



**Universidad
Técnica de
Cotopaxi**

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

PROPUESTA TECNOLÓGICA

TEMA:

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA EMPAQUETADORA POR TERMO
ENCOGIDO PARA EL PROCESO DE EMBALAJE DE BOTELLAS
PLÁSTICAS EN LA EMPRESA H-VIDA.**

AUTORES:

Mayo Lescano Cristhian José

Manzaba Velasquez Daniel Manuel

TUTOR:

Mg. Segundo Ángel Cevallos Betún

LATACUNGA – ECUADOR

2018



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros **Manzaba Velasquez Daniel Manuel** y **Mayo Lescano Cristhian José**, declaramos ser autores de la Propuesta Tecnológica **“Implementación de una empaquetadora por termo encogido para el proceso de embalaje de botellas plásticas en la empresa H-VIDA”**, siendo Mg. Segundo Ángel Cevallos Betún tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Manzaba Velasquez Daniel Manuel

050358798-2

Mayo Lescano Cristhian José

050379788-8



AVAL DEL TUTOR DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

En calidad de Tutor de la propuesta Tecnológica sobre el título:

“Implementación de una empaquetadora por termo encogido para el proceso de embalaje de botellas plásticas en la empresa H-VIDA”, de Manzaba Velasquez Daniel Manuel y Mayo Lescano Cristhian José, de la carrera de Electromecánica considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 25 de Julio del 2018.



Mg. Segundo Ángel Cevallos Betún



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas ; por cuanto, los postulantes: **Manzaba Velasquez Daniel Manuel** y **Mayo Lescano Cristhian José**, con el título de Propuesta Tecnológica: **“Implementación de una empaquetadora por termo encogido para el proceso de embalaje de botellas plásticas en la empresa H-VIDA”** 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.

Latacunga, Julio 2018

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)
Ing. Héctor Luis Laurencio Alfonso
CC: 175836725-2

Lector 2
Ing. Mauro Darío Albarracín Álvarez
CC: 050311373-0

Lector 3
Ing. Luis Rolando Cruz Panchi
CC: 050259517-6



AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

Latacunga, 18 de Julio del 2018

Yo, Ing. Norma Rocío Rodríguez Certificó que los Sres. **Mayo Lescano Crsthian José** con C.I. 050379788-8 y **Manzaba Velasquez Daniel Manuel** con C.I. 050358798-2 estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi; realizaron la implementación de la Propuesta Tecnológica titulado: "Implementación de una empaquetadora por termo encogido para el proceso de embalaje de botellas plásticas en la empresa H-VIDA" en la Parroquia Pilalo, Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi. La empresa se encuentra conforme con la máquina realizada por los estudiantes, la misma que cumple con los requerimientos solicitados.

Se autoriza al interesado hacer del presente documento el uso legal que más convenga.

Atentamente,



Ing. Norma Rocío Rodríguez Pazmiño
C.I. 180283714-4
Gerente de la empresa H-VIDA



Dirección: /vía la Maná, Parroquia Pilalo/tlfno: 032233096
Celular: 0987941281/0995092670/0994355148 email: h-vida@outlook.com
Cotopaxi-Ecuador

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial Gracias a Dios por la vida, por haberme dado la sabiduría y la fortaleza para alcanzar este sueño anhelado. A la Universidad Técnica de Cotopaxi y Docentes por haberme orientado con todas sus enseñanzas y experiencias que me ayudaron a superarme, así como también a culminar la meta anhelada.

A la empresa H-VIDA por su apoyo incondicional y por darme la apertura para realizar la implementación de la empaquetadora por termo encogido la cual hizo posible finalizar nuestro proyecto.

Al Ing. Segundo Cevallos por toda la colaboración brindada como tutor durante la elaboración de este proyecto, de igual manera al Ing. Cristian Gallardo quien nos aportó de su conocimiento durante la elaboración de nuestro proyecto.

Muchas gracias a mis amigos de la agrupación “CUELLO DE LUNA”, Cristian, Maximiliano, Olger, especialmente para el profesor Darwin Enríquez Moya quienes a través de tiempo fuimos fortaleciendo una gran amistad, Para ellos muchas gracias y que Dios los bendiga.

CRISTHIAN

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a Dios por darme la fuerza y sabiduría para poder cumplir con esta meta tan anhelada, la misma que con años de esfuerzo y sacrificio ha dado sus frutos. También quiero agradecer a mis padres que siempre han estado en todo momento apoyándome en cada decisión que he tomado. A mi madre en especial que siempre ha sido mi motor y mi motivación para no darme por vencido. A mis hermanos Franklin, Kevin y Bryan por ese apoyo incondicional y por mantenernos unidos como familia. A mi madrina Narcisa quien ha estado siempre pendiente en todo momento. A mis primos, tíos y en general a toda mi familia que han aportado mucho en mi vida con el fin de que haga las cosas de la mejor manera para cumplir con este objetivo. A mi director de tesis Ing. Segundo Cevallos por ser esa guía a lo largo de este tiempo. A los docentes que fueron parte del proceso de aprendizaje en el transcurso de mi carrera universitaria. Finalmente quiero agradecer a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas y permitirme prepararme no sólo como profesional sino también como persona.

DANIEL

DEDICATORIA

El presente proyecto le dedico a Dios ya que me ha brindado la vida, sabiduría, inteligencia y todas aquellas virtudes positivas para que cada día sea una persona de bien.

A mi esposa Katherine por tenerme paciencia y entregarme cada día su amor incondicional, gracias por todo. A mi hijo Christopher por ser el pilar fundamental de mi vida, epicentro de mí felicidad y darme ganas de superación, inspiración y motivación.

A mi padre Xavier Mayo a mi madre Graciela Lescano que siempre ha tenido las palabras exactas para llenarme la vida de felicidad y luchar por lo que he anhelado, por estar conmigo en las buenas y malas.

También a mi hermana, mi cuñado por el apoyo incondicional y por permanecer unidos en todo momento.

CRISTHIAN

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico a Dios, a mi familia que ha sido el pilar fundamental para que logre ser la persona que ahora soy. También a mis amigos y gente que ha formado parte de mi vida para bien. A mi madre por no rendirse y luchar a mi lado durante toda mi formación profesional brindándome su apoyo a cada momento y darme ánimos en los momentos más difíciles. A mis hermanos que han sido ese apoyo necesario en todo momento. A mis abuelos que siempre me han dado sus consejos desde que era un niño para que llegue a ser una persona de bien. A mi madrina Narcisa que depositó su fe en mí desde que inicie la carrera. Muchas gracias a todas las personas que formaron parte de mi vida y que de alguna manera contribuyeron para poder lograr este trabajo de grado, el cual ha sido realizado con mucho esfuerzo y dedicación.

DANIEL

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: “Implementación de una empaquetadora por termo encogido para el proceso de embalaje de botellas plásticas en la empresa H-vida”

Autores: Manzaba Velasquez Daniel Manuel
Mayo Lescano Cristhian José

RESUMEN

A través de la implementación de la empaquetadora por termo encogido se busca mejorar el proceso de empaquetado de botellas plásticas de agua natural sin gas y a su vez reemplazar el uso de la pistola de calor que en la actualidad es empleada en la empresa H-VIDA para el empaquetado del producto terminado. La principal función de la empaquetadora es reducir el tiempo de ejecución del empaquetado del producto mediante la aplicación del termo encogido, logrando contribuir de manera significativa a la empresa y suprimir el esfuerzo físico empleado por el personal del área de empaquetado. La empaquetadora de termo encogido trabaja a una temperatura de doscientos cincuenta grados centígrados, la cual es una medida óptima para ejecutar el termo encogido del polietileno de alta densidad que cubre al paquete de botellas. La implementación de la empaquetadora por termo encogido genera en la actualidad grandes impactos relacionados con el aspecto económico, debido a que se está reduciendo la cantidad de material utilizado para el proceso, por uno más resistente y de menor costo. Los resultados obtenidos con el funcionamiento de la máquina ya instalada en la empresa, permiten mencionar que la máquina es: segura confiable y con un costo económico moderado en relación a otras máquinas de este tipo, presentes en el mercado. Mediante la investigación de carácter descriptiva se confirmó el principal inconveniente que presentaba la empresa H-VIDA en su área de empaquetado, siendo el tiempo uno de los factores primordiales por mejorar, además con la ayuda de la metodología mixta se logró realizar la recolección de datos así como también el análisis para la implementación de la empaquetadora de termo encogido en la empresa.

Palabras Claves: Empaquetado, película, temperatura, termo encogido.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TOPIC: "Implementation of a packing machine by thermos shrinking for the process of packing plastic bottles in the H-vida company"

Autores: Manzaba Velasquez Daniel Manuel
Mayo Lescano Cristhian José

ABSTRACT

Through the implementation of the packing machine, the aim is to improve the packaging process of plastic bottles of natural water without gas and at the same time to replace the use of heat guns that are currently used in the H-VIDA company. For the packaging of the final product. The main function of the packing machine is to reduce the execution time of the producing by the application of the thermo shrinking, achieving the significant equivalent to the company and eliminate the physical effort employed by the staff of the packaging area. The thermos shrinking packing machine operates at a temperature of two hundred fifty degrees centigrade, which is an optimal decision for the thermos shrinking of high-density polyethylene that covers the entire bottle package. The implementation of the packing machine by thermal shrinking currently generates large impacts related to the economic aspect, due to the fact that the amount of material used for the process is being reduced, by a more resistant product and lower cost. The results obtained with the operation of the machine already installed in the company, allow to say that the machine is: safe, efficient and with a moderate economic cost in relation to other machines of this type, which are present in the market nowadays. With the implementation and commissioning of the packing machine by thermos shrinking in the H-VIDA company, it was demonstrated that being in operation, this machine presents no risks and it offered guaranty during the process, in addition to the efficiency of the packing machine. Which was projected at the beginning of this investigation.

Keywords: Packaging, film, temperature, heat shrink.



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 de la propuesta tecnológica al Idioma Inglés presentado por los estudiantes egresados de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **Manzaba Velasquez Daniel Manuel** y **Mayo Lescano Cristhian José**, cuyo título versa “**Implementación de una empaquetadora por termo encogido para el proceso de embalaje de botellas plásticas en la empresa H-vida**” lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 25 de Julio del 2018

Atentamente,

Mg. Emma Jackeline Herrera Lasluisa

C.C. 050227703-1



ÍNDICE

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROPUESTA TECNOLÓGICA	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xii
ÍNDICE.....	xiii
1. INFORMACIÓN BÁSICA	1
2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	2
2.1. Título de la propuesta tecnológica.....	2
2.2. Tipo de propuesta alcance	3
2.3. Área del conocimiento.....	3
2.4. Sinopsis de la propuesta.	3
2.5. Objeto de estudio y campo de acción	4
2.5.1. Objeto de estudio	4
2.5.2. Campo de acción	4
2.6. Situación problemática y problema.....	4
2.6.1. Situación problemática	4
2.6.2. Problema.....	4
2.7. Hipótesis o formulación de preguntas directrices.	4
2.8. Objetivo	5
2.8.1. Objetivo general	5
2.8.2. Objetivos específicos.....	5
2.9. Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos	5
3. MARCO TEÓRICO	7
3.1. Embalaje de productos.....	7
3.2. Teoría del proceso de termo encogido.....	7

3.3.	Empaquetado de recipientes	8
3.4.	Materiales termo encogibles	8
3.4.1.	Propiedades del polietileno.....	9
3.5.	Transferencia de calor	9
3.5.1.	Transferencia de calor por conducción.....	9
3.6.	Aislamiento térmico de la cámara de termo contracción	10
3.5.2.	Tipos de aislamiento para termo encogido	10
3.5.2.1.	Resistiva	10
3.5.2.2.	Capacitivo	10
3.5.3.	Túnel de aire caliente (convección).....	10
3.6.	Elementos a emplear en la empaquetadora de termo encogido.....	11
3.6.1.	Dispositivos de control	11
3.6.1.1.	Controlador de temperatura.....	11
3.6.1.3.	Termocupla.....	12
3.6.2.	Resistencias de calentamiento	13
3.6.3.	Conductividad térmica.....	13
3.6.4.	Materiales aislantes.....	14
3.6.4.1.	Fibra de vidrio	14
3.6.5.	Motores eléctricos.....	14
3.7.	Dispositivos eléctricos	15
3.7.1.	Breacker eléctrico	15
3.8.	Contactador	16
3.9.	Relé de estado solido	16
4.	METODOLOGÍA.....	19
4.1.	Diseño descriptivo	19
4.1.2.	Metodología mixta.....	19
4.2.	Diseño experimental	20
4.2.1.	Diseño factorial 2k.....	20
4.3.	Listado de materiales a emplear en la elaboración de la empaquetadora de termo encogido	20
4.4.	Ecuaciones a Utilizar en la Implementación de la Empaquetadora de Termo Encogido.....	22
4.4.1.	Flujo Másico	22

4.4.2.	Longitud de la cámara de termo encogido.....	22
4.4.3.	Masa a transportar	23
4.4.4.	Aceleración de la cinta transportadora	23
4.4.5.	Fuerza de transporte.....	23
4.4.7.	Potencia	23
4.4.8.	Energía necesaria para calentar el paquete	24
4.4.9.	Coefficiente global de transferencia de calor	24
4.4.10.	Cálculo de energía requerida	24
4.4.11.	Elección del Ventilador	24
4.4.12.	Potencia total del circuito	25
4.4.13.	Corriente total del circuito.....	25
4.4.14.	Volumen de la cámara de termo encogido	25
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	26
5.1.	Matriz de operación de variables.....	26
5.2.	Análisis de diseño	27
6.	PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTO	40
6.1.	Costos de Materiales.....	40
6.2.	Costos de Materiales.....	40
6.2.1.	Costos directos totales	42
6.2.2.	Costos indirectos	42
6.2.3.	Costo.....	42
6.3.	Comprobación de hipótesis.	43
6.4.	Análisis de impactos.....	43
6.4.1.	Impacto práctico	43
6.4.2.	Impacto simbólico	44
6.4.3.	Impacto tecnológico	44
6.4.4.	Impacto ético	44
7.	CONCLUSIONES.....	45
7.1.	RECOMENDACIONES	46
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	47
9.	ANEXOS	50

1. INFORMACIÓN BÁSICA

Propuesto por:

Mayo Lescano Cristhian José

Manzaba Velasquez Daniel Manuel

Tema aprobado:

Implementación de una empaquetadora por termo encogido para el proceso de embalaje de botellas plásticas en la empresa H-VIDA.

