de todos los costos antes mencionados y el valor que aplicaría a este proyecto se detalla a continuación:

Además de los costos antes detallados, también se puede tomar la opción que ofrece el mercado de la construcción, haciendo referencia a los costos de construcción por Kilo de material, en el mes de Enero del 2012 se tiene que este tendría un valor de 18 dólares, esto incluye el costo del material, los gastos de mano de obra, servicios, maquinaria CNC de precisión, pruebas de funcionamiento, transporte y montaje, los costos de construcción, sistema eléctrico y elementos hidráulicos se detallan a continuación respectivamente.

Costo de material, construcción y montaje por un precio de 18 dólares el Kilo.

Tabla 3.14. DETALLE DE COSTOS DE PROYECTO.

ITEM	QTY	PESO
Conjunto de compactación incluida los tres cilindros.	1	623
Estructura de soporte	1	62
Bandeja	1	229
Unidad hidráulica, motor y sistema eléctrico	1	40
	TOTAL Kg.	954
	PRECIO \$	17.172

Fuente: Software INVENTOR

Elaborado por: Los tesistas

Tabla 3.15. COSTO DE ELEMENTOS DE SISTEMA ELÉCTRICO.

CANT	DESCRIPCIÓN	V UNIT.	V. Total
1	Gabinete 60*40*20		83,78
1	Breaker principal 15 A 3P		63,08
1	Breaker auxiliar 15 A 3P		21,95
1	Canaleta plástica 30 x 30 x 8mm		9,15
3	Metro de riel DIN	3,66	10,98
40	Borneras plásticas para riel cable 10 AWG	1,7	68,00
100	Metro cable de control N° 18	0,21	21,00
1	Libretín números		10,10
1	Libretín letras		10,20
100	Amarras plásticas 10cm		10,75
1	PLC S7 - 200, CPU 224 XP AC/DC SIMATIC		745,50
50	metro cable AWG 4 x 18	1,55	77,50
6	Microreles 24 VDC, NO, NC, COM con base 5 PIN	13	80,64
6	Sensor inductivo PNPDM12 con cable 24 VDC	44	346,68
1	Botonera start	57,78	7,50
1	Botonera stop		7,50
1	Paro emergencia con retención tipo hongo		7,50
1	Guarda motor (12-16) a 16-15 SIEMENS		59,50
1	Contactador 7,5 HP 440 V		89,00
20	Metro cable flexible N° 12	0,65	13,00
		Sub Total	1743,31
		IVA 12%	209,20
		TOTAL	1952,51

Fuente: PROFORMA REBOBINAJES COTOPAXI

Elaborado por: Los tesistas

TABLA 3.16. COSTO DE ELEMENTOS DE SISTEMA HIDRÁULICO.

CANT	DESCRIPCIÓN	V UNIT.	V. TOTAL
1	Bomba pistones axiales 350 bar 69 l/min		1500
1	Motor Trifásico 45 Kw		500
1	Filtro retorno 5µm		30
3	Válvula distribuidora	200	600
1	Válvula limitadora		150
1	Válvula de retención		133
1	Manómetro		35
5m	Manguera ½ 350bar	3	15
5	Racor recto 3/8	3.75	18.75
5	Racor recto 1/2	4	20
5	Reducción 1/2 - 3/8	3	15
5m	Tubería de cobre ½	7	35
1	Deposito 175 Litros		300
		SUB TOTAL	3333
		IVA 12%	399.96
		TOTAL	3732.96

Fuente: Postulantes.

Elaborado por: Los tesistas

TABLA 3.17. SUMA TOTAL.

ITEM	QTY	COSTO
Materiales, construcción y montaje	1	17.172,00
Elementos sistema eléctrico	1	1.952,51
Elementos sistema hidráulico	1	3732.96
	TOTAL.	23.144,51

Fuente: Postulantes.

Elaborado por: Los tesistas

3.9.3 Evaluación financiera.

La máquina tendrá un tiempo estimado de vida útil de 20 años debido a que sus elementos tanto de la parte estructural como de la parte eléctrica e hidráulica son

de alta resistencia y precisión, ahora; el valor estimado de la compactadora es de 25.544,51 dólares americanos, se realizará el cálculo económico en base a la depreciación, el valor actual neto y costo beneficio, por tanto tenemos.

3.9.4. Cálculo de depreciación.

La depreciación es calculada en base al tiempo de vida útil de la máquina, para este caso este valor es de 20 años, de donde:

Tabla 3.18. DEPRECIACION DEL EQUIPO.

COSTO DE CONSTRUCCIÓN	23.144,51	USD
VIDA ÚTIL (n)	10	AÑOS
VALOR DE SALVAMENTO = (2/n) %	0,20	20%

Elaborado por: Postulantes

Tabla 3.19. LUEGO EL VALOR APROXIMADO ES.

AÑOS	VALOR	DEPRE	VALOR FINAL
1	23.144,51	4628,902	18.515,61
2	18.515,61	3703,1216	14.812,49
3	14.812,49	2962,49728	11.849,99
4	11.849,99	2369,99782	9.479,99
5	9.479,99	1895,99826	7.583,99
6	7.583,99	1516,79861	6.067,19
7	6.067,19	1213,43889	4.853,76
8	4.853,76	970,751109	3.883,00
9	3.883,00	776,600887	3.106,40
10	3.106,40	621,28071	2.485,12
VALOR APROXIMADO DE			2.485,12

Elaborado por: Postulantes.

Luego del valor de depreciación es de:

Ecuación (5.7)

$$\text{Depreciación} = \frac{(\text{Valor de la máquina} - \text{V. aprox.})}{(n)}$$

$$\text{Depreciación} = 2065,93872$$

Tabla 3.20. VALOR DE DEPRECIACIÓN

AÑOS	VALOR	DEPRE	VALOR FINAL
1	23.144,51	2065,93872	21.078,57
2	21.078,57	2065,93872	19.012,63
3	19.012,63	2065,93872	16.946,69
4	16.946,69	2065,93872	14.880,76
5	14.880,76	2065,93872	12.814,82
6	12.814,82	2065,93872	10.748,88
7	10.748,88	2065,93872	8.682,94
8	8.682,94	2065,93872	6.617,00
9	6.617,00	2065,93872	4.551,06
10	4.551,06	2065,93872	2.485,12

Elaborado por: Postulantes.

3.9.5. Cálculo De Valor Actual Neto (VAN).

Los parámetros para la consideración del Valor Actual Neto son:

- Si el $\text{VAN} \leq 0$: el proyecto no es rentable y no se justifica su inversión.
- Si el $\text{VAN} > 0$: el proyecto ofrece rentabilidad y permite el desembolso del capital.

Luego el cálculo de Flujo Neto (FNE) para el primer año se tiene:

Tabla 3.21. FLUJO DE EFECTIVO.

Flujo		
	AÑO 0	AÑO 1
INVERSION	-25000	
INGRESOS		
CANTIDAD		60
PRECIO		23600
TOTAL INGRESOS		1.416.000
EGRESOS		708.000
UTILIDAD BRUTA		708.000
GASTO ADMINISTRATIVO		2.600
GASTO DEPRE Y AMORTIZACION		2.000
UTILIDAD OPERATIVA		703.400
GASTO DEPRE Y AMORTIZACION		2.000
PAGO PRINCIPAL		4.240
CAPITAL DE TRABAJO		39.333
VALOR RESIDUAL		
FLUJO NETO	- 25.000	- 41.573
VAN (12,2%)	- 25.000	- 34.077
PRECIO	- 25.894	
VALOR CALCULADO (VP FLUJOS)/ PRECIO SOLICITADO		
VAN	97.854	
TIR	30,87%	

Elaborado por: Los Postulantes.

Los datos del análisis económico y financiero del proyecto nos muestran un valor del VAN positivo y el TIR es mayor a la tasa de la banca privada, por tanto el proyecto es atractivo y rentable para cualquier tipo de inversión.

3.10. Conclusiones

Las conclusiones luego de haber realizado el trabajo investigativo son las siguientes:

- Se entregó a la empresa CEDAL los planos y guías del diseño hidráulico, eléctrico y mecánico, que facilitarán el desarrollo del prototipo cuando la empresa lo requiera, llegando a conseguir la conformidad de la empresa en cuanto al diseño emprendido, se lo puede revisar en el **Anexo O**.
- Los modelos matemáticos aplicados en el dimensionamiento de los elementos constitutivos de la prensa, fueron realizados en base a la teoría del diseño mecánico de elementos de máquinas.
- Como la fuerza requerida en la fase de compresión es alta se optó por utilizar un sistema hidráulico, el mismo que dota de grandes presiones para obtener la briqueta de aluminio con la densidad adecuada. A más de esto con la hidráulica se pueden obtener movimientos rápidos, controlados y precisos, necesarios para el diseño de la compactadora.
- En el mercado internacional se elaboran máquinas para la compactación de viruta de aluminio. Estos prototipos han servido para hacer una recopilación, selección, adaptación, rediseño e implementación de mecanismos y sistemas para obtener una mejor alternativa en el diseño de nuestro prototipo de máquina compactadora de viruta de aluminio.
- Una vez definidos los modelos se ha explicado de forma minuciosa y didáctica la descripción de la realización de los modelos mediante el Software Autodesk Inventor, describiendo los pasos más importantes para la realización práctica de los modelos así como las diferencias entre los modelos 2D y 3D. Los planos estructurales se pueden observar en el **Anexo N**.

3.11. Recomendaciones.

Como recomendaciones anotamos los siguientes:

- Se recomienda la construcción del diseño de un prototipo de máquina compactadora, que ayude a la empresa a reciclar sus propios residuos, logrando con esto reducir los costos en adquisición de materia prima, mejorar la rentabilidad de la empresa, reducir el riesgo de trabajar con material suelto y disminuir el impacto ambiental que se produce al mantener expuesto el material al aire libre.
- Todos los parámetros deberán ser analizados minuciosamente en el programa de diseño Software Autodesk con esto se conseguirá optimizar el funcionamiento de la prensa, obteniendo mayor seguridad en el diseño. .
- Respetar el orden de montaje de elementos conforme a los planos de referencia y en la secuencia correcta.
- Utilizar siempre materiales, accesorios, y elementos existentes en el mercado, para tener un conocimiento más acertado tanto de los costos como de las características y tiempos de vida del prototipo y sus elementos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía citada.

1. ALONSO, Acosta. (1990), “Introducción a la física, Mecánica y Calor, Tercera Edición, Editorial Colombiana, Bobota, Colombia, pág. 73.
2. BOOTHROYD, Geoffrey. (1978) “Fundamentos del Corte de Metales y de las Máquinas- Herramientas”, Editorial McGraw-Hill Latinoamericana, S.A. Bogotá.
3. CASTAÑO. Andrés. (2004) Libro de diseño de máquinas, Primera Edición, Medellín, Colombia, pág. 39
4. CHARLES, E. Wilson. (1990),”Diseño de máquinas teoría y práctica”, Segunda Edición, Editorial Continental S.A. México, pág. 13
5. IBUJÉS W, MASAPANTA D. (2010), “Tesis diseño, construcción y funcionamiento de un prototipo de máquina procesadora de material orgánico, con 2hp de potencia, para obtener 1tonelada de producción diaria” Latacunga, Ecuador, pág12.
6. JERRY D. Wilson. (1996), “Física I”, Segunda Edición, Sin Editorial, México, pág. 32.
7. JOSEPH E. Shigley. (1990), “Diseño En Ingeniería Mecánica” Editorial Mac Graw Hill, México Págs. 4,5
8. MANUAL DE MECANICA INDUSTRIAL (2000), Tomo II Neumática e Hidráulica Editorial Cultural S.A. Madrid España. pág. 107
9. MARTIN J. (1997) “Cinemática y Estática, Teoría y Problemas”, Cuarta Edición. Sin Editorial, págs. 147;
10. SHIGLEY Joseph E. & MISCHKE Charles R. (1995) “Diseño en Ingeniería
11. Mecánica”, Quinta Edición, Editorial Mc Graw Hill, México.
12. ROBERT, L. Mott. (1995), “Diseño de elementos de máquinas”. Segunda edición. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, México, pág. 7.
13. RUSSEL C. HIBBELER (2004) “Mecánica vectorial para ingenieros”, Octava Edición, Editorial Pearson Educación, España, pág. 3.

14. VILORIA, José. (1998), “Neumática hidráulica y electricista aplicada, Física Aplicada” Sexta Edición, Editorial Thomson Paraninfo, México, pág. 155

Bibliografía consultada.

1. ALONSO, Acosta. (1990), “Introducción a la física, Mecánica y Calor”, Tercera Edición, Editorial Colombiana, Bobota, Colombia.
2. BOOTHROYD, Geoffrey. (1978) “Fundamentos del Corte de Metales y de las Máquinas- Herramientas”, Editorial McGraw-Hill Latinoamericana, S.A. Bogotá.
3. CHARLES, E. Wilson. (1990), “Diseño de máquinas teoría y práctica”, Segunda Edición, Editorial Continental S.A. México.
4. IBUJÉS W, MASAPANTA D. (2010), “Tesis diseño, construcción y funcionamiento de un prototipo de máquina procesadora de material orgánico, con 2hp de potencia, para obtener 1tonelada de producción diaria” Latacunga, Ecuador.
5. JERRY D. Wilson. (1996), “Física I”. Segunda Edición, Sin Editorial, México.
6. JOSEPH E. Shigley. (1990), “Diseño En Ingeniería Mecánica” Editorial Mac Graw Hill, México.
7. MANUAL DE MECANICA INDUSTRIAL (2000), “Neumática e Hidráulica, Tomo II”, Editorial Cultural S.A., Madrid España.
8. MARTIN J. (1997) “Cinemática y Estática, Teoría y Problemas”, Cuarta Edición. Sin Editorial.
9. SERRANO. Nicolás, (2002) “Óleo hidráulica" Editorial McGraw-Hill, México, pág. 199.
10. SHIGLEY Joseph E. & MISCHKE Charles R. (1995) “Diseño en Ingeniería
11. Mecánica”, Quinta Edición, Editorial Mc Graw Hill, México.
12. ROBERT, L. Mott. (1995), “Diseño de elementos de máquinas”. Segunda edición. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, México.
13. RUSSEL C. HIBBELER (2004) “Mecánica vectorial para ingenieros”, Octava Edición, Editorial Pearson Educación, España.

14. VICKERS. S. (1979). Manual de oleo hidráulica industrial. Primera edición, Editorial Española Blume milanesado, México.
15. VILORIA, José. (1998), “Neumática hidráulica y electricista aplicada, Física Aplicada” Sexta Edición, Editorial Thomson Paraninfo, México.

Páginas electrónicas.

1. CATALOGO PRODUCTOS SIEMENS.pdf, (2004) Catálogo de contactores, botonería, arrancadores y relevadores. (En Línea) Disponible en: www.cedsarobotica.com/pdf/siemens.pdf.com (Fecha de consulta: 21.10.2011)
2. CATALOGO PRODUCTOS BOMBAS PARKER (2010) series pv140.pdf, Axial Piston Pump Series PV - Parker Hannifin Corporation (En Línea) Disponible en: www.parker.com/literature/Literature%20Files/hydraulicpump/cat/.../PV.pdf (Fecha de consulta: 21.08.2012)
3. TUTOR LUBRICACION SHELL (2011) Aceites-Hidraulicos (1).pdf, Tutor Lubricación Shell - Aceites-hidráulicos (En Línea) Disponible en: www.scribd.com/doc/79586948 (Fecha de consulta: 22.09.2012)
4. TELEMECANIQUE. (2002) Manual electrotécnico, *Manual Electrotécnico Telemecanique (En Línea) Disponible en:* www.scribd.com/doc/25290932/Manual-Electrotecnico-Telemecanique (Fecha de consulta: 22.09.2012)
5. *CATÁLOGO —IMH . (2010)_Dirigido a.*
. Objetivos. Conocer los diferentes sensores existentes y sus características. Seleccionar el sensor necesario para una aplicación dada. (En Línea) Disponible en: www.imh.es/.../formacion-continua/cursos/mantenimiento-y-montaje/catalogo/sensores-tipos-y-aplicaciones (Fecha de consulta: 22.09.2012)
6. MANUAL DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN S7-200 SIMATIC - SIEMENS (2011), Información sobre los productos S7--200 (En Línea) Disponible en: www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/.../S7200ManualSistema.pdf (Fecha de consulta: 22.09.2012)

7. Neumática E Hidráulica, Mapa Del Sitio, (2012), Conceptos básicos y simbología destinada a técnicos (En Línea). Disponible en:
<http://www.sapiensman\neumaticaehidraulica.htm>. (Fecha de consulta: 22.04.2012)
8. PRENSAS HIDRÁULICAS, (2010). Hoy en día las prensas hidráulicas es la selección preferida. (En Línea) Disponible en:
www.fluidica.com/PrensasHidraulicas.htm (Fecha de consulta: 22.05.2012)
9. Aluminium Distributing. (2001-2010). Aluminium signs: Aluminium for Marine & Industrial uses.
<http://www.worldaluminium.org>(Fecha de consulta: 22.06.2012)
10. Software AUTOMATION STUDIO 3.05.
11. Software De Diseño Mecánico Software Autodesk INVENTOR
12. Software Micro/WIN.

ANEXOS

ANEXO A PROPIEDAD DE LOS ACEROS

ANEXO B FORMULAS PARA LA DEFORMACION DE VIGAS

ANEXO C FORMULAS HIDRAULICAS

ANEXO D BOMBA HIDRAULICA

ANEXO E SIMBOLOS HIDRAULICOS

ANEXO F GUÍA DE ENCUESTA

ANEXO G CRITERIOS TÉCNICOS DE BRIQUETEADORA ALEMANA
RUF

ANEXO H CRITERIOS TÉCNICOS DE PRENSA DE EMPAQUETADO DE
VIRUTA JF – 60

ANEXO I MANUAL ANTICIPADO DEL USUARIO COMPACTADORA DE
ALUMINIO

ANEXO J PLANO HIDRAULICO

ANEXO K DATOS TECNICOS DEL PLC S7-200 CPU 224 XP SIMATIC

ANEXO L PLANO ELECTRICO

ANEXO M PLANOS EXTRUCTURALES

ANEXO N MANUAL ANTICIPADO DE MANTENIMIENTO

ANEXOS

ANEXO A

Propiedades de los aceros estructurales
Tomado de Robert L. Mott, Diseño de Elementos de Maquinas, Editorial;
Prentice Hall 2° Edición, México 2000.

APENDICE 7 PROPIEDADES DE LOS ACEROS ESTRUCTURALES

Número de designación del material (número ASTM)	Grado o espesor	Resistencia a la tracción		Resistencia a punto cedente		Ductibilidad (elongación porcentual en 8 pulg)
		Ksi	MPa	Ksi	MPa	
A36	$t \leq 8$ "	58	400	36	248	20
A242	$t \leq 3/4$ "	70	485	50	345	18
A242	$t \leq 1 1/2$ "	67	460	46	315	—
A242	$t \leq 4$ "	63	435	42	290	—
A441	$t \leq 4$ "	63	435	42	290	18
A514	Inmerso y templado, $t \leq 2 1/2$ "	115	800	100	700	18% (" 2 ")
A572	42, $t \leq 6$ "	60	414	42	290	—
A572	50, $t \leq 4$ "	65	448	50	345	—
A572	60, $t \leq 1 1/4$ "	75	517	60	414	—
A572	65, $t \leq 1 1/4$ "	80	552	65	448	—
A588	$t \leq 4$ "	70	485	50	345	18

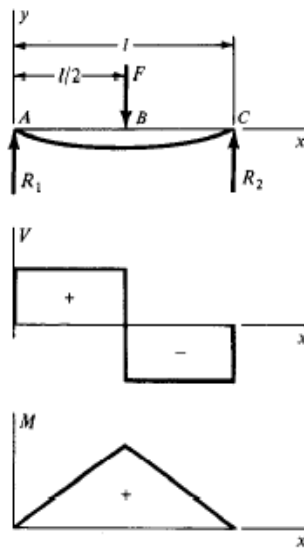
Nota: El ASTM A572 es uno de los aceros de baja aleación más resistentes (HSLA) y tiene propiedades similares al acero SAE J410b especificado por la SAE.

ANEXO B

Fórmulas para la deformación de vigas debido a flexión, Tomado de Joseph E. Shigley, Diseño En Ingeniería Mecánica, Editorial; McGRAW-HILL, 5ª Edición, México 1990.

Cortante, momento y deflexión de vigas (cont.)

5 Apoyos simples. Carga en el centro



$$R_1 = R_2 = \frac{F}{2} \quad V_{AB} = R_1$$

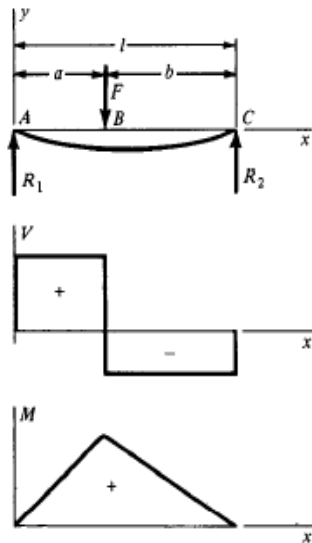
$$V_{AB} = R_1 \quad V_{BC} = -R_2$$

$$M_{AB} = \frac{Fx}{2} \quad M_{BC} = \frac{F}{2}(l-x)$$

$$y_{AB} = \frac{Fx}{48EI}(4x^2 - 3l^2)$$

$$y_{\max} = -\frac{Fl^3}{48EI}$$

6 Apoyos simples. Carga intermedia, $a < b$



$$R_1 = \frac{Fb}{l} \quad R_2 = \frac{Fa}{l}$$

$$V_{AB} = R_1 \quad V_{BC} = -R_2$$

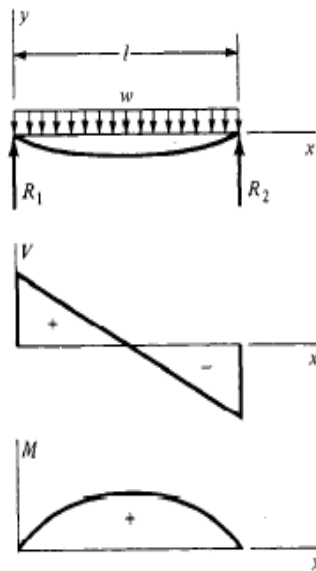
$$M_{AB} = \frac{Fbx}{l} \quad M_{BC} = \frac{Fa}{l}(l-x)$$

$$y_{AB} = \frac{Fbx}{6EI}(x^2 + b^2 - l^2)$$

$$y_{BC} = \frac{Fa(l-x)}{6EI}(x^2 + a^2 - 2lx)$$

Cortante, momento y deflexión de vigas (cont.)

7 Apoyos simples. Carga uniforme



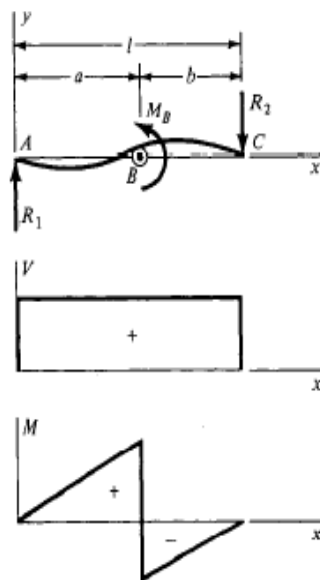
$$R_1 = R_2 = \frac{wl}{2} \quad V = \frac{wl}{2} - wx$$

$$M = \frac{wx}{2}(l - x)$$

$$y = \frac{wx}{24EI}(2lx^2 - x^3 - l^3)$$

$$y_{\max} = -\frac{5wl^4}{384EI}$$

8 Apoyos simples. Carga de momento



$$R_1 = -R_2 = \frac{M_B}{l} \quad V = \frac{M_B}{l}$$

$$M_{AB} = \frac{M_B x}{l} \quad M_{BC} = \frac{M_B}{l}(x - l)$$

$$y_{AB} = \frac{M_B x}{6EI}(x^2 + 3a^2 - 6al + 2l^2)$$

$$y_{BC} = \frac{M_B}{6EI}[x^3 - 3lx^2 + x(2l^2 + 3a^2) - 3a^2l]$$

ANEXO C

Fórmulas utilizadas para selección de elementos hidráulicos

Tomado de Neumática Hidráulica Electricidad Aplicada de José Roldan Viloria

CIRCUITOS HIDRAULICOS

6

153

MOTOR HIDRAULICO

Consumo (Q)

$$Q = \frac{V \cdot n}{1.000 \cdot \eta_v} \text{ en l/mn}$$

Velocidad (n)

$$n = \frac{Q \cdot \eta_v \cdot 1.000}{V}$$

Momento de giro (M)

$$M = \frac{\Delta p \cdot V \cdot \eta_{hv}}{2 \cdot \pi \cdot 100}$$

M – en d a Nm
 Δp – diferencia de presión entre la entrada y la salida
 η_{hv} – rendimiento hidráulico-mecánico (entre 0,9 y 0,95)

Potencia

$$(1) P = \frac{\Delta p \cdot Q \cdot \eta_t}{600}$$

η_t – rendimiento total (entre 0,8 y 0,85)
 $\eta_t = \eta_v \cdot \eta_{hv}$

P – potencia en kW

$$(2) P = \frac{\Delta p \cdot Q \cdot \eta_t}{441,2}$$

P – potencia en CV

BOMBA HIDRAULICA

Caudal

$$Q = \frac{V \cdot n \cdot \eta_v}{1.000}$$

Q – caudal en l/mn
V – caudal dado por la bomba en cm³
n – r.p.m.
 η_v – rendimiento volumétrico (entre 0,9 y 0,95)

Potencia de accionamiento de la bomba

$$(1) P_s = \frac{p \cdot Q}{600 \cdot \eta_t}$$

P_s – potencia en kW
p – presión de servicio en bar
 η_t – rendimiento total

$$(2) P_s = \frac{p \cdot Q}{441,2 \cdot \eta_t}$$

P_s – potencia en CV

Viscosidad del aceite para circuitos hidráulicos













La viscosidad de trabajo varía entre:

2,5° E y 16° E para los más normales
(15 centistokes y 120 cstk)

ANEXO D

BOMBAS HIDRAULICAS







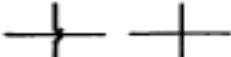




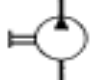









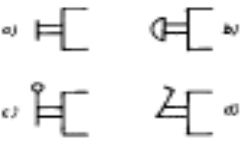








Tomado de [http:// www.parker.com](http://www.parker.com) bombas series pv

<p>Catalogue HY11-3243/UK</p> <p>Characteristics</p>	<p style="text-align: center;">Axial piston pump Series PV</p>																																																										
<p>Technical data</p>																																																											
<p>Displacement</p> <p>Operating pressures</p> <p>Outlet</p> <p>Inlet</p> <p>Minimum speed</p> <p>Mounting interface</p> <p>Installation</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>from 16 to 270 cm³/rev</p> <p>nominal pressure p_N 350 bar max. pressure p_{max} 420 bar¹⁾ drain port 2 bar¹⁾</p> <p>min. 0.8 bar (absolute) max. 16 bar</p> <p>300 min⁻¹</p> <p>4-hole flange ISO 3019/2 optional ISO 3019/1, SAE</p> <p>drain port as high as possible</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  Pump with standard pressure comp. </div> <div style="text-align: center;">  Pump with horse power </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  Combination PV/PV </div> <div style="text-align: center;">  Combination PV/gear </div> </div> </td> </tr> </table>	<p>from 16 to 270 cm³/rev</p> <p>nominal pressure p_N 350 bar max. pressure p_{max} 420 bar¹⁾ drain port 2 bar¹⁾</p> <p>min. 0.8 bar (absolute) max. 16 bar</p> <p>300 min⁻¹</p> <p>4-hole flange ISO 3019/2 optional ISO 3019/1, SAE</p> <p>drain port as high as possible</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  Pump with standard pressure comp. </div> <div style="text-align: center;">  Pump with horse power </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  Combination PV/PV </div> <div style="text-align: center;">  Combination PV/gear </div> </div>																																																								
<p>from 16 to 270 cm³/rev</p> <p>nominal pressure p_N 350 bar max. pressure p_{max} 420 bar¹⁾ drain port 2 bar¹⁾</p> <p>min. 0.8 bar (absolute) max. 16 bar</p> <p>300 min⁻¹</p> <p>4-hole flange ISO 3019/2 optional ISO 3019/1, SAE</p> <p>drain port as high as possible</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  Pump with standard pressure comp. </div> <div style="text-align: center;">  Pump with horse power </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  Combination PV/PV </div> <div style="text-align: center;">  Combination PV/gear </div> </div>																																																										
<p>¹⁾ peak pressure only</p>																																																											
<p>Pump combinations See pages 26-27.</p>																																																											
<p>Selection table</p>																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Model</th> <th style="width: 20%;">Max. displacement in cm³/rev</th> <th style="width: 20%;">Output flow in l/min at 1500 min⁻¹</th> <th style="width: 20%;">Input horse power in kW at 1500 min⁻¹ and 350 bar</th> <th style="width: 25%;">Max speed ¹⁾ in min⁻¹</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>PV016</td><td>16</td><td>24</td><td>15.5</td><td rowspan="3">3000</td></tr> <tr><td>PV020</td><td>20</td><td>30</td><td>19.5</td></tr> <tr><td>PV023</td><td>23</td><td>34.5</td><td>22.5</td></tr> <tr><td>PV032</td><td>32</td><td>48</td><td>31</td><td rowspan="3">2800</td></tr> <tr><td>PV040</td><td>40</td><td>60</td><td>39</td></tr> <tr><td>PV046</td><td>46</td><td>69</td><td>45</td></tr> <tr><td>PV063</td><td>63</td><td>94.5</td><td>61.5</td><td rowspan="3">2800</td></tr> <tr><td>PV080</td><td>80</td><td>120</td><td>78</td></tr> <tr><td>PV092</td><td>92</td><td>138</td><td>89.5</td></tr> <tr><td>PV140</td><td>140</td><td>210</td><td>136</td><td rowspan="2">2400</td></tr> <tr><td>PV180</td><td>180</td><td>270</td><td>175</td></tr> <tr><td>PV270</td><td>270</td><td>405</td><td>263</td><td>1800</td></tr> </tbody> </table>		Model	Max. displacement in cm ³ /rev	Output flow in l/min at 1500 min ⁻¹	Input horse power in kW at 1500 min ⁻¹ and 350 bar	Max speed ¹⁾ in min ⁻¹	PV016	16	24	15.5	3000	PV020	20	30	19.5	PV023	23	34.5	22.5	PV032	32	48	31	2800	PV040	40	60	39	PV046	46	69	45	PV063	63	94.5	61.5	2800	PV080	80	120	78	PV092	92	138	89.5	PV140	140	210	136	2400	PV180	180	270	175	PV270	270	405	263	1800
Model	Max. displacement in cm ³ /rev	Output flow in l/min at 1500 min ⁻¹	Input horse power in kW at 1500 min ⁻¹ and 350 bar	Max speed ¹⁾ in min ⁻¹																																																							
PV016	16	24	15.5	3000																																																							
PV020	20	30	19.5																																																								
PV023	23	34.5	22.5																																																								
PV032	32	48	31	2800																																																							
PV040	40	60	39																																																								
PV046	46	69	45																																																								
PV063	63	94.5	61.5	2800																																																							
PV080	80	120	78																																																								
PV092	92	138	89.5																																																								
PV140	140	210	136	2400																																																							
PV180	180	270	175																																																								
PV270	270	405	263	1800																																																							
<p>¹⁾ The maximum speed ratings are shown for an inlet pressure of 1 bar (absolute) and for a fluid viscosity of $\nu = 30 \text{ mm}^2/\text{s}$.</p>																																																											

ANEXO E

SÍMBOLOS HIDRÁULICOS

Tomado de Neumática Hidráulica Electricidad Aplicada de José Roldan Viloria

SIMBOLOS HIDRAULICOS			
			6
			141
SIMBOLO	DENOMINACION	SIMBOLO	DENOMINACION
	Tubería de carga rígida		Motor monofásico de corriente alterna
	Tubería flexible		Motor trifásico de corriente alterna
	Cruce de tuberías con unión		Motor térmico
	Cruce de tuberías sin unión		Bomba de caudal constante a) Un sentido del flujo b) Doble sentido de flujo
	Tubería de maniobra (pilotaje)		
	Derivación tapada (cerrada)		Bomba de accionamiento manual
	Recipiente para fluido hidráulico		Motor hidráulico a) Un sentido del flujo b) Doble sentido del flujo
	Recipiente para fluido hidráulico a presión		
	Escape al aire		Motor hidráulico oscilante con ángulo de rotación limitado
	Acumulador hidráulico		Filtro (símbolo general) Filtro con purga
	Manómetro		Accionamientos a) Mecánico b) Pulsador c) Leva d) Pedal
	Intercambiador de calor. Calentador		Accionamientos a) Resorte b) Roldana c) Eléctrico a bobina d) Eléctrico a doble bobina
	Intercambiador de calor. Refrigerador		
	Intercambiador de calor. Refrigerador líquido		
	Presostato		Llave de paso

SÍMBOLO	DENOMINACION	SÍMBOLO	DENOMINACION
	<p>Válvulas de secuencia.</p> <p>Permiten e impiden el paso de caudal entre dos puntos de un circuito mediante pilotaje interno o externo.</p> <p>a) Pilotaje interno b) Pilotaje externo c) Con retención</p>		<p>Accionamiento o pilotaje de válvulas distribuidoras</p> <p>a) Por pulsador en un sentido y retorno por resorte b) Por accionamiento mecánico y retorno por resorte c) Por palanca manual y enclavamiento mecánico d) Por electroimán y retorno por resorte e) Por aire y retorno por resorte f) Por fluido hidráulico y retorno por resorte g) Por electroimán para las dos posiciones. Queda en el último pilotaje (biestable). h) Por aire para las dos posiciones. i) Por electroimán para las dos posiciones extremas. Al faltar pilotaje vuelve al centro. j) Por palanca manual. Representado en posición centro. k) Por electroimán y manualmente. En reposo, posición centro.</p>
	<p>Válvulas de contrapresión.</p> <p>Estas válvulas originan una contrapresión a la salida de un actuador, que deberá ser vencida para que ésta pueda moverse.</p> <p>a) Pilotaje interno b) Pilotaje externo c) Con retención</p>		<p>Válvulas distribuidoras</p> <p>a) 2 posiciones (2p) 2 vías (2v) b) 2p - 3v c) 2p - 4v d) 3p - 4v e) 3p - 4v f) 3p - 4v g) 3p - 4v h) 3p - 4v</p>
	<p>Cilindros hidráulicos</p> <p>a) De simple efecto b) De simple efecto. Retorno por resorte c) De doble efecto d) De doble efecto. Doble vástago.</p>		

ANEXO F
GUÍA DE ENCUESTA PARA LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO

TEMA:

“Diseño de un prototipo de máquina compactadora para la recuperación de viruta de aluminio que se generan en la empresa corporación ecuatoriana de aluminio de la ciudad de Latacunga”

OBJETIVO: Determinar, la posibilidad de mejorar el nivel de desarrollo comunitario, con la construcción y aplicación de este prototipo, puede ser favorable o no a los intereses de los beneficiarios.

