



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS-CIYA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA PROTOTIPO PARA COMPACTAR
ENVASES DE PLÁSTICO DESECHADOS.”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del título de Ingeniero
Electromecánico

AUTORES:

Carlos Fabian Pacheco Estrella

Danny Fabricio Vaca Hinojosa

TUTOR:

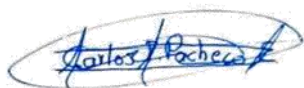
Ing. MSc. Paco Jovanni Vásquez Carrera

LA MANÁ-ECUADOR
MARZO-2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, CARLOS FABIAN PACHECO ESTRELLA Y DANNY FABRICIO VACA HINOJOSA, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA PROTOTIPO PARA COMPACTAR ENVASES DE PLÁSTICO DESECHADOS.”, siendo el Ing. MSc. Paco Jovanni Vásquez Carrera, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Pacheco Estrella Carlos Fabian
C.I: 0502955024



Danny Fabricio Vaca Hinojosa
C.I: 0503966566

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el título:

“IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA PROTOTIPO PARA COMPACTAR ENVASES DE PLÁSTICO DESECHADOS”, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aporte científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del tribunal de validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, 24 de Marzo del 2022



Firmado electrónicamente por:

**PACO JOVANNI
VASQUEZ
CARRERA**

Ing. MSc. Paco Jovanni Vásquez Carrera

TUTOR

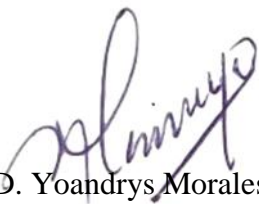
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA por cuanto los postulante: Pacheco Estrella Carlos Fabian con cédula 0502955024 y Vaca Hinojosa Danny Fabricio con cédula 0503966566 con el título de proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA PROTOTIPO PARA COMPACTAR ENVASES DE PLÁSTICO DESECHADOS”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

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

La Maná, Marzo del 2022

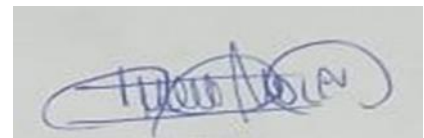
Para constancia firman:



Ing.Ph.D. Yoandrys Morales Tamayo

C.I:1756958797

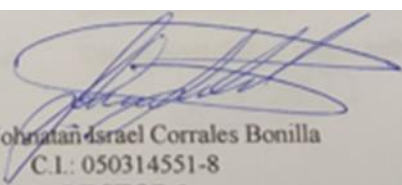
LECTOR 1



Ing.M.Sc. Francisco Saúl Alcocer Salazar

C.I:0503066797

LECTOR 2



MSc. Johriatan Israel Corrales Bonilla
C.I: 050314551-8
LECTOR 3

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a dios por brindarnos un día más de vida salud y sobre todo mucha sabiduría y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad para conseguir este logro, a mis padres por brindarme su apoyo incondicional y ser los promotores de este sueño, agradecemos a nuestros docentes de nuestra querida universidad técnica de Cotopaxi por haber compartido sus conocimientos a lo largo de nuestra preparación, a nuestro tutor el Ing. MSc. Paco Jovanni Vásquez Carrera por guiarnos con sus conocimientos a lo largo del desarrollo del proyecto de investigación y de manera especial a nuestros compañeros que estuvieron apoyándonos en los buenos y malos momentos.

Pacheco Carlos y Vaca Danny

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mis padres y hermanos por todo el esfuerzo y apoyo que me brindaron durante esta etapa de formación académica, permitiéndome alcanzar una más de mis metas anheladas

Pacheco Carlos

El presente trabajo investigativo se lo dedicamos a mis padres, a mis hijas, quienes fueron mi principal apoyo en todos estos años de preparación académica superior, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo han permitido llegar a cumplir uno de los anhelos más deseados.

A nuestro tutor y a toda mi familia, amigos(as), conocidas(os) que de alguna manera me han apoyado y han compartido sus conocimientos conmigo y han hecho que el trabajo se realice con éxito

Vaca Danny

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS – CIYA

Autores:

Pacheco Estrella Carlos Fabian

Vaca Hinojosa Danny Fabricio

RESUMEN

TEMA: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA PROTOTIPO PARA COMPACTAR ENVASES DE PLÁSTICO DESECHADOS.”

En la presente investigación se tiene como objetivo principal construir una máquina prototipo compactadora de envases de plástico desechados, con el propósito de agruparlas para formar pacas y así disminuir su volumen, facilitar el transporte y tener mayor cantidad de almacenamiento. Para la construcción de la máquina se procedió a realizar investigación bibliográfica, la máquina prototipo se construyó a través de un sistema hidráulico y para la estructura utilizamos materiales y elementos como: tubos cuadrados, planchas de acero, bomba hidráulica, válvulas hidráulicas, cilindro hidráulico, mangueras de presión, filtros, motor eléctrico y un depósito para el fluido hidráulico, también utilizamos el método de soldadura por arco eléctrico para unir e inmovilizar las piezas de la estructura. Se realizó el modelo de la máquina utilizando un software de diseño de máquinas el cual se empleó el sistema de simulación por el método de elementos finitos, y así poder elegir los materiales idóneos para la fabricación del prototipo. Los resultados obtenidos en esta investigación fueron los esperados, se formó las pacas con los envases compactados reduciendo su volumen para facilitar su transportación hacia las industrias donde se someterán a otros procesos. La máquina fue diseñada en base a los modelos básicos, y demuestra una gran versatilidad que se puede emplear en la compactación tanto de plásticos como de papel o cartón.

Palabras clave: prototipo, pacas, soldadura, software, versatilidad.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

THE MANA EXTENSION

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES - CIYA

Author:

Pacheco Estrella Carlos Fabian

Vaca Hinojosa Danny Fabricio

ABSTRACT

TOPIC: "IMPLEMENTATION OF A PROTOTYPE MACHINE TO COMPACT DISCARDED PLASTIC CONTAINERS".

The present research work aims to build a prototype machine for compacting discarded plastic containers, with the only purpose of grouping them to form bales to reduce their volume, facilitate transportation and have a significant amount of storage. For the machine construction, the researchers proceeded to carry out bibliographic research, so, the prototype machine was built through a hydraulic system, and for its structure, it was necessary to use some materials and elements such as square tubes, steel plates, hydraulic pump, hydraulic valves, hydraulic cylinder, pressure hoses, filters, electric motor and a tank for the hydraulic fluid. The electric arc welding method served to join and immobilize the pieces of the structure. The machine model was fabricated with a machine design software that used the simulation system by the finite element method, to choose the ideal materials for the prototype manufacture. The results obtained in this research were as expected, bales were formed with the compacted containers, reducing their volume to facilitate their transportation to the industries where they will suffer other processes. This machine was designed based on the basic models and demonstrated great versatility that can be used in the compaction of plastics as well as paper or cardboard.

Keywords: Prototype, bales, welding, software, versatility. Method.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA PROTOTIPO PARA COMPACTAR ENVASES DE PLÁSTICO DESECHADOS”** presentado por: **Pacheco Estrella Carlos Fabian y Vaca Hinojosa Danny Fabricio** egresados de la Carrera de: **Ingeniería Electromecánica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencia de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA)**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, Marzo del 2022

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:

OLGA SAMANDA
ABEDRABBO RAMOS

Lic. Olga Samanda Abedrabbo Ramos
Mg. DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI:050351007-5

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	ix
ÍNDICE GENERAL	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS	xviii
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
4.1. Beneficiarios Directos.....	3
4.2. Beneficiarios Indirectos	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
5.1. Planteamiento del problema.....	4
5.2. Delimitación del problema.....	4
6. OBJETIVOS	4
6.1. Objetivo General.....	4
6.2. Objetivos Específicos	5

7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS.	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.	6
8.1. Compactadora.	6
8.1.1. Compactadoras de plástico (Tipos).....	6
8.2. FUNCIONAMIENTO	7
8.3. MÉTODOS DE COMPACTADO.....	8
8.3.1. Compactado por prensa.	8
8.3.2. Compactado por rodillos.....	8
8.3.3. Rodillo con cuchillas.	8
8.3.4. Rodillo con puntas	8
8.4. Hidráulica.....	9
8.4.1. Máquinas hidráulicas.	10
8.4.2. Clasificación de las máquinas hidráulicas.	10
8.4.2.1. Las turbomáquinas.....	10
8.4.2.2. Máquinas de desplazamiento positivo o máquinas volumétricas.	11
8.5. Principio de funcionamiento.....	11
8.6. Hidrodinámica.	12
8.7. Mecánica de fluidos.	12
8.7.1. Fluido.....	13
8.7.2. Densidad	13
8.7.3. Presión.	13
8.7.4. Viscosidad.....	13
8.7.5. Peso específico.....	14
8.7.6. Densidad relativa.	14
8.7.7. Compresibilidad.....	14
8.8. Definición de caudal.	14
8.9. Componentes de circuitos hidráulicos.	15

8.10. Bomba hidráulica.....	15
8.10.1. Bomba de engranajes.....	15
8.10.2. Bomba de paletas.....	15
8.10.3. Bomba de pistones.....	16
8.11. Depósito de aceite.....	18
8.12. Filtro.....	18
8.13. Manómetro.....	18
8.14. Tuberías, mangueras, racores, juntas y retenes.....	19
8.14.1. Mangueras flexibles.....	19
8.14.2. Mangueras de alta presión.....	19
8.14.3. Mangueras de presión.....	19
8.15. Motor.....	19
8.15.1. Tipos de motores.....	20
8.15.1.1. Motor térmico.....	20
8.15.1.2. Motores de combustión interna.....	20
8.15.1.3. Motores de energía eléctrica.....	21
8.15.2. Tipos de motores eléctricos.....	21
8.15.2.1. Motor de corriente continua.....	21
8.15.2.2. Motor de corriente alterna.....	22
8.16. Actuadores hidráulicos.....	22
8.16.1. Tipos de cilindros hidráulicos.....	23
8.16.1.1. Cilindros de simple efecto.....	23
8.16.1.2. Cilindro de una etapa.....	23
8.16.1.3. Cilindro de doble efecto.....	23
8.16.1.4. Cilindro doble efecto con un vástago de pistón en un lado.....	23
8.16.1.5. Cilindro doble efecto con un vástago de pistón en ambos lados.....	24
8.16.1.6. Cilindros telescópicos.....	24

8.16.1.7. Cilindro Tándem.....	24
8.17. Elementos de regulación y control hidráulico.	25
8.17.1. Válvulas reguladoras de presión.....	25
8.17.2. Válvulas de seguridad.....	25
8.17.3. Válvulas de seguridad directas.	26
8.17.4. Válvulas de seguridad pilotadas.	26
8.17.5. Válvulas reductoras.....	27
8.17.6. Válvulas direccionales.	27
8.17.7. Válvulas direccionales de dos vías.	27
8.17.8. Válvulas direccionales de varias vías.	28
8.17.9. Válvulas unidireccionales.....	29
8.17.10. Válvulas Anti-Retorno.....	29
8.17.11. Válvulas reguladoras de caudal.	30
8.17.12. Válvulas reguladoras de caudal no compensadas (válvulas de aguja).....	30
8.17.13. Válvulas reguladoras de caudal compensadas.	31
8.18. El Acero	31
8.19. Aceros al carbono.	31
8.19.1. Clasificación de los aceros al carbono.....	32
8.19.1.1. Aceros con bajo contenido de carbono.	32
8.19.1.2. Aceros con medio contenido de carbono.....	32
8.19.1.3. Aceros de alto contenido de carbono.....	32
8.19.1.4. Aceros al carbono y su soldabilidad.	33
8.20. Tipos de los perfiles laminados.	33
8.20.1. Perfil IPN.	33
8.20.2. Perfil IPE.....	34
8.20.3. Perfiles HEB, HEA Y HEM.	34
8.20.4. Perfiles UPN.	34

8.20.5. Perfiles L Y LD.....	35
8.20.6. Soldadura	37
8.20.7. Normas de seguridad en soldadura.	40
8.20.8. Riesgos de la soldadura.....	41
8.20.9. Normas de seguridad en soldadura frente a la radiación.	41
8.20.10. Prevención visual.	41
8.21. Plástico.....	42
8.21.1. Propiedades y características.	42
9. PREGUNTA CIENTÍFICA O HIPÓTESIS DEL PROYECTO	44
10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.	45
10.1. LOCALIZACIÓN.....	45
10.2. METODOLOGÍA.....	45
10.2.1. Metodología científica.	45
10.3. TIPOS DE INVESTIGACION.....	45
10.3.1. Investigación bibliográfica	45
10.3.2. Investigación descriptiva	45
10.3.3. Investigación aplicada.....	46
10.4. Cálculo del cilindro hidráulico.	46
10.5. Cálculo de fuerza necesaria elaborar una paca de 20 kg de peso.	46
10.6. Cálculo del diámetro del cilindro hidráulico.	47
10.7. Cálculo de la longitud de carrera del vástago.	47
10.8. Cálculo de volumen de los cilindros.....	48
10.9. Cálculo de caudal de aceite necesario para el sistema.....	49
10.10. Cálculo de la potencia requerida por la bomba.....	49
10.11. Cálculo para el tiempo que tarda en salir el vástago del cilindro.	50
10.12. Cálculo para la selección de mangueras.	50
10.13. Cálculo del motor eléctrico.....	52

10.14	Selección del tanque reservorio para el fluido hidráulico.....	52
10.15.	Selección del fluido hidráulico	53
10.16.	Selección de los materiales para la estructura.	54
10.17.	Cálculo de la fuerza máxima que soportaran las vigas de soporte del cilindro hidráulico.	54
10.18.	Cálculo de reacciones y momentos en la viga.	55
10.19.	Cálculo de las columnas de la compactadora.	58
10.20.	Cálculo para el pasador.....	60
10.21.	Parámetros para realizar la soldadura de las piezas de la máquina compactadora. ..	61
10.22.	Normas utilizadas para la soldadura de la maquina.....	61
10.23.	Método para la selección de alternativas	62
11.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.	65
11.1.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA SIMULACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA.....	67
11.2.	Diseño del prototipo.....	69
12.	IMPACTOS.	71
12.1.	Impacto social.....	71
12.2.	Impacto económico.....	71
12.3.	Impacto técnico.....	71
12.4.	Impacto ambiental.....	71
13.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO	72
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
14.1.	Conclusiones.....	73
14.2.	Recomendaciones.	73
15.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	74
16.	ANEXOS	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Compactadora Manual de material reciclado	6
Figura 2: Compactadora hidráulica vertical.	7
Figura 3: Compactadora hidráulica horizontal	7
Figura 4: Compactado por rodillo con cuchillas	8
Figura 5: Compactadora con rodillos con puntas	9
Figura 6: Turbomáquinas: bomba centrífuga	11
Figura 7: Máquina rotoestática de engranajes externos	11
Figura 8: Bomba de engranajes.	15
Figura 9: bomba de paletas.....	16
Figura 10: bomba de pistones axiales.....	16
Figura 11: Filtros hidráulicos.	18
Figura 12: Manómetros hidráulicos.....	18
Figura 13: Motor de energía térmica.	20
Figura 14: Motor de combustión interna.....	21
Figura 15: Motor eléctrico.....	21
Figura 16: Cilindro hidráulico.....	25
Figura 17: Válvula de seguridad directa.....	26
Figura 18 : Válvula de seguridad pilotada.....	26
Figura 19: Válvula direccional de dos vías	28
Figura 20: Válvula direccional: cuatro vías y tres posiciones.....	28
Figura 21: Válvula antiretornos (abierta y cerrada)	30
Figura 22 : Válvula de aguja	30
Figura 23: Válvula reguladora de caudal compensado.....	31
Figura 24: Perfil IPN tipo “I” o doble “T”	33
Figura 25: Perfil IPE.....	34
Figura 26: Perfiles HEB, HEA Y HEM.	34
Figura 27: Perfiles UPN en forma de “U”.....	35
Figura 28: Perfiles “L y LD”	35
Figura 29: diagrama de cuerpo libre de una viga	55
Figura 30: diagrama de cuerpo libre de una columna	59
Figura 31: Simulación del desplazamiento en mm de las vigas	67
Figura 32: Simulación de tensión.....	67

Figura 33: Análisis del desplazamiento del pin.....	68
Figura 34: Simulación de la tensión del pin	68
Figura 35: diseño de la máquina compactadora	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Beneficiarios de la institución	3
Tabla 2: Beneficiarios del Cantón La Maná.....	3
Tabla 3: Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos.....	5
Tabla 4: Parámetros de las bombas de funcionamiento constantes más difundidas.....	17
Tabla 5: propiedades de los aceros al carbono.	33
Tabla 6: Propiedades mecánicas de algunos aceros estructurales.	36
Tabla 7: Composición química del metal.	38
Tabla 8: Características típicas del metal depositado	38
Tabla 9: Amperajes para aplicar con el electrodo 7018	39
Tabla 10: clasificación de los plásticos para el reciclado	44
Tabla 11: velocidades de acuerdo al tipo de línea.	51
Tabla 12: Catálogo de mangueras hidráulicas	52
Tabla 13: Características de los perfiles ASTM A36	57
Tabla 14: Propiedades mecánicas de los aceros ASTM A36	58
Tabla 15: Parámetros de soldadura.....	61
Tabla 16: Ponderación de los criterios.....	62
Tabla 17: Calificación de opciones por cada criterio	63
Tabla 18: Calificación de opciones por cada criterio	63
Tabla 19: Calificación de opciones por cada criterio	63
Tabla 20: Calificación de opciones por cada criterio	64
Tabla 21: Calificación de opciones por cada criterio	64
Tabla 22: Calificación de opciones por cada criterio	64
Tabla 23: Calificación de opciones por cada criterio	65
Tabla 24: Ficha técnica de la máquina compactadora	70
Tabla 25: Gasto General	72

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Envases de plástico sin compactar.....	66
Imagen 2: Envases de plástico listos para el proceso de compactación.	66

Imagen 3: Proceso de compactación de los envases plásticos.....	66
Imagen 4: Envases plásticos compactados.	66

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Datos Informativos Personal Docente	77
Anexo 2: Curricular del primer estudiante investigador	80
Anexo 3: Curricular del segundo estudiante investigador.....	81
Anexo 4: Fotografías del proceso de construcción.....	82
Anexo 5: CARACTERÍSTICAS DE LOS ACEITES HIDRÁULICOS	86
Anexo 6: MANUAL DE MANTENIMIENTO.	88
Anexo 7: Planos de la máquina compactadora	91
Anexo 8: Certificación de antiplagio.....	100

1. INFORMACIÓN GENERAL.

Título del Proyecto:

“IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA PROTOTIPO PARA COMPACTAR ENVASES DE PLÁSTICO DESECHADOS.”

Fecha de inicio:	Octubre del 2021
Fecha de finalización:	Febrero del 2022
Lugar de ejecución:	Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná
Unidad académica que auspicia:	Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas CIYA
Carrera que auspicia:	Ingeniería Electromecánica
Proyecto de investigación vinculado:	La transferencia tecnológica sustentable como eje fundamental para el desarrollo socio económico y la vinculación social
Equipo de trabajo:	
Tutor del Proyecto:	Ing. MSc. Paco Jovanni Vásquez Carrera
Postulantes:	Sr. Pacheco Estrella Carlos Fabian Sr. Vaca Hinojosa Danny Fabricio
Área de conocimiento:	Ingeniería, Industria y Construcción
Línea de investigación:	Procesos Industriales
Sub líneas de investigación de la carrera:	Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos
Núcleo Disciplinar:	Desarrollo de tecnología y procesos de fabricación

2. INTRODUCCIÓN

Las máquinas en las industrias son capaces de realizar diferentes tipos de procesos para obtener productos terminados de diferentes clases de materia prima, el plástico es una de las más utilizadas a nivel mundial para construir objetos que servirán para diferentes propósitos y en la mayoría de los casos se usa una sola vez de ahí son desechados, generando así un gran impacto de contaminación al medio ambiente, debido a esto se ha tenido la necesidad de investigar los métodos de reutilización de estos objetos dando lugar al reciclaje del plástico especialmente de los envases de PET, para lo cual se requiere de diferentes etapas del proceso.

De acuerdo a las investigaciones realizadas se pudo conocer uno de los procedimientos que se debe realizar para el reciclaje de estos envases es la transportación de los lugares de acopio hacia las plantas de tratamiento para lo cual es recomendable formar pacas para facilitar su manipulación, transporte y almacenamiento.

Para este proceso se construye una máquina prototipo que compacta aproximadamente 0.18 metros cúbicos de envases de plástico y forma pacas con un peso aproximado de 20 kg. En la construcción de esta máquina utilizamos metodología de investigación bibliográfica, para conocer los diferentes tipos de compactación y también la forma se realiza este trabajo en los centros de acopio del Cantón La Maná Provincia de Cotopaxi. Este proyecto es un elemento importante que ayudara a mejorar el trabajo de los centros de acopio y aporta con disminución de la contaminación del medio ambiente.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El presente trabajo de investigación es una aportación, para las personas que se dedican al reciclaje, en especial al de envases plásticos desechados, por diferentes razones, entre ellas la inexistencia de una máquina compactadora, el proceso de compactación lo realizan manualmente, esto hace que el reciclador dedique más tiempo a esta actividad descuidando otras actividades, o en muchos de los casos las transportan sin compactar reduciendo la cantidad que realmente se puede transportar.

Con el desarrollo de este proyecto se pretende resolver los problemas que existe en el proceso de compactación y almacenamiento de envases de plástico para reducir el tiempo, espacio y su facilidad de transportación, a más de ayudar al reciclador se contribuye con la reducción de la contaminación por el plástico al medio ambiente, estudios realizados en diferentes países demuestran que en los últimos años se ha incrementado la actividad de recolectar envases plásticos desechados.

Para llevar a cabo la ejecución de este proyecto se procederá a realizar investigaciones bibliográficas y documentales, para realizar la respectiva implementación se debe tener un conocimiento amplio de los componentes, métodos y técnicas que se utilizarán para construir la máquina.

La iniciativa de este proyecto se da al conocer que en la ciudad de La Maná el proceso de reciclaje de envases plásticos no es el más eficiente, no se cuenta con una tecnología que permita agilizar los procesos de compactado para tener mayor facilidad de manipulación, el material compactado y en forma de pacas reducen su volumen inicial pasándolo a uno más manejable.

Con esta propuesta se procura beneficiar a toda la comunidad dedicada al trabajo de reciclaje, facilitando su transportación hacia los centros de acopios de mayor capacidad, o hasta las industrias donde son sometidas a otros procesos hasta llegar a un nuevo producto terminado.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1. Beneficiarios Directos

Los beneficiarios directos del proyecto serán los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná

Tabla 1: Beneficiarios de la institución

Hombres	Mujeres	Total
266	12	278

Fuente: Tomado de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Elaborado por: Autores del proyecto

4.2. Beneficiarios Indirectos

Los beneficiarios indirectos del proyecto son los propietarios de los centros de acopio de materiales reciclables del Cantón La Maná Provincia de Cotopaxi

Tabla 2: Beneficiarios del Cantón La Maná

Hombres	Mujeres	Total
21,420	20,796	42,216

Fuente: Tomado de Instituto Nacional de Estadística y Censo

Elaborado por: Autores del proyecto

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

5.1. Planteamiento del problema

En la actualidad a nivel mundial el consumo de alimentos u otras sustancias en envases de plástico desechable hace que exista un aumento considerable en la contaminación del medio ambiente a través del plástico, también se convierten en reservorios para la reproducción de mosquitos que transmiten distintas enfermedades. Por esta razón se opta por el reciclaje y en dar un tratamiento especial a este plástico para elaborar diferentes productos que se los vuelva a utilizar.

En la mayoría de las ciudades dentro del país existen un gran número de personas y asociaciones dedicadas al reciclaje de envases plásticos desechados, pero todo el proceso de compactado lo realizan manualmente lo que toma mucho tiempo y causa gran desgaste físico a las personas que realizan este proceso, quizás sea por falta de recursos o desconocimiento, no cuentan con una herramienta adecuada, por eso surge la necesidad de construir una máquina prototipo compactadora de envases de plástico desechados, de sencilla operación, resistente, productiva y que también sea económica y de fácil instalación, para que pueda realizar el trabajo de compactado y facilitar el almacenamiento y transporte de este material.

¿Cómo reducir el tiempo en el proceso de compactado de envases de plástico que es realizado de forma manual, para obtener mayor cantidad de envases compactados en menor tiempo?

5.2. Delimitación del problema

El motivo de este trabajo de investigación se basa en construir una máquina que realice el proceso de compactación de envases de plástico desechados, la construcción de esta máquina se lo realizó en el Cantón La Maná Provincia de Cotopaxi, en un lapso de tiempo de 4 meses correspondientes a noviembre, diciembre, enero y febrero, de los años 2021- 2022 respectivamente.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

Construir una máquina prototipo compactadora de envases de plástico desechados, para facilitar el almacenamiento y transportación en la Universidad Técnica de Cotopaxi-extensión La Maná.

6.2. Objetivos Específicos

- Revisar la información bibliográfica para definir las características y componentes de la máquina prototipo compactadora de envases de plásticos.
- Diseñar la estructura de la máquina prototipo y sus componentes.
- Construir la máquina prototipo utilizando los métodos y técnicas de diseño.
- Realizar pruebas a la máquina prototipo para evaluar el funcionamiento.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS.

Tabla 3: Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos

Objetivos.	Actividades.	Resultados de las actividades.	Descripción (técnicas e instrumentos)
Revisar la información bibliográfica para definir las características y componentes de la máquina prototipo compactadora de envases de plásticos.	Revisión bibliográfica acerca de las máquinas compactadoras, tipos, modelos, características y funcionamiento.	Seleccionar el diseño adecuado de la máquina compactadora para realizar un óptimo proceso de compactado de envases de plástico.	Se realizó una metodología de investigación documental bibliográfica.
Diseñar la estructura de la máquina prototipo y sus componentes.	Diseño del modelo de la máquina compactadora en el software Autodesk Inventor mediante elementos finitos.	Modelado de la máquina finalizada con los materiales adecuados para su durabilidad.	Se aplicó una técnica de diseño de máquinas industriales a través de un software de diseño.
Construir la máquina prototipo utilizando los métodos y técnicas de diseño.	Cotización, adquisición y transporte de los materiales y demás elementos para la construcción de máquina.	Construcción total de la máquina compactadora de envases de plástico desechados.	Metodología investigativa para conocer los precios de los materiales para la construcción. Aplicación de soldadura y otras técnicas para la estabilidad de las piezas.
Realizar pruebas a la máquina prototipo para evaluar el funcionamiento.	Puesta en marcha la máquina construida, para realizar las pruebas necesarias y corregir errores en caso de existir.	Funcionamiento esperado de la máquina compactadora de envases de plástico,	Se realizó un método de análisis para evaluar el funcionamiento de la máquina.