Carrera:

Ingeniería Electromecánica

Director de la propuesta tecnológica:

Mg. Segundo Ángel Cevallos Betún

Equipo de trabajo:

- ✓ Cristhian José Mayo Lescano
- ✓ Daniel Manuel Manzaba Velasquez

Lugar de ejecución:

Provincia de Cotopaxi - Cantón Pujilí – Parroquia Pílalo – Empresa H-vida

Tiempo de duración de la propuesta:

La ejecución de la propuesta tecnológica tiene una duración de doce meses

Fecha de entrega:

02 de Agosto del 2018

Línea de investigación:

Línea 4: Procesos Industriales

Las investigaciones que se desarrollen en esta línea estarán enfocadas a promover el desarrollo de tecnologías y procesos que permitan mejorar el rendimiento productivo y la transformación de materias primas en productos de alto valor añadido, fomentando la producción industrial más limpia y el diseño de nuevos sistemas de producción industrial.

Así como diseñar sistemas de control para la producción de bienes y servicios de las empresas públicas y privadas, con el fin de contribuir al desarrollo socioeconómico del país y al cambio de la matriz productiva de la zona.

Sub líneas de investigación de la carrera:

De acuerdo a lo establecido por el departamento de investigación de la universidad, la propuesta planteada está orientada a las siguientes sub líneas de investigación: Línea 1 y línea 3, donde se pretende implementar una empaquetadora de termo encogido, la misma que estará compuesta por elementos mecánicos y eléctricos.

Línea 1: Diseño, Construcción y Mantenimiento de Elementos, Prototipos y Sistemas Electromecánicos.

Línea 3: Eficiencia Energética en Sistemas Electromecánicos y Uso de Fuentes Renovables de Energía.

Tipo de propuesta tecnológica: La propuesta tecnológica se refiere a la innovación de un proceso de producción acorde a los avances tecnológicos de actualidad.

2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1. Título de la propuesta tecnológica

Implementación de una empaquetadora por termo encogido para el proceso de embalaje de botellas plásticas en la empresa H-VIDA.

2.2. Tipo de propuesta alcance

La propuesta tecnológica es considerada como un proyecto desarrollo-productivo, ya que busca generar rentabilidad económica y obtener ganancias mediante la sustitución de un proceso manual por un adelanto tecnológico, el mismo que ayudará a mejorar e innovar su proceso de producción.

2.3. Área del conocimiento

Según las normas CINE- UNESCO, la implementación de la empaquetadora por termo encogido para el proceso de embalaje de botellas plásticas en la empresa H-Vida está enfocada en:

Área de conocimiento: Ingeniería, Industria y Construcción

Subárea de conocimiento: Ingeniería y Profesiones Afines

Subárea especificación de conocimiento: Electricidad y energía

Electrónica y automatización

2.4. Sinopsis de la propuesta.

La propuesta tecnológica planteada se enfocará en el proceso de empaquetado de botellas de material plástico que la empresa H-VIDA produce, por lo que la idea de una empaquetadora por termo encogido surgió de la necesidad que se presentaba en la misma, la cual no contaba con un sistema que permita realizar el empaquetado sin ninguna complicación. Se hizo ineludible implementar esta máquina en la empresa, cuya utilidad práctica es reemplazar la acción ejecutada por el hombre, ofreciendo una mayor precisión en el trabajo.

Además la empaquetadora por termo encogido aporta de manera significativa a la empresa, reduciendo el tiempo del proceso de empaquetado de las botellas.

A través del estudio de campo y del análisis descriptivo desarrollado en la empresa H-vida a inicios de esta investigación, se pudo determinar que las personas que trabajan y desempeñan sus funciones en el área de empaquetado, están siendo beneficiadas de manera directa con la operatividad de dicha máquina, ya que facilitará su labor dentro de la empresa.

2.5. Objeto de estudio y campo de acción

2.5.1. Objeto de estudio

Máquina empaquetadora por termo encogido.

2.5.2. Campo de acción

Diseño y construcción de máquinas de termo encogido para procesos de empaquetado de botellas plásticas.

2.6. Situación problemática y problema

2.6.1. Situación problemática

La empresa H-VIDA desde su creación, para realizar el proceso de empaquetado de las botellas plásticas ha utilizado una pistola de calor, la misma que era manipulada por el personal del área de empaquetado, ocasionando que la producción sea limitada debido al tiempo de ejecución desempeñado por el personal durante el proceso.

Por medio de la implementación de la empaquetadora por termo encogido se contribuye de manera relevante a la empresa H-VIDA, logrando que el proceso de empaquetado se realice en un tiempo menor en relación al trabajo ejecutado por los operarios de dicha área.

2.6.2. Problema

¿Cómo reducir el tiempo en el proceso de empaquetado del producto terminado, por medio de la implementación de una empaquetadora por termo encogido en la empresa H-VIDA?

2.7. Hipótesis o formulación de preguntas directrices.

La implementación de una empaquetadora por termo encogido permitirá reducir el tiempo en la fase de empaquetado del producto terminado que oferta la empresa H-VIDA.

2.8. Objetivo

En la presente sección se hizo un planteamiento de los objetivos a seguir en la implementación de la empaquetadora de termo encogido.

2.8.1. Objetivo general

Implementar una empaquetadora por termo encogido con el fin de reducir el tiempo en el proceso de empaquetado de botellas plásticas, en la empresa H-VIDA.

2.8.2. Objetivos específicos

- ✓ Realizar el estudio del área de empaquetado para determinar las variables de operación a ser controladas durante el proceso.
- ✓ Diseñar la cámara de termo encogido a través del dimensionamiento y selección de los elementos necesarios para este proceso.
- ✓ Construir la máquina de termo encogido y realización de pruebas de operación

2.9. Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos

En este capítulo se establecieron las diferentes actividades que involucraron cada uno de los objetivos a seguir para el desarrollo de la propuesta en mención.

Tabla 2.1. Actividades de los objetivos

Objetivo	Actividad	Resultados de la actividad	Medios de Verificación
Realizar el estudio del área de empaquetado para determinar las variables de operación a ser controladas durante el proceso	<p>Análisis del proceso de empaquetado</p> <p>Evaluación del tiempo empleado en el empaquetado del producto.</p> <p>Valoración de la temperatura para el termo encogido.</p>	<p>Determinación del proceso de empaquetado de botellas</p> <p>Determinación de la temperatura y el tiempo empleado para el proceso empaquetado del producto.</p>	Mediante la utilización de cronómetro para el tiempo de empaquetado y un termómetro para medir la temperatura a la cual se comprime el polietileno de 72 micras
Diseñar la cámara de termo encogido a través del dimensionamiento y selección de los elementos necesarios para este proceso	<p>Selección de los elementos adecuados y dimensiones de los mismos.</p> <p>Establecer la capacidad de paquetes de botellas a ser empacados</p>	<p>Listado de materiales a emplear</p> <p>Características y cantidad</p>	Mediante la utilización de fichas técnicas
Construir la máquina de termo encogido y realización de pruebas de operación	Elaboración de la máquina de empaquetado para termo encogido.	Máquina en buenas condiciones físicas y lista para pruebas de operatividad.	Mediante el uso de diferentes maquina como: Torno, Suelda, Nivel.

Fuente: Los autores

3. MARCO TEÓRICO

La fundamentación textual científica y técnica cumple con la característica de fortalecer el conocimiento a través de información relevante bibliográfica que presente un sustento apropiado para la determinación metodológica acorde con la propuesta tecnológica.

3.1. Embalaje de productos

"El embalaje es la acción y efecto de embalar. Este procedimiento consiste en disponer de manera sumamente cuidadosa todos aquellos objetos que van a ser transportados a un determinado lugar" [1].

El enfoque del proceso de embalaje es la protección en todo momento del producto a comercializarse, debido a que los productos van a estar expuestos a una diversa cantidad de movimientos al momento de transportar un producto desde un determinado lugar hacia otro.

Además esto garantiza el buen estado de los productos en donde sea. Por este motivo se considera cada detalle al momento de transportar algún producto, con el fin de que el mismo no sufra alguna alteraciones de ningún tipo [1].

Dentro de la propuesta planteada el embalaje de las botellas plásticas debe ser el adecuado para evitar pérdidas de productos durante la transportación del mismo

3.2. Teoría del proceso de termo encogido

"El proceso de termo encogido se basa en la utilización de materiales termoplásticos, los mismos cuyas dimensiones son variadas y además se adecuan a la forma del envase que se va a envolver y sometido a una determinada temperatura" [2, pp. 6-7].

En este caso con relación a las botellas plásticas que serán sometidas a este proceso, es necesario mencionar que el paquete consta de 12 unidades, las mismas que generarán tensiones residuales de la película termoplástica, tanto longitudinalmente como transversalmente con el fin de cubrir la cantidad de botellas especificadas anteriormente una vez alcanzada la temperatura apropiada por lo que se produce una contracción del material.

Dicha contracción pasa por las siguientes etapas:

Etapa 1.- Ablandamiento de la película: Se da cuando la película sufre una dilatación térmica en su material, por lo que presenta elongación de manera longitudinal y transversal cuando la temperatura alcanza los 100 ° C [2, pp. 6-7].

Etapa 2.- Retracción de la película: Aquí se produce la contracción del material termoplástico en un 90% aproximadamente una vez que la temperatura supere los 100 ° C [2, pp. 6-7].

Etapa 3.- Estabilización: Aquí el material deja de contraerse y permanece constante por un momento [2, pp. 6-7].

Etapa 4.- Enfriamiento: Donde el material alcanza el mayor porcentaje de contracción mientras se enfría de manera rápida [2, pp. 6-7].

3.3. Empaquetado de recipientes

Se conoce como empaque al material, cuya finalidad es la de cubrir un determinado producto como medida de protección, para que de esta manera el mismo pueda ser transportado con mayor facilidad.

Para la propuesta planteada lo que se busca es mejorar este proceso reduciendo el tiempo de trabajo empleado y a su vez garantizar que el producto pueda ser transportado sin tener miedo a que suceda algo imprevisto y se vea afectada la entrega del mismo.

3.4. Materiales termo encogibles

Debido a sus propiedades térmicas y de fácil moldeo los materiales termoplásticos son considerados los más indicados para procesos térmicos [3, p. 14].



Figura 3.1. Presentación de la Película Termoencogible

Fuente: [3, p. 14].

"Lo que más utiliza es la poliolefina termo encogible semitubular de alta resistencia y brillo, no emite gases tóxicos durante el proceso de termo encogido y sellado, ideal para empaque de libros, abarrotos, medicamentos, artesanías, alimentos en general, artículos de belleza entre otros" [3, p. 14].

3.4.1. Propiedades del polietileno

En la siguiente tabla se muestra las propiedades para el polietileno de baja y de alta densidad [4, p. 7].

Tabla 3.1. propiedades para el polietileno de baja y de alta densidad

Propiedad	Unidades	Polietileno de alta densidad	Polietileno de baja densidad
Peso molecular	(g/mol)	200000-400000	100000-300000
Densidad	(gr/cm^3)	0,94-0,97	0,91-0,94
Resistencia a la tracción	(MPa)	21	38
Módulo de Young	(MPa)	130-140	105-115
Elongación	(%)	1000	250
Temperatura de Transición	(°C)	130	800
Temperatura de Fusión	(°C)	-80	-125

Fuente: [4, p. 7]

3.5. Transferencia de calor

"La transferencia de calor es la ciencia que trata de predecir el intercambio de energía que puede tener lugar entre cuerpos materiales como resultado de una diferencia de temperaturas" [5].

3.5.1. Transferencia de calor por conducción

"La conducción se considera como la transferencia de energía de las partículas más energéticas hacia las partículas menos energéticas de una sustancia debido a las interacciones entre las mismas" [5, p. 1].

Dentro de la propuesta el calor se va a concentrar dentro de la cámara de termo encogido y debido al material va a existir conducción de calor alrededor de ella, lo que se va a reducir al máximo por medio de materiales aislantes que eviten esta conducción de calor ya que en condiciones reales el operador podría sufrir quemaduras.

3.6. Aislamiento térmico de la cámara de termo contracción

"El vacío que posee un aislante térmico es crucial en el momento de ser usado para bajar la transferencia de calor, los gases son los peores conductores de calor, presenta su mayor eficacia para aislar calor cuando la convección en el gas puede ser complementada con capas de un material que permita atrapar el gas, dichas capas pueden estar compuestas por: fibra orgánica (lana o poliéster), vidrio, espumas de célula cerrada, polietileno o poliuretano" [6, p. 41].

En la cámara de termo encogido se ubicará uno de estos materiales con el fin de reducir la transferencia de calor por conducción y garantizar tanto la seguridad del operador como la reducción de pérdidas de calor hacia el exterior

3.5.2. Tipos de aislamiento para termo encogido

Para escoger el tipo de aislamiento adecuado se tomará en cuenta el tipo de efecto que se busca, para ello se tiene tres efectos distintos que son:

3.5.2.1. Resistiva

"Este tipo de efecto se logra cuando se quiere bajar la transferencia de calor por conducción, trata de resistencia de aislamiento, también se conoce como aislamiento a granel" [6, p. 42].

3.5.2.2. Capacitivo

"Este tipo de aislamiento no sufre ningún efecto cuando el calor es constante en cuanto a su flujo se refiere, esto sucede cuando la temperatura en ambos lados de un material es igual y constante" [6, p. 42].

3.5.3. Túnel de aire caliente (convección)

"El aire caliente puede dirigirse a áreas específicas de la etiqueta, lo cual permite colocar el calor donde y cuando se necesita en el proceso de termo fijado. El aire caliente es más agresivo

que el vapor, requiriendo una evaluación de forma más exacta de la resistencia térmica de la etiqueta" [7, p. 11].

Dentro del tema se va a usar este tipo de túnel ya que el calor que es generado por las resistencias internas de la empaquetadora necesita distribuirse por toda la cámara para lo cual se necesitará un flujo de aire constante.

3.6. Elementos a emplear en la empaquetadora de termo encogido

3.6.1. Dispositivos de control

"Son los diferentes elementos que al ser activados y puestos en funcionamiento, cumplen una determinada función dentro del proceso, y que en conjunto permiten la operación adecuada del sistema en base a la lógica de control implementada según los requerimientos que presente el mismo" [7, p. 12]

3.6.1.1. Controlador de temperatura.

"Es un aparato que mide la temperatura a través de un sensor o Termocupla y que al fijar temperatura deseada (setpoint); compara los valores de la temperatura existente con la establecida mediante un circuito interno, de este modo controla el activado/desactivado de la calefacción o refrigeración según la lógica de control implementada y del proceso en el que se utilice como se muestra en la figura 3.2" [8, p. 11].

La función de este dispositivo es mantener la temperatura dentro de los rangos de operación dependiendo del grado de control requerido según la aplicación [8, p. 11].



Figura 3.2. Controlador de temperatura

Fuente: [8, p. 11].

