



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

TEMA:

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA VULCANIZADORA
NEUMÁTICA PARA BALONES DE FUTBOL EN EL TALLER ARTESANAL
GOL CITY.**

“Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniería Electromecánica”

Autores:

Choto Iza Edgar Wladimir

Moreta Carrera Steven Damián

Tutor:

Ing. MSc. Luis Navarrete

LATACUNGA - ECUADOR

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Choto Iza Edgar Wladimir, con cédula de ciudadanía N° 0504382706 y Moreta Carrera Steven Damián con cédula de ciudadanía N° 1805162110, estudiantes de la carrera de ingeniería electromecánica declaramos ser autores de la presente propuesta tecnológica: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA VULCANIZADORA NEUMÁTICA PARA BALONES DE FUTBOL EN EL TALLER ARTESANAL”, siendo el Ing. M.Sc. Luis Navarrete, tutor del presente proyecto; y exigimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en la presente propuesta tecnológica, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Moreta Carrera Steven Damián

C.C. 1805162110

Choto Iza Edgar Wladimir

C.C. 0504382706



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

Latacunga, agosto 2023

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA VULCANIZADORA NEUMÁTICA PARA BALONES DE FÚTBOL EN EL TALLER ARTESANAL GOL CITY”, de Choto Iza Edgar Wladimir, con cédula de ciudadanía N° 0504382706, Moreta Carrera Steven Damián, con cédula de ciudadanía N° 1805162110 de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnico suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyectos que el Consejo Directivo de la Facultad de CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

Ing. M.sc Luis Miguel Navarrete López.

C.C. 180374728-4



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

Latacunga agosto de 2023

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, y por la **Facultad de Ciencias de ingeniería y aplicadas**; por cuanto, el o los postulantes: **CHOTO IZA EDGAR WLADIMIR** con C.C. 0504382706 y **MORETA CARRERA STEVEN DAMIÁN** con C.C. 1805162110, con el título de Proyecto de titulación: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA VULCANIZADORA NEUMÁTICA PARA BALONES DE FÚTBOL EN EL TALLER ARTESANAL GOL CITY”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

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

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)
Ing. M.S.c. Edwin Homero Moreano Martínez
CC: 050178243-7

Lector 2
Ing. M.S.c. Luis Rolando Cruz Panchi
CC: 050254517-6

Lector 3
Ph.D. Enrique Torres Tamayo
CC: 175712194-0



ACTA DE ENTREGA Y RECEPCIÓN

Latacunga, agosto 2023

En la ciudad de Latacunga, al 09 de agosto del año 2023, en la Universidad Técnica de Cotopaxi, se realiza la entrega de la propuesta tecnológica “DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA PRENSA VULCANIZADORA NEUMÁTICA PARA BALONES DE FUTBOL EN EL TALLER ARTESANAL”, Ubicada en la ciudad de Ambato, por parte de los estudiantes. **Choto Iza Edgar Wladimir Y Moreta Carrera Steven Damián**, al sr. **Moreta Ortiz Freddy Raúl**, con cédula de ciudadanía. N°**1802462240**, propietario del taller artesanal “GOL CITY MC”, se procede a la entrega y recepción de los siguientes bienes:

EQUIPO	DETALLE	ESTADO
Máquina vulcanizadora neumática para balones	Tensión de alimentación 220 V	Operativo

Recibido por: sr Moreta Ortiz Freddy Raúl

C.C. 1802462240

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre. Papa, Mamá gracias por ser el pilar fundamental para cumplir esta meta, por el apoyo incondicional en todo momento, gracias también por haberme dado fuerzas y ánimos para poder llegar hasta estas instancias y por ayudarme en los momentos más difíciles. Gracias por toda familia los quiero mucho.

Agradezco a los docentes por impartir sus conocimientos y que con el pasar de los años se convirtieron en nuestro ejemplo a seguir.

Edgar Wladimir Choto Iza

DEDICATORIA

Es para mí una gran satisfacción poder dedicarles mi tesis con todo mi cariño a mis padres y hermana quienes con su esfuerzo y sacrificio me han ayudado a cumplir esta tan anhelada meta, ustedes son las personas que más me han influenciado en mi vida, dándome los mejores consejos, guiándome y haciéndome una persona de bien, gracias por el apoyo en mi formación académica.

Edgar Wladimir Choto Iza

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero agradecer a Dios que me ha permitido vivir momentos únicos como este, también a mis padres que me han apoyado en todo sentido a lo largo de mi vida, guiándome y aconsejándome y, por último, pero no menos importante agradezco a todos los docentes que aportaron con conocimiento y tiempo hacia mi persona logrando así incentivar en mi las ganas de superación y el deseo de conocer mucho más. Muchas gracias a todos.

Steven Damián Moreta Carrera

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a mis padres, hermanos que fueron una fuente de inspiración para levantarme cada día y luchar por ese gran objetivo. Sin su apoyo incondicional no estaría donde estoy, ni hubiese llegado hasta en donde me encuentro, siempre van a ser lo mejor que tengo en mi vida y deseo que sigan a mi lado en toda etapa nueva que llegue a mi vida, los amo.

Steven Damián Moreta Carrera

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
INFORMACIÓN GENERAL	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.2 EL PROBLEMA	2
1.2.1 Planteamiento del problema	2
1.2.1.1 Diagrama de Ishikawa.....	2
1.2.2 Formulación del problema	2
1.3 BENEFICIARIOS	3
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.5 HIPÓTESIS	3
1.6.2 Específico	4
1.7 VARIABLES DE ESTUDIO	4
1.7.1 Variables Independientes:	4
1.7.2 Variables dependientes:.....	4
1.8 SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	4
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
2.1 ANTECEDENTES.....	6
2.2 MARCO REFERENCIAL	7
2.2.1 Elaboración del balón de fútbol	7
2.2.2 Vulcanización.....	9
2.2.3 Fundición en arena	11
2.2.4 Sistema de calentamiento	12
2.2.4.1 Calentamiento en sistemas concentrados	13

2.2.4.2 Mecanismos de transferencia de calor	13
2.2.4.2.1 Conducción.....	13
2.2.4.2.2 Convección.....	14
2.2.4.2.3 Radiación.....	15
2.2.5 Resistencia eléctrica	16
2.2.5.1 Tipos de resistencias eléctricas	17
2.2.5.2 Resistencia tubular circular	18
2.2.5.3 Potencia que disipa resistencia.....	18
2.2.6 Control de temperatura.....	19
2.2.6.1 Temperatura	19
2.2.6.2 Controlador de temperatura.....	19
2.2.6.2.1 Sistema de control	19
2.2.6.2.2 Sistema de control de lazo abierto.....	19
2.2.6.2.3 Sistema de control de lazo cerrado.....	19
2.2.6.3 Sensores de temperatura.....	20
2.2.6.3.1 Tipos de sensores de temperatura.....	20
2.2.7 Neumática.....	21
2.2.7.1 Sistema neumático.....	21
2.2.7.3 Circuito neumático	21
2.2.7.4 Elementos de un sistema neumático	22
2.2.8 Partes de la máquina vulcanizadora de balones	24
2.2.9 Material con el que está construida la máquina	25
2.2.9.1 Acero estructural	25
2.2.9.2 Características	25
2.2.9.3 Tipos de aceros estructurales.....	25
2.2.9.4 Acero al carbono A-36	26
2.2.9.5 Acero estructural ASTM A-36.....	26

2.2.9.6 Elementos para la construcción de la máquina vulcanizadora.....	27
3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	31
3.1 METODOLOGÍA.....	31
3.1.1 Métodos de investigación.....	31
3.1.2 Generales.....	31
3.1.3 Método bibliográfico.....	31
3.1.4 Método Cuantitativo.....	31
3.1.5 Método experimental.....	31
3.1.2 Instrumentos de medición.....	31
3.1.2.1 Software de diseño y simulación.....	31
3.1.3 Declaración de variables.....	32
3.1.5 Funciones de la máquina vulcanizadora.....	33
3.1.6 Diseño mecánico en el software SolidWorks.....	34
3.1.8 Principales elementos.....	35
3.1.9 Diseño del sistema mecánico de la máquina vulcanizadora.....	37
3.1.9.1 Diseño del sistema de vulcanización.....	37
3.1.9.2 Diseño de la estructura superior.....	38
3.1.9.3 Diseño del ángulo para el desplazamiento del molde.....	40
3.1.9.4 Diseño de la estructura base o inferior.....	42
3.1.9.5 Diseño de la polea excéntrica.....	43
3.1.9.6 Diseño del sistema neumático.....	44
3.1.9.7 Diseño del sistema de calentamiento.....	45
3.1.9.8 Diseño del Sistema eléctrico.....	49
3.2 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	55
3.2.2 Diseño del sistema mecánico de la maquina vulcanizadora.....	55
3.2.2.1 Diseño de la estructura superior.....	55
3.2.2.2 Diseño de la estructura base inferior.....	59

3.2.2.3	Diseño del sistema de calentamiento	60
3.2.2.4	Diseño de sistema neumático	61
3.2.2.5	Diseño del sistema eléctrico	62
3.2.2.6	Simulaciones de la máquina	63
3.2.2.6.1	Simulación térmica del porta molde.....	63
3.2.2.6.2	Simulación de la estructura base inferior	64
3.3	EVALUACIÓN TÉCNICO SOCIAL, AMBIENTAL, Y/O ECONÓMICA:	69
3.3.1	Costo de la estructura del sistema	69
3.3.2	Costo del sistema neumático	69
3.3.4	Costo del sistema Eléctrico	70
3.3.5	Costo del sistema de calentamiento	70
3.3.6	Costo total del sistema.....	70
4.	CONCLUSIONES DEL PROYECTO.....	70
4.1	CONCLUSIONES	70
4.2	RECOMENDACIONES	71
5.	BIBLIOGRAFÍA.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Beneficiarios del proyecto.....	3
Tabla 1.2: Actividades y tareas propuestas	4
Tabla 2.1: Características de la tubería de aire comprimido	23
Tabla 2.2: Ventajas/Inconvenientes materiales aire comprimido.....	23
Tabla 3.1: Variable dependiente.....	32
Tabla 3.2: Variable independiente.....	32
Tabla 3.3: Necesidades y requerimientos de la máquina vulcanizadora	33
Tabla 3.4: Materiales para la construcción de la máquina vulcanizadora	35
Tabla 3.5: Parámetro de condiciones técnicas para diseño	37
Tabla 3.6: Fuerzas actuantes por el molde	55
Tabla 3.7: Reacciones obtenidas en la viga.....	56
Tabla 3.8: Ensayo en el calentamiento de los moldes	68
Tabla 3.9: Costos de las estructuras.....	69
Tabla 3.10: Costo del sistema neumático	69
Tabla 3.11: Costo del sistema eléctrico	70
Tabla 3.12: Costo del sistema de calentamiento.....	70
Tabla 3.13: Costo total de la máquina	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Diagrama de Ishikawa	2
Figura 2.1: Construcción del balón [3].....	7
Figura 2.2: Flujograma de la manufactura de balones moldeados de cuero [4].....	8
Figura 2.3: Capas del balón [5]	9
Figura 2.4: Vulcanizado artesanalmente	9
Figura 2.5: Balón vulcanizado artesanalmente.....	10
Figura 2.6: Elementos de los balones de Futbol. [5]	10
Figura 2.7: Características del bladder	11
Figura 2.8: Bobinado del balón de futbol [7]	11
Figura 2.9: Producto terminado (Moldes)	12
Figura 2.10: Conducción de calor del aire caliente a una lata fría de bebida carbonatada a través de la pared de aluminio de la lata [11].....	14
Figura 2.11: Transferencia de calor por convección [12].....	16
Figura 2.12: Comportamiento del flujo de electrones en un buen y mal conductor [13].....	17
Figura 2.13: Resistencia tubular circular industrial [14].....	18
Figura 2.14: Sistema de control de lazo abierto [17].....	19
Figura 2.15: Sistema de control de lazo cerrado [17].....	20
Figura 2.16: Diagrama de operación de la termocupla [18]	20
Figura 2.17: Partes de un circuito neumático [19]	22
Figura 2.18: Curva de esfuerzo y deformación para un acero ASTM-A36 [23].....	26
Figura 2.19: Tipos de perfiles estructurales [24].....	27
Figura 2.20: Ángulo estructural en acero	28
Figura 2.21: Placa de acero.....	28
Figura 2.22: Eje de acero AISI 1045	28
Figura 2.23: Resistencia eléctricas tubulares.....	29
Figura 2.24: Termocupla tipo J.....	29

Figura 2.25: Interruptor termomagnético	29
Figura 2.26: Luces Piloto	30
Figura 2.27: Cable Alta Temperatura	30
Figura 2.28: Switch Selector de 2 posiciones.....	30
Figura 3.1: Plano de la máquina	34
Figura 3.2: Plano isométrico de la estructura superior	35
Figura 3.3: Plano isométrico de los moldes.....	35
Figura 3.4: Plano isométrico de la polea excéntrica.....	36
Figura 3.5: Plano isométrico de la estructura inferior	36
Figura 3.6: Presión ejercida en el interior del molde.....	38
Figura 3.7: Estructura superior	38
Figura 3.8: Fuerzas actuantes en la viga superior.....	39
Figura 3.9: Diagrama de momento máximo.....	39
Figura 3.10: Diagrama de fuerzas cortantes	40
Figura 3.11: Ángulo de desplazamiento del molde	41
Figura 3.12: Estructura inferior	42
Figura 3.13: Fuerza y reacción de la polea excéntrica	43
Figura 3.14: Representación del Factor de Seguridad en la polea	44
Figura 3.15: Esquema de las resistencias térmicas.....	46
Figura 3.16: Resistencias.....	47
Figura 3.17: Cargas térmicas aplicadas en el molde	48
Figura 3.18: Resultado de la simulación térmica del molde.....	48
Figura 3.19: Control de temperatura Rex C-100 [9]	50
Figura 3.20: Panel de visualización.....	50
Figura 3.21: Configuración de pines	51
Figura 3.22: Pantalla del controlador	52
Figura 3.23: Diagrama de control de temperatura.....	53

Figura 3.24: Circuito de mando del calentamiento de las resistencias.....	53
Figura 3.25: Circuito de potencia de los moldes para la vulcanizadora.....	54
Figura 3.26: Representación de la fuerza aplicada en el ángulo	57
Figura 3.27 Sistema de tubería de aire comprimido	61
Figura 3.28: Diagrama de conexión del controlador de temperatura. [9].....	63
Figura 3.29: Simulación del porta molde	63
Figura 3.30: Simulación de las tensiones máximas y mínimas de la estructura.....	64
Figura 3.31: Simulación del desplazamiento de la estructura base	64
Figura 3.32: Balón con un correcto acabado superficial	65
Figura 3.33: Repujado de las piezas del balón	66
Figura 3.34: Venas internas en el molde	66
Figura 3.35: Apriete correcto de las dos tapas del molde.....	67
Figura 3.36: Prueba de calentamiento de las resistencias.....	68

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

TÍTULO: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA VULCANIZADORA NEUMÁTICA PARA BALONES DE FUTBOL EN EL TALLER ARTESANAL GOL CITY”

Autores:

Choto Iza Edgar Wladimir

Moreta Carrera Steven Damián

RESUMEN

La presente propuesta tecnológica tiene la finalidad de construir una máquina vulcanizadora neumática para el taller artesanal “GOL CITY MC”, la misma que permitió mejorar el tiempo del vulcanizado de balones de fútbol ya que utilizando parámetros recopilados de manera experimental se procede al diseño y construcción de la máquina vulcanizadora, entonces la máquina está compuesta por los siguientes sistemas: sistema de apriete el cual forma parte de la estructura y será el que tenga el trabajo de unir y ajustar las dos tapas del molde para que tenga un sellado adecuado, sistema de calentamiento el cual se tuvo como principal objetivo calentar las superficies de los moldes a una temperatura de 70°C, eso permitió que el balón al momento de entrar en contacto con la superficie del molde se logre vulcanizar o moldear mejorando así las características del balón, este sistema trabaja en conjunto con el sistema eléctrico el cual es el encargado de controlar el encendido y apagado del sistema de calentamiento a través de la medición de temperatura con una termocupla ubicada en el porta molde, el sistema neumático es el que proporciona el aire comprimido a una presión de 66 psi al balón cuando esté dentro de los moldes creando una fuerza opuesta de 41.394kN a la del sistema de apriete. Para el diseño de los diferentes sistemas que conforman la máquina se lo hizo con ayuda del software Solidwork, en el cual se diseñó la máquina a través de planos para su construcción, de igual manera en este software se realizaron estudios y simulaciones térmicas y estáticas de los componentes de la máquina. Finalmente se pudo obtener un resultado positivo para el proceso de vulcanizado reduciendo el tiempo de 10 minutos a 5 minutos aproximadamente, viendo como el vulcanizado a través de la máquina redujo el proceso a comparación del vulcanizado tradicional.

Palabras claves: Artesanal, Máquina, Molde, Vulcanizar, Temperatura.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
ELECTROMECHANICAL ENGINEERING

TOPIC: "DESIGN AND CONSTRUCTION OF A PNEUMATIC VULCANIZING PRESS FOR SOCCER BALLS IN THE GOL CITY WORKSHOP".

Authors:

Choto Iza Edgar Wladimir

Moreta Carrera Steven Damián

ABSTRACT

The present technological proposal has the purpose of building a pneumatic vulcanizing machine for the artisan workshop "GOL CITY MC", the same one that allowed to improve the time of the vulcanized soccer balls since using parameter compiled in an experimental way we proceed to the design and construction of the vulcanizing machine, then the machine is composed by the following systems: The tightening system, which is part of the structure and will have the job of joining and adjusting the two mold caps so that it has an adequate seal. The heating system, whose main objective is to heat the mold surfaces to a temperature of 70°C, which allows the ball to vulcanize or mold when it comes into contact with the mold surface, thus improving the characteristics of the ball, This system works in conjunction with the electrical system which is responsible for controlling the on and off of the heating system through the temperature measurement with a thermocouple located in the mold holder, the pneumatic system is the one that provides the compressed air at a pressure of 66 psi to the ball when it is inside the molds creating an opposing force of 41.394kN to that of the clamping system. For the design of the different systems that make up the machine, it was done with the help of Solidwork software, in which the machine was designed through plans for its construction, likewise in this software thermal and static studies and simulations of the components of the machine were carried out. Finally, it was possible to obtain a positive result for the vulcanizing process reducing the time from 10 minutes to 5 minutes approximately, seeing how the vulcanizing through the machine reduced the process compared to the traditional vulcanizing.

Keywords: Craftsmanship, Machine, Mold, Vulcanizing, Temperature.



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI



CENTRO
DE IDIOMAS

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: “DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA PRENSA VULCANIZADORA NEUMATICA PARA BALONES DE FUTBOL EN EL TALLER ARTESANAL GOL CITY” presentado por: **Choto Iza Edgar Wladimir** y **Moreta Carrera Steven Damián**, egresados de la Carrera de: **Ingeniería Electromecánica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, 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 a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, Agosto del 2023.

Atentamente,

Mg. Marco Paúl Beltrán Semblantes



CENTRO
DE IDIOMAS

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC

CC: 0502666514

INFORMACIÓN GENERAL

Título: Diseño y construcción de una prensa vulcanizadora neumática para balones de fútbol en el taller artesanal Gol City Mc.

Fecha de Inicio: Abril 2023

Fecha de finalización: Agosto 2023

Lugar de ejecución: Universidad Técnica de Cotopaxi campus la Matriz, Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga.

Facultad que auspicia: Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

Carrera que auspicia: Ingeniería Electromecánica

Equipo de Trabajo:

Tutor del proyecto de investigación

- Nombre: Ing. Luis Navarrete MSc.
- Celular: 0988556656
- Correo electrónico: luis.navarrete7284@utc.edu.ec

Coordinador del Proyecto:

- Nombre: Edgar Wladimir Choto Iza
- Celular:0962914878
- Correo electrónico: edgar.choto2706@utc.edu.ec

Coordinador del Proyecto:

- Nombre: Steven Damián Moreta Carrera
- Celular: 0960446629
- Correo electrónico: steven.moreta2110@utc.edu.ec

Área Conocimiento:

Campo Amplio	Campo Especifico
07 Ingeniería, Industria Construcción.	072 Industria y Producción.

Línea de investigación:

Procesos Industriales.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos.

1. INTRODUCCIÓN

1.2 EL PROBLEMA

1.2.1 Planteamiento del problema

El proceso de elaboración de balones en el Cantón Ambato de la provincia de Tungurahua, el taller “GOL CITY MC” tiene una principal característica de operación artesanal (vulcanización mediante el calentamiento del agua), esto generando como consecuencia la extensión del tiempo de proceso del vulcanizado del balón de fútbol. Mediante la implementación de un control de temperatura que ayudará en el mejoramiento del proceso de vulcanizado para el desarrollo productivo del taller artesanal que ha tenido que sobrellevar por más de una década la baja eficiencia de productividad.

1.2.1.1 Diagrama de Ishikawa

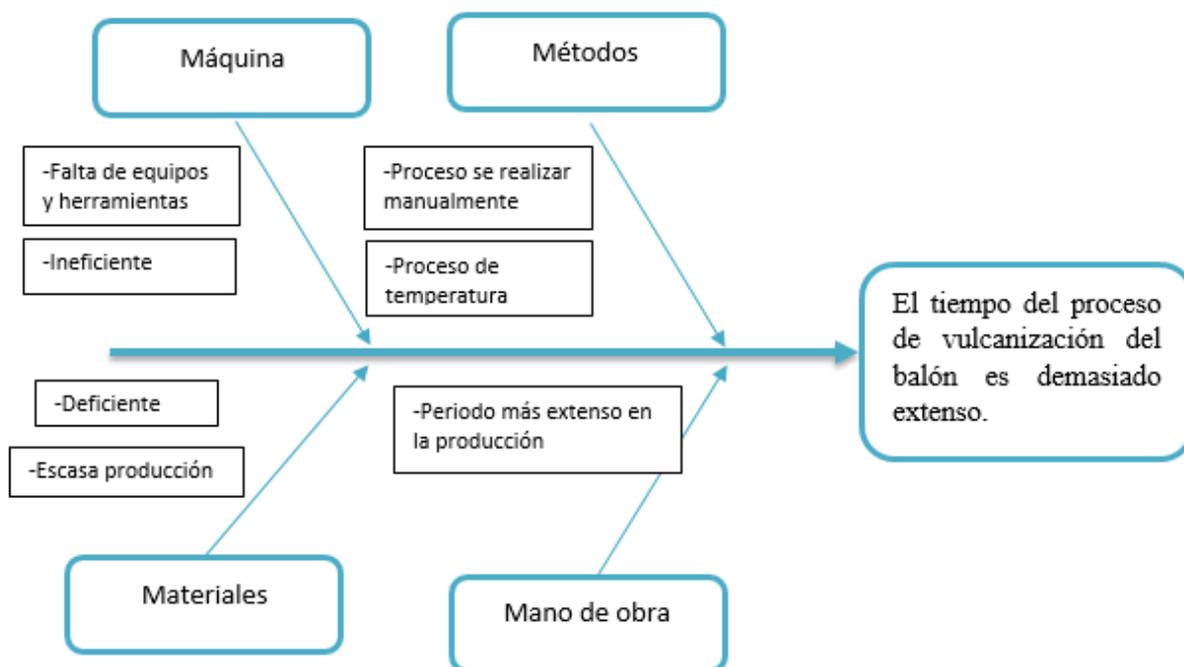


Figura 1.1: Diagrama de Ishikawa

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál es la causa que influye en el proceso de vulcanizado de balones de fútbol en el taller artesanal “GOL CITY MC” en 2023?

1.3 BENEFICIARIOS

Tabla 1.1: Beneficiarios del proyecto

Directos	<ul style="list-style-type: none">- Propietario del taller artesanal Gol City Mc.- Trabajadores del taller artesanal Gol City de la sección de vulcanizado.
Indirectos	<ul style="list-style-type: none">- Consumidores finales del producto.- Pequeños y medianos locales.

1.4 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se enfocará en el diseño y construcción de una prensa vulcanizadora neumática para balones de fútbol en el taller artesanal “GOL CITY MC”, ubicada en la provincia de Tungurahua, Cantón Ambato.

La implementación de esta máquina se enfoca en el mejoramiento del proceso de vulcanizado o termo sellado de un balón de fútbol, específicamente se centra en el tiempo y acabado de los balones en el proceso de moldeo, que dará como resultado el mejoramiento de la eficiencia en uno de los procesos que se hacen de forma manual en dicho taller.

Es por ello el interés de diseño y construcción de una máquina controlada que pueda realizar la vulcanización/termo sellado en el menor tiempo posible y de una manera eficiente que facilite al taller artesanal mayores ingresos en la fabricación de balones de fútbol.

1.5 HIPÓTESIS

Con la implementación de la máquina vulcanizadora neumática para balones de fútbol permitirá la reducción del tiempo del proceso de moldeo en el taller artesanal “GOL CITY MC” en el sector de Ambato.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 General

- Construir una máquina vulcanizadora neumática de balones, por medio del dimensionamiento de piezas mecánicas y control de temperatura para la reducción del tiempo en el proceso de moldeo en el taller artesanal “GOL CITY MC” en el sector del cantón Ambato.

1.6.2 Específico

- Investigar sobre el proceso de vulcanizado/termo sellado mediante fundamentos teóricos – prácticos que garanticen la investigación para determinar los componentes constitutivos de la prensa vulcanizadora de balones.
- Diseñar los diferentes componentes de la máquina para la construcción de la prensa vulcanizadora y mediante el proceso de producción de los balones, cumpla con los requerimientos de la fabricación del producto.
- Construir los componentes de la prensa de vulcanización, mediante procesos de manufactura aplicando la teoría de diseño de máquinas.
- Realizar pruebas prácticas que permitan la recopilación de datos sobre las condiciones de funcionamiento y el tiempo del vulcanizado.

1.7 VARIABLES DE ESTUDIO

1.7.1 Variables Independientes:

La prensa vulcanizadora neumática para balones de futbol.

1.7.2 Variables dependientes:

El tiempo del proceso de vulcanizado para el moldeo del balón.