Elaborado por: (autores del proyecto, 2022)

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.

Para el diseño del prototipo se consideran algunas alternativas de análisis para obtener un resultado satisfactorio considerando los métodos de Compactación.

8.1. Compactadora.

Una compactadora es una máquina que reduce el tamaño de un desecho aplicando fuerza sobre el mismo. Por lo general, estos compactadores funcionan con un sistema hidráulico. La principal ventaja de esta solución es que reduce el tamaño y reduce los costes de almacenamiento y transporte (Cascante & Haro, 2016).

8.1.1. Compactadoras de plástico (Tipos)

Existen varios modelos de máquinas para compactar plásticos, las que existen en la actualidad en el mercado son las verticales que su función es mediante accionamiento hidráulico, sin embargo, existen también horizontales con el mismo principio de funcionamiento. A finales del siglo XX e inicios del siglo XXI, las compactadoras más comunes para compactar material reciclado eran de accionamiento manual que funcionaban al girar un volante.

Figura 1: Compactadora Manual de material reciclado



Fuente: (Jorge Daniel Tapia Lemos, 2014).

Figura 2: Compactadora hidráulica vertical.



Fuente: (Industrias Metálicas de Monclova SA, 2017).

Figura 3: Compactadora hidráulica horizontal



Fuente: (Diseños y Mantenimiento MAR S.A., 2018).

8.2. FUNCIONAMIENTO

Los tres tipos de compactadores de reciclaje indicadas en los gráficos anteriores cumplen el mismo propósito y su funcionamiento es similar, la diferencia está en la que en su parte superior tiene un volante el cual se gira para realizar su acción, mientras que el tipo hidráulico, tanto vertical como horizontal son de accionamiento manual, pero no requieren mucho esfuerzo porque el sistema de energía hidráulica activa el cilindro hidráulico que finalmente mueve la placa compactadora (Tapia Lemos, 2018).

8.3. MÉTODOS DE COMPACTADO

8.3.1. Compactado por prensa.

Una prensa compactadora es una máquina estacionaria montada en el piso que permite comprimir y reducir el tamaño de las botellas de plástico para almacenarlas en contenedores herméticos y transportarlas a su destino final para su reciclaje. Estas prensas son de tipo hidráulicas y neumáticas.

8.3.2. Compactado por rodillos.

Este tipo de máquina se utiliza con uno o más cilindros que halan la botella mediante puntas y la comprimen a través de los canales de contracción entre los cilindros, luego cae por gravedad y después se las almacena.

8.3.3. Rodillo con cuchillas.

Las máquinas de este tipo comprimen los envases plásticos mediante tubos unidos a cuchillas o discos previamente maquinados que arrastran los envases hasta el interior de los rodillos colocados con espaciadores como se observa en la siguiente figura.

Figura 4: Compactado por rodillo con cuchillas



Fuente: (ANTONY FABRICIO MORILLO ROSERO, 2018)

8.3.4. Rodillo con puntas

Esta máquina está diseñada para hacer agujeros en las botellas de plástico PET para una compresión efectiva posterior. La perforadora de botellas consta de dos cilindros que giran en sentidos opuestos, equipados con varias puntas de acero para un perforado eficiente. Es fácil reemplazar los picos perforadores si estos se llegasen a dañar (Morillo Rosero & Quespaz Padilla, 2018).

Figura 5: Compactadora con rodillos con puntas



Fuente: (ANTONY FABRICIO MORILLO ROSERO, 2018)

8.4. Hidráulica.

En la hidráulica se utiliza principalmente un fluido hidráulico el cual va a ejercer presión para mover el émbolo de un cilindro que es alimentado por un sistema hidráulico que consiste en bomba, tanque reservorio y un conjunto de tuberías de presión conectadas al sistema. Los sistemas hidráulicos a menudo se aplican a dispositivos móviles como, excavadoras, plataformas de elevación, equipos de transporte, maquinaria agrícola, incluidas las aplicaciones en dispositivos fijos que abarcan la fabricación y montaje de máquinas de todo tipo, lineal transfer, prensas, máquinas de laminación y ascensores.

Tienen las siguientes ventajas: la alta capacidad de presión se transmite con componentes pequeños; Empezar con cargas pesadas; Movimiento lineal independiente de la carga debido que el fluido es casi incompresible y se pueden usar válvulas de control; Procesos suaves y rigurosos; Buen control de regulación y disipación de calor.

Y sus desventajas son: contaminación ambiental con el riesgo de incendios y accidentes en el caso de la fuga de fluido; Sensible a la suciedad. Existe un riesgo debido a la presión y dependencia de la temperatura en los cambios de viscosidad (Solé, 2012).

8.4.1. Máquinas hidráulicas.

Las máquinas hidráulicas o también llamadas máquinas de fluidos son las que intercambian energía a través de un fluido que circula por su interior, este fluido transmite la energía que absorbe o recibe la máquina que lo transmite.

Las máquinas hidráulicas forman parte de las aplicaciones más importantes de la mecánica de fluidos y se las aplica en distintos tipos de instalaciones de maquinaria de la industria. El estudio se da por medio de las ecuaciones generales de conservación de mecánica de fluidos.

El flujo a través de una máquina hidráulica puede ser laminar o turbulento, aunque a menudo tiene números de Reynolds altos, es decir, flujo turbulento y también tridimensional y no estacionario; Esto significa que, en general, no hay soluciones exactas para las ecuaciones de Navier Stokes. Por esta razón, el análisis y diseño de máquinas de fluidos es complejo porque las ecuaciones y condiciones de contorno que gobiernan el movimiento del fluido dentro de la máquina hidráulica son muy complejas y en la mayoría de los casos imposibles de resolver por métodos analíticos o numéricamente, es necesario recurrir a otras técnicas como los ensayos bajo la guía de análisis automáticos de similitud y dimensional o análisis de modelos teóricos sencillos que aproximan el comportamiento del líquido en el interior de la máquina (Domínguez, 2012).

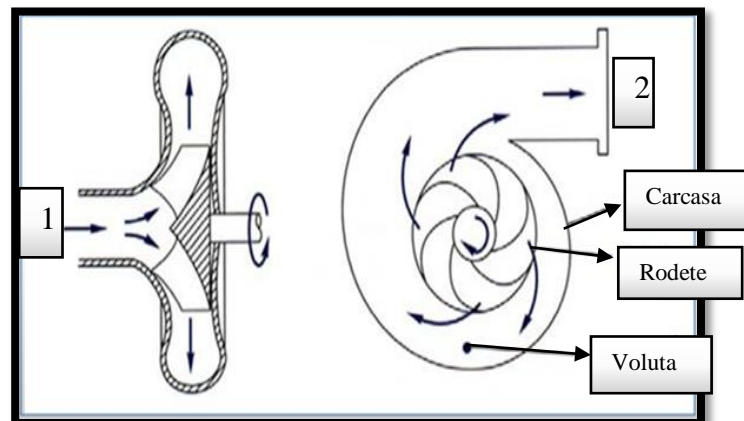
8.4.2. Clasificación de las máquinas hidráulicas.

Para clasificar las máquinas hidráulicas se atiende al mecanismo principal de la máquina, es decir, el elemento que se intercambia la energía mecánica en energía de fluido o viceversa. Los dos grandes grupos en los que se pueden clasificar son las turbomáquinas y las máquinas de desplazamiento positivo.

8.4.2.1. Las turbomáquinas.

También llamadas máquinas de corriente, son aquellas máquinas cuyo componente principal es un rotor a través del cual pasa un fluido de forma continua, cambiando su cantidad de movimiento, siendo esto aprovechado como una entrega de energía de la máquina al fluido como podemos observar en la siguiente figura.

Figura 6: Turbomáquinas: bomba centrífuga

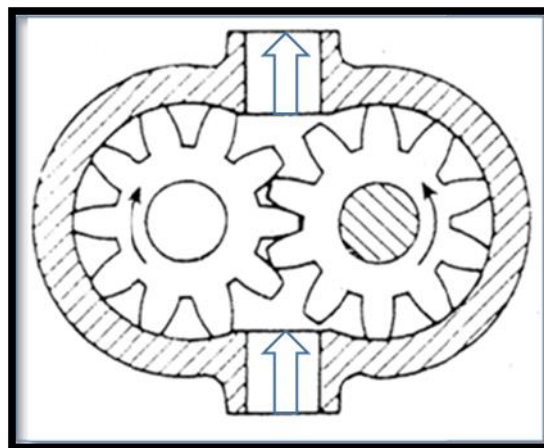


Fuente: Tous Berengué

8.4.2.2. Máquinas de desplazamiento positivo o máquinas volumétricas.

Son aquellas máquinas en las que el elemento intercambiador de energía cede energía al fluido (bombas) o el fluido a él en forma de presión creada por la variación de volumen de una cámara. Es decir, que se desplaza un volumen confinado de fluido, comprimiéndolo o dando lugar a su expansión, pero trabajando con dicho volumen de forma independiente al resto del fluido.

Figura 7: Máquina rotoestática de engranajes externos



Fuente: Tous Berengué

8.5. Principio de funcionamiento.

Este principio de funcionamiento está basado en la hidrostática, de modo que el aumento de presión se realiza por el empuje de las paredes de las cámaras que varían su volumen desde la cavidad de aspiración a la cavidad de descarga. Es decir, que siempre hay una cámara que aumenta de volumen -aspiración- y disminuye de volumen -impulsión-.

En este tipo de bombas, en cada ciclo el elemento propulsor genera de manera positiva un volumen dado o cilindrada, por lo que también se denominan bombas volumétricas. En caso de poder variar el volumen máximo de la cilindrada se trata de bombas de volumen variable. Si ese volumen no se puede variar, entonces la bomba es de volumen fijo.

El elemento de intercambio de energía no tiene por qué ser alterno, pero puede tener movimiento rotativo. El principio de funcionamiento es el mismo en ambos casos, diferenciándose únicamente en la forma y modo en que se mueve el fluido, pero el objetivo es el mismo. Estas bombas pueden trabajar con una amplia gama de líquidos, independientemente de su viscosidad, ya que su gran ventaja es bombear líquidos con valores de viscosidad bastante elevados; a diferencia de la maquinaria de turbina que puede operar a caudales más altos, pero con una cantidad limitada de fluido debido a su viscosidad (Tous Berengué, 2014).

8.6. Hidrodinámica.

Estudia el comportamiento del movimiento de fluidos; La hidrodinámica en sí se basa en gran medida en fluidos incompresibles, es decir, líquidos; Para ello considera velocidad, presión, caudal y gasto. Se utiliza en el diseño y construcción de presas, canales, acueductos, cascos de barcos, aeronaves, hélices, turbinas, frenos, amortiguadores, alcantarillas pluviales, entre otras aplicaciones. El estudio de los fluidos en movimiento dice: Son completamente incompresibles, ideales, es decir, carecen de viscosidad. El caudal es constante, porque la velocidad de cada partícula de líquido que pasa por el mismo punto se considera igual (Zambrano Cevallos, 2019).

8.7. Mecánica de fluidos.

La mecánica de fluidos se ocupa de fluidos en movimiento o estacionarios, y para ello utiliza cantidades que pueden ser escalares, vectoriales y tensoriales. Además, estas cantidades se pueden colocar en campos, según la ubicación y el tiempo según la característica de la cantidad. Las aplicaciones de la mecánica de fluidos son amplias, pero como ciencia, su estudio se basa en el comportamiento entre teoría y experimento y en la formulación de un conjunto de principios de conservación que permite un enfoque riguroso de cualquier problema real. La estabilidad de los flujos está regulada por la presencia de viscosidad: la turbulencia ocurre cuando el equilibrio entre los términos cinéticos y de viscosidad descritos por el número de Reynolds alcanza un cierto valor. En presencia de turbulencia, las variables de flujo se vuelven aleatorias y permanentes, la tasa de excitación de las partículas aumenta y con ello el transporte de cualquier fenómeno. En flujos turbulentos, el transporte de masa por difusión, por

conducción de calor o por cantidad de movimiento es más importante que el flujo laminar, y los ingenieros deben estar preparados para interpretarlo, porque hay usos industriales donde lo interesante es si el flujo es laminar. o el caos, según sea el caso (Jiménez, 2019).

8.7.1. Fluido.

Un fluido es un medio material continuo, deformable, no rígido, capaz de "fluir", es decir, sufrir grandes cambios debido a la aplicación de una fuerza. Los líquidos se pueden clasificar en líquidos y gases. Hay 3 tipos de líquidos:

- Newtonianos: relación entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación. Son independientes de cuando se aplica el esfuerzo, aunque pueden depender tanto de la temperatura como de la presión en ese punto.
- No newtoniano: No existe una relación entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación. Son sustancias cuya viscosidad varía con el gradiente de tensiones que actúa sobre ellas, por lo que los fluidos no newtonianos no tienen un valor de viscosidad definido y constante. Estos fluidos se caracterizan por sus propiedades reológicas.
- Viscoelásticos: se comportan como líquidos y sólidos, exhibiendo propiedades de ambos.

8.7.2. Densidad

La densidad de una sustancia es su masa por unidad de volumen o, en otras palabras, la masa contenida en un volumen. La unidad de densidad es kilogramos por metro cúbico en el sistema internacional (SI) y se denota con la letra griega Rho (ρ).

8.7.3. Presión.

La presión es una cantidad escalar utilizada para calcular la fuerza que actúa sobre una superficie en una dirección perpendicular. La unidad utilizada para medir la presión es el Pascal (Pa).

8.7.4. Viscosidad.

Indica con qué facilidad se mueve un fluido cuando se aplica una fuerza externa. La viscosidad es la propiedad distintiva de un medio fluido, ya que relaciona la fuerza de corte que actúa por unidad de área con la tasa de deformación resultante. La viscosidad se utiliza para evaluar la resistencia de los líquidos que fluyen a través de tuberías o se derraman a través de orificios (cuanto mayor sea la viscosidad, mayor será la resistencia). La unidad de viscosidad cinemática

en el sistema internacional es [Pa/s]. Las unidades reales de viscosidad cinemática son el stoke, definido en decimal como [cm²/s], y el centistoke [cSt]. La viscosidad del gas es de unos 10⁻⁵ Pa.s. Factores que afectan la viscosidad:

- Temperatura: La viscosidad disminuye con la temperatura.
- Velocidad de deformación: los fluidos se deforman continuamente bajo la aplicación del esfuerzo cortante, por ejemplo, los plásticos, la deformación disminuye con el aumento de la velocidad de deformación.
- Presión: la viscosidad aumenta exponencialmente con la presión, los cambios son bastante pequeños para presiones distintas de la atmósfera, pero no se toma mucho en cuenta para las mediciones.

8.7.5. Peso específico.

Es la fuerza de gravedad (o peso) por unidad de volumen de un líquido, denotada por el símbolo “ γ ”. Las unidades del sistema internacional son Newton por metro cúbico.

8.7.6. Densidad relativa.

La densidad relativa de un líquido es la relación entre la densidad de un líquido dado y la densidad del agua a una temperatura estándar. Se denota con el símbolo “ ρ_r ”.

8.7.7. Compresibilidad.

La compresión es una propiedad de un líquido que se ocupa de los cambios que existen entre el volumen y la presión a la que está sometido el fluido en una zona determinada. Los líquidos tienen una compresibilidad muy baja en comparación con los gases, un ejemplo de ello es el aire comprimido encerrado en los bloques de cilindros de un motor de combustión, y así mismo, se ha señalado que esta propiedad está asociada a que su densidad depende tanto de la presión como de la temperatura (Núñez, 2018).

8.8. Definición de caudal.

El término caudal de flujo se refiere a la cantidad de líquido que fluye a través de la sección transversal o la sección longitudinal de una tubería, por unidad de tiempo. Suele definirse como caudal volumétrico y medirse en cualquier punto del canal; Sin embargo, cuando desee medir, debe seleccionar cuidadosamente el punto de medición (Suárez Agudelo, 2018).

8.9. Componentes de circuitos hidráulicos.

En un sistema hidráulico encontramos diferentes componentes encargados de distintas funciones como presurizar el fluido, distribuir aceite, controlar y finalmente operar. Entre estos componentes tenemos los siguientes:

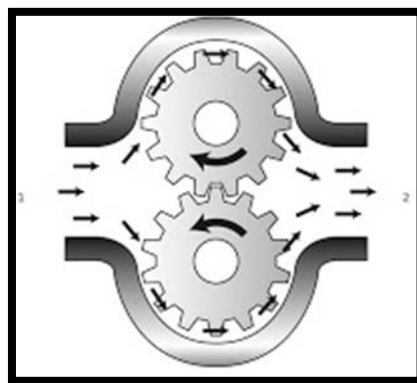
8.10. Bomba hidráulica.

Las bombas hidráulicas convierten la energía mecánica en energía hidráulica. Esto se hace por el movimiento del fluido que es el medio de transmisión. Hay diferentes tipos de bombas hidráulicas, incluyendo bombas de engranajes, paletas y pistones. Todos estos tipos de bombas tienen diferentes subtipos para aplicaciones específicas, como bombas de pistón de eje doblado o bombas de paletas variables. Todas las bombas hidráulicas funcionan según el mismo principio, que consiste en mover un volumen de fluido contra una carga o presión (Ramírez Figueroa, 2016).

8.10.1. Bomba de engranajes.

Este tipo de bomba usa engranajes directamente para generar su rotación y hacer el trabajo. Se utilizan comúnmente en la industria alimentaria para el transporte de materias primas, las industrias química y farmacéutica, la producción de polímeros y en la industria petroquímica, con aplicaciones de fluidos de alta presión y alta viscosidad. Para evitar la cavitación, la presión del lado de succión no debe exceder 1,5-3 psi.

Figura 8: Bomba de engranajes.



Fuente: Hidráulica 11 polgerman.

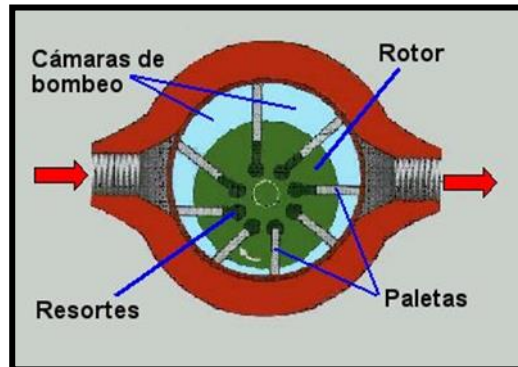
8.10.2. Bomba de paletas.

Esta bomba consta de un rotor que contiene una serie de álabes articulados que guían el líquido hacia la zona de descarga de la bomba que, por fuerza centrífuga al girar el rotor, empuja estos álabes contra la pared de la carcasa, es decir, los álabes se deslizan dentro y fuera de 45 ranuras

del rotor para mantener un sello anti excéntrico, por contacto. Las paletas están hechas de acero endurecido, cobre o baquelita, diseñadas para formar un sello, siendo un extremo de las paletas biselado para ajustar el contacto entre las paletas y el anillo excéntrico.

Para prevenir la cavitación, la presión en el lado de succión no deberá exceder los 0.1 0.2 bar (10 a 20 kPa) por debajo de la presión atmosférica (presión mínima absoluta: 0.8 bar o 80 kPa).

Figura 9: bomba de paletas

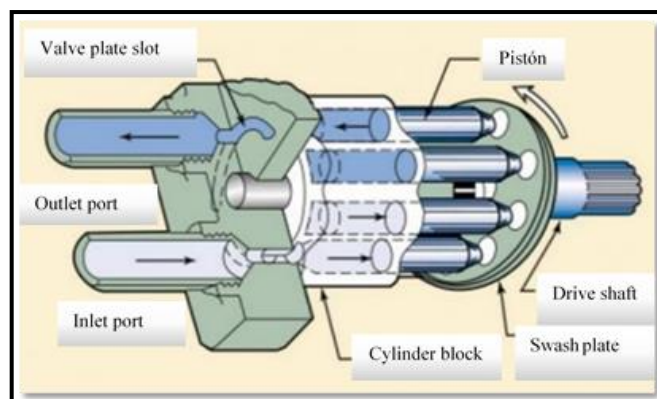


Fuente:(motor hidráulico, 2015)

8.10.3. Bomba de pistones.

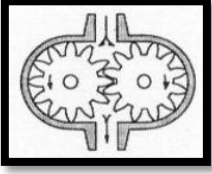
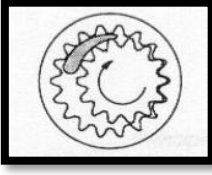
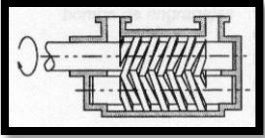
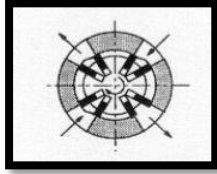
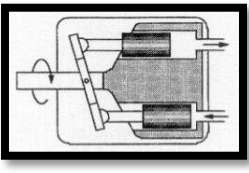
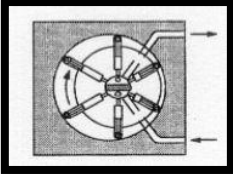
Son capaces de generar alta presión. Según la posición del pistón o émbolo, existen dos tipos: axial y radial. La siguiente figura muestra un diagrama esquemático de una bomba de pistones axiales (Monterroso Barrios, 2019).

Figura 10: bomba de pistones axiales



Fuente: hydraulics & pneumatics.

Tabla 4: Parámetros de las bombas de funcionamiento constantes más difundidas

	Tipo de bomba	Márgenes de revoluciones r.p.m.	Volumen de expulsión (cm^3)	Presión nominal (bar)	Rendimiento
	Bomba de engranajes externos	500-3500	1,2-250	63-160	0,8-0,91
	Bomba de engranajes internos	500-3500	4-250	160-250	0,8-0,91
	Bomba helicoidal	500-4000	4-630	25-160	0,7-0,84
	Bomba de aletas celulares	960-3000	5-160	100-160	0,8-0,93
	Bomba de émbolos axiales	750-3000	100 25-800 25-800	200 160-250 160-320	0,8-0,92 0,82-0,92 0,8-0,92
	Bomba de émbolos radiales	960-3000	5-160	160-320	0,90

Fuente: Apuntes de hidráulica FESTO_Didactic

8.11. Depósito de aceite.

El propósito de un depósito de fluido hidráulico es mantener el volumen de fluido, transferir calor del sistema, permitir que los sólidos se asienten y facilitar la liberación de gases y humedad del líquido.

8.12. Filtro.

Es ampliamente utilizado en sistemas hidráulicos para filtrar partículas sólidas y partículas de gelatina. Para reducir la fricción superficial relativa de los componentes hidráulicos, mejorar la confiabilidad del sistema. Para garantizar la operación segura y eficiente del sistema hidráulico y el sistema de lubricación (Rodrigo-Royo et al., 2017).

Figura 11: Filtros hidráulicos.



Fuente: Uniflux Filters.

8.13. Manómetro.

Un manómetro es un dispositivo que se utiliza para medir la presión positiva de un gas o líquido contenido en un recipiente cerrado. Existen dos tipos de manómetros, en los cuales tenemos: manómetro de tipo abierto para medir presión y manómetro diferencial para medir diferencia de presión (Carriel Montoya & Villacís Vargas, 2015).

Figura 12: Manómetros hidráulicos.



Fuente: Direct industry.

8.14. Tuberías, mangueras, racores, juntas y retenes.

Las mangueras, tuberías y accesorios son necesarios para la interconexión de los componentes del sistema. Son los componentes por los que circula el fluido (rígido o flexible), mientras que los racores y bridas son los sistemas que unen tuberías y mangueras entre sí o con el resto de componentes. Las arandelas son sistemas de sellado necesarios para evitar que el líquido (presurizado o no) se escape del sistema

8.14.1. Mangueras flexibles.

Estas son tuberías más fáciles de manejar. En su cálculo se debe tener en cuenta el factor de seguridad (F_s), dependiendo de la presión de servicio o de operación a la que opere la tubería.

8.14.2. Mangueras de alta presión.

A menudo se denominan tuberías "bifilares" porque generalmente están reforzadas con trenzas gemelas de alambre de acero de alta resistencia. Básicamente con dos tubos reforzados con acero, son conductos de alto movimiento que cumplen con los estándares americanos, europeos y algunos especiales. Operan de 2000 a 6000 psi dependiendo del tamaño

8.14.3. Mangueras de presión.

Están diseñados para usarse en una amplia variedad de aplicaciones con presiones operativas por debajo de 300 psi. Su refuerzo es generalmente una tela tejida. Se utilizan en equipos hidráulicos de baja presión y también para el transporte de fluidos derivados del petróleo, gasóleo, aceites lubricantes calientes, aire, agua y anticongelante glicol. La manguera de presión extrema y la manguera de presión muy alta se utilizan para equipos de construcción y maquinaria pesada donde se producen pulsos altos (aumento repentino de la presión). Los tubos sintéticos resistentes al aceite de este tipo están reforzados con 4 o 6 capas de alambre de acero de alta resistencia enrollado en una trenza tejida (Barreto Gordón & Villegas Suárez, 2014).