3.6.1.2. Sensores de temperatura

"En los sensores de temperatura interviene el efecto Seebeck que menciona que si se tiene dos conductores distintos homogéneos formando un circuito cerrado y una de las uniones está a una temperatura T_1 y la otra a una temperatura T_2 , aparece una fuerza electromotriz que da lugar a la circulación de una corriente que se mantiene mientras las temperaturas sigan siendo diferentes. Si se abre el circuito, lo que se observa es la aparición de una tensión entre los terminales como se muestra en la figura 3.3". [9, p. 131]

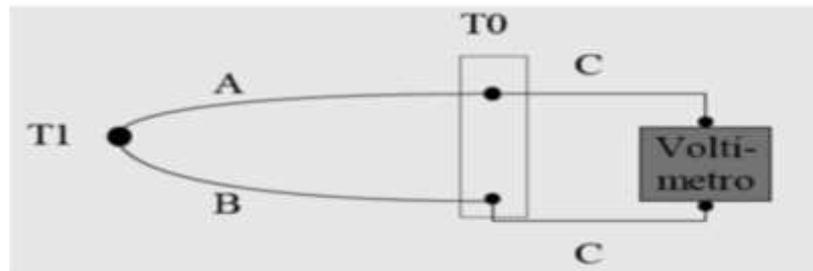


Figura 3.3. Principio de funcionamiento sensor de temperatura

Fuente: [9, p. 131].

3.6.1.3. Termocupla

"Es un transductor formado por la unión de dos metales de distinto material unidos en un extremo" [9, p. 131].

"Al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño, del orden de los milivolts el cual aumenta proporcionalmente con la temperatura" mostrado en la figura 3.4 y en la tabla número 3.2 se establece los tipos de Termocupla.

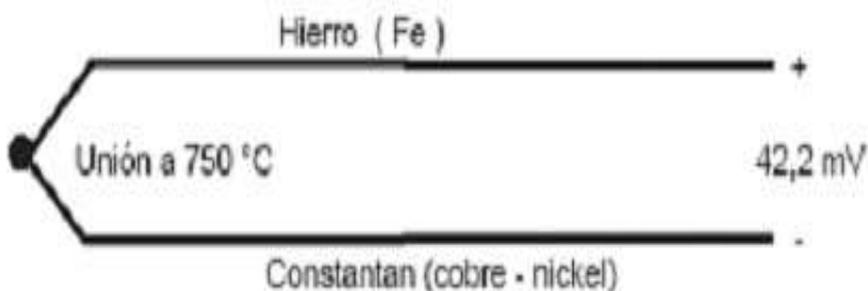


Figura 3.4. Termocupla

Fuente: [10]

Tabla 3.2. Tipos de Termocupla

Termocupla	Cable+ Aleación	Cable -Aleación	°C	Señal mV
J	Hierro	Cobre/nickel	-180 a 750	42.2
K	Kickel/cromo	Nickel/aluminio	-180 a 1732	41.26
T	Cobre	Cobre/nickel	-250 a 400	20.8
R	87% Platino 13% Rhodio	100% Platino	0 a 1767	21.09
S	90% Platino 10% Rhodio	100% Platino	0 a 1767	18.68
B	70% Platino 30% Rhodio	94% Platino 6% Rhodio	0 a 1820	13.814

Fuente: [11]

3.6.2. Resistencias de calentamiento

Se define como resistencia en términos generales a la oposición al paso de la corriente eléctrica que presenta un elemento conductor [12, pp. 5-8].

"Ella establece cuánta corriente circula en el circuito cuando se le entrega voltaje. El objetivo de una resistencia es generar un descenso en el voltaje, que es proporcional a la corriente que atraviesa" [12, pp. 5-8].

3.6.3. Conductividad térmica

La conductividad térmica es un fenómeno en donde el calor es transportado a través de un material. Esta capacidad la poseen en mayor cantidad los materiales conductores, es decir que mientras más conducción posea dicho material el mismo tendrá alta conductividad térmica.

En la tabla 3.3 se presenta la conductividad térmica de algunos materiales. Esta información se lo utilizó para definir el material de las resistencias que se encuentran en la cámara de termo encogido. Por esta razón se ha escogido al níquel como material principal, el mismo del que

están compuestas las resistencias de la empaquetadora por termo encogido debido a su alto nivel de conductividad térmica.

Tabla 3.3. Conductividad térmica de diferentes materiales

Conductividad térmica de materiales (W/mK)	
Aluminio	209
Acero	47.58
cuarzo	8.8
Níquel	52.3
Hierro	1.7
Plomo	35

Fuente: Los autores

3.6.4. Materiales aislantes

"Están formados por una estructura porosa gas-sólido. El gas contenido en el sólido es el responsable de conferir al material propiedades aislantes mucho mayores que al sólido continuo" [8, p. 14].

Para considerar bueno a un aislante, el mismo debe poseer ciertas características como una baja conductividad térmica (0,03-0,05W/m°C), baja capacidad de absorción de agua, no ser inflamable y que no se altere sus propiedades debido a agentes químicos e inmunidad por la presencia de roedores [8, p. 14].

3.6.4.1. Fibra de vidrio

"Las fibras de vidrio artificiales, fibras de vidrio sintéticas o fibras minerales artificiales son compuestos de un material de tipo inorgánico fibroso derivados del vidrio de rocas y otros minerales" [13].

Dentro de las principales aplicaciones tenemos el aislamiento, tanto térmico como acústico, como refuerzo para materiales, en la electrónica, en la industria textil entre otras. Hoy en día es conocida como una de las mejores opciones para aislamiento térmico y acústico [13].

3.6.5. Motores eléctricos

Un motor eléctrico es aquel que transforma la energía eléctrica en energía mecánica de rotación con el fin de que dicha energía sea aprovechada para mover accionamientos en distintos equipos como ventiladores tornos, bandas transportadoras entre otros [14, p. 4].

"El motor eléctrico usa los polos magnéticos (que funcionan como imanes) para producir el movimiento del rotor.

Este movimiento es transmitido al exterior por medio de un eje o -echa para accionar equipos mecánicos. La potencia de salida mecánica del motor está definida por el torque y la velocidad" [14, p. 4].

"El torque hace referencia al equivalente de una fuerza por distancia que es capaz de ejercer un motor en cada giro, la velocidad es la cantidad de veces que gira el eje del motor en un minuto" [14, p. 4].

3.7. Dispositivos eléctricos

"Son aparatos que, para cumplir una tarea, utiliza energía eléctrica alterándola, ya sea para transformación, amplificación/reducción o interrupción" [8, p. 27].

3.7.1. Breacker eléctrico

Un breacker o interruptor de corriente es un aparato de seguridad para una instalación eléctrica cuya prioridad es actuar en caso de que haya un exceso de corriente en el sistema [15, p. 1].

"Si hay demasiada electricidad, estos aparatos simplemente interrumpen el flujo eléctrico hasta que el problema sea solucionado" [15, p. 1].



Figura 3.5. Interruptore de corriente

Fuente: [16]

3.8. Contactor

"Son conmutadores accionados electromagnéticamente a distancia para potencias de conmutación grandes. Los circuitos con contactores tienen siempre dos circuitos, de mando y el principal" [17, p. 112].

Los contactores se distinguen unos de otros dependiendo la potencia de conmutación entre sus contactos, tanto de mando como los principales, como se muestra en la figura 3.6. [17, p. 112].



Figura 3.6. Contactor
Fuente: [18]

3.9. Relé de estado sólido

"Un relé de estado sólido (SSR) es sólo lo que suena; un IC que actúa como un relé mecánico. Ellos le permiten controlar cargas de alta tensión de los circuitos de control de tensión inferior.

Los relés de estado sólido tienen varias ventajas sobre los relés mecánicos. Una de tales ventajas es que pueden ser conmutados por un voltaje mucho menor y con una corriente mucho menor que la mayoría de los relés mecánicos. " [19].



Figura 3.7. Relè fotek SSR – 100 DA

Fuente: [19]

"Logran esto mediante el uso de luz infrarroja como el "contacto", un relé de estado sólido es realmente sólo un LED IR y un Phototriac sellado en una pequeña caja". [19, p. 26].

"Gracias al hecho de que los dos lados del relé son foto-acoplados, puede confiar en el mismo tipo de aislamiento eléctrico como en relés mecánicos.

Estos relés de estado sólido particulares pueden interrumpir 380 VAC y 25A." [19, p. 26].

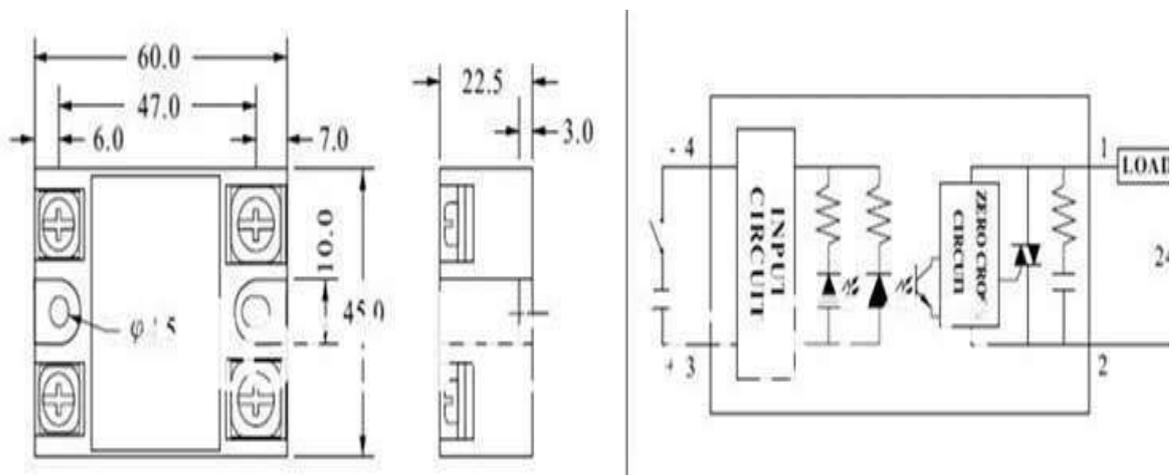


Figura 3.8. Relé fotek SSR – 100 DA, dimensiones y conexión

Fuente: [19]

3.10. Cinta transportadora

"Una cinta transportadora es un mecanismo que permite el transporte de objetos continuo formado por dos poleas que mueven una cinta.

Las poleas están movidas por motores, los que hacen girar la cinta y transportan el contenido existente sobre la misma" [20, p. 8].

"Existen bandas de uso ligero y uso pesado. Esta banda es trasladada gracias a la fricción de unos de los tambores (tambor motor) y el otro solo rodará sin ningún accionamiento y sirve como retorno de la banda" [20, p. 8].



Figura 3.9. Cinta transportado

Fuente: [21]

4. METODOLOGÍA

4.1. Diseño descriptivo

La investigación de tipo descriptiva trabaja sobre realidades de hechos, y su característica fundamental es presentar una interpretación correcta.

Para la investigación descriptiva, su preocupación primordial radica en descubrir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utilizando criterios sistemáticos que permitan poner de manifiesto su estructura o comportamiento.

De esta forma se pueden obtener las notas que caracterizan a la realidad estudiada. [22, p. 51]

Se describe el proceso de empaquetado en la empresa patrocinadora, en donde el mismo es realizado de forma manual y a su vez implica una cantidad de tiempo considerable por lo que la producción es limitada.

4.1.2. Metodología mixta

“Los diseños mixtos representan el más alto grado de integración o combinación entre los enfoques cualitativo y cuantitativo. Ambos se entremezclan o combinan en todo el proceso de investigación, o, al menos, en la mayoría de sus etapas agrega complejidad al diseño de estudio; pero contempla todas las ventajas de cada uno de los enfoques”. [23, p. 21]

“La investigación de métodos mixtos es un ente importante ya que es aquí donde el investigador combina los métodos cuantitativos y cualitativos.

Sumándose a la idea que la investigación no tiene como fin el querer reemplazar a la investigación cuantitativa o cualitativa, lo más fundamental es fortalecer ambos tipos de indagación y búsqueda de información, tratando de minimizar sus debilidades potenciales. "[23, p. 21]

A través la metodología mixta se puede hacer la recolección de datos así como también el análisis y la integración de los resultados obtenidos para adjuntar en la investigación una recopilación clara y precisa que será favorable tanto para los investigadores como para la empresa.

4.2. Diseño experimental

4.2.1. Diseño factorial 2^k

Un experimento factorial completo es un experimento cuyo diseño consta de dos o más factores, cada uno de los cuales con distintos valores, un diseño con k factores que tienen dos niveles requiere un número de réplicas igual a 2^k observaciones.

En la empaquetadora de termo encogido se emplearon variables de entrada como: Valores de velocidad y materiales utilizados con el fin de obtener una variable de salida concerniente con el tiempo y de esa forma poseer una relación entre tiempo – producción.

En el diseño experimental del desarrollo de la propuesta tecnológica en mención se empleara el diseño factorial orientado al cálculo lineal con un número mínimo de réplicas igual a uno con el fin de tener un valor promedio justificado en función al número de experimentos a realizar, a razón de que el nivel de producción está dirigido a la fabricación de un solo producto ya que el proceso de elaboración es repetitivo y no tiene variación.

Las siguientes ecuaciones se utilizan para determinar el número de muestras a emplear en el diseño experimental de la máquina.

$$n = 2^k \tag{4.1}$$

Donde n : número de experimentos; k : número de variables de entrada.

4.3. Listado de materiales a emplear en la elaboración de la empaquetadora de termo encogido

En la tabla número 4.1 se especifican los materiales que formaran parte de la empaquetadora de termo encogido que beneficiara a la empresa H-VIDA.

Tabla 4.1. Materiales

MATERIALES EMPAQUETADORA DE TERMO ENCOGIDO
Relé en estado sólido Fotek
Banda de polea A-40
Resistencias de calentamiento
Fibra de vidrio
Ángulos de 1,5 x 3,16
Moto reductor
Breakers eléctrico 2 polos
Contactores
Teflón de 0.1m
Malla entrelazada
Termocupla tipo K
Planchas de Tol inoxidable y galvanizado
Controlador de temperatura
Cable de alta temperatura
Gabinete beaucoup
Tablero de control
Poleas
selectores
Luz piloto
blower
Manga de aluminio
Chumaceras
Lana de vidrio

Fuente: Los autores

4.4. Ecuaciones a Utilizar en la Implementación de la Empaquetadora de Termo Encogido

En esta sección se detallan las ecuaciones a ser utilizadas en la implementación de la empaquetadora de termo encogido. Las ecuaciones se obtuvieron de estudios precedentes que involucran el tema de estudio [8, pp. 34-38].