1.8 SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1.2: Actividades y tareas propuestas

OBJETIVO	ACTIVIDAD	RESULTADO	MEDIO DE VERIFICACIÓN
Investigar sobre el proceso de vulcanizado/termo sellado mediante fundamentos teóricos – prácticos	Estudio del proceso de vulcanizado y diseño de componentes mecánicos y eléctricos.	Identificación de los tipos y características de vulcanizado y métodos de diseño mecánico.	Investigación de material bibliográfico, libros, revistas, artículo científico se procederá a la

que garanticen la investigación para determinar los componentes constitutivos de la prensa vulcanizadora de balones.			realización de marco teórico, basándonos fundamentalmente en máquinas.
Diseñar los diferentes componentes de la máquina para la construcción de la prensa vulcanizadora para el proceso de producción de los balones para que cumpla con los requerimientos de la fabricación del producto.	Obtención de parámetros de datos para el dimensionamiento de la prensa vulcanizadora.	Datos necesarios para el diseño de la prensa vulcanizadora para balones.	Tabla de datos, cálculos y dimensiones de la máquina.
	Realización de cálculos para el dimensionamiento y selección de materiales.	Obtención de las dimensiones adecuadas para la construcción de la máquina.	Planos
Construir los componentes de la prensa de vulcanización, mediante procesos de manufactura aplicando la teoría de diseño de máquinas.	Mecanizar los diferentes componentes que constituyen la prensa de vulcanizadora neumática.	Equipo listo para el montaje. Máquina puesta en funcionamiento.	Máquina ensamblada y puesta en funcionamiento.
Realizar pruebas prácticas que	Observación de los resultados del	Obtención de datos con	Visualización del moldeado del balón

permitan la recopilación de datos sobre las condiciones de funcionamiento y el tiempo del vulcanizado.	proceso de vulcanizado.	parámetros de funcionamiento según la temperatura de vulcanizado.	mediante la determinación del tiempo y temperatura.
--	----------------------------	---	--

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 ANTECEDENTES

Revisando investigación relacionada con el tema del presente proyecto se pudo hallar algunos trabajos con la siguiente descripción:

Dado el caso que en el Ecuador una pequeña empresa ha ido evolucionando poco a poco en el proceso de realizar los balones de futbol donde se ha visto realizar el proceso de vulcanizado del mismo artesanalmente, a pasar a un gran avance gracias a la manufactura de una máquina con su sistema mecánico y de control de temperatura que cada vez sigue creciendo, como se puede evidenciar en un proyecto desarrollado con el título “Diseño y construcción de una maquina moldeadora de balones de futbol mediante calentamiento y enfriado para balones número 5, en el taller artesanal Top balón” [1].

Este proyecto, que se presentó en 2017, explica que para diseñar la máquina se necesitan ciertos parámetros de funcionamiento, incluidos los gradientes de temperatura y la transferencia de calor que se producen tanto durante el calentamiento como durante el enfriamiento de las pelotas. Debido a que el molde debe calentarse y debe evitarse la disipación de calor hacia el exterior para maximizar el rendimiento del sistema, el flujo de calor es significativo en términos de costo de energía. El tiempo es un componente crucial de todo proceso de producción porque está directamente relacionado con los costos de producción [1].

Esta investigación fue realizada por Espín y Coque donde su trabajo plantea el “Diseño y construcción de una prensa de vulcanización para la reparación de neumáticos en la vulcanizadora El milenio” en donde detalla que:

Para determinar la mejor metodología para el proyecto, primero se elaboró un diseño conceptual. Posteriormente se realizaron los cálculos de cada uno de los componentes de la

prensa, y una vez terminado el diseño y profundizada la ingeniería de la máquina, se procedió a realizar las pruebas en modo operativo. Para obtener una reparación precisa y que soporte las cargas aplicadas que se detalla en las especificaciones técnicas de cada neumático, se tomaron en cuenta tres factores cruciales: temperatura, presión y tiempo, al realizar las pruebas de rendimiento [2].

2.2 MARCO REFERENCIAL

2.2.1 Elaboración del balón de fútbol

Las etapas de la fabricación del balón de fútbol se basan en diferentes procesos como en toda materia prima la mayoría debe ser procesada. Los balones de fútbol se elaboran de una conversión de materia prima es decir de plásticos y otros materiales que pueden ser utilizados como el butilo, la goma de látex y ciertos tipos de poliuretano como se muestra en la figura 2.1.

Para que tenga una buena calidad el producto el balón de fútbol debe cumplir una norma de acuerdo a la FIFA, la circunferencia del balón profesional de fútbol debe medir mínimo 68 centímetros y máximo 70 y debe pesar entre 410 y 450 gramos [3].



Figura 2.1: Construcción del balón [3]

2.2.1.1 Propiedades y características

Las principales características que un balón de debe tener son:

- Forma: el balón debe ser tener una figura esférica y el material hecho de cuero u otro material adecuado.
- Tamaño: tiene como circunferencia no superior a 70 cm y no inferior a 68 cm inclusive el diámetro entre 21.65 y 22.29 cm.
- Peso: debe tener entre 410 y 450 gramos y una presión de inflado 1.6 a 2.1 atmosferas [3].

2.2.1.2 Manufactura de balones

Argumentación

Existe una forma artesanal de moldeo o vulcanización de balones de fútbol en el taller artesanal el mismo que tiene ventajas y desventajas, por lo que se determinó que la implementación de una máquina automatizada la que ayudará a mejorar el proceso de vulcanización. A continuación, en la figura 2.2 se muestra un flujograma donde se indica las etapas que el taller sigue para la elaboración de un balón de fútbol.

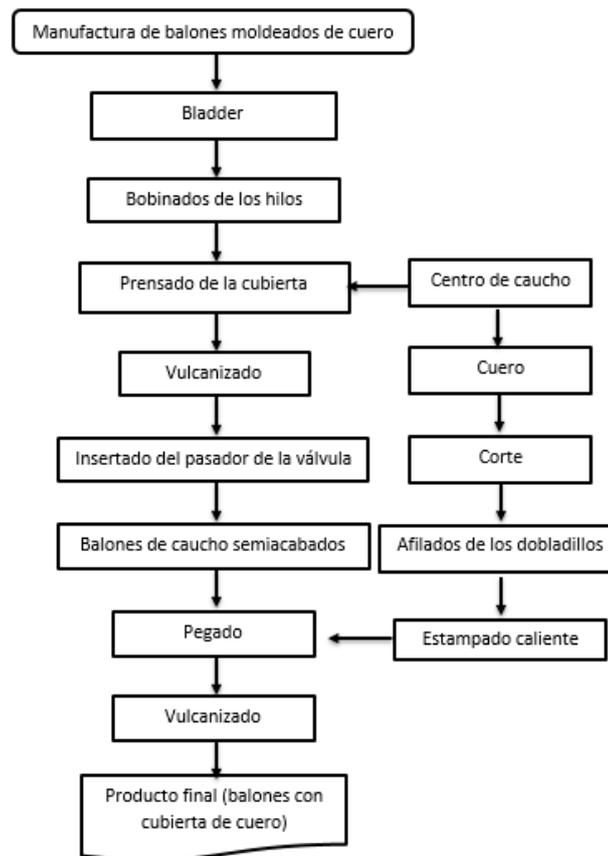


Figura 2.2: Flujograma de la manufactura de balones moldeados de cuero [4]

Las pelotas de goma o de caucho blandas se utilizan a menudo en la producción de pelotas envueltas en cuero. El proceso de fabricación de este tipo de pelotas es el mismo que el de las pelotas de goma, excepto que se utiliza un molde externo de aluminio, que se utiliza después de haber pegado las capas o paneles de cuero como se muestra en la figura 2.3. Cuando se fabrican balones de cuero, los paneles de cuero se cortan primero en una máquina cortadora. Luego se usa una máquina pulidora para afilar los bordes de los paneles de cuero de esa manera se puede facilitar el empalme con una pelota de caucho. Luego, la máquina estampará la marca del producto en la placa de cuero. Luego, el pegamento se aplica a las pelotas de caucho blandas y a los paneles de cuero. Cuando el pegamento se seca, los paneles se unen a pelota de caucho

blanda, que luego se colocan dentro de una maquina vulcanizadora y un molde con una matriz especial de aluminio. Finalmente, se completa el proceso de acabado del cuero brillante, completando así el proceso de producción [4].

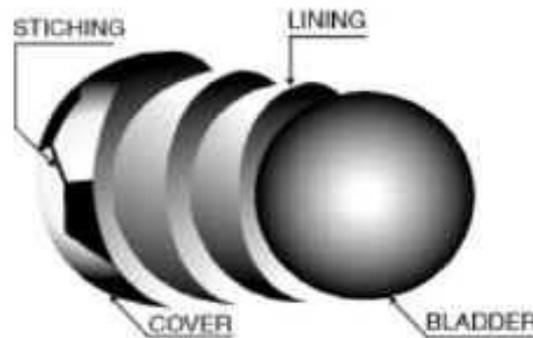


Figura 2.3: Capas del balón [5]

2.2.2 Vulcanización

2.2.2.1 Introducción al proceso de vulcanización manual

La vulcanización en balones consiste en someter a una temperatura alta al material superficial del balón para que este pueda conservar o mejorar su elasticidad, impermeabilidad y duración.

El proceso de vulcanizado manual se lo realiza básicamente introduciendo el molde con el balón dentro del mismo inflado a una determinada presión en un recipiente de agua caliente aproximadamente por unos 3 minutos. La temperatura que alcanza el agua está entre 88 y 91 °C, como muestra en la figura 2.4.



Figura 2.4: Vulcanizado artesanalmente

Una vez transcurrido el tiempo se saca el molde del agua caliente y se lo enfría en agua fría para posteriormente abrir el molde que esta atornillado por pernos y sacar el balón.



Figura 2.5: Balón vulcanizado artesanalmente

Como se puede ver en la figura 2.5, el proceso se lo realiza de una manera muy artesanal, y presenta algunas desventajas para la persona que está a cargo de realizar el proceso, una de estas desventajas es el riesgo de sufrir alguna quemadura con el agua o con el mismo molde ya que tiene que manipularlo para sacarlo del agua y transportarlo a una mesa donde se finaliza el proceso para volver a repetirlo con otro balón, además el tiempo empleado es muy largo para el vulcanizado de cada balón.

2.2.2.2. Materia prima del balón

A través de los años la materia prima utilizada en la cubierta del balón ha ido evolucionando pasando del cuero de procedencia animal a un cuero sintético, principalmente existen dos tipos de material que se usa en la cubierta de un balón de futbol, estos son el PVC (policloruro de vinilo) y el PU (poliuretano) [5].

La calidad del balón se ve afectada por el grueso del material, por eso se añaden múltiples capas entre la cámara y la cubierta (bladder). Las capas del balón están formadas por poliéster o algodón, y se unen para otorgarle resistencia, forma y capacidad de rebote, tal como se indica en la figura 2.6. Además de mantener la forma del balón, estas capas prolongan su durabilidad y mejoran su rebote. En ocasiones, también incorporan una capa de espuma para mayor confort y control.



Figura 2.6: Elementos de los balones de Futbol. [5]

2.2.2.3 Bladder

Es un caucho sintético muy sensible al calor y a la compresión, una gran ventaja del butilo es su gran resistencia a las acciones químicas y su muy baja permeabilidad a los gases lo que hace muy indicado para su uso en las cámaras de aire, y es en esto donde se consume la mayor parte de la producción del butilo como se muestra en la figura 2.7 [6].

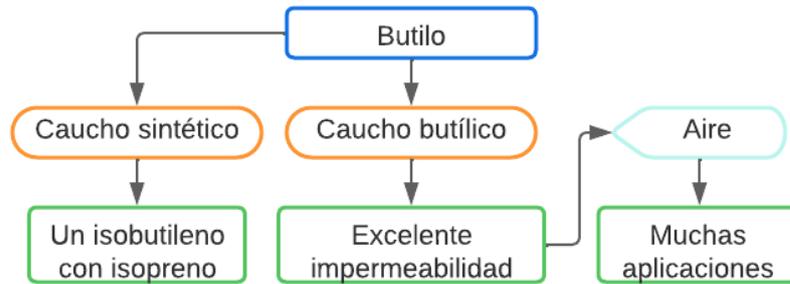


Figura 2.7: Características del bladder

2.2.2.4 Bobinados de los hilos

Como se muestra en la figura 2.8 la goma de látex adopta un hilo de bobinado de nailon que cubre toda la zona de la pelota, este hilo es de un buen rendimiento en su totalidad, mostrando así una buena apariencia ya que ayuda a que el balón sea más resistente y que no tenga una forma ovalada [7].



Figura 2.8: Bobinado del balón de fútbol [7]

2.2.3 Fundición en arena

La mayoría de las piezas fundidas se fabrican mediante la técnica de fundición en arena, que es, con mucho, la más popular. De hecho, uno de los pocos procesos que se puede utilizar para metales con altas temperaturas de fusión, como aceros, níquel y titanio, es la fundición en arena, que se puede aplicar a casi todas las aleaciones de fundición. Debido a su adaptabilidad, es posible fundir piezas que varían en tamaño desde muy pequeñas hasta muy grandes.

La fundición en arena implica verter metal derretido en un molde de arena, permitiendo que se solidifique y luego retirar el molde y el fundido. Es necesario limpiar y revisar el fundido, y a veces se debe aplicar tratamiento térmico para mejorar sus propiedades. El molde de arena se crea al comprimir arena alrededor de un modelo y luego se divide en dos mitades al retirar el modelo como se muestra en la figura 2.9 [8].



Figura 2.9: Producto terminado (Moldes)

2.2.3.1 Modelos

La fundición en arena requiere la creación de un modelo, o "patrón", que sea más grande que la pieza real para tener en cuenta la contracción y las tolerancias de mecanizado en la fundición final. Los metales, la madera y el plástico son algunos de los materiales utilizados para crear modelos. Debido a su simplicidad en la forma, la madera es un material popular para hacer modelos. Sus inconvenientes son la tendencia a deformarse y el hecho de que la arena compactada a su alrededor lo erosiona, reduciendo el número de reutilizaciones. Aunque más caros, los modelos de metal son más duraderos. Un compromiso entre la madera y el metal, son los plásticos. El número de moldes que se necesitarán influye en última instancia en la elección del material para el modelo [9].

2.2.4 Sistema de calentamiento

La transferencia de calor es el proceso por el cual el calor se transfiere de un lugar a otro. Hay varios tipos de transferencia, incluyendo la convección y la conducción. La convección transfiere calor cuando las moléculas de un fluido se mueven, mientras que la conducción ocurre cuando dos cuerpos entran en contacto directo con el fluido. El caso de fluido en reposo,

que es la ocasión que se presenta para el siguiente análisis de calentamiento, es apropiado para el caso de fluido en reposo, por lo que la conducción de fluido puede considerarse como el caso límite de la convección [10].

2.2.4.1 Calentamiento en sistemas concentrados

Tanto en sistemas unidimensionales como multidimensionales, la temperatura de un cuerpo siempre varía con respecto al tiempo y la ubicación. Se dice que los sistemas agrupados tienen una resistencia interna insignificante porque suponen una distribución de temperatura uniforme en todo el cuerpo, que es el caso cuando la resistencia térmica del cuerpo a la conducción de calor es igual a cero. La temperatura del cuerpo varía con el tiempo, pero permanece constante en cualquier instante. Es necesario definir la longitud característica y la cantidad de biots utilizados para formas geométricas básicas para analizar sistemas agrupados. La resistencia interna de un cuerpo a la conducción de calor dividida por su resistencia externa a la convección de calor se conoce como número de Biot. Por lo tanto, un número de Biot bajo denota baja resistencia a la conducción de calor y, en consecuencia, bajos gradientes de temperatura dentro del cuerpo. En el análisis de sistemas agrupados se asume una distribución de temperatura uniforme en todo el cuerpo, pero esto solo es cierto cuando la resistencia térmica del cuerpo a la conducción de calor (también conocida como resistencia de conducción) es cero. Una incertidumbre del 15% en el coeficiente de transferencia de calor por convección, que se considera normal, genera exactitud sobre el grado de precisión que debe tener el análisis [10].

2.2.4.2 Mecanismos de transferencia de calor

En ingeniería térmica, la transferencia de calor transitoria puede tener lugar por conducción, convección o radiación. En la mayoría de los casos, esta condición comienza cuando una pieza de maquinaria o un cuerpo comienza a calentarse o enfriarse. Dado que las operaciones de servicio continuo suelen preferirse en la industria porque son más sencillas de controlar y medir, la transferencia de calor se asocia con períodos de arranque o parada de la operación [11].

2.2.4.2.1 Conducción

La conducción es el proceso de transferencia de energía entre partículas de distintos niveles energéticos en una sustancia. La conducción puede darse en sólidos, líquidos o gases. En líquidos y gases, ocurre por colisiones moleculares en su movimiento aleatorio, mientras que en sólidos es producto de la vibración molecular en una red y el transporte de energía por electrones libres. Por ejemplo, una bebida enlatada fría se iguala en temperatura a una

habitación caliente por conducción de calor a través de la lata de aluminio como se muestra en la figura 2.10.

Se observa que la tasa de conducción de calor \dot{Q}_{cond} por una capa de espesor constante Δx es proporcional a la diferencia de temperatura ΔT en la capa y el área A normal a la dirección de transferencia de calor, mientras que es inversamente proporcional al espesor de la capa. Por lo tanto,

$$\dot{Q}_{cond} = -k_t A \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (W) \quad (2.1)$$

Cual es una medida de la capacidad del material para conducir calor. El cobre y la plata, al ser buenos conductores eléctricos, también presentan altos valores de k_t debido a su capacidad de conducir el calor. El hule, la madera y el poliestireno presentan baja conductividad térmica k_t debido a su mala capacidad para transferir calor [11].

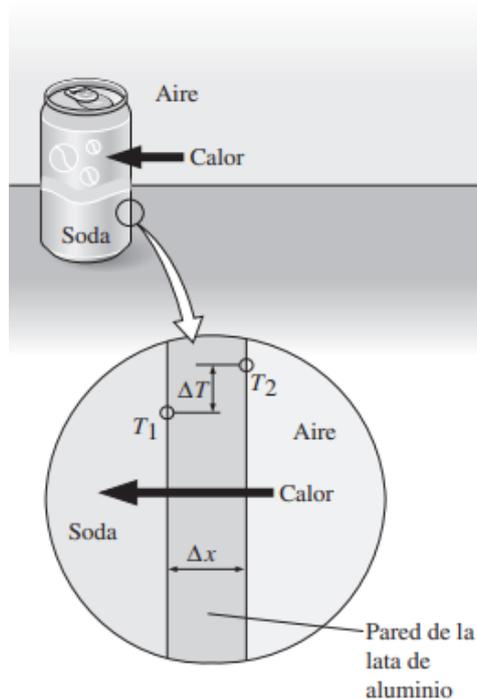


Figura 2.10: Conducción de calor del aire caliente a una lata fría de bebida carbonatada a través de la pared de aluminio de la lata [11]

2.2.4.2.2 Convección

La convección es un método de transferencia de energía entre una superficie sólida y un fluido o gas que está cerca y en movimiento. Depende de la interacción de conducción y movimiento

de fluidos; cuanto más rápido se mueve el fluido, más calor se transfiere por convección. La transferencia de calor entre una superficie sólida y el fluido cercano ocurre únicamente a través de la conducción en ausencia de cualquier movimiento de volumen del fluido. Aunque la transferencia de calor entre el fluido y la superficie sólida aumenta por el movimiento de la masa del fluido, esto complica el cálculo de las tasas de transferencia de calor [12].

Debido al movimiento del fluido durante el proceso, por ejemplo, el ascenso de las burbujas de vapor durante la ebullición o el descenso de las gotas de líquido durante la condensación, también se considera que los procesos de transferencia de calor en los que hay un cambio de fase del fluido involucran convección. La ley de enfriamiento de Newton produce el siguiente resultado, que es la tasa de transferencia de calor por convección \dot{Q}_{conv} :

$$\dot{Q}_{conv} = hA(T_s - T_f) \quad (W) \quad (2.2)$$

donde h es el coeficiente de transferencia de calor por convección, A es la superficie en la cual tiene lugar la transferencia de calor, T_s es la temperatura de la superficie y T_f es la temperatura del fluido lejos de la superficie.

2.2.4.2.3 Radiación

La radiación es energía que emiten los objetos materiales en forma de ondas electromagnéticas (o fotones) como resultado de alteraciones en sus configuraciones electrónicas atómicas o moleculares. La transferencia de energía por radiación, como se muestra en la figura 2.11 no requiere la presencia de un medio como lo hacen la conducción y la convección. Dado que se mueve a la velocidad de la luz, este tipo de transferencia es en realidad la más rápida y no tiene atenuación en el vacío. Así es específicamente cómo llega la energía solar a la Tierra.

La radiación térmica, que es el tipo de radiación que emiten los cuerpos como resultado de su temperatura a diferencia de otras formas de radiación electromagnética como los rayos X, los rayos gamma, las microondas, las ondas de radio y las ondas de televisión que no están relacionadas con la temperatura, es de interés en los estudios de transferencia de calor. La emisión de radiación térmica es una propiedad compartida por todos los cuerpos por encima del cero absoluto [12].

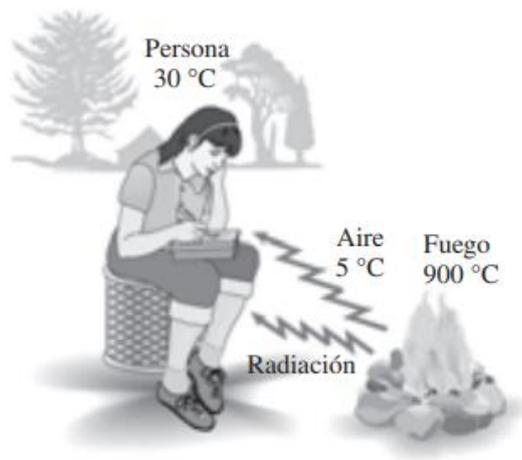


Figura 2.11: Transferencia de calor por convección [12]

Un fenómeno volumétrico, la radiación es producida en diversos grados por sólidos, líquidos y gases. Sin embargo, para los sólidos que son opacos a la radiación térmica, como los metales, la madera y las rocas, la radiación generalmente se considera un fenómeno superficial porque la radiación emitida desde las regiones interiores de estos materiales nunca llega a la superficie, mientras que la radiación que incide sobre dichos cuerpos es normalmente se absorbe dentro de unas pocas micras de la superficie. La ley de Stefan-Boltzmann establece que: a una temperatura absoluta T_s en grados Celsius, la tasa máxima de radiación que se puede emitir desde una superficie.

$$\dot{Q}_{emitida\ max} = \sigma AT_s^4 \quad (W) \quad (2.3)$$

La radiación que emiten todas las superficies reales es menor que la radiación emitida por un cuerpo negro a la misma temperatura y se expresa como

$$\dot{Q}_{emitida\ max} = \varepsilon \sigma AT_s^4 \quad (W) \quad (2.4)$$

donde ε es la emisividad de la superficie. Esta propiedad, cuyo valor está en el intervalo $0 \leq \varepsilon \leq 1$, es una medida de qué tan cerca se aproxima una superficie a un cuerpo negro, para el cual $\varepsilon = 1$.

2.2.5 Resistencia eléctrica

La resistencia eléctrica se puede definir como la razón entre la diferencia de potencial a través del conductor y la corriente a través del mismo, es toda oposición que encuentra la corriente a

su paso por un circuito eléctrico cerrado, atenuando o frenando el libre flujo de circulación de las cargas eléctricas o electrones.

La resistencia eléctrica se obtiene en función de la resistividad del material empleado y de las características geométricas del resistor. Esta definición es válida para la corriente continua y para la corriente alterna cuando se trate de elementos resistivos puros, esto es, sin componente inductiva ni capacitiva. De existir estos componentes reactivos, la oposición presentada a la circulación de corriente recibe el nombre de impedancia [13].

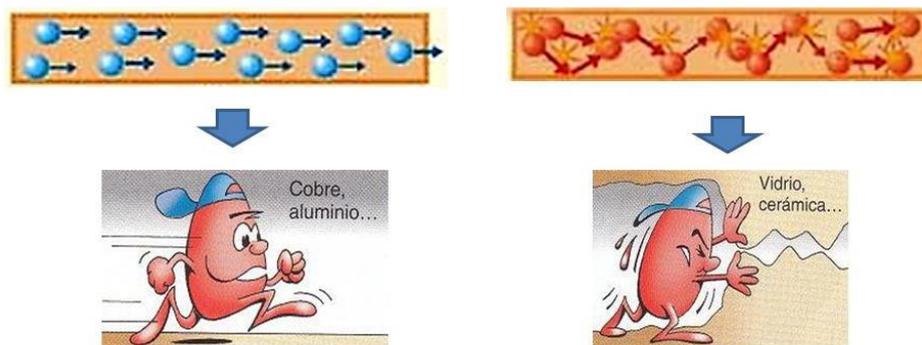


Figura 2.12: Comportamiento del flujo de electrones en un buen y mal conductor [13]

Mediante la siguiente figura 2.12 se observa dos cuerpos con electrones fluyendo a través de ellos. El cuerpo A tiene electrones fluyendo en un conductor de baja resistencia. En el cuerpo B, los electrones fluyen por un mal conductor eléctrico, lo que resulta en una alta resistencia.

De acuerdo con la resistencia que encuentran en el camino, los electrones típicamente intentan moverse a través del circuito eléctrico de una manera más o menos organizada. Cuanto más orden hay en el micro mundo de los electrones, menor es la resistencia; sin embargo, cuando la resistencia es alta, comienzan a chocar y liberan energía en forma de calor. La temperatura del conductor siempre aumentará ligeramente como consecuencia de esta circunstancia. Esta temperatura también aumentará donde haya más resistencia al paso de los electrones [13].