DIRIGIDO: A beneficiarios y socios.

INSTRUCCIONES: Para llenar el cuestionario se pide contestar las preguntas con la mayor seriedad posible puesto que, de sus respuestas dependen los buenos resultados obtenidos en esta investigación, para llenar las preguntas marque con una X la opción que usted ha elegido como la más adecuada a sus necesidades.

CUESTIONARIO

1.- ¿Considera necesario un prototipo de compactadora que transforme los desperdicios como la viruta de aluminio, en aglomerados densos, económicamente procesados?

SI NO

2.- ¿Considera usted adecuada la buena utilización de las áreas dentro de planta, que actualmente están siendo ocupadas por la viruta de aluminio?

SI NO

3.- ¿Considera usted importante la reducción de gases y fluidos contaminantes producidos por la oxidación de la viruta de aluminio expuesta al medio ambiente?

SI NO

4.- ¿Cree usted que sería beneficioso para la empresa la reducción de los costos de transporte y manipulación de viruta de aluminio al momento de acumularlos y reprocesarlos?

SI NO

5.- ¿Cree usted que es mejor y más sencillo el transportar y reutilizar una briqueta compacta de viruta a comparación de tener que trabajar con el material suelto?

SI NO

OBSERVACIONES:

.....
.....
.....
.....

ANEXO G

BRIQUETEADORA ALEMANA RUF

Briqueteadoras RUF - Modelo RUF 4/1700/60x40

Especificaciones Técnicas Standard RUF

Descripción General:

La Prensa Briqueteadora es de accionamiento hidráulico y está montada sobre una bandeja colectora de líquidos que hace las veces de bastidor de la máquina, y está apoyado sobre elementos elásticos.

El tablero eléctrico está montado sobre un marco de soporte y está montado directamente sobre la prensa.

La prensa se entrega completa con todas sus interconexiones y lista para conectarse a la red eléctrica.

La prensa y su sistema de control están diseñados y construidos para trabajar a temperaturas ambientes de entre +5° C to +40° C. Para validar la garantía, en caso de existir condiciones operativas diferentes será necesario proveer a la máquina en forma adicional con los componentes adecuados. En caso de trabajar a la intemperie la máquina deberá estar preparada para las condiciones climáticas que se especifiquen en particular.

Antes del despacho la máquina se somete a un ensayo funcional de 20 horas con material de prueba (típicamente chips de madera), realizándose un riguroso programa de control.

Con excepción de una reducida cantidad de partes comerciales, todos los componentes de las Prensas Briqueteadoras han sido desarrollados y fabricados en RUF. El diseño, construcción, producción y armado tienen lugar en nuestra planta de Zaisertshofen, Alemania.

Sistema Hidráulico:

- Bomba a pistones axiales de caudal variable.
 - Presión máxima del sistema 300 bar
 - Motor principal 4 kW, 3x400 V, 50 Hz, 1.500 rpm
 - Protección clase IP 54
- Tensión de Control de Válvulas 24 Volt DC
- Tanque de Aceite Hidráulico (150 litros) con circuito de enfriamiento de aceite, motor 0,37 kW
- Filtro de retorno de línea de amplia capacidad de 5µm, integrado en el tanque
- Aceite hidráulico HLP 46
- Sistema de Protección de alta temperatura y bajo nivel de aceite.
- Válvulas solenoide equipadas con indicadores LC de control
- Todos los vástagos de los cilindros hidráulicos tienen un tratamiento superficial de cromo duro
- Todos los cilindros hidráulicos son de construcción atornillados para facilidad de mantenimiento
- El tanque hidráulico está integrado al bastidor de la máquina

Sistema Eléctrico:

- Gabinete eléctrico conforme a Norma DIN EN EN60204-VDE 0113 Protección clase IP 54
- Tensión de Alimentación 400 Volt 50 Hz
- Interruptor principal enclavable en el gabinete
- Botón de Parada de Emergencia en puerta del gabinete
- Tensión del circuito de comando 24 Volt DC
- Programador Lógico Controlable (PLC) modelo SIEMENS S7-200
 - con panel de visualización y operación Siemens TP 177B (Español - Inglés - Alemán)
 - Los parámetros preestablecidos y los reales son visualizados y pueden ser modificados
 - Operación de la máquina
 - Avisos de fallas
- Límites de carrera por sensores inductivos sin contacto físico
- Arranque/Parada automática mediante sensor de nivel luminoso integrado en la tolva de alimentación
- Motores de bombas y reductores con protección térmica

Alimentación de Material:

- Tolva de alimentación especial de mayor tamaño con una boca de admisión de 600 x 1.000 mm
- Volumen de tolva aprox. 250 Litros
- Construcción robusta en chapas de acero reforzadas
- Agitador con motor de 0,25 kW para prevenir formación de arcos
- Tornillo de alimentación con motor de 1,1 kW
- Tiempo de alimentación regulado automáticamente por el PLC

ANEXO H

PRENSA DE EMPAQUETADO DE VIRUTA JF – 60

 C/ Rubió i Ors,10 17834 Porqueres (Girona) - España Tel: 972 58 48 11 Fax: 972 57 41 74 e-mail: kautec@kautec.net	nº oferta:	OP-20100008 (Revisión: 0)
	Fecha:	01/03/2010
	Cliente:	CEDAL
	Descripción:	Prensa para empaquetado de viruta JF-60 automática

- Electro distribuidores para el mando automático de la prensa.
- Filtrado de aceite en retorno con indicador óptico de suciedad.
- Válvulas limitadoras y antiretorno para proteger la instalación hidráulica.

2. DATOS TÉCNICOS

POTENCIA MOTOR	60CV.
PRESIÓN HIDRAULICA DE TRABAJO	250Kg / cm ²
BOMBA HIDRAULICA REXROTH/HYDROMATIK	A7V/160
MEDIDAS DE CAJÓN PRENSADO	350x250x200mm
MEDIDAS DE PAQUETE	250x150mm x variable
FUERZA CILINDRO PRENSOR	140Tn
FUERZA CILINDRO COMPUERTA	13Tn
CICLOS EN VACIO	de 5 a 6 por minuto

- Cuchillas de acero especial tratadas y rectificadas para el corte
- Forros de acero manganeso antidesgaste en carro prensador y cámara de prensado.
- Sistema de alimentación mediante mesa vibradora incorporada.

PRECIO TOTAL: 96.000€

ANEXO I

MANUAL DEL USUARIO ANTICIPADO – COMPACTADORA DE ALUMINIO

ANEXO I



Tabla de contenido:

INFORMACION GENERAL Y SEGURIDAD	2
PARTES QUE CONFORMAN LA COMPACTADORA DE ALUMINIO.....	4
CARACTERISTICAS DE LA COMPACTADORA	7
COMO USAR LA COMPACTADORA	7
LIMPIEZA	8



NOTA IMPORTANTE

Lea todas las instrucciones antes de usar este producto, el uso incorrecto puede resultar en graves daños o accidentes, asegúrese de haber entendido todas las instrucciones antes de iniciar.

INFORMACION GENERAL Y SEGURIDAD

¿QUÉ ES UNA BRIQUETEADORA DE VIRUTA DE ALUMINIO?

Es un prototipo de máquina que tiene por función principal, compactar viruta de aluminio húmeda o seca, hasta obtener una briqueta con una densidad de aproximadamente de $2,2\text{Kg/dm}^3$ con una presión de 300bar y una fuerza de 70 Ton, está diseñada para economizar tiempo y trabajo, es de fácil operación y mantenimiento también posee una gran capacidad de producción, brindando al usuario máxima seguridad, su control se realiza en base a sensores y finales de carrera que hacen posible la secuencia de trabajo y la acción precisa de los pistones hidráulicos.

VENTAJAS DE TRABAJAR CON UNA COMPACTADORA DE ALUMINIO

- Compactación de la viruta de aluminio de una manera rápida y sencilla.
- Costo inicial de trabajo bajo.
- Disminución de tiempo, esfuerzo físico y energía eléctrica.
- Fácil operación.
- Forma y tamaño apropiado para el operador.
- Peso conveniente para su traslado y montaje.
- Control (mandos mecánicos, eléctricos e hidráulicos).
- Fácil mantenimiento.
- Seguridad.
- Alto rendimiento.



NORMAS DE SEGURIDAD IMPORTANTES

Lea todas las instrucciones; el incumplimiento de alguna de las orientaciones enumeradas a continuación puede resultar en daños en la máquina o lesiones corporales.

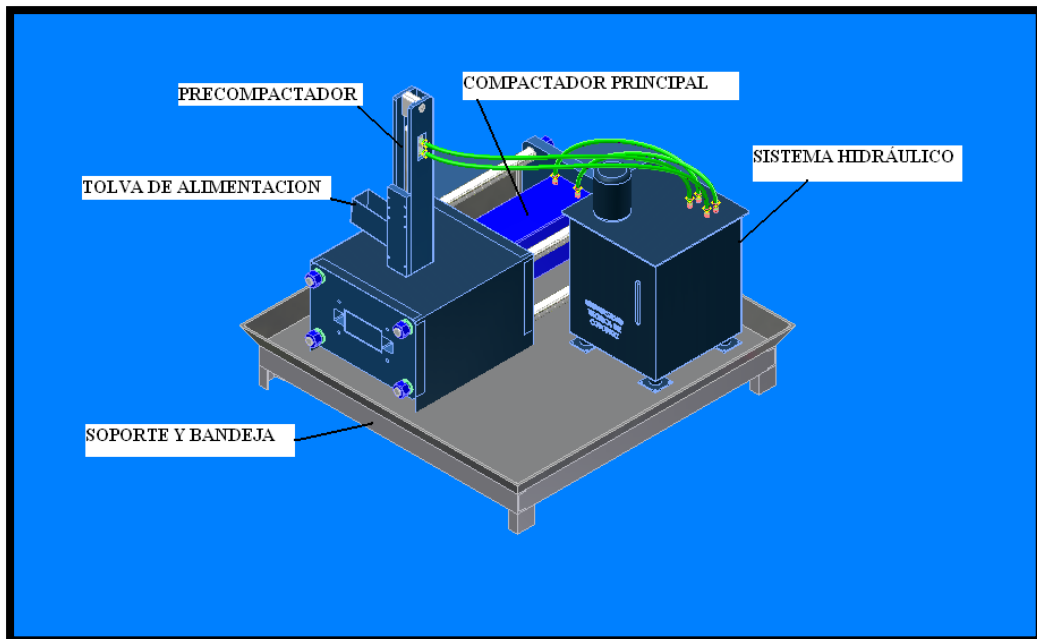
- Siempre verifique el estado de las conexiones eléctricas e hidráulicas de la máquina antes de su arranque.
- Comprobar que el nivel de aceite en el tanque hidráulico, sea el adecuado y su cantidad sea la necesaria para el trabajo.
- Para un uso adecuado, asegúrese de que las protecciones se encuentran debidamente colocadas.
- No trate de retirar material ni de limpiar la máquina durante su operación.
- Utilice siempre los elementos de protección personal.
- Nunca utilice la compactadora a voltaje o presión inadecuada.
- Manejo prohibido a menores de edad.
- Nunca forcé la capacidad de la Briqueteadora.
- En caso de realizar reparaciones, utilice siempre los elementos dentro de los rangos y características necesarias (Válvulas, racores, mangueras de presión).



¡LO QUE NUNCA DEBE HACER!

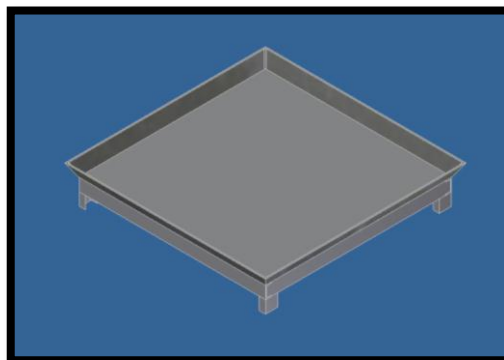
- No dejar encendida la máquina cuando no se esté produciendo (el desgaste de energía es innecesario)
- No intente acceder a la máquina durante el proceso de trabajo.
- Nunca llene las tolvas más de las $\frac{3}{4}$ partes de su capacidad.
- No improvise accesorios ni reparaciones.
- No intente compactar material que no sea viruta de aluminio.
- Nunca se debe producir sin las medidas de seguridad necesarias.

PARTES QUE CONFORMAN LA COMPACTADORA DE ALUMINIO



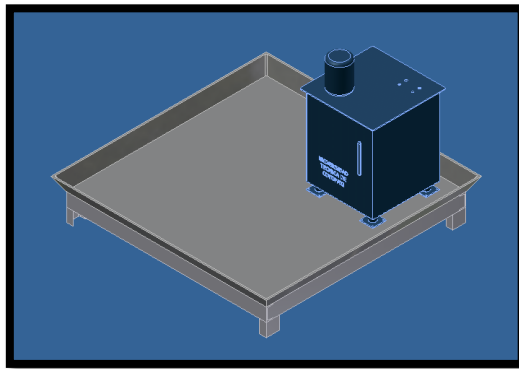
ESTRUCTURA DE SOPORTE Y BANDEJA:

La estructura de soporte y bandeja están soldados entre si lo que permite un soporte suficientemente sólido para los demás componentes del prototipo, esta bandeja sirve además para recolectar el líquido desprendido luego de la compactación del material.



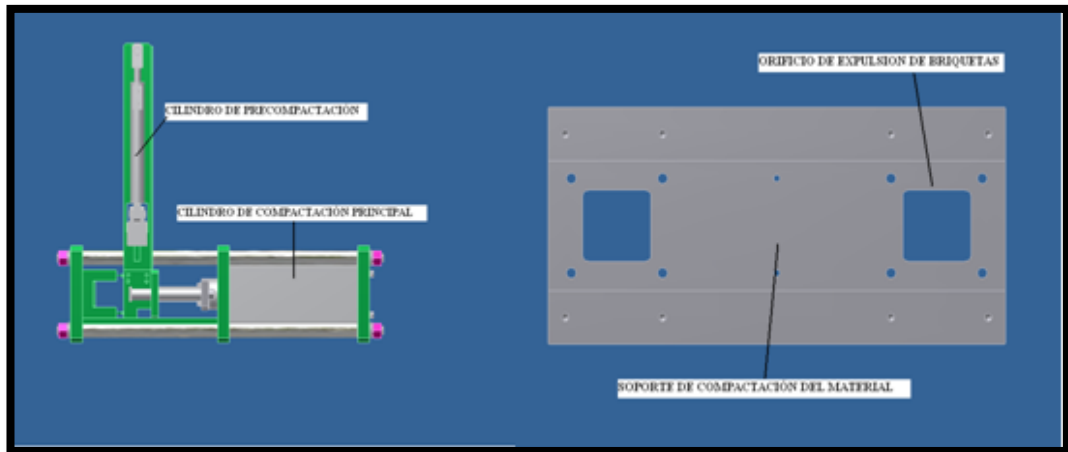
SISTEMA HIDRÁULICO:

Tanto el tanque reservorio de aceite como el motor, la bomba, válvulas y accesorios irán montados sobre la bandeja y fijados a esta por medio de pernos en la posición mostrada a continuación, la importancia de este sistema radica en su gran capacidad para proveer la fuerza y presión requerida para el trabajo, además de ser un sistema muy seguro y limpio de trabajo.



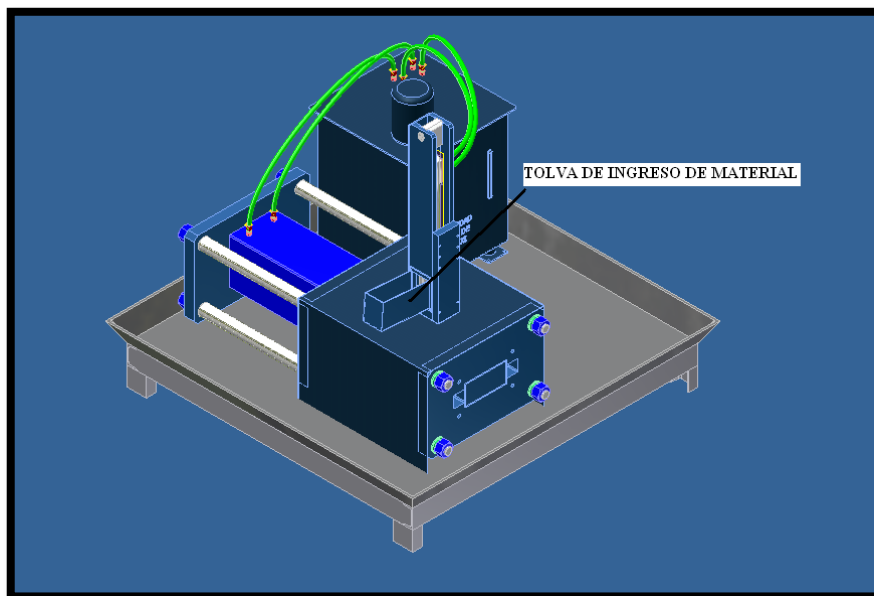
SISTEMA DE COMPACTACIÓN:

Este sistema está conformado por un cilindro de Precompactación que ayuda a que el material ingrese al molde de compactación con una forma y densidad aproximada a la final, luego un cilindro compactador realiza el trabajo de reducir el volumen del material hasta alcanzar la densidad requerida de la briqueta, finalmente un tercer cilindro efectúa el cambio de molde que en un segundo ciclo de trabajo permitirá compactar una nueva briqueta a la vez que permitirá la expulsión de la briqueta anterior, una vista de sus componentes internos muestra su ubicación.



SISTEMA DE ALIMENTACIÓN:

Para alimentar el prototipo se colocó una tolva que se adapta al sistema que se utilice en el lugar de trabajo, sea este por banda transportadora, sistema de tornillo de arrastre, entre otros, la ubicación de la tolva hace que de una manera cómoda el material se deslice dentro de la cámara de Precompactación, a continuación se muestra su ubicación.

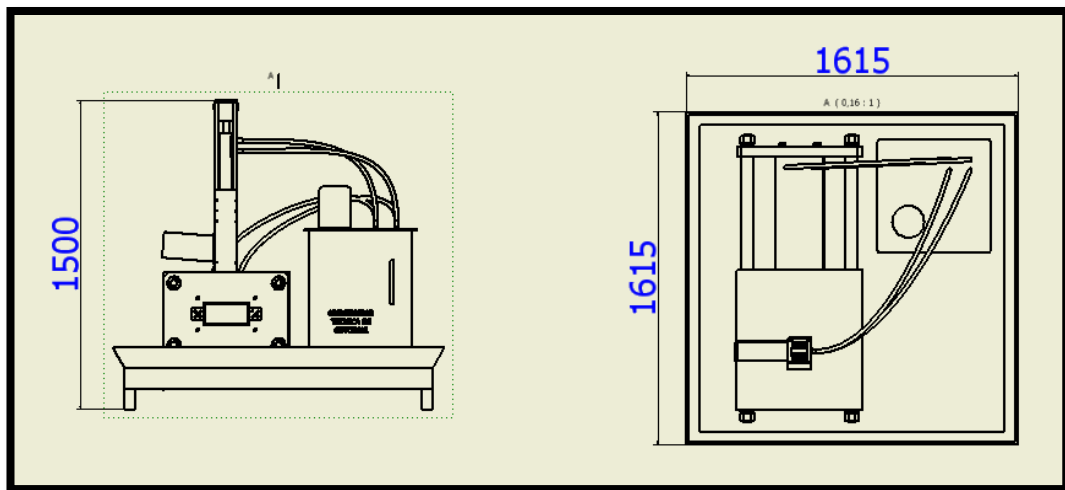


CARACTERISTICAS DE COMPACTADORA:

Voltaje	Potencia HP	Presión	R.P.M	Producción Briquetas/ h
220VΔ 440V λ	Motor eléctrico 45Kw	300 Bar	1750	128

DIMENSIONES:

Las dimensiones finales de la compactadora serán las mostradas a continuación:



COMO USAR LA COMPACTADORA:

- Para iniciar su utilización verifique que las conexiones eléctricas, hidráulicas y las guardas de protección personal se hallen en perfectas condiciones y fijas en su lugar.
- Una vez encendida la compactadora deberá esperar que los cilindros tomen su ubicación inicial de trabajo y a continuación empiece la alimentación con la dosificación precisa en peso ya que el volumen será reducido en cada ciclo de trabajo del equipo.
- Para compactar el material el sistema iniciará la secuencia desde el cilindro Precompactador, luego el cilindro principal dará la densidad, forma y volumen final al aplicar la presión de trabajo, por último el

cilindro de cambio de molde al cambiar su posición hará que el primer ciclo termine, mientras esto ocurre los cilindros volverán a ocupar su posición inicial, en una segunda carga de material se inicia la segunda parte de la secuencia y es en esta que las briquetas empezaran a ser expulsadas por los orificios de descarga a la vez que una nueva briqueta toma su forma..

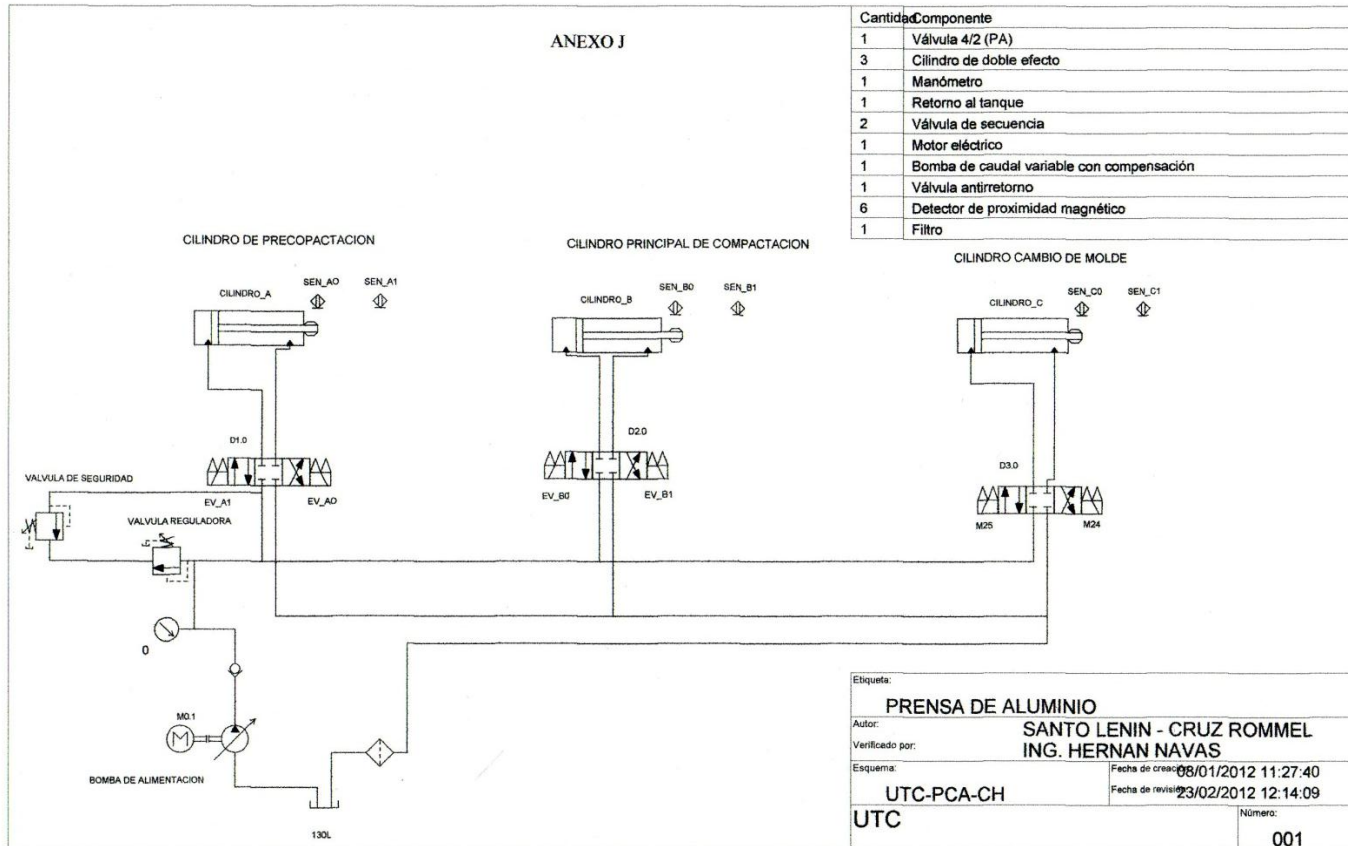
- Para la recolección de las briquetas el usuario puede adicionar un sistema de recolección como rampas u otro método que permitan ubicar estas en recipientes adecuados o lugares destinados a la utilización del producto.

LIMPIEZA

En ocasiones pueden quedar retenidos pequeños residuos en las paredes internas, esto es perfectamente natural y no debe causar preocupación alguna.

Se puede remover fácilmente por lo que se recomienda que durante el proceso de trabajo no se intente retirarlas, de ser necesario detenga el proceso, presione el pulsador de emergencia y coloque una tarjeta de bloqueo, esto ayudará a mantener un ambiente seguro mientras retira los residuos que considere dañinos para el equipo durante el proceso, luego de utilizar la máquina limpiar la parte interior en donde se encuentran los mecanismos con una brocha o simplemente hacer uso de la presión del aire del compresor y utilizando siempre los equipos de protección personal adecuados, siempre se hará con la máquina desconectada del sistema eléctrico.

ANEXO J



Cantidad	Componente
1	Válvula 4/2 (PA)
3	Cilindro de doble efecto
1	Manómetro
1	Retorno al tanque
2	Válvula de secuencia
1	Motor eléctrico
1	Bomba de caudal variable con compensación
1	Válvula antirretorno
6	Detector de proximidad magnético
1	Filtro

Etiqueta:	
PRENSA DE ALUMINIO	
Autor:	SANTO LENIN - CRUZ ROMMEL
Verificado por:	ING. HERNAN NAVAS
Esquema:	UTC-PCA-CH
Fecha de creación:	08/01/2012 11:27:40
Fecha de revisión:	23/02/2012 12:14:09
UTC	Número: 001

ANEXO K

Propiedades de Controladores Simatic S-7200
Tomado de <http://www.siemens.com/S7-200>

Controlador SIMATIC S7-200



SIMATIC S7-200

- El micro-PLC para el máximo efecto de automatización al mínimo coste.
- Montaje, programación y uso particularmente fáciles.
- De alta escala de integración, requiere poco espacio, potente.
- Aplicable tanto para los controles más simples como también para tareas complejas de automatización.
- Aplicable aislado, interconectado en red o en configuraciones descentralizadas.