4.4.1. Flujo Másico

Es la velocidad a la que la masa de una sustancia pasa a través de una superficie dada. Matemáticamente es la diferencia de la masa con respecto al tiempo que representa en la ecuación 4.2.

$$\dot{m} = \rho \cdot V \cdot S \quad (4.2)$$

Dónde: \dot{m} : flujo másico (kg/s); ρ : Densidad (kg/m³); V : velocidad promedio de la masa (m/s); S : superficie (m²) La velocidad de transportación.

$$V = \frac{(N^{\circ} \text{ paquetes} / \text{min} \cdot L)}{100} \quad (4.3)$$

Dónde: N° : Cantidad de paquetes a embalar en un minuto; V : Velocidad de la cinta de transportación (m/min); L : Longitud o largo del paquete (cm/paquetes); 100 : Factor de conversión de centímetros a metros

4.4.2. Longitud de la cámara de termo encogido

$$L = \frac{V \cdot t}{60} \quad (4.4)$$

Dónde: L : Longitud de la cámara de termo encogido (m); V : Velocidad del sistema de transportación (m/min); T : Tiempo de encogimiento (seg)

4.4.3. Masa a transportar

$$m_{paq} = m_{termoplástico} + (m_{env} \cdot 12) + (m_{liq} \cdot 12) \quad (4.5)$$

Dónde: m_{paq} : Masa del paquete de botellas plásticas

$m_{termoplástico}$: Masa del material termo encogible;

m_{env} : Masa del envase a empaquetar; m_{liq} : Masa del líquido.

4.4.4. Aceleración de la cinta transportadora

$$a = \frac{V_f - V_o}{t} \quad (4.6)$$

Dónde: a: Aceleración de la cinta; V_f : Velocidad de transportación del producto o de la cinta; V_o : Velocidad inicial de la cinta; t: Tiempo que tarda en transportar el paquete del inicio a final del equipo.

4.4.5. Fuerza de transporte

$$F = m \cdot a \quad (4.7)$$

Dónde: F- Fuerza(N); m- Masa a transportar (Kg); a- Aceleración de la cinta m/seg^2

4.4.6. Trabajo

$$W = F \cdot l \quad (4.8)$$

Dónde: W- Trabajo realizado; F- Fuerza ejercida(N); l- Distancia de transporte (m)

4.4.7. Potencia

$$P = \frac{W}{t} \quad (4.9)$$

Dónde: P: Potencia (W); W: Trabajo realizado (N); t: Tiempo de transporte del paquete (seg);

4.4.8. Energía necesaria para calentar el paquete

$$m^{\circ} = m \cdot N^{\circ} \text{ paquetes/min}$$

(4.10)

Dónde: m° : Flujo másico (kg/seg); m : Masa (kg); N° :paquetes/min

4.4.9. Coeficiente global de transferencia de calor

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h} + \left(\frac{e}{k}\right)_{\text{película}} + \left(\frac{\ln(r^e/r_i)}{2\pi \cdot k \cdot L}\right)_{\text{envase}}}$$

(4.11)

Dónde: U : Coeficiente global de transferencia de calor ($W/m^2 \cdot ^{\circ}K$);

r^e : Radio externo del envase (m); r_i : Radio interno del envase (m);

L : Altura del envase (m);

K : Conductividad térmica ($Wm^{-1}K^{-1}$);

h : Constante de proporcionalidad por convección ($W \cdot m^2K^{-1}$);

e : Espesor (m).

4.4.10. Cálculo de energía requerida

$$Q_{\text{paquete}} = Q_{\text{Polietileno}} + Q_{\text{envase}} + Q_{\text{botella}}$$

(4.12)

4.4.11. Elección del Ventilador

$$q_c = h \cdot A (T_s - T_{\infty})$$

(4.13)

Dónde: h : Coeficiente de transferencia de calor por convección ($25W/m^2 \cdot k$);

A : Área de contacto entre el sólido y el fluido (m^2);

T_s :Temperatura superficial del paquete($^{\circ}C$);

T_{∞} : Temperatura del Fluido o de la cámara de calor($^{\circ}C$).

4.4.12. Potencia total del circuito

$$P_{\text{circuito}} = P_{\text{cuarzo}} + P_{\text{ventilador}} + P_{\text{motoreductor}} \quad (4.14)$$

Donde: P_{cuarzo} : Potencia de la resistencia;

$P_{\text{ventilador}}$: Potencia del ventilador; $P_{\text{motoreductor}}$: Potencia del motor reductor.

4.4.13. Corriente total del circuito

$$I_{\text{circuito}} = \frac{P_{\text{total}}}{V} \quad (4.15)$$

Donde: P_{total} : potencia total del circuito; V : Voltaje suministrado al circuito

4.4.14. Volumen de la cámara de termo encogido

$$V_{\text{camara}} = l \cdot a \cdot h \quad (4.16)$$

Dónde: l : largo; a : ancho; h : altura

4.4.15. Cálculo de las cfm

$$CFM = \frac{V_{\text{camara}}}{t} \quad (4.17)$$

Dónde: V_{camara} : volumen de la cámara ; t : tiempo

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Matriz de operación de variables

“La matriz operacional de la variable permite construir con tenacidad y rigor científico los problemas, objetivos e hipótesis generales y específicas en función a la relación de la variable independiente o dependiente”. [24]

“Además consolida los elementos claves del inicio de la investigación científica, el grado de coherencia, concatenación e interrelación de una variable con otra, de una dimensión con otra, conexión lógica que se expresa desde el título, el problema, los objetivos e hipótesis”. [24].

En la tabla número 5.1 se determina de forma más detallada la variable independiente que se controla en la empaquetadora de termo encogido.

Tabla 5.1. Matriz de operación variable independiente

Variable independiente: temperatura					
conceptualización	dimensión	indicadores	ítem	fuentes	instrumentos
La cantidad que indica lo caliente o frío que está un objeto con respecto a una norma se llama temperatura	Medición térmica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Medida ✓ Energía cinética ✓ Traslación ✓ Escalas 	<p>¿Por medio de que aparatos se puede medir la temperatura?</p> <p>¿La temperatura depende de la energía cinética de las moléculas?</p> <p>¿Cómo es la traslación de moléculas cuando hay alzas y bajas de temperatura?</p> <p>¿Qué escalas existen para medir la temperatura?</p>	Máquinas de termocontracción precedentes	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Controlador de temperatura ✓ Termocupla

Fuente: Los autores

Tabla 5.2. Matriz de operación variable dependiente

Variable dependiente : tiempo de producción					
conceptualización	dimensión	indicadores	ítem	fuentes	instrumentos
Periodo durante el que tiene lugar una acción o acontecimiento, o dimensión que representa una sucesión de dichas acciones o acontecimientos.	Magnitud	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Factores influyentes ✓ Tipos ✓ Fases de prueba 	<p>¿Qué factores influyen en la velocidad?</p> <p>¿Cuántos tipos de velocidad existen?</p> <p>¿Cuáles son las fases de la velocidad?</p>	Máquinas de termografía precedentes	Cronómetro digital

Fuente: Los autores

En la tabla número 5.2 se establece la matriz de operación de la variable dependiente que se obtiene mediante el control de la variable independiente establecida en la tabla 5.1.

5.2. Análisis de diseño

A través de la investigación descriptiva implementada en la empresa H-VIDA, sobre el proceso rudimentario del empaque del producto permitió determinar las condiciones iniciales para el diseño de la máquina, tomando en consideración diferentes aspectos para su manufactura como: las características del producto, cantidad de envases a embalar, propiedades térmicas de la lámina de polietileno termo incogible.

La empresa H-VIDA hoy en día cuenta con una presentación de agua natural sin gas que la comercializan en paquetes de 12 unidades, en el cual el paquete de botellas plásticas tiene un

peso de 16.5 lb, dicho valor se empleó para determinar los parámetros para la construcción del túnel de termo encogido.



Figura 5.1. Paquete de botellas mediante el uso de la pistola de calor

Fuente: Los autores

Para el empaquetado de las botellas plásticas se empleó el polietileno de baja densidad el cual tiene una masa de 0.11 kg, el mismo que cubre por completo el paquete de botellas cuyas dimensiones son las siguientes:

Tabla 5.3. Dimensiones del paquete de botellas

Ancho	19.5 cm
Altura	22.5 cm
Longitud	26 cm

Fuente: Los autores

Mediante la aplicación del diseño factorial de tipo lineal, en base a las variables de entrada con respecto a las de salida, se logró determinó la tendencia de producción que realiza la empresa H-VIDA, la cual produce 50 unidades durante las 8 horas diarias de labor, establecidas de forma legal en el código de trabajo.

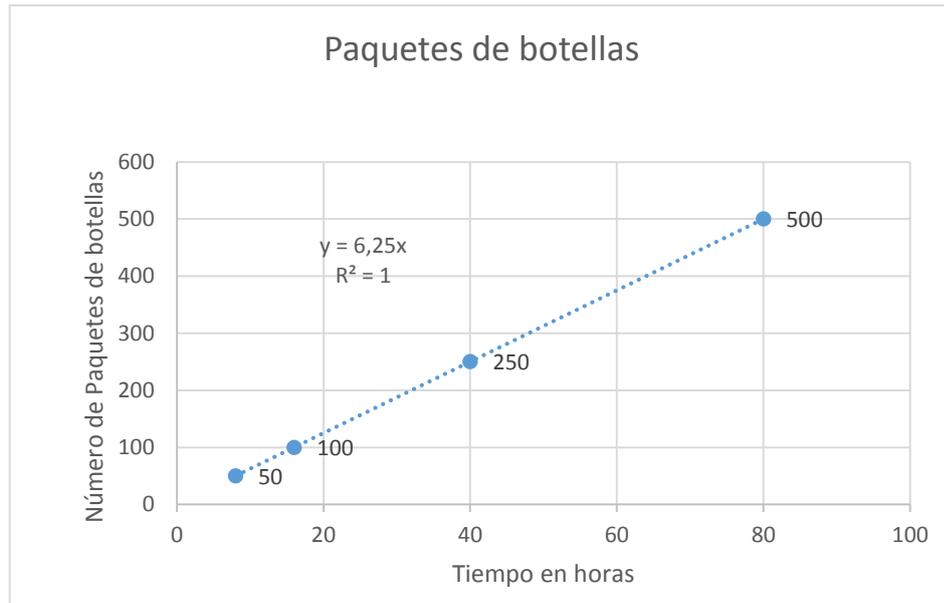


Figura 5.2. Diseño factorial Horas- Paquetes

Fuente: Los autores

De acuerdo al diseño factorial, representado en la figura 5.2, se establece una relación entre el número de paquetes y las horas empleadas para el proceso de empaquetado utilizando pistolas de calor, por lo cual se obtiene la siguiente ecuación: $y = 6.25x$, en donde el número de paquetes diarios va a ser igual a $6.25 \times$ el tiempo empleado en horas.

Tabla 5.4. Tiempo de termo encogido

TIPO DE PELÍCULA	ESPESOR mm	TIEMPO DE TERMO ENCOGIDO	TEMPERATURA °C
PVC	0.02-0.06	5-20	110-130
PP	0.02-0.04	6-12	130-170
POP	0.02-0.10	8-16	130-170
POF	0.02-0.10	8-16	130-170

Fuente: [25]

Según lo establecido en la tabla expuesta anteriormente sobre los tiempos del termo encogido, se estableció que el tiempo en el cual un paquete de botellas plásticas debe atravesar el túnel de calor es de 15 segundos.



Figura 5.3 Recorrido del paquete de botellas por el túnel de calor

Fuente: Los autores

Una vez determinado el tiempo de empaquetado, se hace una relación entre el tiempo y el número de paquetes con el fin de obtener el número de paquetes por minuto, que para este caso si en 15 segundos se tiene un paquete de botellas, el número de paquetes mínimos en un minuto será de 4. Este valor es demasiado bajo por lo que se establece que serán 8 paquetes por minuto.



Figura 5.4 Producto empaquetado mediante el termo encogido

Fuente: Los autores

Velocidad de transportación del paquete

Para obtener la velocidad de transportación se realiza una relación entre el número de paquetes por minuto que es 8 y la longitud del paquete que es 36 cm entre la distancia entre paquetes que será de 10 cm, dando como resultado una velocidad de transporte de 2.88 m/min o a su vez 0.048 m/seg .



Figura 5.5. Empaquetadora por termo encogido

Fuente: Los autores

Dimensiones de la cámara de termo encogido.

De acuerdo a la altura del paquete, el cual posee una medida de 22.5 cm. Se consideró una tolerancia de 6 cm con el propósito de lograr una distribución homogénea del calor en toda la cámara de termo encogido y así evitar daños en el material de polietileno y las botellas. Obteniendo de esta manera una altura de 28.5 cm para túnel de termo encogido.

El ancho de la cámara es de 19.5 cm, dicho valor es el espacioso del paquete, a este valor se le suma una tolerancia a cada lado del paquete de 13 cm.



Figura 5.6. Vista frontal de la empaquetadora por termo encogido

Fuente: Los autores

Una vez determinada la velocidad de transporte, se procede a calcular la longitud del túnel de la cámara por termo encogido, realizando un producto entre la velocidad de transporte que es $2,8 \text{ m/min}$ y el tiempo que se toma el paquete en pasar a través del túnel que es de 15 segundos.

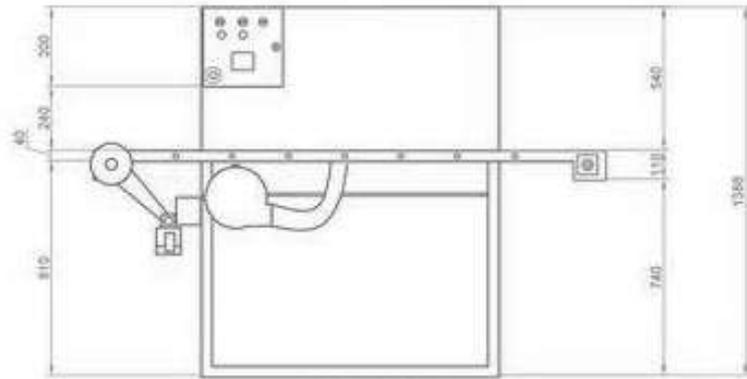


Figura 5.7. Vista lateral de la empaquetadora por termo encogido

Fuente: Los autores

Tomando en cuenta que necesitamos el valor en unidades métricas, se procede a dividir este resultado entre 60, sabiendo que 1 minuto tiene 60 segundos.



Figura 5.8. Cámara de termo encogido

Fuente: Los autores

Por lo tanto la longitud del túnel será de 0.72 m. sobredimensionando con el fin de tener una distribución homogénea de calor la longitud del túnel es de 1.10 m

Para conocer la longitud total de la empaquetadora por termo encogido, una vez obtenido el dato de longitud del túnel que es de 1.10 m, a este valor se le aumenta una distancia a cada lado del túnel para que ingresen y salgan las botellas durante el proceso de empaquetado.