2.2.5.1 Tipos de resistencias eléctricas

Las resistencias calefactoras son dispositivos eléctricos que producen calor y funcionan bajo el efecto “joule”; pueden calentar por convección, conducción o radiación. Cuando hablamos de resistencias de calor industrial nos referimos a resistencias que se utilizan en procesos de producción en empresas e industrias. Las resistencias de calor están especialmente diseñadas

para cumplir una función específica según el material a calentar y el tipo de proceso que se realice [14].

- Resistencias tipo cartucho
- Resistencias tubulares aleteada
- Resistencias tubulares
- Resistencia tubular fundida
- Resistencia de banda
- Resistencias de tira mica

2.2.5.2 Resistencia tubular circular

Como se muestra en la figura 2.13 la resistencia tubular es un modelo de resistencia blindada en acero inoxidable esto evita la corrosión es utilizada en varios segmentos industriales ya que su finalidad es calentar a través de la transferencia de calor entre el recipiente y el medio acuoso que están en contacto directo. Esta resistencia posee el calentamiento más versátil en la industria de recubrimientos metálicos, tiene una flexibilidad completa que le permite formar y doblar en varias formas y tamaños de esa manera adaptándose a los contornos y espacios.



Figura 2.13: Resistencia tubular circular industrial [14]

2.2.5.3 Potencia que disipa resistencia

La cantidad de calor disipada por una resistencia es proporcional a la intensidad y la caída de tensión. El fabricante determina la potencia disipada por la resistencia mediante la observación de sus dimensiones, conductividad térmica del material y ambiente operativo, asegurando que no se dañe por calentamiento [14].

2.2.6 Control de temperatura

2.2.6.1 Temperatura

Cuando se habla de temperatura se trata del nivel térmico y eso es una magnitud que mide el grado de temperatura que se obtiene ya sea en un cuerpo o de algún proceso. El término temperatura alude a la propiedad de fijación y cambio en la medición, es decir, un cuerpo puede pasar de una temperatura alta a otra más baja. un cuerpo que es más caliente, por ende, tendrá un alto grado de temperatura, que a diferencia de un cuerpo frío, que presentará una temperatura baja; desde un enfoque cuantitativo, las altas temperaturas, pueden provocar dilatación en los cuerpos al ser sometidos [15].

2.2.6.2 Controlador de temperatura

Los controladores de temperatura son herramientas que actualmente se emplean para controlar el estado térmico dentro de un proceso donde el clima juega un papel importante en el éxito de un proceso industrial. Estas son herramientas extremadamente cruciales, y hay diferentes tipos de ellas que tienen ventajas únicas en términos de velocidad y precisión de ajuste [16].

2.2.6.2.1 Sistema de control

El sistema de control es donde las variables de salida actúan dependientemente a las órdenes dadas por las variables de entrada.

2.2.6.2.2 Sistema de control de lazo abierto

Este sistema no se mide ni se retroalimenta la salida en un sistema de control de lazo abierto para compararla con la entrada. Los sistemas de control de circuito abierto no son afectados por la salida. Un sistema de control de lazo abierto es útil cuando no hay perturbaciones [17].



Figura 2.14: Sistema de control de lazo abierto [17]

2.2.6.2.3 Sistema de control de lazo cerrado

En sistemas de control de lazo cerrado, se realimenta y compara la salida con la entrada de referencia, enviando una señal actuante proporcional a la diferencia entre ambas para corregir

el error y ajustar la salida. Un sistema de control de lazo cerrado es aquel en el que la señal de salida afecta directamente a la acción de control, como se muestra en la figura 2.15.

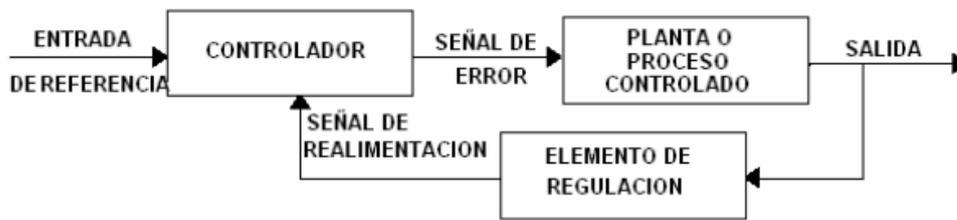


Figura 2.15: Sistema de control de lazo cerrado [17]

2.2.6.3 Sensores de temperatura

Es un sensor que puede detectar cambios en la temperatura del aire o del agua y convertirlos en una señal eléctrica que pueda ser recibida por un sistema electrónico es lo que hace un sensor de temperatura. Esta señal hace que se realicen ajustes en el sistema electrónico que controla la temperatura.

2.2.6.3.1 Tipos de sensores de temperatura

2.2.6.3.2 Tipo J

El termopar tipo J, conocido como el termopar hierro constantan, es el segundo más utilizado en los EEUU. Siempre existe un conductor positivo y es el hierro, mientras que para el conductor negativo se recurre a una aleación de 60 % de cobre y 40 % de níquel (constantan) [18].

2.2.6.3.3 Tipo K

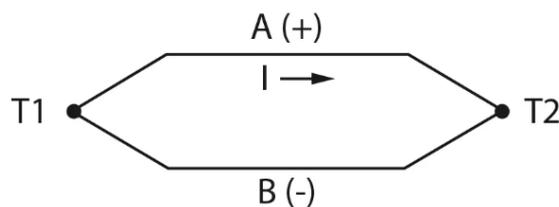


Figura 2.16: Diagrama de operación de la termocupla [18]

Como se muestra en la figura 2.16 la termocupla tipo k que son más utilizados en instalaciones de control que casi siempre exceden de los 1000C°, pues cabe señalar que este elemento llega a soportar temperaturas de 1260C°, pero para las pruebas en el laboratorio de automatización se simulara esta temperatura [18].

2.2.7 Neumática

La neumática es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. El aire es elástico, y por ello, lo podemos comprimir aplicándole una fuerza, mantener esa compresión, y usar la energía acumulada cuando le permitamos expandirse. Mientras que en la hidráulica son los fluidos (líquidos) los que se utilizan para la transmisión de potencia en la neumática es el aire comprimido [19].

2.2.7.1 Sistema neumático

La energía contenida en el aire comprimido es transformada en energía mecánica por los sistemas de aire comprimido. Los procesos implican elevar la presión del aire y poner en uso la energía que se ha acumulado en los componentes del circuito neumático, como los cilindros. El aire comprimido suele ser el gas que se utiliza, pero en determinadas circunstancias se pueden utilizar otros gases inertes, como el nitrógeno [19].

2.2.7.2 Ventajas

Esta tecnología es una técnica muy expandida en la industria ya que aprovecha la energía de un fluido para mover mecanismo o realizar un trabajo, al aplicar esta tecnología en máquinas o ya sea en industrias nos favorece mucho en cuanto a sus ventajas que son:

- Gran cantidad de aire.
- Es una energía limpia.
- No existe el riesgo de explosión.
- El cambio de temperatura no le afecta.
- Velocidad de trabajo.

2.2.7.3 Circuito neumático

Los circuitos de aire comprimido son conocidos por ser circuitos abiertos. El aire de la atmósfera ingresa a nuestros sistemas, se usa y luego se libera nuevamente. Uno de los grandes beneficios de este tipo de circuito es que el aire es gratis, y como devolvemos la misma cantidad que ingerimos, es un recurso inagotable. Por esta razón, se utilizará aire como fluido de trabajo como se muestra en la figura 2.17 [19].

En un circuito neumático podemos distinguir tres partes.

- Un área donde se produce aire comprimido
- Un área para transportar, controlar y manipular el fluido.
- Una zona donde la energía se transfiere al fluido en la zona donde se genera.



Figura 2.17: Partes de un circuito neumático [19]

2.2.7.4 Elementos de un sistema neumático

Los principales componentes o elementos de un sistema neumático industrial son casi universales, a pesar de la gran variedad de especificaciones disponibles para los componentes individuales constan de:

- Compresor
- Depósito
- Unidad de mantenimiento
- Elementos de distribución
- Red de tuberías

2.2.7.5 Red de tuberías:

Es necesario diseñar la distribución en planta de las líneas de suministro desde el compresor a los puntos de consumo debido a la proximidad entre el compresor, el depósito y los enfriadores. Se busca reducir al mínimo las distancias de las tuberías desde el compresor al punto más lejano. "Es recomendable colocar el compresor en una ubicación central en redes amplias para reducir la distancia al punto más lejano" [20].

2.2.7.5.1 Materiales para el aire comprimido:

Las tuberías de una instalación de aire comprimido deben ser fácilmente desmontables, resistentes a la corrosión y asequibles. Es preferible conectar las tuberías permanentes con uniones soldadas [21].

Los elementos usuales en una instalación de aire comprimido son:

Acero, acero inoxidable, acero galvanizado, cobre plástico, aluminio

2.2.7.5.2 Características de las tuberías de aire comprimido

En la tabla 2.1 se muestra algunas características de los diferentes tipos de red de tuberías para las instalaciones de aire comprimido.

Tabla 2.1: Características de la tubería de aire comprimido

	Tubo de acero sin costuras	Tubos de acero galvanizado	Tubos de acero inoxidable	Tubos de cobre	Tubos de aluminio	Tubos de material sintético
Ejecución	Negro o cincado	Semipesado, pesado	Sin costura o soldado	Suave en tuberías circulares	Recubierto o pintados	Material flexible
Presiones	12.5 a 25 bar	10 a 80 bar	hasta 80 bar	Según ejecución de 16 a 140 bar	14 bar (-30°C a 30°C)	14 bar (-25°C a 30°C)
Extremos del tubo	Liso	Cónico, liso o roscado	Liso	Liso	Liso	Liso
Uniones	Soldadura	Conexiones, soldadura	Soldadura	Roscas, soldaduras	Conexiones enchufables	Conexiones enchufables

2.2.7.5.3 Ventajas y desventajas

En la tabla 2.2 se muestra algunas ventajas e inconvenientes de los diferentes tipos de red de tuberías para las instalaciones de aire comprimido.

Tabla 2.2: Ventajas/Inconvenientes materiales aire comprimido

	Ventajas	Inconvenientes
Tubos de acero sin costuras	Uniones estancadas mediante soldaduras, posibilidades de doblar	Corrosión, montajes por operarios experimentales y cualificados en soldaduras.
Tubos de acero galvanizado	Disponibilidad de accesorios, posibilidad de doblar	Fugas en las roscas después de uso prolongado. Montaje por operarios experimentados
Tubos de acero inoxidable	Uniones estancadas mediante soldaduras, ausencia de corrosión	Montaje únicamente por operarios cualificados y experimentados, oferta limitada de accesorios y conexiones, piezas caras.
Tubos de cobre	Uniones estancadas mediante soldadura, ausencia de corrosión, paredes interiores lisas	Montaje únicamente por operarios cualificados y experimentados, posibilidad de formulación de calcantita, piezas costosas

2.2.8 Partes de la máquina vulcanizadora de balones

La máquina vulcanizadora específicamente está conformada por elementos y piezas que cada una está incorporada en conjunto para poder hacer realizar la función de vulcanizar el material y moldear de acuerdo al tipo de matriz que se desee colocar en la porta moldes en determinada forma, tamaño y circunferencia para la necesidad mencionada anteriormente, de esa manera el balón podrá adquirir sus propiedades para una buena calidad, por lo tanto, se describirá de una manera breve las partes que conforman:

2.2.8.1 Estructura

Para la construcción de la prensa vulcanizadora neumática para balones está constituida por varios materiales y elementos que cada uno de ellos conforman la parte del sistema. Empezando así por la armadura (estructura) que es la parte sólida de la máquina, donde está construida con un acero ASTM A36 que componen de materiales como perfiles de acero estos serán la base de la prensa de esa manera brindando un apoyo en el cual estará el sistema de prensado de calentamiento.

2.2.8.2 Porta moldes

Estas piezas son una especie de tapa en el cual en su interior se colocará el molde para el proceso de vulcanización están hechos a partir de un proceso de manufactura llamado fundición, el cual consiste en el que metal derretido fluye por gravedad u otra fuerza hacia un molde en el que se solidifica con la forma de la cavidad de éste.

2.2.8.3 Moldes

Los moldes tienen algunas vetas en forma de triángulo y pentágono donde los componentes de la pelota deben unirse mientras se moldean. Si esto es incorrecto, la bola puede ser visible por las marcas de las venas del molde que aparecen en otros lugares que no sean las juntas de estas piezas.

2.2.8.4 Resistencias

Es la fuente principal de producir calor hacia los moldes, estará ubicada entre la porta moldes y el molde para entregar calor de una forma uniforme y constante durante el tiempo de vulcanizado del balón.

2.2.8.5 Mecanismo de apriete/ polea excéntrica

Es el encargado de ejercer una fuerza hacia las tapas del porta moldes, dando como resultado una presión y un cierre más hermético al momento de la vulcanización del balón y evitando así aparición de una línea de moldeado en la unión de las tapas del molde.

2.2.9 Material con el que está construida la máquina

2.2.9.1 Acero estructural

El acero, como es bien de conocimiento, ocupa una posición importante entre los materiales de construcción debido a su combinación de resistencia mecánica, maleabilidad, disponibilidad y asequibilidad. Por lo tanto, es sencillo comprender la importancia y la aplicación generalizada del acero en todas las disciplinas de la ingeniería y en estructuras fijas como edificios, puentes, etc. o móviles, como en las industrias ferroviaria, automotriz, naval y aeronáutica. La importancia de la resistencia mecánica generalmente se considera de menor importancia para la mayoría de las aplicaciones que la importancia del peso [23].

2.2.9.2 Características

Los requisitos fundamentales que deben cumplir estos aceros, son los siguientes:

- Ductilidad y homogeneidad.
- Valor elevado de la relación resistencia mecánica/límite de fluencia.
- Soldabilidad.
- Apto para ser cortado por llama, sin endurecimiento.
- Resistencia a la corrosión, razonable.

La soldabilidad del acero disminuye a medida que aumenta su resistencia y se vuelve más frágil debido a su alto contenido de carbono.

2.2.9.3 Tipos de aceros estructurales

De acuerdo a la American Society of Testing Materials (ASMT)

- Aceros generales (A-36)
- Aceros estructurales de carbono (A-529)
- -b.1 Bajo contenido de carbono (<0.15 %)
- -b.2 Dulce al carbono (0.15 – 0.29 %)
- -b.3 Medio al carbono (0.30 – 0.59 %)
- -b.4 Alto contenido de carbono (0.6 – 1.7 %)

- Aceros estructurales de alta resistencia y baja aleación (Mo, V y Cr), (A-441 y A-572) aleación al 5 %.
- Aceros estructurales de alta resistencia y baja aleación, resistentes a la corrosión atmosférica (A-242, A-588).

2.2.9.4 Acero al carbono A-36

La curva esfuerzo-deformación del acero ASTM A36 se presenta en la figura 2.18, donde se realiza un ensayo de tensión simple hasta la rotura. Se puede dibujar una curva conocida como curva esfuerzo - deformación $\sigma - \delta$ si se mide el alargamiento de la barra en diferentes incrementos de carga durante el proceso de carga. Los esfuerzos teóricos calculados se colocan en las ordenadas al dividir los valores de las cargas medidas [23].

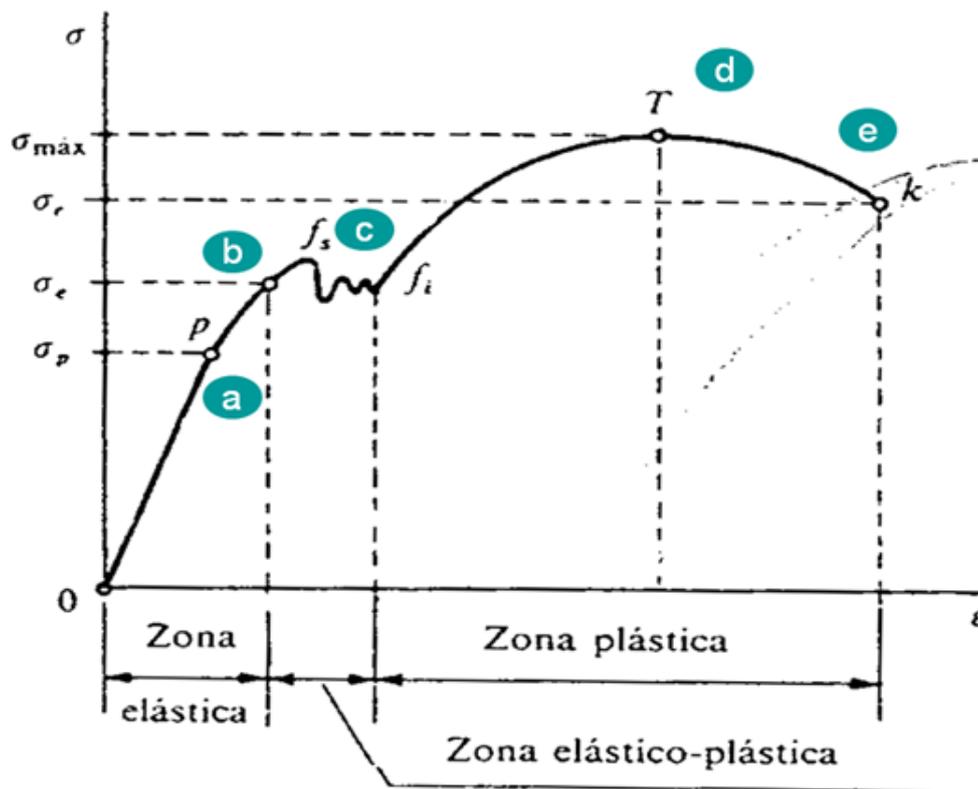


Figura 2.18: Curva de esfuerzo y deformación para un acero ASTMA-36 [23]

2.2.9.5 Acero estructural ASTM A-36

La ASTM estableció la designación A36. Es el componente estructural más utilizado en la construcción de estructuras a nivel mundial. Es esencialmente una aleación de hierro (mínimo 98 %) con menos del 1 % de contenido de carbono, así como trazas de otros minerales como

manganeso y fósforo, así como azufre, sílice y vanadio, que mejoran la soldabilidad de la aleación y la resistencia a la corrosión. Se le agrega manganeso a la aleación para aumentar la resistencia exterior. Es un material altamente resistente que se crea a partir de abundantes materiales naturales y se utiliza para la construcción de estructuras. La alta resistencia a la tensión y compresión, así como el precio accesible son solo algunos de sus beneficios. Es el material estructural más utilizado a pesar de su vulnerabilidad al fuego y al clima debido a su disponibilidad, facilidad de montaje y precio asequible. En la construcción, el acero estructural se utiliza con frecuencia para crear perfiles estructurales de secciones como I, H, L, T, [. Como se muestra en la figura 2.19 utilizados en edificios e instalaciones industriales, cables para suspensión, atirantados y puentes de hormigón pretensado, varillas y mallas electro soldadas para hormigón armado, y chapas plegadas para cubiertas y soldadas [24].

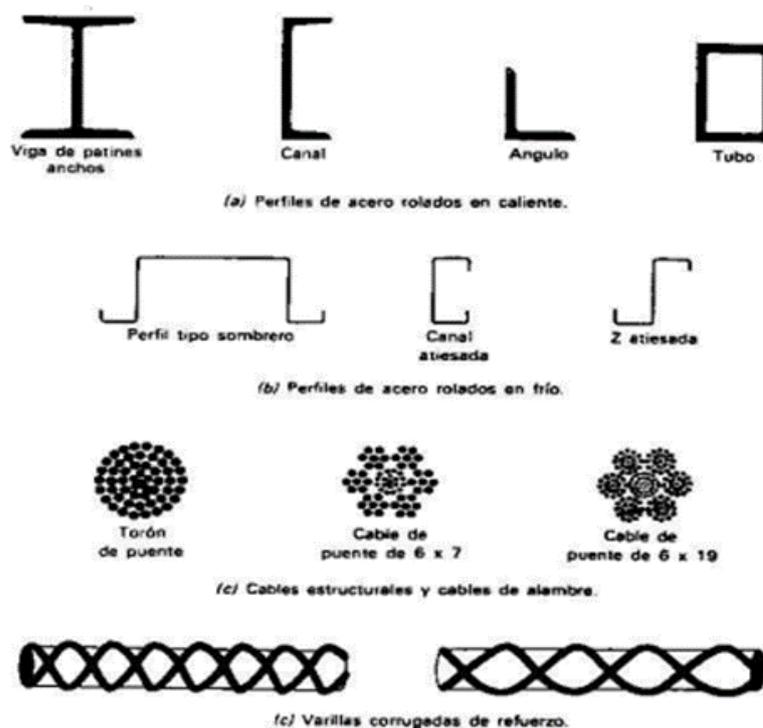


Figura 2.19: Tipos de perfiles estructurales [24]

2.2.9.6 Elementos para la construcción de la máquina vulcanizadora

Tabla 2.3: Materiales para la construcción de la máquina vulcanizadora

Concepto	Figura
----------	--------

Como se muestra en la figura 2.20 este material es un ángulo estructural en acero utilizado para la construcción de la estructura base de la máquina en donde se ensamblará los demás elementos térmicos y mecánicos de la vulcanizadora.



Figura 2.20: Ángulo estructural en acero
Referencia: Dipac

Como se muestra en la figura 2.21 esta placa de acero será para la construcción de una plancha metálica en donde se fijará el porta moldes de la cara inferior el mismo que brindará un recorrido horizontal del sistema de calentamiento (Resistencias).



Figura 2.21: Placa de acero
Referencia: Dipac

Como se muestra en la figura 2.22 este eje de acero AISI 1045 servirá como acople para la polea excéntrica ya que servirá como una palanca de presión cuando una vez se empiece el proceso de vulcanizado.



Figura 2.22: Eje de acero AISI 1045
Referencia: Dipac

Como se muestra en la figura 2.23 la resistencia eléctrica tubular será moldeada con respecto al porta moldes de una manera circular y esta cumplirá la función del calentamiento en los moldes en forma uniforme.



Figura 2.23: Resistencia eléctricas tubulares
Referencia: Tesla

Como se muestra en la figura 2.24 la termocupla tipo J será utilizado para medir la temperatura en el interior del porta moldes, actuará como un sensor y se enviará señales a un pirómetro.



Figura 2.24: Termocupla tipo J
Referencia: Tesla

Como se muestra la figura 2.25 los interruptores de dos polos de 220 V cumplen la función de proteger los equipos de sobrecargas y cortocircuitos de los cables conductores y eléctricos de la máquina, evitando daños, al cortar el flujo de corriente cuando supera el umbral necesario.



Figura 2.25: Interruptor termomagnético
Referencia: Contactor

Como se muestra en la figura 2.26 para nuestra máquina vulcanizadora y sistema de control siempre será de gran utilidad unas señalizaciones para cada proceso como son las luces piloto, cada color ayudará a identificar en que proceso se encuentra.

CHNT



Figura 2.26: Luces Piloto
Referencia: Catalogo CHNT

Como se muestra en la figura 2.27 los cables de alta temperatura son utilizados en nuestra máquina para el sistema de fuerza (calentamiento de las resistencias) ya que estará en un uso constante a alta temperatura y requiere el uso de estos conductores eléctricos especiales.



Figura 2.27: Cable Alta Temperatura
Referencia: Revista Incable.

Como se muestra en la figura 2.28 el selector de 2 posiciones permitirá el encendido de la máquina para que empiece a calentarse las resistencias y se consiga el control de temperatura.



Figura 2.28: Switch Selector de 2 posiciones
Referencia: Contactador

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1 METODOLOGÍA

3.1.1 Métodos de investigación

La metodología que será utilizada en la propuesta del proyecto a realizarse la implementación de Prensa Vulcanizadora Neumática en el taller artesanal “GOL CITY MC”, en la ciudad de Ambato son: Generales y Técnicas.

3.1.2 Generales

La propuesta tecnológica se realizará en el taller artesanal "GOL CITY MC" y se centrará en el diseño y la construcción de una máquina vulcanizadora neumática para la producción de balones. Se utilizarán métodos exploratorios como la investigación bibliográfica, cuantitativa y experimental.

3.1.3 Método bibliográfico

Se realizó una amplia investigación en libros, tesis y artículos relacionados con el diseño de máquinas para la máquina vulcanizadora y se descubrió que en el diseño de la vulcanizadora para balones de fútbol se tomaron en cuenta diferentes datos relevantes.

3.1.4 Método Cuantitativo

Es importante considerar ciertas variables clave en el diseño inicial de la máquina, por lo tanto, este método tiene un impacto significativo en el proyecto.

3.1.5 Método experimental

En base a la metodología experimental se optó por la investigación de las partes de la máquina vulcanizadora, las cuales tienen diversas funciones de operación, a través de esta investigación, el proceso de vulcanización será por inyección mediante un logaritmo programable que envía una señal al relé activándolo y desconectando quiere decir realizando un control y de esa manera protegiendo de daños a los componentes eléctricos y electrónicos.

3.1.2 Instrumentos de medición

3.1.2.1 Software de diseño y simulación

Es crucial para el proyecto porque nos permite diseñar con precisión todos y cada uno de los componentes de la máquina, en este caso es el componente más importante del proyecto.

Además, nos permite simular el funcionamiento de la máquina, dándonos acceso a los diversos cálculos necesarios para modificar el diseño de la máquina según sea necesario.

3.1.2.2 Calibrador Vernier

El calibrador vernier y el flexómetro se utilizaron para medir el espesor del material de la porta moldes, el diámetro interno del molde y las dimensiones necesarias para la construcción de la máquina.

3.1.2.3 Termómetro infrarrojo

La cámara infrarroja se utilizó en pruebas de funcionamiento para identificar zonas calientes en resistencias conjuntamente con los moldes y observar la distribución de calor en los porta moldes durante el proceso de vulcanizado del balón.

3.1.2.4 Pirómetro

Se utilizó este dispositivo para medir la temperatura en el porta moldes y el molde en funcionamiento, a fin de considerar el calor generado durante el proceso de vulcanización del balón.