- El PLC también para los campos donde, por motivos económicos, no se aplicaban hasta ahora autómatas programables.
- Con destacadas prestaciones de tiempo real y potentes posibilidades de comunicación (PPI, PROFIBUS DP, AS Interface, Ethernet)

Para más información, visite la Web:
<http://www.siemens.com/S7-200>

SIMATIC S7-200	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 224 XP	CPU 226
Memoria de programa	4 kbytes	4 kbytes	8/12 kbytes	12/16 kbytes	16/24 kbytes
Memoria de datos	2 kbytes	2 kbytes	8 kbytes	10 kbytes	10 kbytes
Tiempo de ejecución por instrucción binaria	0,22 µs	0,22 µs	0,22 µs	0,22 µs	0,22 µs
Marcas	256	256	256	256	256
Contadores	256	256	256	256	256
Temporizadores	256	256	256	256	256
Entradas / salidas digitales	máx. 10; 10 integradas	máx. 40/38; 14 integradas	máx. 94/74; 24 integradas	máx. 94/74; 24 integradas	máx. 128/120; 40 integradas
Entradas / salidas analógicas	--	máx. 8/2 ó 0/4	máx. 28/7 ó 0/14	máx. 28/7 ó 0/14 3 integradas	máx. 28/7 ó 0/14
Manejo y visualización (HMI)	■	■	■	■	■
Interfaz de comunicación	1 x PPI (punto-a-punto)	1 x PPI (punto-a-punto)	1 x PPI (punto-a-punto)	2 x PPI (punto-a-punto)	2 x PPI (punto-a-punto)
Conectividad en red	--	AS-Interface PROFIBUS DP Ethernet Internet Módem	AS-Interface PROFIBUS DP Ethernet Internet Módem	AS-Interface PROFIBUS DP Ethernet Internet Módem	AS-Interface PROFIBUS DP Ethernet Internet Módem
Reloj tiempo real	opcional	opcional	integrado	integrado	integrado

■ = aplicable/disponible

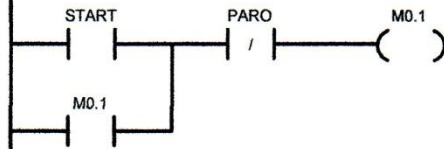
-- = no aplicable/ no disponible

ANEXO L

ANEXO L / PRINCIPAL (OB1)

COMPACTADORA DE VIRUTA DE ALUMINIO

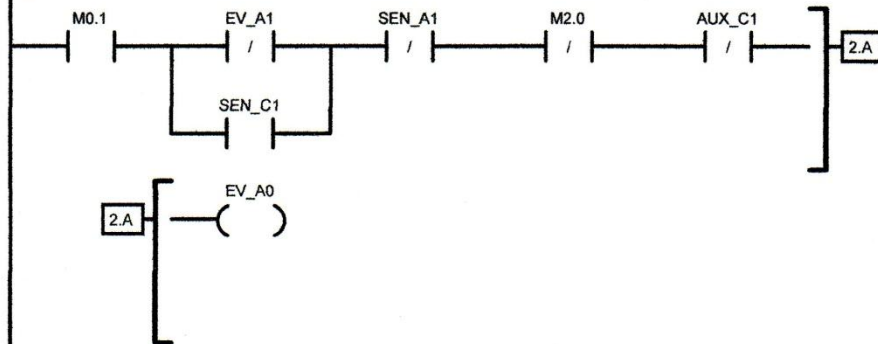
Network 1 A+ B+ A- B- C+ A+ B+ A- B- C-
INICIO DE SECUENCIA, ENCLAVADO



Símbolo	Dirección	Comentario
PARO	I0.0	
START	I0.1	

Network 2

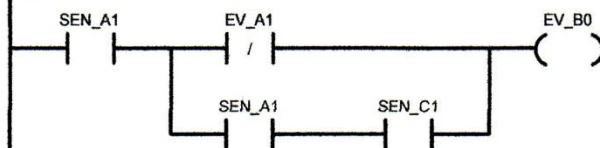
A+



Símbolo	Dirección	Comentario
AUX_C1	M0.3	
EV_A0	Q0.0	
EV_A1	Q0.1	
SEN_A1	I0.3	
SEN_C1	I0.7	

Network 3

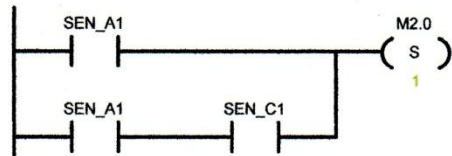
B+



Símbolo	Dirección	Comentario
EV_A1	Q0.1	
EV_B0	Q0.2	
SEN_A1	I0.3	
SEN_C1	I0.7	

Network 4

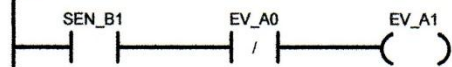
A-



Símbolo	Dirección	Comentario
SEN_A1	I0.3	
SEN_C1	I0.7	

Network 5

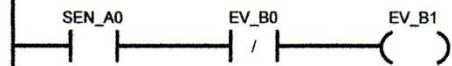
B-



Símbolo	Dirección	Comentario
EV_A0	Q0.0	
EV_A1	Q0.1	
SEN_B1	I0.5	

Network 6

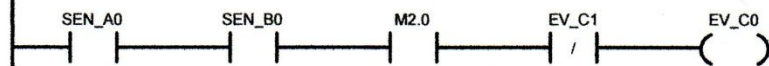
C+



Símbolo	Dirección	Comentario
EV_B0	Q0.2	
EV_B1	Q0.3	
SEN_A0	I0.2	

Network 7

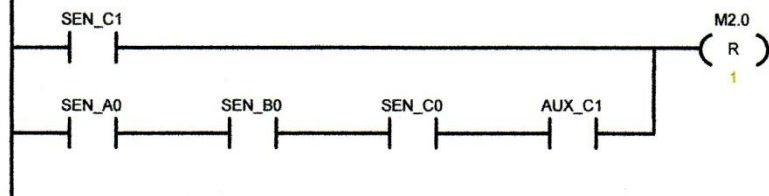
A+



Símbolo	Dirección	Comentario
EV_C0	Q0.4	
EV_C1	Q0.5	
SEN_A0	I0.2	
SEN_B0	I0.4	

Network 8

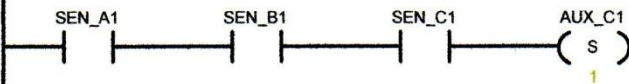
B+



Símbolo	Dirección	Comentario
AUX_C1	M0.3	
SEN_A0	I0.2	
SEN_B0	I0.4	
SEN_C0	I0.6	
SEN_C1	I0.7	

Network 9

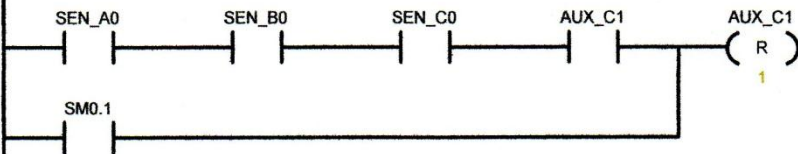
A-



Símbolo	Dirección	Comentario
AUX_C1	M0.3	
SEN_A1	I0.3	
SEN_B1	I0.5	
SEN_C1	I0.7	

Network 10

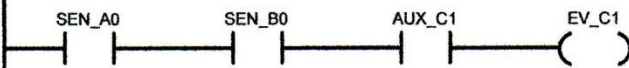
B-



Símbolo	Dirección	Comentario
AUX_C1	M0.3	
SEN_A0	I0.2	
SEN_B0	I0.4	
SEN_C0	I0.6	

Network 11

C-



Símbolo	Dirección	Comentario
AUX_C1	M0.3	
EV_C1	Q0.5	
SEN_A0	I0.2	
SEN_B0	I0.4	

ANEXO N

	MANUAL ANTICIPADO DE MANTENIMIENTO	Pág. 1 de 11
--	---------------------------------------	--------------



PRENSA BRIQUETADORA DE VIRUTA DE ALUMINIO.

RESPONSABLES:

- Cruz Romel
- Lenin Santo

Dirección: Av. Unidad Nacional s/n

Latacunga, Cotopaxi, ECUADOR.

Website: www.cedal.com.

CONTENIDO:

Mantenimiento:

- Generalidades / Introducción.
- Tipos de mantenimiento a utilizar.
- Aspectos positivos del mantenimiento predictivo
- Cuadro de mantenimiento.

Levantamiento del equipo:

- Mecánico.
- Hidráulico.
- Eléctrico.

Plan de mantenimiento a cada equipo:

Análisis de averías:

- Síntoma o falla.
- Posible causa.
- Corrección de la falla.

Mantenimiento y cuidado

- Generalidades

Prensas briquetadoras son prensas para comprimir materiales diferentes.

Todos los trabajos de mantenimiento, de inspección y de limpieza deben ser efectuados sólo cuando la instalación es sin presión y corriente.

- Introducción.

El mantenimiento de cualquier equipo incluye normalmente limpieza, lubricación, ajuste, reparación, cambio de elementos utilizando el concepto de vida útil indicada por el fabricante de dicho elemento; reparaciones propias pero programadas y seguridad. También hay que recordar que el mantenimiento se encuentra estrechamente relacionado con la constante vigilancia de los equipos, la calidad del producto, la productividad y el control de la contaminación.

- Tipos de mantenimiento a utilizar.

Mantenimiento Predictivo.- Busca indicios que permita determinar la falla antes de que ocurra.

Mantenimiento Preventivo.- Realizar actividades con la finalidad de mantener un elemento en una condición específica de operación, por medio de una inspección sistemática, detección y prevención de la falla inminente. Se lo utiliza cuando hay desgaste.

Mantenimiento Correctivo.- Mantenimiento realizado sin un plan de actividades, ni actividades de reparación. Es resultado de la falla o deficiencias.

- Aspectos positivos del Mantenimiento Preventivo:
- Mayor vida útil de las máquinas.
- Aumenta su eficacia y calidad en el trabajo que realizan.
- Incrementa la disponibilidad.
- Aumenta la seguridad operacional.
- Incrementa el cuidado del medio ambiente.

- Cuadro de mantenimiento.

Características del cuadro de mantenimiento:

- Permite visualizar las actividades de mantenimiento en un periodo determinado.
- Permite realizar un seguimiento secuencial.
- La secuencia puede ser diaria, semanal, mensual, bimestral, trimestral, semestral y anual.
- Es una buena referencia para que el personal a cargo del mantenimiento realice la efectividad de este cuadro de mantenimiento.

Detalles del cuadro de mantenimiento:

- a)** Tarea.

Descripción del trabajo a realizar.

- b)** Frecuencia.

Es el periodo con el que se da el mantenimiento:

D = Diario.

S = Semestral.

M = Mensual.

BM = Bimestral.

TM = Trimestral.

SM = Semestral.

A = Anual.

PLAN DE MANTENIMIENTO A CADA EQUIPO:

Sistema: Mecánico	Elemento: Columnas								
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO							A realizar por:	Observaciones
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Prueba de fisuras							x	Operador	Ninguna
Limpieza		x						Operador	Ninguna
Lubricación	x							Operador	Ninguna
Sistema: Mecánico	Elemento: Vástago del cilindro hidráulico								
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO							A realizar por	Observaciones
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Prueba de fisuras							x	Operador	Ninguna
Limpieza		x						Operador	Ninguna
Lubricación	x							Operador	Ninguna
Sistema: Hidráulico	Elemento: Bridas de montaje								
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO							A realizar por	Observaciones
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Limpieza		x						Operador	Ninguna
Reajuste de pernos					x			Operador	Ninguna
Cambio de empaques (O-rings)							x	Mecánico	Ninguna

Sistema: Hidráulico		Elemento: Bomba Hidráulica						A realizar por	Observaciones
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO								
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Inspección de ruido y vibración	x							Operador	Ninguna
Limpieza		x						Operador	Ninguna
Cebiar la bomba	x							Operador	Ninguna
Control de presión y temperatura		x						Operador	Ninguna
Control de alineación de eje con el matrimonio entre la bomba y el motor			x					Operador	Controlar su alineamiento, ajustar sus prisioneros.
Limpieza de filtro de succión y válvula antirretorno					x			Mecánico	Ninguna
Sistema: Hidráulico		Elemento: Filtros de aceite						A realizar por	Observaciones
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO								
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Limpieza de filtro y tubería					x			Operador	Ninguna
Cambio de filtro							x	Operador	Ninguna

Sistema: Hidráulico	Elemento: Manómetros							A realizar por	Observaciones
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO								
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Limpieza de tubería					x			Operador	Ninguna
Cambio de manómetro							x	Operador	Ninguna
Sistema: Hidráulico	Elemento: Válvulas hidráulicas							A realizar por	Observaciones
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO								
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Verificar el estado de los cables					x			Operador	Ninguna
Verificar el estado de los contactos				x				Operador	Ninguna
Realizar cambios de los empaques							x	Mecánico	Ninguna
Calibración de la válvula			x					Técnico	Ninguna

MANUAL ANTICIPADO DE
MANTENIMIENTO

Pág. 8 de 11

Sistema:		Elemento:							
Hidráulico		Tanque de aceite							
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO							A realizar por	Observaciones
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Limpieza de sedimentos						x		Operador	Ninguna
Reajuste de pernos de las tapas						x		Operador	Ninguna
Cambio de aceite							x	Operador	Ninguna
Sistema:		Elemento:							
Eléctrico		Motor Eléctrico							
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO							A realizar por	Observaciones
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Inspección de ruido y de vibración					x			Operador	Reajustar los tornillos
Bobinas del estator y rotor		x						Técnico	Ninguna
Soportes					x			Operador	Reajustar los tornillos
Cajas de conexión, conexión a tierra							x	Operador	Limpiar interior y reapretar tornillos
Limpieza		x						Operador	Tener cuidado con resbalarse si existe fugas de aceite
Ventilador					x			Técnico	Controlar y substituir si sus aletas han sufrido daño

		MANUAL ANTICIPADO DE MANTENIMIENTO						Pág. 9 de 11	
Sistema: Eléctrico		Elemento: Finales de Carrera							
Tarea propuesta		FRECUENCIA CHEQUEO						A realizar por	Observaciones
		D	S	M	BM	TM	SM		
Verificar el estado de los cables			x					Operador	Ninguna
Verificar el estado de los contactos			x					Operador	Ninguna
Limpieza			x					Operador	Ninguna
Sistema: Eléctrico		Elemento: Sensor inductivo							
Tarea propuesta		FRECUENCIA CHEQUEO						A realizar por	Observaciones
		D	S	M	BM	TM	SM		
Verificar el estado de los cables			x					Operador	Ninguna
Verificar la captación de metales			x					Operador	Ninguna
Limpieza			x					Operador	Ninguna
Sistema: Eléctrico		Elemento: Contactores							
Tarea propuesta		FRECUENCIA CHEQUEO						A realizar por	Observaciones
		D	S	M	BM	TM	SM		
Verificar el estado de los contactos				x				Operador	Ninguna

Sistema: Eléctrico		Elemento: Breakers						A realizar por	Observaciones
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO								
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Verificar el estado de los contactos		x						Operador	Ninguna
Limpieza de contactos					x			Operador	Ninguna
Sistema: Eléctrico		Elemento: Relés Auxiliares						A realizar por	Observaciones
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO								
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Verificar el estado de los cables			x					Operador	Ninguna
Verificar el estado de los contactos			x					Operador	Ninguna
Limpieza			x					Operador	Ninguna
Sistema: Eléctrico		Elemento: Fuente de voltaje Vcc						A realizar por	Observaciones
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO								
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Verificar el estado de los cables			x					Operador	Ninguna

ANEXO L



MANUAL DE MANTENIMIENTO:

CEDAL S.A.

Prensa briquetadora de viruta de aluminio.

RESPONSABLES:

Lenin Santo

Cruz Romel

Dirección: Av. Unidad Nacional s/n

Latacunga, Cotopaxi, ECUADOR.

Website: www.cedal.com.

CONTENIDO:**Mantenimiento:**

- Generalidades / Introducción.
- Tipos de mantenimiento a utilizar.
- Aspectos positivos del mantenimiento predictivo
- Cuadro de mantenimiento.

Levantamiento del equipo:

- Mecánico.
- Hidráulico.
- Eléctrico.

Plan de mantenimiento a cada equipo:**Análisis de averías:**

- Síntoma o falla.
- Posible causa.
- Corrección de la falla.

Mantenimiento y cuidado

- Generalidades

Prensas briquetadoras son prensas para comprimir materiales diferentes.

Todos los trabajos de mantenimiento, de inspección y de limpieza deben ser efectuados sólo cuando la instalación es sin presión y corriente.

- Introducción.

El mantenimiento de cualquier equipo incluye normalmente limpieza, lubricación, ajuste, reparación, cambio de elementos utilizando el concepto de vida útil indicada por el fabricante de dicho elemento; reparaciones propias pero programadas y seguridad. También hay que recordar que el mantenimiento se encuentra estrechamente relacionado con la constante vigilancia de los equipos, la calidad del producto, la productividad y el control de la contaminación.

- Tipos de mantenimiento a utilizar.

Mantenimiento Predictivo.- Busca indicios que permita determinar la falla antes de que ocurra.

Mantenimiento Preventivo.- Realizar actividades con la finalidad de mantener un elemento en una condición específica de operación, por medio de una inspección sistemática, detección y prevención de la falla inminente. Se lo utiliza cuando hay desgaste.

Mantenimiento Correctivo.- Mantenimiento realizado sin un plan de actividades, ni actividades de reparación. Es resultado de la falla o deficiencias.

- Aspectos positivos del Mantenimiento Preventivo:
- Mayor vida útil de las máquinas.
- Aumenta su eficacia y calidad en el trabajo que realizan.
- Incrementa la disponibilidad.
- Aumenta la seguridad operacional.
- Incrementa el cuidado del medio ambiente.

➤ Cuadro de mantenimiento.

Características del cuadro de mantenimiento:

- Permite visualizar las actividades de mantenimiento en un periodo determinado.
- Permite realizar un seguimiento secuencial.
- La secuencia puede ser diaria, semanal, mensual, bimestral, trimestral, semestral y anual.
- Es una buena referencia para que el personal a cargo del mantenimiento realice la efectividad de este cuadro de mantenimiento.

Detalles del cuadro de mantenimiento:

c) Tarea.

Descripción del trabajo a realizar.

d) Frecuencia.

Es el periodo con el que se da el mantenimiento:

D = Diario.

S = Semestral.

M = Mensual.

BM = Bimestral.

TM = Trimestral.

SM = Semestral.

A = Anual.

PLAN DE MANTENIMIENTO A CADA EQUIPO:

Sistema: Mecánico	Elemento: Columnas								
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO							A realizar por:	Observaciones
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Prueba de fisuras							x	Operador	Ninguna
Limpieza		x						Operador	Ninguna
Lubricación	x							Operador	Ninguna
Sistema: Mecánico	Elemento: Vástago del cilindro hidráulico								
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO							A realizar por	Observaciones
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Prueba de fisuras							x	Operador	Ninguna
Limpieza		x						Operador	Ninguna
Lubricación	x							Operador	Ninguna
Sistema: Hidráulico	Elemento: Bridas de montaje								
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO							A realizar por	Observaciones
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Limpieza		x						Operador	Ninguna
Reajuste de pernos					x			Operador	Ninguna
Cambio de empaques (O-rings)							x	Mecánico	Ninguna

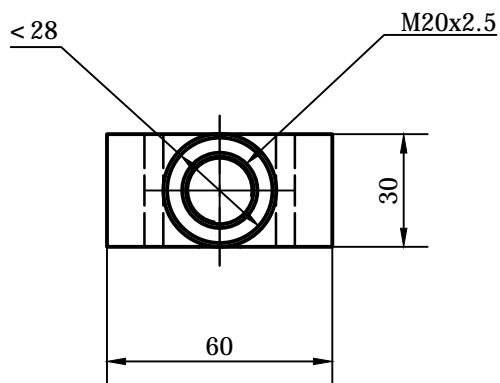
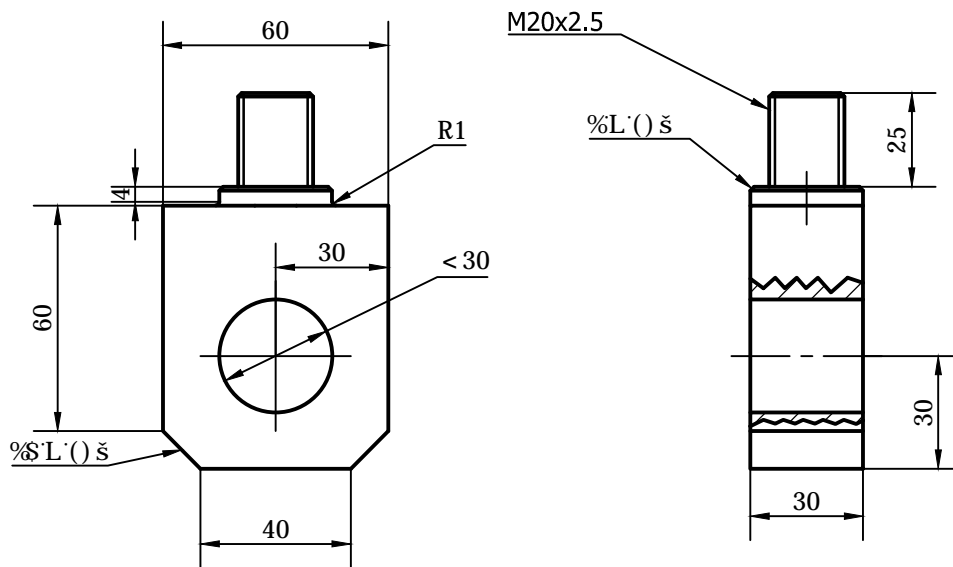
Sistema: Hidráulico		Elemento: Bomba Hidráulica						A realizar por	Observaciones
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO								
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Inspección de ruido y vibración	x							Operador	Ninguna
Limpieza		x						Operador	Ninguna
Cebiar la bomba	x							Operador	Ninguna
Control de presión y temperatura		x						Operador	Ninguna
Control de alineación de eje con el matrimonio entre la bomba y el motor			x					Operador	Controlar su alineamiento, ajustar sus prisioneros.
Limpieza de filtro de succión y válvula antirretorno					x			Mecánico	Ninguna
Sistema: Hidráulico		Elemento: Filtros de aceite						A realizar por	Observaciones
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO								
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Limpieza de filtro y tubería					x			Operador	Ninguna
Cambio de filtro							x	Operador	Ninguna

Sistema: Hidráulico	Elemento: Manómetros							A realizar por	Observaciones
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO								
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Limpieza de tubería					x			Operador	Ninguna
Cambio de manómetro							x	Operador	Ninguna
Sistema: Hidráulico	Elemento: Válvulas hidráulicas							A realizar por	Observaciones
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO								
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Verificar el estado de los cables					x			Operador	Ninguna
Verificar el estado de los contactos				x				Operador	Ninguna
Realizar cambios de los empaques							x	Mecánico	Ninguna
Calibración de la válvula			x					Técnico	Ninguna

Sistema: Hidráulico		Elemento: Tanque de aceite							
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO							A realizar por	Observaciones
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Limpieza de sedimentos						x		Operador	Ninguna
Reajuste de tornillos de las tapas						x		Operador	Ninguna
Cambio de aceite							x	Operador	Ninguna
Sistema: Eléctrico		Elemento: Motor Eléctrico							
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO							A realizar por	Observaciones
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Inspección de ruido y de vibración					x			Operador	Reajustar los tornillos
Bobinas del estator y rotor		x						Técnico	Ninguna
Soportes					x			Operador	Reajustar los tornillos
Cajas de conexión, conexión a tierra							x	Operador	Limpieza interior y reapretar tornillos
Limpieza		x						Operador	Tener cuidado con resbalarse si existe fugas de aceite
Ventilador					x			Técnico	Controlar y substituir si sus aletas han sufrido daño

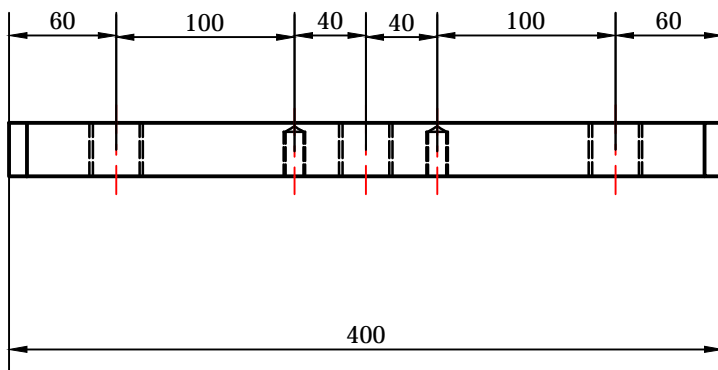
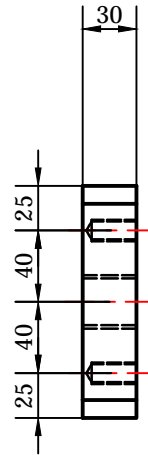
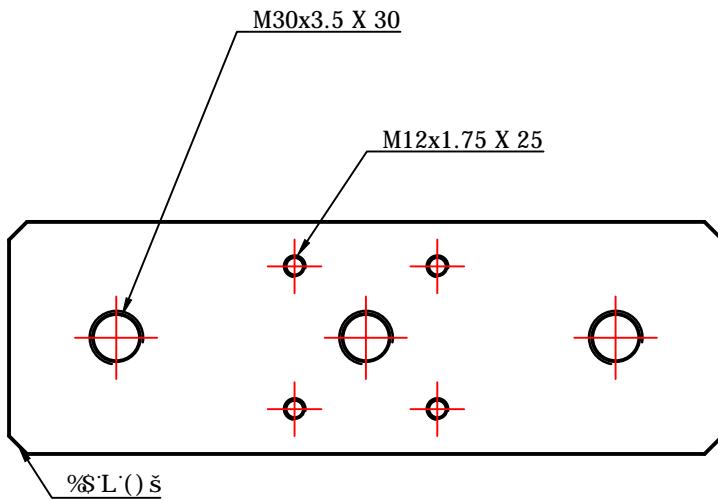
Sistema: Eléctrico	Elemento: Finales de Carrera							A realizar por	Observaciones
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO							A realizar por	Observaciones
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Verificar el estado de los cables		x						Operador	Ninguna
Verificar el estado de los contactos		x						Operador	Ninguna
Limpieza		x						Operador	Ninguna
Sistema: Eléctrico	Elemento: Sensor inductivo							A realizar por	Observaciones
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO							A realizar por	Observaciones
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Verificar el estado de los cables		x						Operador	Ninguna
Verificar la captación de metales		x						Operador	Ninguna
Limpieza		x						Operador	Ninguna
Sistema: Eléctrico	Elemento: Contactores							A realizar por	Observaciones
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO							A realizar por	Observaciones
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Verificar el estado de los contactos			x					Operador	Ninguna

Sistema: Eléctrico	Elemento: Breakers								
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO							A realizar por	Observaciones
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Verificar el estado de los contactos		x						Operador	Ninguna
Limpieza de contactos					x			Operador	Ninguna
Sistema: Eléctrico	Elemento: Relés Auxiliares								
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO							A realizar por	Observaciones
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Verificar el estado de los cables			x					Operador	Ninguna
Verificar el estado de los contactos			x					Operador	Ninguna
Limpieza			x					Operador	Ninguna
Sistema: Eléctrico	Elemento: Fuente de voltaje Vcc								
Tarea propuesta	FRECUENCIA CHEQUEO							A realizar por	Observaciones
	D	S	M	BM	TM	SM	A		
Verificar el estado de los cables			x					Operador	Ninguna

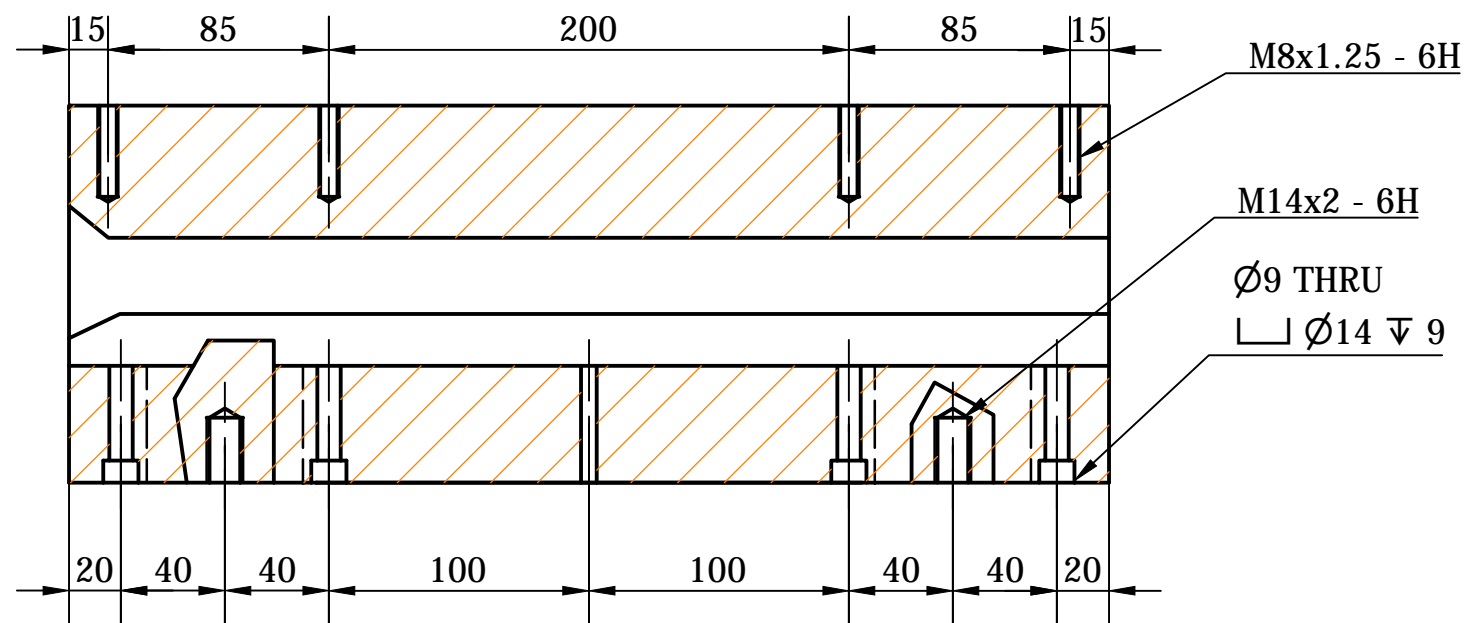
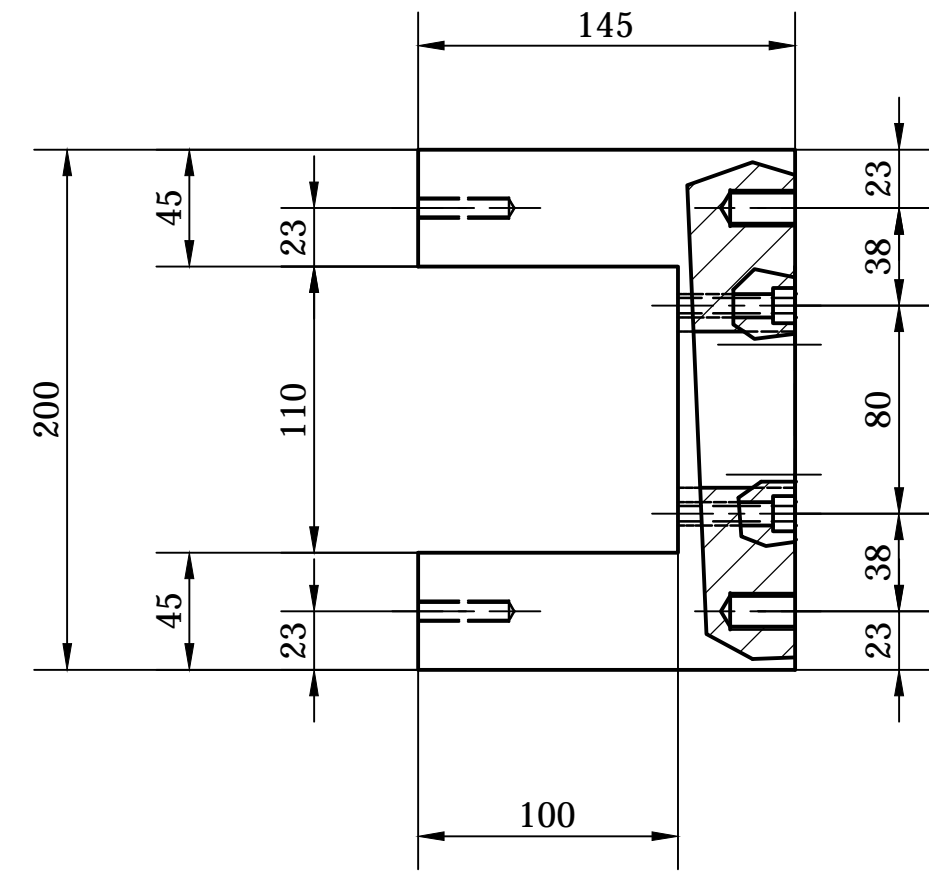
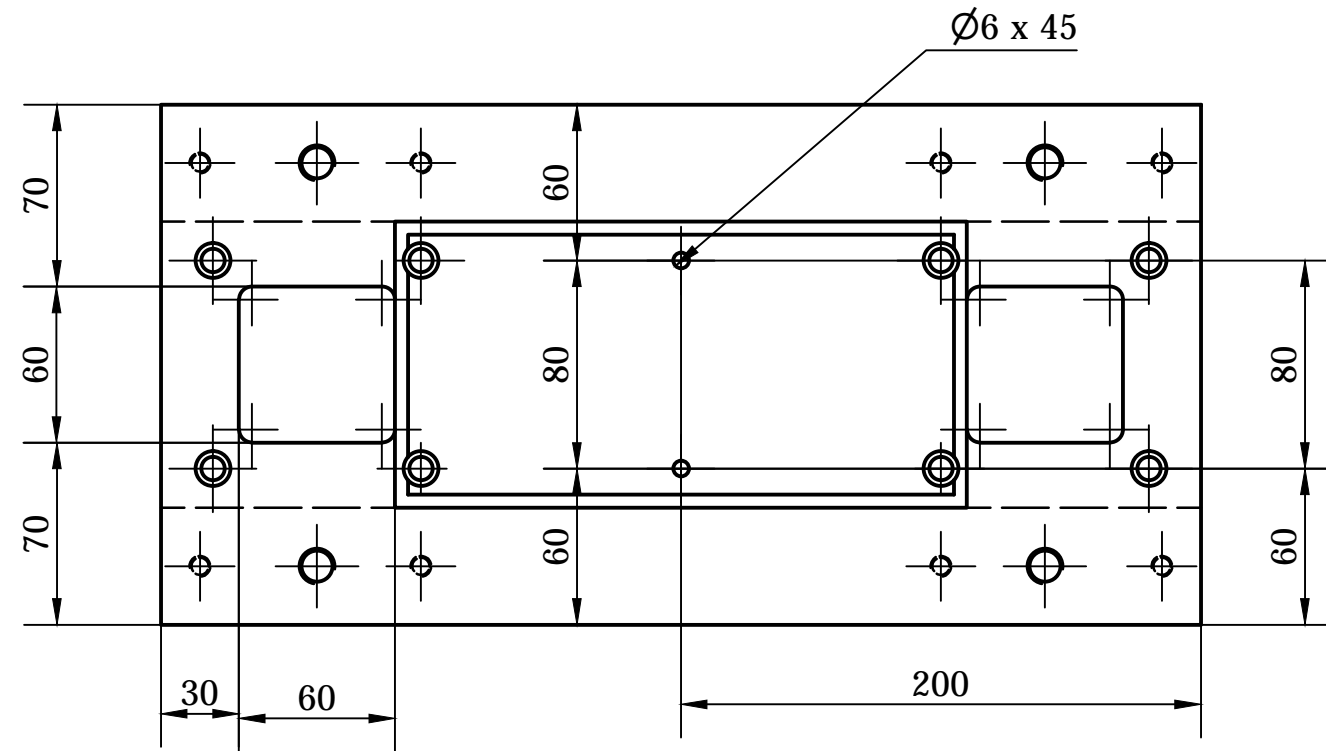