8.15. Motor.

Por definición integral, un motor es un elemento que convierte una forma de energía como el calor y la electricidad en energía mecánica. Su funcionamiento y principio es casi siempre el mismo, es posible mover un objeto y, a su vez, puede realizar una determinada tarea. Ya sea que el motor sea utilizado por un vehículo o cualquier otro mecanismo, el efecto de mover otros objetos a través de él siempre se realiza

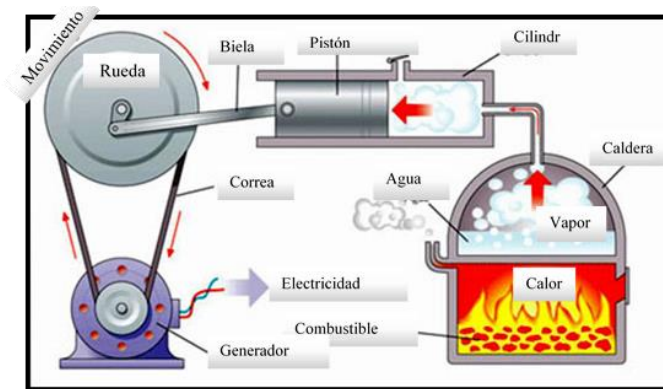
8.15.1. Tipos de motores.

8.15.1.1. Motor térmico.

Es una máquina térmica que genera energía mecánica aprovechando el calor almacenado en un líquido por combustión.

La siguiente figura muestra un esquema básico de un motor de energía térmica.

Figura 13: Motor de energía térmica.



Fuente: Máquinas térmicas.

8.15.1.2. Motores de combustión interna.

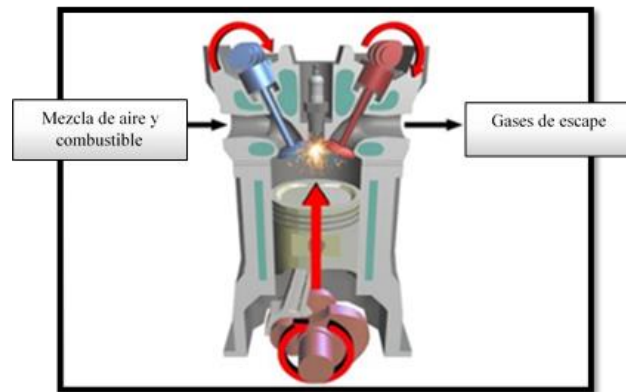
Los motores térmicos en los que la combustión se produce internamente tienen motores de combustión interna en los que el uso de la energía térmica del combustible se produce en una unidad independiente.

Motor alternativo de combustión interna. Es el que el ciclo de trabajo y la transmisión de la fuerza son causados por el movimiento rectilíneo y repetitivo del pistón, el cambio de la fuerza lineal debido a la presión del gas después de la combustión forma el torque. La torsión del motor giratorio se logra a través de un mecanismo biela-manivela.

Encendido de motor por ciclo Otto. Comprime una mezcla de aire y combustible, creando una combustión por una causa externa, es decir, por el salto de chispa de una bujía.

Motor de encendido por compresión o ciclo diésel. Comprimir el aire hasta que alcance una presión y temperatura altas, momento en el que se inyecta combustible y se produce la combustión por autoencendido (DAVID, 2018).

Figura 14: Motor de combustión interna

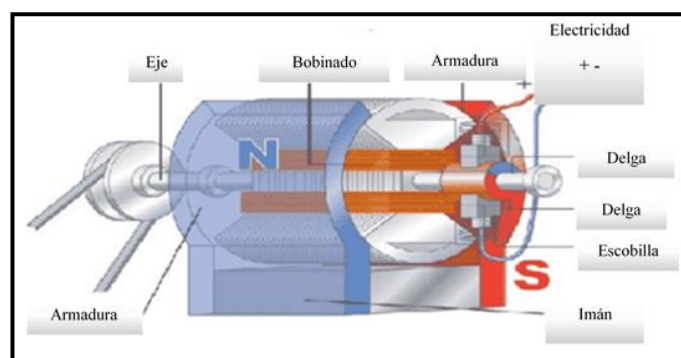


Fuente: Blog mecánicos.

8.15.1.3. Motores de energía eléctrica.

Los motores eléctricos son máquinas eléctricas rotativas que aprovechan la energía eléctrica que reciben para convertirla en energía mecánica. Operan principalmente sobre dos principios: la inducción, descubierta por Michael Faraday en 1831; muestra que, si un conductor se mueve en un campo magnético o se acerca a otro conductor de magnitud variable, entonces produce corriente en el primer conductor. Y el principio que observó André Ampere en 1820, en el que estableció que, si una corriente eléctrica pasa a través de un conductor en un campo magnético, ejercerá sobre él una fuerza mecánica o una fuerza electromotriz (fem)

Figura 15: Motor eléctrico.



Fuente: Tipos de motores.

8.15.2. Tipos de motores eléctricos.

8.15.2.1. Motor de corriente continua.

Los motores de corriente continua (CC), también conocidos como corriente directa (DC), usan corriente suministrada en una dirección de forma continua. El motor está compuesto internamente por una armadura que no es más que una bobina enrollada en un núcleo de hierro

(llamada inducido). Una vez que la CC se conecta a las escobillas, pueden suministrar corriente al colector, que a su vez hace contacto con el conmutador del inducido. Para entenderlo mejor, un conmutador es un elemento que actúa como un interruptor que cambia la dirección de la corriente que fluye en la bobina en función de la rotación de la bobina.

8.15.2.2. Motor de corriente alterna.

El motor de corriente alterna son aquellos que funcionan en base a corriente alterna.

Motor síncrono. Es una máquina síncrona que convierte la energía eléctrica en energía mecánica mediante la realización de un movimiento de rotación caracterizado por una velocidad constante. La velocidad de sincronización depende de la frecuencia de la tensión aplicada y del número de polos de la máquina. Para su funcionamiento, el estator es alimentado por un sistema de corriente polifásica, el cual, ubicado en la parte estacionaria de la máquina, genera un campo giratorio. En la etapa, debido a la acción del devanado trifásico, existe un campo giratorio, que gira a una velocidad constante, que depende de la frecuencia y número de polos y provoca un cierto retraso en el rotor. Luego se crea un "enganche" entre los polos ficticios del estator (campo rotante) y los polos del rotor.

De hecho, las estructuras pueden ser cilíndricas o polos salientes; si son cilíndricos entonces hay un entrehierro uniforme y si uno de ellos tiene polos salientes el entrehierro no es uniforme.

En la actualidad, el motor AC es el más utilizado para la mayoría de las aplicaciones, principalmente por su buen desempeño, bajo mantenimiento y simple construcción, especialmente en motores asíncronos. El funcionamiento del motor AC se basa en el efecto del campo magnético giratorio generado en el estator sobre las corrientes que circulan en los conductores ubicados en el rotor (Ledesma et al., 2018).

8.16. Actuadores hidráulicos.

Según el tipo de accionamiento, los actuadores hidráulicos se clasifican de la siguiente manera:

1. Actuador lineal: Para el accionamiento lineal (cilindros hidráulicos).
2. Actuador rotativo: Para el accionamiento rotativo (motor hidráulico).

Cilindros hidráulicos: La función de un cilindro hidráulico es convertir la energía hidráulica en fuerza mecánica o movimiento lineal. Los cilindros hidráulicos extienden y retraen un pistón o vástago de pistón para proporcionar empuje o tracción para transmitir cargas externas en línea recta.

8.16.1. Tipos de cilindros hidráulicos.

Los tipos de cilindros hidráulicos, son los siguientes:

- Cilindros de simple acción
- Cilindros de doble acción.
- Cilindros telescópicos.
- Cilindros tándem.

8.16.1.1. Cilindros de simple efecto.

Los cilindros de acción simple o alternativa son los cilindros más simples en los que el vástago se conecta simultáneamente con el pistón, sin cambiar el diámetro. El retorno al reposo se logra por el peso de la carga o por otro medio externo. Si la carrera es corta, el vástago se guía solo por prensaestopas y manguitos. Para evitar que el pistón se salga del cilindro, dispone de una brida para tope al final de la carrera (Czekaj, 1988).

Cilindros de doble efecto: los cilindros de doble efecto se dividen en:

- Cilindros de una etapa.
- Cilindros telescópicos.

8.16.1.2. Cilindro de una etapa.

Los cilindros de simple efecto tienen un diseño más simple, que consta de un pistón dentro de una carcasa cilíndrica llamada barril. En un extremo del pistón hay un vástago, en el extremo opuesto hay un orificio para la entrada y salida de aceite. Los cilindros de simple efecto producen una fuerza en una dirección igual a la presión hidráulica aplicada al pistón, el retorno del pistón no es hidráulico. En un cilindro de simple efecto, la fuerza de extracción se debe a la gravedad o un resorte.

8.16.1.3. Cilindro de doble efecto.

Hay dos tipos de cilindros de doble efecto:

- Cilindro de doble efecto con un vástago de pistón en un lado.
- Cilindro de doble efecto con un vástago de pistón en ambos lados.

8.16.1.4. Cilindro doble efecto con un vástago de pistón en un lado.

Para extender el vástago del cilindro, el flujo de la bomba se envía al puerto del extremo vacío. Y desde el puerto final del cilindro regresa al depósito y para retraer el cilindro, el flujo de la

bomba se envía al puerto final del cilindro y el líquido se devuelve a través del puerto vacío al depósito.

8.16.1.5. Cilindro doble efecto con un vástago de pistón en ambos lados.

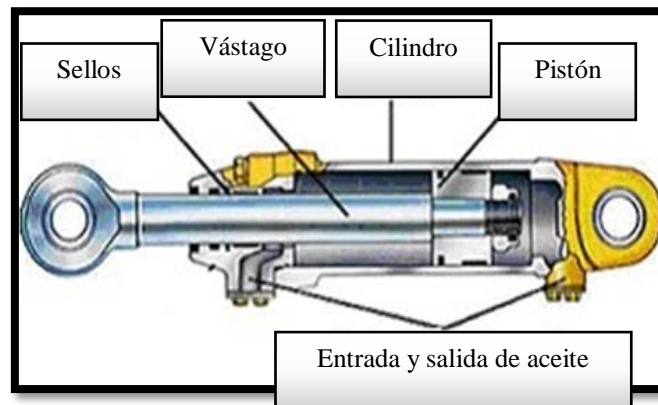
Los cilindros de doble efecto con vástagos de pistón en ambos lados son cilindros con un vástago que se extienden desde ambos extremos. Este cilindro se puede utilizar en una aplicación en la que ambos extremos del cilindro pueden realizar trabajo, lo que hace que el cilindro sea más productivo. Los cilindros de dos vástagos funcionan con un solo pistón y dos barras o vástagos opuestos. Cuando una barra se alarga, la otra se retrae.

8.16.1.6. Cilindros telescópicos.

Cuentan con un pistón multietapa hecho de una serie de tubos de acero entrelazados de diámetro progresivamente más pequeño. Este diseño especial de cilindro hidráulico proporciona un recorrido excepcional desde una longitud de retracción muy compacta. Por lo general, la longitud colapsada de un cilindro telescópico es 20% a 40% de la longitud completamente extendida, según el número de etapas. Los cilindros telescópicos están disponibles en modelos de doble y simple efecto y son más caros que los cilindros estándar debido a su construcción más compleja. Por lo general, consisten en un "nido" de tubos y funcionan según el principio de desplazamiento. Los bucles de parada restringen el movimiento de cada parte, evitando la separación.

8.16.1.7. Cilindro Tándem.

En este tipo de cilindro, hay dos cilindros hidráulicos que están conectados entre sí. El vástago del pistón de un cilindro actúa a través del extremo del otro sobre el vástago del pistón del cilindro trasero. Los cilindros paralelos se utilizan en aplicaciones donde se requiere una gran fuerza de un cilindro de pequeño diámetro. Se aplica presión a ambos pistones, lo que resulta en una mayor fuerza debido al área de superficie más grande. La desventaja es que estos cilindros tienen que ser más largos que un cilindro estándar para lograr la misma velocidad porque el flujo tiene que ir a ambos pistones (Ramírez Figueroa, 2016).

Figura 16: Cilindro hidráulico.

Fuente: Sumifluid.

8.17. Elementos de regulación y control hidráulico.

Con las bombas es posible introducir fluido en la tubería del sistema o circuito hidráulico, una serie de elementos necesarios para controlar y regular los parámetros de presión y caudal de este fluido en el sistema, así como dirigir el caudal en un sentido u otro según sea necesario. Por lo tanto, existen muchos tipos de válvulas capaces de realizar todas las funciones necesarias para un control preciso de los parámetros. Estas válvulas regulan la presión en determinados puntos, la dirección del fluido y el caudal. Por ello, se dividen en tres grandes grupos:

8.17.1. Válvulas reguladoras de presión.

Como su nombre lo indica, los reguladores de presión son los encargados de controlar la presión en varios puntos de un circuito o sistema hidráulico. En su forma más simple, son válvulas de dos vías (entrada y salida) que pueden estar normalmente abiertas (el líquido pasa a través de ellas) o normalmente cerradas (no pasa líquido a través de ellas). La mayoría de las válvulas reguladoras de presión pueden adoptar cualquier posición, entre completamente abierta y completamente cerrada, según el caudal y la diferencia de presión.

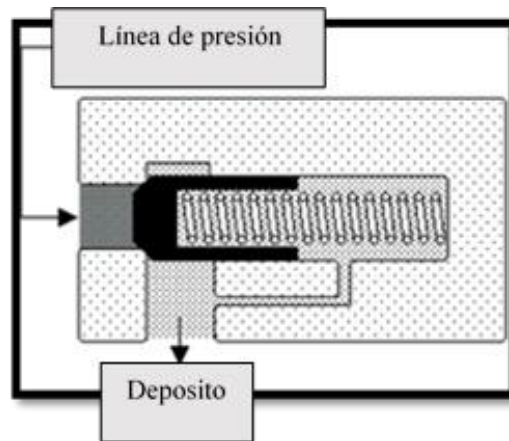
8.17.2. Válvulas de seguridad.

La válvula reguladora de presión es del tipo "normalmente cerrada", es decir, no permite el paso de fluidos en condiciones normales. Como su nombre indica, son las válvulas limitadoras de presión máxima del sistema, aportando así la seguridad de no superar el valor límite de presión máxima de los componentes, o simplemente se utilizan para mantener la presión máxima en la instalación. Para el que está diseñado el circuito.

8.17.3. Válvulas de seguridad directas.

En este tipo de válvula entre la entrada y la salida hay una bola o cono que es presionado en su asiento por un resorte. Como se muestra en la siguiente figura.

Figura 17: Válvula de seguridad directa



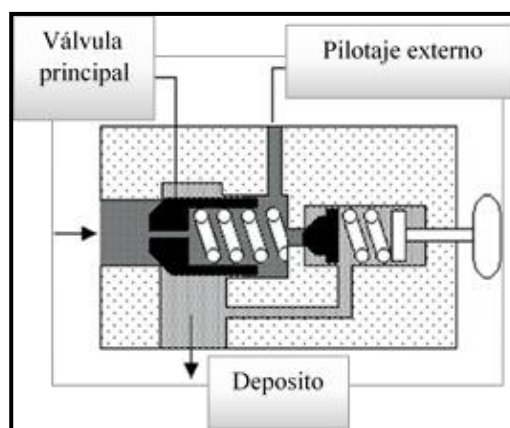
Fuente: (Carrillo Anchundia & Reyes Zambrano, 2015)

8.17.4. Válvulas de seguridad pilotadas.

Para aplicaciones que requieren una válvula de seguridad que permita el paso de grandes caudales con pequeñas caídas de presión, se utilizan válvulas de seguridad pilotadas.

Estas válvulas operan en dos etapas: la primera etapa piloto, donde una pequeña válvula de acción directa, generalmente construida dentro de la propia válvula de seguridad, actúa como control de la válvula principal. En la siguiente figura se muestra una válvula de seguridad pilotada.

Figura 18 : Válvula de seguridad pilotada.



Fuente: (Carrillo Anchundia & Reyes Zambrano, 2015)

8.17.5. Válvulas reductoras.

Una válvula de alivio de presión es una válvula utilizada para mantener una presión más baja que la del sistema en una línea determinada. Estas válvulas son bidireccionales y reciben presión de la salida y no de la entrada como una válvula de seguridad. Son válvulas normalmente abiertas, cuando la presión de salida supera la especificada, se cierran y se reduce la presión de entrada en la línea secundaria.

8.17.6. Válvulas direccionales.

Son elementos que abren y cierran el paso y dirigen el fluido en una u otra dirección a través de varias tuberías de conexión. Se pueden clasificar por el número de pasos que tienen, el número de entradas y salidas que tienen, y el número de posiciones que pueden tomar. Según esta definición, las primeras válvulas direccionales encontradas son válvulas unidireccionales o antiretorno.

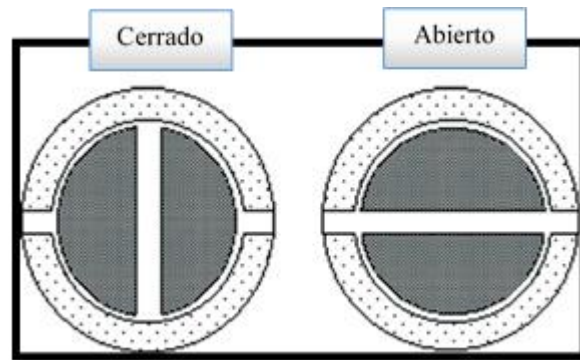
8.17.7. Válvulas direccionales de dos vías.

La válvula direccional multipuerto permite el paso del fluido desde la entrada (llamada puerto de presión) hacia los distintos puertos por los que debe realizar sus funciones. Estas válvulas pueden estar normalmente abiertas o normalmente cerradas. Puede ser activado por diferentes medios: manual, eléctrico y pilotado (hidráulico). La más simple de estas válvulas es una válvula de dos vías que puede abrirse o cerrarse, dependiendo de su posición normal de funcionamiento.

Una válvula de dos vías es una válvula de cierre simple que puede ser de flujo o presión. Se diferencia de los reguladores de flujo simples (válvulas de aguja) en que su función principal es cerrar todo el recorrido del fluido, mientras que el regulador, que también puede cerrar completamente el recorrido del fluido, está diseñado para estrangular y limitar su paso.

Ejemplos de llave de cierre son la de vaciado del depósito (normalmente cerrada) y la de aislamiento de los filtros (normalmente abierta). El modelo más empleado de llave de cierre es la llave de bola, denominación que adquiere por su construcción, en la siguiente figura se muestra una válvula direccional de dos vías.

Figura 19: Válvula direccional de dos vías

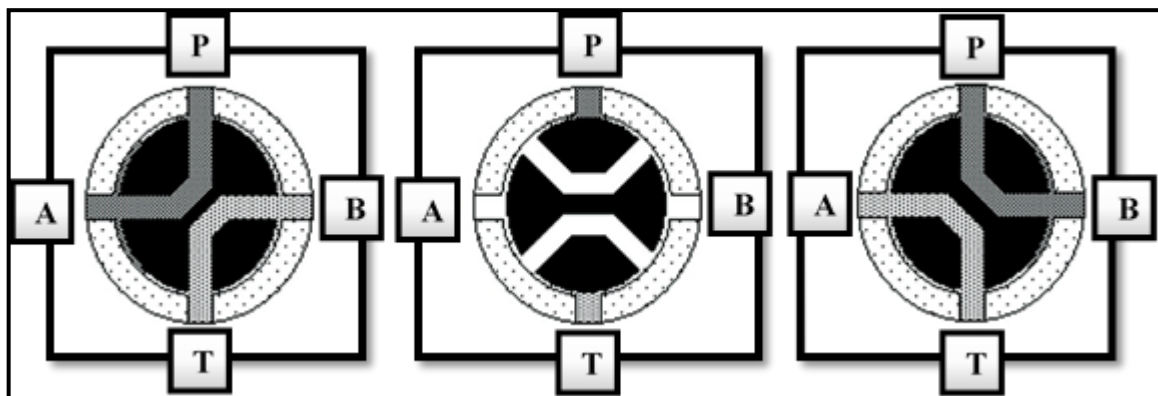


Fuente: (Carrillo Anchundia & Reyes Zambrano, 2015)

8.17.8. Válvulas direccionales de varias vías.

En estas válvulas tienen un puerto de entrada y dependiendo de la válvula diversos puertos que pueden ir al actuador o las distintas partes del sistema, y un puerto de retorno al tanque.

Figura 20: Válvula direccional: cuatro vías y tres posiciones.



Fuente: (Carrillo Anchundia & Reyes Zambrano, 2015)

Todas las válvulas direccionales se pueden controlar de tres maneras diferentes: válvulas de accionamiento manual, en las que la acción de apertura o cierre o el movimiento del vástago o la bola se realiza mediante una palanca de accionamiento externo; válvula direccional eléctrica, donde esta función es realizada por resistencias o electroimanes que operan el control deslizante (cuerpo); y válvulas direccionales accionadas hidráulicamente, en las que el movimiento de la corredera se realiza mediante presión hidráulica.

Así mismo existen combinaciones entre las manuales e hidráulicas y las eléctricas e hidráulicas.

Para válvulas de flujo grande, la fuerza requerida para mover el control deslizante puede ser muy alta. En estos casos, el gatillo manual o electromagnético no proporciona suficiente fuerza

para mover el control deslizante. La solución consiste en aprovechar la presión hidráulica del sistema para controlar el movimiento de la corredera.

Este control se realiza externa o internamente por otra pequeña válvula solenoide, que envía presión de pilotaje a uno u otro extremo del carrete.

Cuando se utilicen electroválvulas accionadas, se tendrá en cuenta la presión mínima requerida para el accionamiento. En algunos circuitos, con el conducto abierto por la mitad (presión conectada al depósito), no hay suficiente presión para accionar. En estos casos, es necesario instalar la válvula de retención calibrada a una presión ligeramente superior a la requerida para la prueba de manejo (Carrillo Anchundia & Reyes Zambrano, 2015).

8.17.9. Válvulas unidireccionales.

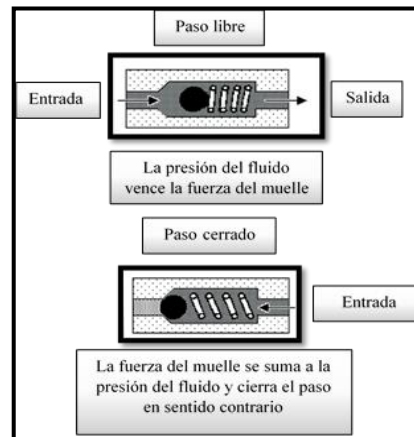
Las válvulas de retención o unidireccionales, como su nombre indica, son válvulas que permiten que el fluido fluya en una dirección y evitan que fluya en la dirección opuesta.

8.17.10. Válvulas Anti-Retorno.

Es una válvula normalmente cerrada con un cono o una bola, que es presurizada a su asiento por un resorte. Cuando la presión del fluido actúa contra la presión del resorte, este se abre permitiendo que el fluido viaje en la dirección con respecto al camino opuesto; sin embargo, si entra presión a la válvula a través del resorte, esta presión se suma a la presión del resorte, obstruyendo completamente el paso e impidiendo que el fluido vaya en sentido contrario a la presión anterior.

Como sugiere este principio de funcionamiento, todas las válvulas de retención requieren una presión mínima para abrirse. Esta presión es una función de la velocidad del resorte. Por lo tanto, la presión de apertura de la válvula se puede cambiar cambiando el resorte interno. Este factor es importante porque entre las aplicaciones de esta válvula se trata de mantener una presión mínima en el circuito.

Este tipo de válvula es muy utilizada en todos los sistemas hidráulicos, su principio de funcionamiento se aplica en muchos otros tipos de válvulas. La sencillez de funcionamiento de estas válvulas hace que rara vez fallen, aunque los resortes pueden romperse o pueden tener fugas por el desgaste de los componentes de cierre.

Figura 21: Válvula antiretornos (abierta y cerrada)

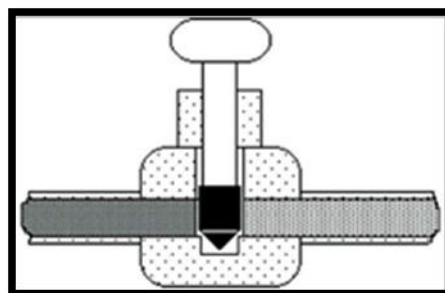
Fuente: (Carrillo Anchundia & Reyes Zambrano, 2015)

8.17.11. Válvulas reguladoras de caudal.

Una válvula de control de flujo es una válvula que limita el volumen de fluido por unidad de tiempo que pasa a través del sistema. La más simple de estas válvulas es la válvula de cierre o de aguja, cuando el regulador está abierto, el caudal aumenta. Sin embargo, este tipo de regulador de flujo tan simple no está compensado, por lo que la retención que produce se convierte en calor. Son por tanto válvulas poco utilizadas debido a la generación de calor. Las válvulas de control de flujo también tienen muchas aplicaciones en sistemas hidráulicos porque se utilizan para variar la velocidad de movimiento.

8.17.12. Válvulas reguladoras de caudal no compensadas (válvulas de aguja).

El método más simple de control de flujo es usar una válvula de aguja. En la aguja, un cono conectado al mando regula la apertura o el cierre del paso según se desvíe más o menos de su asiento. En otras palabras, cuando se afloja la perilla, el área de flujo de fluido aumenta, lo que permite un mayor flujo. En este tipo de válvula, el flujo de regulación está influenciado por la presión del circuito, ya que cuando se aumenta la presión, el flujo a través de la válvula también aumentará.

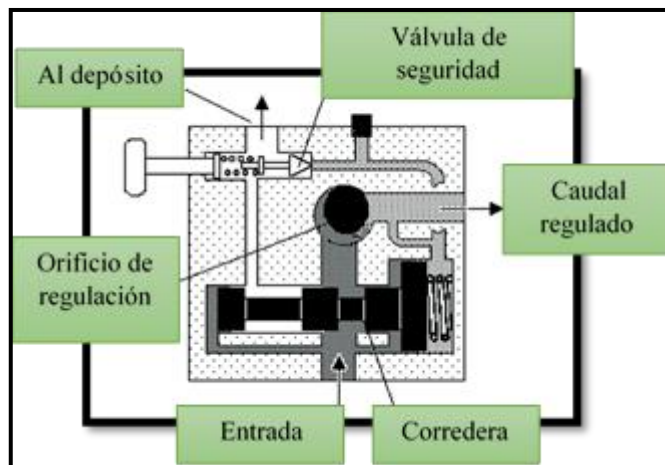
Figura 22 : Válvula de aguja

Fuente: (Carrillo Anchundia & Reyes Zambrano, 2015)

8.17.13. Válvulas reguladoras de caudal compensadas.

Las válvulas de control compensadas mantienen el caudal constante independientemente de las diferencias de presión del fluido. Así, mientras en una válvula no compensada el caudal aumenta con la presión, en una válvula compensada el caudal permanece constante a pesar de un cambio de presión. Estas válvulas compensadoras son las más utilizadas porque mantienen la velocidad del actuador dentro de un límite mucho más definido que las válvulas no compensadas. (CARRILLO ANCHUNDIA & REYES ZAMBRANO, 2015)

Figura 23: Válvula reguladora de caudal compensado.