3.1.3 Declaración de variables

3.1.3.1 Variable dependiente

Tabla 3.1: Variable dependiente

Variables	Unidades	Técnica	Instrumentos
Tiempo	Segundos	Medición	Cronómetro Temporizador

3.1.3.2 Variable Independiente

Tabla 3.2: Variable independiente

Variables	Unidades	Técnica	Instrumentos
Temperatura	Celsius °C	Medición	Sensor termocupla J Pirómetro Infrarrojo
Presión	psi	Medición	Manómetro

3.1.5 Funciones de la máquina vulcanizadora

Se recolecta información de las funciones de máquinas vulcanizadoras de distintos tipos y se aplica según el modo de operación y modelo, que varía según las condiciones del consumidor. A continuación, la tabla 3.3 muestra las necesidades y requerimientos de los parámetros en una máquina vulcanizadora.

Tabla 3.3: Necesidades y requerimientos de la máquina vulcanizadora

Funciones	La máquina vulcanizadora tiene una capacidad un puesto de producción.	Requisito
	La máquina debe tener un sistema de control.	Requisito
Energía	La máquina vulcanizadora debe poseer un sistema de control de temperatura.	Necesidad
	La máquina vulcanizadora deberá tener un sistema de protección contra sobrecargas.	Necesidad
Seguridad	La máquina vulcanizadora debe poseer aislamientos eléctricos.	Necesidad
	La máquina vulcanizadora deberá tener protección a los cortocircuitos.	Requisito
Ergonomía	La máquina vulcanizadora deberá ser de operatividad intuitivas.	Requisito
	La máquina vulcanizadora deberá tener accesibilidad al mantenimiento.	Necesidad
	La máquina vulcanizadora debe ser fácil de ensamblar.	Requisito
Fabricación	La máquina vulcanizadora debe estar constituida por componentes y repuestos comerciales.	Necesidades
	La máquina vulcanizadora debe estar construida con materiales existentes en el mercado.	Requisito
	La máquina vulcanizadora deberá tener estabilidad.	Requisito
	La máquina vulcanizadora deberá tener	Requisito

Señales	señales lumínicas de funcionamiento y seguridad.	
Funcionamiento	La máquina vulcanizadora tendrá mecanismos suficientes a las necesidades de producción de balones en periodos de tiempo.	Necesidad

3.1.6 Diseño mecánico en el software SolidWorks

El programa ofrece una serie de herramientas que facilitan al diseñador la creación y simulación de piezas o componentes de máquinas. Además, permite que los diseños se ejecuten de forma rápida y económica, maximizando el tiempo. A continuación, como se muestra en la figura 3.1 se observa el plano de la máquina en 3D en su totalidad.

Diseño mecánico de la máquina

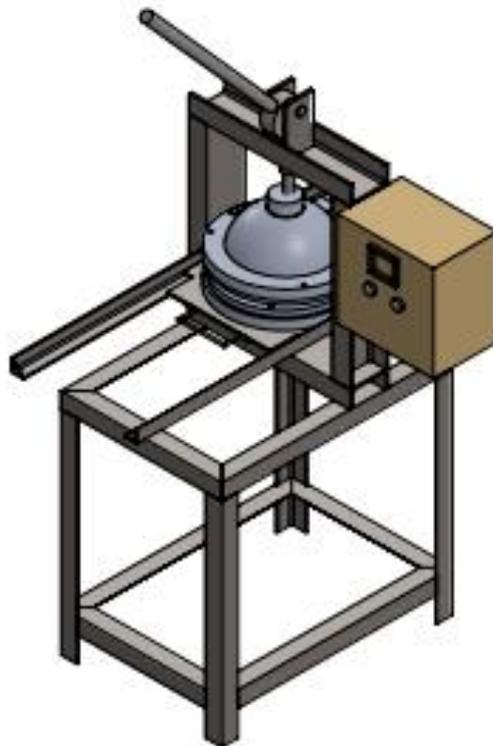
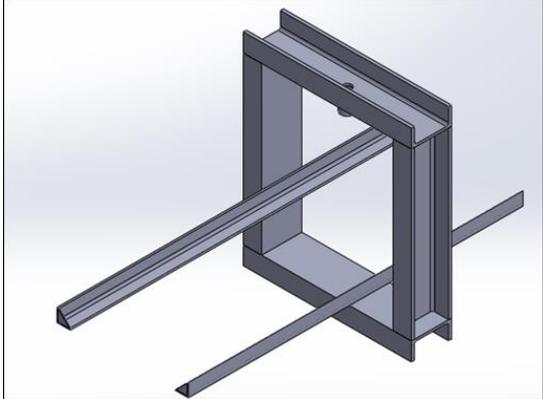
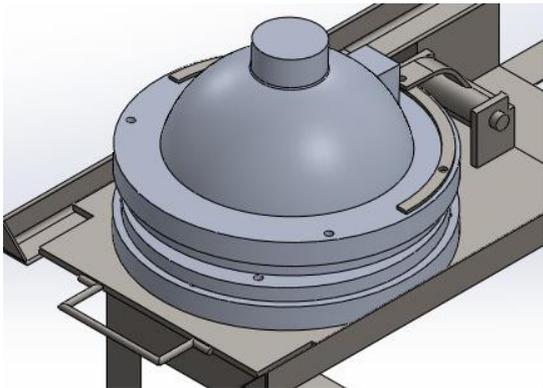


Figura 3.1: Plano de la máquina

3.1.8 Principales elementos

Tabla 3.4: Materiales para la construcción de la máquina vulcanizadora

<p>Estructura superior</p> <p>Estructura superior de máquina en donde se implantará la bandeja con el molde del balón y haría un movimiento horizontal. Las dimensiones de la misma se muestran en la figura 3.2.</p>	 <p>Figura 3.2: Plano isométrico de la estructura superior Referencia: Los Autores.</p>
<p>Molde y porta molde</p> <p>La porta moldes están contruidos mediante la fundición de un material de Aluminio y estos cumplirán con la función de calentar y moldear. Consta de dos porta moldes y dos moldes asentados en una bandeja tales como se muestra en la figura3.3.</p>	 <p>Figura 3.3: Plano isométrico de los moldes Referencia: Los Autores</p>

Palanca y polea excéntrica

La polea excéntrica está construida para que el cuyo eje rotación está destinada a realizar un movimiento no circular si no para cumplir otra clase especialmente rectilíneo. Consta de un eje excéntrico y un eje para realizar presión como se muestra en el Anexo

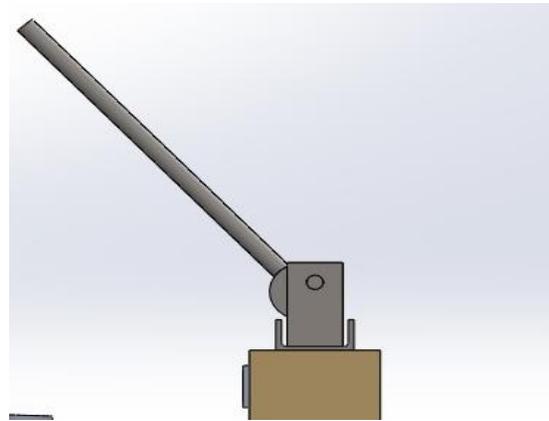


Figura 3.4: Plano isométrico de la polea excéntrica

Referencia: Los Autores

Estructura base

Base estructural de la maquina está diseñada para que se acople la estructura principal en donde irán todos los componentes. Consta de varios ángulos y sus dimensiones se muestran en la figura 3.5.

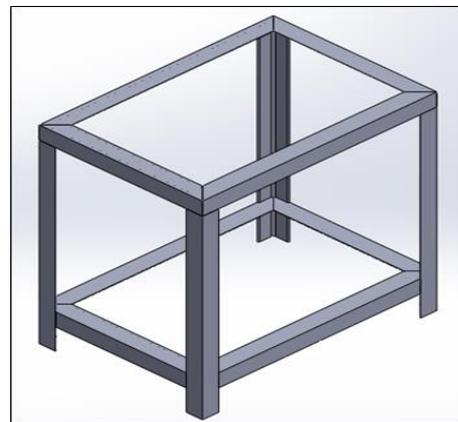


Figura 3.5: Plano isométrico de la estructura inferior

Referencia: Los Autores

3.1.9 Diseño del sistema mecánico de la máquina vulcanizadora.

3.1.9.1 Diseño del sistema de vulcanización

Ecuación para determinar la fuerza ejercida en el molde

Para el diseño de la vulcanizadora se establece las variables de diseño para el análisis estático de la máquina, mediante una recopilación de datos realizada con pruebas de moldeo manual en campo en el taller “GOL CITY MC”.

Según el artesano ha trabajado por varios años de una manera manual con la producción de balones y gracias a la experiencia que ha adquirido durante ese período de tiempo tiene claro las condiciones de trabajo en cuanto a la temperatura de debe adquirir el agua caliente, la presión del balón inflado y lo más importante que es el tiempo de vulcanizado del balón dentro del molde. A continuación, como se muestra en la Tabla 3.5 se tiene todos los parámetros de condición para el diseño.

Tabla 3.5: Parámetro de condiciones técnicas para diseño

Parámetros técnicos para el diseño de la máquina	
Condición/Parámetro	Rango
Temperatura	70 – 90 °C
Presión	66 - 79 PSI
Tiempo	150 s – 300 s

Antes del dimensionamiento de los diferentes componentes de la máquina, se tomará en cuenta los valores de ciertos parámetros que necesita el proceso de vulcanizado para obtener unos buenos resultados de calidad, tales como una presión de 79 psi que entran en el interior del balón, esta misma fuerza que actúa sobre las paredes internas del molde como se observa en la figura 3.6, el mismo que tiene un radio interno de 109 mm.

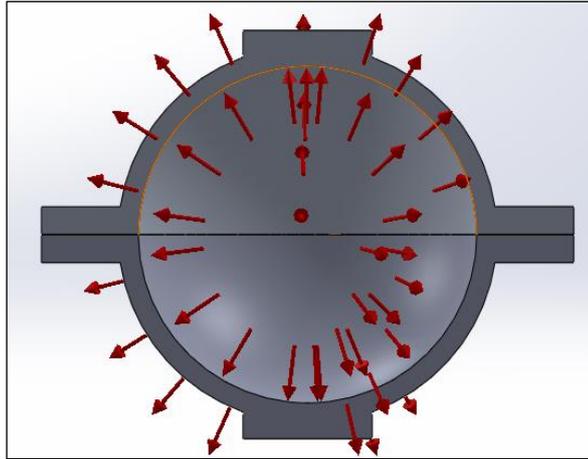


Figura 3.6: Presión ejercida en el interior del molde

Entonces se procede a calcular la fuerza que el molde ejerce sobre los demás componentes de la máquina

$$F = P \times A \quad (3.1)$$

Donde:

P = Presión (kPa)

A = Área (m)

3.1.9.2 Diseño de la estructura superior

Para el diseño de la estructura inferior se lo realizara mediante un estudio estático de análisis de cargas donde se determinarán las fuerzas en los elementos de la estructura superior mostrada en la figura 3.7, entonces se toma en cuenta la fuerza calculada ejercida por el porta molde, $F = 41.394$ kN.

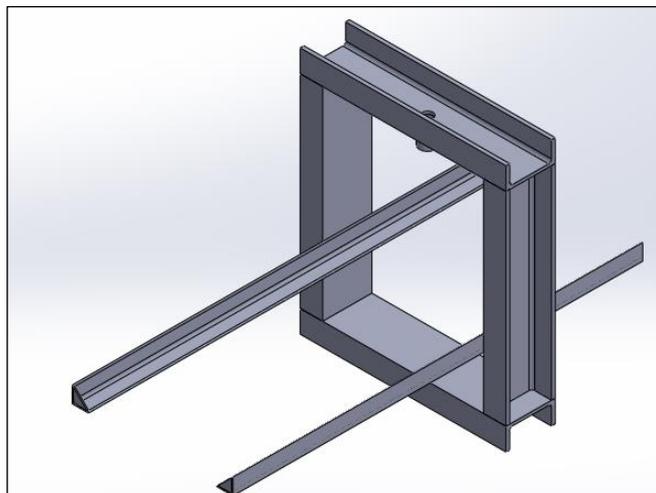


Figura 3.7: Estructura superior

Como se puede observar la estructura superior de la figura 3.7, está constituida por 4 vigas principales que serán las que soporten las diferentes cargas por lo que se considerara para el análisis la viga superior que reciba el mayor esfuerzo como se observa en la figura 3.8.

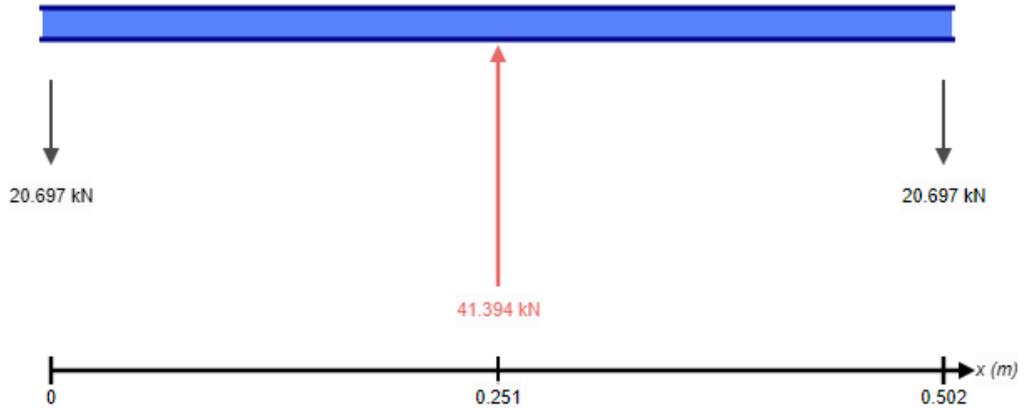


Figura 3.8: Fuerzas actuantes en la viga superior

Una vez obtenido el diagrama de fuerzas puntuales se procede a obtener el diagrama de esfuerzos cortantes y momentos flectores que se originan en la viga superior. Como se pueden ver en la figura 3.9 y figura 3.10.

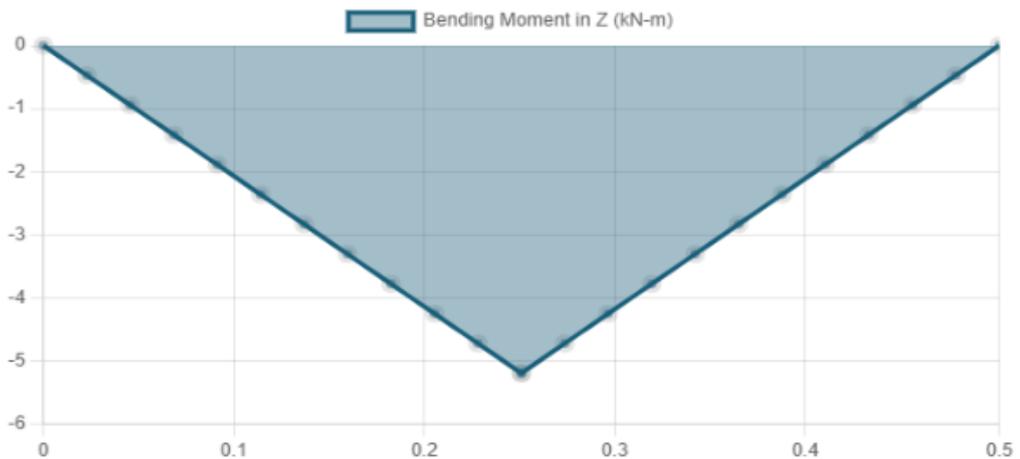


Figura 3.9: Diagrama de momento máximo

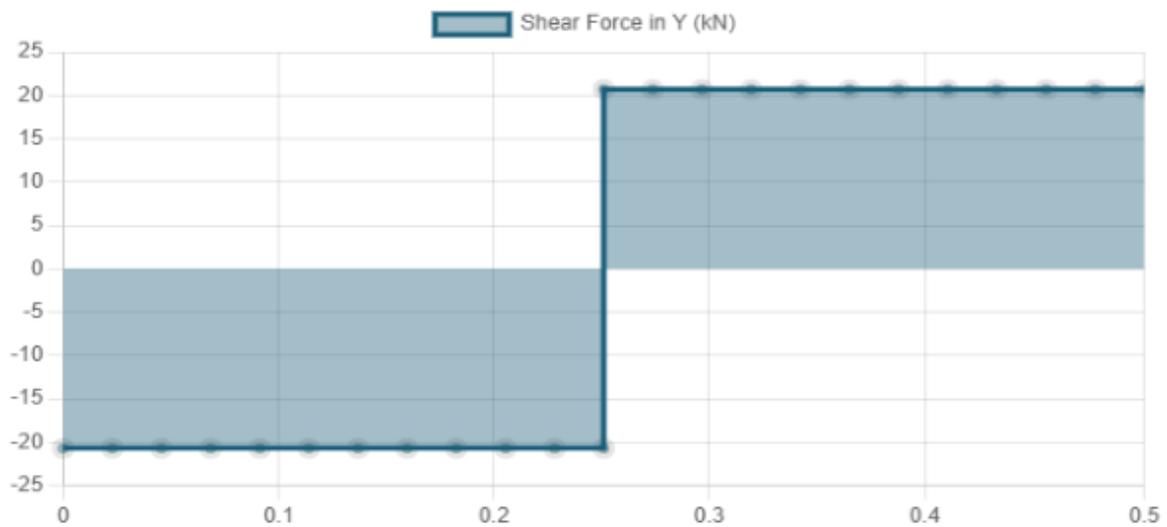


Figura 3.10: Diagrama de fuerzas cortantes

Ecuación del esfuerzo permisible

Para el cálculo del esfuerzo permisible se determinará mediante los valores obtenidos en las gráficas de los esfuerzos cortantes y momentos flectores que viene hacer el momento máximo.

$$F_b = 0.6 * F_y \quad (3.2)$$

Donde:

$$F_b = \text{Esfuerzo permisible } kg/cm^2$$

$$F_y = 36 \text{ kpsi} = 2531.05 \text{ kg/cm}^2$$

$$Momento_{max} = 5.195 \text{ kN} * m = 52974.25 \text{ kg} * cm$$

3.1.9.3 Diseño del ángulo para el desplazamiento del molde

Hay dos instancias distintas de aplicar cargas en varios momentos a los ángulos que soportan los porta moldes. La primera instancia de aplicación de carga ocurre al final del proceso de moldeo cuando el conjunto de porta moldes se desplaza para quitar y reemplazar la pelota por una nueva. En este punto, los ángulos son capaces de soportar un peso de unos 42 kg por parte de todo el conjunto de porta moldes, que se compone de los moldes, los porta moldes y la placa que los sujeta.

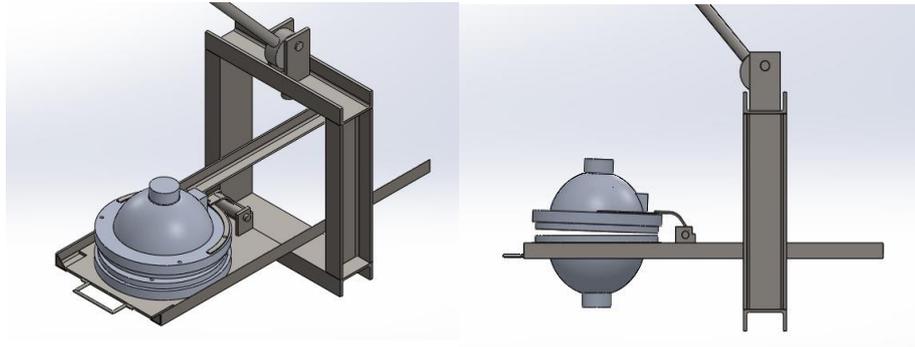


Figura 3.11: Ángulo de desplazamiento del molde

Ángulo de desplazamiento

Para el cálculo del ángulo de desplazamiento se aplica la siguiente ecuación en donde se hallará el momento de fuerza.

$$M = F * d \quad (3.3)$$

Donde:

$M =$ momento de fuerza ($N * m$)

$F =$ fuerza (N)

$d =$ distancia (m)

Ecuación para determinar el módulo de sección

Se aplicará la siguiente ecuación para el módulo de sección mediante el dato del esfuerzo permisible F_b .

$$F_b = 0.6 * 36 \text{ kpsi} \quad (3.4)$$

Donde:

$F_b =$ Esfuerzo permisible ($kpsi$)

$F_y = 36 \text{ kpsi}$

$$S_x = \frac{M}{F_b} \quad (3.5)$$

Donde:

$S_x =$ Modulo de seccion (cm^3)

$M =$ Momento: $3386.19 \text{ (kg * cm)}$

$F_b =$ Esfuerzo permisible: 1518.63 kg/cm^2

3.1.9.4 Diseño de la estructura base o inferior

Para el diseño de la estructura inferior se deberá tener en cuenta, el material a utilizar, como las vigas longitudinales, transversales, columnas, además de la facilidad de la adquisición del material, por lo que para el diseño se utilizará ángulos estructurales como se muestra en la figura 3.12, el cual se dimensionan de la siguiente manera:

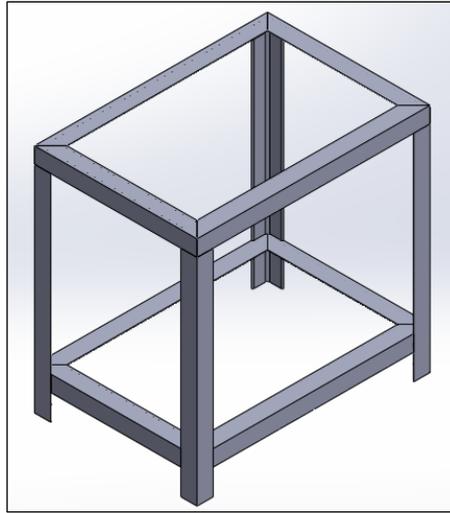


Figura 3.12: Estructura inferior

Como la estructura se construirá con un mismo ángulo, se procede a determinar la viga donde estará la mayor concentración de carga para hacer el dimensionamiento, en este caso se selecciona la viga transversal y se procede a realizar los cálculos.

Datos:

Longitud del ángulo: 0.72 m

Carga distribuida: $q = 17.88 \text{ kg/cm}$

Límite de fluencia: $F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$

Cálculo del esfuerzo permisible

$$F_b = 0.6 * 36 \text{ kpsi} \quad (3.6)$$

Donde:

$F_b = \text{esfuerzo permisible}$

$F_y = 36 \text{ kpsi}$

Cálculo del momento máximo

El momento máximo, calculado es:

$$M_{max} = 408.12 \text{ N} * m = 4161.67 \text{ kgf} * cm \quad (3.7)$$

Cálculo del módulo de selección

Luego de determinar el esfuerzo permisible F_b , y el momento máximo, finalmente se determina el módulo de sección S_x , de la siguiente manera:

$$S_x = \frac{M}{F_b} \quad (3.8)$$

Donde:

$S_x = \text{Modulo de seccion (cm}^3\text{)}$

$M = \text{Momento: } 4161.67 \text{ kg} * \text{cm}$

$F_b = \text{Esfuerzo permisible: } 1518.63 \text{ kg/cm}^2$

3.1.9.5 Diseño de la polea excéntrica

El mecanismo que mantendrá cerrado las contratapas del molde será la polea excéntrica esta misma empujará a un eje que presionará la parte superior del porta molde.

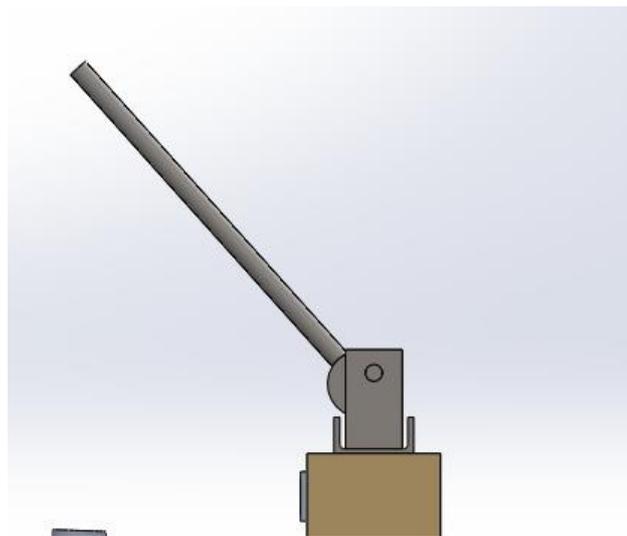


Figura 3.13: Fuerza y reacción de la polea excéntrica

La máxima presión en los moldes genera una fuerza y reacción sobre la polea debido al ingreso de aire en el balón dentro del molde.

Factor de seguridad

Como se muestra en la figura 3.14 se debe evaluar la resistencia de la polea excéntrica, que es de acero ASTM A36, y se simulan cargas mediante elementos finitos para determinar el factor de seguridad y la resistencia de la polea.

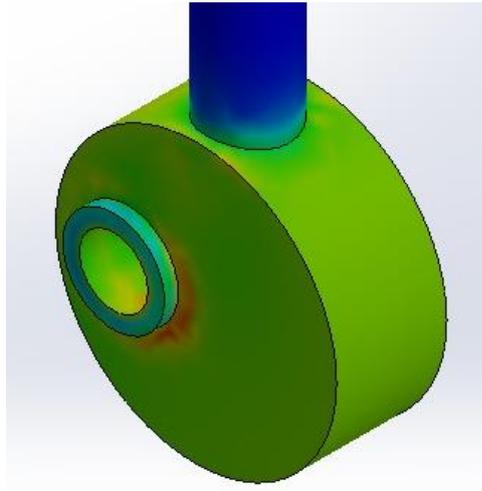


Figura 3.14: Representación del Factor de Seguridad en la polea

El resultado final, un factor de seguridad de $n=2,7$ muestra que el elemento con las dimensiones dadas puede soportar con seguridad las cargas de trabajo.