(1 : 2)

Designed by R. CRUZ - L. SANTO	Checked by Ing. H. NAVAS	Approved by Ing. H. NAVAS	Date	Date 25/01/2012	
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI		UTC-PCA-CG021			
		BASE PISTON PRECOMPACTACION	Edition	Sheet 1 / 1	

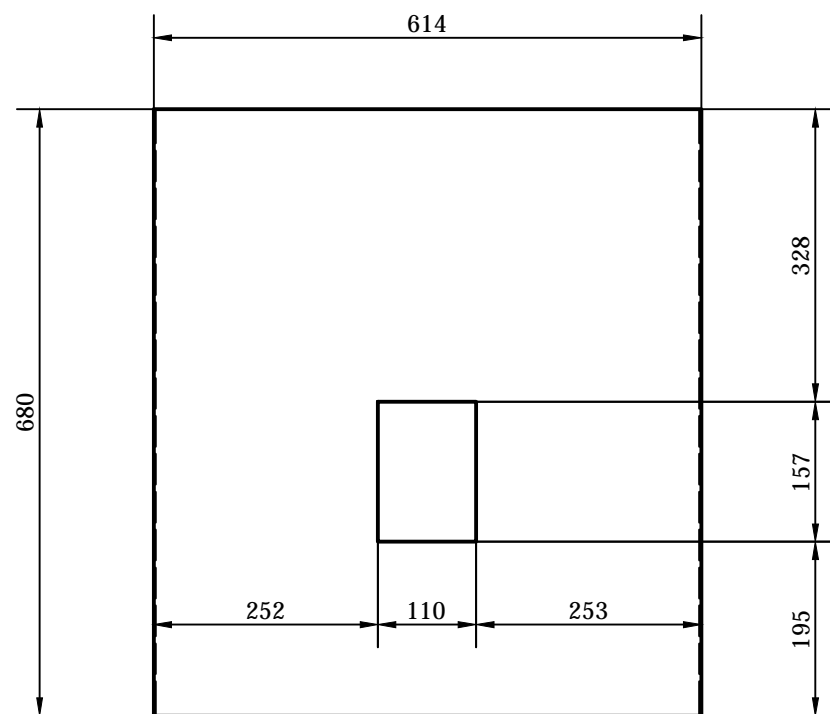
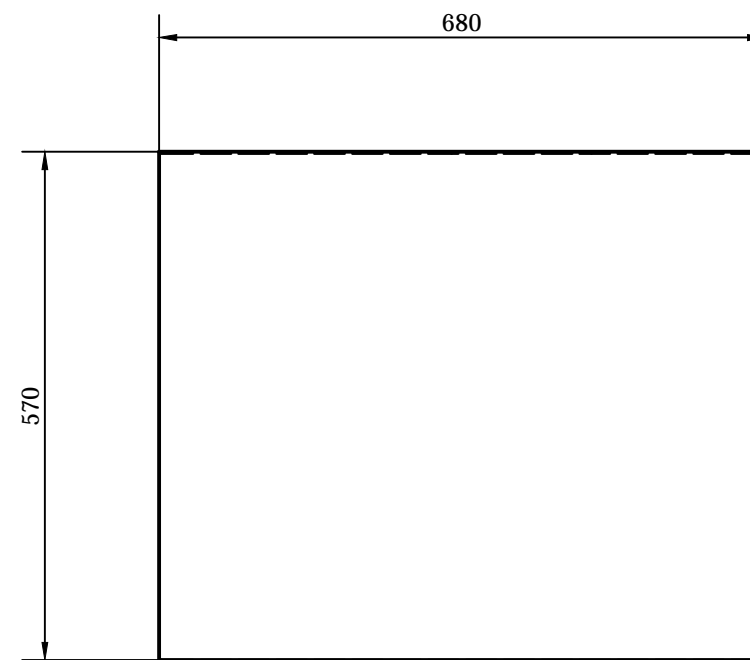
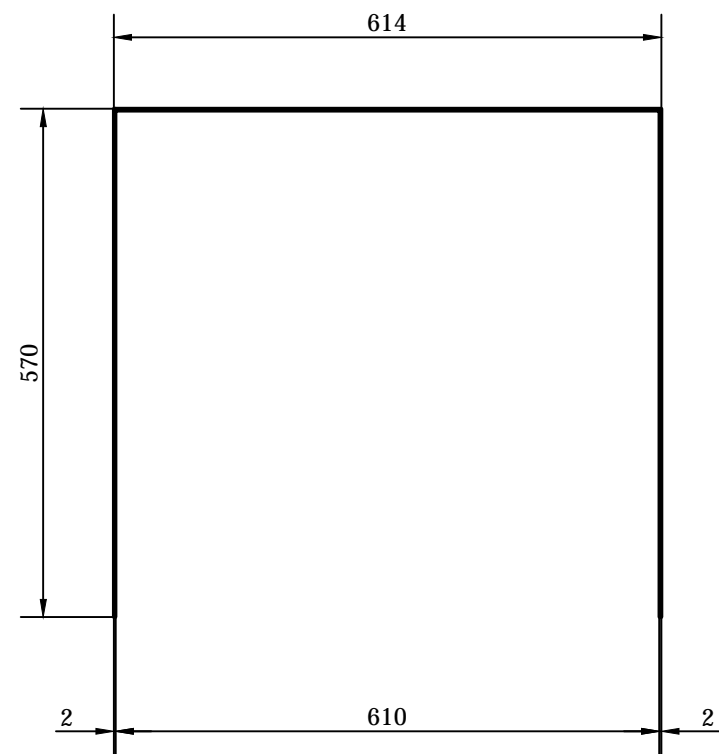


Designed by R.CRUIZ - L. SANTO	Checked by Ing. H.NAVAS	Approved by Ing. H.NAVAS	Date	Date 18/10/2011	
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI		UTC-PCA-BEC016			
		BASE EMBOLO COMPACTADOR	Edition 001	Sheet 1 / 1	

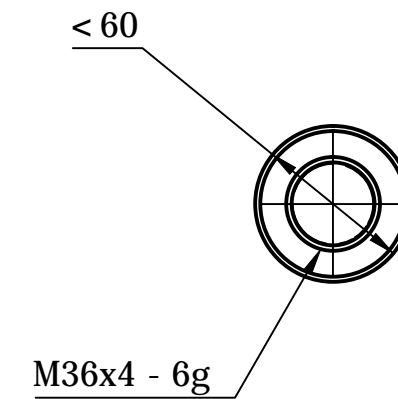
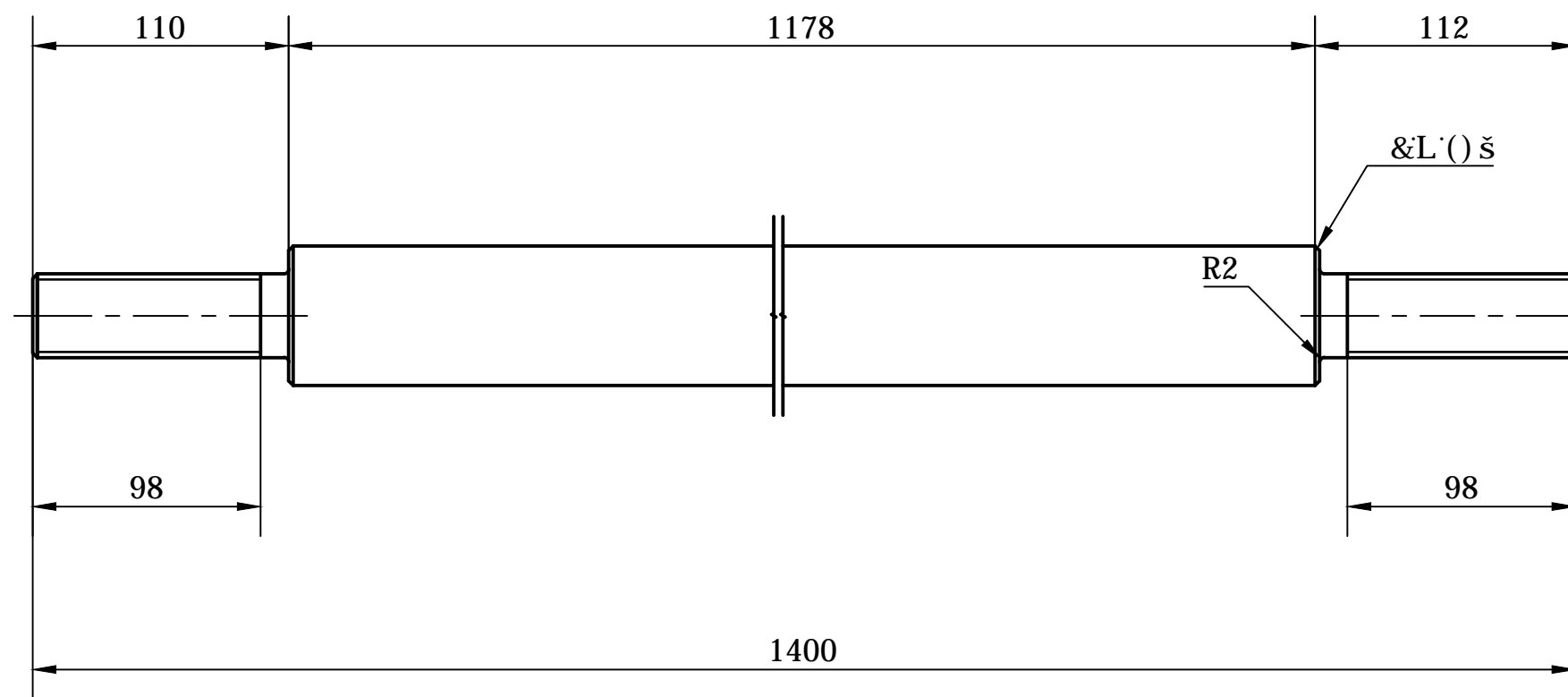


(1 : 4)

Designed by R CRUZ- L SANTO	Checked by ING. H Navas	Approved by ING. H Navas	Date	Date 01/02/2012	
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI			UTC - PCA-CC 005		
			CAMISA	Edition 001	Sheet 1 / 1

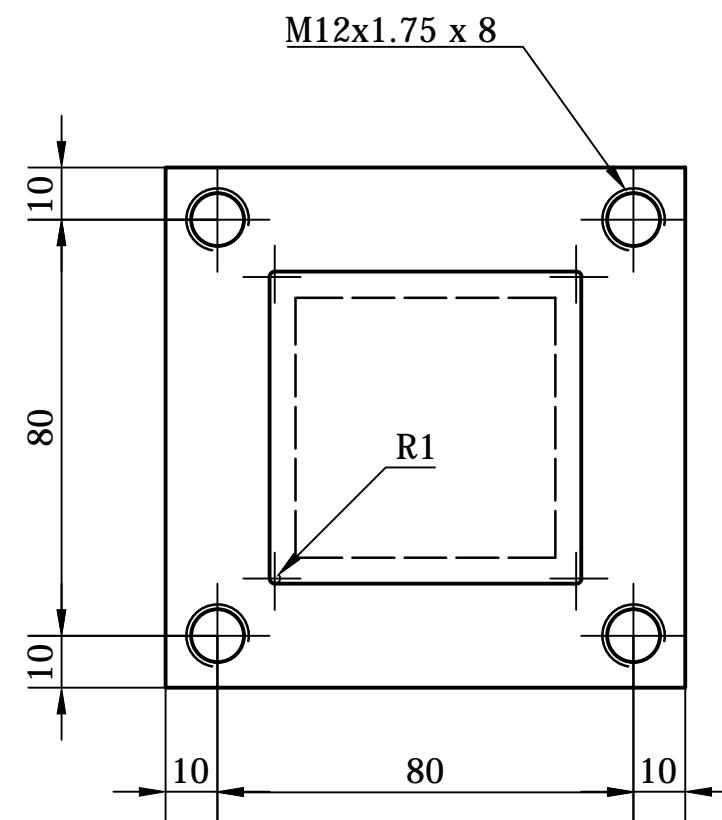
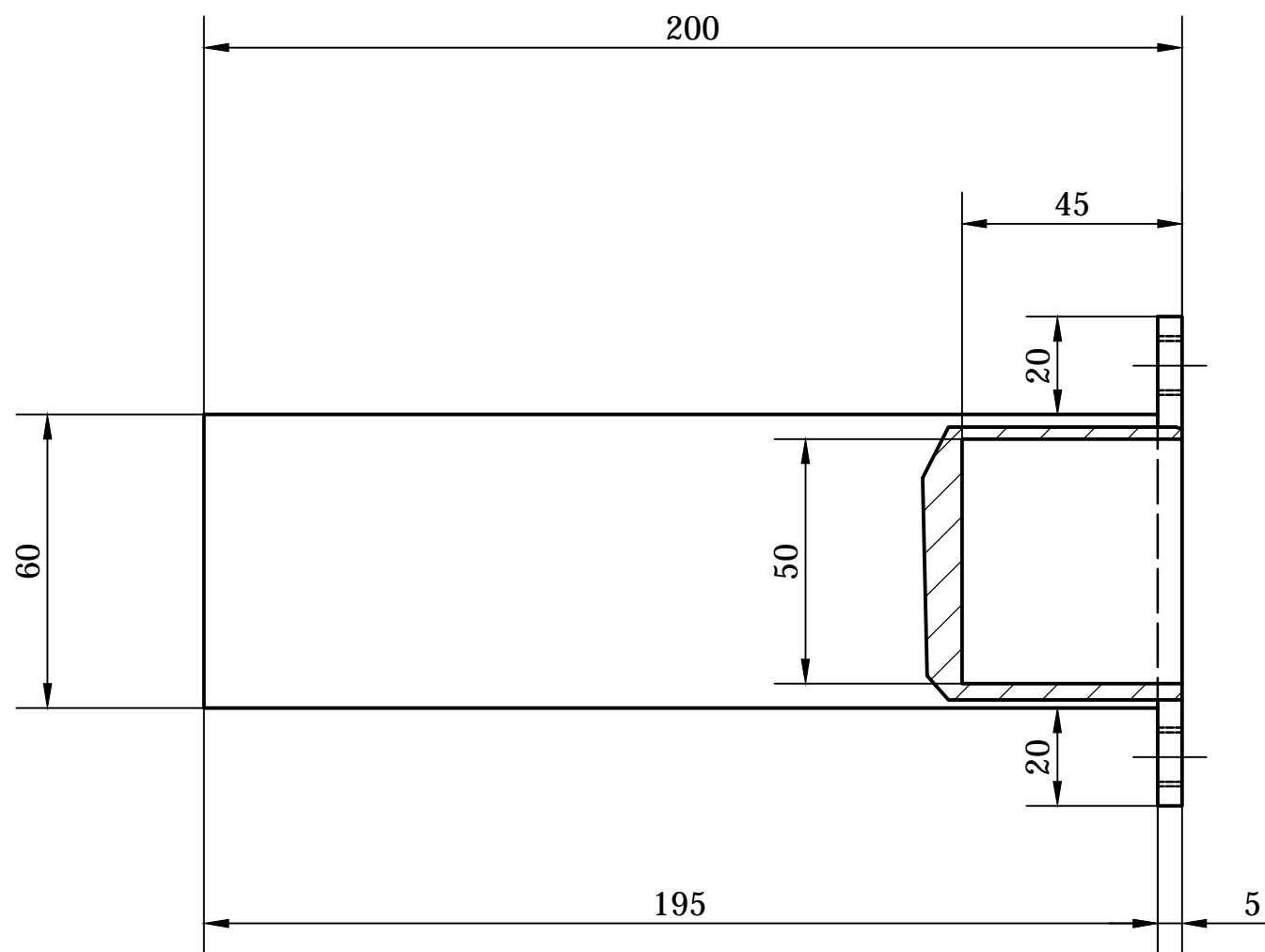


Designed by R. CRUZ - L. SANTO	Checked by ING. H Navas	Approved by ING. H Navas	Date	Date 02/02/2012	
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI		UTC - PCA- CG 021			
GUARDA			Edition 001	Sheet 1 / 1	



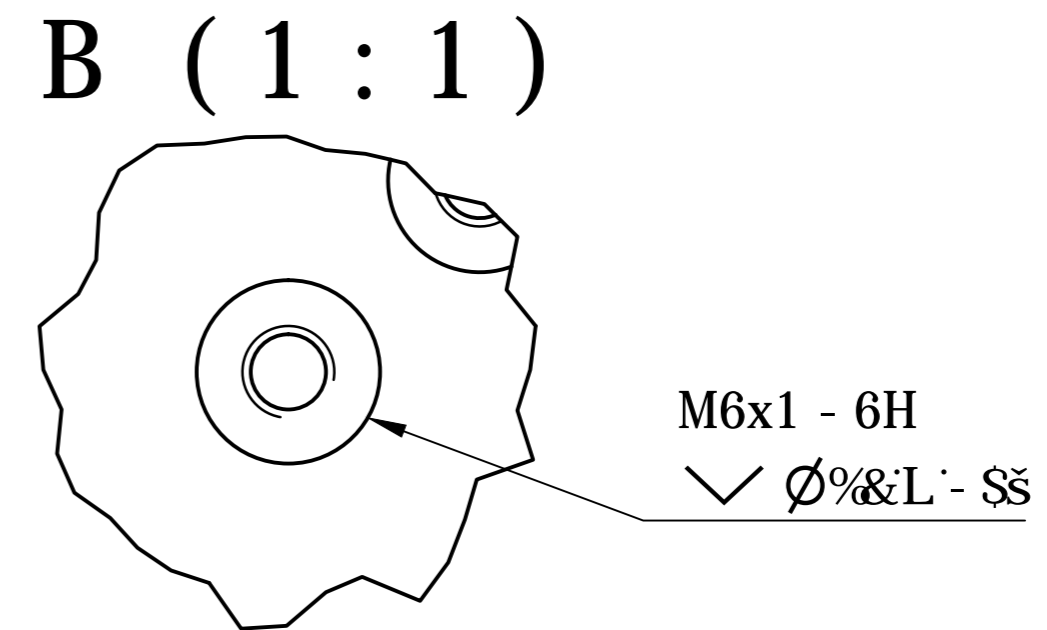
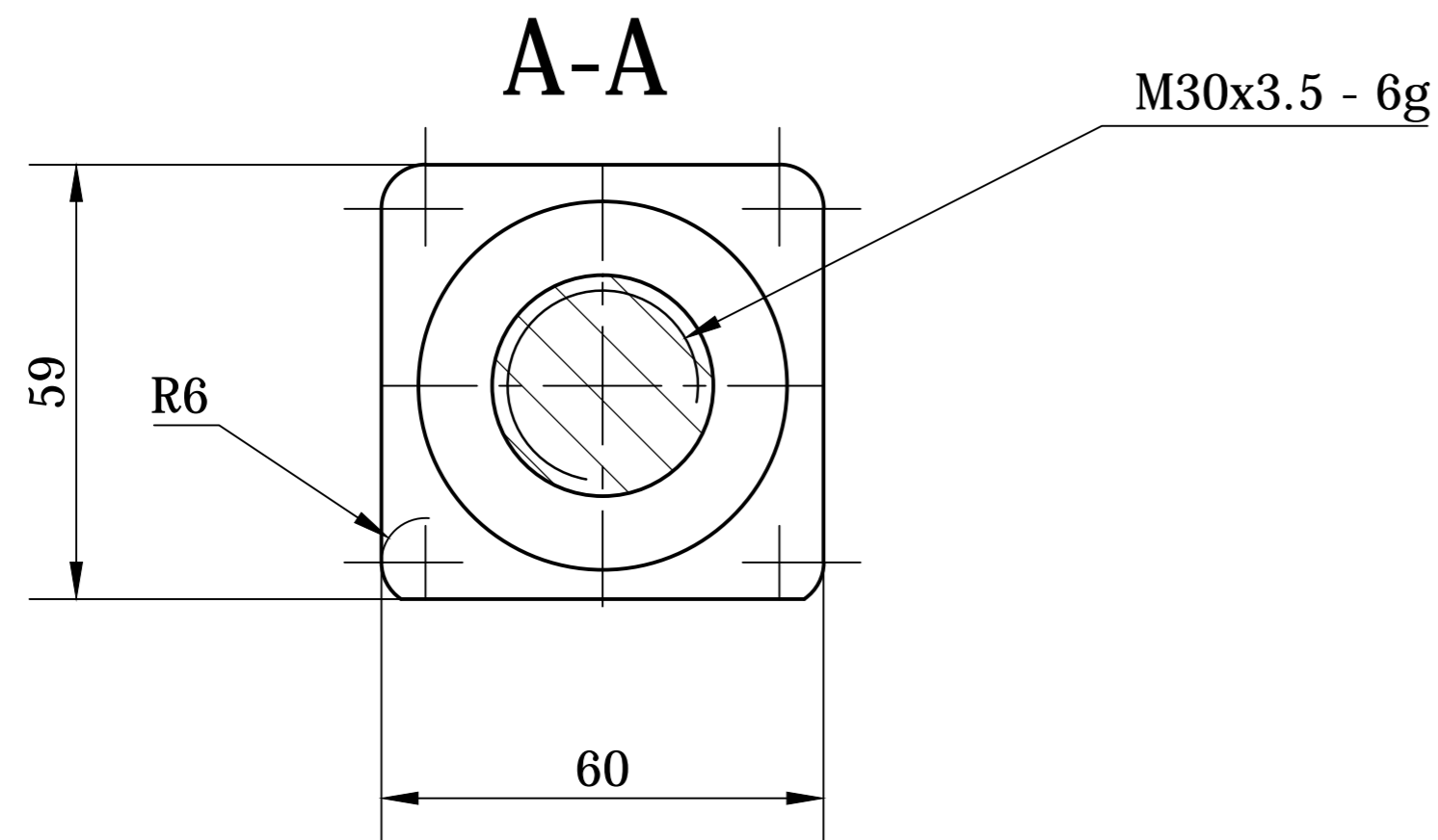
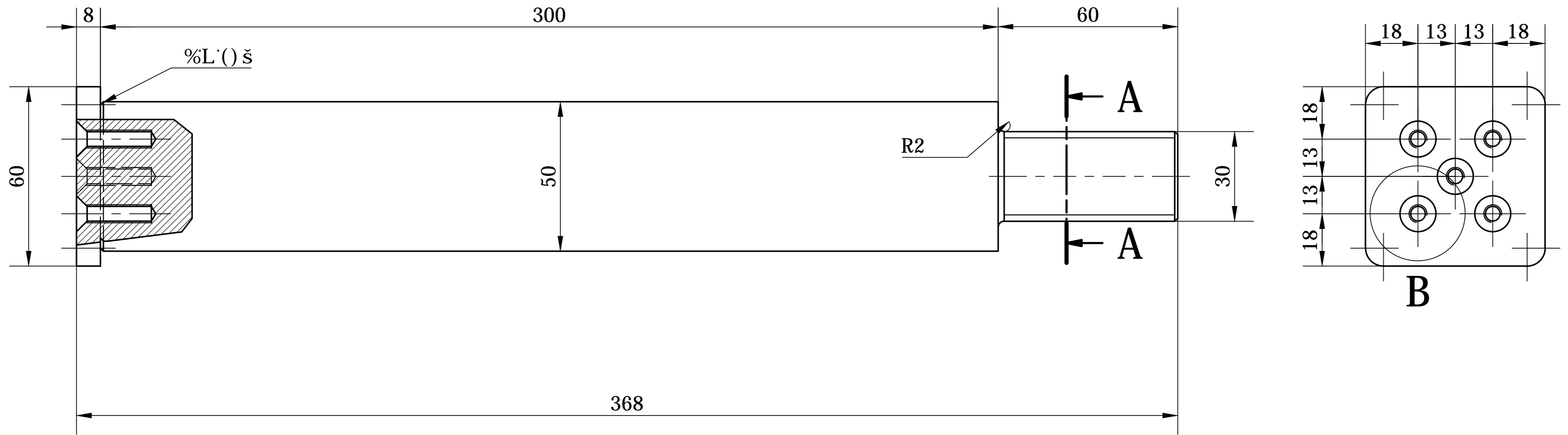
(1 : 4)

Designed by R. CRUZ - L. SANTO	Checked by ING. H Navas	Approved by ING. H Navas	Date	Date 02/02/2012	
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI		UTC- PCA- EC 014			
		Eje soporte cilindro	Edition 001	Sheet 1 / 1	



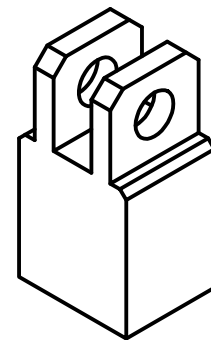
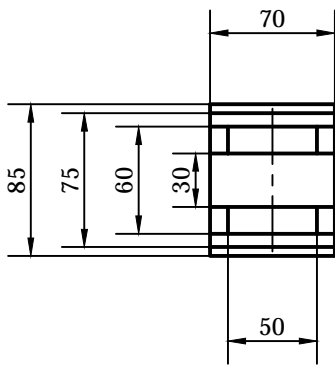
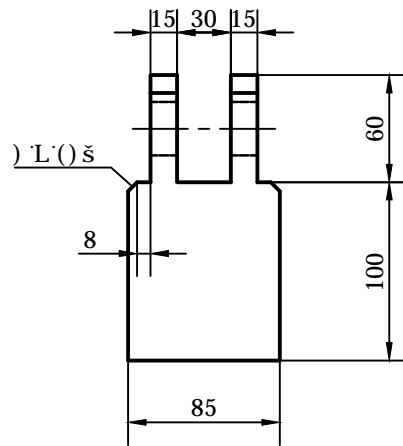
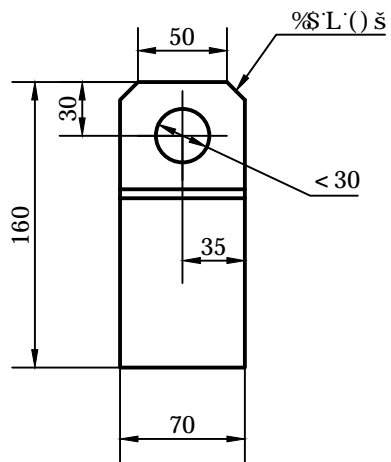
(1 : 2)

Designed by R. CRUZ - L. SANTO	Checked by ING. H Navas	Approved by ING. H Navas	Date	Date 02/02/2012	
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI		UTC- PCA- EM 015			
		EMBOLO DE COMP.	Edition 001	Sheet 1 / 1	