Dicha distancia será de 40 cm a cada lado. Sumando estas distancias la medida será de 190 cm de largo para la empaquetadora por termo encogido

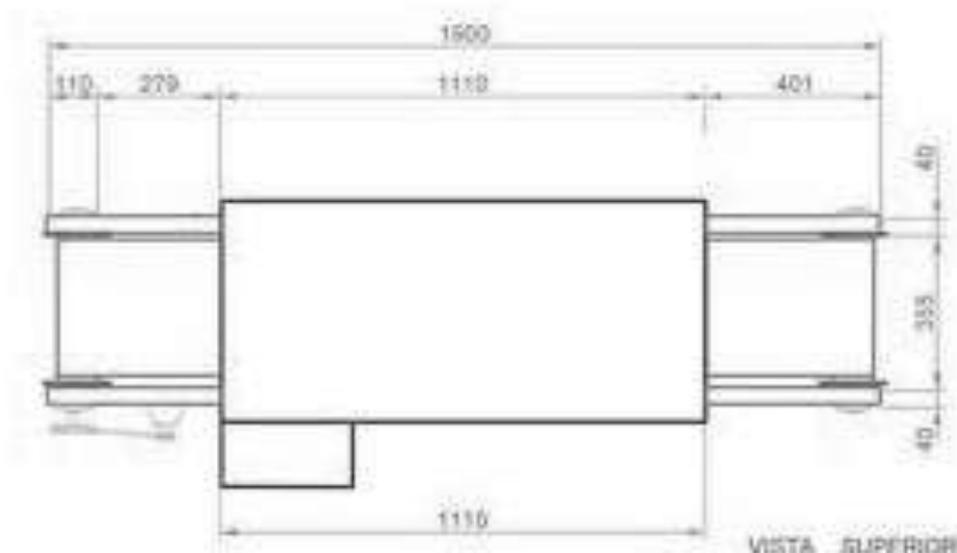


Figura 5.9. Vista superior de la empaquetadora por termo encogido

Fuente: Los autores

Masa a transportar

Para conocer la masa total que se va a transportar se necesita conocer las masas de los elementos involucrados en este proceso como es el paquete de botellas.

La malla utilizada para transporte del paquete y el material termoplástico a utilizar se procede a sumar todos estos datos.

La masa del paquete de botellas es de 7.48 *kg*, la masa de la malla 4.53 *kg* y la masa del termoplástico es de 0.011 *kg*. Realizando la suma respectiva, se tiene una masa total de transporte de 11.99 *kg*.



Figura 5.10. Masa a transportar

Fuente: Los autores

Tiempo de transporte del paquete

Para determinar el tiempo de transporte del paquete por toda la banda, se hace una relación, ya que para recorrer 1.10 m de la misma se tiene un tiempo de 15 segundos, entonces para recorrer la longitud total de 190 cm se tendrá un tiempo aproximado de 25.9 segundos, considerando que son ocho paquetes que se transportan al mismo tiempo.

Aceleración de la cinta transportadora.

Para obtener el dato de aceleración de la banda transportadora utilizamos la ecuación que menciona que la aceleración es igual a la diferencia entre la velocidad final que es 0.048 m/seg y la velocidad inicial que es 0 , todo esto entre el tiempo final de transporte del paquete que es de 25.9 segundos.

Por lo tanto realizando esta división la aceleración obtenida es de $0,001853 \text{ m/seg}^2$.

Fuerza

Para el cálculo de fuerza, se realiza el producto entre la masa total de 11.99 Kg y la aceleración de la banda que es de $0,001853 \text{ m/seg}^2$. Esto nos da como resultado una fuerza de 0.2221 N

Trabajo

Para el cálculo de trabajo, se realiza el producto entre la fuerza de 0.2221 N y la longitud total de la empaquetadora que es de 1.90 m .

Esto nos da como resultado un trabajo de $0.4219 J$

Potencia

Para determinar la potencia, se divide el trabajo que es de $0.4219 J$ para el tiempo de transporte total que es de 25.9 segundos. .

Esto nos da como resultado una potencia de $0.016 W$. Al tener una potencia sumamente baja para seleccionar el motor, de acuerdo a los manuales se procede a seleccionar el motor de más baja potencia en Hp que es el de $\frac{1}{4}$ de Hp.

Tabla 5.5. Datos de Motor

Motor monofásico	
Tensión	127 V
Corriente	1.72 A
n	1750 ru/min
Potencia	0.25 Hp
Relación de transmisión del reductor	1:5

Fuente: [26, p. 4]

Potencia eléctrica de las niquelinas

Se cuenta con 8 niquelinas de igual resistencia. Para determinar la potencia individual de las mismas, partimos de la corriente total de consumo de las 8 niquelinas que es de 62.4 A, entonces se divide esta corriente para el número de niquelinas que son 8, dando como resultado una corriente individual de 7.8

A cada una a un voltaje de 220 V. Calculando la potencia se tiene que cada niquelina posee 1700 W.

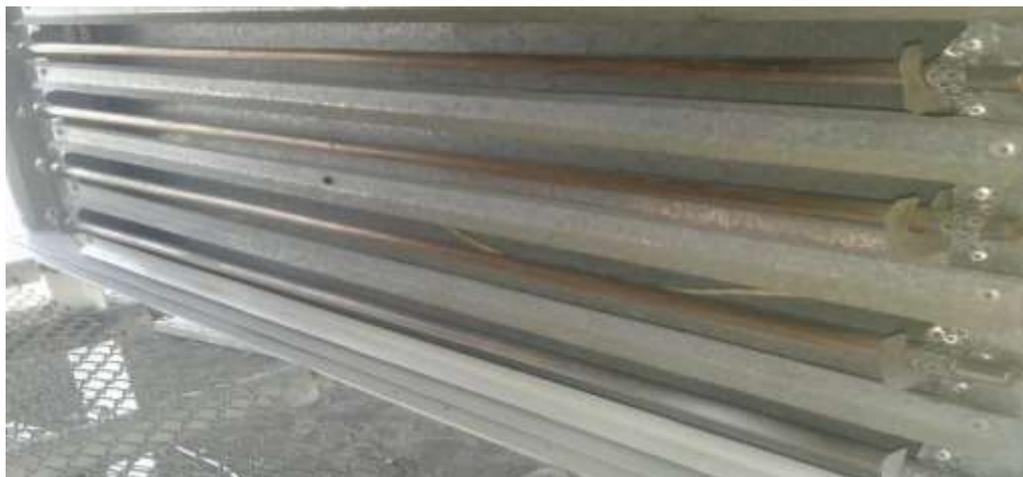


Figura 5.11. Resistencias eléctricas

Fuente: Los autores

Esta potencia multiplicada por el número de niquelinas da como resultado un total de 13600W de consumo de las niquelinas

Potencia eléctrica del motor

Para determinar este valor de potencia se realiza un producto entre la corriente que es de 1,72 A y el voltaje que es 120 V. La potencia del motor es de 206 W.



Figura 5.12. Moto reductor

Fuente: Los autores

Potencia eléctrica del soplador

Para determinar este valor de potencia se realiza un producto entre los valores nominales, tanto de corriente como de voltaje. La corriente es de 1.5 A y el voltaje a 110 V. La potencia del soplador es de 165W



Figura 5.13. Ventilador

Fuente: Los autores

Para determinar la potencia total del circuito se suma todas las potencias. La potencia de las niquelinas que es de 13600W, la potencia del soplador que es de 165W y la potencia del motor que es de 206w. Por lo tanto la potencia total de consumo es de 413972 W

Intensidad total del circuito

A partir de la potencia de consumo, se puede determinar la corriente total del circuito dividiendo la potencia total que es de 13972 W para el voltaje de alimentación que es 220 V. Entonces la corriente total es 63.50 A

Intensidad de protección

Con esta corriente, determinamos la intensidad de protección que es para el dimensionamiento del interruptor termomagnético de protección del circuito.

Se realiza esto multiplicando la corriente obtenida que es de 63.50 A por un factor de seguridad de 1,25, dando como resultado una intensidad de protección de 79.37 A.

Es necesario mencionar que la corriente total cuenta con cargas tanto bifásicas como monofásicas, por lo que los 79.37 A están divididos uniformemente para 3 breakers de distinta capacidad.

El primero para 6 niquelinas. El segundo para el motor y el ventilador. Finalmente un tercero para las 2 niquelinas restantes cubriendo así el consumo total de la empaquetadora por termo encogido.



Figura 5.14. Tablero de Control

Fuente: Los autores

5.3. Producción a través del uso de la empaquetadora por termo encogido

A través de las pruebas de operación se obtiene que: el tiempo del empaquetado mediante el uso de la empaquetadora por termo encogido es de 15 segundos aproximadamente, logrando un mejoramiento en cantidad de producción con relación al tiempo empleado con el uso de la pistola de calor

Tabla 5.6. Datos de producción

Nº Paquetes	Tiempo (seg)
2	15
8	60
20	150
40	300
100	750
200	1500
480	3600

Fuente: Los autores

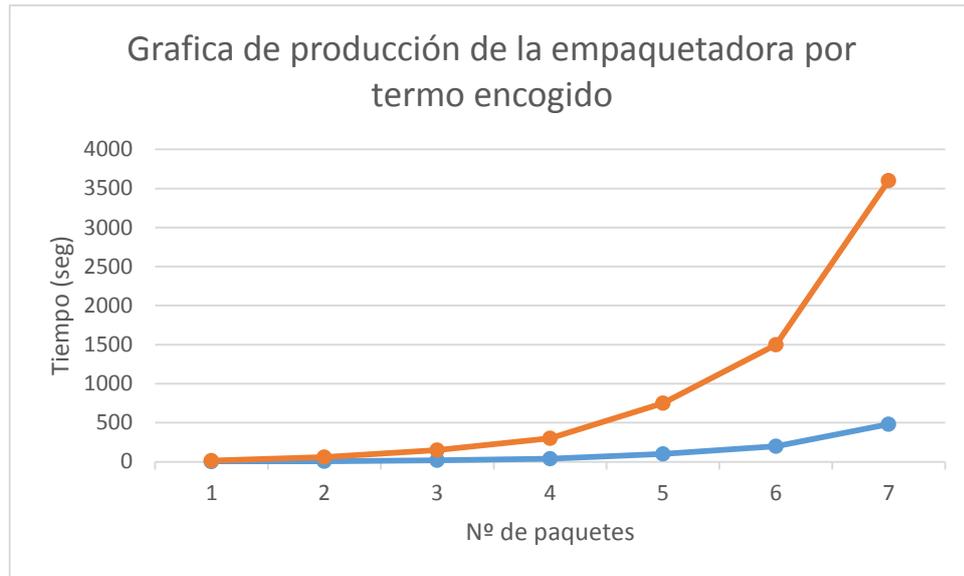


Figura 5.15. Producción mediante la empaquetadora por termo encogido

Fuente: Los autores

Mediante el funcionamiento de la empaquetadora por termo encogido se obtiene un promedio de 8 paquetes de botellas por minuto, lo cual equivale a 480 paquetes por hora en comparación a los 50 paquetes por jornada de trabajo que eran realizados manualmente con el uso de la pistola de calor.



Figura 5.16. Producto terminado (botellas de prueba)

Fuente: los autores

6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTO

En este capítulo se detalla los diferentes materiales e instrumentos utilizados en el proceso de manufactura de la empaquetadora de termo encogido.

6.1. Costos de Materiales

En este capítulo se detalla los diferentes materiales e instrumentos a ser utilizados en el proceso de manufactura de la empaquetadora de termo encogido.

6.2. Costos de Materiales

Tabla 6.1. Presupuesto para la elaboración

Recursos	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN			
	Cantidad	Unidad	V. Unitario \$	Valor Total \$
EQUIPOS				
Ángulos de 1.5 x 3.16	6 m	3	22	66
Lámina de Tol Inoxidable 1.32 o 0.70	1	1	64	64
Lámina de Tol galvanizado 0.70	2	1	30	60
Malla entrelazada	1	1	68	68
Motor reductor	1	1	120	120
Resistencias	8	8	80	640
Contactador 25 A	1	1	12	61.48
Termocupla tipo k	1	1	12	12
Breakers 2 polos 50A	1	1	15.15	15.15

Breakers 2 polos 20A	1	1	1	10
Controlador de temperatura	1	1	1	68.60
Cable alta temperatura	15 m	1	4	60
Relé FOTEK	8	8	12	96
Conductor 12AWG	10 m	1	15	15
Enchufe 220 V	1	1	7.80	7.80
Pintura	1 gal	1	22	22
Polea 5x1	1	1	11	11
Chumaceras	4	4	6	20
Poleas 1x1	1	1	20	20
Banda	1	1	5	5
Lana de vidrio	2	2	15	30
Gabinete beaucoup	1	1	60	60
Blower	1	1	40	40
Manga de aluminio	1	1	15	15
Banda de teflón de 0.1 mm	2	1	43.60	87.2
Cables para conexión	20	20	0.25	5
TOTAL				1679.23

Fuente: los autores

6.2.1. Costos directos totales

En la tabla 6.2 se expresan los costos directos como; el costo de materiales, la mano de obra, el valor de la mano de obra se obtiene considerando el 20% del valor total y los equipos que intervendrán en el diseño de la propuesta tecnológica planteada

Tabla 6.2. Costos directos

DESCRIPCIÓN	VALOR (\$)
Costo total de materiales	\$1679.23
Costo total de mano de obra	\$335.846
Costo por maquinaria y equipos utilizados	\$200
Total costos directos	\$2.215,07

Fuente: los autores

6.2.2. Costos indirectos

En los costos indirectos interviene el conocimiento e ideas de los diseñadores y los imprevistos que se produce en la manufactura del proyecto, el mismo que equivale al 10% de los costos directos totales, como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 6.3. Costos indirectos

DESCRIPCIÓN	VALOR (\$)
Costos Imprevistos	\$2.215,07
Total costos indirectos	\$221.50

Fuente: los autores

6.2.3. Costo

El costo total del diseño y construcción de la empaquetadora de termo encogido se determina sumando los costos directos más los costos indirectos, como se observa en la siguiente tabla 6.4.

Tabla 6.4. Costo total

DESCRIPCIÓN	VALOR (\$)
Costos Directos	\$2.215,07
Costos Indirectos	\$221.50
Costo Total	\$2.436,57

Fuente: los autores

6.3. Comprobación de hipótesis.

Previamente a la implementación de la empaquetadora por termo encogido, en la empresa H-VIDA se realizaba el proceso de empaquetar cincuenta paquetes de botellas de doce unidades en un tiempo aproximado de ocho horas mediante el uso de la pistola de calor con una persona realizando dicho proceso, en la actualidad tenemos un tiempo aproximado de 7 minutos aproximadamente en empaquetar cincuenta paquetes de botellas, ya que el tiempo de transporte del empaque dentro del túnel de calor es de 15 seg, en configuración de 4x3.

Con los datos obtenidos se comprueba la hipótesis de la propuesta tecnológica, la cual es reducir el tiempo de empaquetado mediante la implementación de un túnel por termo encogido en la empresa H-VIDA.

6.4. Análisis de impactos

6.4.1. Impacto práctico

En la empresa H-Vida gracias a la implementación de la máquina realizada en esta propuesta tecnológica se logró desarrollar el empaquetado de botellas plásticas mediante el proceso de termo contracción.