3.1.9.6 Diseño del sistema neumático

Ecuación para el diámetro de la tubería

Se procede a calcular el diámetro de la tubería para el sistema de aire comprimido de la máquina, para lo cual se tienen los siguientes datos del compresor:

Capacidad del compresor: 150 L

Caudal (Q): $393 \text{ L}/\text{min} = 0,00655 \text{ m}^3/\text{s}$

Entonces, se tiene la siguiente ecuación:

$$Q = A * V \quad (3.9)$$

Donde:

A= Área m

V = Velocidad $\frac{m}{s}$

Y para encontrar el área de una circunferencia se tiene:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} \quad (3.10)$$

Donde:

$D = \text{Diámetro } m$

Finalmente despejando el diámetro se tiene la siguiente ecuación:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

3.1.9.7 Diseño del sistema de calentamiento

Para el proceso de moldeo de los balones, los moldes serán calentados por resistencias eléctricas tubulares, estas mismas irán fijadas en la contratapa del molde. Con los parámetros obtenidos del artesano y con pruebas realizadas en el proceso de moldeo manual, se determinó que la temperatura adecuada que debe tener las superficies del molde con la del balón está en un rango de 70 °C a 90 °C, por lo que se procede a calcular la cantidad de calor Q que la resistencia debe entregar para calentar el molde.

Ecuación para la cantidad de calor Q de la resistencia

Entonces, se tiene la siguiente ecuación:

$$E_{ent} = mc\Delta T \quad (3.11)$$

Donde:

$m = \text{masa } (kg)$

$c = \text{calor específico del material } (\frac{J}{kg * ^\circ K})$

Ecuación para determinar el tiempo de calentamiento

Una vez calculada la cantidad de calor que la resistencia debe entregar se procederá a determinar el tiempo mediante la unida eléctrica de calentamiento seleccionada que tendrá una potencia de 2000 kW, entonces se calcula el tiempo que le tomará calentar al molde.

$$\Delta T = \frac{E_{ent}}{\dot{E}_{transf}} \quad (3.12)$$

Donde:

$E_{ent} = \text{Energía de entrada } (kJ)$

$$\dot{E}_{transf} = \text{Energía Transformada} \left(\frac{kJ}{s} \right)$$

Transferencia de calor

Ahora para saber si existe o que tanto flujo de energía en forma de calor se está transmitiendo desde el sistema hacia el exterior se procede hacer un análisis térmico.

El objetivo de este análisis es de evitar que el calor generado por las resistencias eléctricas se disipe hacia el exterior, para lograr esto se usa un aislamiento térmico en las capas exteriores del porta molde que actuaran como resistencias térmicas evitando la conducción del calor hacia fuera del sistema y conservando en lo mayor posible la temperatura del sistema.

Como Cengel mencionó: la rapidez de la transferencia de calor estacionaria entre dos superficies es igual a la diferencia de temperatura dividida entre la resistencia térmica total entre esas superficies. [12]

Por lo que:

$$\dot{Q} = \frac{T_1 - T_2}{R_{Total}} \quad (3.13)$$

Esquemas de las resistencias térmicas

Entonces se procede a calcular primero la resistencia total del sistema, en la figura 3.15 se muestra un esquema de las resistencias térmicas que existen en el sistema.

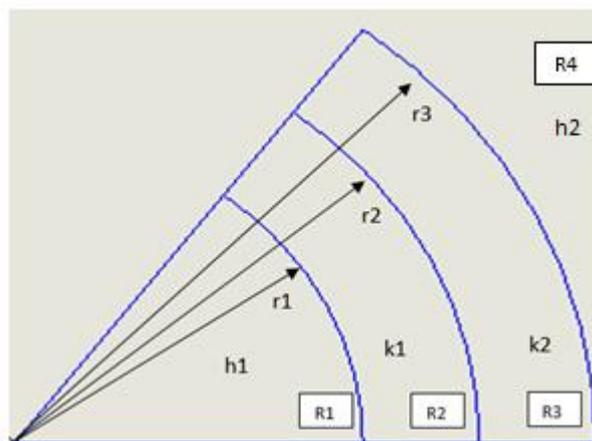


Figura 3.15: Esquema de las resistencias térmicas

Donde:

R1 = aire

R2 = porta molde

R3 = fibra de vidrio

R4 = aire

R_{Total} = resistencia termica total

Ecuación para la resistencia total del sistema

En el sistema térmico del molde se tiene una configuración de capas esféricas por lo que se tendrá que aplicar las fórmulas adecuadas, así también en el sistema se presenta dos formas o maneras de transferencia de calor y son conducción y convección.



Figura 3.16: Resistencias

Entonces:

$$R_{Total} = R1_{conv} + R2_{cond} + R3_{cond} + R4_{conv} \quad (3.14)$$

$$R_{Total} = \frac{1}{2\pi r_1^2 h_1} + \frac{r_2 - r_1}{2\pi r_1 r_2 k_1} + \frac{r_3 - r_2}{2\pi r_2 r_3 k_2} + \frac{1}{2\pi r_3^2 h_2}$$

Donde:

h_1 = coeficiente de convección del aire $\frac{W}{m^2 \cdot K}$

k_1 = conductividad térmica del aluminio $\frac{W}{m \cdot K}$

k_2 = conductividad térmica de la fibra de vidrio $\frac{W}{m \cdot K}$

$h_2 = h_1$

Ecuación para la transferencia de calor

$$\dot{Q} = \frac{T_1 - T_2}{R_{Total}} \quad (3.13)$$

Donde:

T_1 = temperatura interior en el porta moldes °C

T_2 = temperatura ambiente °C

R_{Total} = resistencia térmica total

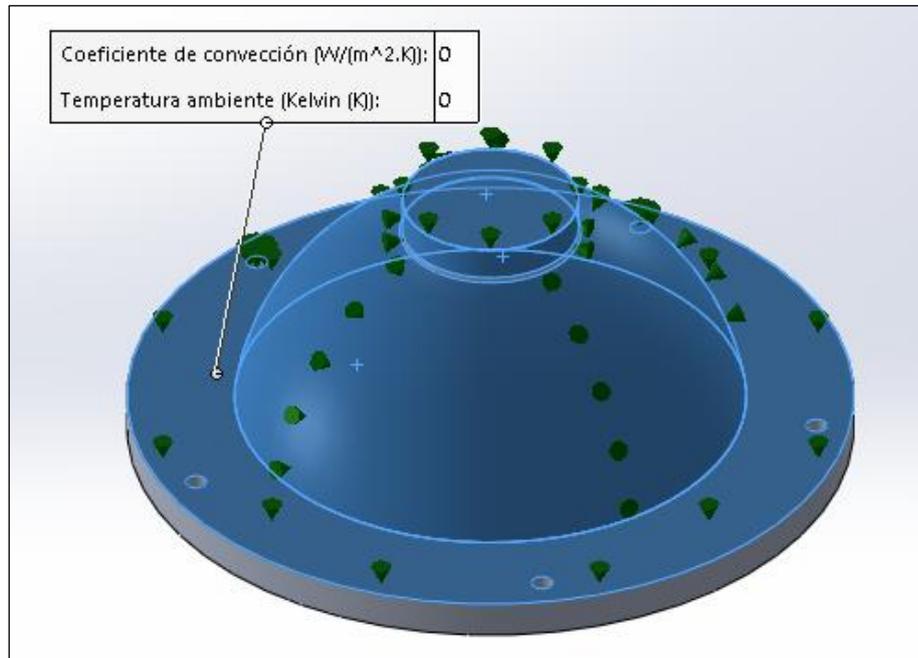


Figura 3.17: Cargas térmicas aplicadas en el molde

Después de haber ingresado los valores de operación, se realiza un análisis térmico para determinar el comportamiento de calentamiento del molde, como se muestra en la figura 3.17.

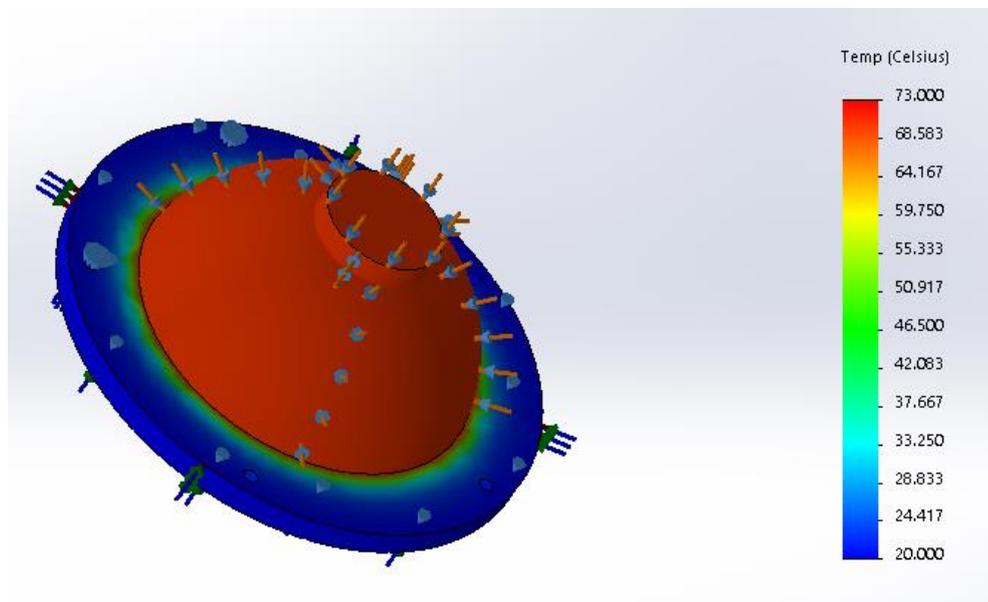


Figura 3.18: Resultado de la simulación térmica del molde

Como se pudo observar en la figura 3.18 el calentamiento del molde con las resistencias eléctricas se realiza desde la temperatura ambiente hasta los 65 °C en 14 minutos.

3.1.9.8 Diseño del Sistema eléctrico

Sistema eléctrico

El sistema de eléctrico de potencia recibe un voltaje de 220V. El diagrama de potencia del circuito, que presenta dos resistencias eléctricas del tipo espiral y tubular, se muestra en la figura 3.25. Cada resistencia se activará para su funcionamiento hasta que alcance la temperatura de funcionamiento. Una vez que el termopar determina que la temperatura ha alcanzado el punto de referencia, el pirómetro utiliza un contactor para desactivar el flujo de energía a las resistencias del molde y del porta moldes.

Elementos de protección

Para proteger contra sobrecargas y cortocircuitos a los conductores eléctricos que conforman el circuito de control se colocarán interruptores, dispositivos capaces de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos establecidos. Para seleccionar el interruptor de protección de los controladores de temperatura se realiza el cálculo en base a la potencia de las resistencias eléctricas y el voltaje de funcionamiento que es de 220 V, se calculara el amperaje mediante la ecuación (3.15), poder seleccionar en base a la corriente de consumo. [10]

$$I = \frac{P}{V} \quad (3.15)$$

Donde

I= corriente eléctrica (A)

P=potencia total del circuito (Watts)

V=voltaje (voltios)

Elemento para el control de la máquina

Una vez analizado el proceso que va a cumplir la máquina, se procede a elegir los elementos necesarios que se utilizarán para controlar el proceso de vulcanización para el trabajo en caliente, entre los principales están los pirómetros digitales para el control de temperatura, un temporizador para controlar el tiempo del proceso térmico del balón.

Control de temperatura

Como se muestra en la figura 3.19 mediante el control de temperatura que se utilizará para mantener una temperatura constante en el proceso de vulcanizado en la configuración ON/OFF se procede realizar la programación del mismo.



Figura 3.19: Control de temperatura Rex C-100 [9]

Panel de visualización del Rex C-100

El dispositivo tiene un panel frontal simple y estándar que es fácil de leer y usar. A continuación, en la figura se muestra las partes del controlador son dos pantallas digitales rojo y verde. El valor medido (PV) se indica mediante la pantalla superior roja. PV es la temperatura real del proceso determinada por el sensor de temperatura. El punto de ajuste/valor de ajuste (SV) se muestra en la pantalla inferior, que es de color verde. El dispositivo tiene como objetivo mantener esta temperatura.

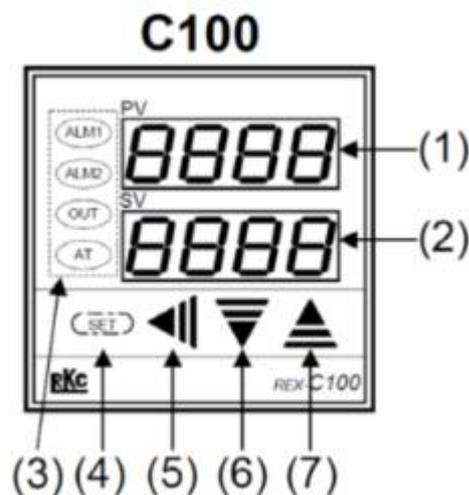


Figura 3.20: Panel de visualización

Descripción de la pantalla

1. Visualización del valor medio
2. Pantalla del valor establecido
3. Lámpara de indicación
4. Tecla set (Se utiliza para la llamada de parámetros)
5. Tecla Shift (Cambia los dígitos cuando se cambia la configuración)
6. Tecla Abajo (Disminuir números)
7. Tecla Arriba (Aumentar números)

Configuración del controlador

En la figura 3.21 que se muestra a continuación tiene una configuración de salida del controlador C100 de tipo pulso de voltaje para controlar el SSR (relé de estado sólido) en la cual se puede conectar los elementos eléctricos.

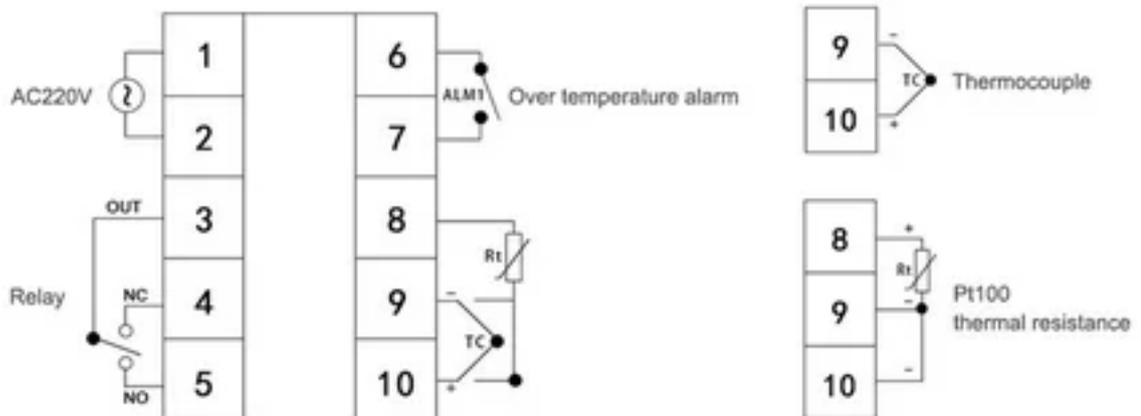


Figura 3.21: Configuración de pines

Detalle de los pines

- Suministro de CA se conectará a los pines 1 y 2
- Para activar el SSR se utilizará los pines 4 y 5
- Para medir la temperatura del proceso se conectará el termopar en los pines 9 y 10

Ajuste inicial del controlador de temperatura

El controlador solicita inmediatamente el tipo de entrada y el rango de temperatura de entrada después de encenderlo por primera vez. Se elegirá el tipo de sensor apropiado de la tabla 3.6, luego se cambiará la configuración a continuación usando las teclas arriba/abajo y shift.

Tabla 3.6: Selección de la termocupla

Symbol	E	J	r	S	b	E	r	n	P	ū	U	L	JP	Pt	U	I
Input type	Thermocouple (TC)											RTD		Voltage input	Current input	
	K	J	R	S	B	E	T	N	PL II	W5Re/ W26Re	U	L	JPt 100			Pt 100

El dispositivo solicitará el rango de temperatura después de que se haya verificado el tipo de entrada. La pantalla PV, en esta pantalla muestra los límites superiores y en la pantalla SV muestra los límites inferiores de la temperatura como se muestra en la figura 3.22



Figura 3.22: Pantalla del controlador

Conexión del control de temperatura

Para el controlador de temperatura se utilizará una configuración ON/OFF el cual la salida del regulador se activará o desactivará, sin un estado medio. En la figura: 3.23, se puede observar el controlador elegido, la conexión se la puede realizar con relé/ SCR, el voltaje de alimentación es de 90 - 260Vac con entradas para termocupla tipo J, k, T, el cual será encargado de controlar la temperatura establecida para calentar el molde y el porta moldes de la máquina.

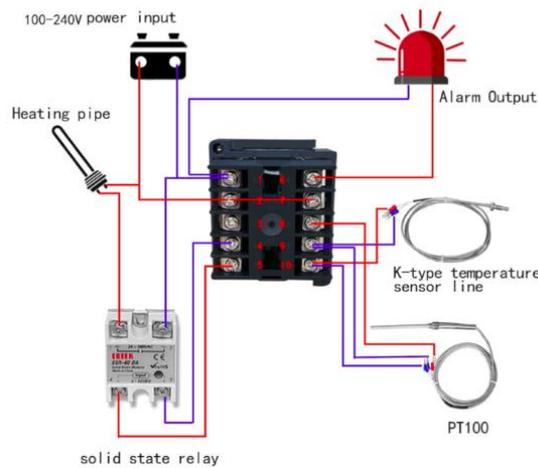


Figura 3.23: Diagrama de control de temperatura

Diagrama de control de las resistencias

Para el control del diagrama de calentamiento de las resistencias se lo realiza mediante un dispositivo de control de temperatura que a su vez tiene un sensor de temperatura el cual mide la temperatura del molde y envía la señal al control de temperatura para compararlo con el valor seteado y de esa manera procede el control on- off para encender y apagar las resistencias.

Elementos necesarios para elaborar el circuito de mando

- S1 Selectores
- K1 Contactores
- T1 Temporizador
- Termocupla tipo J

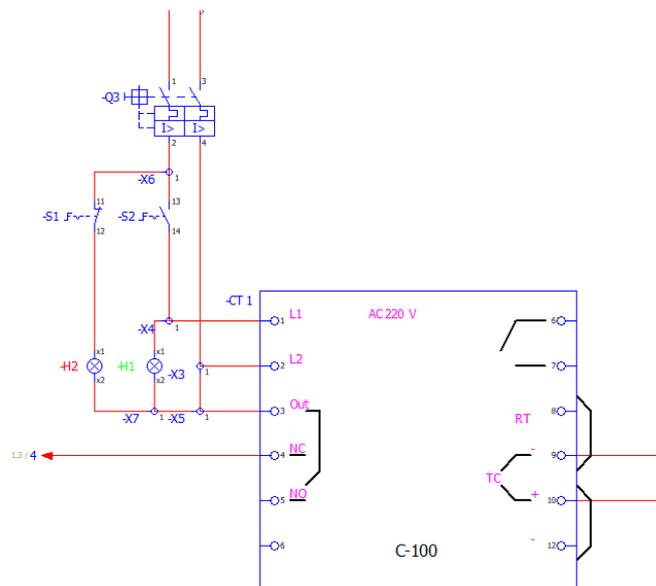


Figura 3.24: Circuito de mando del calentamiento de las resistencias.

Diagrama de potencia

Para el sistema de eléctrico de potencia se lo alimenta con un voltaje de 220V. En la figura se puede observar el diagrama de potencia del circuito, en donde consta de dos resistencias eléctricas de tipo tubular y en espiral. Para su funcionamiento se activarán cada resistencia hasta llegar hasta llegar a la temperatura de funcionamiento, y una vez que la termocupla detecte que la temperatura del set point, el pirómetro desactiva el paso de energía a las resistencias tanto del molde como del porta moldes por medio de un contactor.

Elementos necesarios para elaborar el circuito de potencia.

- Disyuntor de dos polos
- Contactores
- Resistencias eléctricas

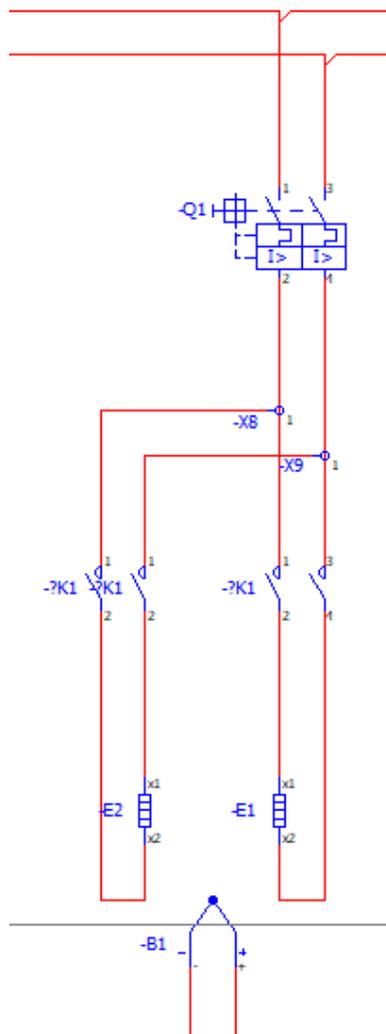


Figura 3.25: Circuito de potencia de los moldes para la vulcanizadora.

3.2 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Mediante las especificaciones realizadas anteriormente conjuntamente con los métodos utilizados para el diseño y construcción de la máquina vulcanizadora cumpliendo con los parámetros de condiciones técnicas de la tabla 3.5 se elegirá los respectivos materiales que hay en el mercado nacional para la elaboración de cada una de las piezas de la máquina y de esa manera ponerle en funcionamiento a la misma.

Tabla 3.5: Parámetro de condiciones técnicas para diseño

Parámetros técnicos para el diseño de la máquina	
Condición/Parámetro	Rango
Temperatura	70 – 90 °C
Presión	66 - 79 PSI
Tiempo	150 s – 300 s

3.2.2 Diseño del sistema mecánico de la maquina vulcanizadora

Tabla 3.6: Fuerzas actuantes por el molde

Datos		Resultado
Presión	$P = 544.658 \text{ kPa}$	$F = 41.394 \text{ kN}$
Área	$A = 0.0760 \text{ m}^2$	

3.2.2.1 Diseño de la estructura superior

Las reacciones en cada punto se determinan a partir de los diagramas de fuerzas cortantes y momentos flectores, y luego se utilizan como fuerzas para el diseño de las columnas.

El momento máximo al igual que su ubicación se muestra en la tabla 3.7.

Tabla 3.7: Reacciones obtenidas en la viga

Posición	Valores máximos
0 m	20.697 kN
0.251 m	41.394 kN
0.502 m	20.697 kN
0.251 m (Momento máximo)	-5.195 kN*m

Esfuerzo permisible

Después de alcanzar el momento máximo, se determina el esfuerzo permisible de esta forma:

Para el cálculo de esfuerzo permisible se utilizó la ecuación (3.2)

$$F_b = 0.6 * F_y$$

$$F_b = 0.6 * 36 \text{ kpsi}$$

$$F_b = 21.6 \text{ kpsi} = 1518.63 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces, finalmente se determina el módulo de sección (S_x) por la siguiente ecuación: (3.3)

$$S_x = \frac{\text{Momento}_{max}}{F_b}$$

$$S_x = \frac{52974.25 \text{ kg} * \text{cm}}{1518.63 \text{ kg/cm}^2}$$

$$S_x = 34.88 \text{ cm}^3$$

Una vez determinado el módulo de sección requerido, se compara con el módulo de sección del material que se utilizará debido a que tiene las siguientes propiedades proporcionadas por el proveedor.

UPN 120	$A_{sección} = 17 \text{ cm}^2$ $S_m = 60.70 \text{ cm}^3$
---------	---

Como se puede observar, el módulo de sección requerido es menor que el módulo de sección del perfil proporcionado, validándose de esta el material seleccionado con sus características.

$$S_x < S_m$$

$$34.88 \text{ cm}^3 < 60.70 \text{ cm}^3$$

Angulo de desplazamiento

El ángulo de desplazamiento se construye como una viga en voladizo con un empotramiento en un extremo y una carga a una distancia determinada por a . Cuando se aplica una fuerza de 42 kg a una distancia determinada del empotramiento para conocer las reacciones y el momento máximo ($Momento_{max}$), el ángulo de desplazamiento se elige de la siguiente manera:

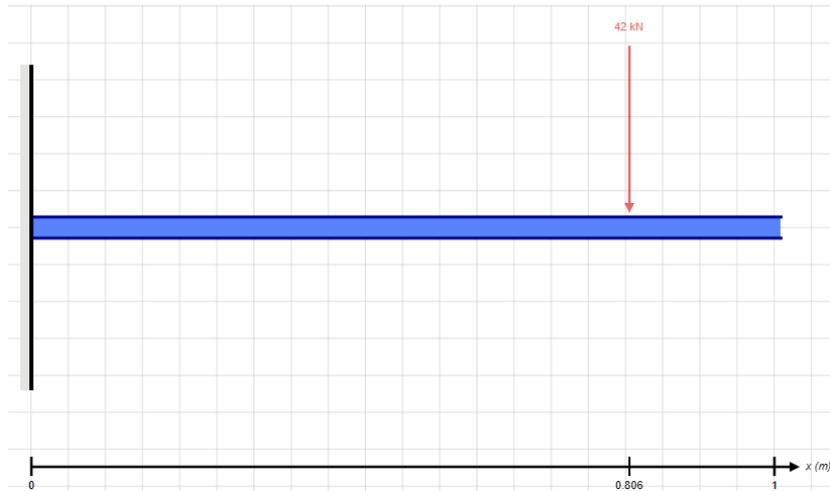


Figura 3.26: Representación de la fuerza aplicada en el ángulo

Datos:

$$F = 412 \text{ N}$$

$$a = 0.806 \text{ m}$$

$$M = F * d \tag{3.4}$$

$$M = 412 \text{ N} * 80.6 \text{ cm}$$

$$M = 33207.2 \text{ N} * \text{cm} = 3386.19 \text{ kg} * \text{cm}$$

Módulo de sección

Luego se procede a determina el esfuerzo permisible F_b , para finalmente determinar el módulo de sección S_x , de la siguiente manera:

Donde:

$$F_b = \text{Esfuerzo permisible (kpsi)}$$

$$F_y = 36 \text{ kpsi}$$

$$F_b = 0.6 * 36 \text{ kpsi} \quad (3.2)$$

$$F_b = 21.6 \text{ kpsi} = 1518.63 \text{ kg/cm}^2$$

Donde:

$$S_x = \text{Modulo de seccion (cm}^3\text{)}$$

$$M = \text{Momento: } 3386.19 \text{ kg * cm}$$

$$F_b = \text{Esfuerzo permisible: } 1518.63 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo que:

$$S_x = \frac{M}{F_b} \quad (3.3)$$

$$S_x = \frac{3386.19 \text{ kg * cm}}{1518.63 \text{ kg/cm}^2}$$

$$S_x = 2.23 \text{ cm}^3$$

En base al módulo de sección S_x calculando, se procede a determinar el ángulo requerido para soportar las cargas ejercidas por los conjuntos de los porta moldes que es el perfil angular 50x50x4.