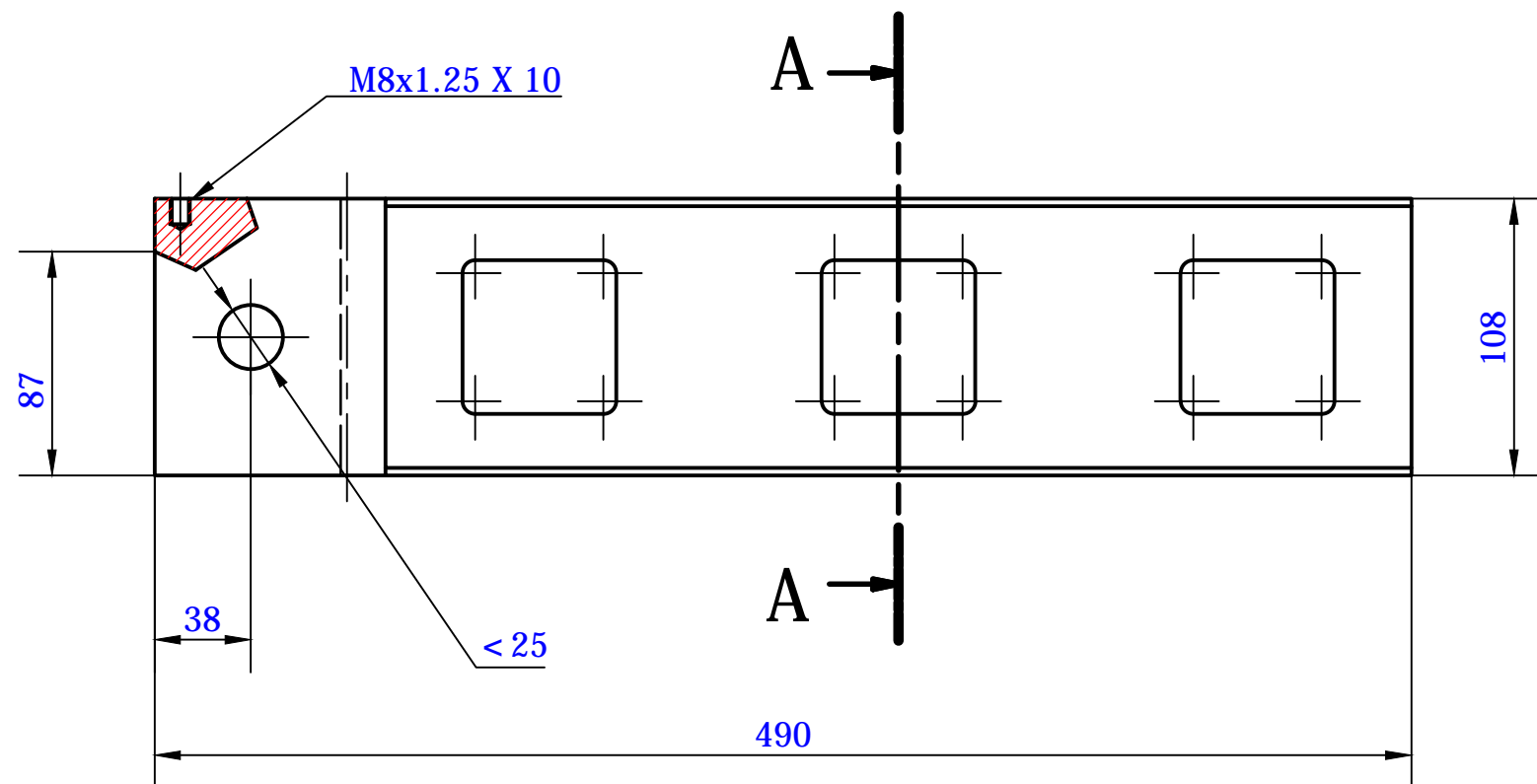
(1 : 2)

Designed by R. CRUZ - L. SANTO	Checked by ING. H Navas	Approved by ING. H Navas	Date	Date 02/02/2012	
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI		UTC- PCA- EX 017			
		EXPULSOR	Edition 001	Sheet 1 / 1	

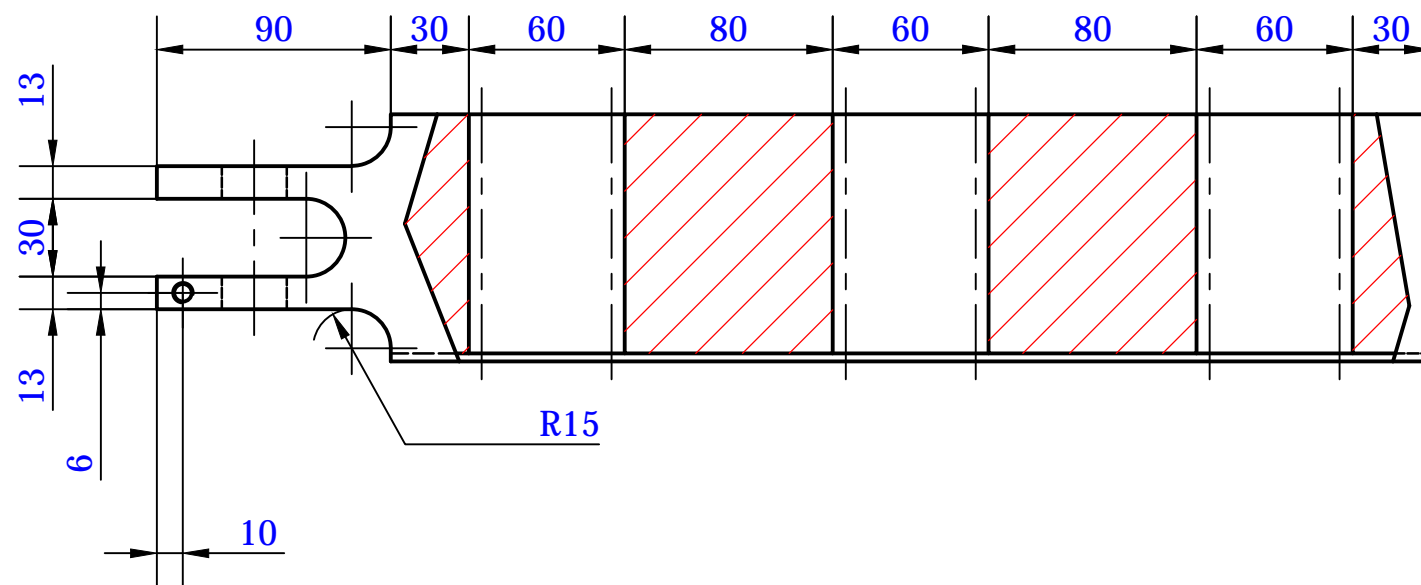
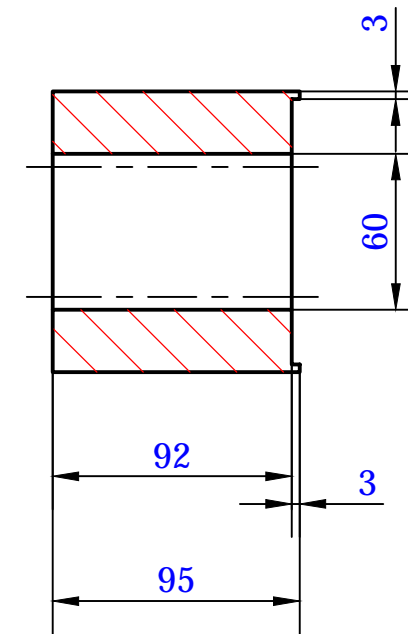


(1 : 4)

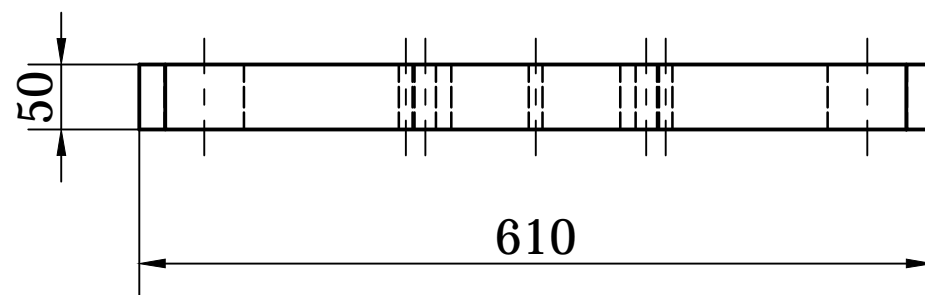
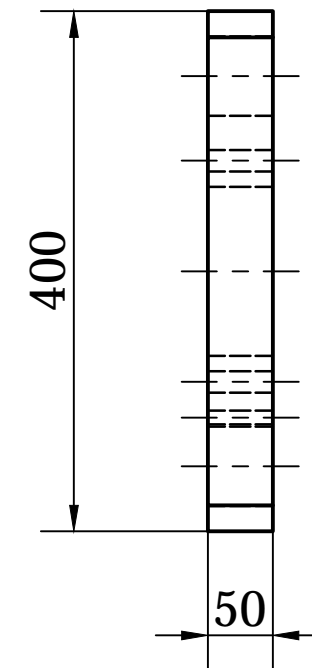
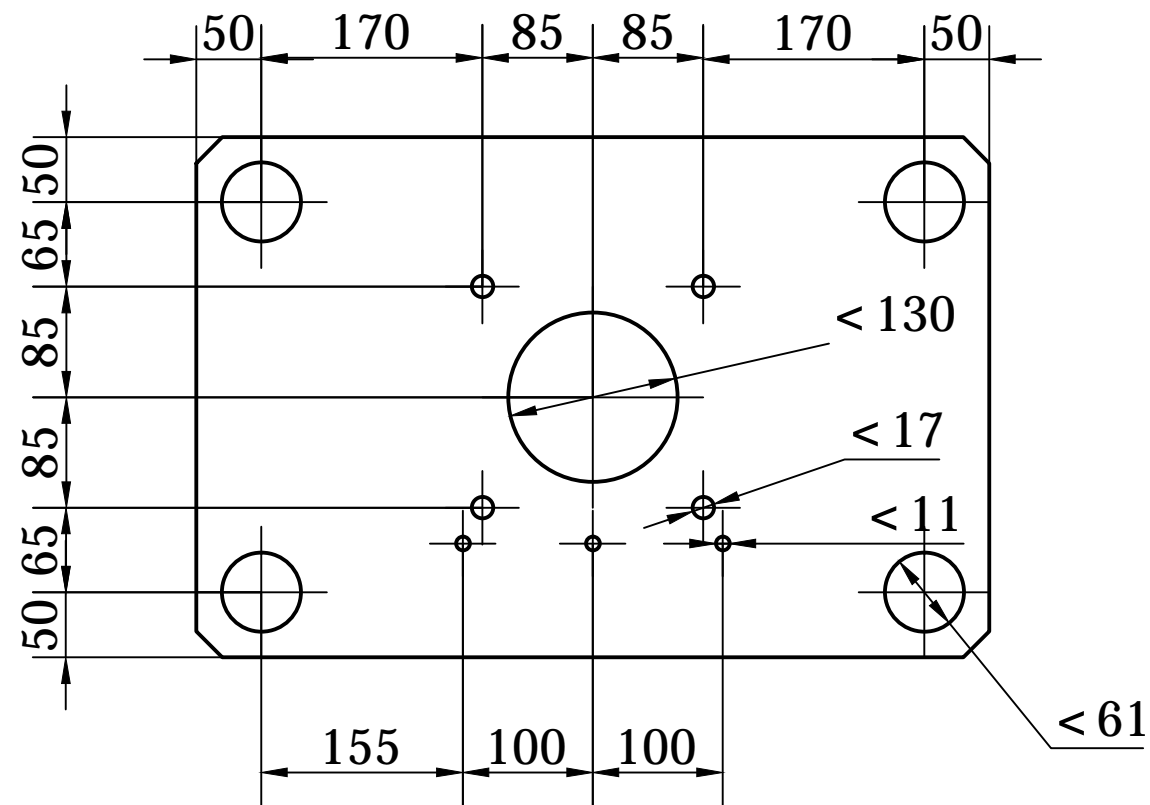
Designed by R. CRUZ- L. SANTO	Checked by ING. H. Navas	Approved by ING. H. Navas	Date	Date 25/01/2012	
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI		UTC- PCA- PC 019			
		precompactador	Edition 001	Sheet 1 / 1	



A-A (1 : 4)

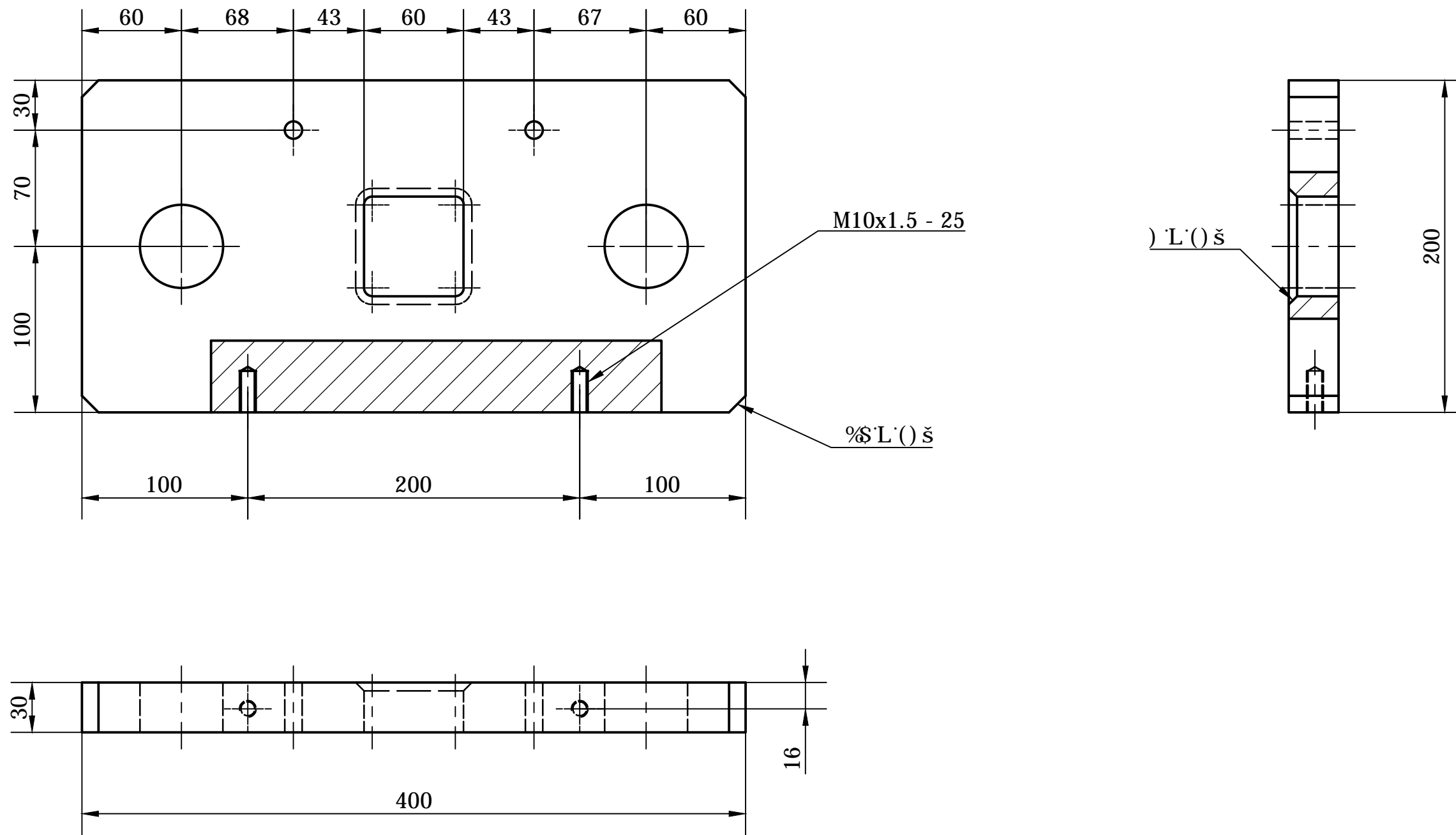


Designed by R. CRUZ - L. SANTO	Checked by ING. H Navas	Approved by ING. H Navas	Date	Date 30/07/2011
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI		UTC- PCA- PE 007		
		PLACA DE ENTRADA	Edition 001	Sheet 1 / 1

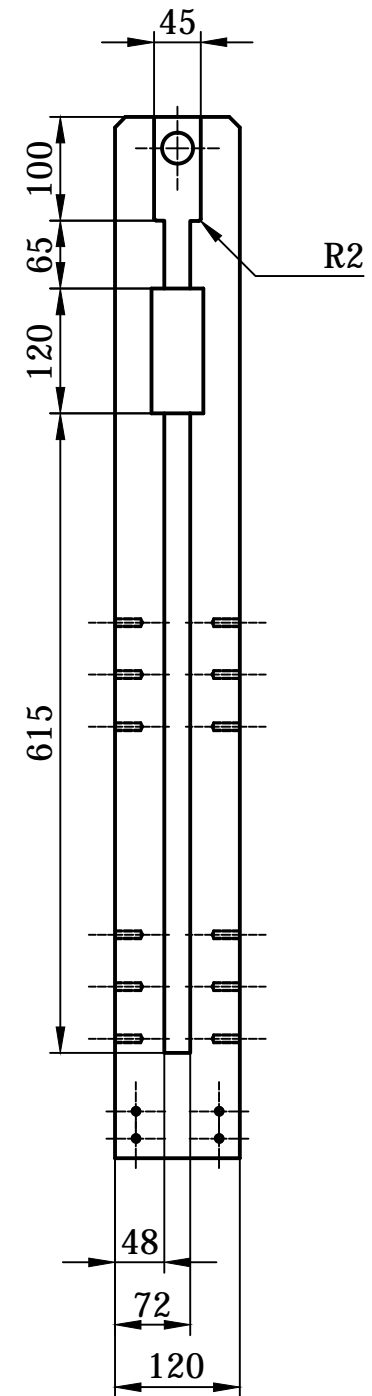
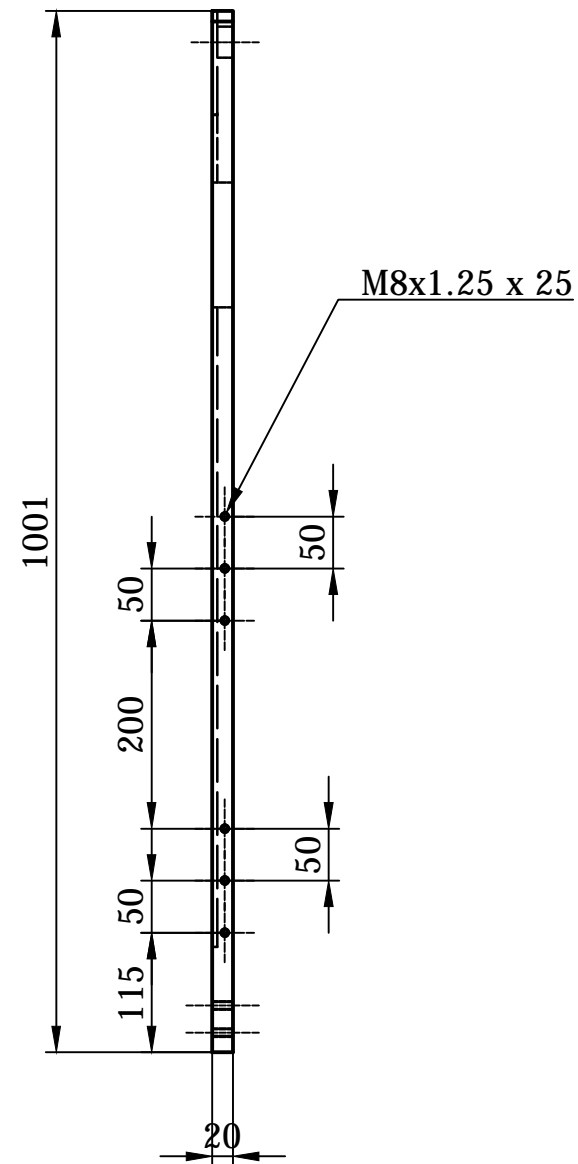
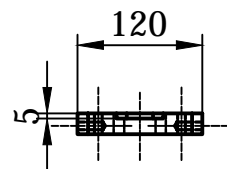
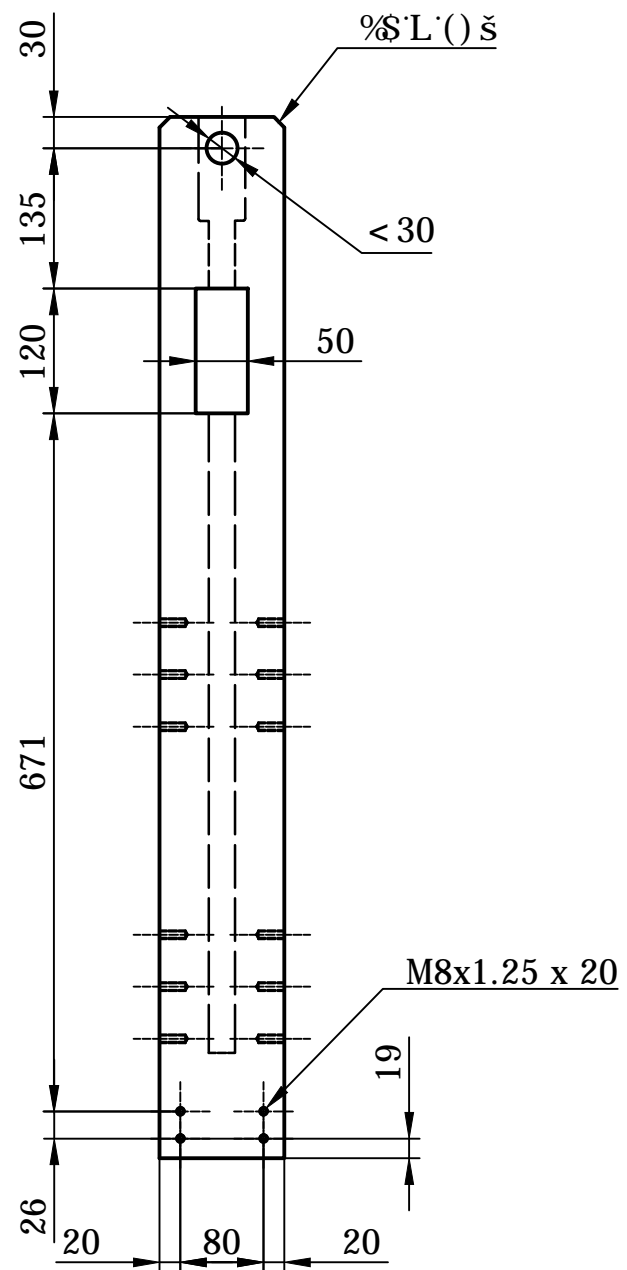


(1 : 8)

Designed by R. CRUZ- L. SANTO	Checked by ING. H Navas	Approved by ING. H Navas	Date	Date 01/02/2012	
Universidad Tecnica de Cotopaxi		UTC- PCA- PF 003			
		Base de piston frontal	Edition 001	Sheet 1 / 1	

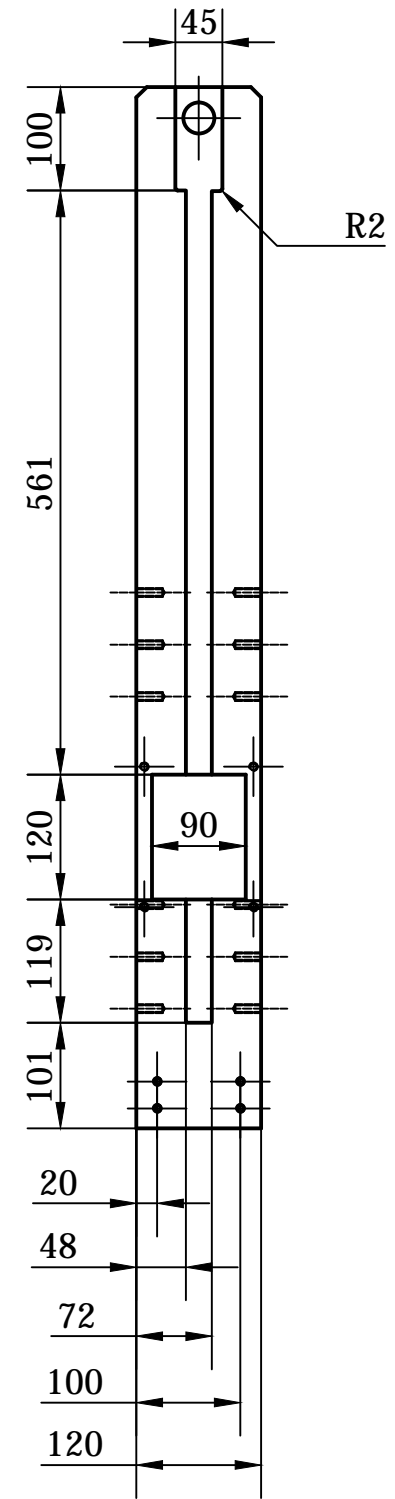
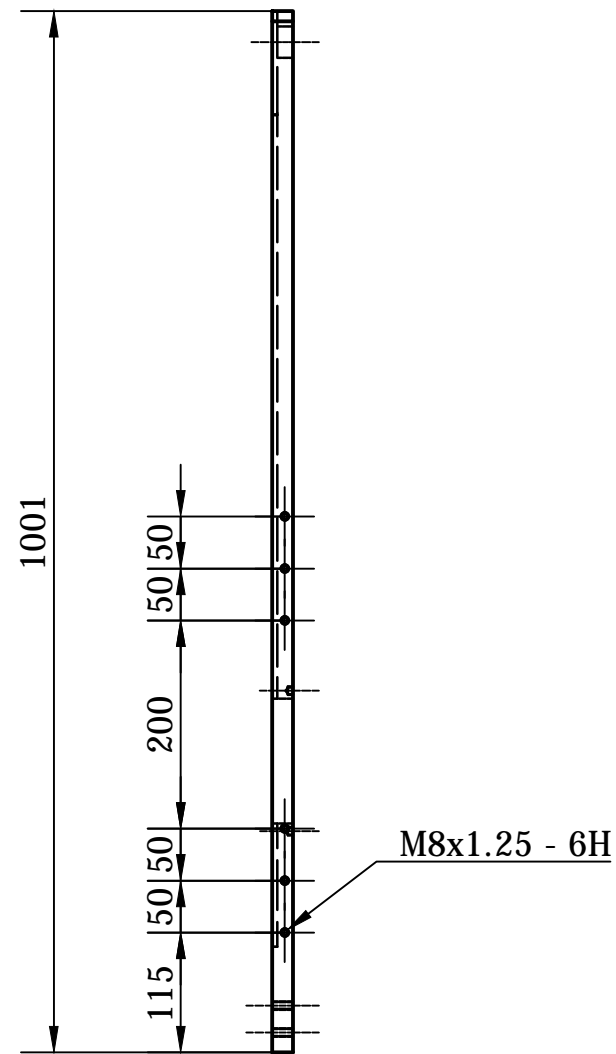
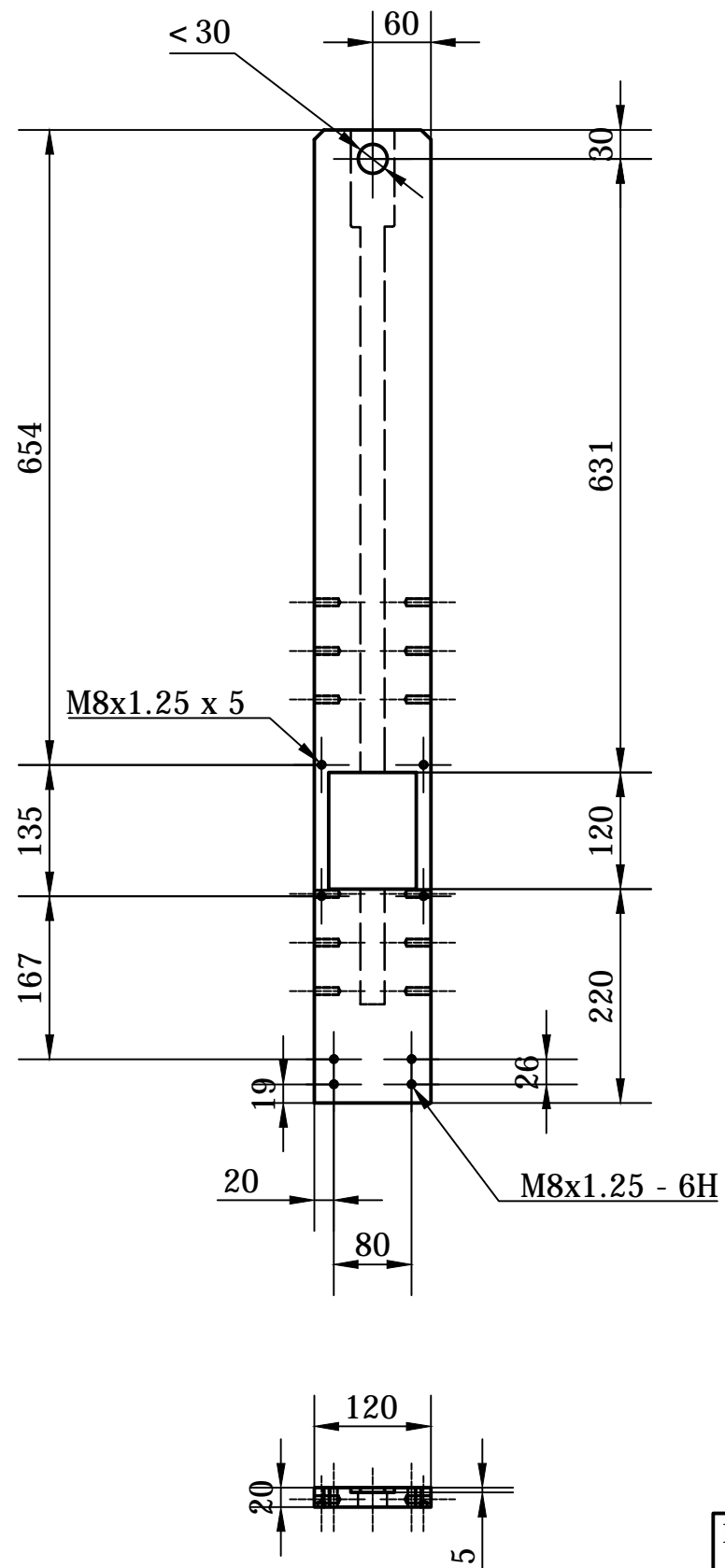


Designed by R. CRUZ- L. SANTO	Checked by ING. H Navas	Approved by ING. H Navas	Date	Date 02/02/2012	
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI		UTC- PCA- PG 008			
		PLACA GUIA EMBOLO	Edition 001	Sheet 1 / 1	