Fuente: (Carrillo Anchundia & Reyes Zambrano, 2015)

8.18. El Acero

El acero es un metal que consta de hierro más cantidades variables de carbono, junto con otros elementos como cromo, níquel, molibdeno, circonio, vanadio y tungsteno. Diferentes aceros, es decir, con diferentes propiedades y características, se producen ajustando la composición química y ajustando las diferentes etapas del proceso de fabricación, como laminación, acabado y tratamiento térmico. Dado que cada uno de estos elementos se puede cambiar, no hay límite para la cantidad de acero diferente que se puede fabricar. Ahora hay más de 3000 grados de acero (composición química) categorizados por calidad, excluyendo aquellos creados para satisfacer necesidades personalizadas, desde aceros básicos (carriles) hasta aceros inoxidable y aleados altamente sofisticados para aplicaciones especializadas (Jiménez Arenas, 2016).

8.19. Aceros al carbono.

Es uno de los principales aceros producidos en el mundo, con aproximadamente el 90% de la producción total de acero que consiste en acero al carbono y el 10% restante de todas las aleaciones que se pueden convertir en acero. Los aceros debido a las diversas aplicaciones que tienen en la industria también son conocidos como aceros estructurales, el carbono presente en

el acero no suele ser mayor a 1% en su composición total. Para identificar los aceros al carbono y aleados, se utilizan los siguientes nombres: American Iron and Steel Institute (AISI), Society of Automotive Engineers (SAE) o American Society of Testing Materials (ASTM). Las designaciones AISI y SAE se usan comúnmente para fabricar placas, barras y tiras, mientras que la designación ASTM se especifica en productos como perfiles de construcción.

8.19.1. Clasificación de los aceros al carbono.

8.19.1.1. Aceros con bajo contenido de carbono.

Este es el acero con mayor índice de producción en la industria, tiene un contenido de carbono menor al 0.25% en peso, son un material blando, de baja resistencia con buenas propiedades mecánicas como ductilidad y tenacidad, además de fácil mecanizado, excelente soldabilidad y bajo costo, adecuado para la fabricación de vigas (canales, ángulos y vigas), cuerpos y estructuras de edificios. El límite elástico de estos aceros es generalmente de 25 MPa, resistencia a la tracción de 415 a 550 MPa.

8.19.1.2. Aceros con medio contenido de carbono.

Contienen entre un 0,25 y un 0,60% del contenido total de carbono en peso, son aceros de baja dureza que solo pueden ser tratados térmicamente para piezas delgadas y tienen un alto porcentaje de temple. Estos aceros tienen mayor resistencia que los aceros de bajo porcentaje de carbono, las aplicaciones típicas de este acero son en la producción de cinceles, martillos, cigüeñales, pernos, cuchillas de cierre, entre otros elementos (Legña Oyacato & Ochoa Peña, 2021).

8.19.1.3. Aceros de alto contenido de carbono.

Estos aceros corresponden a un contenido de carbono de 0,60 a 1,4 % en peso, tienen mayor dureza y resistencia mecánica que otros aceros al carbono, sin embargo, presentan menor ductilidad. Estos aceros siempre son sometidos a un tratamiento térmico de temple y revenido, para mejorar propiedades mecánicas como la resistencia al desgaste, se utilizan para fabricar herramientas de corte ya que pueden ser fundidos. Su principal aplicación es en la fabricación de herramientas de corte, aunque también se puede utilizar para herramientas de forja y carpintería.

8.19.1.4. Aceros al carbono y su soldabilidad.

En el acero al carbono, su soldabilidad depende directamente del porcentaje de carbono presente en su estructura, sin embargo, al calentarse tiende a agrietarse, por lo que se deben estimar varios factores para obtener un mejor diseño de las soldaduras para mejorar las propiedades de soldadura (Legña Oyacato & Ochoa Peña, 2021).

Tabla 5: propiedades de los aceros al carbono.

	Porcentaje de carbono	Soldabilidad	Observaciones	Aplicaciones
Aceros bajo carbono	0,25 Max	Optima	Óptimo para cualquier soldadura	Perfiles y barras estructurales laminadas
Aceros medio carbono	0,25-0,60	Con cuidados especiales	Pre calentamiento Post calentamiento	Partes de maquinarias
Aceros alto carbono	0,6-1,4	Alto riesgo	Susceptible a agrietamiento Excesiva dureza y fragilidad	Resortes, troqueles y rieles de ferrocarril

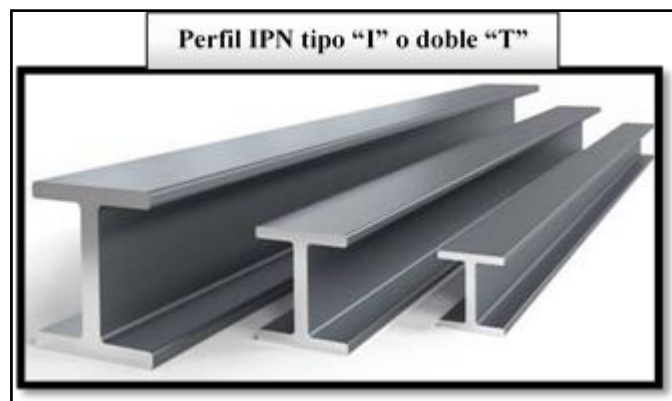
Fuente: Tabla de propiedades de los aceros

8.20. Tipos de los perfiles laminados.

8.20.1. Perfil IPN.

Su geometría de doble "I" o "T" lo hace muy práctico para su uso en vigas con tensión primaria flexionada, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 24: Perfil IPN tipo "I" o doble "T"



Fuente: PERMEX COMSTRUCCION.

8.20.2. Perfil IPE.

Este perfil presenta su forma similar al IPN con la diferencia que el interior del ala es plano y paralelo a su exterior lo que lo convierte en un perfil ideal en vigas, esto para realizar ensamblajes mediante atornillado. En la siguiente figura se muestra el perfil IPE.

Figura 25: Perfil IPE.

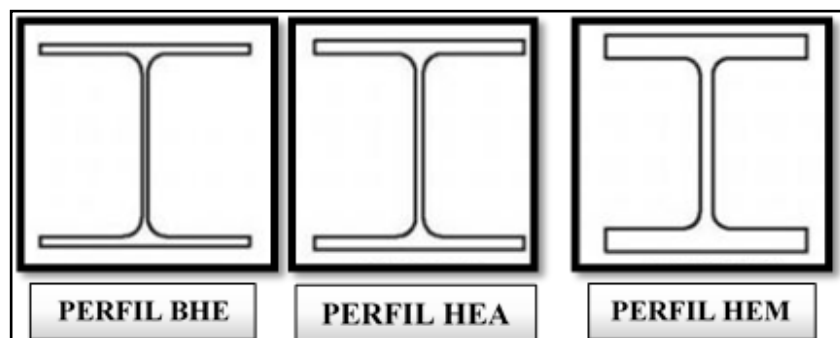


Fuente: IMPORT ACEROS.

8.20.3. Perfiles HEB, HEA Y HEM.

Estos perfiles tienen la misma geometría que las barras IPE e IPN, sin embargo, la longitud de sus alas es similar a la longitud del alma del perfil, por lo que son formas adecuadas para su uso en pilares estructurales, ya que son resistentes a la compresión en la siguiente figura muestra la estructura de los perfiles HEB, HEA y HEM.

Figura 26: Perfiles HEB, HEA Y HEM.

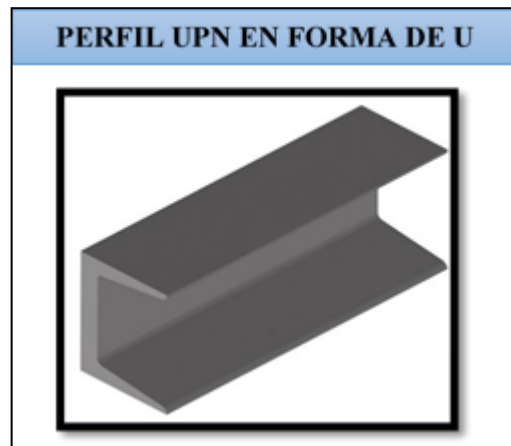


Fuente: Soldaduras MAG de estructuras de acero al carbono.

8.20.4. Perfiles UPN.

Su geometría es en forma de "U". Es una configuración ideal para resistir fuerzas de corte o torsión. en la siguiente figura se muestra los perfiles UPN en forma de "U".

Figura 27: Perfiles UPN en forma de

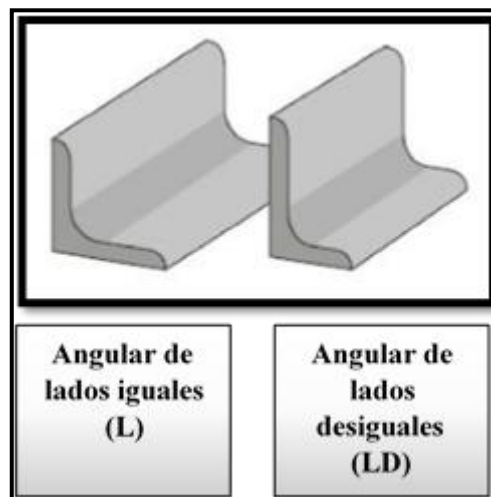


Fuente: Mundo alambre.

8.20.5. Perfiles L Y LD.

Son perfiles en forma de "L" que se utilizan para soportar esfuerzos de tracción que pueden generar pequeños esfuerzos de torsión o cortante. En el perfil "LD", un lado es más largo que el otro, así como se muestra en la siguiente figura (González, 2019).

Figura 28: Perfiles "L y LD"



Fuente: Soldaduras MAG de estructuras de acero al carbono.

Tabla 6: Propiedades mecánicas de algunos aceros estructurales.

CLASIFICACIÓN DE LOS ACEROS , SEGÚN ASTM	LIMITE ELÁSTICO KSI		TENSIÓN DE ROTURA	
	MPA	MPA	KSI	MPA
ASTM A36	36	250	58-80	400-550
ASTM A53 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A106 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A131 GrA, B, CS, d, DS, E	34	235	58-71	400-490
ASTM A139 Grado B	35	240	>60	>415
ASTM A381 Grado Y35	35	240	>60	>415
ASTM A500 Grado A	33	228	>45	>310
Grado B	42	290	>58	>400
ASTM A501	36	250	>58	>400
ASTM A516 Grado 55	30	205	55-75	380-515
Grado60	32	220	60-80	415-550
ASTM A524 Grado I	35	240	60-85	415-586
Grado II	30	205	55-80	380-550
ASTM A529	42	290	60-85	415-550
ASTM A570 Grado 30	30	205	>49	>340
Grado 33	33	230	>52	>360
Grado 36	36	250	>53	>365
Grado 40	40	275	>55	>380
Grado 45	45	310	>60	>415
Grado 50	50	345	>65	>450
ASTM A709 Grado 36	36	250	58-80	400-550
API 5L Grado B	35	240	60	415
Grado X 42	42	290	60	415

Fuente: departamento de ingeniería laboratorio de tecnología de materiales lecturas de ingeniería

8.20.6. Soldadura

Para el conjunto de piezas que componen la estructura del compactador se utiliza soldadura porque deben ser estacionarias. Este método consiste en unir dos o más piezas, este método es más utilizado en metal, podemos encontrar diferentes tipos de soldadura. Para este caso utilizaremos la soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido o también conocida como SMAW (SHIELD METAL ARC WELDING). Este proceso ocurre creando un arco eléctrico de aproximadamente 3500°C y el necesario para fundir el metal, el cual se crea entre la punta del electrodo y el metal base a soldar. Los electrodos consisten en una varilla o alma cubierta con una capa que establece las propiedades metálicas y químicas de la soldadura, que contiene componentes minerales y orgánicos que están presentes en diferentes funciones.

- Producir gases protectores para evitar la contaminación atmosférica y gases ionizantes para mantener el arco.
- Producir escoria para proteger el metal ya depositado hasta su solidificación.
- Suministrar materiales desoxidantes, elementos de aleación y hierro en polvo.

Para este caso utilizamos electrodo de tipo 7018 es uno de los electrodos de bajo hidrogeno de soldadura, se los utiliza para uniones de acero dulce y acero al carbono y posee una gran resistencia a la tracción. Cada dígito posee su significado que proporciona información sobre el mismo.

1. E significa Electrodos para SMAW o soldadura con electrodo revestido.
2. 70, indican que la resistencia a la tracción del depósito de soldadura es 70 KSI o 70000psi.
3. El dígito 1 indica que es electrodo de toda posición.
4. El último dígito 8 indica que es un electrodo revestido básico con una tasa de deposición mejorada (debido a la adición de polvo de hierro en el revestimiento) y tipo de bajo hidrógeno (proceso de soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido (smaw), 2018)

Tabla 7: Composición química del metal.

Composición química del metal depositado	
C	0,06%
MN	1,05%
SI	0,49%
P	0,015%
S	0,010%

Fuente: Cryogas grupo indura

Tabla 8: Características típicas del metal depositado

Características típicas del metal depositado	
Límite de fluencia	445 Mpa
Resistencia a la Tracción	535 Mpa
Agrietamiento en 50 mm	30 %
Energía Absorbida	130 J a -30°C

Fuente: Cryogas grupo indura

Tabla 9: Amperajes para aplicar con el electrodo 7018

Amperajes recomendados										
Cod.S	Ref.A	Ref.Pro	Diám. Electrodo		Long. Electrodo			Amperaje	Electrodo x kg aproximado	Kg/caja
			Pulg	Mm	Pulg	Mm	Min			
20001 21	E 7018	E 7018 RH	3/32	2.4	12	300	70	120	65	25
20001 22	E 7018	E 7018 RH	1/8	3.2	14	350	80	120	32	25
20001 23	E 7018	E 7018 RH	5/32	4	14	350	140	200	19	25
20001 24	E 7018	E 7018 RH	3/16	4.8	14	350	200	275	14	25
20001 25	E 7018	E 7018 RH	1/4	6.4	18	450	275	400	7	25
10304 84	E 7018	E 7018 RH	1/8	3.2	14	350	80	120	32	20
10304 85	E 7018	E 7018 RH	5/32	4	14	350	140	200	19	20
20005 82	E 7018	E 7018 RH (1Kg)	1/8	3.2	14	350	80	120	-	25
10289 02	E 7018	E 7018 RH (1Kg)	3/32	2.4	12	300	70	120	-	25
10289 03	E 7018	E 7018 RH (1Kg)	5/32	4	14	350	140	200	-	25

Fuente: Cryogas grupo indura

8.20.7. Normas de seguridad en soldadura.

Al realizar trabajos de soldadura, nos exponemos a diversos riesgos derivados de este tipo de trabajos. Los materiales utilizados y el efecto de la máquina de soldar crean chispas que nos pueden hacer daño de diferentes formas. Hay que tener en cuenta las normas de seguridad en soldadura antirradiación.

Como en cualquier trabajo, los operadores de soldadura profesionales deben seguir reglas de seguridad específicas. Asimismo, estos organizadores de personal son los encargados de informar y facilitar a los trabajadores todas las facilidades necesarias.

En este sentido, el equipo de protección personal de los trabajadores de soldadura deberá incluir:

- Ropa que proteja de las chispas y del metal fundido y que cubra el cuello. Los bolsillos de esta ropa deben poder abotonarse
- Guantes o manoplas con que proteger las manos
- Protección en la cabeza
- Gafas y máscara
- Calzado de seguridad
- Pantalones sin vueltas
- Polainas
- Mandil o peto protector (de cuero es una buena idea)
- Máscara para evitar inhalación de humos tóxicos. Esta medida puede ser necesaria en el caso de que el lugar donde se trabaje no está lo suficientemente aireada.

Algunas otras reglas generales de seguridad para recordar:

- Evite soldar en materiales inflamables o cerca de polvo o gas explosivo.
- Si el material produce material combustible al soldar, esta acción debe evitarse en todas las circunstancias.
- Para evitar que las chispas que estamos a punto de hacer alcancen una gran expansión, se utilizarán medidas de protección no inflamables, como un toldo u otra tela.

8.20.8. Riesgos de la soldadura.

Los riesgos a los que nos enfrentamos al soldar son:

- Incendio y explosión
- Incendio por hiperventilación con oxígeno
- Incendio por contacto eléctrico
- Peligro de radiación
- Inhalación de humos tóxicos
- Partículas incandescentes
- Alta temperatura

Radiaciones de soldadura.

Entre las normas de seguridad en soldadura, se deben tener en cuenta las normas relativas a la prevención de riesgos asociados al trabajo bajo radiación. La exposición a chispas que están a punto de estallar delante de nosotros hace que debamos tomar ciertas medidas al respecto.

Hay dos tipos de radiación en la soldadura: ultravioleta e infrarroja (la propia chispa, que puede ser similar a la luz solar).

8.20.9. Normas de seguridad en soldadura frente a la radiación.

Si estamos a punto de exponernos a la radiación del proceso de soldadura, debemos protegernos adecuadamente. Está claro que lo primero que hay que pensar al considerar este tipo de radiación es el daño que se hará en la piel y los ojos. Ejemplo:

- Inflamación de la córnea y otros tejidos del ojo
- Cataratas
- Daño a la retina
- Puede causar ceguera en casos severos

8.20.10. Prevención visual.

Muchos factores aseguran la integridad de la vista. Están sujetos a requisitos legales y se fabrican bajo las aprobaciones correspondientes.

- Para cada tipo de soldadura hay un filtro que debemos aplicar a la máscara o gafas. La norma EN169 está diseñada para este propósito.

- Cada filtro se ajusta en amperios que afectan al proceso: aleaciones ligeras, corte por plasma...

Por este motivo es absolutamente necesario un casco de soldador («Normas de seguridad en soldadura frente a radiaciones - Blog», 2017).

8.21. Plástico.

El plástico es un material compuesto de compuestos orgánicos sintéticos que son maleables y se pueden moldear en objetos sólidos de varias formas. Esta propiedad permite que los plásticos se utilicen en una amplia gama de aplicaciones. Su nombre proviene de su plasticidad, propiedad del material que hace referencia a su capacidad de deformarse sin romperse. Sin embargo, se refiere específicamente a un tipo específico de material sintético obtenido por el fenómeno de polimerización en la larga cadena molecular de compuestos orgánicos derivados de productos naturales como el petróleo y la multiplicación seminatural de átomos de carbono (Barthes, 1957).

8.21.1. Propiedades y características.



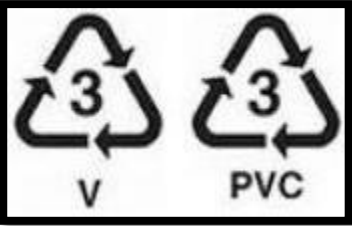



El plástico es una sustancia química sintética llamada polímero, que se puede moldear por calor o presión y contiene carbono como componente principal. Estos polímeros son un gran grupo de monómeros unidos por un proceso químico llamado polimerización. Los plásticos proporcionan el equilibrio requerido de propiedades que no se pueden lograr con otros materiales. Por ejemplo, color, peso ligero, calidad táctil cómoda, resistencia ambiental y biodegradabilidad. De hecho, el plástico se refiere al estado del material, pero no al material en sí. Los polímeros sintéticos, comúnmente denominados plásticos, son en realidad materiales sintéticos que pueden alcanzar el estado de los plásticos. Es decir, si el material es viscoso o líquido y tampoco tiene propiedades. Tolerancia al estrés mecánico.

Este estado se alcanza generalmente cuando un material en estado sólido cambia a estado plástico debido al calentamiento. El material en este estado se puede manipular en una variedad de formas existentes, lo que lo hace ideal para una variedad de procesos de fabricación. Por lo tanto, el término plástico se refiere a los materiales sintéticos que pueden cambiar al estado de plástico, pero el plástico no es necesariamente el grupo de materiales a los que el término se refiere a diario. Las propiedades de la mayoría de los plásticos (aunque no siempre se cumplen con ciertos plásticos especiales) son:

- Fáciles de trabajar y moldear.

- Tienen un bajo costo de producción.
- Poseen baja densidad.
- Suelen ser impermeables.
- Buenos aislantes eléctricos.
- Aceptables aislantes acústicos.
- Resistentes a la corrosión y a muchos factores químicos.

Tabla 10: clasificación de los plásticos para el reciclado

CODIGO	SIGLAS	NOMBRE	EJEMPLO
	PET	Polietileno Tereftalato	Botellas de gaseosas, aguas y aceites.
	HDPE PEAD	Polietileno Alta Densidad	Botellas para detergentes, botellas de productos lácteos, fundas de supermercado, champú, perfumes, tapas de botellas.
	PVC	Policloruro de Vinilo y sus derivados	Mangueras, juguetes, botellas para detergentes
	PEBD	Polietileno de Baja densidad	Bolsas flexibles, bolsas de residuos, embaces de shampoo y cremas
	PP	Polipropileno	Tapas de botellas y recipientes no desechables
	PS	Poliestireno	Recipientes descartables, envases de yogurt, mantequillas, etc.

Fuente: Espinoza (2019)

9. PREGUNTA CIENTÍFICA O HIPÓTESIS DEL PROYECTO

Mediante la implementación de la máquina prototipo compactadora de envases de plástico desechados se disminuirá el tiempo de compactado para facilitar el almacenamiento y el traslado del material, que servirá posteriormente como materia prima.

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.

10.1. LOCALIZACIÓN.

El cantón La Maná es una ciudad del Ecuador que es parte de la Provincia de Cotopaxi, está ubicada en la parte centro-norte de la región interandina del Ecuador, cuenta con una superficie de 66.258 hectáreas, posee un clima tropical lluvioso de aproximadamente 25°C que varía de subtropical a tropical por esta razón es un lugar cálido y acogedor por lo que es uno de los cantones más poblados de esta provincia, así mismo, cuenta con diversos centros turísticos que son la atracción de turistas.(ubicación geográfica WGS 84: Latitud S° 56' 27" Longitud W 79° 13' 25". Altitud 220 msnm).

Antes de nombrarse como cantón este era un recinto que pertenecía a la Parroquia El Tingo del Cantón Pujilí y tiene una distancia de 150 km del Cantón Latacunga que es la capital de la Provincia.

10.2. METODOLOGÍA.

Para el desarrollo de este proyecto se tomarán diferentes metodologías, tomando en cuenta diferentes factores esenciales que nos permitirán tener las dimensiones necesarias de los elementos que utilizaremos en la construcción de este proyecto para construir la compactadora de envases de plástico desechados.

10.2.1. Metodología científica.

Para la elaboración de la máquina prototipo se recopilará e investigará la información de varias fuentes como: libros, artículos, revistas e informes, para encontrar elementos que nos servirán de apoyo para la realización del proyecto.

10.3. TIPOS DE INVESTIGACION.

10.3.1. Investigación bibliográfica

A través de la investigación bibliográfica pudimos conocer las diferentes técnicas que se emplean para compactar envases de plástico desechados, especialmente el PET, y a través de esta información recopilar datos para la elaboración del proyecto.

10.3.2. Investigación descriptiva

Empleamos este tipo de investigación para detallar los resultados que obtuvimos durante las distintas etapas que comprende el proceso de este proyecto, su uso se evidenció durante la

construcción de la máquina prototipo que fue desde su diseño identificación de materiales de construcción para su posterior ejecución y corroboración de resultados.

10.3.3. Investigación aplicada

Con los resultados de los estudios realizados ponemos en práctica el aprendizaje teórico para llevarlo a lo práctico, para resolver el problema que existe al transportar envases de plástico desechados de los centros de acopio de reciclaje del Cantón La Maná hacia las industrias de proceso de plásticos desechados.

10.4. Cálculo del cilindro hidráulico.

Para el cálculo del cilindro hidráulico que utilizaremos en el proyecto debemos tomar en cuenta algunos parámetros como la fuerza y presión de trabajo que necesitamos para llevar a cabo el proceso de compactado de 20 kg por paca, teniendo así lo siguiente.

10.5. Cálculo de fuerza necesaria elaborar una paca de 20 kg de peso.

Según (Cintia López & Jaime Bajaña) el peso aproximado de un envase promedio de plástico es de 0.06 kg y la fuerza máxima para compactar dicho envase es de 137 N.

Masa aproximada de un envase promedio es de 0.06 kg.

Fuerza máxima para compactar dicho envase es de $14\text{kgf} = 137\text{ N}$.

$$20\text{kg} \left[\frac{1\text{env}}{0.06\text{ kg}} \right] = 333\text{env}$$

$$333\text{env} \cdot \left[\frac{14\text{kgf}}{1\text{env}} \right] = 4662\text{kgf}$$

$$4662\text{kgf} \left[\frac{9.81\text{N}}{1\text{ KGF}} \right] \left[\frac{0.22481\text{lbf}}{1\text{N}} \right] = 10281.51\text{ lbf} = 45734.43\text{N}.$$

Una vez calculada la fuerza calculamos el área del cilindro hidráulico, donde tenemos que:

F = fuerza.

P = presión

A = área

d = diámetro

$$F = P * A$$

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

$$A = \frac{102\,81,51 \text{ lbf}}{1500 \text{ psi}}$$

$$A = 6.85 \text{ in}^2 = 0.004419 \text{ m}^2$$

10.6. Cálculo del diámetro del cilindro hidráulico.

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

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

$$d = \sqrt{\frac{4(6.85 \text{ in}^2)}{\pi}}$$

$$d = 2.95 \text{ in.} = 0.001903 \text{ m.}$$

10.7. Cálculo de la longitud de carrera del vástago.

El cálculo de la longitud del vástago se lo realiza de acuerdo al diseño de la máquina tomando en cuenta que la altura máxima de la placa móvil es en promedio el doble del cubo compactado y la altura mínima corresponde a la mitad del mismo.