Perfil angular 50x50x3	$A_{sección} = 3.70 \text{ cm}^2$ $S_m = 2.54 \text{ cm}^3$
------------------------	--

Con el módulo de sección requerido S_x , es menor al establecido por el módulo de sección originado por el material S_m , se da por valido la selección del ángulo.

$$S_x < S_m$$
$$2.23 \text{ cm}^3 < 2.54 \text{ cm}^3$$

3.2.2.2 Diseño de la estructura base inferior

Esfuerzo permisible

Entonces, una vez hallado el momento máximo se procede a determinar el esfuerzo permisible F_b

Donde:

$$F_b = \text{esfuerzo permisible } kg/cm^2$$

$$F_y = 36 \text{ kpsi}$$

$$F_b = 0.6 * 36 \text{ kpsi} \quad (3.2)$$

$$F_b = 21.6 \text{ kpsi} = 1518.63 \text{ kg/cm}^2$$

Módulo de selección

Luego de determinar el esfuerzo permisible F_b , y el momento máximo, finalmente se determina el módulo de sección S_x , de la siguiente manera:

Donde:

$$S_x = \text{Modulo de seccion } (cm^3)$$

$$M = \text{Momento: } 4161.67 \text{ kg} * \text{cm}$$

$$F_b = \text{Esfuerzo permisible: } 1518.63 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo que:

$$S_x = \frac{M}{F_b} \quad (3.3)$$

$$S_x = \frac{4161.67 \text{ kg} * \text{cm}}{1518.63 \text{ kg/cm}^2}$$

$$S_x = 2.74 \text{ cm}^3$$

Por lo tanto, una vez encontrado S_x se procede a determinar el ángulo adecuado.

Perfil angular 50x50x3	$A_{sección} = 4.54 \text{ cm}^2$ $S_m = 3.10 \text{ cm}^3$
------------------------	--

Con el módulo de sección requerido S_x , es menor al establecido por el módulo de sección originado por el material S_m , se da por valido la selección del ángulo.

$$S_x < S_m$$

$$2.74 \text{ cm}^3 < 3.10 \text{ cm}^3$$

3.2.2.3 Diseño del sistema de calentamiento

Ecuación para la cantidad de calor Q de la resistencia

La masa del molde a calentar es de 8 kg y la masa del balón es de 1 kg aproximadamente, así mismo el calor específico promedio del aluminio del cual está hecho el molde es de 0,911 kJ/kg °C, reemplazando en la formula se tiene:

$$E_{ent} = mc\Delta T$$

$$E_{ent} = (9 \text{ kg})(0.911 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C})(70^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})$$

$$E_{ent} = 409,95 \text{ kJ}$$

Se necesita 409,95 kJ para elevar la temperatura del molde de 20 °C a 70 °C.

Ecuación para determinar el tiempo de calentamiento

$$\Delta T = \frac{409,95 \text{ kJ}}{2000 \text{ kJ/s}}$$

$$\Delta T = 204.97 \text{ s} \approx 3,41 \text{ min}$$

El tiempo necesario para que las resistencias eleven la temperatura de las tapas del molde es de tres minutos aproximadamente.

Ecuación para la resistencia total del sistema

Se calcula las resistencias mediante la ecuación (3.14)

$$R_{Total} = \frac{1}{2\pi(0,108\text{m})\left(10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 * \text{K}}\right)} + \frac{0.129 \text{ m} - 0.108 \text{ m}}{2\pi * (0.108\text{m} * 0.129\text{m}) * 237 \frac{\text{W}}{\text{m} * \text{K}}}$$

$$+ \frac{0.139 \text{ m} - 0.129 \text{ m}}{2\pi * (0.129\text{m} * 0.139\text{m}) * 0.043 \frac{\text{W}}{\text{m} * \text{K}}} + \frac{1}{2\pi(0,139\text{m})\left(10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 * \text{K}}\right)}$$

$$R_{Total} = 3.55 \frac{^{\circ}K}{W}$$

Finalmente encontrado la resistencia total del sistema se procede a determinar la transferencia de calor hacia fuera del sistema (exterior del porta molde) con la ecuación 3.14.

Ecuación para la transferencia de calor

$$\dot{Q} = \frac{343,15^{\circ}K - 293,15^{\circ}K}{3.55 \frac{^{\circ}K}{W}}$$

$$\dot{Q} = 14,08 W$$

Entonces, la cantidad de calor transferido hacia el exterior por unidad de tiempo del porta molde es 14,08 W.

3.2.2.4 Diseño de sistema neumático

Calculo para el diámetro de la tubería

La variable V (velocidad) se plantea con un valor de 30 m/s ya que es un valor adecuado para el sistema, entonces se procede a reemplazar datos y a encontrar el diámetro.

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0,00655 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi * 30 \text{ m/s}}}$$

$$D = 0,016 \text{ m} \approx 16 \text{ mm}$$

Finalmente se encuentra un diámetro comercial aproximado y para este caso se seleccionó una tubería de 1/2" de pulgada



Figura 3.27 Sistema de tubería de aire comprimido

3.2.2.5 Diseño del sistema eléctrico

Cálculo de la corriente

Con la potencia calculada anteriormente de las resistencias con los datos obtenidos, cada tapa del molde tiene una resistencia de 2000W, entonces para las dos será de 4000W se toma este dato para el cálculo de la corriente.

Se utilizará la ecuación (3.15)

$$I = \frac{P}{V}$$

Reemplazamos en la ecuación, tenemos

$$I = \frac{4000W}{220V} = 18.1 A$$

Con el amperaje calculado, Para seleccionar el interruptor es mediante la siguiente ecuación

$$I_p = 1.25 * I$$

Se aplica esta fórmula con el fin de obtener una corriente de protección Entonces,

Reemplazando en la ecuación

$$I_p = 1.25 * 18.1 A$$

$$I_p = 22.62 A$$

Como resultado tenemos una corriente de protección de 22.62 A (amperios), Por consiguiente, se seleccionará un interruptor con ese amperaje.

Diagrama de control de la temperatura

La conexión eléctrica del controlador de temperatura del modelo C-100 consta de 10 puertos entre entradas y salidas, los cuales se detalla en la figura 3.28:

Entradas del controlador de temperatura

- En el pin 1 y 2 es alimentación
- En el pin 9 y 10 sensor de temperatura (termocupla)

Salidas del controlador de temperatura

- En el pin 4 y 5 contactor NC, NO respectivamente.
- En el pin 6 y 7 alm1
- En el pin 3 contactor out

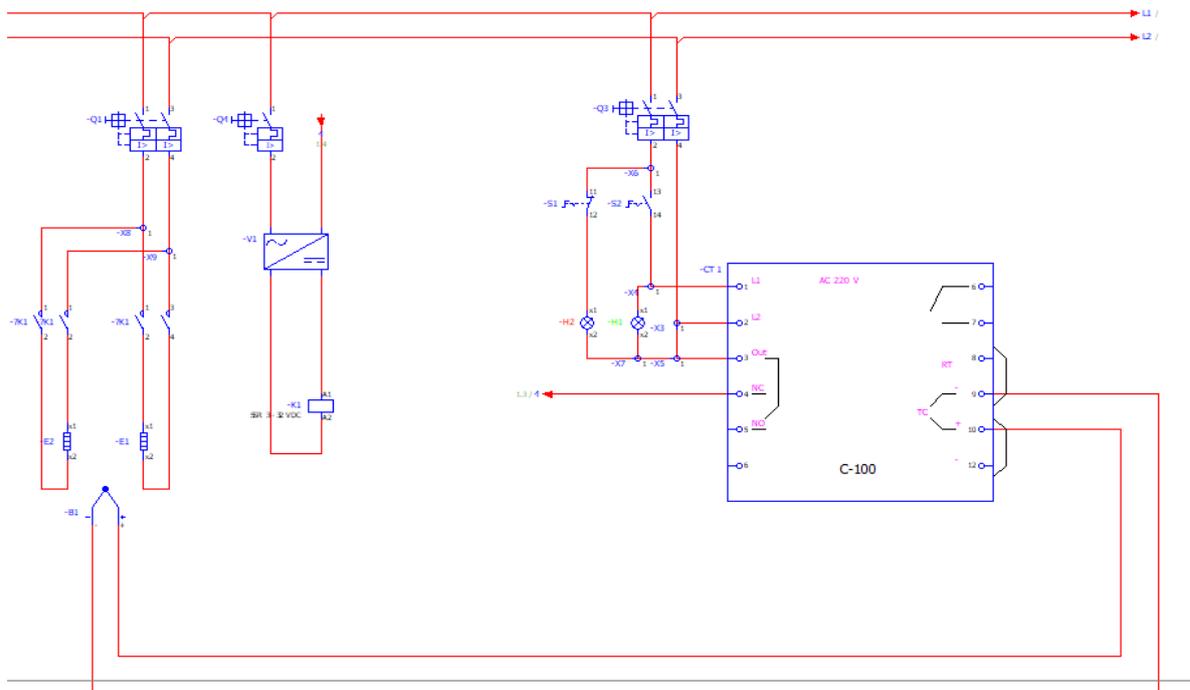


Figura 3.28: Diagrama de conexión del controlador de temperatura. [9]

3.2.2.6 Simulaciones de la máquina

3.2.2.6.1 Simulación térmica del porta molde

En la siguiente figura 3.29 se puede observar como el calor suministrado por las resistencias es conducido a través del molde.

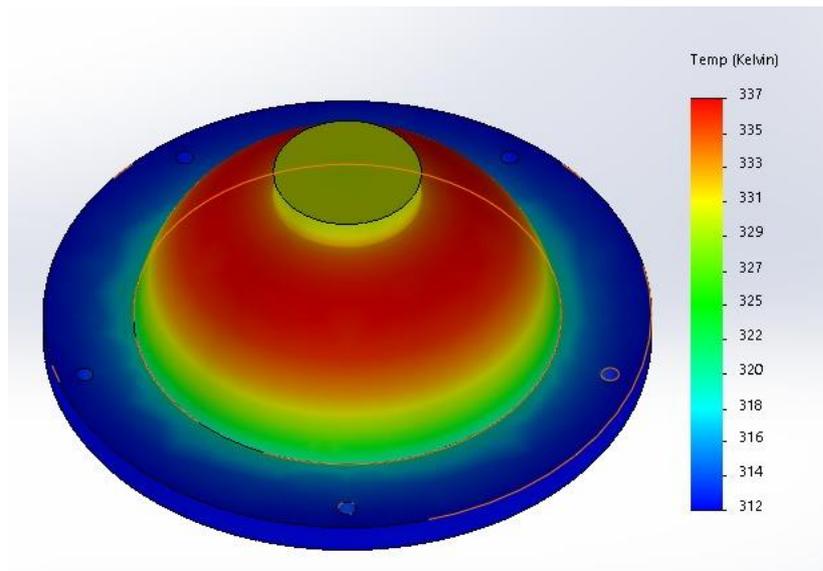


Figura 3.29: Simulación del porta molde

3.2.2.6.2 Simulación de la estructura base inferior

En la siguiente figura 3.30 se puede observar una simulación estática de las fuerzas que actúan sobre la estructura base de la máquina.

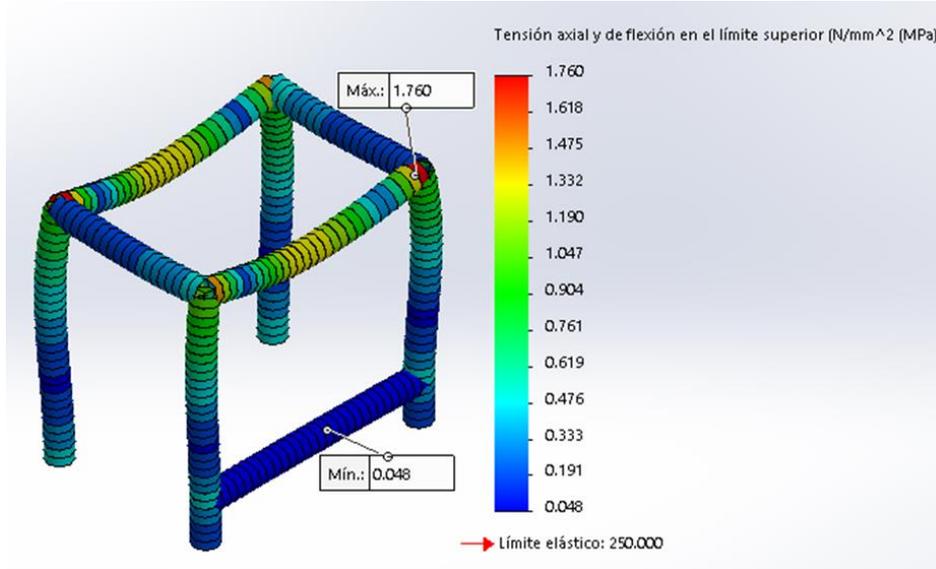


Figura 3.30: Simulación de las tensiones máximas y mínimas de la estructura

En la siguiente figura 3.31 se puede observar una simulación del desplazamiento máximo y mínimo que afectan la estructura base de la máquina.

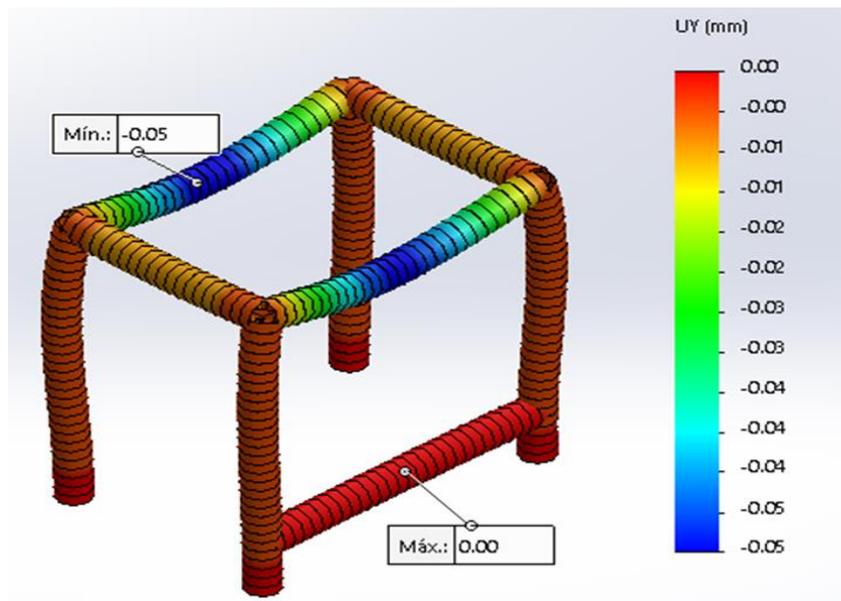


Figura 3.31: Simulación del desplazamiento de la estructura base

3.2.2.6.3 Ensayo de la máquina vulcanizadora

Con respecto a las pruebas realizadas en la máquina neumática de vulcanización de pelotas, se realizaron pruebas con cambios en variables como la presión de aire utilizada para inflar el balón, tiempos y temperaturas ideales para producir un balón estéticamente agradable y evitar daños como quemaduras. y ajustes en la forma de repujado del material, para lo cual se realizaron pruebas. Para lograr los rangos de moldeo ideales y las condiciones bajo las cuales se debe diseñar y fabricar la máquina, se varía cada parámetro del proceso de moldeo y se evalúan sus efectos en base a los factores antes mencionados.

Se requiere establecer un criterio de aceptación y rechazo para probar diferentes condiciones de moldeo y determinar los parámetros óptimos de diseño de la máquina. Los parámetros para evaluar si un balón es aprobado son:

- a) Conserva el brillo característico del material PVC
- b) Conserva el repujado intacto
- c) Piezas alineadas
- d) Línea de cierre de tapas del molde casi imperceptible o inexistente



Figura 3.32: Balón con un correcto acabado superficial

- a) Conservar el brillo característico del material PVC

El cuero sintético presenta un brillo natural en su superficie el cual se pierde cuando este se quema en el momento del moldeo, en la figura 3.32 se observa cómo después del proceso de moldeo el cuero sintético del balón conservo su brillo característico.

b) Conservar el repujado intacto

Cuando el balón permanece dentro del molde por un tiempo muy corto, el repujado que este obtiene tiende a desaparecer con el paso del tiempo, es por eso que se tiene que controlar de una manera adecuada el tiempo de moldeo.



Figura 3.33: Repujado de las piezas del balón

c) Piezas alineadas con las venas de moldeo

Para evitar la aparición de una línea de moldeo en la unión de las tapas de los moldes, las tapas de los moldes deben estar bien apretadas, asegurándose de que el cierre sea lo más hermético posible.



Figura 3.34: Venas internas en el molde

d) Líneas de cierre de tapas del molde

Para evitar la aparición de una línea de moldeo en la unión de las tapas de los moldes, las tapas de los moldes deben estar bien apretadas, asegurándose de que el cierre sea lo más hermético posible.



Figura 3.35: Apriete correcto de las dos tapas del molde

Se modifican tiempos de cocción, presión de inflado y temperatura de cocción en las pruebas de moldeo para lograr los rangos óptimos de moldeo.

Las pruebas demostraron que el tiempo de calentamiento disminuye a medida que aumenta la presión y la temperatura de cocción. Por lo que los parámetros establecidos para el diseño de la tabla 3.5 de la máquina serían los adecuados.

3.2.2.6.4 Ensayo de la máquina tiempo vs temperatura

Ensayo de la máquina Tiempo vs Temperatura

En este apartado se detalla según las pruebas y ensayos que se realizó con la máquina ya puesta en funcionamiento y realizando el proceso de vulcanización del balón da como resultado en cuanto a la temperatura – tiempo.

En la tabla 3.8 se visualizan los valores medidos de tiempo y temperatura en las pruebas de calentamiento de la máquina en este caso específico en las resistencias en el interior del molde.

Tabla 3.8: Ensayo en el calentamiento de los moldes

Tiempo minutos	Temperatura °C
0	17,50
1	39,50
2	47,3
3	65,5
4	71,4
5	75,3
6	75,5
7	74,8
8	74,3
9	73,4
10	72,50

Gráfica de la prueba de calentamiento

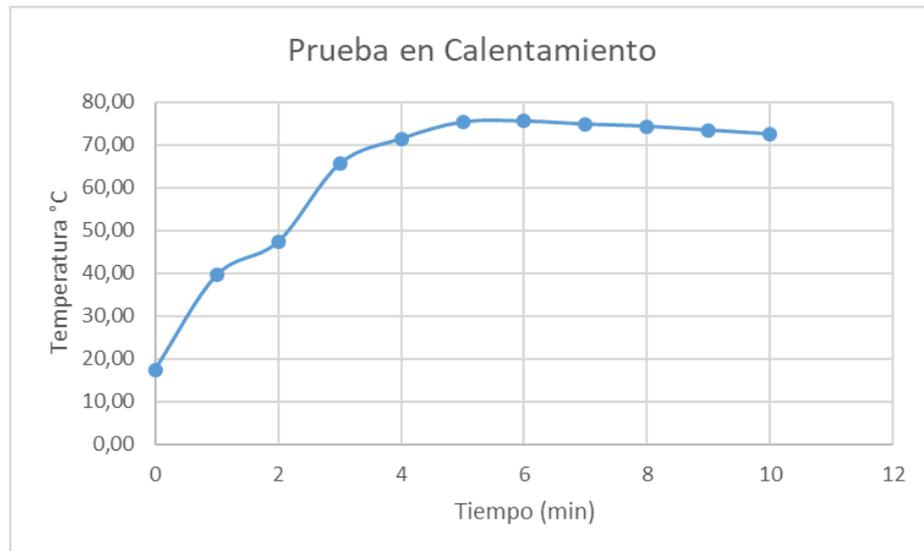


Figura 3.36: Prueba de calentamiento de las resistencias

En la figura 3.36 se observa como la temperatura se va incrementando hasta llegar al set point programado en el controlador (pirómetro) y una vez que se haya llegado a la temperatura deseada de aproximadamente 70° C se mantendrá mediante el control on/off.

3.3 EVALUACIÓN TÉCNICO SOCIAL, AMBIENTAL, Y/O ECONÓMICA:

Para la fabricación de la maquina vulcanizadora neumática de balones se tuvo que sacar un presupuesto el cual está dividido por diferentes secciones, recalcando que cada uno es importante para un correcto funcionamiento de la misma, además gracias a esto se podrá optimizar gastos en los diferentes componentes, las secciones son las siguientes:

- Estructura del sistema
- Sistema eléctrico
- Sistema neumático
- Sistema de calentamiento

3.3.1 Costo de la estructura del sistema

Tabla 3.9: Costos de las estructuras

Estructura				
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Valor
Perfil UPN (120x55) A36	metros	3	\$ 17.65	\$ 52.95
Ángulo (50x4 mm)	unidad	2	\$ 4.38	\$ 8.76
Ángulo (40x3 mm)	metros	5	\$ 8.40	\$ 42.00
Placa (470x380 mm)	unidad	1	\$ 12.00	\$ 12.00
Bocín de bronce (1")	unidad	1	\$ 5.00	\$ 5.00
Eje (4"x40mm) ASTM 1045	unidad	1	\$ 5.70	\$ 5.70
Eje (1"x590mm) ASTM 1045	unidad	1	\$ 4.50	\$ 4.50
Eje (7/8"x500mm) ASTM 1045	unidad	1	\$ 9.80	\$ 9.80
Tuerca hexagonal (1")	unidad	2	\$ 2.50	\$ 5.00
Pintura sintética	litros	1	\$ 11.50	\$ 11.50
			Subtotal	\$ 157.21

3.3.2 Costo del sistema neumático

Tabla 3.10: Costo del sistema neumático

Sistema neumático				
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Valor
Manómetro	Pulgada	1	\$ 3.50	\$ 3.50
Válvulas de bola	Pulgada	2	\$ 5.25	\$ 10.50
Mangueras de aire comprimido	metro	2	\$ 0.85	\$ 1.70
Unión tipo T	Pulgada	1	\$ 1.25	\$ 1.25
Acoples de 1/2"	unidad	6	\$ 2.00	\$ 12.00
Tubería de aire 1/2"	metro	1.50	\$ 5	\$ 5
			Subtotal	\$ 33.95

3.3.4 Costo del sistema Eléctrico

Tabla 3.11: Costo del sistema eléctrico

Sistema eléctrico				
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Valor
Cont. de temperatura + termocupla J	unidad	1	\$ 80.00	\$ 80.00
Selector de dos posiciones	unidad	1	\$ 2.50	\$ 2.50
Final de carrera	metros	1	\$ 10.00	\$ 10.00
Contactador dos polos	metros	1	\$ 16.00	\$ 16.00
luz piloto	unidad	1	\$ 1.58	\$ 1.58
gabinete	unidad	1	\$ 40.00	\$ 40.00
breaker	unidad	1	\$ 13.62	\$ 13.62
Cable de control #18	metros	12	\$ 0.70	\$ 8.40
			Subtotal	\$ 172.10

3.3.5 Costo del sistema de calentamiento

Tabla 3.12: Costo del sistema de calentamiento

Sistema de calentamiento				
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo F.
Resistencias eléctricas tubulares	unidad	2	\$ 80.00	\$ 160.00
lana de vidrio	metros	4	\$ 28.00	\$ 112.00
			Subtotal	\$ 272.00

3.3.6 Costo total del sistema

Tabla 3.13: Costo total de la máquina

Costo total de la máquina	
Elemento	Valor
Estructura del sistema	\$ 157.21
Sistema neumático	\$ 33.95
Sistema Eléctrico	\$ 172.10
Sistema de calentamiento	\$ 272.00
subtotal	\$ 635.26

4. CONCLUSIONES DEL PROYECTO

4.1 CONCLUSIONES

- Mediante la investigación del proceso de vulcanizado y de datos obtenidos de manera práctica se logró establecer parámetros de operación los cuales son: la temperatura superficial entre el molde y el porta molde (70 - 90) °C, Tiempo: (4 - 5) minutos, Presión (66 - 79) psi, estos mismos que ayudaron a la selección y construcción de los

componentes constitutivos de la prensa vulcanizadora. Además de hacer una comparación con el vulcanizado artesanal a mano, se pudo determinar que el proceso de vulcanizado del balón implementando la máquina mejoró de forma significativa, ya que se redujo el tiempo del proceso a la mitad: de 10 minutos a 5 minutos sin afectar las características del material del balón, así mismo como se redujo el tiempo de vulcanizado de cada balón por consecuencia el número de balones vulcanizados aumentara acelerando así la producción del taller.

- Para el diseño del sistema de calentamiento se tomó como base la conducción de calor de un sistema en estado estacionario, ya que con este tipo problema se pueden resolver de manera más fácil utilizando los conceptos de resistencia térmica, diferencia de temperaturas y la rapidez de la transferencia de calor donde los moldes con la implementación de dos resistencias tubulares de 2000 W cada una, en el cual permitió alcanzar la temperatura de 70 °C en un tiempo de 3,41 minutos para realizar el proceso, una vez transcurrido ese tiempo el sistema tiende a estabilizarse manteniendo una temperatura uniforme con una variación mínima en el sistema.
- En el diseño de los diferentes componentes mecánicos de la máquina se realizó basándose en el análisis de esfuerzo y deformaciones, tratando así de mantener un diseño seguro con factor de seguridad de 2,7 y con dimensiones de 0,72 m de largo, de ancho 0,50m y con un peso de 141,8 kg donde se seleccionó los materiales adecuados como acero A36 para la estructura superior e inferior de la máquina que sean fáciles de encontrar en el mercado a un costo accesible. Las resistencias eléctricas se adquirieron en el mercado ya que fueron prefabricadas con dimensiones específicas para el sistema. El ensamble de los demás componentes se los hizo mediante procesos de manufactura cumpliendo con los diferentes requerimientos de seguridad para un buen funcionamiento de la máquina.
- Mediante pruebas de funcionamiento se observó que la temperatura óptima para el vulcanizado de los balones es de 70° grados Celsius en un tiempo de 5 minutos con una presión de 66 psi.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda la implementación de un puesto de frío para mejorar el proceso de vulcanizado.