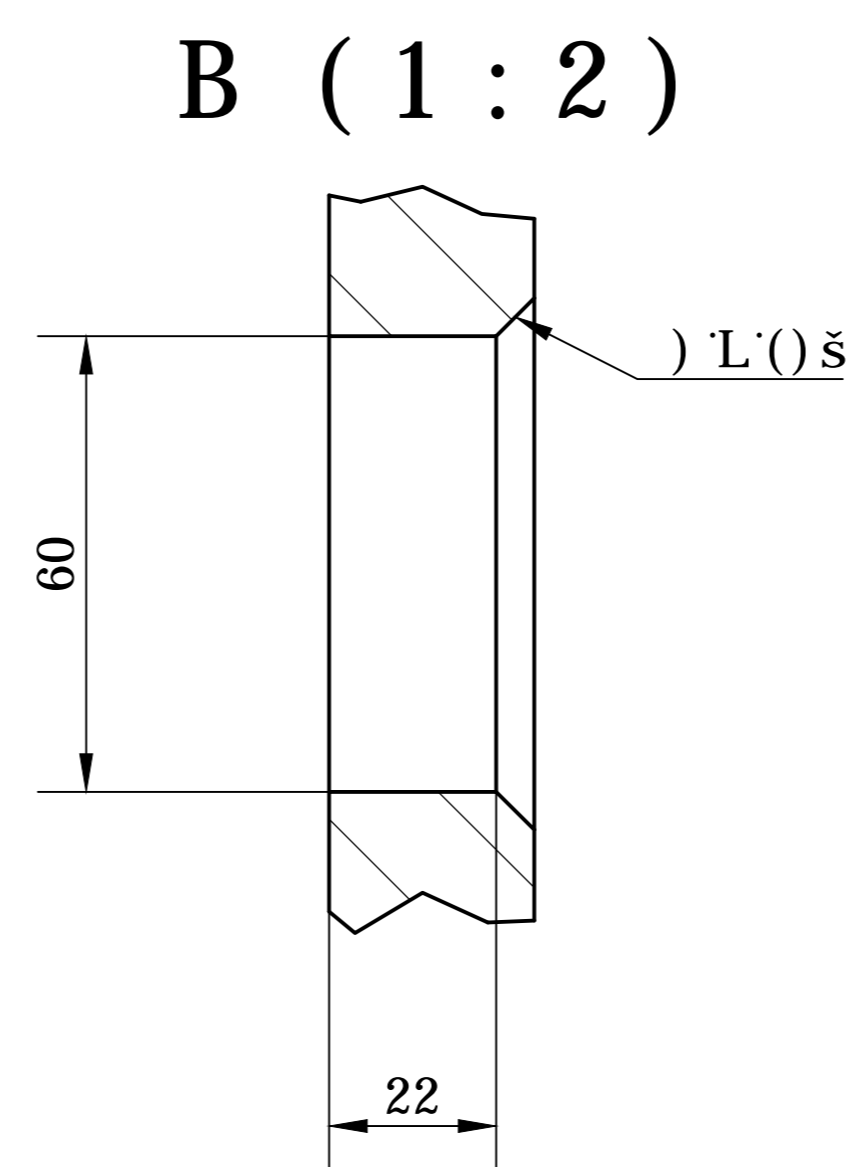
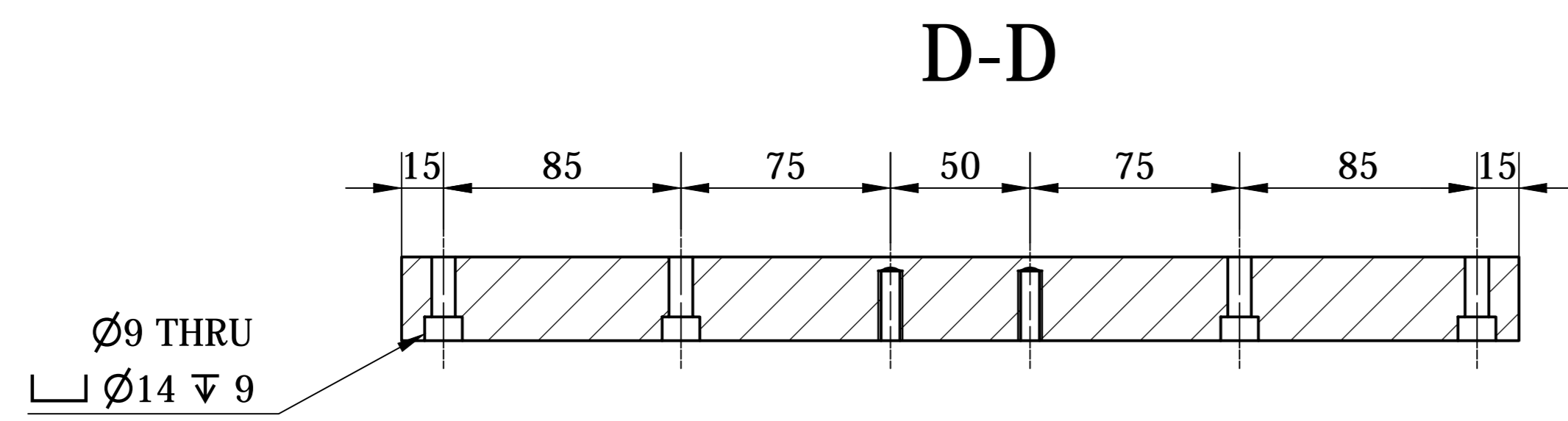
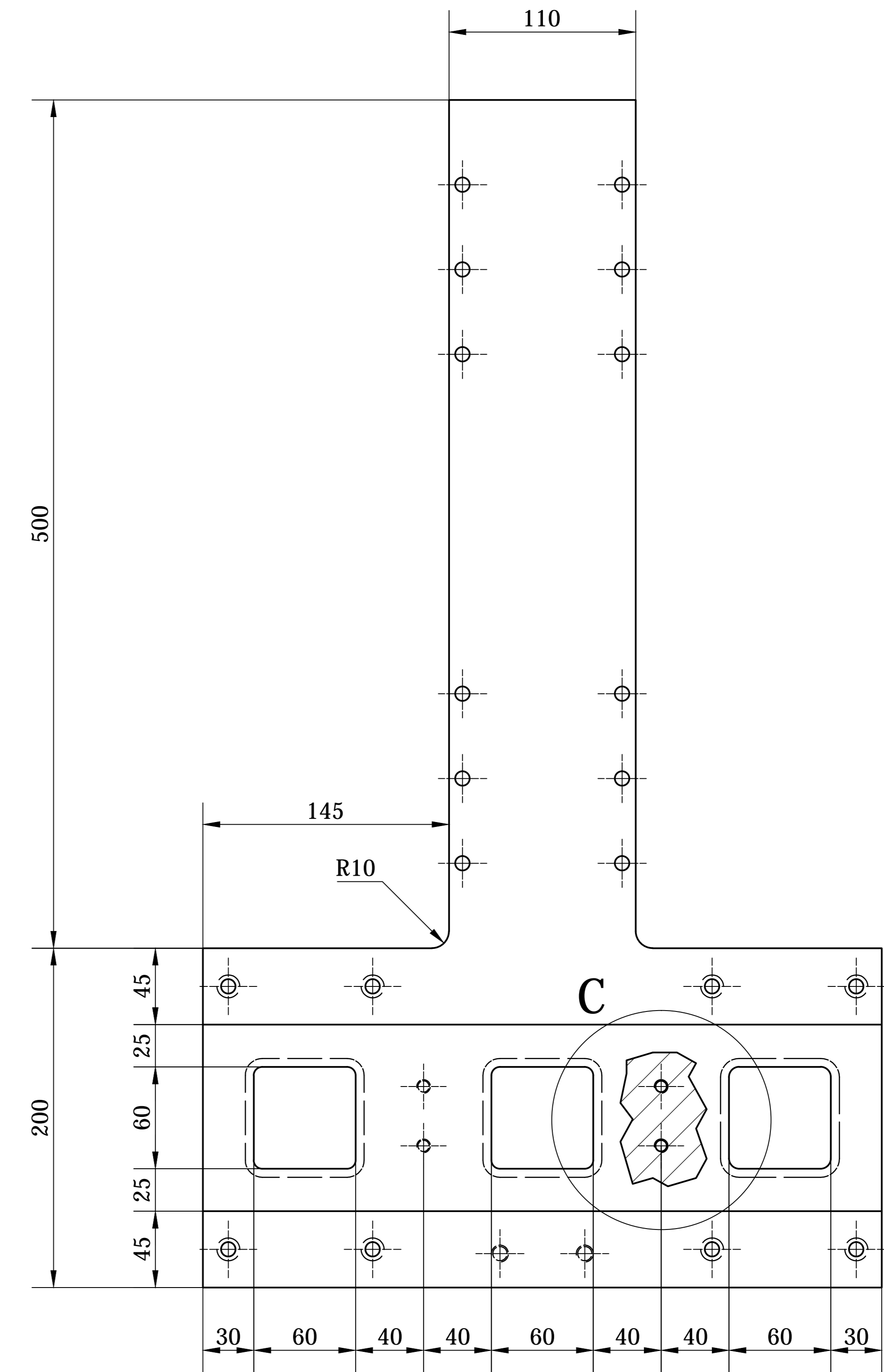
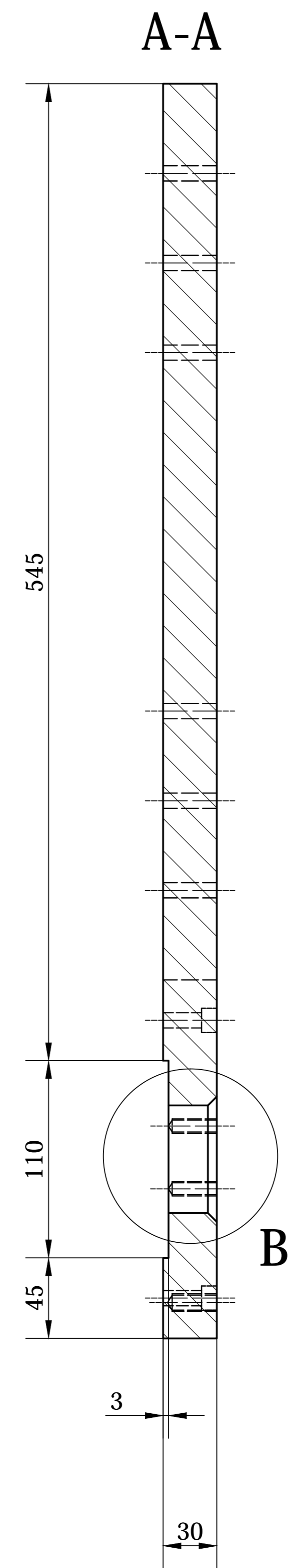
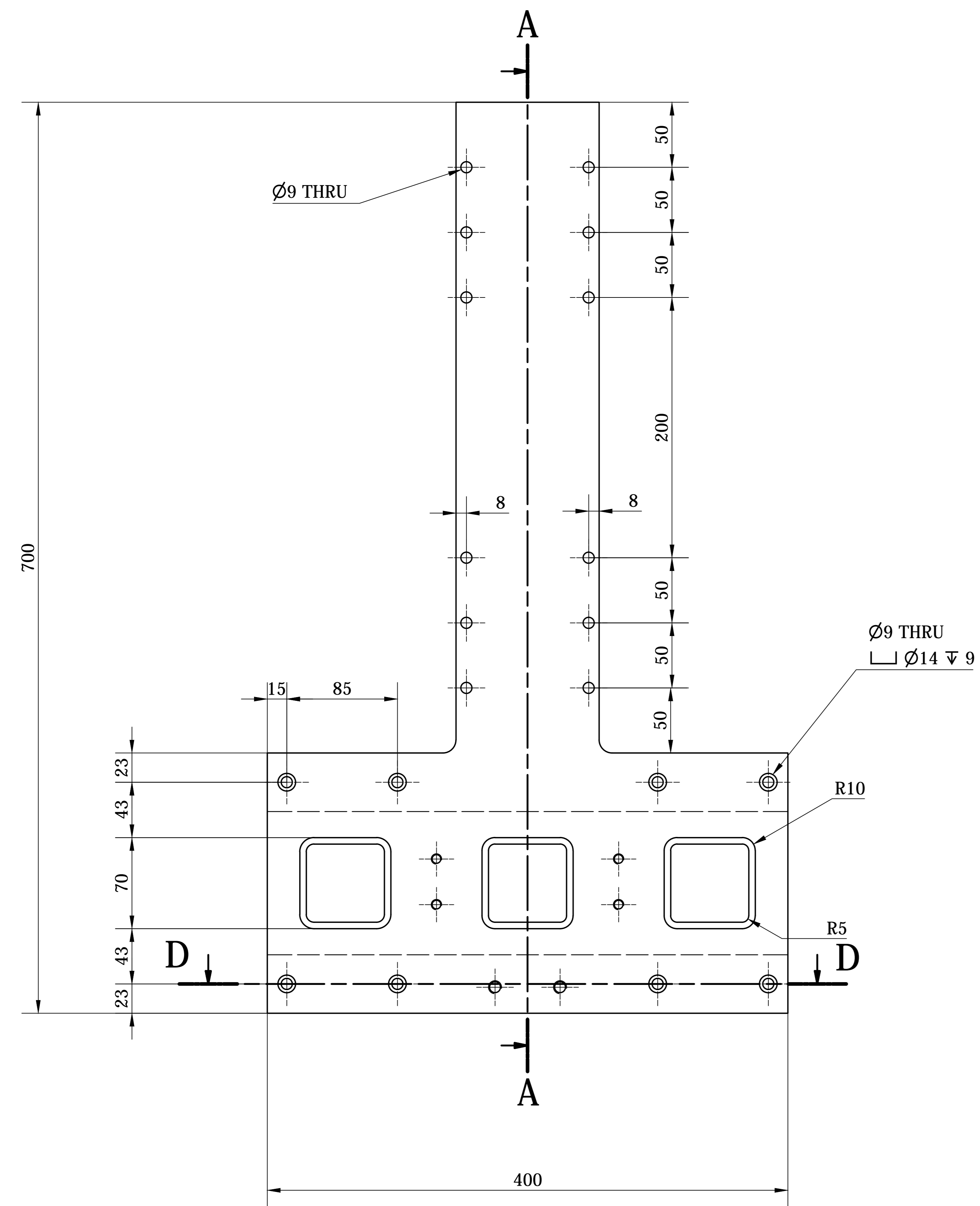


(1 : 10)

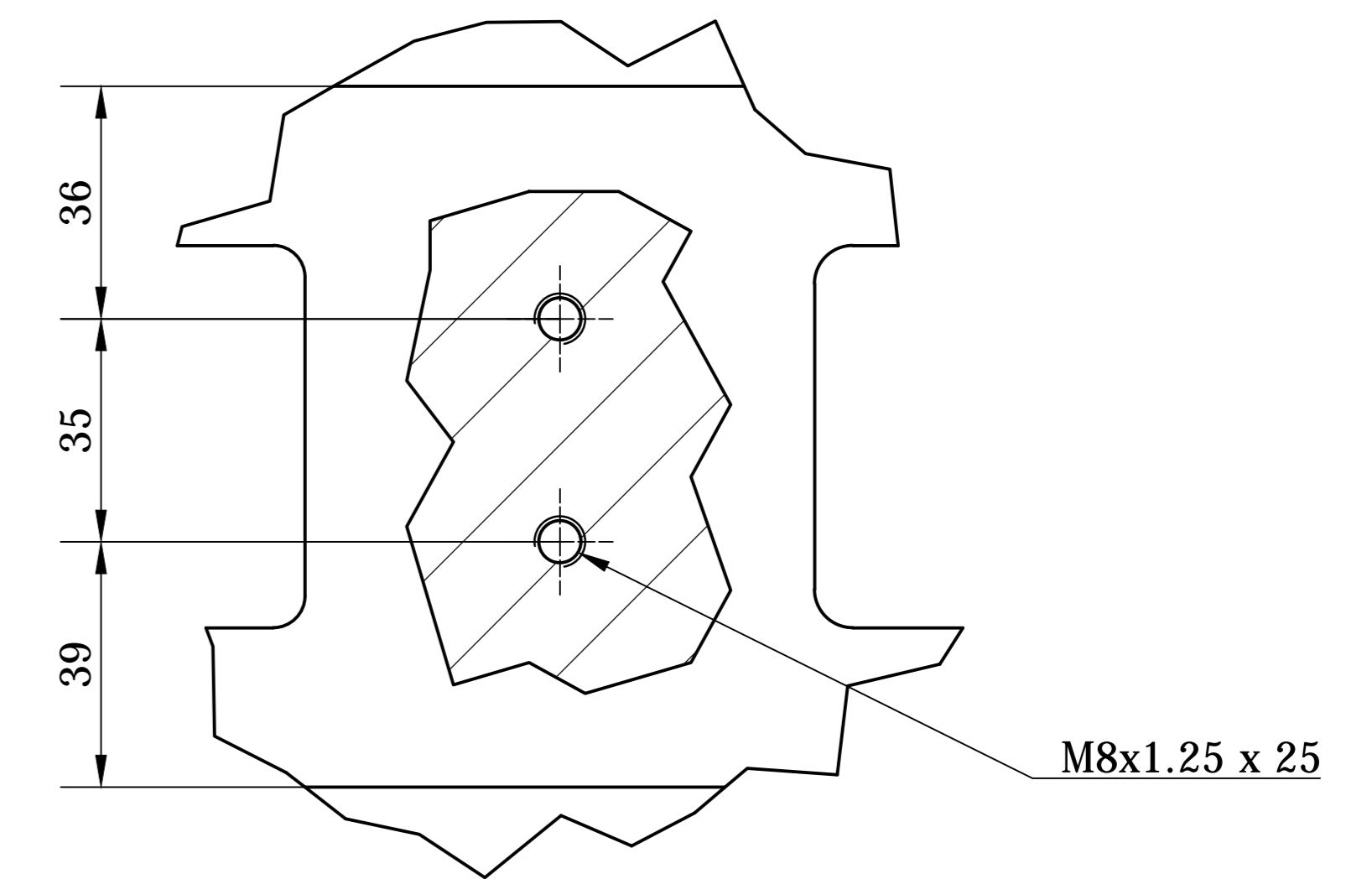
Designed by R. CRUZ- L. SANTO	Checked by ING. H Navas	Approved by ING. H Navas	Date	Date 03/02/2012
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI		UTC- PCA- PLD 010		
		PLACA LATERAL	Edition 001	Sheet 1 / 1



Designed by R. CRUZ- L SANTO	Checked by ING. H Navas	Approved by ING. H Navas	Date	Date 03/02/2012
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI		UTC- PCA- PLI 011		
		PLACA LATERAL 2	Edition 001	Sheet 1 / 1

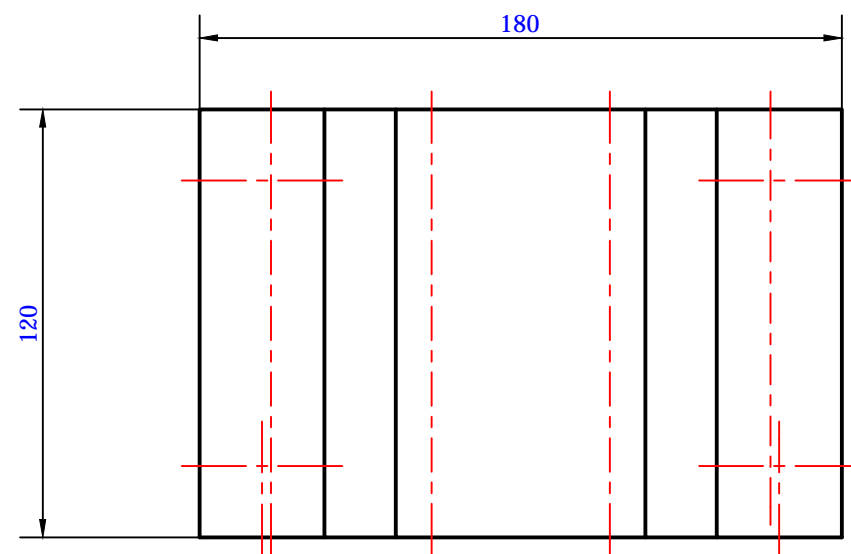
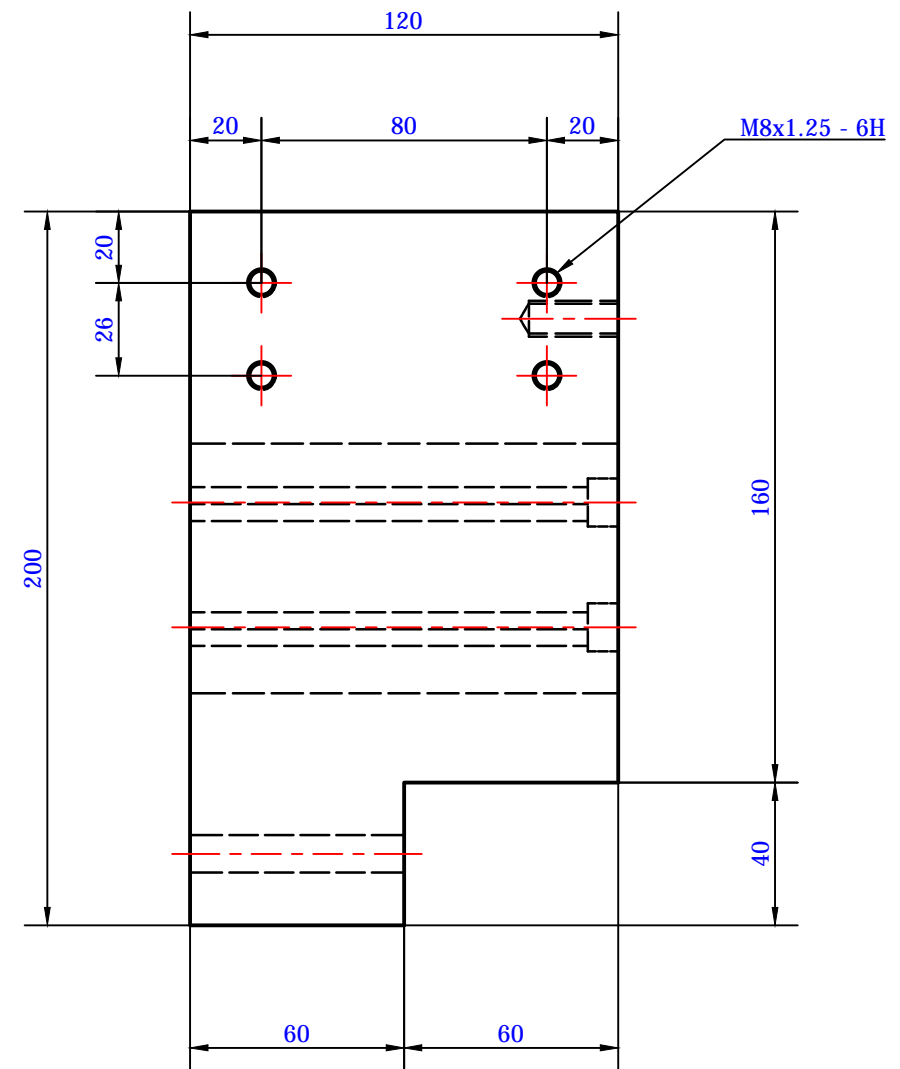
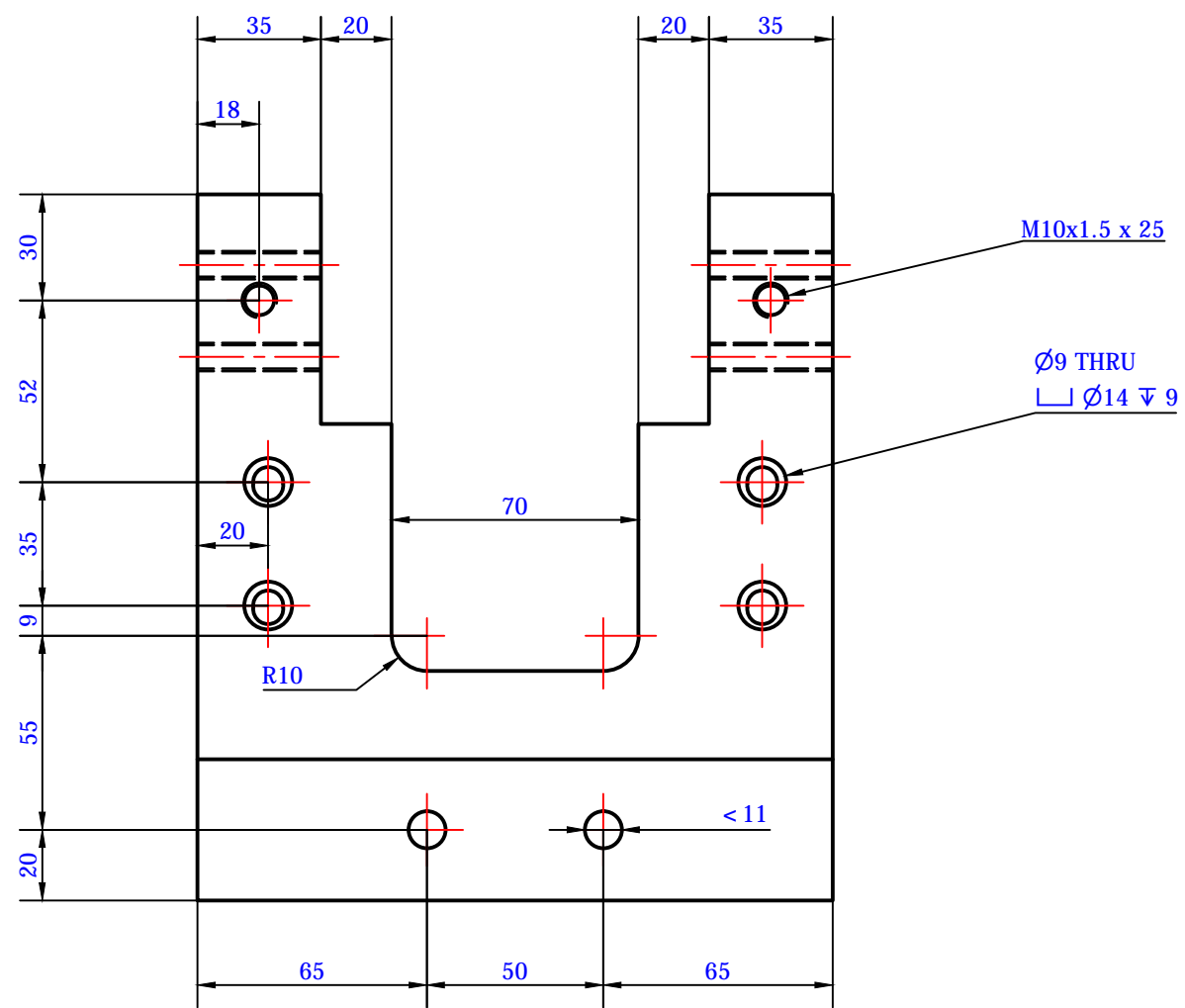


C (1:2)



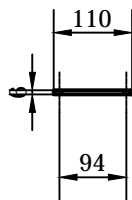
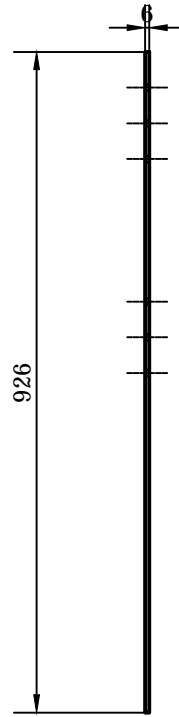
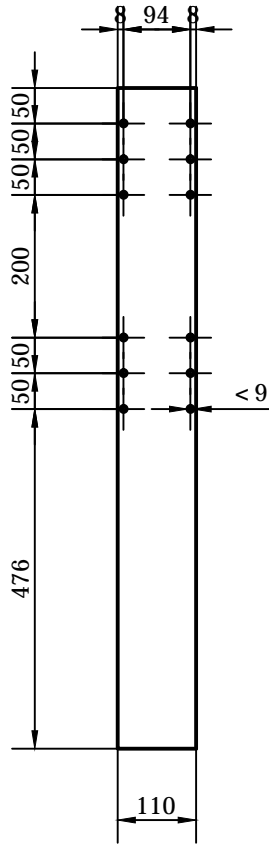
(1:4)

Designed by R. CRUZ - L. SANTO	Checked by ING. H Navas	Approved by ING. H Navas	Date	Date 03/02/2012	
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI			UTC- PCA- PP 009		
PLACA GUIA PRINCIPAL			Edition 001	Sheet 1 / 1	



(1 : 2)

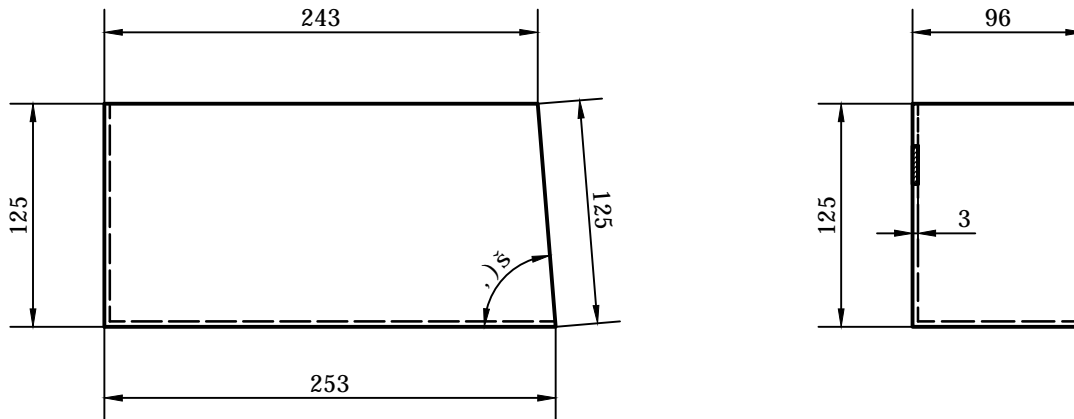
Designed by R. CRUZ - L. SANTO	Checked by ING. H Navas	Approved by ING. H Navas	Date 13/09/2011	Date 13/09/2011
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI		UTC- PCA- PPC 018		
Dg: XY dFYWa dUMUKE		Edition 001	Sheet 1 / 1	



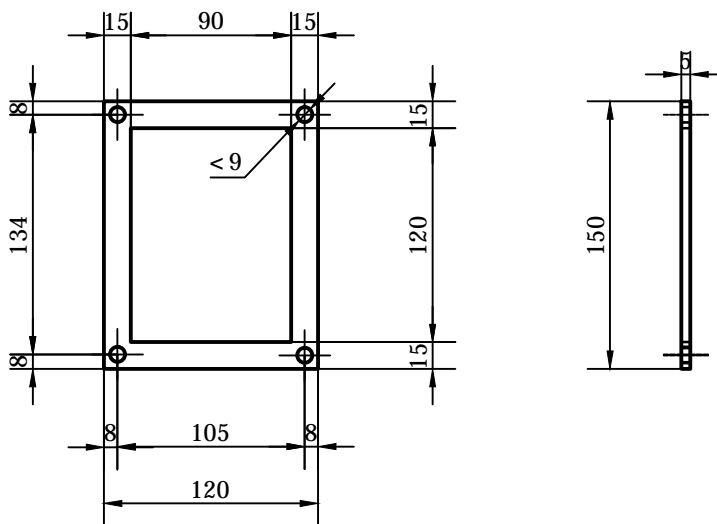
(1 : 10)

Designed by R. CRUZ - L. SANTO	Checked by ING. H Navas	Approved by ING. H Navas	Date	Date 03/02/2012	
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI		UTC- PCA- PPT 012			
		PLACA POSTERIOR 3	Edition 001	Sheet 1 / 1	

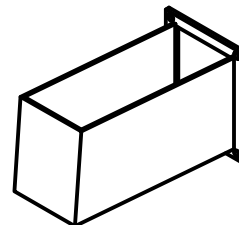
TOLVA (1 : 4)