Donde:

Lc = longitud de carrera

H máx. = altura máxima

H mín. = altura mínima

Lc = h máx. – h mín.

Lc = 1 m – 0.25 m

Lc = 0.75 m

Debido a la disponibilidad de cilindros hidráulicos ya fabricados en el mercado se adquirió uno de similares características que son:

Diámetro del cilindro 3.5 in = 0.0889 m

Diámetro del embolo 2 in = 0.0508 m

Longitud de carrera del vástago 0.90 m

10.8. Cálculo de volumen de los cilindros.

Para el cálculo de volumen de los cilindros se aplica la siguiente ecuación.

Donde:

V_a = Volumen de avance del pistón.

V_r = Volumen de retroceso del pistón.

L = Largo interior del cilindro.

$$V_a = A_a * L_c$$

$$V_r = A_r * L_c$$

$$A_a = \pi \frac{(d_1)^2}{4}$$

$$A_a = \pi \frac{(8.89\text{cm})^2}{4}$$

$$A_a = 62.07\text{cm}^2 = 0.006207\text{m}^2$$

$$A_r = \pi \frac{(8.89\text{cm})^2 - (5.08\text{cm})^2}{4}$$

$$A_r = 41.77\text{cm}^2 = 0.004177\text{m}^2$$

$$V_a = 62 \text{ cm}^2 * 90 \text{ cm}$$

$$V_a = 5580\text{cm}^3 \left(\frac{0.00026417 \text{ gal}}{1\text{cm}^3} \right) = 1.47 \text{ gal.}$$

$$V_r = 41.80\text{cm}^2 * 90\text{cm}$$

$$V_r = 3762\text{cm}^3 \left(\frac{0.00026417 \text{ gal}}{1\text{cm}^3} \right) = 0.933 \text{ gal}$$

10.9. Cálculo de caudal de aceite necesario para el sistema.

Para calcular el caudal del sistema tomamos como referencia una velocidad de salida del vástago del cilindro hidráulico de 3 cm o 0.03 m/s debido a que esta velocidad es la adecuada para este tipo de máquinas. Entonces tenemos.

Cálculo de caudal de la bomba hidráulica.

Donde:

$$Q = A_a * V_a$$

Q = caudal

A_a = área de avance

V_a = velocidad de avance del vástago.

$$Q = 62 \text{ cm}^2 \left(3 \frac{\text{cm}}{\text{s}}\right)$$

$$Q = 186 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} * \frac{0.001 \text{ l}}{1 \text{ cm}^3}$$

$$Q = 0.186 \frac{\text{l}}{\text{s}} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min.}}$$

$$Q = 11.16 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

Para determinar el desplazamiento volumétrico de la bomba hidráulica en GPM. Que garantice un buen funcionamiento del cilindro hidráulico se aplica la siguiente formula:

$$GPM = 0.186 \frac{L}{S} \left(\frac{15.8503 \text{ GPM}}{1 \frac{L}{S}} \right)$$

$$GPM = 2.94$$

La bomba adecuada para este sistema debe entregar un caudal de 2.94 GPM.

10.10. Cálculo de la potencia requerida por la bomba.

$$HP = \frac{Q * P}{1714 * \rho}$$

Donde:

HP = potencia de la bomba

Q = caudal de la bomba

P = presión del sistema

ρ = eficiencia de la bomba

$$HP = \frac{Q * P}{1714 * \rho}$$

$$HP = \frac{2.94 \text{ GPM} * 1500 \text{ PSI}}{1417 * 0.85}$$

$$HP = 2.64$$

10.11. Cálculo para el tiempo que tarda en salir el vástago del cilindro.

Realizando este cálculo podremos conocer el tiempo que tardará en desplazarse el vástago de un extremo a otro.

$$t = \frac{Lc}{Va}$$

Donde.

t = tiempo

Lc = longitud de carrera

Va = velocidad de avance.

$$t = \frac{90 \text{ cm}}{3 \text{ cm/s}}$$

$$t = 30 \text{ s}$$

10.12. Cálculo para la selección de mangueras.

Para calcular el tipo de mangueras que se va a utilizar en este sistema hidráulico se debe tener en cuenta varios parámetros como:

1. Identificar qué tipo de línea es (presión)
2. Conocer el caudal máximo del sistema
3. Estimar la velocidad del fluido según la siguiente tabla.

Tabla 11: velocidades de acuerdo al tipo de línea.

VELOCIDAD DEL FLUIDO EN TUBERÍAS	
CONDUCTORES	VELOCIDADES DEL FLUIDO EN M/S PRESIÓN DE TRABAJO EN BAR
De presión	De 0 a 25 de 25 a 100 de 100 a 300
De alimentación	De 3.0 a 3.5 de 3.5 a 4.5 de 4.5 a 6.0
De retorno	De 0.5 a 1.0 de 1.5 a 2.0

Fuente: Hugo Medina Guzmán

$$Q = V * A$$

Donde:

Q = caudal

V = velocidad del fluido

A = área de la tubería

Para realizar esta operación debemos transformar los litros por minuto en metros cúbicos por segundo.

$$Q = 11.16 \frac{L}{mim} * \frac{1mim}{1000 l} = 0.000186 \frac{m^3}{s}$$

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

$$A = \frac{0.000186 m^3/s}{5.5 m/s}$$

$$A = 0.0000338 m^2$$

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

$$d = \sqrt{\frac{4(0.0000338 m^2)}{\pi}}$$

$$d = 0.0064 m. = 6.5 mm.$$

Una vez realizado el cálculo procedemos a revisar el catálogo de mangueras hidráulicas para elegir cual emplearemos en el sistema.

Tabla 12: Catálogo de mangueras hidráulicas

Dn	Identificación de la manguera		Diámetro exterior del cable	Diámetro exterior de la manguera	Presión máxima de trabajo		Presión mínima de explosión		Min. Radio doblaje
	Pulgada	Milímetro	Milímetro	Milímetro	Mpa	Psi	Mpa	Psi	Milímetro
5	5/16"	4.8	9.5	11.8	25.0	3625	100.	14500	90
6	1/4"	6.4	11.1	13.4	22.5	3270	90.0	13050	100
8	5/16"	7.9	12.7	15.0	21.5	3120	86.0	12470	115
10	3/8"	9.5	15.1	17.4	18.0	2610	72.0	10440	125
13	1/2"	12.7	18.3	20.6	16.0	2320	64.0	9280	180
17	5/8"	15.9	21.4	23.7	13.0	1890	52.0	7540	205
19	3/4"	19.0	25.4	27.7	10.50	1530	42.0	6090	240
25	1"	25.4	33.3	35.6	8.8	1280	35.0	5070	300
32	1 1/4"	31.8	40.5	43.5	6.3	920	25.0	3600	420
38	1 1/2"	38.1	46.8	50.6	5.0	725	20.0	2900	500
51	2"	50.8	60.2	64.0	4.0	580	16.0	2320	630

Fuente: Sofeiflex hose, co. Ltd.

Se eligió mangueras de 9.5 mm debido a que ésta es la más cercana a la del cálculo y la que podemos encontrar y de fácil adquisición en el mercado.

10.13. Cálculo del motor eléctrico.

El motor eléctrico cambia la energía eléctrica en energía mecánica y es el encargado de suministrar la potencia a la bomba hidráulica para generar presión hacia el sistema.

$$Pot. motor eléctrico = \frac{Pot. hidráulica}{eficiencia eléctrica}$$

$$Pot. motor eléctrico = \frac{2.64 Hp}{0.85}$$

$$Pot. Motor eléctrico = 3.1 hp$$

10.14 Selección del tanque reservorio para el fluido hidráulico.

De acuerdo a investigaciones realizadas se dice que existe una regla industrial que para calcular la capacidad del tanque, se multiplica por un factor de tres los GPM que entrega la bomba, a más de servir como reservorio cumple la función de transferencia de calor del fluido hacia el ambiente.

Cap. Tanque = 2.94 GPM (3)

Cap. Tanque = 8.82 gal.

10.15. Selección del fluido hidráulico

Para la correcta selección del aceite hidráulico, se deben tener en cuenta varios parámetros, ya que su función no es solo accionar el cilindro hidráulico, sino también lubricar los engranajes de la bomba y otros componentes del sistema. Por esta razón, como refrigerante, necesitamos conocer las condiciones en las que está operando la máquina, tales como: carga, velocidad, temperatura y ambiente de trabajo.

El sistema de compactación es un equipo industrial estacionario que requiere un aceite libre de detergentes con menor contenido de aditivos anti desgaste que los equipos móviles y requiere un desemulsionante para separar el agua del aceite y permitir que se asiente en los tanques.

En general, estos sistemas operan entre 50 y 60°C, para evitar daños no deben exceder los 80°C. Teniendo en cuenta estos parámetros elegimos aceites ISO 68 que operan entre 56

y 73°C

Para la selección del fluido del sistema hidráulico con las características requeridas nos basamos en la tabla que se encuentra en el anexo N°5

10.16. Selección de los materiales para la estructura.

Para la estructura de la compactadora se deberá escoger materiales de acero que contengan carbono, ya que este tipo de materiales son compatibles con soldaduras son de bajo costo y alta resistencia, así como también debe ser comercial. El acero ASTM es un acero al carbón con las características deseadas, es comercial y el más empleado para la construcción de maquinaria pesada de las industrias.

Para la selección de las vigas de soporte para el cilindro hidráulico debemos tomar en cuenta la presión máxima que se va a ejercer sobre el área de compactación, en este caso la máxima presión que ejercerá es de 1500 PSI o 10342.14 kPa.

10.17. Cálculo de la fuerza máxima que soportaran las vigas de soporte del cilindro hidráulico.

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

$$A = 0.60 \text{ m} * 0.60 \text{ m}$$

$$A = 0.36 \text{ m}^2$$

ENTONCES.

$$F = P * A$$

$$F = 10342.14 \text{ Kpa} * 0.36\text{m}^2$$

$$F = 3,72317 \text{ KN}$$

$$F = 3723.17 \text{ N}$$

Ya conociendo la fuerza máxima de trabajo seleccionamos acero de calidad ASTM A36 que tiene un esfuerzo de fluencia de 250 MPa y un esfuerzo mínimo de ruptura de 400 a 550 MPa.

Calculamos el esfuerzo permisible considerando un factor de seguridad de 2 para evitar que existan fallas estructurales.

$$\delta = \frac{\delta \text{ Fluencia}}{\text{factor de seguridad}}$$

DONDE

$\delta \text{ permisible} = \text{esfuerzo permisible}$

$\delta = \text{esfuerzo de la fluencia del material}$

Factor de seguridad.

$$\delta = \frac{250 \text{ Mpa}}{2}$$

$$\delta = 125 \text{ MPa}$$

Debido a que son dos piezas las que van a soportar la fuerza esta se dividen obteniendo así el esfuerzo que soportara cada una.

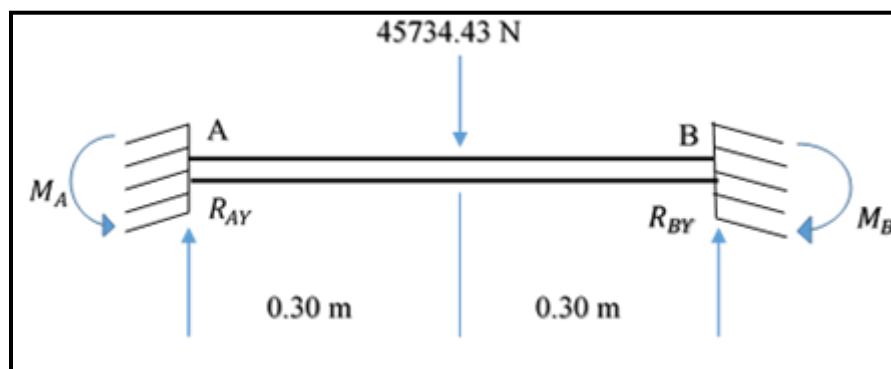
$$F_{mt.} = \frac{3723.17 \text{ N}}{2}$$

$$F_{mt.} = 1861.58 \text{ N}$$

Tomando en cuenta que el cilindro hidráulico está en la parte superior este ejerce una fuerza hacia abajo y las fuerzas de reacción serán hacia arriba ya que los envases plásticos ejercerán una fuerza contraria a la del actuador.

10.18. Cálculo de reacciones y momentos en la viga.

Figura 29: diagrama de cuerpo libre de una viga



Fuente: Autores del proyecto

Datos:

$$F = 18.6158 \text{ KN}$$

$$L = 0.36 \text{ m}$$

Reacciones:

$$Ra = Rb = \frac{F}{2}$$

$$Ra = Rb = \frac{1861.58 \text{ N}}{2}$$

$$Ra = Rb = 930.79 \text{ N}$$

$$Rc = 930.79 \text{ N}$$

Momentos.

$$Ma = Mb = \frac{F * L}{4}$$

$$Ma = Mb = \frac{9.3079 \text{ KN} * 0.60\text{m}}{4}$$

$$Ma = Mb = 1.3961 \text{ N} * \text{ m}$$

Una vez calculado es esfuerzo permisible y momento máximo de flexión podemos calcular el S requerido o módulo de sección.

Datos:

$$S \text{ requerido} = \frac{M \text{ max.}}{\delta \text{ permisible}}$$

$$S \text{ requerido} = \frac{1.3961 \text{ KN} * \text{ m}}{125000 \text{ KNm}^2}$$

$$S \text{ requerido} = 1.11688 \times 10^{-5} \text{ m}^3 = 0.0000111688 \text{ m}^3 = 1.11688 \text{ cm}^3$$

Ya obtenido todos los cálculos necesarios podemos elegir el tipo de perfil que cumpla con las características especificadas para resistir esta fuerza.

Tabla 13: Características de los perfiles ASTM A36

Dimensiones		Peso		Área	Propiedades				
					EJE X-X Y EJE Y-Y				EJE Z-Z
					I	R	S	X	R. Min
Plg	Mm	Kg/m	Lb/ple	cm ²	cm ⁴	Cm	cm ³	Cm	Cm
1 1/2 X 1/4	38.1 X 6.3	3.48	2.34	4.47	5.83	1.14	2.20	1.19	0.74
1 1/2 X 5/16	38.1 X 7.9	4.26	2.86	5.40	6.66	1.12	2.62	1.24	0.74
1 1/2 X 3/8	38.1 X 9.5	5.01	3.36	6.34	7.91	1.12	3.11	1.30	0.74
2 X 1/8	50.8 X 3.2	2.46	1.65	3.15	7.91	1.60	2.13	1.40	1.02
2 X 3/16	50.8 X 4.8	3.63	2.44	4.65	11.45	1.57	3.11	1.45	1.02
2 X 1/4	50.8 X 6.3	4.75	3.19	6.09	14.57	1.55	4.10	1.50	0.99
2 X 5/16	50.8 X 7.9	5.83	3.92	7.40	17.46	1.52	4.92	1.55	0.99
2 X 3/8	50.8 X 9.5	6.99	4.70	8.75	19.98	1.50	5.74	1.63	0.99
2 1/2 X 3/16	63.5 X 4.8	4.61	3.09	5.87	22.89	1.98	4.92	1.75	1.24
2 1/2 X 1/4	63.5 X 6.3	6.10	4.10	7.72	29.14	1.96	6.39	1.83	1.24
1 1/2 X 5/16	63.5 X 7.9	7.44	5.00	9.41	35.38	1.93	7.87	1.88	1.22
2 1/2 X 3/8	63.5 X 9.5	8.78	5.90	11.16	40.79	1.91	9.34	1.93	1.22
3 X 1/4	76.2 X 6.3	7.29	4.90	9.34	51.60	2.36	9.50	2.13	1.59
3 X 5/16	76.2 X 7.9	9.8	6.10	11.42	62.90	2.34	11.60	2.21	1.50
3 X 3/8	76.2 X 9.5	10.72	7.20	13.58	73.30	2.31	13.60	2.26	1.47
3 X 1/2	76.2 X 12.7	13.99	9.40	17.74	92.40	2.29	17.50	2.36	1.47
4 X 1/4	101.6 X 6.3	9.82	6.60	12.60	125.90	3.18	17.20	2.77	2.01
4 X 5/16	101.6 X 7.9	12.20	8.20	15.43	154.40	3.15	21.10	2.84	2.01
4 X 3/8	101.6 X 9.5	14.58	9.80	18.40	181.50	3.12	24.90	2.89	2.01
4 X 1/2	101.6 X 12.7	19.05	12.80	24.19	231.40	3.10	32.30	2.99	1.98
6 X 3/8	152.4 X 9.5	22.17	14.90	28.05	640.80	4.78	57.80	4.16	3.02
6 X 1/2	152.4 X 12.7	29.17	19.60	37.10	828.70	4.72	75.50	4.27	3.00
6 X 5/8	152.4 X 15.9	36.01	24.20	45.94	1005.60	4.67	92.80	4.39	3.00

Fuente: Perfiles estructurales

Tabla 14: Propiedades mecánicas de los aceros ASTM A36

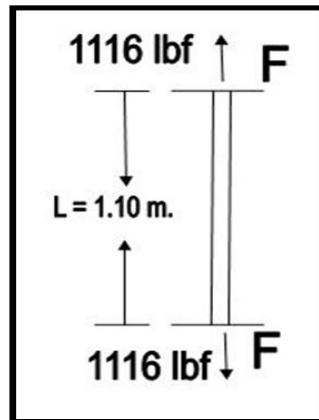
Propiedades mecánicas		Notas
Resistencia a la tracción, MPa(Ksi)	400-550(58-80)	Placas de acero, formas y barras
Limite elástico (Esfuerzo de fluencia), MPa(KSi) \geq	250(36)	Espesor \leq 200mm(8pulg)
	220(32)	Espesor de placas de acero $>$ 200mm(8pulg)
Elongación, % \geq	20	Placas y barras 200mm(8pulg)
	23	Placas y barras 50mm(2pulg)
Dureza Brinell, HBW	119-162	Basado en la conversión de resistencia a la tracción
Módulo de elasticidad, GPa(Ksi)	200(29x10 ³)	-
Prueba de impacto Charpy con muesca en V, J (ft, lbf), \geq	27(20)	Formas estructurales, ubicación alternativa del núcleo
Módulo de corte, GPa(KSi)	79.3(11.5x 10 ³)	-
Fy del acero A36(límite de fluencia), MPa(KSi), \geq	250(36)	-

Fuente: Aceros ASTM A36 ficha técnica, dureza, densidad estructural.

10.19. Cálculo de las columnas de la compactadora.

Para la construcción de las columnas de la base de que sujetan al cilindro hidráulico se escogen el mismo material ASTM A36 de tipo plancha que posee una resistencia al límite de fluencia de 250 MPa y una resistencia a la torsión de 400 MPa. Para esto se realizan los siguientes cálculos de tensión.

Figura 30: diagrama de cuerpo libre de una columna



Fuente: Autores del proyecto

Datos

$$F = 1116.00105 \text{ lbf}$$

$$A \text{ del perfil} = 1.240 \text{ in}^2$$

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

$$\delta = \frac{1116.00105 \text{ lbf}}{1.240 \text{ in}^2}$$

$$\delta = 900.00 \text{ PSI}$$

$$\delta = 6.205281 \text{ Mpa}$$

El esfuerzo máximo de tensión al que estarán sometidas estas columnas será de 900 PSI que transformando es 6.205281 MPa. Para las columnas de la estructura de la compactadora realizamos los cálculos con perfiles de acero ASTM a500 de forma cuadrada que posee un esfuerzo de fluencia y una resistencia de ruptura a la tensión de 46 y 58 KSI (320 MPa y 405 MPa).

Datos

$$F = 1116.00105 \text{ lbf}$$

$$A \text{ del perfil} = 2.9 \text{ cm}^2$$

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

$$\delta = \frac{1116.00105 \text{ lbf}}{0.4510 \text{ in}^2}$$

$$\delta = 2474.50 \text{ PSI}$$

$$\delta = 17.0661076 \text{ MPa}$$

El esfuerzo de tensión máximo al que se van a someter estas columnas es de 17.061076 MPA entonces podemos decir que es un material idóneo para las columnas de la estructura de la máquina.

10.20. Cálculo para el pasador

Tomando en cuenta que el pasador va a soportar la fuerza que realiza el cilindro hidráulico este estará sometido a una fuerza de 4.573443 N, para realizar este cálculo tenemos lo siguiente:

$$\delta = \frac{F}{2 * A}$$

Donde

δ = esfuerzo cortante

A = área transversal del pasador

El diseño del pasador se realizó con un diámetro de 2,54mm (0.0254 m) debido a que esta es la medida del agujero del soporte del cilindro.

$$\delta = \frac{4.573443 \text{ KN}}{2(\pi)(0.0127 \text{ m}^2)}$$

$$\delta = 57.3139 \text{ KPa}$$

Este pasador está fabricado de un acero AISI 10 45 que posee una resistencia de tracción de 570 MPa y un límite de fluencia de 310 Mpa que al comparar con el esfuerzo al que va a estar sometido no tendrá falla alguna

10.21. Parámetros para realizar la soldadura de las piezas de la máquina compactadora.

Dentro de los parámetros que debemos tomar en cuenta cuando vamos a realizar una soldadura con electrodo revestido es el amperaje ya que este influye principalmente en la profundidad del cordón a mayor corriente tendremos mayor profundidad, esta profundidad también depende de la velocidad de avance del cordón.

La velocidad de avance influye en la cantidad de material de aporte ya que a mayor velocidad tendremos poco material aportado y poca profundidad, para esto debemos operar a una velocidad óptima que nos permita realizar cordones con el aporte adecuado de material y adecuada profundidad.

La posición del electrodo debe ser de 90° en ángulo de trabajo respecto con la pieza a soldar y entre 70 a 80° en el sentido del avance del electrodo.

Los electrodos deben ser seleccionados de acuerdo a su tipo de aleación y función de la composición química y física de los materiales a soldar.

Tabla 15: Parámetros de soldadura

PARÁMETROS UTILIZADOS PARA SOLDADURA DE LA MÁQUINA.	
Longitud de arco	3, 20 mm
Velocidad aproximada de avance del electrodo	10 cm por minuto
Ángulo de avance	750°
Angulo de trabajo	90°

Fuente: autores del proyecto

10.22. Normas utilizadas para la soldadura de la maquina

Se utilizó la norma AWS (American Welding Society) de soldadura de acero estructural que es usado para estructuras soldadas echas con acero de carbono de baja aleación, quedan fuera de su alcance los recipientes y tuberías a presión y metales base de espesores menores de un 1/8 pulg. (3.2mm).

10.23. Método para la selección de alternativas

Para realizar la selección de alternativa del sistema se usó el método de criterios ponderados el cual nos permite abordar varios parámetros que serán evaluados en tres tipos de sistemas como es el sistema hidráulico, el sistema neumático y el sistema manual y así elegir el adecuado para la construcción de la máquina

Tabla 16: Ponderación de los criterios

Selección de Alternativas para el sistema de la máquina Compactadora de envases plásticos desechados							
Ponderación de los criterios							
	Presión	Ruido	Precio	Fácil Mantenimiento	Disponibilidad de elementos en el mercado	Total	Peso ponderado definido
Presión		0.8	0.8	0.8	0.8	3.20	0.30
Ruido	0.2		0.3	0.5	0.2	1.20	0.11
Precio	0.4	0.8		0.3	0.5	2.00	0.19
Fácil Mantenimiento	0.4	0.7	0.3		0.5	1.90	0.18
Disponibilidad de elementos en el mercado	0.4	0.8	0.5	0.5		2.20	0.21
Total						10.5	1.00

Fuente:(Autores del proyecto, 2022)

Tabla 17: Calificación de opciones por cada criterio

Calificación de opciones por cada criterio					
Presión	compactadora manual	compactadora hidráulica	compactadora neumática	Total	Peso relativo
compactadora manual		0.3	0.2	0.5	0.15
compactadora hidráulica	1		0.8	1.8	0.55
compactadora neumática	0.8	0.2		1	0.30
Total				3.3	1.00

Fuente:(Autores del proyecto, 2022)

Tabla 18: Calificación de opciones por cada criterio

Ruido	compactadora manual	compactadora hidráulica	compactadora neumática	Total	Peso relativo
compactadora manual		0.5	0.5	1	0.32
compactadora hidráulica	0.4		0.4	0.8	0.26
compactadora neumática	0.8	0.5		1.3	0.42
Total				3.1	1.00

Fuente:(Autores del proyecto, 2022)

Tabla 19: Calificación de opciones por cada criterio

Precio	compactadora manual	compactadora hidráulica	compactadora neumática	Total	Peso relativo
compactadora manual		0.4	0.5	0.9	0.24
compactadora hidráulica	0.6		0.5	1.1	0.30
compactadora neumática	0.9	0.8		1.7	0.46
Total				3.7	1.00

Fuente:(Autores del proyecto, 2022)

Tabla 20: Calificación de opciones por cada criterio

Fácil Mantenimiento	compactadora manual	compactadora hidráulica	compactadora neumática	Total	Peso relativo
compactadora manual		0.8	0.8	1.6	0.44
compactadora hidráulica	0.6		0.5	1.1	0.31
compactadora neumática	0.4	0.5		0.9	0.25
Total				3.6	1.00

Fuente:(Autores del proyecto, 2022)

Tabla 21: Calificación de opciones por cada criterio

Disponibilidad de elementos en el mercado	compactadora manual	compactadora hidráulica	compactadora neumática	Total	Peso relativo
compactadora manual		0.5	0.5	1	0.28
compactadora hidráulica	0.7		0.8	1.5	0.42
compactadora neumática	0.6	0.5		1.1	0.31
Total				3.6	1.00

Fuente:(Autores del proyecto, 2022)

Tabla 22: Calificación de opciones por cada criterio

Consolidado de calificación de opciones					
	Presión	Ruido	Precio	Fácil mantenimiento	Disponibilidad de elementos en el mercado
compactadora manual	0.15	0.32	0.24	0.44	0.28
compactadora hidráulica	0.55	0.26	0.30	0.31	0.42
compactadora neumática	0.30	0.42	0.46	0.25	0.31

Fuente:(Autores del proyecto, 2022)

Tabla 23: Calificación de opciones por cada criterio

Calificación total por opción por criterio ponderado						
	Presión	Ruido	Precio	Fácil mantenimiento	Disponibilidad de elementos en el mercado	Total
compactadora manual	0.046	0.037	0.046	0.080	0.058	0.27
compactadora hidráulica	0.166	0.029	0.057	0.055	0.087	0.39
compactadora neumática	0.092	0.048	0.088	0.045	0.064	0.34

Fuente:(Autores del proyecto, 2022)

De acuerdo a lo mencionado en las tablas anteriores de las alternativas se puede conocer que cada una pose características relevantes que pueden proporcionar funcionalidad al diseño, pero como podemos observar que la mejor opción de sistema para este tipo de máquina es la hidráulica ya que nos brinda más ventajas en comparación a la manual y neumática

11. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

Al construir la máquina compactadora demostramos que con la implementación de una máquina de este tipo los centros de acopio obtendrán grandes beneficios como tener más espacio para almacenar material reciclado y ahorro de tiempo en realizar esta actividad. Además, es una maquina versátil ya que en ella se puede compactar otros tipos de material diferente al plástico, así como cartón y envases de aluminio. Los resultados obtenidos mediante el funcionamiento de la maquina compactadora podemos observar que el peso y volumen de la paca compactada varía dependiendo de la cantidad de envases plásticos introducidos en la cámara de compactación y también del tipo de material. Para obtener una paca de 20 kg de envases plásticos debemos realizar cuatro ciclos de compactación, cada ciclo dura un minuto por lo que se demora cuatro minutos para obtener una paca con este peso y sus dimensiones son de (0.60 m) largo x (0.60 m) ancho x(0.50 m)alto La presión entregada por el sistema de potencia hidráulica es el adecuado para ejercer la fuerza necesaria en el cilindro hidráulico para compactar diferentes materiales de reciclaje con una eficiencia considerada en relación con técnicas convencionales de compactación.