- Se recomienda tener un cronograma de mantenimiento o revisión para mantener un buen estado de los componentes especialmente de los componentes eléctricos que conforman el sistema de control de temperatura de la máquina.
- Al encender la maquina es necesario esperar a que las resistencias calienten el sistema hasta que todas las superficies logren alcanza una temperatura uniforme para empezar hacer uso de la máquina.
- Es importante que la ubicación de la máquina este en un lugar libre de cualquier material o producto inflamable ya que se trabaja con calor a altas temperaturas.
- Para el uso de la máquina es necesario tener conocimiento previo del funcionamiento de la misma para el personal que vaya hacer uso para asi evitar futuros accidentes imprevistos.
- Al momento de terminar de usar la máquina hay que tener en cuenta que las superficies de los moldes seguirán calientes por un tiempo hasta disipar o transferir el calor hacia el ambiente y baje la temperatura si posteriormente se desea realizar alguna maniobra con la máquina.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. A. Norambuena, «Diseño y contrucción de una máquina moldeadora de balones de futbol mediante calentamiento y enfriado,» Universidad Técnica de Ambato , Ambato, 2017.
- [2] E. L. Segundo, Diseño y construcción de una prensa de vulcanización para la reparación de neumáticos en la vulcanizadora El Milenio, Ambato : Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Mecánica, 2017.
- [3] E. M. S. Gabriela Harari Betancourt, «Manufactura para balones,» +Ciencia De la Facultad de Ingeniería , vol. 8, nº 23, p. 11, 2020.
- [4] Jeferson, «Proceso de producción del balón de fútbol,» Sistema de manufactura , Colombia, 2013.
- [5] C. Pérez, Balón de fútbol de cuero sintético, Colombia: El deporte, 2022.
- [6] C. Troncoso, El Caucho, Chile: Institutulo de los ingenieros de Chile, 2017.
- [7] G. Cid, «Balón Mikasa,» El confidencial, Tailandia, 2018.
- [8] C. Garcia, «Proceso de fundición,» Ingenieria mecanica, Colombia, 2023.

- [9] M. Teran, Tipos de Moldeos y nucleos, Veracruz: Intituto tecnológico de Veracruz, 2022.
- [10] J. Holman, Transferencia de Calor, Mexico: Continental S.A. Mexico , 1999.
- [11] Y. A, «Transferencia de Calor,» de Conducción de calor en regimen transitorio, España , Universidad del pais Vasco, 2016, p. 171.
- [12] Y. Gengel, «Transferencia de calor y masa,» de Tranferencia de calor Radiación y Convección , Mexico, Punta Santa Fe, 2002, p. 355.
- [13] G. A. Jaramillo, Electricidad y magnetismo, México: Trillas, 2003.
- [14] Polimex, «Resistencias eléctricas industriales,» Fabricacion de resistencias tubulares, México, 2017.
- [15] A. M. Domingo, Termodinámica, California: Creative Commons, 2015.
- [16] I. T. S.A, «Controladores de temperatura,» Jm Industrial, Iztapalapa, 2018.
- [17] E. J. C. Q, «Sistema de Control de Temperatura,» Facultad de Tecnologia, Lima-Perú, 2018.
- [18] K. Guerrero, Sensores de temperatura, México: Universidad Autonoma de Tlaxcala, 2020.
- [19] A. M. Goyanes, Neumática, España: Universidad de Vigo, 2013.
- [20] Biblus, «Sistema de aire comprimido,» Univiersidad de Sevilla, Sevilla España, 2018.
- [21] A. Manjarrés, «Diseño y construccion de un sistema de transportación y clasificación por color y tipo de material,» Escuela Politecnica Nacional, Quito , 2009.
- [22] N. e. Hidráulica, «Distribución de aire comprimido,» Neumatica , Sevilla, 2009.
- [23] R. S. Sánchez, Determinación del mecanismo de agrietamiento en le union de acero estructural y acero forjado, Saltillo, México: Corporación mexicana de investigación en materiales, 2009.

[24] F. Mesias, Estudio del comportamiento del acero A36 mediante ensayos de traccion para determinar fallas en elementos estructurales, mediante la Norma ASTM E8, Ambato: Universidad Tecnica de Ambato, 2012.

ANEXOS

ANEXO I
INFORME COMPILATIO

INFORME ANTI PLAGIO PROYECTO DE TITULACIÓN

Facultad:	Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas
Carrera:	Ingeniería Electromecánica
Nombre del docente evaluador que emite en informe:	Ing. M.sc Luis Miguel Navarrete López
Documento evaluado:	Propuesta Tecnológica presentada previa a la obtención del Título de Ingeniero Electromecánico.
Autores del documento:	Choto Iza Edgar Wladimir Moreta Carrera Steven Damián
Programa de similitud según el programa utilizado:	Sistema COMPILATIO
Observaciones: Calificación de originalidad atendidos a los siguientes criterios:	9%
<ul style="list-style-type: none"> El documento cumple criterios de originalidad, sin observaciones. 	
Fecha de realización del informe	21/08/2023

Captura de pantalla del documento analizado



CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magnizer

9%
Similitudes

2% Texto entre comillas
+ 1% similitudes entre comillas

0% Idioma no reconocido

Tesis DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA VULCANIZADORA NEUMÁTICA PARA BALONES DE FUTBOL EN EL TALLER AR

Nombre del documento: Tesis DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PRENSA VULCANIZADORA NEUMÁTICA PARA BALONES DE FUTBOL EN EL TALLER AR.docx

ID del documento: c95cb40fbaace4f8ac878723364bb4d150b4a4cd

Tamaño del documento original: 5.81 MB

Depositante: LUIS MIGUEL NAVARRETE LOPEZ

Fecha de depósito: 21/8/2023

Tipo de carga: interface

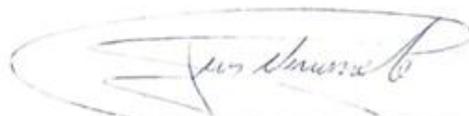
fecha de fin de analisis: 21/8/2023

Número de palabras: 14.041

Número de caracteres: 90.967

Ubicación de las similitudes en el documento:

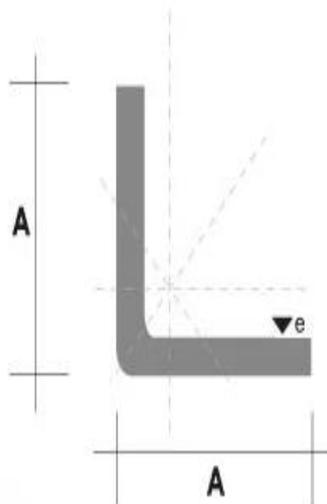




Ing. M.sc Luis Miguel Navarrete López

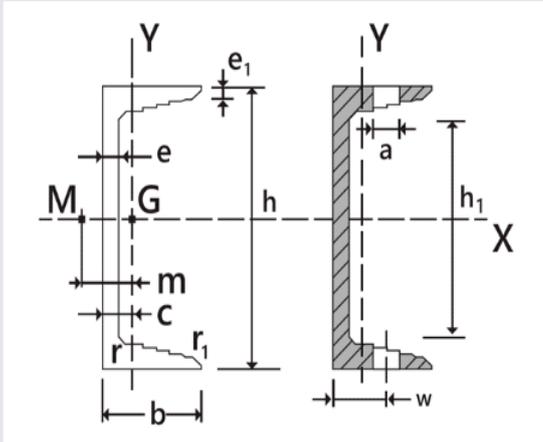
C.C. 180374728-4

ANEXO II
CATÁLOGOS



Denominación	Dimensiones		Peso		Área
	mm		kg/m	kg/6m	cm ²
	A	e			
AL 20X2	20	2	0.60	3.62	0.76
AL 20X3	20	3	0.87	5.27	1.11
AL 25X2	25	2	0.75	4.56	0.96
AL 25X3	25	3	1.11	6.68	1.41
AL 25X4	25	4	1.45	8.75	1.84
AL 30X3	30	3	1.36	8.13	1.71
AL 30X4	30	4	1.77	10.63	2.24
AL 40X3	40	3	1.81	11.00	2.31
AL 40X4	40	4	2.39	14.34	3.04
AL 40X6	40	6	3.49	21.34	4.44
AL 50X3	50	3	2.29	13.85	2.91
AL 50X4	50	4	3.02	18.33	3.84
AL 50X6	50	6	4.43	26.58	5.64
AL 60X6	60	6	5.37	32.54	6.84
AL 60X8	60	8	7.09	42.54	9.03
AL 65X6	65	6	5.84	35.25	7.44
AL 70X6	70	6	6.32	38.28	8.05
AL 75X6	75	6	6.78	40.65	8.64
AL 75X8	75	8	8.92	54.18	11.36
AL 80X8	80	8	9.14	54.84	11.60
AL 100X6	100	6	9.14	54.84	11.64
AL 100X8	100	8	12.06	72.36	15.36
AL 100X10	100	10	15.04	90.24	19.15
AL 100X12	100	12	18.26	109.56	22.56

A = Área de la sección
 S_x = Momento estático de media sección, respecto a X.
 I_x = Momento de inercia de la sección, respecto a X.
 $W_x = 2I_x : h$. Módulo resistente a la sección, respecto a X.
 $i_x = (I_x : A)^{1/2}$. Radio de giro de la sección, respecto a X.
 I_y = Momento de inercia de la sección, respecto a Y.
 $W_y = 2I_y : (b-c)$. Mínimo módulo resistente de la sección, respecto a Y.
 $i_y = (I_y : A)^{1/2}$. Radio de giro de la sección, respecto a Y.
 I_t = Módulo de torsión de la sección.
 c = Posición del eje Y.
 u = Perímetro de la sección.
 a = Diámetro del agujero del roblón normal.
 w = Gramil, distancia entre ejes de agujeros.
 h_1 = Altura de la parte plana del alma.
 p = Peso por metro



PERFILES UPN																					
Perfil	Dimensiones							Términos de la sección									Agujeros			Peso p kp/m	
	h mm	b mm	e mm	e ₁ =r mm	r ₁ mm	h ₁ mm	u mm	A cm	S _x cm ³	I _x cm ⁴	W _x cm ³	i _x cm	I _y cm ⁴	W _y cm ³	i _y cm	I _t cm ⁴	c cm	m cm	w mm		a mm
UPN 80	80	45	6,0	8,0	4,0	46	312	11,0	15,9	106	26,5	3,10	19,4	6,36	1,33	2,24	1,45	2,67	25	13	8,64
UPN 100	100	50	6,0	8,5	4,5	64	372	13,5	24,5	206	41,2	3,91	29,3	8,49	1,47	2,96	1,55	2,93	30	13	10,60
UPN 120	120	55	7,0	9,0	4,5	82	434	17,0	36,3	364	60,7	4,62	43,2	11,1	1,59	4,3	1,60	3,03	30	1	13,4
UPN 140	140	60	7,0	10,0	5,0	98	489	20,4	51,4	605	86,4	5,45	62	14,8	1,75	6,02	1,75	3,37	35	17	16
UPN 160	160	65	7,5	10,5	5,5	115	546	24,0	68,8	923	116	6,21	85,3	18,3	1,89	7,81	1,84	3,56	35	21	18,8
UPN 180	180	70	8,0	11,0	5,5	133	611	28,0	89,6	1350	150	6,95	114	22,4	2,02	9,98	1,92	3,75	40	21	22
UPN 200	200	75	8,5	11,5	6,0	151	661	32,2	114	1910	191	7,70	148	27,0	2,14	12,6	2,01	3,94	40	23	25,3
UPN 220	220	80	9,0	12,5	6,5	167	718	37,4	146	2690	245	8,48	197	33,6	2,3	17,0	2,14	4,2	45	23	29,4
UPN 240	240	85	9,5	13,0	6,5	184	775	42,3	179	3600	300	9,22	248	39,6	2,42	20,8	2,23	4,39	45	25	33,2
UPN 260	260	90	10	14,0	7,0	200	834	48,3	221	4820	371	9,99	317	47,7	2,56	23,7	2,36	4,5	50	25	37,0
UPN 280	280	95	10	15,0	7,5	216	890	53,3	266	6280	448	10,9	399	57,2	2,74	33,2	2,53	4,6	50	25	40,0
UPN 300	300	100	10	16,0	8,0	232	950	58,8	316	8030	535	11,7	495	67,8	2,90	40,6	2,70	5,41	55	25	46,2

Hola, en que te podemos ayudar. 😊

EJES

ACERO 705

Especificaciones Generales:

Norma: AISI 4340 (705)

Descripción: Es un acero bonificado al cromo, níquel, molibdeno, altamente resistente a la tracción, torsión y a cambios de flexión. Insensible al sobrecalentamiento en el forjado y libre de propensión a la fragilidad del revenido.

Aplicaciones: Partes de maquinarias sometidas a altos esfuerzos, brazo de dirección, cigueñales, árboles de leva, barras de torsión, embragues, piñones, barras de cardán, ejes de bomba, ejes para aviones, muñones, pernos de alto grado de tensión, rodillos de transportadora, etc.

Largo: 6 metros

DIMENSIONES

DIÁMETRO
12 mm
19 mm
25 mm
32 mm
38 mm
45 mm
50 mm
60 mm
70 mm
90 mm



COMPOSICIÓN QUÍMICA

%C	%Si	%Mn	%P	%S
0,34	0,1- 0,35	0,60 - 0,80	0,04 - 0,30	0,002 - 0,03

PROPIEDADES MECÁNICAS

DIÁMETRO (mm)	RESISTENCIA MECÁNICA (N/mm ²)	PUNTO DE FLUENCIA (N/mm ²)	Elongación % Min.	DUREZA ROCKWELL
---------------	---	--	-------------------	-----------------

PLANCHAS

LAMINADAS AL CALIENTE

Especificaciones Generales:

Norma:	NTE INEN 115
Espesores:	ASTM A36 - SAE J 403 1008
Espesores:	2mm a 12mm
Rollos:	Ancho 1000, 1220, 1500mm
Planchas:	4 x 8 pies y medidas especiales
Acabado:	Acero Negro



Calidad Comercial

Calidad	Composición Química							Propiedades Mecánicas				Norma Equivalente
	% C	%MN	%P	%S	%SI	%AL	%CU	Esfuerzo Máximo (Mpa)	Alargamiento %	Doblado 180°		
JIS G3131 SPHC	0,08 0,13	0,3 0,6	0,02 max	0,025 max	0,05 max	0,02 0,08	0,2 max	270 min	29 min	0= 0e	SAE 1010 ASTM A-569	
SAE 1008	0,03 0,1	0,25 0,5	0,02 max	0,025 max	0,04 max	0,02 0,08	0,2 max				JIS G3132 SPHT1	
SAE 1012	0,1 0,15	0,3 0,6	0,02 max	0,025 max	0,03 max	0,02 0,08	0,2 max				ASTM A-635 ASTM A-570 GRADO 33	

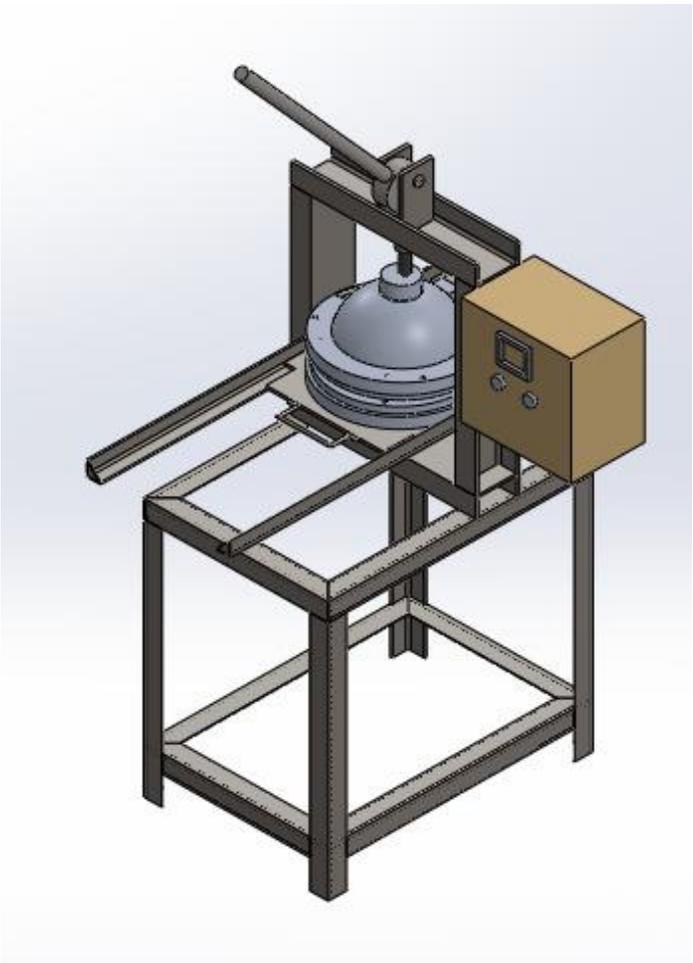
Calidad Estructural

Norma	Composición Química							Propiedades Mecánicas					Norma Equivalente
	% C	%MN	%P	%S	%SI	%CU	OTROS	Fluencia (Mpa)	Esfuerzo Máximo (Mpa)	Alargamiento %	Doblado 180°		
ASTM A-588M Grado A	0,19 max	0,8 1,25	0,04 max	0,05 max	0,3 0,6	0,25 0,40	Ni 0,15-0,35 Cr 0,40-0,65 V 0,02-0,10	345 min	485 min	18 min			
ASTM A-283 Grado C	0,12 0,18	0,3 0,6	0,025 max	0,03 max	0,04 max	0,2 max		205 min	380 516 max	25 min	0=1,5e	SAE 1015	

FICHA TÉCNICA MÁQUINA VULCANIZADORA

Especificaciones Técnicas	
Tensión	220 V
Intensidad	22.62 A
Potencia	2000 W
Materiales	
Estructura	ASTM A36
Moldes	Aluminio
Palanca	AISI 1018
Dimensiones	
Largo	0,72 m
Ancho	0,50 m
Altura	1,43 m
Peso	141,8 kg

MÁQUINA VULCANIZADORA NEUMÁTICA PARA BALONES DE FÚTBOL



MANUAL DE OPERACIÓN DE LA MÁQUINA VULCANIZADORA

Antes de que la máquina entre en funcionamiento es necesario seguir las siguientes indicaciones para un correcto funcionamiento de la máquina vulcanizadora.

1. Energizar la maquina vulcanizadora con un voltaje de 220 V, mediante el uso de un cable de alimentación.
2. Mediante el selector de dos posiciones energizar el sistema eléctrico que controlan el calentamiento de la maquina vulcanizadora.
3. Fijar el tiempo adecuado de vulcanizado.
4. Fijar la temperatura deseada en el controlador de temperatura.
5. Esperar que las resistencias eleven la temperatura de los moldes hasta la temperatura antes fijada.
6. Abrir las tapas del molde.
7. Colocar el balón dentro del molde.
8. Cerrar las tapas del molde.
9. Empujar la bandeja porta moldes hasta el tope.
10. Apretar las tapas del molde con la polea excéntrica.
11. Inflar el balón hasta llegar a la presión deseada.
12. Esperar a que cumpla con el tiempo de vulcanizado.
13. Evacuar el aire dentro del balón.
14. Retirar el apriete que ejerce la polea excéntrica sobre los moldes.
15. Halar la bandeja porta moldes y separar las tapas de los moldes.
16. Retirar el balón vulcanizado.

Para el apagado de la máquina se lo hace desenraizando el sistema eléctrico y desconectando el cable de alimentación.

ANEXO VIII

PLANOS DE CONSTRUCCIÓN MECÁNICA

1

2

3

4

A

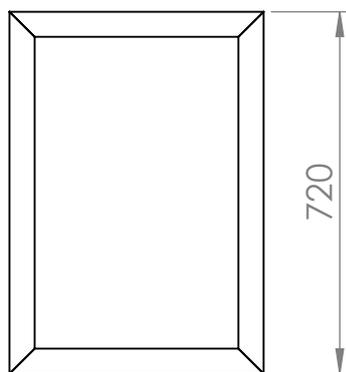
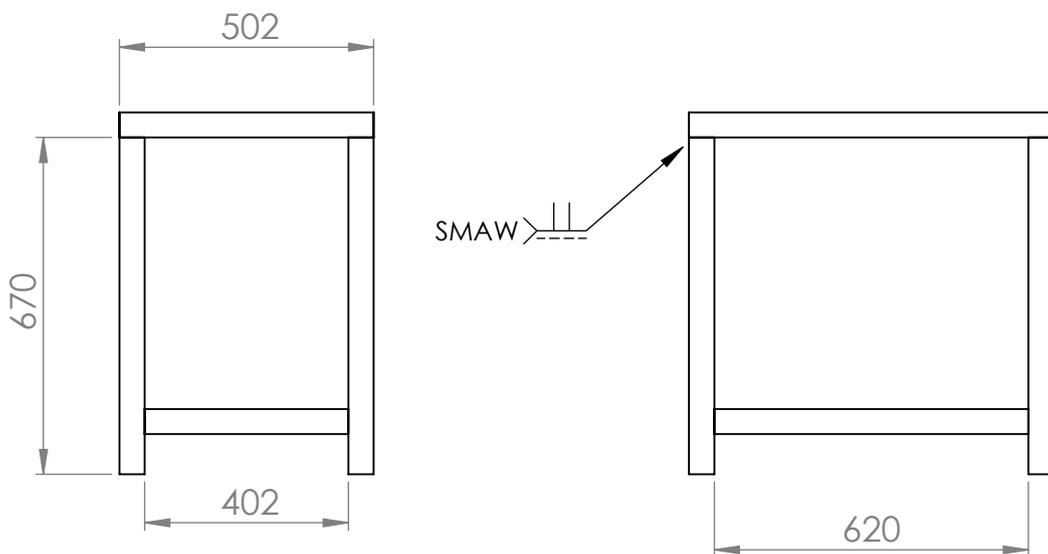
B

C

D

E

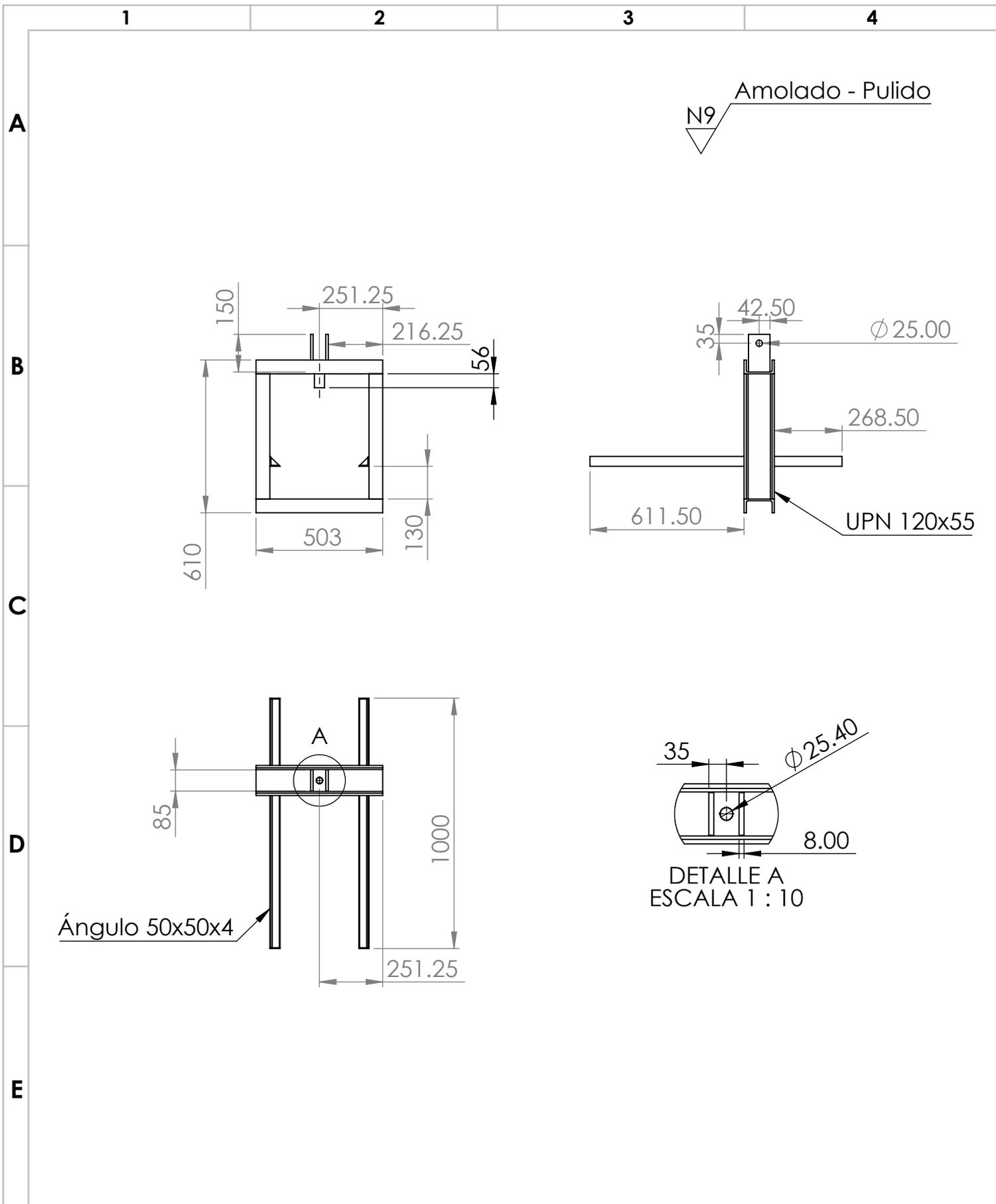
N9 Amolado-Pulido



Ángulo 50x50x4

				Tolerancias	(Peso)	Material:	
				± 0,1	21,7 kg	ASTM A36	
					Fecha	Nombre	Denominación:
				Dib.	24/07/23	Moreta. S	Escala
				Rev.	24/07/23	Ing. Navarrete L.	1:15
				Apro.	24/07/23	Ing. Navarrete L.	
				U.T.C		Número del dibujo:	01
				INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA		Sustitución	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Registro	