Sin la existencia de la empaquetadora por termo encogido el trabajo realizado por el personal sería rústico y rudimentario, debido a que se emplearían reiteradamente las pistolas de calor para el proceso, lo cual ocasionaría menos precisión en el empaquetado de botellas plásticas y un incremento en el tiempo de elaboración del mismo.

6.4.2. Impacto simbólico

La implementación de la empaquetadora por termo encogido simboliza una innovación tecnológica para la empresa H-VIDA, la cual otorga un salto de calidad aumentando el nivel de competitividad en el mercado dedicado a la comercialización de este tipo de productos.

6.4.3. Impacto tecnológico

Frente a la realidad de la fábrica y a su constante progreso, la implementación de este sistema de empaquetado por termo encogido es viable, debido a que ayuda a reducir el tiempo predestinado para esta etapa.

Por otro lado la empaquetadora de termo encogido se ha convertido en una parte importante para la empresa H-vida ya que reemplaza la acción ejecutada por el hombre por un adelanto tecnológico y a su vez deja en la obsolescencia el uso de las pistolas de calor, provocando un impacto tecnológico en la empresa, ocasionando cambios significativos en el proceso de empaquetado de las botellas plásticas y permitiendo revalorizar en la mercantilización de la misma.

6.4.4. Impacto ético

El equipo al ser semiautomático aumenta el uso de recursos tecnológicos y a la vez disminuye la acción manual de la etapa de empaquetado, mejorando las condiciones de trabajo ya que tiene una mayor adaptabilidad a las líneas de producción dentro de la industria y con proyecciones de automatización a futuro.

A demás el diseño del túnel por termo encogido se adecuo a las necesidades de la empresa mediante la aplicación de ingeniería local, solucionando el principal problema que existe en el proceso de empaquetado, el cual es reducir el tiempo de trabajo efectuado por el personal de dicha área.

7. CONCLUSIONES

- A través del estudio inicial de campo desarrollado en la empresa H-vida, se determinó que las personas que trabajan y desempeñan sus funciones en el área de empaquetado realizan dicho proceso durante un tiempo de 2 minutos por paquete con el uso de la pistola de calor. Dicho tiempo se pudo mejorar con la implementación de la empaquetadora de termo encogido, la cual realiza un tiempo de empaquetado de 15 segundos por paquete.
- La empaquetadora por termo encogido ha cumplido con la hipótesis planteada, ya que se logró reducir el tiempo en el proceso de empaquetado de una manera considerable en relación al análisis realizado a inicios de esta investigación.
- El diseño del túnel por termo encogido se adaptó a las necesidades de la empresa, considerando las dimensiones el paquete de botellas.
- Las pruebas de operación de la empaquetadora de termo encogido dieron como resultado un empaquetado acorde a las necesidades de este tipo de proceso, es decir que el paquete de botellas una vez que pasa por el túnel de termo encogido presenta una buena consistencia de empaquetado.
- Se realizó una comparación satisfactoria entre el proceso manual realizado con el uso de la pistola de calor y el proceso ejecutado por la empaquetadora de termo encogido, dando como resultado un tiempo menor al utilizar la máquina de termo contracción.

7.1. RECOMENDACIONES

- Con el fin de reducir costos para la empresa es recomendable remplazar la lámina de polietileno de 72 micras que es utilizada en la actualidad por una lámina de polietileno de 50 micras.
- Al finalizar el proceso de termo encogido es necesario que el paquete de botellas posea un tiempo considerable de enfriamiento para que pueda ser distribuida sin ningún inconveniente.
- Se recomienda realizar una capacitación al personal que labora en la empresa sobre la empaquetadora por termo encogido antes de ponerla en funcionamiento.
- La cámara de termo encogido debe ser diseñada acorde a las dimensiones de las botellas que se van a someter al proceso de termo contracción para reducir las pérdidas de calor internas y garantizar un empaquetado uniforme.
- Se debe utilizar guantes térmicos de protección una vez que la máquina se ponga en funcionamiento para evitar cualquier tipo de lesiones o quemaduras.
- El sistema de termo encogido actual puede ser mejorado por un sistema que tenga un menor consumo de energía.

8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] ARQHYS, «Historia del embalaje flexible,» Junio 2017. [En línea]. Available: www.arqhys.com.
- [2] G. Calderon y E. Martinez, «DSpace en ESPOL,» 2007. [En línea]. Available: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/4273>.
- [3] J. Gomez y C. Caicedo, EMPACADORA AUTOMÁTICA DE PANELA INDIVIDUAL EN ENVOLTURA PLÁSTICA, Bogotá, 2005.
- [4] A. Paz y P. Arriagada, «Universidad de Chile,» 16 Diciembre 2013. [En línea]. Available: https://www.u-cursos.cl/usuario/c1f33623c53cd7f58fd77ef459693d6c/mi_blog/r/Polietileno.pdf.
- [5] J. Aguiar y G. A, «UNIVERSIDAD DE MALAGA,» 2011. [En línea]. Available: https://ocw.uma.es/ingenierias/ampliacion-de-fisica/archivos/Tema%208.%20Apuntes_Transferencia_de_calor.pdf.
- [6] J. Rep, Diseño de túnel de calor para encoger sellos plásticos en la producción de envasado de vino, Santiago de Cali, 2014, pp. 41-42.
- [7] E. Mena, Implementación y automatización de un túnel de calor para termoencogido de la empresa GAMMA SERVICIOS, Quito, 2012, p. 11.
- [8] C. Guagchinga y E. Chuquitarco, IMPLEMENTACIÓN DE UN TÚNEL DE TERMO, Latacunga, 2016.
- [9] A. RUIZ, Automatizacion y Telecontrol de Sistemas de Riego, 2010.
- [10] C. CEAL, «Electronica Y mediciones CEAL, C.A.,» 2017. [En línea]. Available: <http://electronicaymedicionesceal.blogspot.com/>.

- [11] «monografias.com,» [En línea]. Available:
<http://www.monografias.com/trabajos104/medicion-temperatura/medicion-temperatura.shtml>.
- [12] J. Fallas y I. Del Valle, Diseño del Sistema de Calentamiento para Simulación del Flujo de Plasma en Tubo CILINDRICO, 2013.
- [13] A. Pietropaoli, F. Basti y Á. V.-Á. y J. Maqueda, Manejo de la Fibra de vidrio en entorno laboral, potenciales efectos sobre la salud y medidas de control, Madrid-España, 2015.
- [14] BUN-CA, «Motores electricos: Buenas Practicas en Eficiencia Energética,» San José, Costa Rica, marzo del 2010.
- [15] X. Montilla, Concepto de Breakers Eléctricos, Charallave- Venezuela, Mayo, 2013.
- [16] ABB, Productos de electrificación y automatización, Bogotá, 2016.
- [17] P. BASTIÁN, Electrotecnia, 2001.
- [18] INESEM, «Revista Digital INESEM,» 07 Mayo 2017. [En línea]. Available:
<https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/diferencia-reles-contactores/>.
- [19] JPM, «Micro JPM,» 11 Noviembre 2017. [En línea]. Available:
<http://www.microjpm.com/nosotros/>.
- [20] A. Heras y J. d. I. Esperanza, Diseño de Cinta Transportadora y Estructura auxiliar para planta de procesamiento de arcillas, septiembre 2014.
- [21] CAMBRIDGE, «Sistema de mallas entrelazadas y rodillos,» p. 9, 2009.
- [22] Sabino, «Metodología de la Investigación,» 2013, p. 51.
- [23] Hernández, Los diseños de método mixto en investigación en educación, Costa Rica: Educare, 2011.

[24] R. M. Peña, «Matriz de operacion de variables y consistencia,» 2012.

[25] I. Ovelma, Manual Túnel de Termoencogido, Medellín, 2013.

[26] WEG Mexico, «weg,» Nom.Ance, 2010. [En línea]. Available:
<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-motores-monofasicos-mercado-mexicano-catalogo-espanol.pdf>. [Último acceso: 07 Noviembre 2017].

ANEXOS

Anexo 1 Ficha Informativa del Docente

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI **FICHA INFORMATIVA DEL DOCENTE**

DATOS PERSONALES

Apellidos: Cevallos Betún
Nombres: Segundo Ángel
Estado Civil: soltero
Lugar y fecha de nacimiento: 05 de abril de 1974
Teléfono Celular : 0994793325
Correo Electrónico : segundo.cevallos@utc.edu.ec



HISTORIAL PROFESIONAL

Ingeniero Mecánico, Magister en Gestión de la Producción y Master en Ciencias de la Educación con Mención en Planeamiento y Administración Educativa, además posee dos Diplomados Superiores, Uno en Auditoria y Gestión Energética y otro en Administración de Riesgos Laborales.

Trabajó como asistente en los departamentos de Producción y Mantenimiento de la Empresa ROCACEM (Actualmente HOLCIM_LATACUNGA) desde el año 2001 hasta el 2003 y desde el año 2004 hasta la presente fecha trabaja en la Universidad Técnica de Cotopaxi como docente investigador a contrato en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

Segundo Ángel Cevallos Betún

Anexo 2 Ficha Informativa del Estudiante

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DATOS PERSONALES

Nombres: Cristhian José
Apellidos: Mayo Lescano
Fecha de Nacimiento : 04 – Diciembre - 1993
Cedula de Ciudadanía: 050379788-8
Estado Civil: Casado
Números Telefónicos: 0979240621
E-mail: cristhian.mayo8@utc.edu.ec
Dirección Domiciliaria: Sánchez de Orellana y Av. Rumiñahui



ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	INSTITUCIÓN	TÍTULO OBTENIDO	AÑO
Primero	Escuela “Simón Bolívar”	Primaria	1998- 2004
Segundo	Instituto Tecnológico Superior “Vicente León”	Física Matemática	2005-2011
Tercero	Universidad Técnica de Cotopaxi		

CRISTHIAN JOSÉ MAYO LESCANO
050379788-8

Anexo 3 Ficha Informativa del Estudiante

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DATOS PERSONALES

Nombres: Daniel Manuel
Apellidos: Manzaba velásquez
Fecha de Nacimiento : 21 - Julio - 1993
Cedula de Ciudadanía: 050358798-2
Estado Civil: Soltero
Números Telefónicos: 0984092848 / 0939232347
E-mail: manzabadaniel09@gmail.com
Dirección Domiciliaria: Calle 10 de Agosto y México (San Felipe)



ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	INSTITUCIÓN	TÍTULO OBTENIDO	AÑO
Primero	Escuela " U.N.E	Primaria	1998- 2004
Segundo	Instituto Tecnológico Superior " Ramón Barba Naranjo "	Bachiller técnico en Electrónica de Consumo	2005-2011
Tercero	Universidad Técnica de Cotopaxi		

DANIEL MANUEL MANZABA VELASQUEZ
050358798-2



Referencia Para Pedido	Tipo	Corriente Nominal In (A)	Tensión Máxima De Servicio Ub. Máx	Poder de corte Icn (kA) IEC/EN 60898 230/400Vac	Precio de Lista COP
------------------------	------	--------------------------	------------------------------------	---	---------------------

Mini interruptores SH200:

Curva de disparo C. Montaje en riel DIN de 35mm

Aplicaciones: residencial, Comercial

Norma de referencia: IEC 60898, VDE 0641, IRAM 2169

Icn = 6 kA, Según IEC 60898 230/400 Vac

Monopolares. Ancho: 1 módulo = 17,5mm



2CDS 211001 R0064	SH201-C6	6	254Vac	6	20.000
2CDS 211001 R0104	SH201-C10	10		6	18.900
2CDS 211001 R0164	SH201-C16	16		6	19.900
2CDS 211001 R0204	SH201-C20	20		6	19.900
2CDS 211001 R0254	SH201-C25	25		6	19.900
2CDS 211001 R0324	SH201-C32	32		6	19.900
2CDS 211001 R0404	SH201-C40	40		6	19.900
2CDS 211001 R0504	SH201-C50	50		6	20.300
2CDS 211001 R0634	SH201-C63	63		6	20.300

Bipolares. Ancho: 2 módulos = 35mm



2CDS 212001 R0064	SH202-C6	6	440Vac	6	43.000
2CDS 212001 R0104	SH202-C10	10		6	42.400
2CDS 212001 R0164	SH202-C16	16		6	42.400
2CDS 212001 R0204	SH202-C20	20		6	42.400
2CDS 212001 R0254	SH202-C25	25		6	42.400
2CDS 212001 R0324	SH202-C32	32		6	42.400
2CDS 212001 R0404	SH202-C40	40		6	42.500
2CDS 212001 R0504	SH202-C50	50		6	42.900
2CDS 212001 R0634	SH202-C63	63		6	42.900

Tripolares. Ancho: 3 módulos = 52,5mm



2CDS 213001 R0064	SH203-C6	6	440Vac	6	73.000
2CDS 213001 R0104	SH203-C10	10		6	72.500
2CDS 213001 R0164	SH203-C16	16		6	72.500
2CDS 213001 R0204	SH203-C20	20		6	72.500
2CDS 213001 R0254	SH203-C25	25		6	72.500
2CDS 213001 R0324	SH203-C32	32		6	72.500
2CDS 213001 R0404	SH203-C40	40		6	73.700
2CDS 213001 R0504	SH203-C50	50		6	73.700
2CDS 213001 R0634	SH203-C63	63		6	73.700

Corriente asignada de empleo le máx. AC-3 (U _e ≤ 440 V) le AC-1 (U _e ≤ 60 °C)	9 A 20 A	12 A 25 A	18 A 32 A	25 A 40 A	32 A 50 A	38 A	
Tensión asignada de empleo	690 V						
Número de polos	3	3	4	3	3	4	3
Potencia asignada de empleo en AC-3 380/400 V 415/440 V 500 V 660/690 V	4 kW 4 kW 5,5 kW 5,5 kW	5,5 kW 5,5 kW 7,5 kW 7,5 kW	7,5 kW 9 kW 10 kW 10 kW	11 kW 11 kW 15 kW 15 kW	15 kW 15 kW 18,5 kW 18,5 kW	18,5 kW 18,5 kW 18,5 kW 18,5 kW	
Contactos auxiliares	1 "NC" y 1 "NA" instantáneos incorporados a los contactores completos mediante aditivos comunes en toda la gama						
Relés térmicos manual-auto asociables Clase 10 A Clase 20	0,10...10 A 2,5...10 A	0,10...13 A 2,5...13 A	0,10...18 A 2,5...18 A	0,10...32 A 2,5...32 A	0,10...38 A	0,10...38 A	
Módulos de antiparasitado (contactores y bajo consumo antiparasitados de origen)	Varistor Diodo Circuito RC Diodo de limit. de cresta bidireccional	• - • •	• - • •	• - • •	• - • •	• - • •	• - • •
Interfaces De relé De relé y marcha forzada	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •
Estático	LC1-D09	LC1-D12	LC1-D18	LC1-D25	LC1-D32	LC1-D38	
Tipo de contactores ~ 6 = 3 polos ~ 4 polos	LC1-DT20	LC1-DT25	LC1-DT32	LC1-DT40	-	-	
	LC1-D098	LC1-D128	LC1-D188	LC1-D258	-	-	
Tipo de inversores ~ 3 polos = 3 polos ~ 4 polos = 4 polos	LC2-D09 LC2-DT20	LC2-D12 LC2-DT25	LC2-D18 LC2-DT32	LC2-D25 LC2-DT40	LC2-D32 -	LC2-D38 -	
	LC2-DT20	LC2-DT25	LC2-DT32	LC2-DT40	-	-	