En las imágenes 1 a la 4 se presenta el proceso que se realizó para compactar los 20kg de envases plásticos desechados.

Imagen 1: Envases de plástico sin compactar.



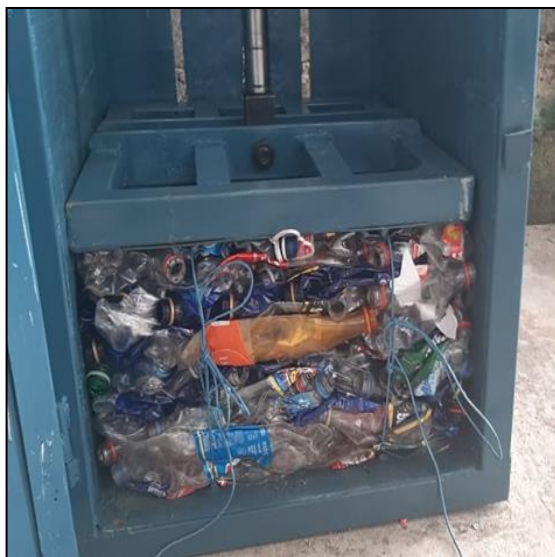
Fuente: Autores del proyecto.

Imagen 2: Envases de plástico listos para el proceso de compactación.



Fuente: Autores del proyecto.

Imagen 3: Proceso de compactación de los envases plásticos.



Fuente: Autores del proyecto.

Imagen 4: Envases plásticos compactados.

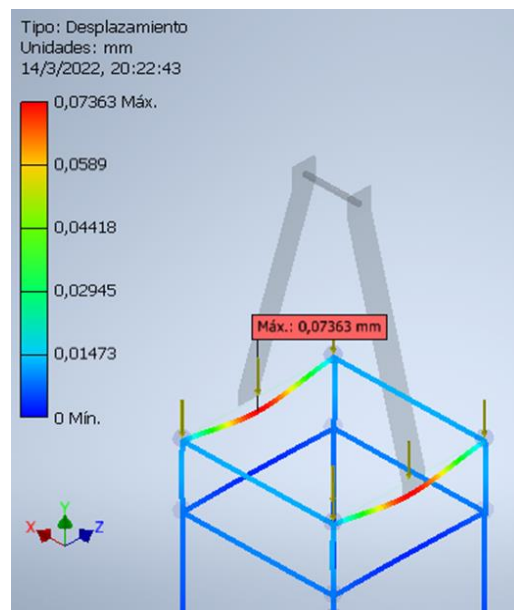


Fuente: Autores del proyecto.

11.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA SIMULACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA.

En la siguiente figura se muestra la simulación por elementos finitos de la estructura donde podemos observar el desplazamiento en milímetros con el valor de 0.07363mm máx.

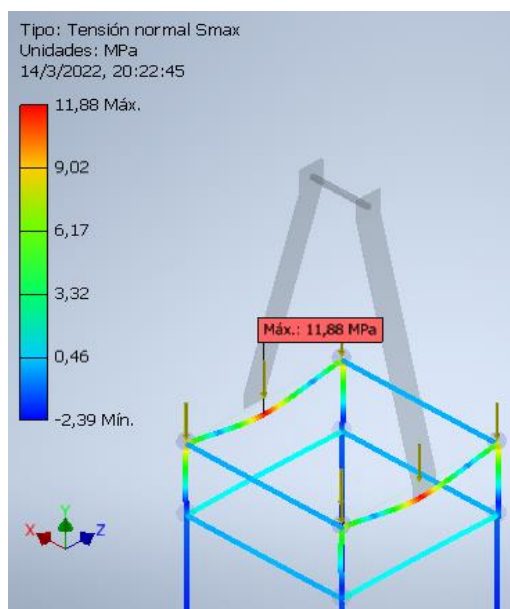
Figura 31: Simulación del desplazamiento en mm de las vigas



Fuente: Autores del proyecto

En la siguiente figura se muestra la tensión máxima en MPa que es de 11,88 Max en las vigas del soporte de la base del cilindro hidráulico

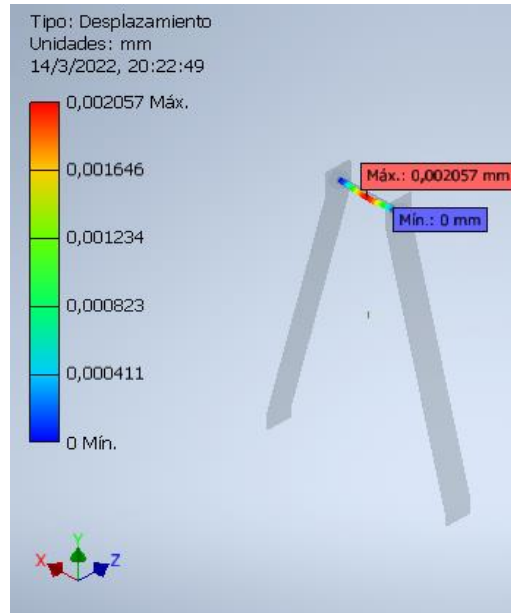
Figura 32: Simulación de tensión



Fuente: Autores del proyecto

En la siguiente figura se muestra la simulación por elementos finitos del pin de sujeción donde podemos observar el desplazamiento en milímetros con el valor de 0.002057mm máx.

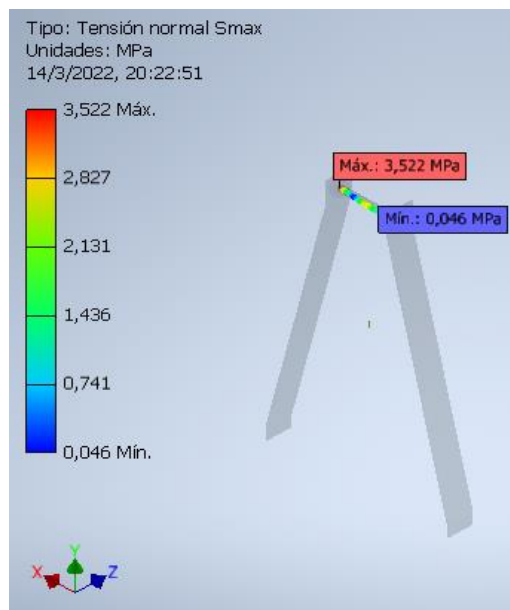
Figura 33: Análisis del desplazamiento del pin



Fuente: Autores del proyecto

En la siguiente figura se muestra la tensión máxima en MPa que es de 3,522 Max en el pin de soporte del cilindro hidráulico

Figura 34: Simulación de la tensión del pin



Fuente: Autores del proyecto

11.2. Diseño del prototipo.

La máquina prototipo está diseñada de tal manera que la estructura y los demás componentes son los adecuados ya que a medida que van a trabajar estos no sufrirán deformaciones o averías porque están dimensionados para cumplir el objetivo principal que es compactar envases de plástico desechados.

Para la construcción de la máquina utilizamos materiales como el acero de la norma ASTM A 36 en planchas y perfiles tipo L y A 500 en tubo de sección cuadrada hueca. El A 36 se lo emplea para las vigas y columnas de soporte del cilindro y el A500 para construir el cubo de compactación, así mismo para la placa compactadora.

Para las columnas de sujeción del cilindro hidráulico se empleó planchas de acero de 4 pulgadas por 8mm de espesor de la misma forma para las columnas de la estructura de la máquina se usó tubos cuadrados de 50mm de ancho por 5mm de espesor y para las vigas perfiles de tipo L de 4 pulgadas por 6mm, siendo la estructura suficientemente sólida para soportar la fuerza que va a realizar el cilindro hidráulico al momento de compactar los envases.

La punta del vástago posee un acople roscado que nos servirá para sujetar la placa compactadora sostenida por un perno de acero de 1 pulgada de diámetro por 5 pulgadas de largo para no tener dificultad al momento de desmontar la máquina, para la fijación del cilindro se hizo mediante un pin que cruza por las columnas y los orificios del acople del cilindro.

Para el sistema de la unidad hidráulica utilizamos un motor de 3 HP monofásico (110 - 220 V) debido a que el sistema requiere de esta potencia, una bomba de 3 GPM de engranajes externos, brida con dos orejas y flecha recta que es la más idónea para este tipo de aplicaciones, una válvula direccional de 4 vías y 3 posiciones la misma que nos permite dar la dirección del fluido, en la misma se encuentra una válvula reguladora de presión de hasta 3000 PSI.

También cuenta con un depósito de aceite fabricado con plancha de acero de 2 mm de espesor con dos bases para sujetarlo a la estructura con una capacidad de almacenamiento de 9 galones, con un visor para verificar el nivel y la temperatura del fluido, un tapón de drenaje en la parte inferior para realizar los cambios de aceite, en la parte superior de la tapa está ubicado el motor eléctrico, la bomba hidráulica, filtro, manómetro, conectados con diferentes acoples para que salgan a las mangueras que van al cilindro hidráulico.

Se utilizó mangueras de alta presión para la interconexión de los elementos del sistema y un cilindro hidráulico de 3.5 pulgadas de diámetro con un vástago de 2 pulgadas de diámetro y 35 pulgadas de largo.

Tabla 24: Ficha técnica de la máquina compactadora

ESPECIFICACIONES DE LA COMPACTADORA DE BOTELLAS DE PLÁSTICOS DESECHADOS	
Dimensiones de paca	0.6 x 0.6 x 0.5 (m)
Peso de la paca	20 (kg)
Apertura de alimentación	0.3 x 0.6 (m)
Numero de tirantes	2 por paca
Motor	3 (HP)- 2238(watts)
Voltaje requerido	110 voltios 20 (AMP)
	220 voltios 10 (AMP)
Bomba hidráulica	3 (GPM)
Tamaño del cilindro	3.5 x 2 x 35 (in)
Presión de operación del sistema	1500 (PSI)
duración del ciclo	1(min)
peso al embarcar	200 (kg)

Fuente: Autores del proyecto

Figura 35: diseño de la máquina compactadora



Fuente: (Autores del proyecto, 2022)

12. IMPACTOS.

12.1. Impacto social.

Con la implementación de esta máquina tendremos un impacto favorable en la sociedad y en el cantón La Maná debido a que en la actualidad existen gran número de personas que se dedican al reciclaje de materiales fuera de uso o desechados y también ayudan a reducir la contaminación al medio ambiente.

12.2. Impacto económico.

El impacto económico de este proyecto se reflejará en los propietarios de los centros de acopio de materiales reciclados, debido a que solamente deberán contratar una persona para manipular la máquina y podrán transportar más material hacia las industrias generando mayor ingreso económico.

12.3. Impacto técnico.

Mediante la fabricación de la maquina prototipo para compactar envases de plástico desechados genera un impacto técnico en el medio ambiente ya que todos los plásticos desechados será una fuente de nueva materia prima evitando que estos permanezcan en el planeta.

12.4. Impacto ambiental.

El impacto ambiental con la implementación de este proyecto se dará en la disminución de la contaminación al cantón La Maná por ende al medio ambiente.

13. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

A continuación, se detallan los precios de materiales utilizados para la construcción de la máquina prototipo compactadora de envases de plástico desechados

Tabla 25: Gasto General

N°	Descripción	Precio unitario	Precio total
1	Bomba hidráulica de engranajes 3 GPM	160.71	160.71
1	Mando hidráulico 1 palanca 10 GPM	107.14	107.14
1	Mangueras remachadas con puntas cónicas R1 ½ presión 300 bar	13.40	13.40
4	Mangueras remachadas con puntas cónicas R1 3/8 presión 100 bar	11.16	44.64
1	Filtro hidráulico con base	35.71	35.71
1	Manómetro de glicerina hasta 100 bar	17.87	17.87
1	Visor de nivel incluye medidor de temperatura	15.18	15.18
1	Coupling 24 cd	37.71	37.71
1	Kit de accesorios de conexión de alta presión	15.00	15.00
2	Tubos cuadrados de 50x50x4mm	48.00	96.00
1	Plancha de acero de 150x35cm x 2mm	30.00	30.00
1	Cilindro 3 pulgadas	300.00	300.00
4	Discos de corte 7 pulgadas	2.00	8.00
1	Libra de electrodos 60/13	3.20	3.20
3	Libra de electrodos 70/18	2.00	6.00
1	Libra de electrodos 60/11	1.50	1.50
130cm	Platina ¾ x ¼	4.75	4.75
10	Pernos 5/16 x 1pulgada	0.30	3.00
1	Perno 5/8 x 1 pulgada	2.00	2.00
1	Motor 3 HP 110/220 voltios 1720rpm	150.00	150.00
2	Acople de conexión	4.50	9.00
1	Maquinado del matrimonio en el torno para acoplar la bomba hidráulica y el motor eléctrico	30.00	30.00
2	Prisioneros milimétricos	0.25	0.50
120cm	De Angulo de 2 pulgadas de 5 mm	9.00	9.00
1 LIT	Pintura fondo	7.50	7.50
1	Guaie funda	1.00	1.00
2LIT	Diluyente	2.00	4.00
1	Manguera cañería abrazadera	4.00	4.00
1LIT	Pintura esmalte gris plata	4.25	4.25
1	Plancha de acero 130x 70cm x 3mm	35.00	35.00
1	Tol galvanizado 240x 80cm x 136mm	20.00	20.00
5 gal	Aceite hidráulico Premium rojo	9.80	49.00
1	Pulsador de arranque y paro de emergencia	6.70	6.70
4 mts	Cable concéntrico 3x 12	2.10	8.40
1	Enchufe	1.79	1.79
TOTAL			1241.95

Fuente: (Autores del proyecto, 2022)

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1. Conclusiones.

- 1.- A través de la revisión bibliográfica pudimos conocer que existen varios tipos de máquinas compactadoras para diferentes materiales de reciclaje y mediante esta información obtenida se estableció el tipo y las características adecuadas para la construcción de la máquina prototipo.
- 2.- Se realizó el diseño de la máquina con una estructura confiable que garantice seguridad, lo cual se comprobó realizando la simulación estática y de sus componentes utilizando el método de esfuerzos cortantes.
- 3.- Para la construcción de la máquina prototipo nos basamos en la teoría y los conocimientos adquiridos en el ciclo de aprendizaje utilizando diferentes métodos y técnicas de fabricación, empleamos materiales de fácil adquisición en el mercado y de costo moderado.
- 4.- Una vez terminada la construcción de la máquina prototipo realizamos las pruebas necesarias para verificar un funcionamiento, logrando cumplir con el objetivo propuesto de elaborar pacas de envases de plástico desechado, también pudimos comprobar que se puede compactar otro tipo de materiales reciclables como envases de aluminio y cartón.

14.2. Recomendaciones.

- 1.- Para la construcción de máquinas es recomendable utilizar los equipos de protección debido a que se manipula máquinas herramientas que generan riesgos de accidentes laborales.
- 2.- Se recomienda realizar un chequeo de la maquina periódicamente para verificar que no exista anomalías que puedan perjudicar su funcionamiento.
- 3.- Al momento de introducir los envases plásticos a la cámara de compactación se recomienda retirar las tapas de los mismos para que el aire del interior de los envases pueda salir fácilmente y no exista resistencia y tener un mejor compactado de la paca.
- 4.- Para el transporte dela máquina se deberá desmontar la unidad hidráulica de potencia debido a que esta se encuentra en la parte superior y al momento de acostarla o inclinarla demasiado se regaría el aceite hidráulico.

15. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Articulos, ISO, N., & Destacadas | 0 |, N. (2014, junio 16). UNE-EN ISO 12100:2012 Seguridad de las máquinas. *Normas ISO*. <https://www.normas-iso.com/iso-12100-seguridad-de-las-maquinas/>
- Barreto Gordón, V. E., & Villegas Suárez, E. S. (2014). *Diseño e Implementación de un Banco Didáctico para la Enseñanza de los Sistemas Oleohidráulicos en la Escuela de Ingeniería Mecánica*.
- Barthes, R. (1957). *O plástico*. Mitologías.
- Bosada, G. A. G. (2019). *DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS*. 120.
- Carriel Montoya, B. J., & Villacís Vargas, O. I. (2015). *Diseño e implementación de un banco de pruebas neumático para la calibración de presión de manómetros en el rango de 0 a 6 bar y vacuómetros en el rango de 0 a 600 milibar, en la universidad Politécnica Salesiana en la sede Guayaquil*.
- Carrillo Anchundia, E. E., & Reyes Zambrano, R. E. (2015). *DISEÑO, CÁLCULO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE CILINDROS HIDRÁULICOS HASTA 5 TONELADAS DE CAPACIDAD CON VÁLVULAS DIRECCIONALES DE FLUJO*. [Thesis]. <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/1037>
- CARRILLO ANCHUNDIA, E. E., & REYES ZAMBRANO, R. E. (2015). *DISEÑO, CÁLCULO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE CILINDROS HIDRÁULICOS HASTA 5 TONELADAS DE CAPACIDAD CON VÁLVULAS DIRECCIONALES DE FLUJO*.
- Cascante, C. E. L., & Haro, J. A. B. (2016). *Título: Diseño y construcción de un compactador de latas y envases de PET. Title: Design and construction of a compactor cans and PET*. 80.
- Clasificación de las bombas hidráulicas – El blog de Víctor Yepes*. (s. f.). Recuperado 22 de enero de 2022, de <https://victoryepes.blogs.upv.es/2016/04/04/clasificacion-de-las-bombas-hidraulicas/>
- Czekaj, D. (1988). *Aplicaciones de la ingeniería: Maquinaria hidráulica en embarcaciones pesqueras pequeñas*. Food & Agriculture Org.
- DAVID, G. C. (2018). *Motores 2.ª edición*. Ediciones Paraninfo, S.A.

- Domínguez, U. S. (2012). *Máquinas hidráulicas*. Editorial Club Universitario.
- González, F. J. E. (2019). *Soldadura MAG de estructuras de acero al carbono*. FMEC0210. IC Editorial.
- Jiménez Arenas, J. M. (2016). *Efecto de la deformación en frío sobre la microestructura y propiedades de un acero*.
- Jiménez, S. de las H. (2019). *Fluidos, bombas e instalaciones hidráulicas*. Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politècnica.
- Ledesma, M. C. L., Flores, G. A., & Betanzo, J. C. (2018). Motores de Corriente Alterna síncronos y Corriente Directa. *Pistas Educativas*, 35(111).
- Legña Oyacato, L. M., & Ochoa Peña, C. H. (2021). *Estudio de soldabilidad de placas y tubería de acero inoxidable AISI-304 con aceros ASTM A36 y ASTM A500 utilizando el proceso de soldadura SMAW*. Quito, 2021.
- Monterroso Barrios, Z. A. (2019). *Propuesta de contenido pragmático, sobre montaje de bombas hidráulicas horizontales rotatorias, para el curso de máquinas hidráulicas*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Morillo Rosero, A. F., & Quespaz Padilla, W. J. (2018). *Diseño y construcción de un prototipo de máquina expendedora inversa de botellas plásticas PET con sistema de control automatizado*.
- Normas de seguridad en soldadura frente a radiaciones—Blog. (2017, Octubre 12). *Blog de soluciones integrales para el suministro industrial de la empresa*.
<https://blog.bextok.com/normas-de-seguridad-en-soldadura/>
- Núñez, A. R. (2018). *PROPIEDADES FÍSICAS DEL FLUIDO SINOVIAL*. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE.
- PROCESO DE SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO CON ELECTRODO REVESTIDO (SMAW)*. (2018, septiembre 21). Stargas. <https://www.stargas.com.ve/blog/proceso-de-soldadura-por-arco-electrico-con-electrodo-revestido-smaw/>
- Ramírez Figueroa, D. P. (2016). *Estudio de los sistemas hidráulicos aplicado en procesos industriales y propuesta de equipamiento con una guía de prácticas para el laboratorio de electro hidráulica en la Facultad Técnica*.

Rodrigo-Royo, M. D., Quero-López, J. C., Aparicio-Abiol, R. M., & Cãa-Blasco, P. (2017). La sustitución del filtro de aceite hidráulico HC8800FKN13H. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, 24(2), 74-84.

Solé, A. C. (2012). *Neumática e hidráulica*. Marcombo.

Suárez Agudelo, E. (2018). *AFORO DE CAUDALES*.

Tapia Lemos, J. D. (2018). *Diseño de una compactadora horizontal de plástico reciclado para el centro de reciclaje REIPA*. Quito.

Tous Berengué, P. (2014). *Estudio paramétrico sobre máquinas volumétricas de desplazamiento positivo*. Universitat Politècnica de Catalunya.

Zambrano Cevallos, C. J. (2019). *Diseño de una rápida hidráulica de gran pendiente para fines de laboratorio*. JIPIJAPA-UNESUM.

16. ANEXOS

Anexo 1: Datos Informativos Personal Docente

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Vásquez Carrera

NOMBRES: Paco Jovanni

ESTADO CIVIL: Casado

CEDULA DE CIUDADANÍA: 0501758767

NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES: 3

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Latacunga, 20 de agosto de 1970

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Latacunga, Cda. Loco

TELÉFONO CONVENCIONAL: 2233462 **TELÉFONO CELULAR:** 0995092670

EMAIL INSTITUCIONAL: paco.vasquez@utc.edu.ec

TIPO DE DISCAPACIDAD: Ninguna

DE CARNET CONADIS: Ninguno



ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	CÓDIGO DEL REGISTRO CONESUP O SENESCYT
TECNÓLOGO	TECNÓLOGO EN CONTROL AUTOMÁTICO	2002-09-19	1004-02-244248
TERCER	INGENIERO DE EJECUCIÓN EN ELECTRÓNICO INSTRUMENTACIÓN	2003-01-17	1004-03-335912
TERCER	INGENIERO INDUSTRIAL	2006-05-11	1045-06-684045
CUARTO	MAGISTER EN GESTIÓN DE ENERGÍAS	2016-05-12	1020-2016-1671047

HISTORIAL PROFESIONAL

TEXTILES RIO BLANCO (Pastocalle)

Jefe y supervisor de turno

Jefe de mantenimiento eléctrico e Instrumentación.

Jefe de mantenimiento.

Director (e) de planta 13 años de servicio

Conocimientos en:

Mantenimiento y calibración de instrumentos de campo transmisores, controladores, convertidores, válvulas, switches, indicadores (nivel, presión, temperatura, flujo, etc.) en las marcas FISHER, ROSEMOUNT, HONEYWELL, FOXBORO, DRESSER, SMITH METER, INVALCO, NUFLO, HALLIBURTON, AGAR, MAGNESONIC, etc.

CPF SHUSHUFINDI.

Operador de generación marca CATERPILLAR

Operación, monitoreo de los generadores y mantenimiento preventivo.

H-VIDA (PILALÓ)

Jefe de planta

Jefe de mantenimiento

Mantenimiento y calibración de los equipos del proceso de producción de la embotelladora de agua en todas sus presentaciones, y organización en la producción tanto en ingresos de material como en pedidos para la venta del producto.

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO (ITSA)

Profesor en la escuela de Aviónica, Mecánica y Telemática.

INSTITUTO TECNOLÓGICO RAMÓN BARBA NARANJO

Profesor en la Carrera de Electromecánica y Control Eléctrico

SINDICATO DE CHOFERES PROFESIONALES DE COTOPAXI.

Profesor de la Materia de Conducción Vehicular.

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE -LATACUNGA

Profesor en la unidad de gestión tecnológica (FÍSICA).

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ.

Profesor de la carrera de Ingeniería Electromecánica.