				Tolerancias	(Peso)	Material:	
				$\pm 0,1$	34,9 kg	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala
				Dib. 24/07/23	Moreta. S		
				Rev. 24/07/23	Ing. Navarrete L.		
				Apro. 24/07/23	Ing. Navarrete L.	Estructura Superior	1:20
				U.T.C			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		02	
						Sustitución	

1

2

3

4

A

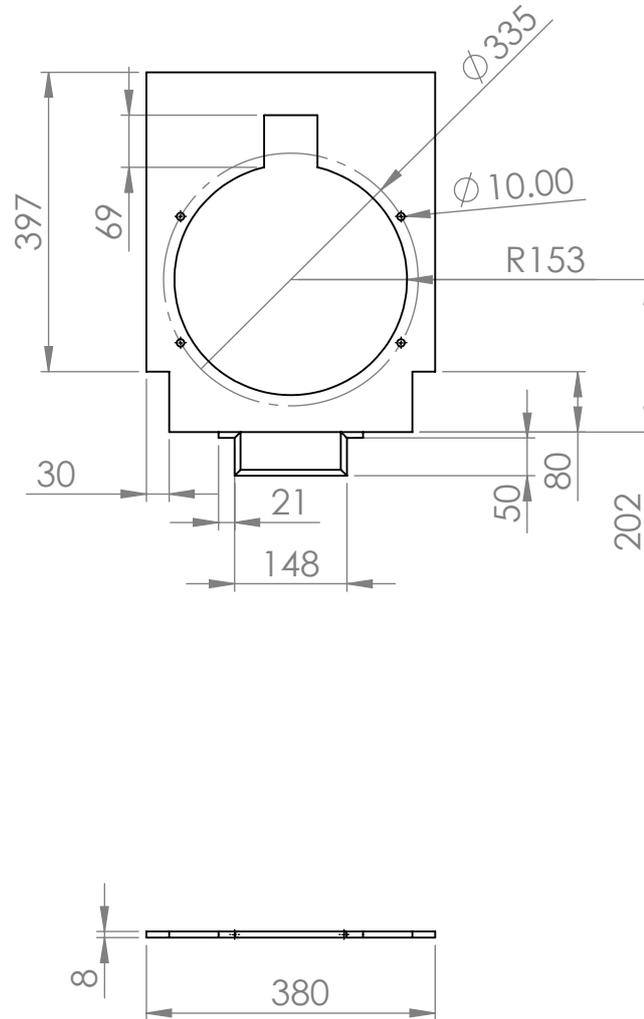
B

C

D

E

N9 Amolado - Pulido



				Tolerancias	(Peso)	Material:	
				$\pm 0,1$	6,2 kg	ASTM A36	
					Fecha	Nombre	Denominación:
				Dib.	24/07/23	Moreta. S	Placa Portamoldes
				Rev.	24/07/23	Ing. Navarrete L.	
				Apro.	24/07/23	Ing. Navarrete L.	
				U.T.C		Número del dibujo:	03
				INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA		Sustitución	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				Registro



1

2

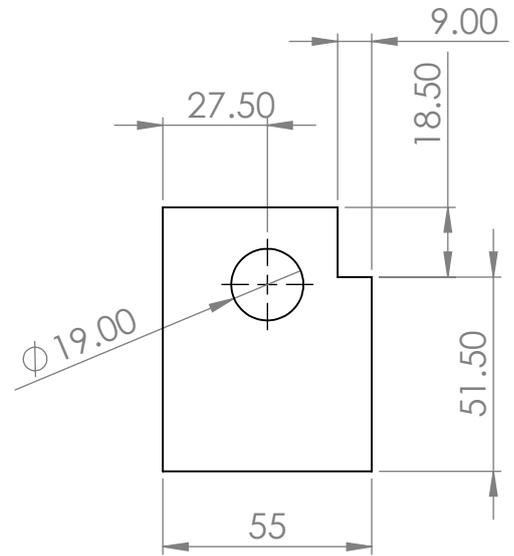
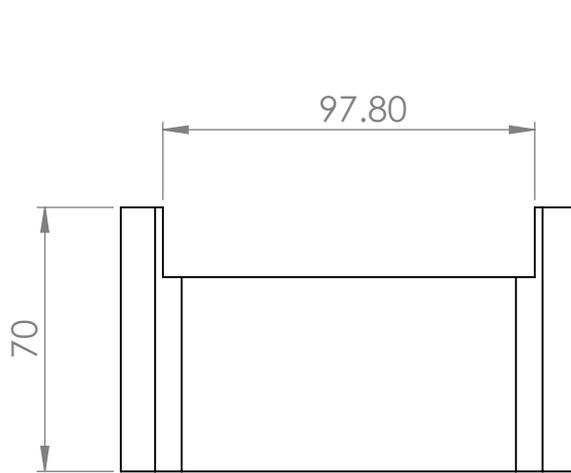
3

4

A

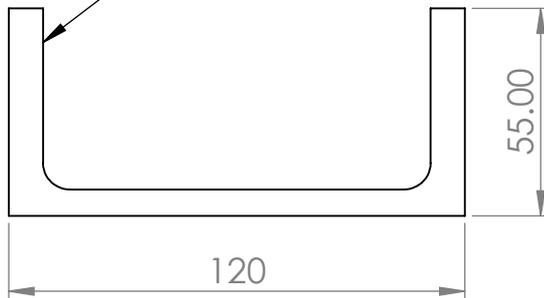
N9 Amolado

B



C

UPN 120x55



D

E

				Tolerancias	(Peso)	Material:	
				$\pm 0,1$	0,77 kg	ASTM A36	
					Fecha	Nombre	Denominación:
				Dib.	24/07/23	Moreta. S	Perfil Visagra
				Rev.	24/07/23	Ing. Navarrete L.	Escala
				Apro.	24/07/23	Ing. Navarrete L.	1:2
				U.T.C		Número del dibujo:	Registro
				INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA		04	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución	

1

2

3

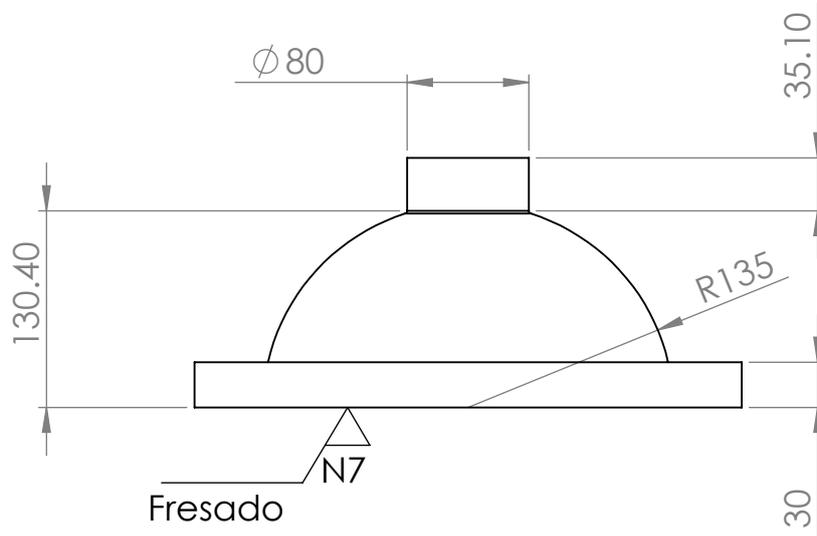
4

A

N12 Fundido



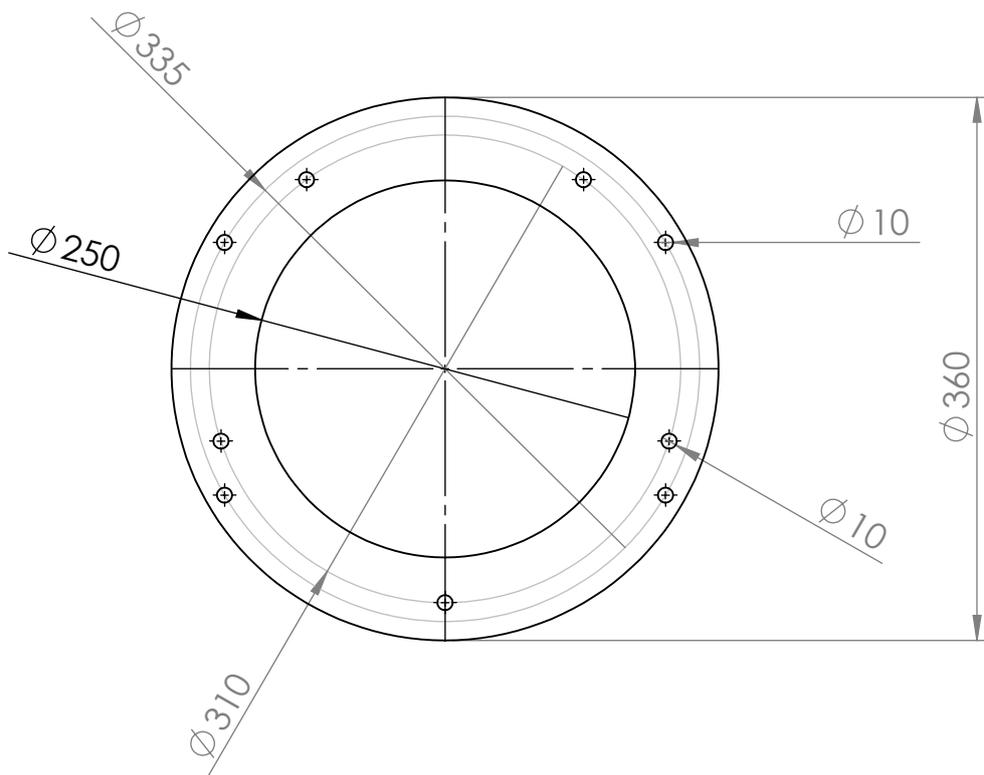
B



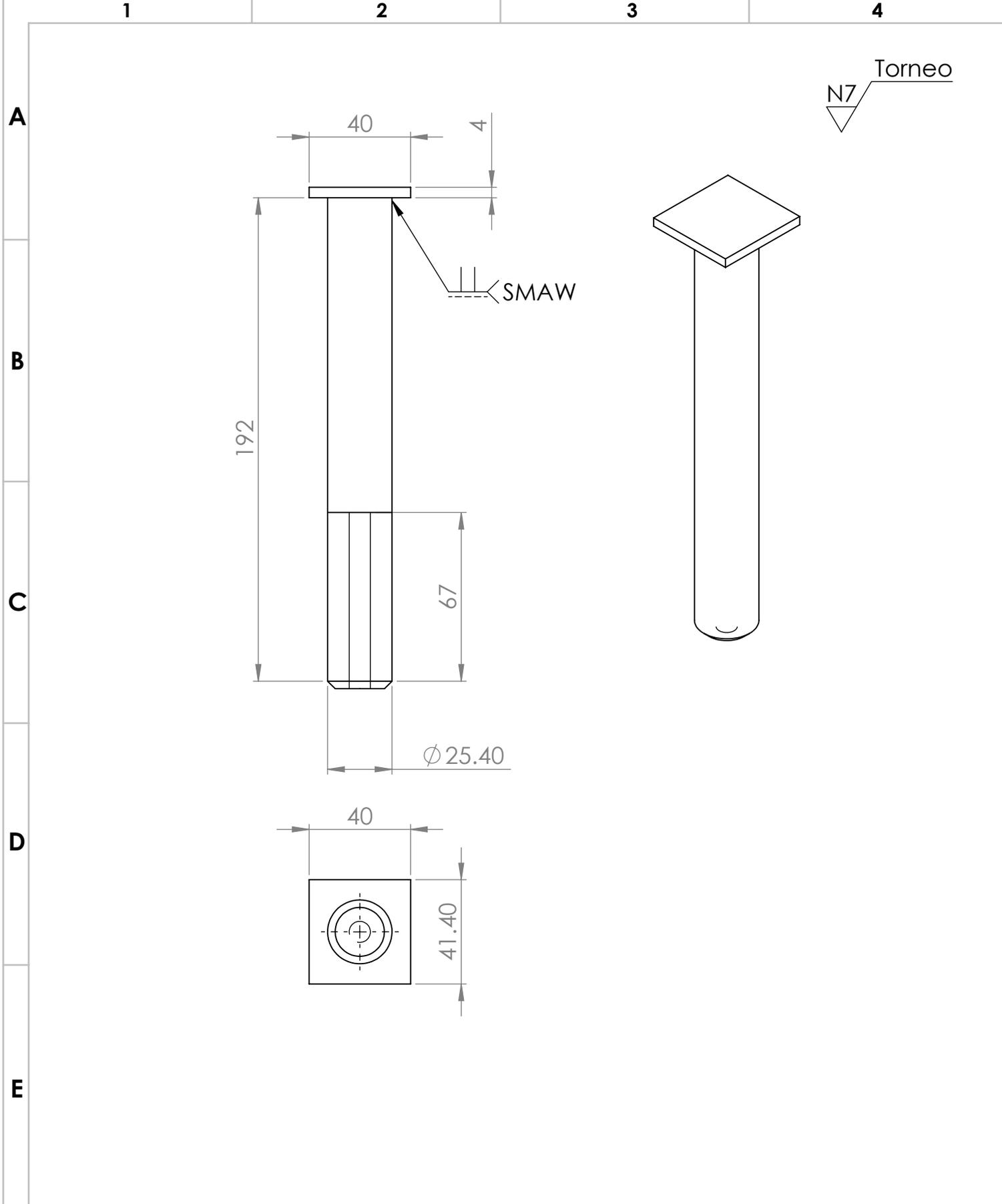
C

D

E



				Tolerancias	(Peso)	Material:			
				± 0,1	7,08 kg	Aluminio 6061			
					Fecha	Nombre	Denominación:	Escala	
				Dib.	24/07/23	Moreta. S			
				Rev.	24/07/23	Ing. Navarrete L.			
				Apro.	24/07/23	Ing. Navarrete L.	Porta moldes	1 : 5	
				U.T.C					Número del dibujo:
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA			05		
							Sustitución		



				Tolerancias	(Peso)	Material:	ASTM A36	
				$\pm 0,1$	0,82 kg			
					Fecha	Nombre	Denominación:	Escala
				Dib.	24/07/23	Moreta. S		
				Rev.	24/07/23	Ing. Navarrete L.		
				Apro.	24/07/23	Ing. Navarrete L.	Tope Soporte	1 : 2
				U.T.C				
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA			06	
							Sustitución	

1

2

3

4

A

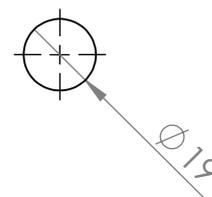
B

C

D

E

N7 Torneado



				Tolerancias	(Peso)	Material:	
				$\pm 0,1$	0,31kg	AISI 1045	
					Fecha	Nombre	Denominación:
				Dib.	24/07/23	Moreta. S	Pasador de Visagra
				Rev.	24/07/23	Ing. Navarrete L.	
				Apro.	24/07/23	Ing. Navarrete L.	
				U.T.C		Número del dibujo:	Registro
				INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA		07	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución	



1

2

3

4

A

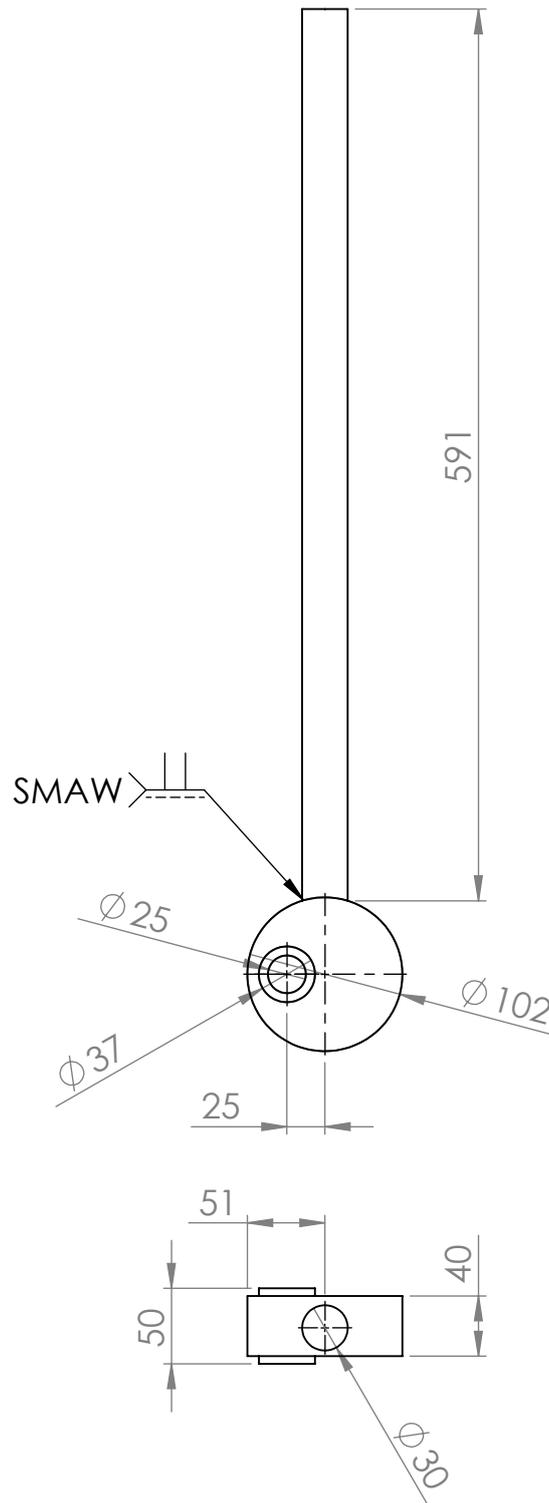
B

C

D

E

N8 Torneado



				Tolerancias	(Peso)	Material:	
				± 0,1	5,7 kg	AI SI 1020	
					Fecha	Nombre	Denominación:
				Dib.	24/07/23	Moreta. S	Palanca Excéntrica
				Rev.	24/07/23	Ing. Navarrete L.	
				Apro.	24/07/23	Ing. Navarrete L.	
				U.T.C		Número del dibujo:	08
				INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA		Sustitución	Registro
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



1

2

3

4

A

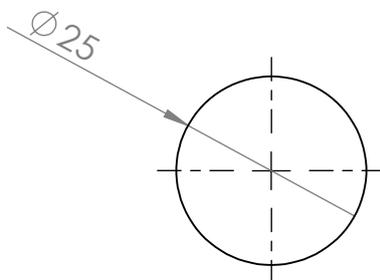
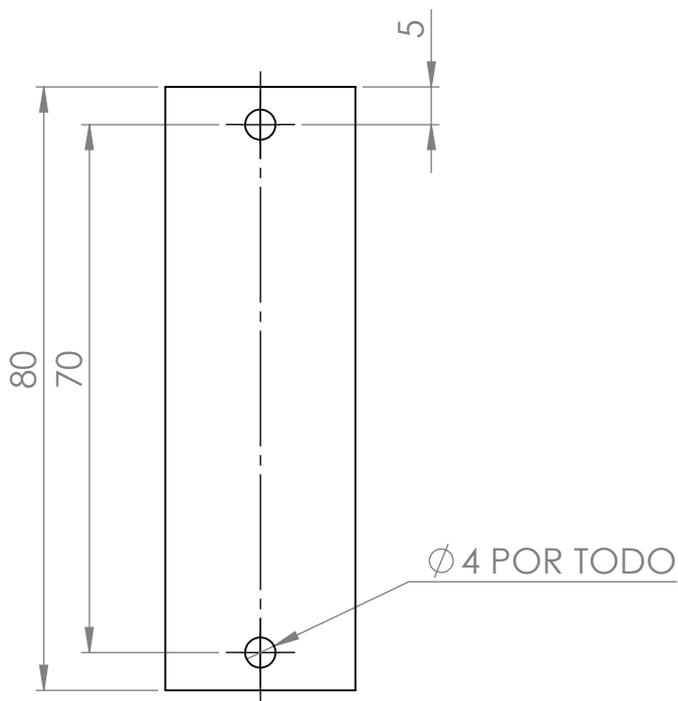
B

C

D

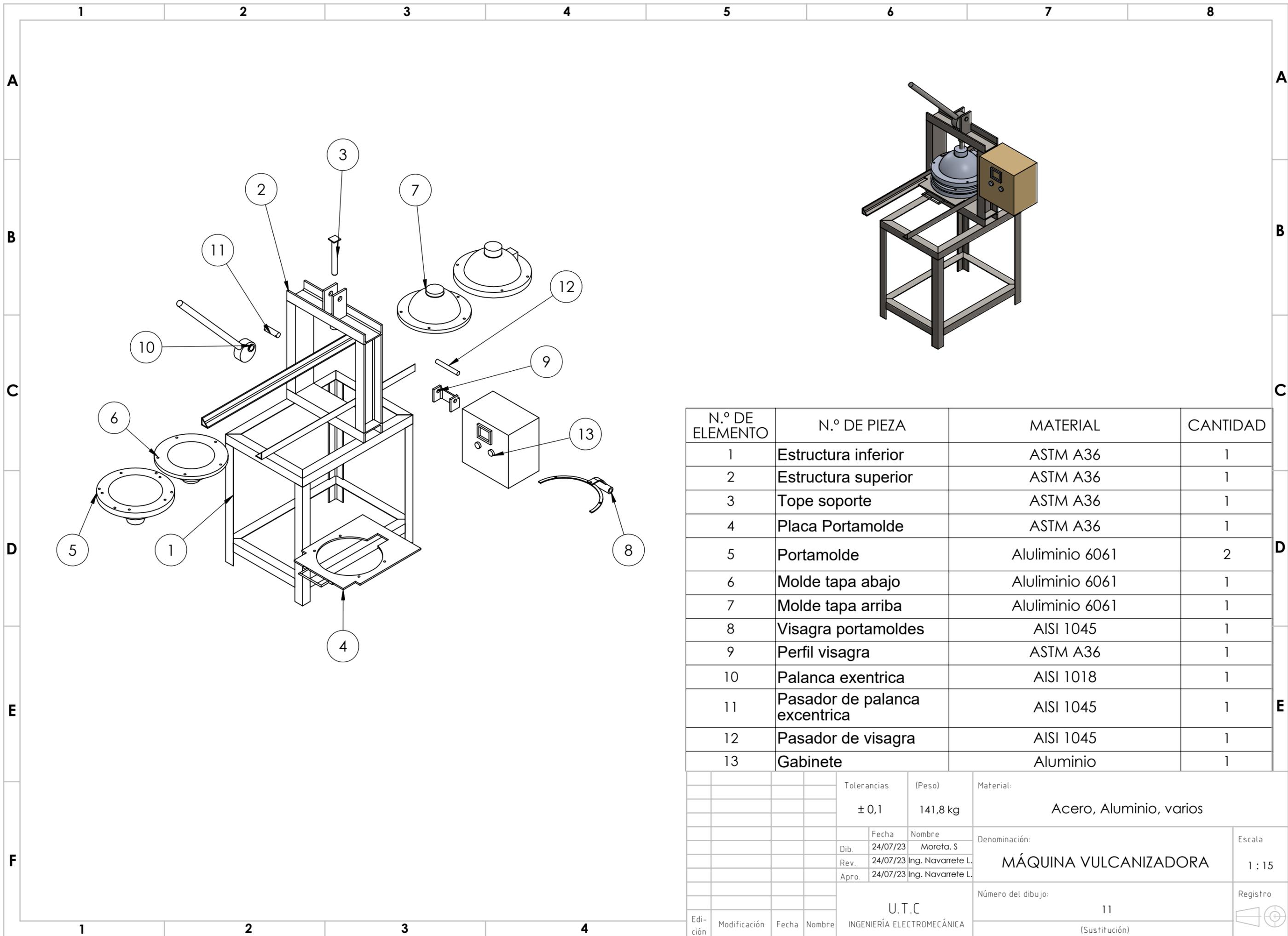
E

Torneado-Taladrado
N8



				Tolerancias	(Peso)	Material:	
				$\pm 0,1$	0,30 kg	AISI 1020	
					Fecha	Nombre	Denominación:
				Dib.	24/07/23	Moreta. S	Eje de Palanca excéntrica
				Rev.	24/07/23	Ing. Navarrete L.	
				Apro.	24/07/23	Ing. Navarrete L.	
				U.T.C		Número del dibujo:	09
				INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA		Sustitución	Registro
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				





N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
1	Estructura inferior	ASTM A36	1
2	Estructura superior	ASTM A36	1
3	Tope soporte	ASTM A36	1
4	Placa Portamolde	ASTM A36	1
5	Portamolde	Aluminio 6061	2
6	Molde tapa abajo	Aluminio 6061	1
7	Molde tapa arriba	Aluminio 6061	1
8	Visagra portamoldes	AISI 1045	1
9	Perfil visagra	ASTM A36	1
10	Palanca exentrica	AISI 1018	1
11	Pasador de palanca exentrica	AISI 1045	1
12	Pasador de visagra	AISI 1045	1
13	Gabinete	Aluminio	1

				Tolerancias	(Peso)	Material:		
				± 0,1	141,8 kg	Acero, Aluminio, varios		
				Fecha	Nombre	Denominación:		
				Dib. 24/07/23	Moreta. S	MÁQUINA VULCANIZADORA		
				Rev. 24/07/23	Ing. Navarrete L.	Escala		
				Apro. 24/07/23	Ing. Navarrete L.	1 : 15		
				U.T.C		Número del dibujo:		
				INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA		11		
						(Sustitución)		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					Registro