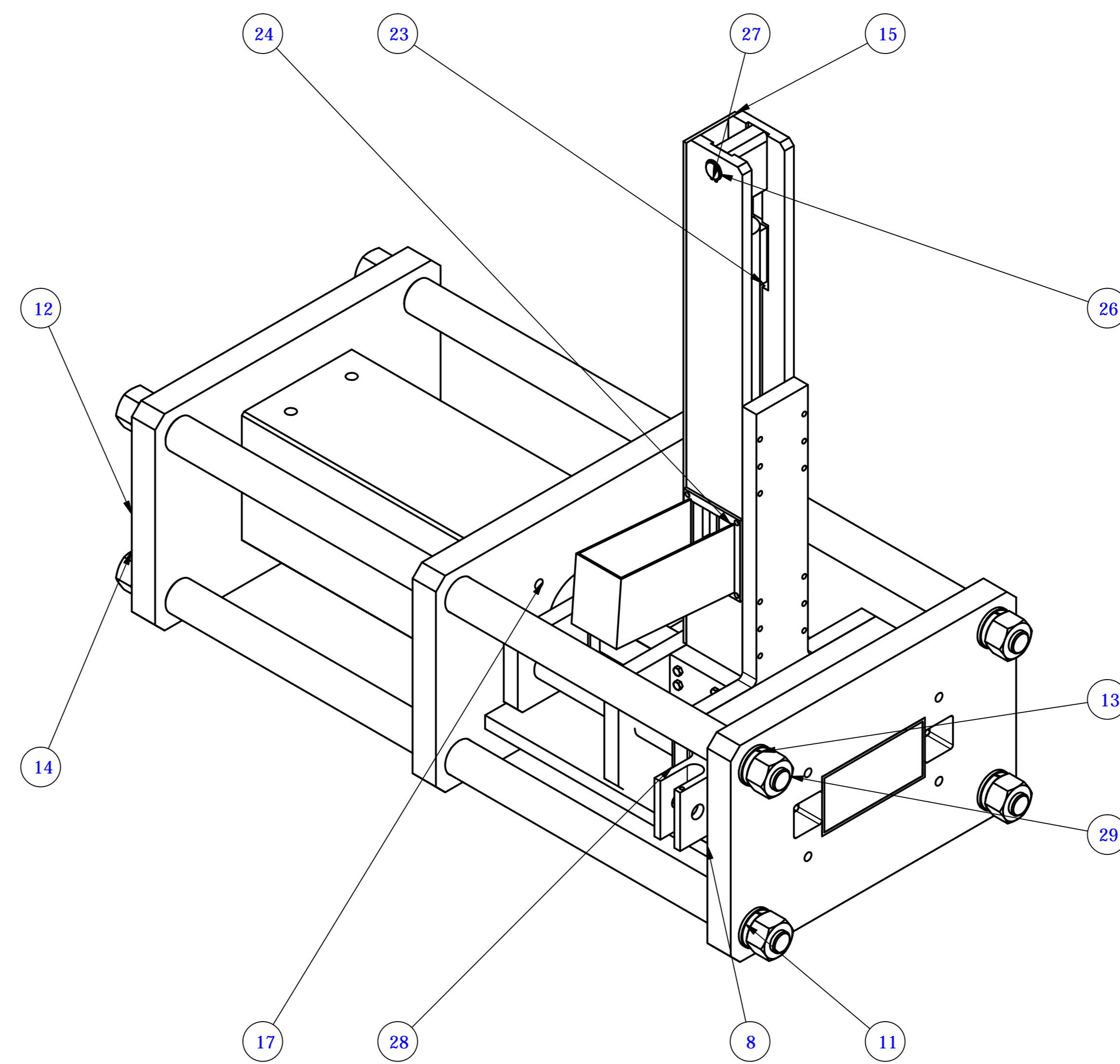
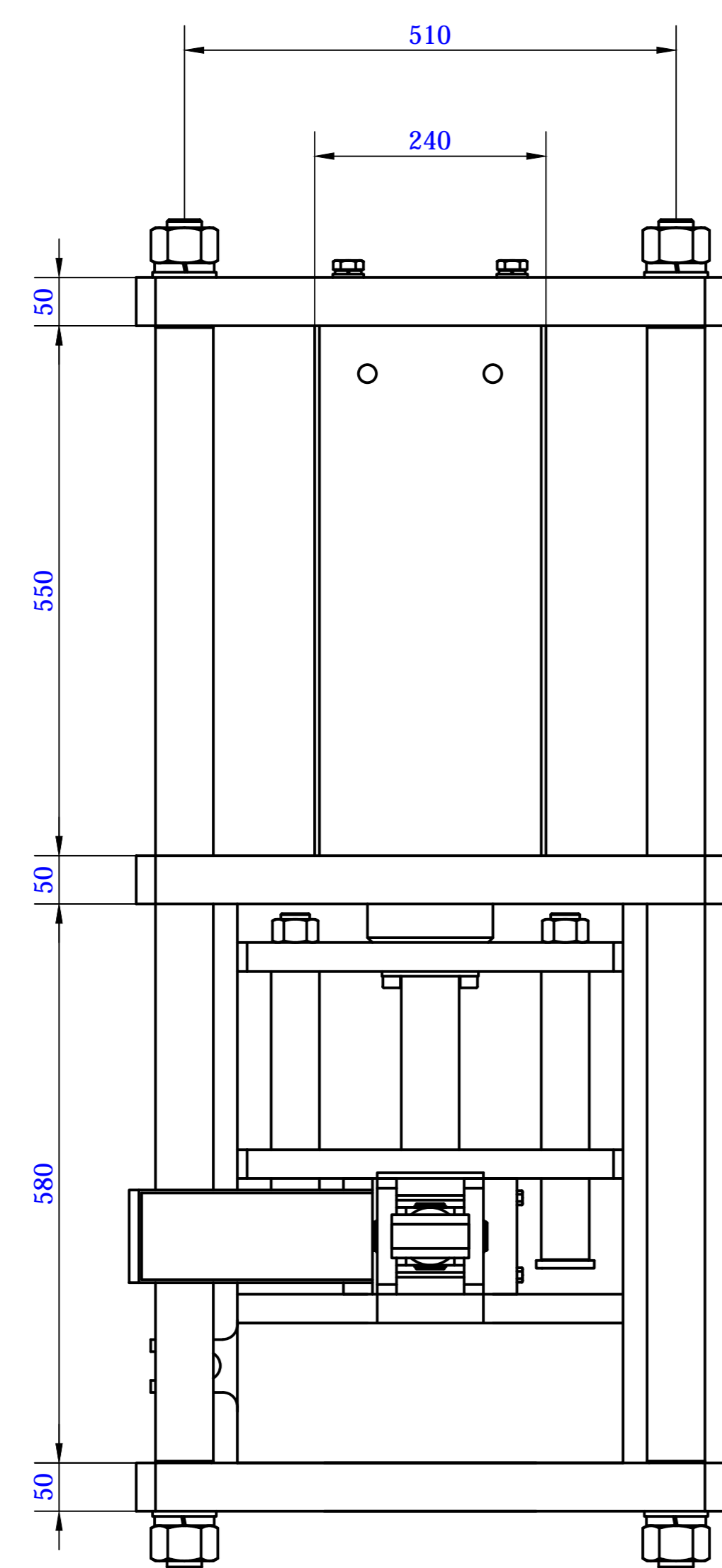
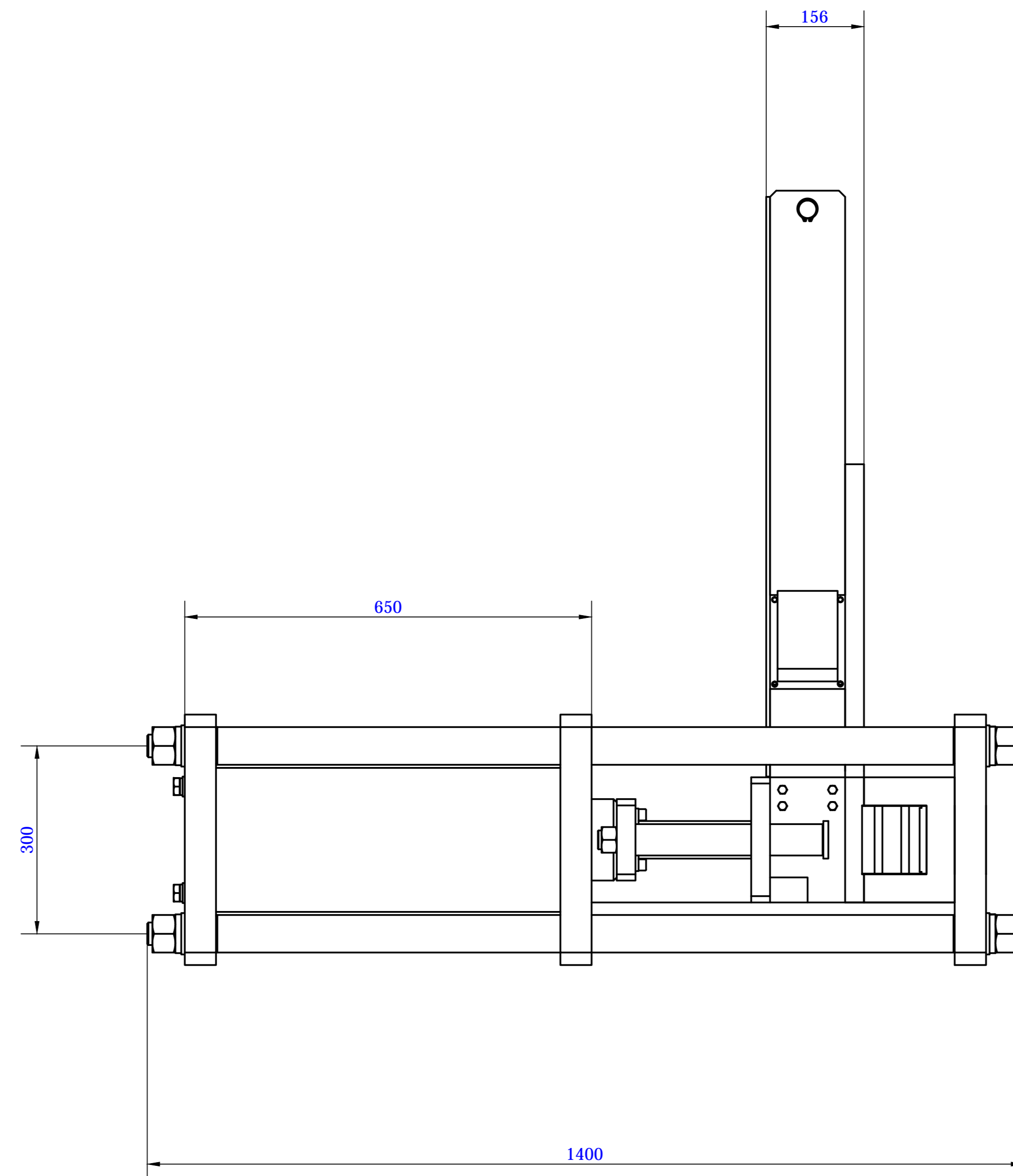
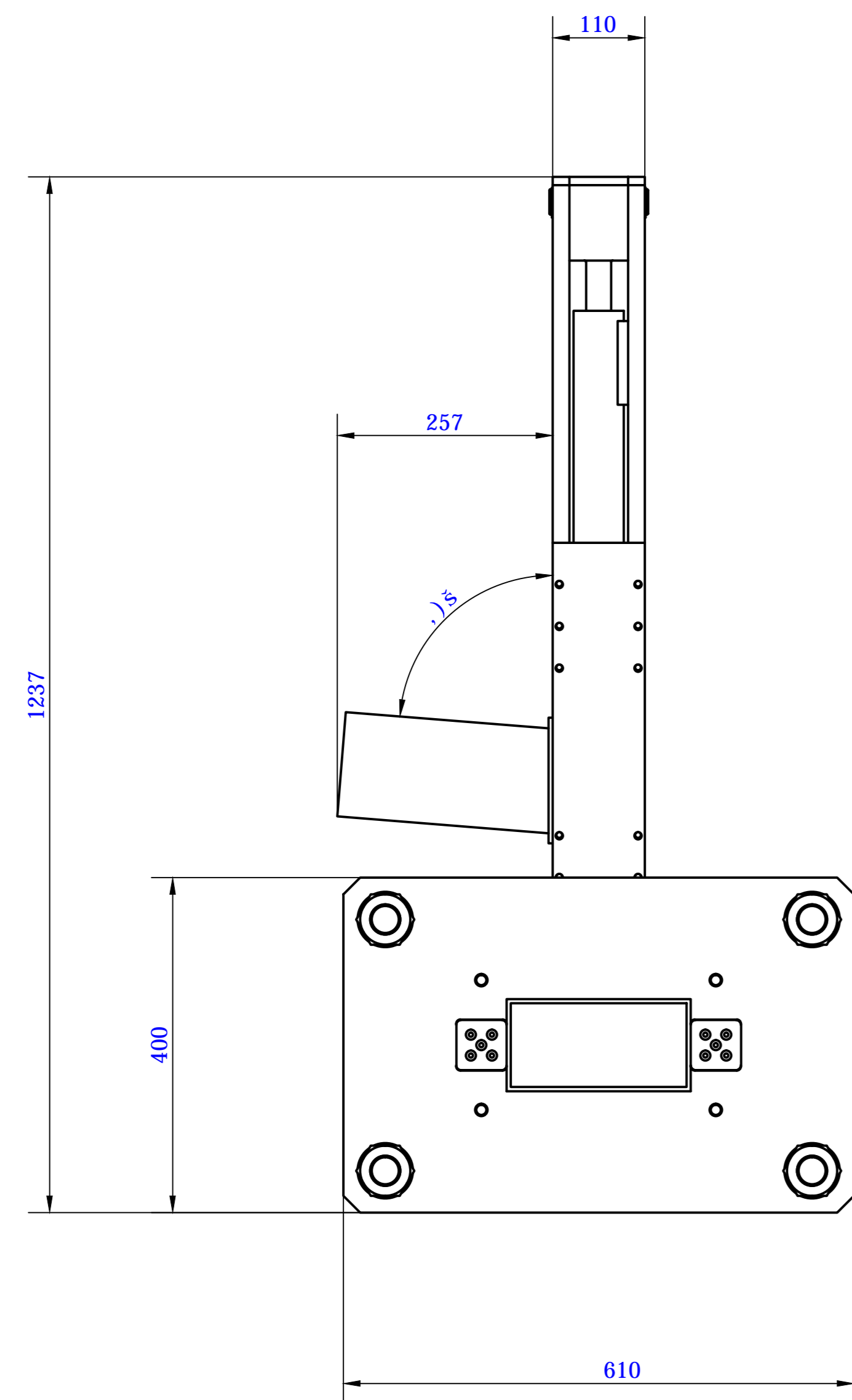
BRIDA (1 : 4)



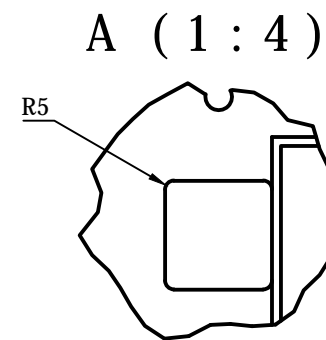
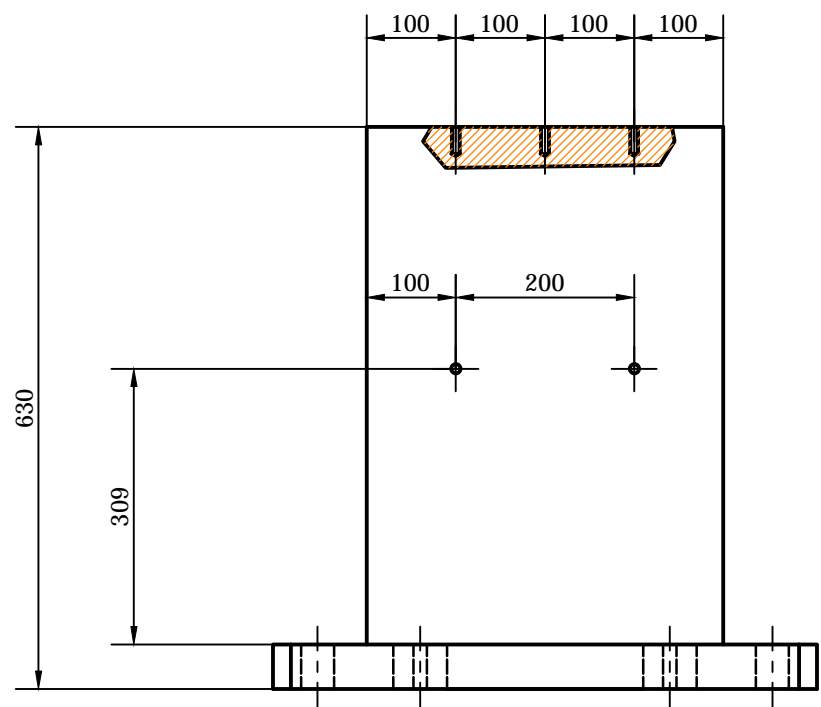
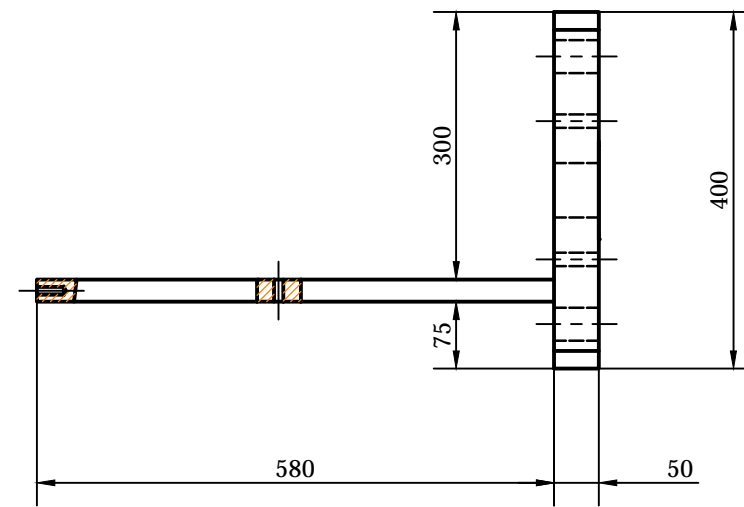
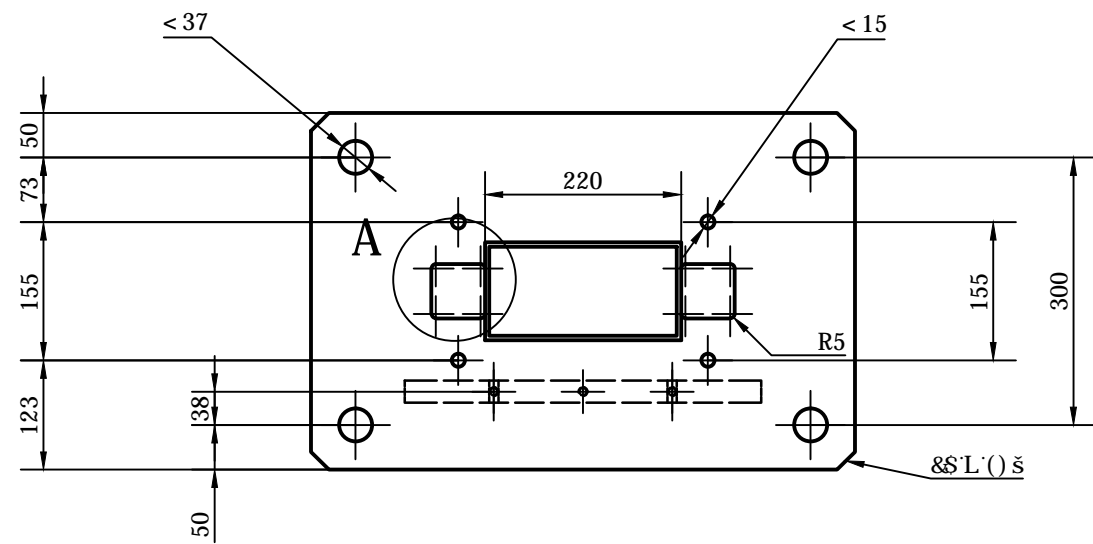
TOLVA DE CARGA (1:8)



Designed by R. CRUZ - L. SANTO	Checked by ING. H Navas	Approved by ING. H Navas	Date	Date 03/02/2012	
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI		UTC- PCA- TC 020			
TOLVA DE CARGA			Edition 001	Sheet 1 / 1	

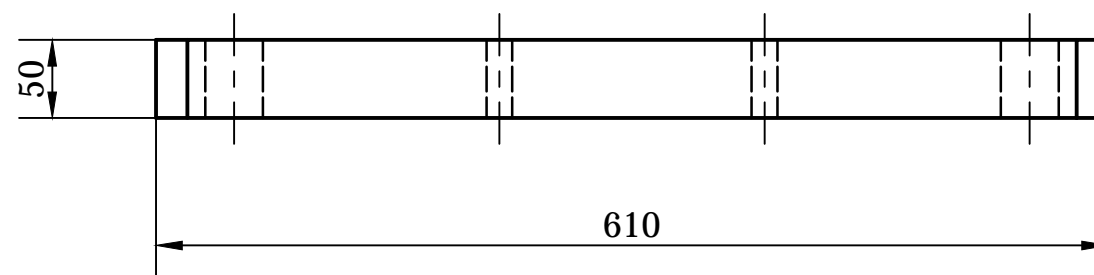
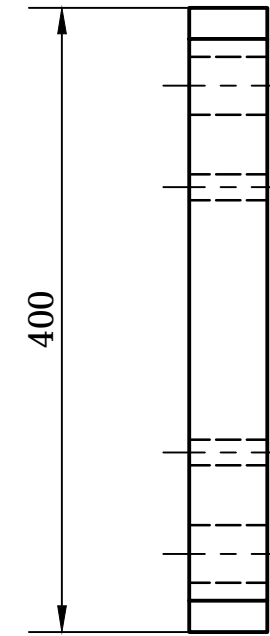
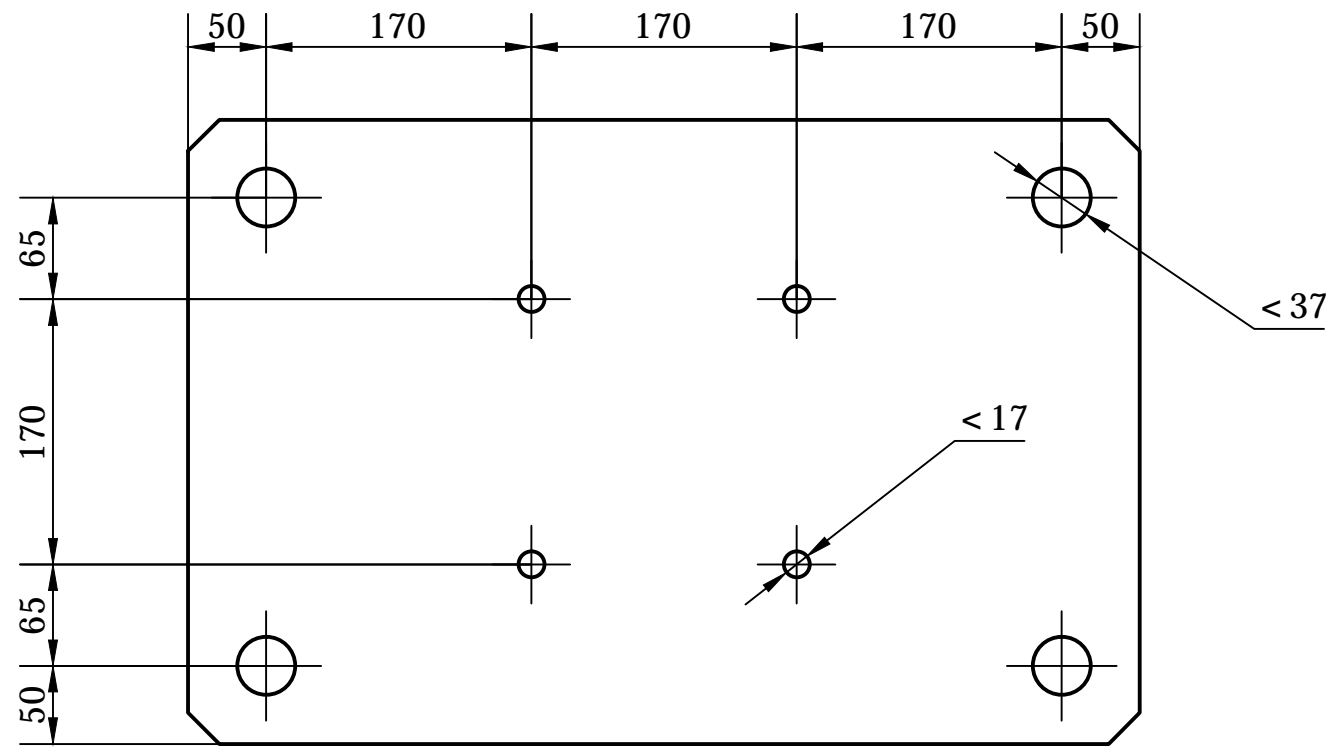


Parts List				
ITEM	QTY	ELEMENTO	DESCRIPCION	PESO
8	1	Base de piston		136.3 kg
11	8	ANSI B18.22M - 36 N	Metric Plain Washers	0.1 kg
12	1	Base de piston posterior		92.8 kg
13	8	ANSI B18.21.1 - 1.5	Helical Spring Lock Washers	0.1 kg
14	8	ANSI B18.2.4.6M - M36 x 4	Heavy Hex Nut <= M16	0.7 kg
15	1	Ensamble guías		152.1 kg
17	1	Base de piston frontal		84.7 kg
19	4	ANSI B18.22M - 16 N	Metric Plain Washers	0.0 kg
20	4	ASME B18.21.1 - 5/8 Regular. Lock Washers (Inch Series) Regular Helical Spring Lock Washers	Lock Washers (Inch Series) Regular Helical Spring Lock Washers	0.0 kg
21	4	ANSI B18.2.3.3M - M16x2 x 80	Heavy Hex Screw (Regular Thread - Metric)	0.2 kg
23	1	D-GFCB DF97CA D57E7-e B		1.6 kg
24	1	PRECOMPACTADOR		0.7 kg
25	1	PASADOR 1		0.0 kg
26	1	PASADOR 2		0.1 kg
27	4	MS 16624 - 1.188	Industrial External Retaining Rings, Series 3100	0.0 kg
28	1	Piston		34.3 kg
29	4	Eje soporte cilindro		28.0 kg
Designed by		Checked by	Approved by	Date
R. CRUZ - L. SANTO		ING. H Navas	ING. H Navas	14/04/2011
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI			UTC- PCA- C 001	
Ensamble compactador			Edition	Sheet
			001	1 / 1