UNIDAD ADMINISTRATIVA O ACADÉMICA EN LA QUE LABORA:

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas


ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

Carrera de Ingeniería Electromecánica

FECHA DE INGRESO A LA UTC:

19/04/2016

Anexo 2: Curricular del primer estudiante investigador

INFORMACIÓN PERSONAL		
Nombres y Apellidos.	Carlos Fabian Pacheco Estrella.	
Cédula de identidad.	050295502-4	
Lugar y fecha de nacimiento.	Latacunga, 03 de Enero de 1988.	
Estado civil.	Soltero.	
Tipo de sangre.	O+	
Domicilio.	Av. Eugenio Espejo y Guayaquil (La Maná, Cotopaxi)	
Teléfono	0991964451	
Correo electrónico.	carlos.pacheco5024@utc.edu.ec	
ESTUDIOS REALIZADOS		
Instrucción primaria.	Esc. Fiscal Mixta “Luis Fernando Ruiz”.	
Instrucción secundaria.	Instituto Tecnológico Superior La Maná	
Títulos obtenidos.	Bachiller Técnico en Comercio y Administración comercialización.	
CERTIFICADOS OBTENIDOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Universidad Técnica de Cotopaxi, “II Congreso internacional de Electromecánica y Eléctrica”. • Universidad Técnica de Cotopaxi, “I Jornada Científica Empresarial de ingeniería Electromecánica”. • Fundación COORED, “II Jornada Científica Empresarial de Ingeniería en Electromecánica”. • Fundación COORED, “Prevención en Riesgos Laborales”. • Universidad Técnica de Cotopaxi, “Casa Abierta de la Jornada Científico Empresarial de ingeniería Electromecánica –UTC La Maná”. • Universidad Técnica de Cotopaxi, “III Congreso Internacional de Investigación Científica UTC”. • Universidad Técnica de Cotopaxi, “IV Congreso Internacional de Investigación científica UTC La Mana. • Fundación COORED,” Curso de Auxiliar en Domótica”. • Centro de Formación Artesanal (centro Técnico Quevedo), “Curso de Torno y Fresa”. 		

Anexo 3: Curricular del segundo estudiante investigador

INFORMACIÓN PERSONAL	
Nombres y Apellidos.	Danny Fabricio Vaca Hinojosa.
Cédula de identidad.	050396656-6
Lugar y fecha de nacimiento.	La Maná, 15 de septiembre de 1993.
Estado civil.	Soltero.
Tipo de sangre.	B+
Domicilio.	Av. San Pablo entre Francisco de Benalcázar y Venezuela (Parroquia el Carmen, La Maná, Cotopaxi)
Teléfono	0992148406
Correo electrónico.	Danny.vaca6566@utc.edu.ec
ESTUDIOS REALIZADOS	
Instrucción primaria.	Esc. Fiscal Mixta “Argentina”.
Instrucción secundaria.	Colegio Nacional Técnico “Once de Noviembre”
Títulos obtenidos.	Bachiller en “Técnico Industrial Electromecánica Automotriz”
CERTIFICADOS OBTENIDOS	
<ul style="list-style-type: none"> • Funder Grupo Social Fepp, “Instalaciones Eléctricas en la Construcción”. • Universidad Técnica de Cotopaxi, “II Congreso internacional de Electromecánica y Eléctrica”. • Universidad Técnica de Cotopaxi, “I Jornada Científica Empresarial de ingeniería Electromecánica”. • Fundación COORED, “II Jornada Científica Empresarial de Ingeniería en Electromecánica”. • Fundación COORED, “Prevención en Riesgos Laborales”. • Universidad Técnica de Cotopaxi, “Casa Abierta de la Jornada Científico Empresarial de ingeniería Electromecánica –UTC La Maná”. • Universidad Técnica de Cotopaxi, “III Congreso Internacional de Investigación Científica UTC”. • Universidad Técnica de Cotopaxi, “IV Congreso Internacional de Investigación científica UTC La Mana. • Fundación COORED,” Curso de Auxiliar en Domótica”. • Centro de Formación Artesanal (centro Técnico Quevedo), “Curso de Torno y Fresa”. 	



Anexo 4: Fotografías del proceso de construcción

En la siguiente imagen se muestra el corte de la plancha para construir el reservorio del fluido hidráulico.



Autores: (Pacheco & Vaca 2022)

En la siguiente imagen se colocaron los acoples de entrada y salida del fluido hidráulico.



Autores: (Pacheco & Vaca 2022)

En la siguiente imagen se construyó el depósito del fluido hidráulico de la unidad hidráulica.



Autores: (Pacheco & Vaca 2022)

En la siguiente imagen se realizó la conexión de los elementos de la unidad hidráulica de potencia.



Autores: (Pacheco & Vaca 2022)

En la siguiente imagen se ensambló la unidad hidráulica de potencia



Autores: (Pacheco & Vaca 2022)

En la siguiente imagen se realizó el corte de las piezas para la estructura de la máquina.



Autores: (Pacheco & Vaca 2022)

En la siguiente imagen se realizó las mediciones del material para la construcción de la estructura.



Autores: (Pacheco & Vaca 2022)

En la siguiente imagen se realizó la construcción de la base de la máquina compactadora.



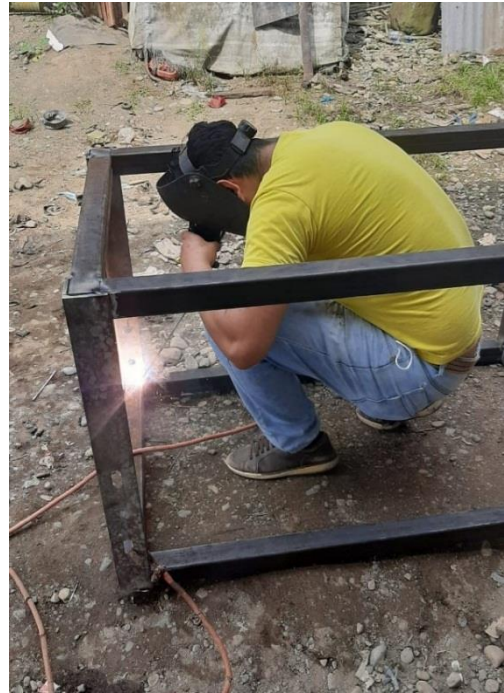
Autores: (Pacheco & Vaca 2022)

En la siguiente imagen se realizó el acoplamiento de las columnas y vigas en la base de la estructura del prototipo.



Autores: (Pacheco & Vaca 2022)

En la siguiente imagen se concluyó con la soldadura de la estructura de la máquina.



Autores: (Pacheco & Vaca 2022)

En la siguiente imagen se toma la medición de las bases del soporte del cilindro hidráulico.



Autores: Pacheco & Vaca 2022)

En la siguiente imagen se ejecutó la construcción de las paredes del cubo de compactación.



Autores: (Pacheco & Vaca 2022)

En la siguiente imagen se realizó la construcción de la puerta de la máquina.



Autores: (Pacheco & Vaca 2022)

En la siguiente imagen se muestra la estructura de la máquina terminada.



Autores: (Pacheco & vaca 2022)

En la siguiente imagen se Soldó la puerta de la máquina.



Autores: (Pacheco & Vaca 2022)

En la siguiente imagen se procedió al pintado de la máquina prototipo.



Autores: (Pacheco & Vaca 2022)

Anexo 5: CARACTERÍSTICAS DE LOS ACEITES HIDRÁULICOS

Propiedades físicas – químicas	Método de ensayo		Unidades	Cifras típicas								
	CONV ENIN	AST M		ISO 10(*)	ISO 22(*)	ISO 32	ISO 46	ISO 68	ISO 100	ISO 150	ISO 220	ISO 320(*)
Viscosidad @40 ° C	42 4	D 445	CSt	10	22	32	46	68	100	150	220	320
Viscosidad @100 ° C	42 4	D 445	CSt	2.5	4.5	5.5	6.6	8.5	11.0	14.5	19.0	24.0
Índice de viscosidad	88 9	D227 0	Adm	60	95	95	95	95	95	95	95	95
Punto de fluidez	87 7	D97	° C	-47	-24	-21	-21	-15	-15	-12	-12	-12
Punto de inflamación	37 2	D92	° C	150	200	210	210	210	220	225	230	230
Densidad relativa @15.6° C	11 43	D129 8	Adm	0.860	0.860	0.870	0.880	0.880	0.880	0.890	0.890	0.890
Color	--	--	Adm	0.5	0.5	0.5	1.0	1.5	1.5	--	--	--
Punto de anilina	--	--	° C	--	--	104	110	108	--	--	--	--

Corrosión al cobre	87 2	D130	Adm	1 a	1 a	1 a	1 a	1 a	1 a	1 a	1 a	1 a	1 a
Protección a la herrumbre A y B(1)	--	--	--	pasa	Pasa	pasa	pas a	pasa	pas a	pasa	pasa	pasa	pasa
Separación de agua Aceite – agua – Emulsión (min)	--	--	ML	--	--	(2)	(2)	(3)	--	--	--	--	--
Estabilidad a la oxidación (4)	--	--	Hrs	--	300	3000	25 00	2000	15 00	1200	1200	1000	1000
Estabilidad hidrolítica						0.04	3	0.02					
perdida peso Cobre Acidez agua, mg KOH/g	--	--	Mg	--	--	Básic a	Bá sic a	Básic a	--	--	--	--	--
Cincinnati Machine	--	--	--	--	--	P-68	P- 70	P- 69	--	--	--	--	--
DENISON HF-1	--	--	--	--	--	SI	SI	SI	--	--	--	--	--
DENISON HF-2	--	--	--	--	--	SI	SI	SI	--	--	--	--	--
VICKERS I-286- s	--	--	--	--	--	SI	SI	SI	--	--	--	--	--

Fuente: aceites para sistemas hidráulicos

Anexo 6: MANUAL DE MANTENIMIENTO.

El mantenimiento permite a las empresas y operadores mantener las condiciones óptimas y/o necesarias para el correcto funcionamiento y desempeño del sistema. Además de alargar su vida útil. A continuación, se presenta una lista de componentes requeridos y recomendaciones para cada componente del sistema, actividades de mantenimiento que se deben realizar para asegurar el correcto funcionamiento y aumentar la disponibilidad del equipo. Las operaciones de limpieza que el operador debe realizar al final de cada jornada laboral pueden prolongar la vida útil del equipo. La siguiente tabla enumera los componentes principales y secundarios de un sistema de compactación y los procedimientos que se deben realizar en cada componente durante el mantenimiento para proporcionar al operador o al administrador las herramientas necesarias para realizar el mantenimiento con la frecuencia correcta.

Programa de mantenimiento estructural

Sistema	Subcomponentes	Procedimiento	Detalles del procedimiento	Observaciones	Frecuencia
Estructura 1	Elementos estructurales	Inspección visual	Mantener aseado	Utilizar elementos apropiados que eviten la corrosión	Diario
		Limpieza	Mantener libre, sin material que obstruya el desplazamiento de la placa compactadora	Utilizar cepillos de cerda plásticas con el fin de remover residuos	Diario
	Lubricación y limpieza	Lubricar las bisagras	Utilizar aceite multipropósito	Mensual	
	Cavidad de compactación	Limpieza	Remover los residuos que se encuentren en el interior	Utilizar cepillos de cerda plásticas con el fin de remover residuos	Diario

Fuente: Autores del proyecto

Programa de mantenimiento de la placa móvil

Componente	Subcomponentes	Procedimiento	Detalles del procedimiento	Observaciones	Frecuencia
Placa móvil		Ajustar el pasador que sujeta el vástago a la placa	Medir el desgaste del pasador	Utilizar un calibrador para medir el desgaste	Semestral
		Limpieza	Remover residuos		Diaria

Fuente: Autores del proyecto

Programa de mantenimiento del sistema hidráulico

Componente	Subcomponentes	Procedimiento	Detalles del procedimiento	Observaciones	Frecuencia	
Sistema hidráulico	Motor	Medir vibración	Las vibraciones deben estar entre 0,28- 0,7 mm/2	Usar medidor de vibraciones	Semestral	
		Verificar el amperaje	≤ 20 Amp en (110v) ≤ 10 Amp en (220v)	Usar pinza a perimétrica, verificación de conexiones, cableado, estado de dicho cable	Semestral	
		Limpieza	Mantener limpio el embobinado y escobillas para evitar fallas o aislamientos	Utilizar cepillo de cerda plástica con el fin de remover residuos	Semestral	
		Medir la temperatura en un punto central tapa de visualización de escobillas y embobinado	La temperatura se debe encontrar en un rango de entre 40- 63 grados centígrados	Utilizar termómetro infrarrojo	Semestral	
		Limpieza	Retirar restos de polvo con un paño o una franela seco	Usar un paño o una franela seco para retirar la suciedad	Mensual	
		Cilindro hidráulico	Ajustes	Ajustar tornillos de sujeción , torque de 150 Lb.ft	Usar un torquímetro	Semestral
			Verificación	Revisar que el cilindro no tenga fugas en conexiones y empaquetadura		Semanalmente
			Verificación	Verificar el nivel de aceite en el tanque	El aceite se debe cambiar cada 2000 horas de trabajo según el fabricante	Diariamente
		Unidad hidráulica	Cambio de aceite	Cambiar el aceite de la unidad hidráulica		Cada 2000 horas de operación
			Calibración	Revisar la presión de	Observar en el nanómetro que	Anualmente

trabajo en la
unidad
hidráulica

el rango de
presión se
encuentre entre
los 1500 y
1450 psi

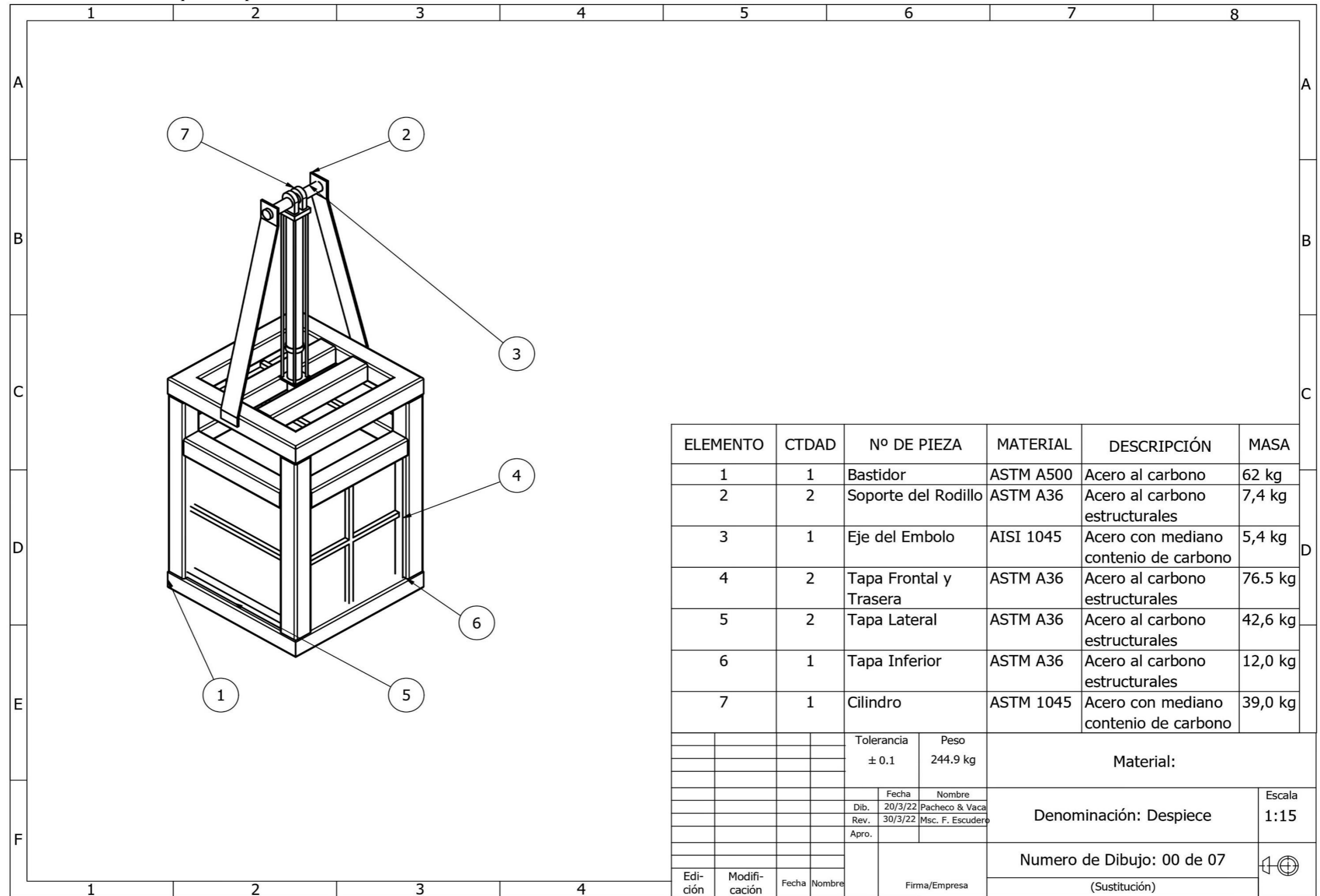
Fuente: Autores del proyecto

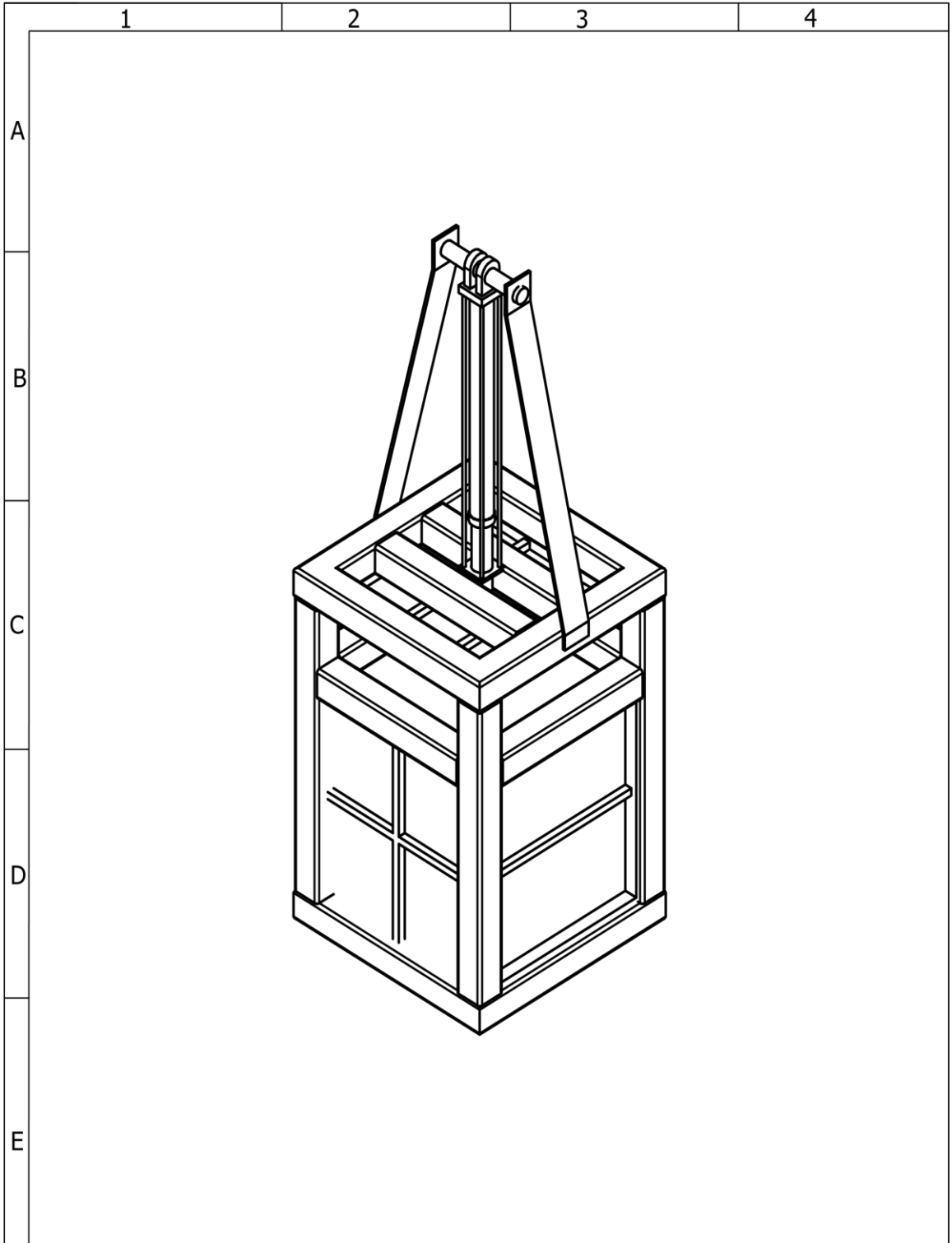
Programa de mantenimiento de la unidad hidráulico

Componente	Subcomponentes	Procedimiento	Detalles del procedimiento	Observaciones	Frecuencia
Sistema hidráulico	Bomba hidráulica	Inspección	Verificar la presión de trabajo	Observar los manómetros que mantengan de 1500 y 1450 psi	Mensualmente
	Filtros unidas hidráulica	Filtro	Cambio de filtro	Remitirse al manual de fabricación	Trimestralmente
	Ductos de succión y desgaste	Ajustes y verificación	Verificar la presión de succión y descarga	Observar los nanómetros entre 1500 y 1450 psi	Mensualmente