Anexo 6**Descripción Relé en Estado
Solido FOTEK****1/1**

Tipo	Tipo de terminal					Tipo de PCB
Modelo	SSR-10DA	SSR-25DA	SSR-40DA	SSR-25DA-H	SSR-40DA-H	SSR-P03DA
Corriente de carga nominal	10A	25A	40A	25A	40A	3A
Datos de entrada						
Voltaje de funcionamiento	3 ~ 32VDC					
Mín .. Tensión de ON/OFF	En> 2.4 V, off <1.0 V					
Corriente de disparo	7.5mA/12 V					
Método de control	Zero gatillo Cruz					
Datos de salida						
Voltaje de funcionamiento	24 ~ 380VAC			90 ~ 480VAC		24 ~ 480VAC
Mín .. tensión de bloqueo	600 Vac <repetitivo>					
Caída de tensión	1.6 V/25 °C					
Max. durated actual	135A	275A	410A	275A	410A	135A
Corriente de fuga	3.0mA	3.0mA	3.0mA	5.0mA	5.0mA	3.0mA
Tiempo de respuesta	En <10 ms, off <10 ms					
Datos generales						
Rigidez dieléctrica	Over 2.5 kVAC/1 min.					
Resistencia de aislamiento	Sobre 50 m Ω/500VDC					
Temperatura de funcionamiento	-20 °C ~ 80 °C					
Material de la carcasa	ABS intensiva					

		CORREAS FLEXIDRIVE TRUMATCH CORREA EN V TIPO "A"  ANCHOSUPERIOR 1/2" ALTURA 11/32" ANGULO x 40°					
# De Correa	PRECIO SIN I.V.A	# De Correa	PRECIO SIN I.V.A	# De Correa	PRECIO SIN I.V.A	# De Correa	PRECIO SIN I.V.A
A 20	1900	A 51	3,162	A 82	5,084.00	A 113	7,006.00
A 21	1900	A 52	3,224	A 83	5,146.00	A 114	7,068.00
A 22	1900	A 53	3,286	A 84	5,208.00	A 115	7,130.00
A 23	1900	A 54	3,348	A 85	5,270.00	A 116	7,192.00
A 24	1900	A 55	3,410	A 86	5,332.00	A 117	7,254.00
A 25	1900	A 56	3,472	A 87	5,394.00	A 118	7,316.00
A 26	1900	A 57	3,534	A 88	5,456.00	A 119	7,378.00
A 27	1900	A 58	3,596	A 89	5,518.00	A 120	7,440.00
A 28	1900	A 59	3,658	A 90	5,580.00		
A 29	1900	A 60	3,720	A 91	5,642.00		
A 30	1900	A 61	3,782	A 92	5,704.00		
A 31	1,922	A 62	3,844	A 93	5,766.00		
A 32	1,984	A 63	3,906	A 94	5,828.00		
A 33	2,046	A 64	3,968	A 95	5,890.00		
A 34	2,108	A 65	4,030	A 96	5,952.00		
A 35	2,170	A 66	4,092	A 97	6,014.00		
A 36	2,232	A 67	4,154	A 98	6,076.00		
A 37	2,294	A 68	4,216	A 99	6,138.00		
A 38	2,356	A 69	4,278	A 100	6,200.00		
A 39	2,418	A 70	4,340	A 101	6,262.00		
A 40	2,480	A 71	4,402	A 102	6,324.00		
A 41	2,542	A 72	5,178.24	A 103	6,386.00		
A 42	2,604	A 73	5,250.16	A 104	6,448.00		
A 43	2,666	A 74	5,322.08	A 105	6,510.00		
A 44	2,728	A 75	5,394.00	A 106	6,572.00		
A 45	2,790	A 76	5,465.92	A 107	6,634.00		
A 46	2,852	A 77	5,537.84	A 108	6,696.00		
A 47	2,914	A 78	5,609.76	A 109	6,758.00		
A 48	2,976	A 79	5,681.68	A 110	6,820.00		
A 49	3,038	A 80	5,753.60	A 111	6,882.00		
A 50	3,100	A 81	5,825.52	A 112	6,944.00		

Clase	Denominación	Producto	Densidad		Conductividad Térmica 10° CmW (mK)	Tolerancias		
						Largo mm.	Ancho mm.	Espesor mm.
1	LVM-1	FIELTRO	9	13	42	+100	+5	+10/-4
	LVP-1	PANEL	9	13	42	+15	+5	+4
2	LVM-2	FIELTRO	>13	19	39	+100	+5	+5/-4
	LVP-2	PANEL	>13	19	39	+15	+5	+3
3	LVM-3	MANTA	>19	32	35	+100	+5	+5/-4
	LVP-3	PANEL	>19	32	35	+15	+5	+3
4	LVM-4	MANTA	>32	90	34	+100	+5	+5/-4
5	LVP-4	PANEL	>32	52	34	+15	+5	+3
6	LVP-5	PANEL	>52	87	33	+10	+5	+3
7	LVP-6	PANEL	>87	120	34	+10	+5	+3
8	LVP-7	PANEL	>120	200	38	+10	+5	+3
9	LVC	COQUILLA	2	-----	34	+10	Diámetro interior	+3

En la clase 9 la densidad mínima viene expresada en función de su espesor y diámetro.

Clase	Espesor	Dimension interior. mm.	Densidad mínima. Kg/m ³
9	< 30	< 25	70
		25	65
		> 25 a 50	60
		> 50	55
	30 a 40	> 50	60
		>= 50	53
> 40	----	53	

Datos Electricos

Potencia		Factor de Servicio	Polos	Armazón	Código de Referencia	Tensión V	RPM min ⁻¹	Corriente Nominal A	Corriente a Factor de Servicio A	Clave KVA/HP	Eficiencia Nominal %	Factor de Potencia pu
HP	KW											
0,25	0,187	1,35	2	56	.25360S1PA56	127/220	3510	6.28/2.35	6.50/2.70	R	52,5	0,44
		1,35	4	56	.25180S1P56	127/220	1745	5.50/2.50	5.80/2.80	P	50,5	0,52
0,33	0,249	1,35	2	56	.33360S1PA56	127/220	3510	7.21/2.70	7.40/3.10	P	55,0	0,57
		1,35	4	56	.33180S1P56	127/220	1750	6.40/2.50	7.00/3.00	P	52,5	0,57
0,50	0,373	1,25	2	56	.50360S1PA56	127/220	3515	9.10/3.70	9.70/4.60	N	59,5	0,58
		1,25	4	56	.50180S1P56	127/220	1740	8.00/3.80	8.70/4.30	N	57,5	0,63
0,75	0,560	1,25	2	56	.75360S1PA56	127/220	3500	11.50/5.00	12.55/5.85	M	62,0	0,61
		1,25	4	56	.75180S1P56	127/220	1750	12.5/5.50	13.10/6.10	P	59,5	0,59
1.0	0,746	1,25	2	56	001360S1P56	127/220	3515	13.00/6.20	14.00/7.30	M	64,0	0,70
		1,15	4	56	001180S1P56	127/220	1730	15.00/7.50	17.50/8.62	M	62,0	0,63
1,5	1,119	1,15	2	56	001560S1P56	127/220	3500	16.50/8.80	18.90/10.10	L	68,0	0,78
		1,15	4	56	001580S1P56	127/220	1730	20.20/9.37	21.30/10.60	M	66,0	0,66
2.0	1,492	1,15	2	56H	002360S1P56	127/220	3520	20.0/10.5	22.0/11.5	M	72,0	0,81
		1,15	4	56H	002180S1P56	127/220	1735	29.00/13.50	33.3/15.50	M	70,0	0,57





Lana de Vidrio



Cámara de distribución de Aire



Resistencias



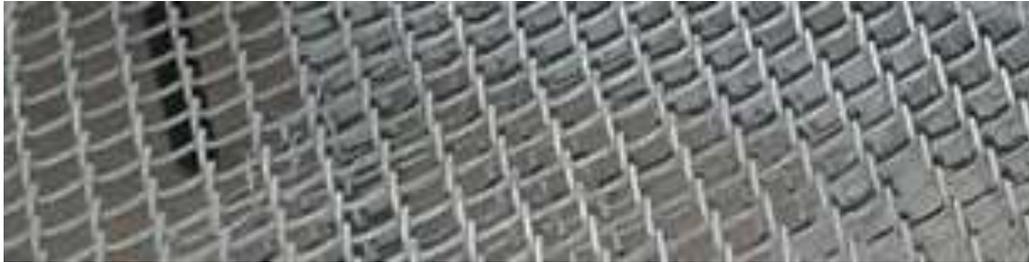
Eje motriz conducido con poleas



Eje para transmitir movimiento giratorio



Motor reductor de $\frac{1}{4}$ hp - poleas de 5 y 3



Cinta transportadora



Chumacera de pared



Estructura de la cámara de termo encogido

Cálculo del número de paquetes mediante el proceso del termo encogido

$$\frac{1 \text{ paquete}}{N \text{ paquetes}} = \frac{15 \text{ seg}}{60 \text{ seg}}$$

$$N^{\circ} \text{paquetes} = \frac{1 \text{ paquete} \cdot 60 \text{ seg}}{15 \text{ seg}}$$

$$N^{\circ} \text{paquetes} = 4 \text{ paq}$$

Velocidad de transportación del paquete

$$V = \left(\frac{N^{\circ} \text{ paquetes}}{\text{min. } L} \right)$$

$$V = 2.88 \text{ m/min}$$

$$V = 0.048 \text{ m/seg}$$

Cálculo de la longitud del túnel de termo encogido se aplicó la ecuación

$$L = \frac{V * t}{60}$$

$$L = \frac{2.88 \text{ m/min} \cdot 15 \text{ seg}}{60}$$

$$L = 0.72 \text{ m.}$$

$$L_{total} = l_{tunel} + 2 \text{ } l_{\text{ lados del tunel}}$$

$$L_{total} = 110 \text{ cm} + 2 (40 \text{ cm})$$

$$L_{total} = 190 \text{ cm}$$

Masa a transportar

$$m_{paq} = 16.5 \text{ lb} \left(\frac{1 \text{ kg}}{2.204 \text{ lb}} \right)$$

$$m_{paq} = 7.48 \text{ kg}$$

$$m_{malla} = 10 \text{ lb} \left(\frac{1 \text{ kg}}{2.204 \text{ lb}} \right)$$

$$m_{malla} = 4.53 \text{ kg}$$

$$m_{total} = m_{\text{termoplástico}} + (m_{\text{paquete}}) + (m_{\text{malla}})$$

$$m_{total} = 0.011 \text{ kg} + 7.48 \text{ kg} + 4.53 \text{ kg}$$

$$m_{total} = 11.99 \text{ kg}$$

Anexo 12	Resolución de Ecuaciones	2/4
-----------------	---------------------------------	------------

Tiempo de transporte del paquete		
$\frac{0.8m}{1.90m} = \frac{15seg}{t}$ $t = \frac{1.90m * 15 seg}{1.10 m}$ $t = 25.9 seg$		
Aceleración de la cinta transportadora		
$a = \frac{V_f - V_o}{t}$ $a = \frac{0.048 m/seg - 0}{25.9 seg}$ $a = 0.001853 m/seg^2$		
Fuerza		
$F = m . a$ $F = 11.99Kg * 0.001853 m/seg^2$ $F = 0.2221 N$		
Trabajo		
$W = F * l$ $W = 0.2221 N . (1.90m)$ $W = 0.4219 J$		
Potencia		
$P = \frac{W}{t}$ $P = \frac{0.4219 J}{25.9 seg}$ $P = 0.016 W$		
Potencia eléctrica total de las niquelinas		
$P. niquelinas = 977W . N^{\circ}resistencias$ $P. niquelinas = 977W . 8$ $P. niquelinas = 7816W$		
Potencia total del circuito		
$P. circuito = P. niquelinas + P. soplador + P. motor$ $P. circuito = 7816W + 50W + 207w$		

Anexo 12	Resolución de Ecuaciones	3/4
$P. \text{ circuito} = 8073 \text{ W}$		
Intensidad Total del circuito.		
$I. \text{ circuito} = \frac{P. \text{ total}}{\text{Voltaje}}$		
$I. \text{ circuito} = \frac{13912 \text{ W}}{220\text{V}}$		
$I. \text{ circuito} = \frac{13972 \text{ W}}{220\text{V}}$		
$I. \text{ circuito} = 63.50 \text{ A}$		
Intensidad de protección.		
$I. \text{ protección} = I. \text{ circuito} . (1.25)$		
$I. \text{ protección} = 63.50 \text{ A} . (1.25)$		
$I. \text{ protección} = 79.37 \text{ A}$		
Flujo másico del polietileno de baja densidad.		
$m_{pvc} = \frac{0.011\text{kg}}{\text{paquete}} \times \frac{8 \text{ paquetes}}{\text{minuto}} \times \frac{1 \text{ minuto}}{60\text{segundos}}$		
$m_{pvc} = 0.0014 \text{ kg/seg}$		
Flujo másico del envase		
$m_{\text{envase}} = \frac{0.1\text{kg}}{\text{paquete}} \times \frac{8 \text{ paquetes}}{\text{minuto}} \times \frac{1 \text{ minuto}}{60\text{segundos}}$		
$m_{\text{envase}} = 0.013 \text{ kg/seg}$		
Flujo másico del producto		
$m_{\text{producto}} = \frac{0.039\text{kg}}{\text{paquete}} \times \frac{8 \text{ paquetes}}{\text{minuto}} \times \frac{1 \text{ minuto}}{60\text{segundos}}$		
$m_{\text{producto}} = 0.0052 \text{ kg/seg}$		

Coefficiente de transferencia de calor

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h} + \left(\frac{e}{k}\right)_{\text{película}} + \left(\frac{\ln(r_e/r_i)}{2\pi \cdot k \cdot L}\right)_{\text{envase}}}$$