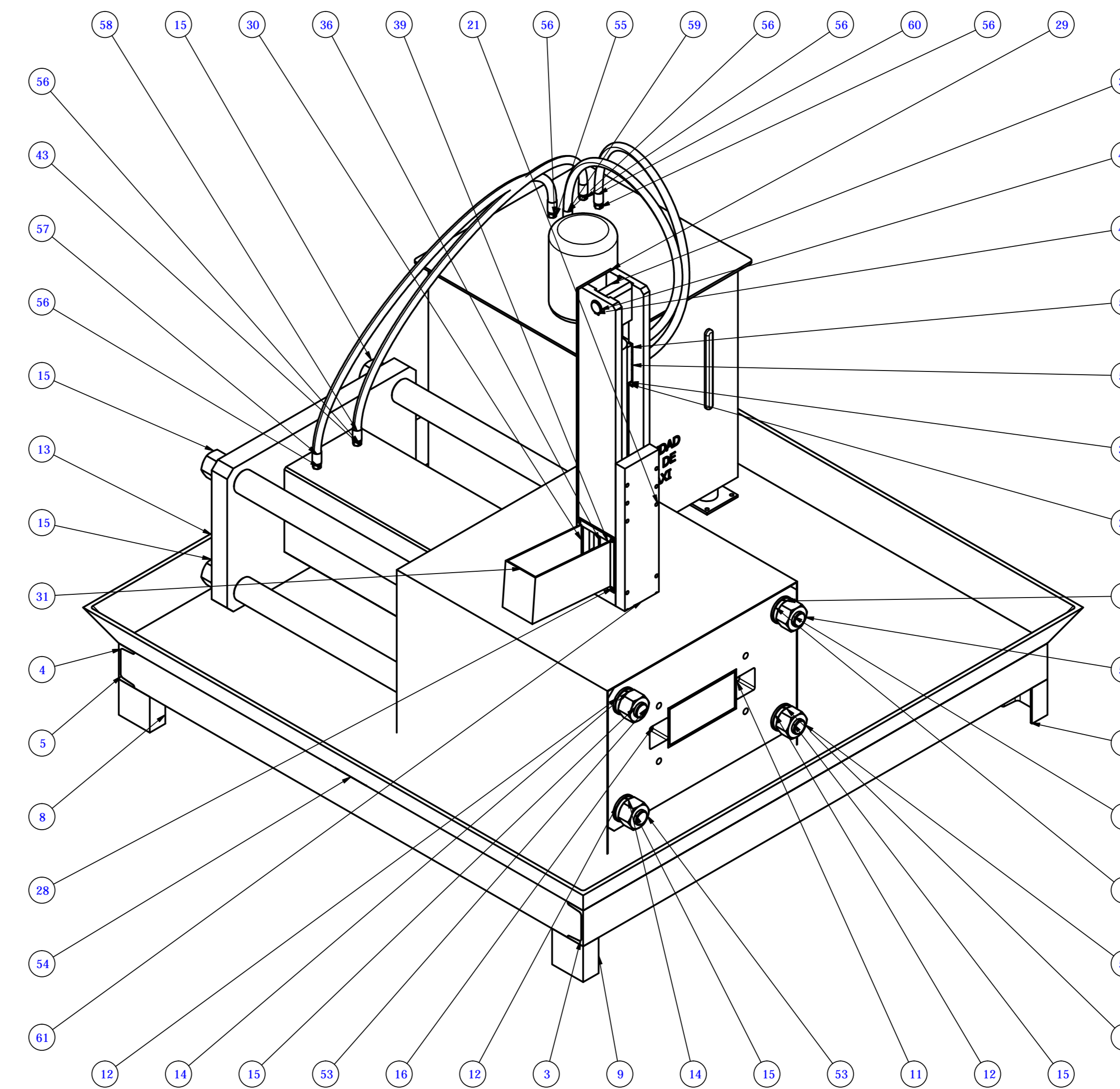
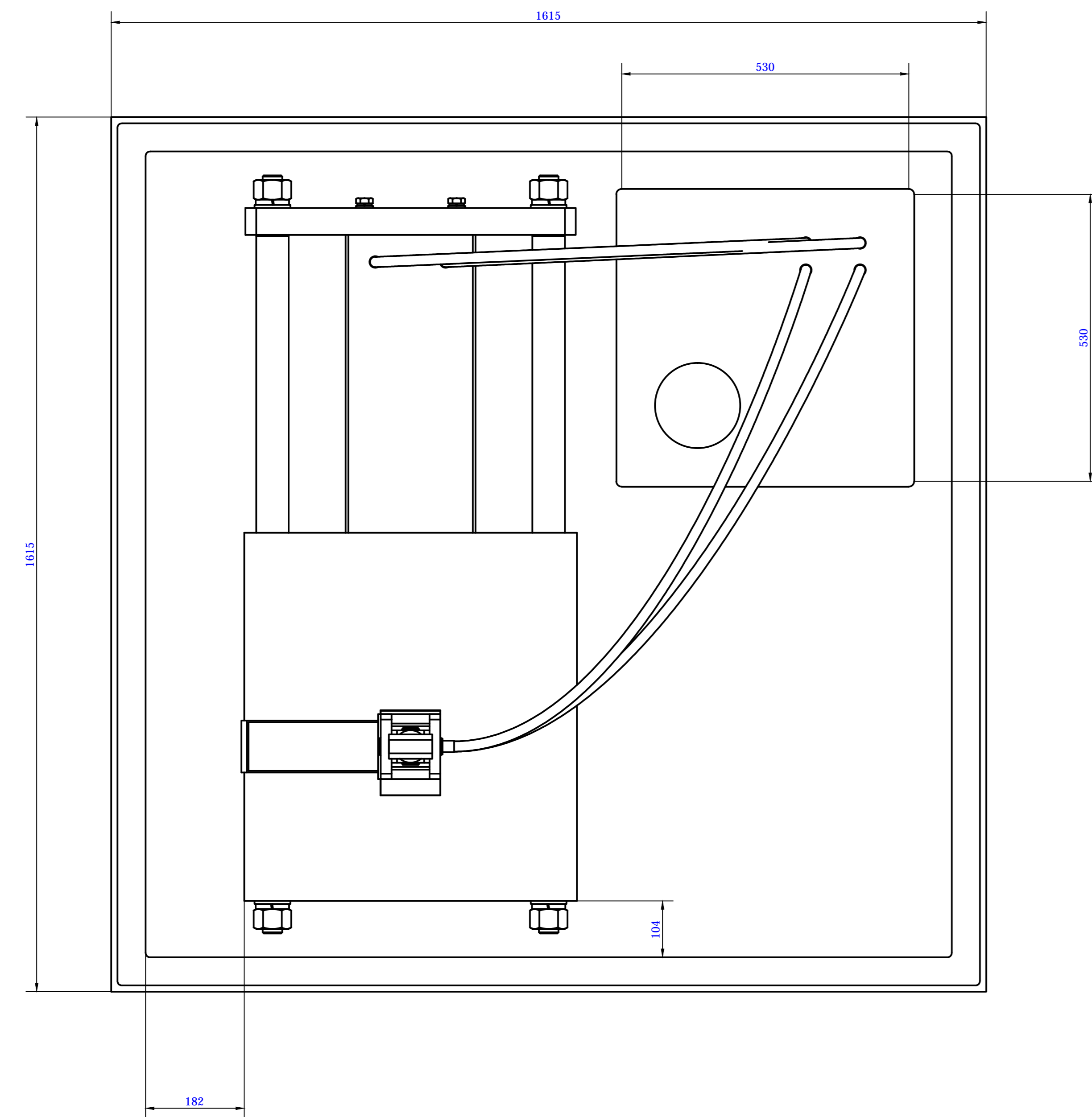
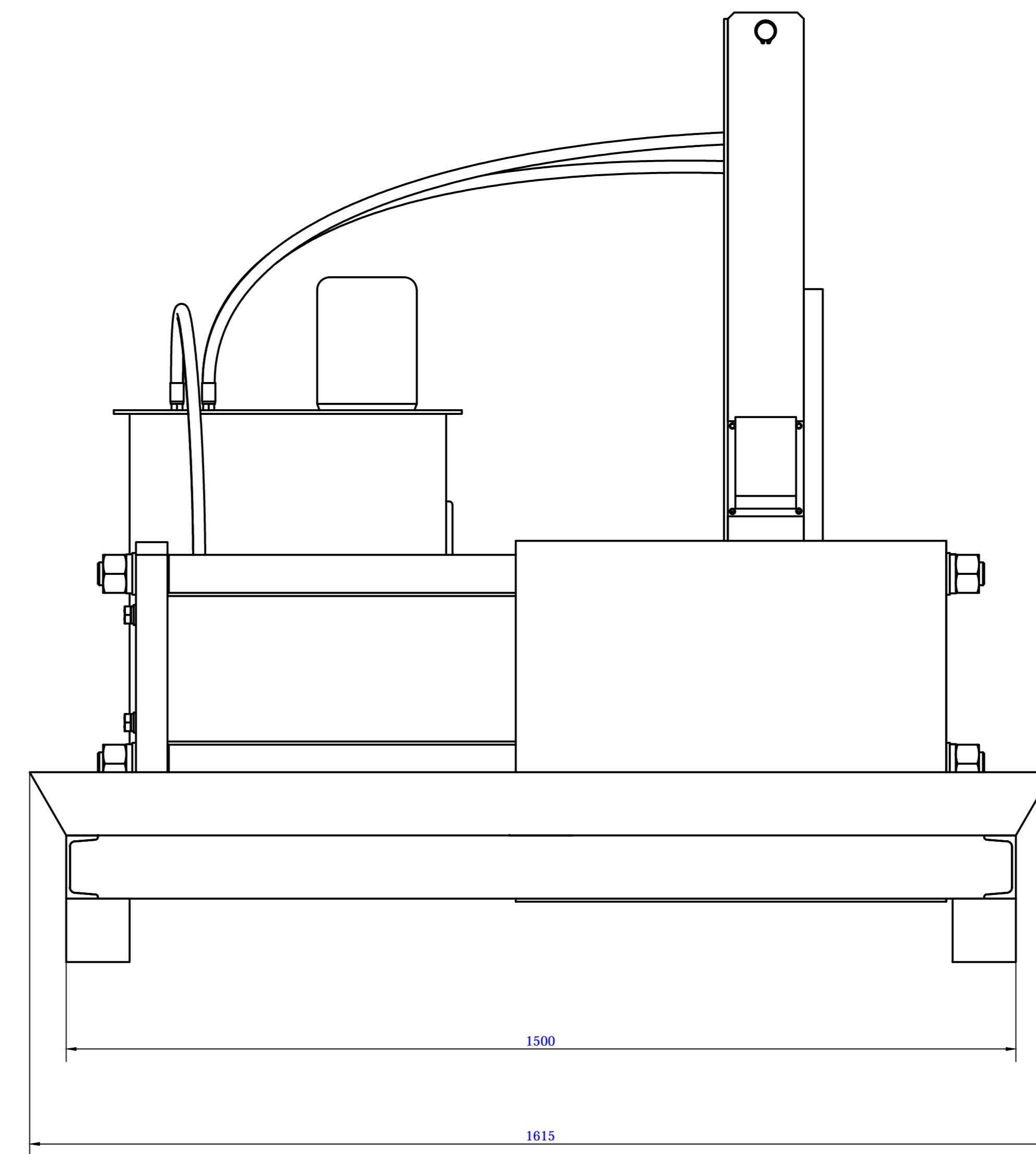
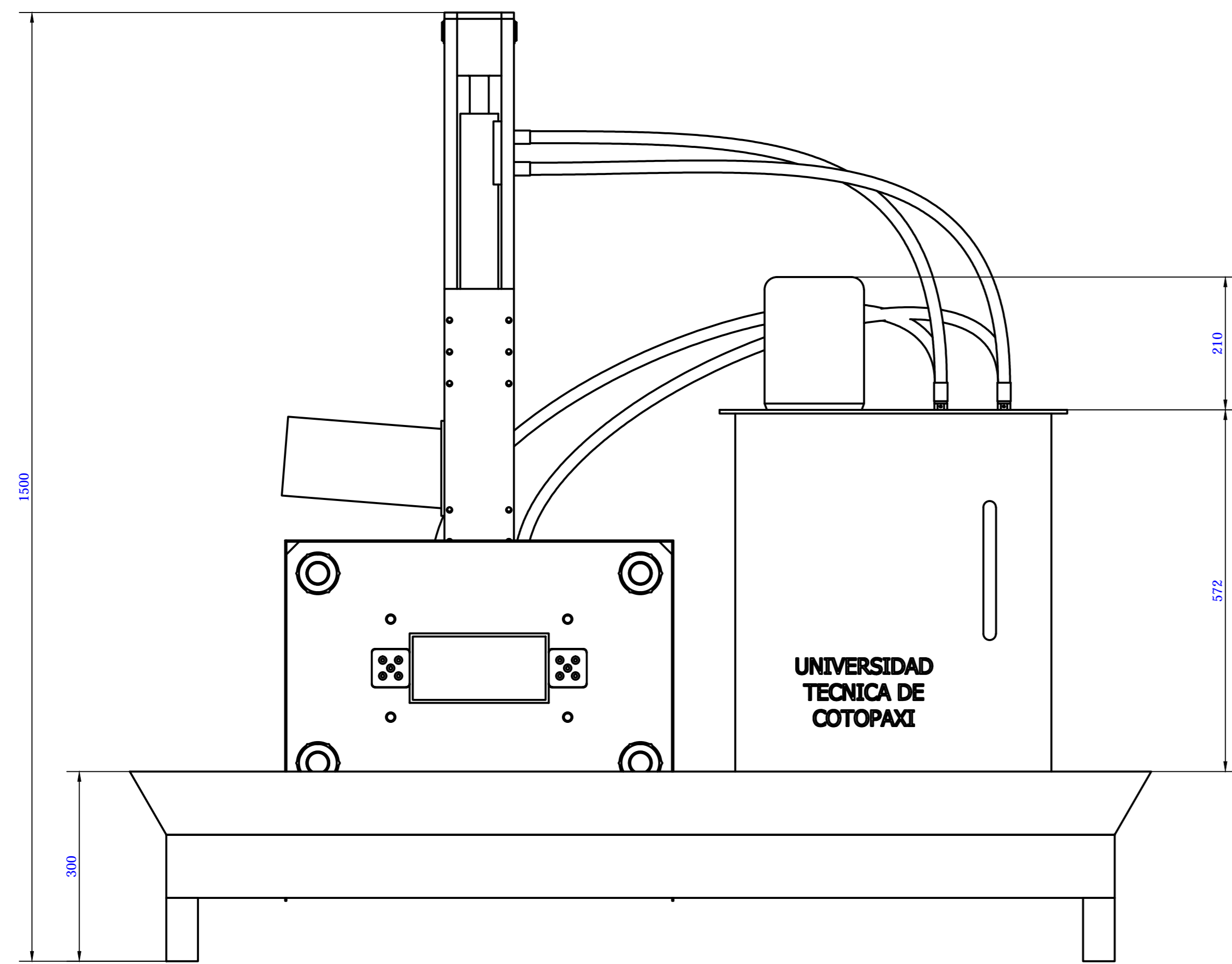


(1 : 8)

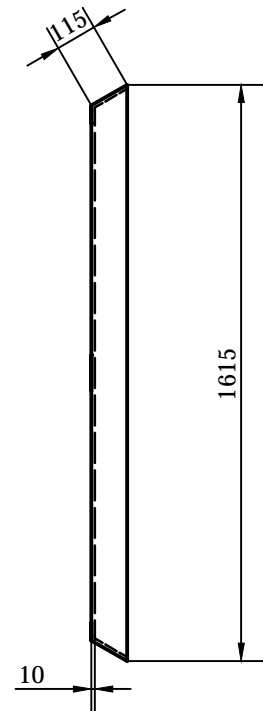
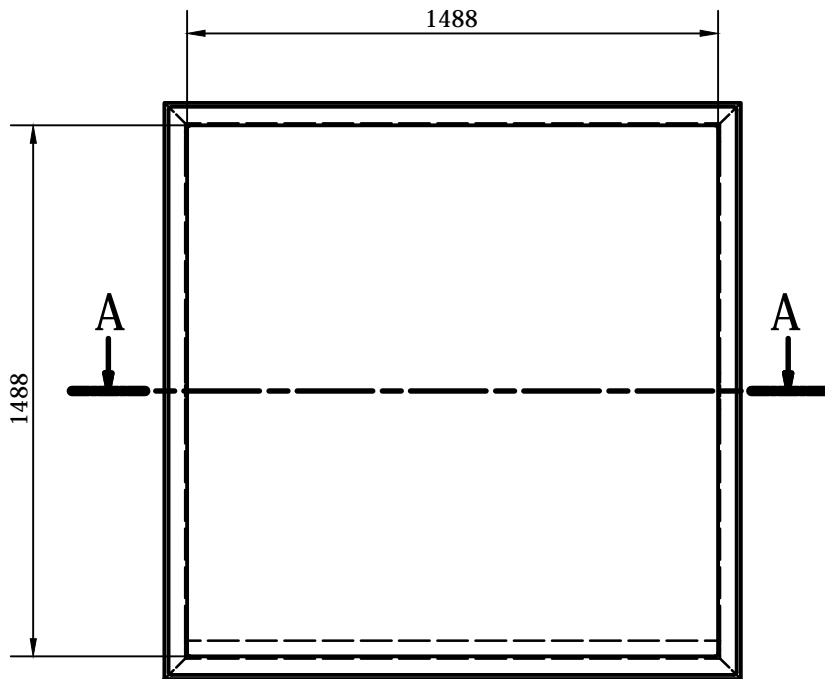
Designed by R CRUZ - L. SANTO	Checked by ING. H Navas	Approved by ING. H Navas	Date	Date 10/07/2011	
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI		UTC- PCA- CB 002			
Base de piston			Edition 001	Sheet 1 / 1	



Designed by R. CRUZ- L. SANTO	Checked by ING. H Navas	Approved by ING. H Navas	Date	Date 01/02/2012	
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI		UTC- PCA - CB 003			
		Base de piston frontal	Edition 001	Sheet 1 / 1	



ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION	PESO
1	1	PARTE 1	0.000 kg
2	1500.000 mm	DIN U 100 00000001	15.736 kg
3	1500.000 mm	DIN U 100 00000002	14.328 kg
4	1500.000 mm	DIN U 100 00000003	14.328 kg
5	1500.000 mm	DIN U 100 00000004	15.736 kg
6	100.000 mm	DIN U 100 00000005	0.955 kg
7	100.000 mm	DIN U 100 00000006	0.955 kg
8	100.000 mm	DIN U 100 00000007	0.955 kg
9	100.000 mm	DIN U 100 00000008	0.955 kg
10	1500.000 mm	DIN U 100 00000009	1.943 kg
11	1	Base de piston	136.264 kg
12	8	ANSI B18.22M - 36 N	0.100 kg
13	1	Base de piston posterior	92.837 kg
14	8	ANSI B18.21.1 - 1.5	0.29482 Bmass
15	8	ANSI B18.2.4.6M - M36 x 4	0.664 kg
16	1	CAMISA	53.649 kg
17	1	PLACA DE DESGASTE	3.031 kg
18	1	PLACA DE ENTRADA	25.952 kg
19	8	BS 4188 - M8 x 45	0.025 kg
20	2	ISO 2338 - 6 h8 x 55 - 8	0.012 kg
21	1	PLACA GUIA PRINCIPAL	27.880 kg
22	8	BS 4188 - M8 x 50	0.027 kg
23	1	Eje: XX-4PVA6.01MAY6	18.787 kg
24	4	Unbrako - M8 x 100	0.047 kg
25	1	PLACA LATERAL	2.149 kg
26	8	ANSI B18.2.3.5M - M8 x 1.25 x 45	0.024 kg
27	1	PLACA GUIA EMBUDO	16.837 kg
28	1	PLACA LATERAL 2	2.032 kg
29	1	PLACA POSTERIOR 3	0.607 kg
30	1	BRIDA TOLVA	0.035 kg
31	1	TOLVA	0.287 kg
32	1	Base de piston frontal	84.678 kg
33	4	ANSI B18.22M - 16 N	0.016 kg
34	4	ASME B18.21.1 - 5/8 Regular Lock Washers (Inch Series) Regular Helical Spring Lock Washers	0.026 Bmass
35	4	ANSI B18.2.3.3M - M10x2 x 80	0.176 kg
36	1	BASE PISTON PRECOMP	0.113 kg
37	1	CILINDRO PRECOMP	0.883 kg
38	1	PISTON PRECOMP	0.626 kg
39	1	PRECOMPACTADOR	0.695 kg
40	1	PASADOR 1	0.048 kg
41	1	PASADOR 2	0.083 kg
42	4	MS 16624 - 1.188	0.00528 Bmass
43	1	camara piston	22.354 kg
44	1	embudo	7.178 kg
45	1	BASE EMBUDO COMPAC Y EXPULSORES	11.767 kg
46	1	EMBUDO DE COMP.	0.638 kg
47	1	DIN 128 - A30	0.048 kg
48	1	IFI 542 - 30	0.071 kg
49	1	ANSI B18.3.1M - M30x3.5 x 60	0.646 kg
50	4	ANSI B18.3.1M - M12x1.75 x 25	0.041 kg
51	2	EXPULSOR	0.657 kg
52	2	ANSI B18.2.4.6M - M24 x 3	0.211 kg
53	4	Eje soporte cilindro	27.976 kg
54	1	BANDEJA	228.088 kg
55	1	HEBETI 9 - 48FAI 40ZC	10.462 kg
56	8	Parker Male Straight Thread 3/8 x 9/16-18 UNF	0.176 Bmass
57	42.534 in		0.473 Bmass
58	41.174 in		0.458 Bmass
59	53.542 in		0.506 Bmass
60	55.402 in		0.617 Bmass
61		GUARDA	2.345 kg

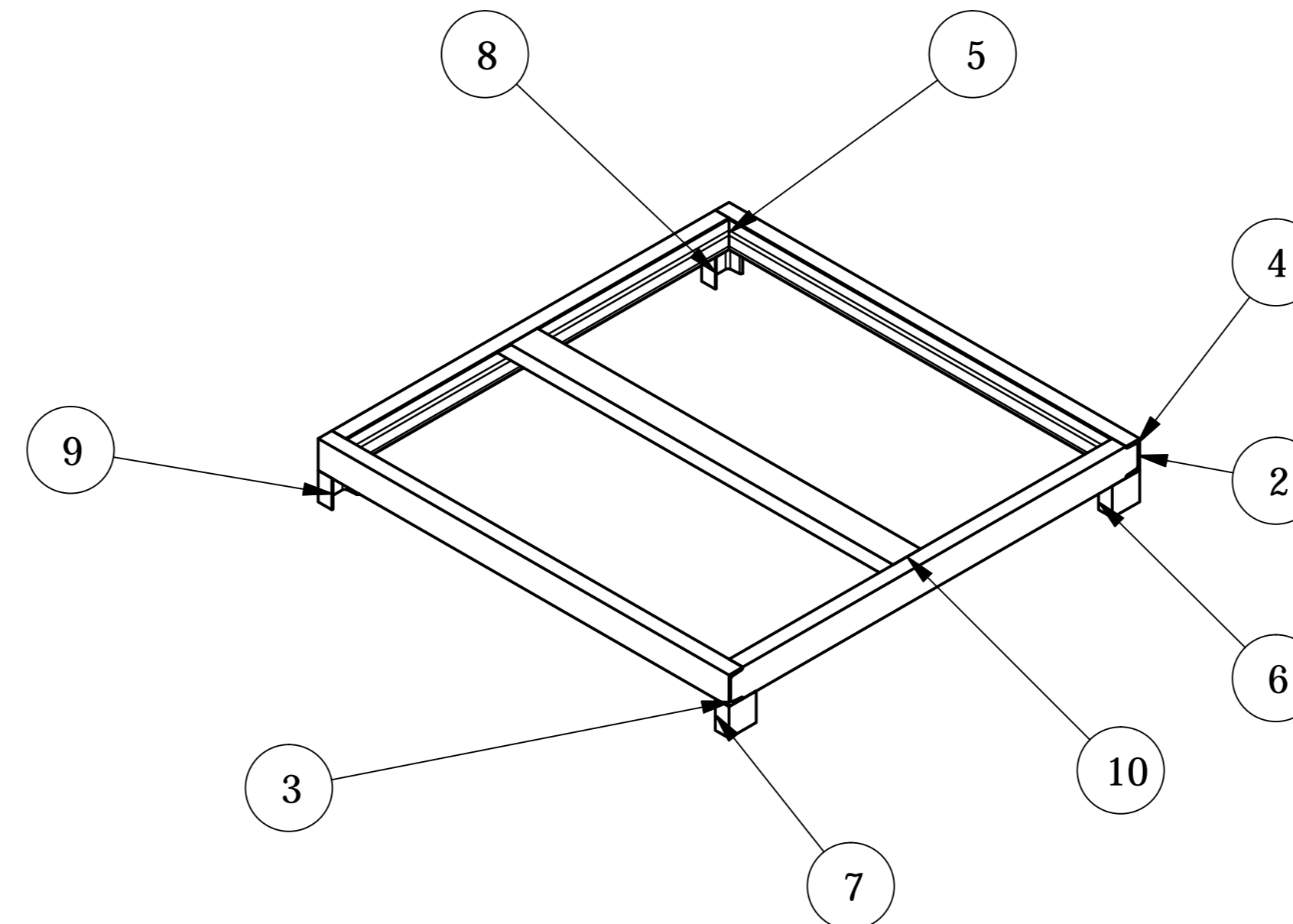
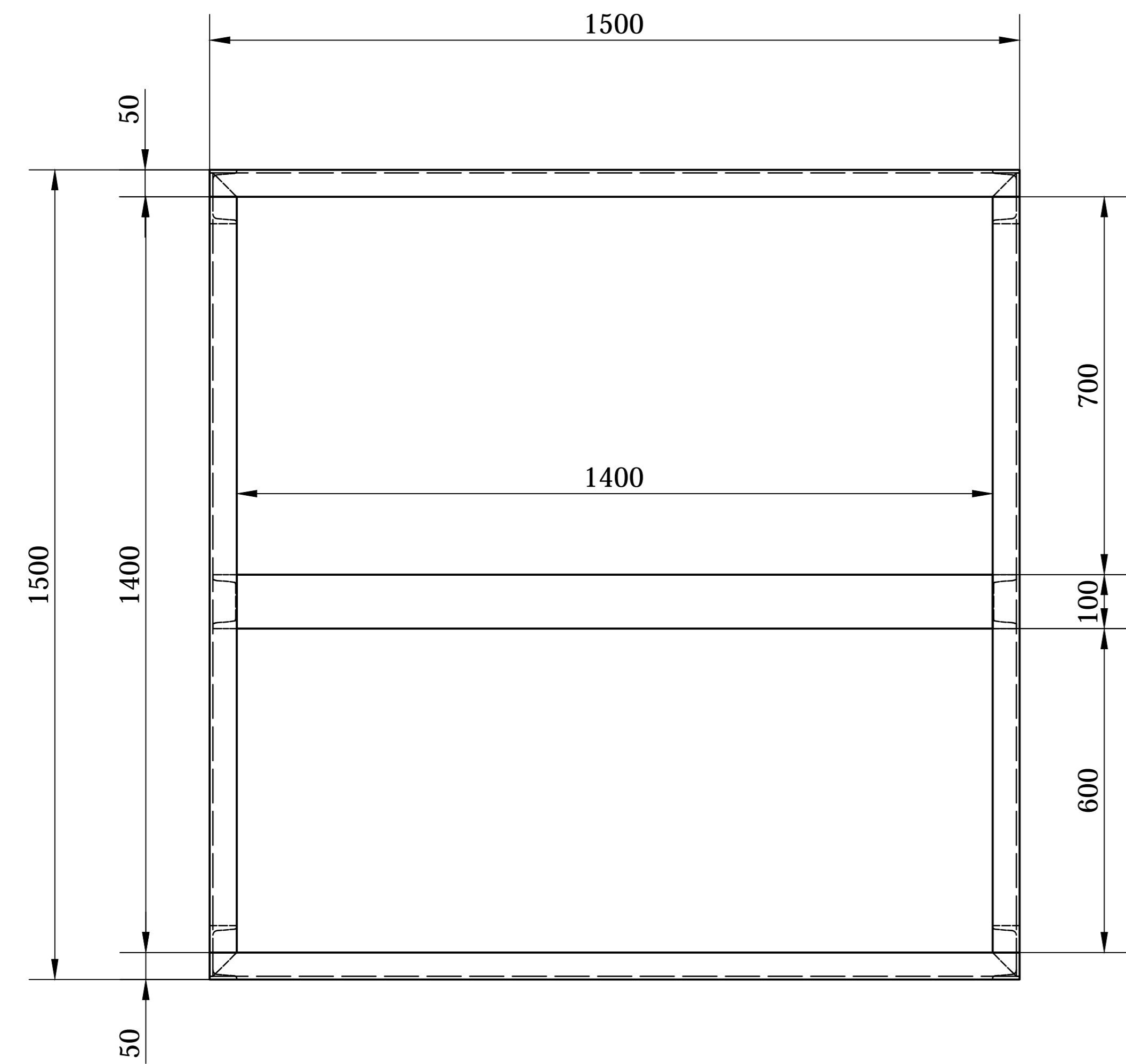
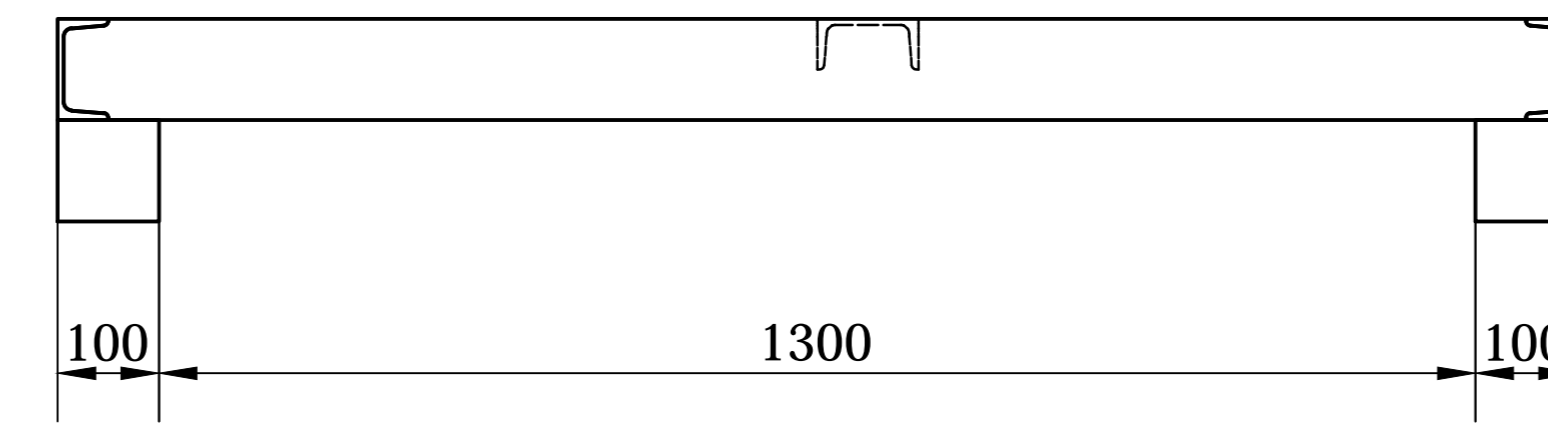
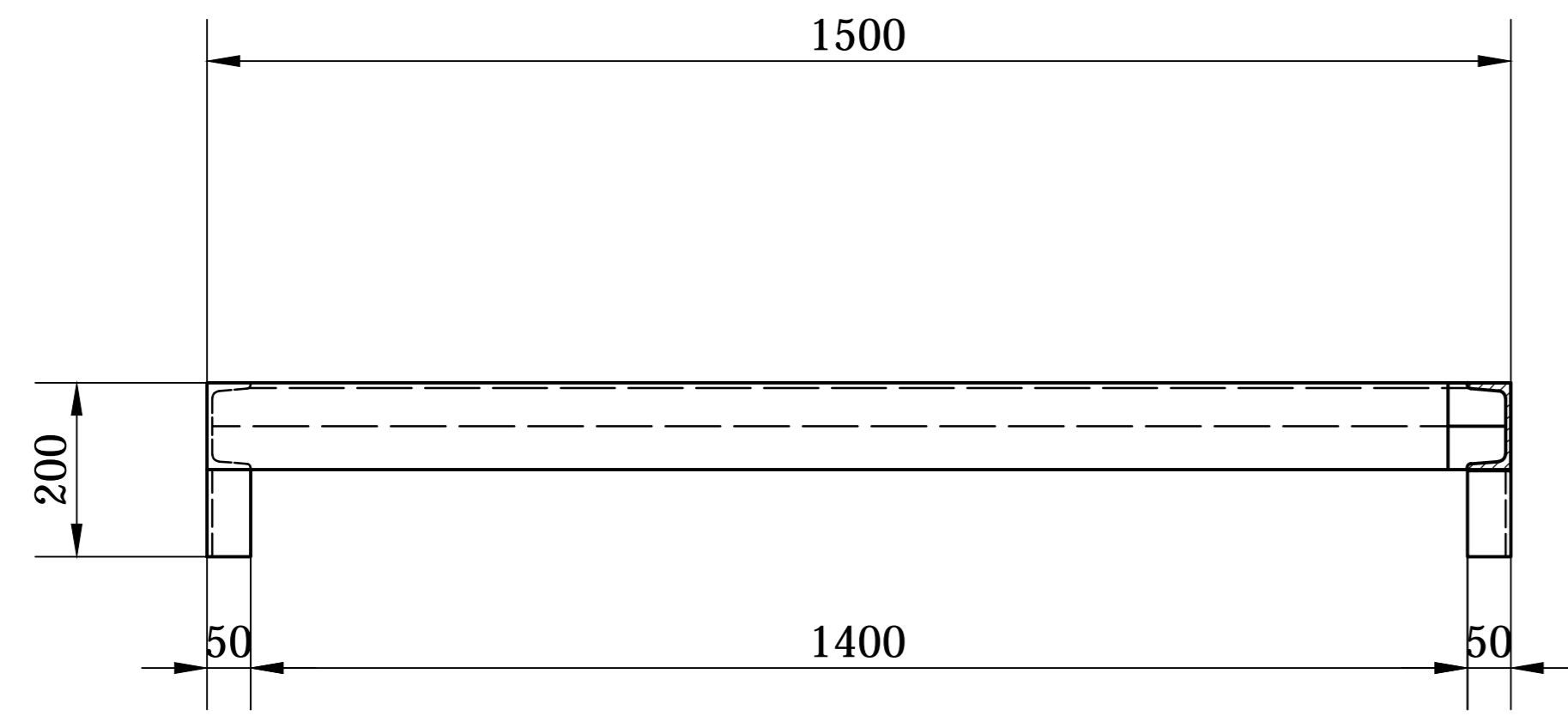


A-A



(1 : 20)

Designed by R. CRUZ - L. SANTO	Checked by ING. H Navas	Approved by ING. H Navas	Date	Date 18/09/2011	
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI		UTC- PCA- S 002			
		BANDEJA	Edition 001	Sheet 1 / 1	



Parts List			
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION	PESO
2	1500,000 mm	DIN U 100 00000001	13,7 kg
3	1500,000 mm	DIN U 100 00000002	14,3 kg
4	1500,000 mm	DIN U 100 00000003	14,3 kg
5	1500,000 mm	DIN U 100 00000004	13,7 kg
6	100,000 mm	DIN U 100 00000005	1,0 kg
7	100,000 mm	DIN U 100 00000006	1,0 kg
8	100,000 mm	DIN U 100 00000007	1,0 kg
9	100,000 mm	DIN U 100 00000008	1,0 kg
10	1500,000 mm	DIN U 100 00000009	1,9 kg
Designed by	Checked by	Approved by	Date
R. CRUZ - L. SANTO	ING. H Navas	ING. H Navas	05/02/2012
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI		UTC- PCA- S 001	
ESTRUCTURA		Edition	Sheet
		001	1 / 1