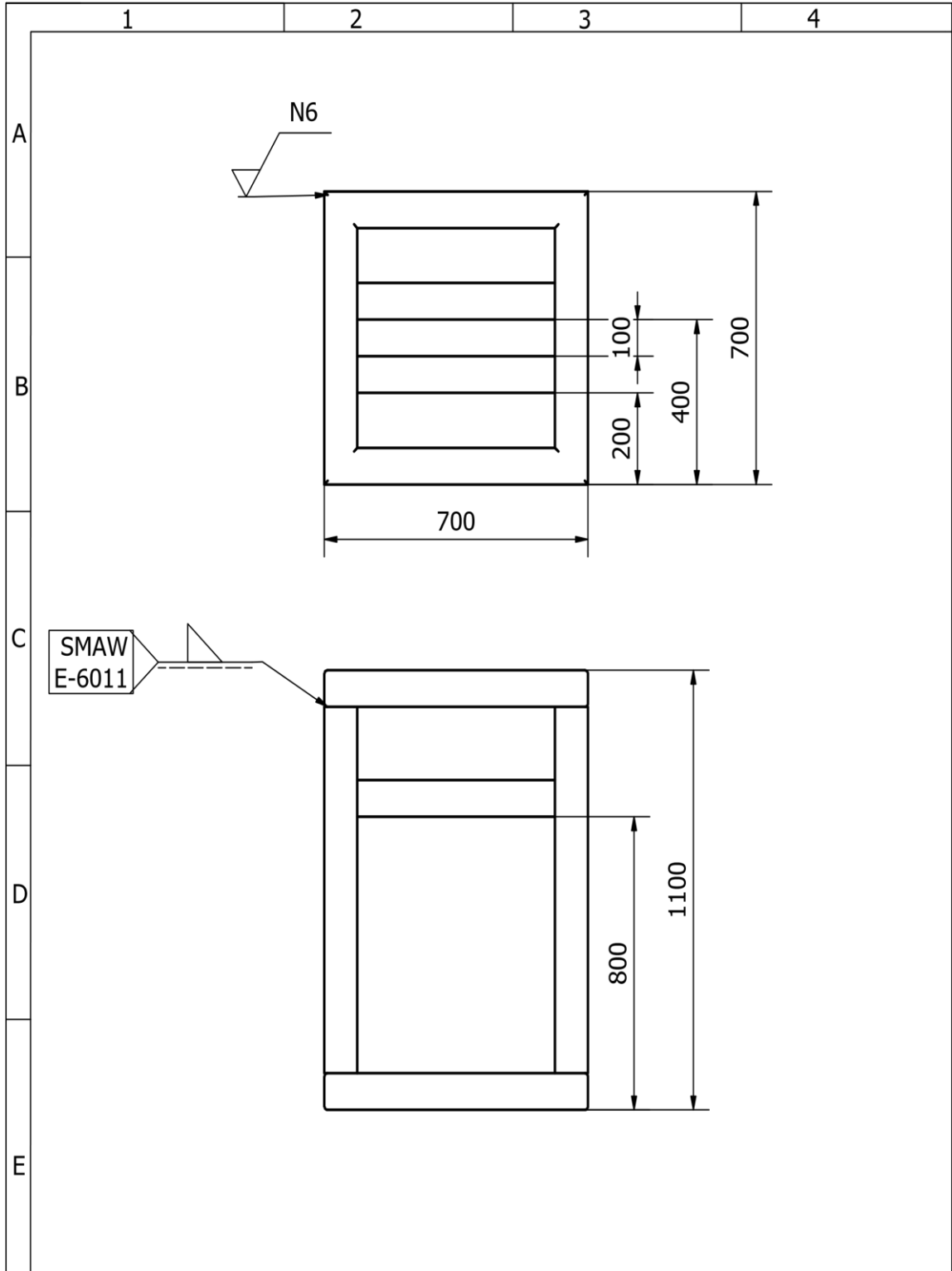
Fuente: Autores del proyecto

Anexo 7: Planos de la máquina compactadora

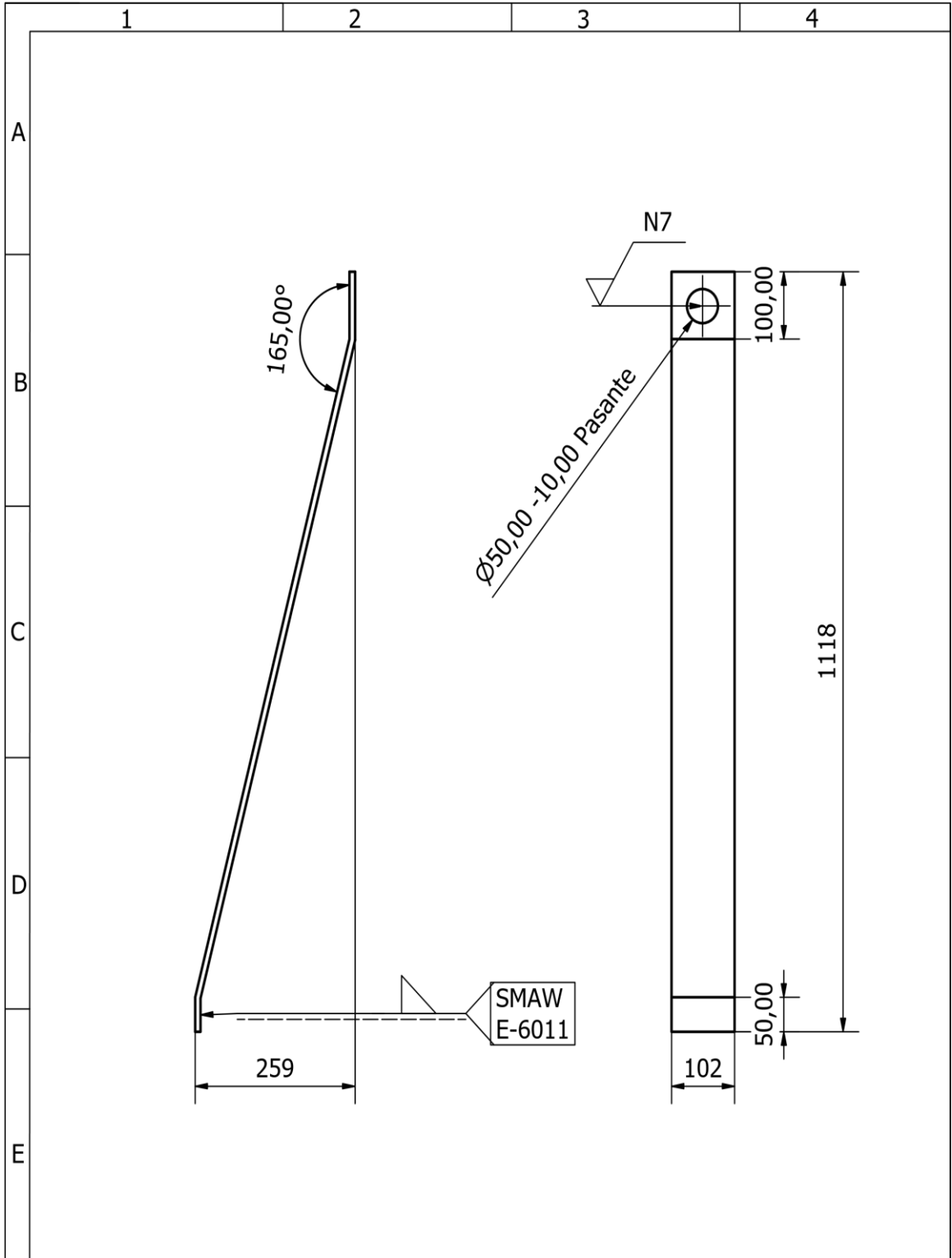




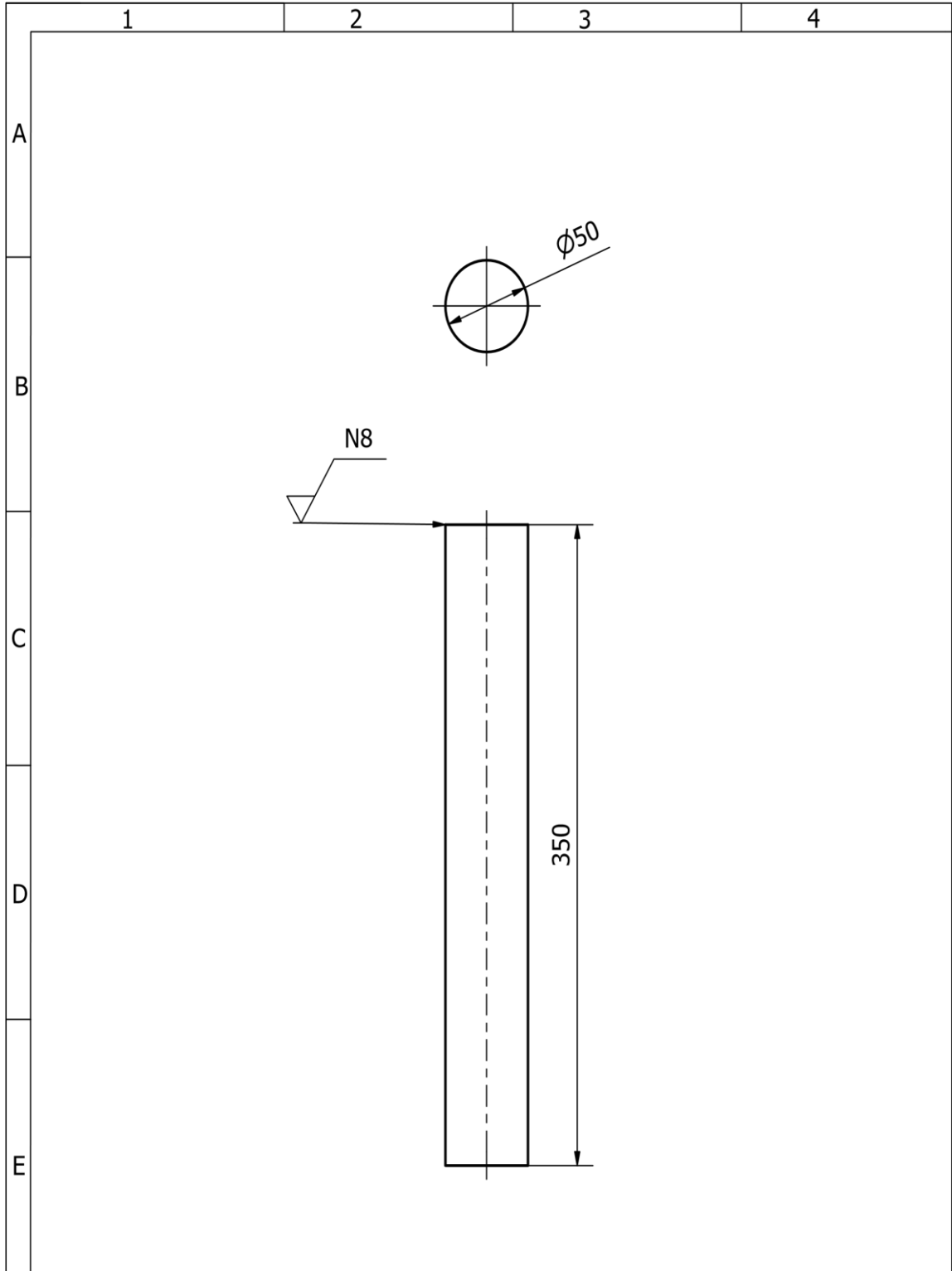
				Tolerancia ± 0.1	Peso 244.9 kg	Materiales	Escala 1:15	
						Máquina compactadora de botellas	1:15	
				Dib.	Fecha			Nombre
				Rev.	30/3/22			Msc. F. Escudero
				Apro.				
						00-00	⊕	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre		Firma/Empresa	(Sustitución)		



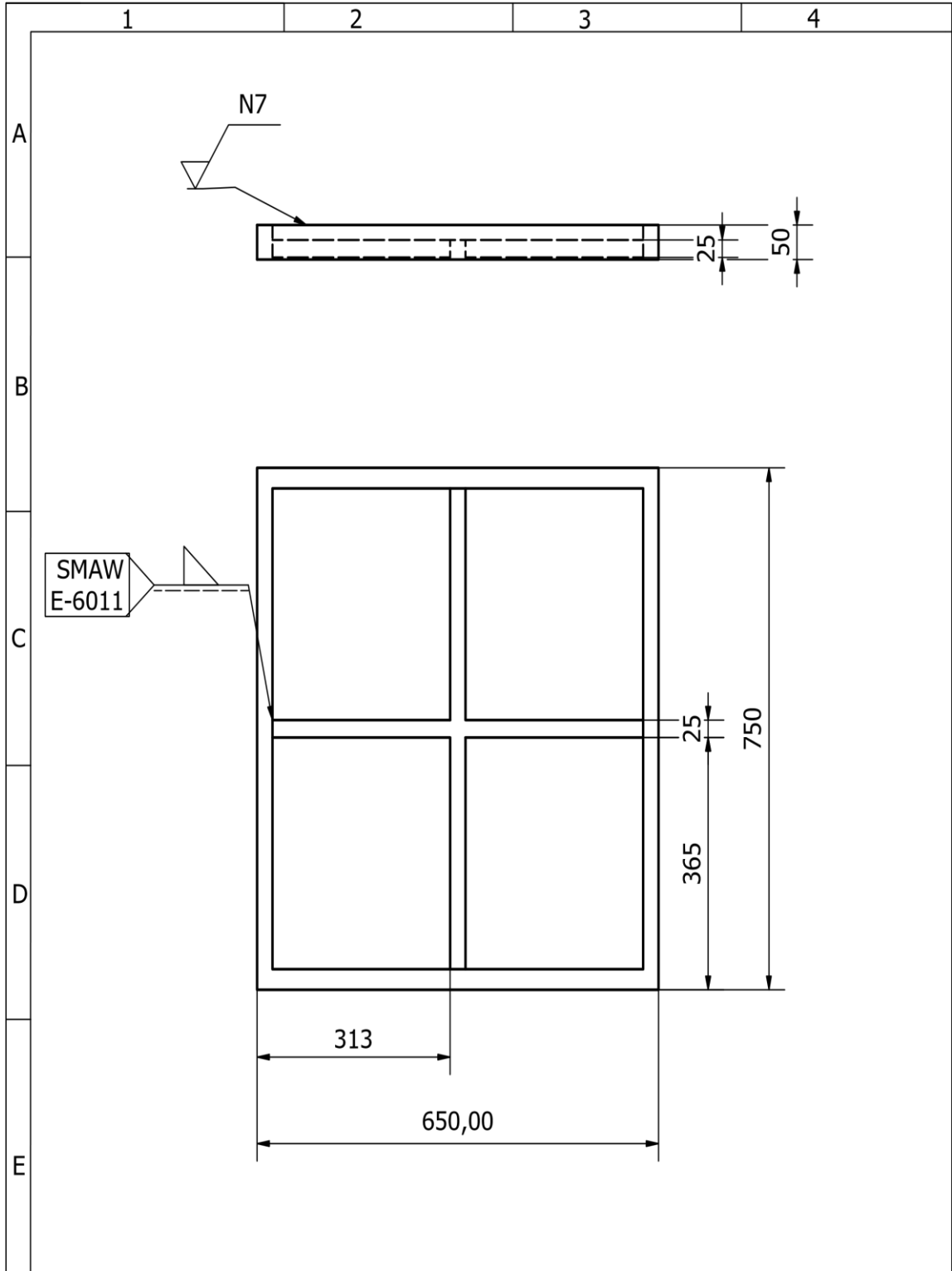
				Tolerancia ± 0.1	Peso 62 kg	Material: ASTM A500		
						Denominación: Bastidor	Escala 1:15	
				Dib.	20/3/22			Pacheco & Vaca
				Rev.	30/3/22			Msc. F. Escudero
				Apro.				
						Numero deDibujo: 01 de 07		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre		Firma/Empresa	(Sustitución)		



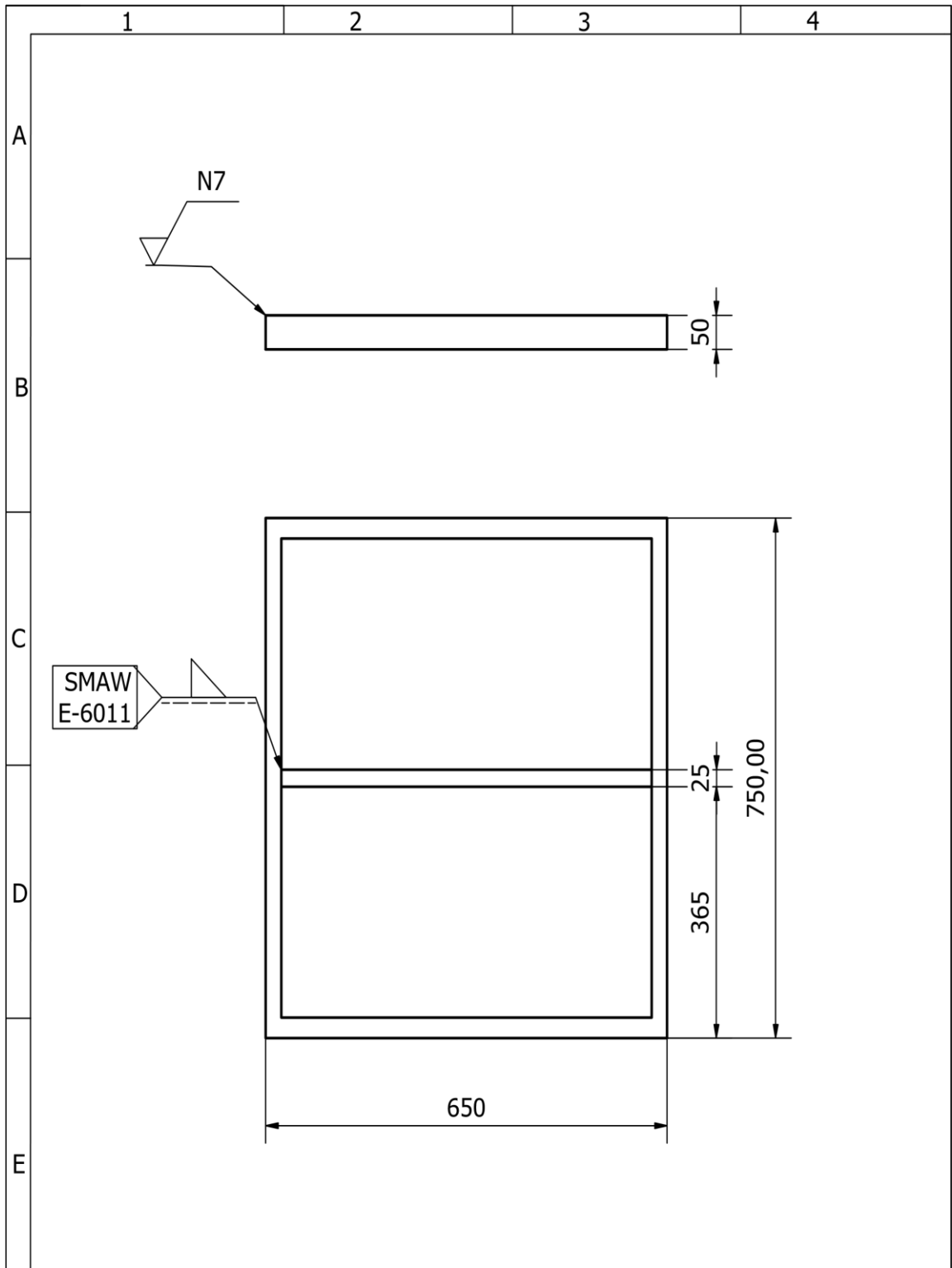
				Tolerancia ± 0.1	Peso 7.4 kg	Material: ASTM A500	
						Denominación: Soporte del Rodillo	Escala 1:8
				Fecha	Nombre		
				Dib. 20/3/22	Pacheco & Vaca		
				Rev. 30/3/22	Msc. F. Escudero		
				Apro.			
						Numero deDibujo: 02 de 07	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Firma/Empresa		(Sustitución)	



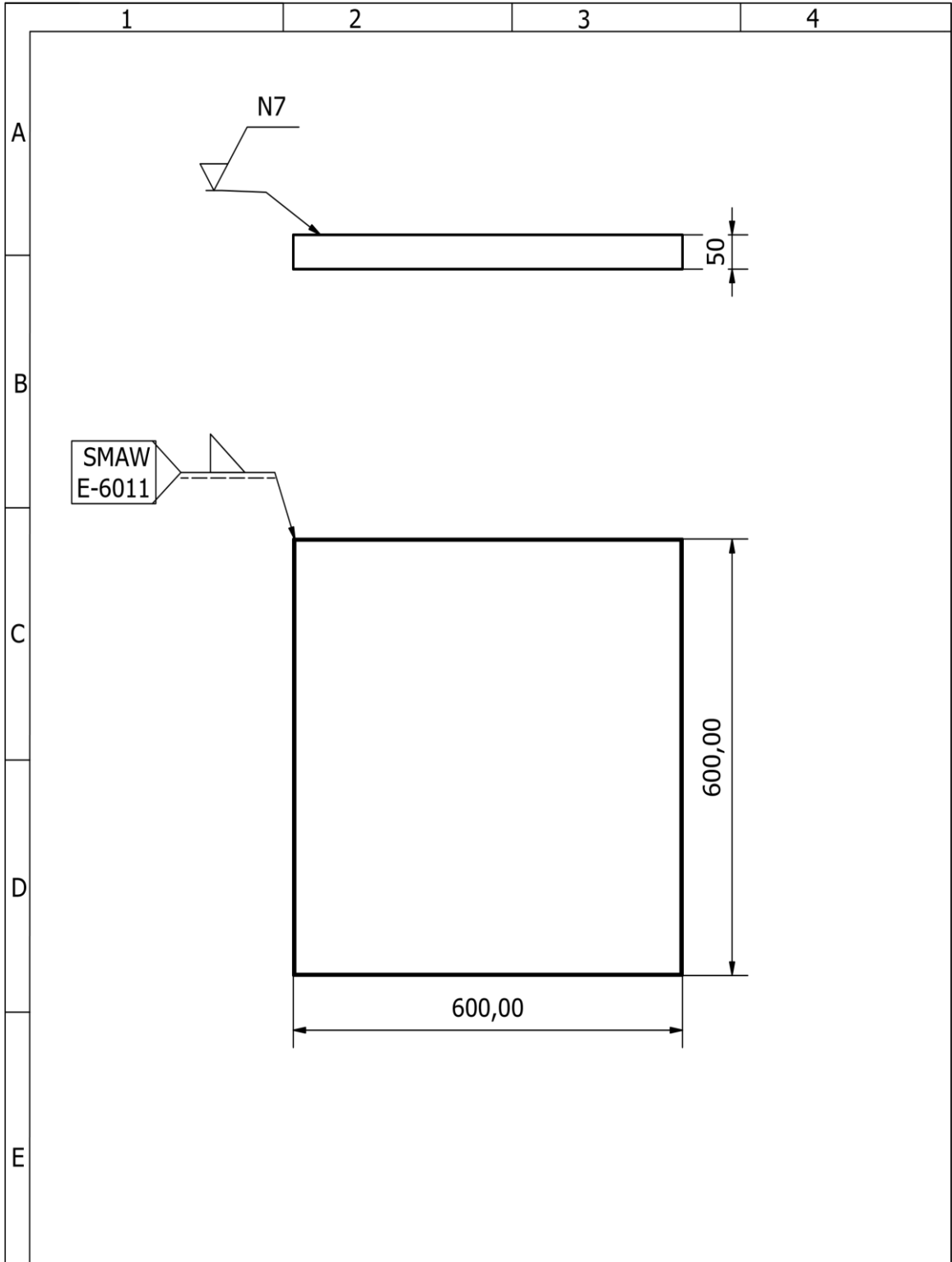
				Tolerancia ± 0.1	Peso 5.4 kg	Material: Acero de Alta Resistencia	
						Denominación: Eje del Embolo	Escala 1:3
						Numero deDibujo: 03 de 07 (Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Firma/Empresa			



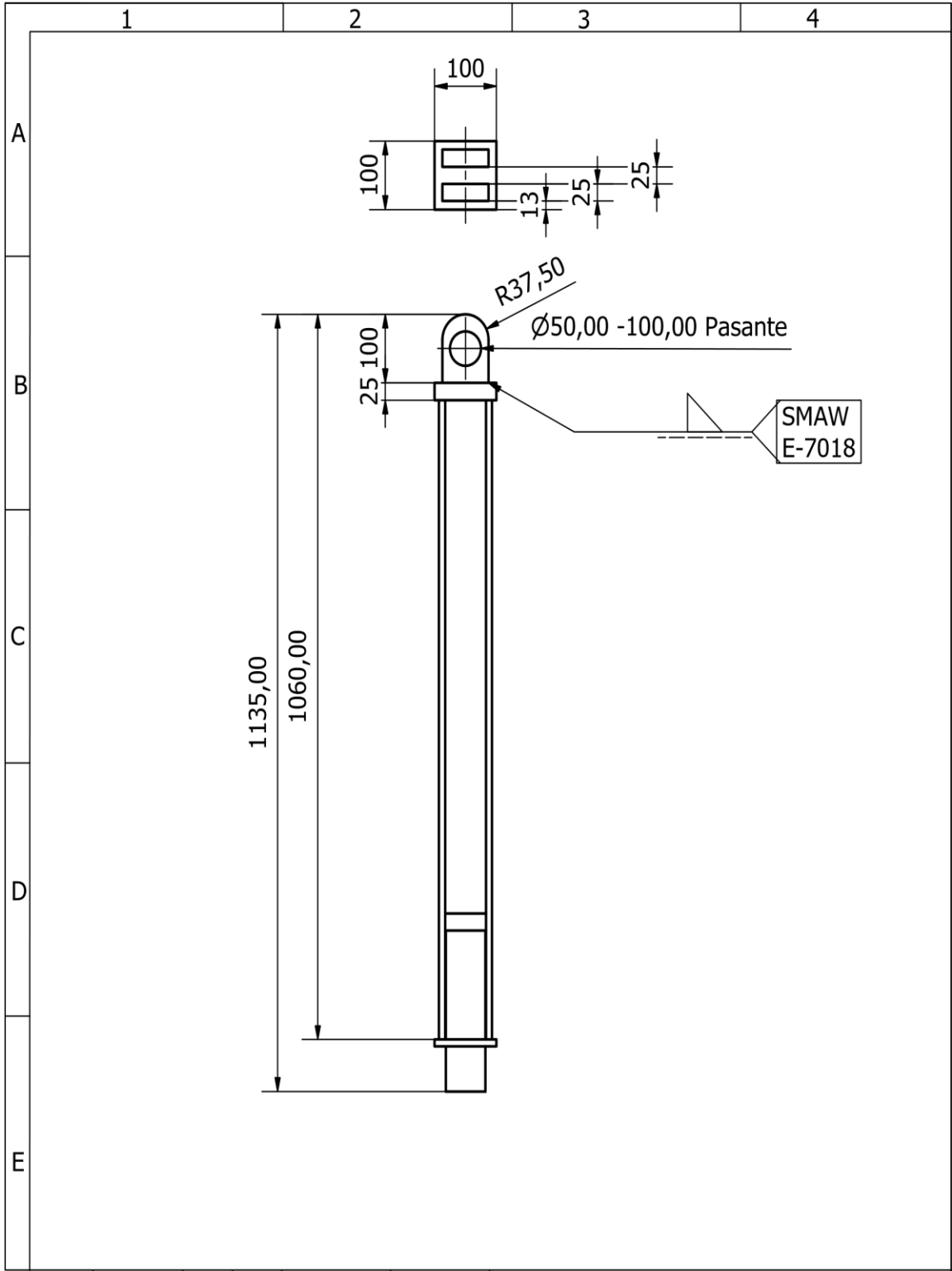
				Tolerancia ± 0.1	Peso 46 kg	Material: Acero Inoxidable	
						Denominación: Tapa Frontal	Escala 1:8
				Dib.	20/3/22		
				Rev.	30/3/22	Msc. F. Escudero	
				Apro.			
						Numero de Dibujo: 04 de 07	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Firma/Empresa		(Sustitución)	



				Tolerancia ± 0.1	Peso 42.6 kg	Material: Acero Inoxidable	
						Denominación: Tapa Lateral	Escala 1:8
				Dib.	20/3/22		
				Rev.	30/3/22	Msc. F. Escudero	
				Apro.			
						Numero de Dibujo: 05 de 07	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Firma/Empresa		(Sustitución)	



				Tolerancia	Peso	Material: ASTM 36	
				± 0.1	12 kg		
					Fecha	Nombre	Escala 1:8
				Dib.	20/3/22	Pacheco & Vaca	
				Rev.	30/3/22	Msc. F. Escudero	
				Apro.			Numero de Dibujo: 06 de 07 (Sustitución)
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Firma/Empresa			



				Tolerancia ± 0.1	Peso 39 kg	Material: ASTM 1045		
						Denominación: Cilindro Hidraulico	Escala 1:8	
				Dib.	Fecha			Nombre
				Rev.	30/3/22			Msc. F. Escudero
				Apro.				
						Numero de Dibujo: 07 de 07	⊕	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre		Firma/Empresa	(Sustitución)		

Anexo 8: Certificación de antiplagio



Document Information

Analyzed document	Pacheco_CORECCION DE LA TESIS FINAL 2022 - 01 (Reparado).pdf (D132968540)
Submitted	2022-04-07T19:07:00.000000
Submitted by	
Submitter email	yoandrys.morales@utc.edu.ec
Similarity	8%
Analysis address	yoandrys.morales.utc@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Tesis Daniel Ramirez.pdf Document Tesis Daniel Ramirez.pdf (D15147275)	12
SA	DISEÑO, CÁLCULO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE CILINDROS HIDRÁULICOS.pdf Document DISEÑO, CÁLCULO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE CILINDROS HIDRÁULICOS.pdf (D14573431)	30
SA	TESIS Daniel Ramirez.docx Document TESIS Daniel Ramirez.docx (D15114430)	2
SA	Titulacion Daniel Ramirez.docx Document Titulacion Daniel Ramirez.docx (D18375071)	2
SA	TESIS CUJE TIBANTA BYRON SANTIAGO.pdf Document TESIS CUJE TIBANTA BYRON SANTIAGO.pdf (D23985040)	4
SA	1613170213_GUARANGA VERA - COMPACTADOR DE AL - IIT - 2020.pdf Document 1613170213_GUARANGA VERA - COMPACTADOR DE AL - IIT - 2020.pdf (D95454597)	1
SA	1613178221_CORREA VILLEGAS-COMPACTADOR DE ETIQUETAS-IIT-2020 (Ernesto Rolando Martinez Lozano).pdf Document 1613178221_CORREA VILLEGAS-COMPACTADOR DE ETIQUETAS-IIT-2020 (Ernesto Rolando Martinez Lozano).pdf (D95458315)	1
W	URL: https://www.slideshare.net/GustavoSilva138/manual-de-productos-lubricantes-pdf Fetched: 2022-04-07T21:29:51.2400000	2
W	URL: https://docplayer.es/77079340-Introduccion-tecnologia-amigable-al-ambiente.html Fetched: 2022-04-07T21:29:50.7700000	1