U

$$= \frac{1}{\frac{1}{25W \cdot m^2K^{-1}} + \left(\frac{3 \times 10^{-5}m}{0.33Wm^{-1}K^{-1}}\right)_{\text{polietileno}} + \left(\frac{\ln(0,07m/0,068m)}{2\pi \times 0,15Wm^{-1}K^{-1} \cdot 0.225m}\right)_{\text{envase}}}$$

$$U = 5,8 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Temperatura de la cámara de termo encogido

$$T_{\text{tunel}} = \frac{m_{\text{polietileno}} \cdot C_{p\text{comp}} (T_{\text{comp}} - T_{0\text{comp}})}{U \cdot A_{\text{comp}}} + \frac{(T_{\text{comp}} + T_{0\text{comp}})}{2}$$

$$T_{\text{tunel}} = \frac{\frac{3,3 \times 10^{-3}kg}{seg} \times 1900 J \cdot K^{-1}Kg^{-1} (200^\circ C - 90^\circ C)}{5,8 \frac{W}{m^2 \cdot K} \times 1,36m^2} + \frac{(200^\circ C + 90^\circ C)}{2}$$

$$T_{\text{tunel}} = 232.52^\circ C$$

Anexo 13	Catálogo de la empaquetadora	1/9
<p style="text-align: center;">Manual de Usuario</p> <p style="text-align: center;">Empaquetadora por termo encogido</p> <p>Léase el presente manual detenidamente antes de operar la empaquetadora por termo encogido, ya que la máquina consta de un túnel, el mismo que trabaja a una temperatura de 250°C.</p> <p>Características del equipo</p> <p>El equipo se encuentra diseñado para empaquetar botellas de agua por medio de un proceso de termo contracción</p> <p>Control de encendido y apagado</p> <p>El encendido del equipo se lo realiza de forma manual por medio de selectores, los cuales constan de 2 posiciones una de encendido y por ende la otra de apagado. Además están conectados de manera independiente. Un selector enciende el motorreductor, otro las niquelinas y otro que enciende el ventilador de la parte superior de la máquina</p> <p>Nota: El encendido y apagado de los elementos de la máquina puede ser visualizado por medio de sus respectivas luces piloto</p> <p>Contenido</p> <p>En este manual encontrará consejos que le pueden servir con el fin de hacer un buen uso del equipo y a su vez evitar algún tipo de accidente con alguna de sus partes, debido a que van a estar trabajando a altas temperaturas</p> <p style="text-align: center;">Introducción</p> <p>Información de seguridad</p> <p>Es necesario que el operador lea detenidamente el manual de operación y de mantenimiento. La operatividad de la máquina depende del seguimiento, tanto del manual como del plan de mantenimiento con el fin de reducir al mínimo los problemas en relación a la empaquetadora por termo encogido</p>		

El operario deberá utilizar su equipo de protección personal adecuado para evitar cualquier tipo de accidente al estar involucrado en el proceso de termo contracción como guantes de aislamiento térmico, ropa de trabajo, no acercarse demasiado a la cámara de termo encogido y para no tener situaciones de atrapamiento con la banda transportadora no usar accesorios como relojes, pulseras, etc.

Además se debe verificar q no haya objetos de ningún tipo dentro de la cámara de termo encogido para que no afecte al proceso de empaquetado. Hay que asegurarse que los componentes y sistemas de la máquina de termo encogido se encuentren en condiciones óptimas antes de que inicie a operar la misma.

Una vez puesta en operación la empaquetadora por termo encogido se debe tener cuidado de acercarse solamente lo necesario manteniendo una distancia prudente con relación a la máquina ya que la misma opera a alta temperatura por lo cual hay que tener cuidado para evitar algún tipo de accidente por quemadura.

Señales de riesgos en la empaquetadora de termo encogido



**PELIGRO
RIESGO DE
ATRAPAMIENTO**



**PELIGRO
RIESGO
ELECTRICO**



**¡PELIGRO!
ALTA
TEMPERATURA**

Instrucciones de operación

La máquina en primer lugar debe trabajar en un ambiente cerrado con el fin de evitar pérdidas de calor para garantizar que el termo encogido sea de manera uniforme en el paquete de botellas de agua requeridas son de 1900 mm de largo, 435 mm de ancho y 1590 mm de altura.

Anexo 13	Catálogo de la empaquetadora	3/9
<p>Comprobar que la superficie en donde se ubicará la empaquetadora por termo encogido sea plana, ya que de lo contrario afectaría el proceso de empaquetado. Las dimensiones mínimas requeridas son de 1900 mm de largo, 435 mm de ancho y 1590 mm de altura.</p> <p>Antes de poner en marcha de la máquina se debe seguir revisar lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Inspeccionar que se cuente con una conexión de corriente eléctrica en el lugar donde se ubicará la empaquetadora a 220 V 2.- Se debe asegurar que el selector de la banda transportadora se encuentre en la posición de apagado antes de conectar la máquina. 3.- Verificar que la máquina se encuentre conectada a la alimentación 4.- Asegurarse que el set point del controlador de temperatura esté en 250 °C. 5.- Esperar por un lapso aproximado de 10 minutos hasta que la cámara de termo encogido llegue a la temperatura programada 6.- Confirmar si el paquete de botellas está envuelto con el polietileno termo encogible antes de poner en operación la máquina <p>Pasos para realizar el proceso de termo encogido en la empaquetadora una vez que la cámara de termo encogido haya alcanzado los 250 °C.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Ubicar el paquete de botellas previamente embalado sobre la banda transportadora 2.- Encender el selector de la banda transportadora 3.- Esperar hasta que el paquete de botellas salga a través de la cámara 4.- Recoger el paquete de botellas ya empaquetado al otro lado de la cámara 5.- Repetir el proceso cuantas veces sea necesario de acuerdo a las necesidades de producción <p>Equipo de protección personal:</p>		

Anexo 13	Catálogo de la empaquetadora		4/9
			
Calzado dieléctrico	Guantes dieléctricos	Guantes para alta temperatura	Ropa industrial de trabajo

Antes de comenzar a operar

Mantenimiento

El mantenimiento respectivo de la empaquetadora por termo encogido se lo debe realizar cada 6 meses. El mantenimiento involucra cada uno de los componentes de la empaquetadora para que la misma opere en condiciones favorables y esperadas.

Banda transportadora

Para evitar que la banda transportadora presente algún tipo de falla se debe revisar la misma diariamente. Cabe mencionar que se debe observar detenidamente que en la misma no haya ningún objeto extraño que pueda causar algún tipo de daño. De la misma manera periódicamente se debe revisar que la misma se encuentre bien centrada y sin ninguna inclinación ya que así se evitaría realizar un mantenimiento de tipo correctivo a futuro. Si la banda presenta un daño irreparable, en este caso es necesario reemplazar la banda.

En caso de ser necesario el reemplazo de la banda transportadora, el mismo se lo debe realizar siguiendo los siguientes pasos:

- 1.- Desajustar los templadores ubicados a cada lado de la banda transportadora
- 2.- Desajustar los pernos de las chumaceras que conectan los rodillos principales de la empaquetadora

Anexo 13	Catálogo de la empaquetadora	5/9
<p>3.- Desmontar las chumaceras</p> <p>4.- Desmontar la banda transportadora</p> <p>5.- Templar lo necesario la banda de repuesto</p> <p>6.- Ubicar la banda en los rodillos principales</p> <p>7.- Montar todo el conjunto de banda y rodillos principales en los perfiles</p> <p>8.- Ubicar las chumaceras y sus respectivos pernos para ajuste</p> <p>9.- Templar la banda</p> <p>10.- Ajustar todos los pernos.</p> <p>Mantenimiento de motor reductor</p> <p>En el motor es una máquina eléctrica en la que se debe tomar muchas acciones preventivas para reducir el riesgo de que la misma sufra algún tipo de avería irreversible. Para prevenir esto de manera periódica se debe revisar daños exteriores en la carcasa del motor. Otro punto importante es revisar el estado de los rodamientos ya que el motor está sometido a vibraciones y si algún rodamiento está suelto, el mismo causa daños en la parte interna del motor de manera progresiva hasta llegar a su punto de fallo. Por esta razón el mantenimiento preventivo es muy importante con el fin de que se pueda aprovechar al máximo la vida útil del equipo</p> <p>Reemplazo de rodamientos de motor</p> <p>1.- Quitar la polea del motor</p> <p>2.- Desmontar la carcasa trasera</p> <p>3.- Extraer el ventilador de la parte trasera</p> <p>4.- Desmontar la parte trasera y delantera</p> <p>5.- Sacar la chaveta</p> <p>6.- Golpear el eje cuidadosamente hasta soltar la tapa</p> <p>7.- Extraer el estator con el eje</p> <p>8.- Con un alicate de punta curva se extrae la arandela de la tapa</p> <p>9.- Separar la tapa del rodamiento y del eje</p> <p>10.- Ajustar extractor y sacar rodamientos delanteros y traseros</p> <p>11.- Poner rodamientos nuevos</p> <p>12.- Montar de nuevo el equipo</p>		

Anexo 13	Catálogo de la empaquetadora	6/9
<p data-bbox="240 309 643 338">Mantenimiento de niquelinas</p> <p data-bbox="240 398 1423 595">Las niquelinas son los componentes de la empaquetadora más importantes debido a que son éstas las que generan el calor necesario para el proceso de termo contracción. Para prevenir algún daño permanente en éstas se debe revisar de manera continua los terminales de las mismas que exista un buen contacto y limpiar los mismos.</p> <p data-bbox="240 618 576 647">Para realizar esto se debe:</p> <ol data-bbox="240 674 1423 981" style="list-style-type: none"> 1.- Verificar que no haya tensión en la empaquetadora 2.- Desajustar los pernos adecuadamente 3.- Retirar las niquelinas del túnel de termo encogido 4.- Limpiar los terminales con una lija para que exista un buen contacto y no haya fugas de corriente 5.- Volver a ubicar las niquelinas en su sitio <p data-bbox="240 1039 667 1068">Mantenimiento de chumaceras</p> <p data-bbox="240 1115 1423 1422">En las chumaceras, lo más común en deteriorarse debido a su uso son los rodamientos. Estos componentes mecánicos ayudan a mantener fijos los rodillos principales de la empaquetadora por termo encogido. Como un análisis previo se debe revisar que la chumacera no presente signos de fisuras en su soporte para garantizar un funcionamiento óptimo. Además como prevención periódicamente se debe engrasar los rodamientos para que así los mismos no sufran daños de manera temprana.</p> <p data-bbox="240 1444 1423 1527">En el caso de tener que reemplazar los rodamientos de las chumaceras se sigue los siguientes pasos</p> <ol data-bbox="240 1554 1051 1697" style="list-style-type: none"> 1.- Desajustar los pernos y desmontar la chumacera 2.- Retirar el rodamiento golpeando el soporte cuidadosamente 3.- Reemplazar el rodamiento deteriorado por uno nuevo <p data-bbox="240 1756 756 1785">Mantenimiento del tablero de control</p> <p data-bbox="240 1845 1423 1989">En el tablero de control se encuentra toda la parte eléctrica y de control del sistema de la empaquetadora por termo encogido. Exteriormente se debe observar que el controlador de temperatura este configurado para alcanzar la temperatura de 250°C.</p>		

En la parte interna se debe verificar que no existan conductores sin conexión antes de poner la máquina en operación. Para configurar la temperatura se debe hacer lo siguiente:

- 1.- Presionar la tecla set del controlador de temperatura 2 veces seguidas
- 2.- Utilizar las flechas para subir o bajar la temperatura de acuerdo a las necesidades del operario
- 3.- Presionar la tecla set para guardar esa configuración

Mantenimiento de cámara de termo encogido

La cámara de termo encogido es el lugar donde se realiza todo el proceso de empaquetado, por lo que hay que mantenerla en las mejores condiciones de operación. Cabe mencionar que la misma tiene en medio un material aislante conocido como lana de vidrio, la misma que debe ser manipulada de forma cuidadosa y por ende es necesario la utilización de guantes. Para desmontar la cámara de termo encogido se debe hacer lo siguiente:

- 1.- Remover los remaches alrededor de la cámara
- 2.- Retirar las láminas de acero inoxidable
- 3.- Usando guantes, retirar cuidadosamente la lana de vidrio
- 4.- Realizar la limpieza de forma interna
- 5.- Volver a armar la cámara de termo encogido

Problemas	
Problemas comunes en la empaquetadora por termo encogido	
Problema	Solución
El motorreductor no mueve la banda transportadora	Templar la banda acoplada al motorreductor
Si la banda transportadora está floja	Ajuste de los templadores

Especificaciones

Dimensiones de la empaquetadora por termo encogido:

- Altura: 1590 mm
- Ancho: 435 mm
- Longitud: 1900 mm

**CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA
MÁQUINA**

Características de la chumacera

Modelo: F 204 (Soporte de fundición –

Rodamiento de acero)

Rodamiento: UC 204

Eje: 20 mm

Tornillo: M 10

Capacidad dinámica: 12, 80 kN

Capacidad estática: 6,65 kN

Peso: 0,7 kg

**Características del controlador de
temperatura**

Modelo: REX - C100

Rango de temperatura: 0 - 400 °C.

Fuente: 100 – 240 V

Termocupla: Tipo K

Relé de estado sólido

Modelo: SSR-100 DA

Voltaje de entrada: 3 – 32 VDC

Voltaje de Salida: 24 – 480 VAC

Contacto

Modelo: LC1D18

Contactos: 1NA + 1NC

Interrupor termomagnético



Polos: 2P
Bornes para cables hasta: hasta 25mm
Frecuencia: 50/60Hz
Amperaje: 2x50
Línea: SH202
Tensión: 230/400v
Marca: ABB

Características del motor reductor



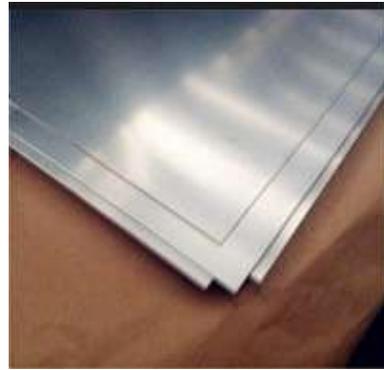
Velocidad de salida: (RPM) 44
Voltaje: 110V
Intensidad: 1.72 A
Potencia: 0.25 Hp

Características de la banda de transmisión



Tipo de banda: Tipo V
Modelo: A-38
Longitud: 111.76 cm de longitud interna,
116.84 cm de longitud externa
Peso 0.12 kg
Material: Caucho con refuerzo en cable
de poliéster, cubierto con una capa de tela
de algodón-poliéster resistente a la
abrasión.
Resistencia a la temperatura: -35°C a
+70°C

Acero inoxidable



Tipo: AISI 422
Temperatura máxima: 650 °C.

Soplador de aire



Modelo: SY02

RPM: 1400

Voltaje: 110 V

Intensidad: 3 A

Potencia: 0.2 Hp

Ángulo estructural L



Material: Acero ASTM A36

Medidas (mm): 40 x 40 x 5

Masa (kg/m): 2.97

Malla metálica entrelazada



Material: Acero cromado AISI 309

Espesor: 3 mm

Rodillo de banda transportadora



Material: Acero galvanizado

Accionamiento: libre

Niquelinas



Alimentación: 230 V

Intensidad: 4.25 A

Potencia: 977 W

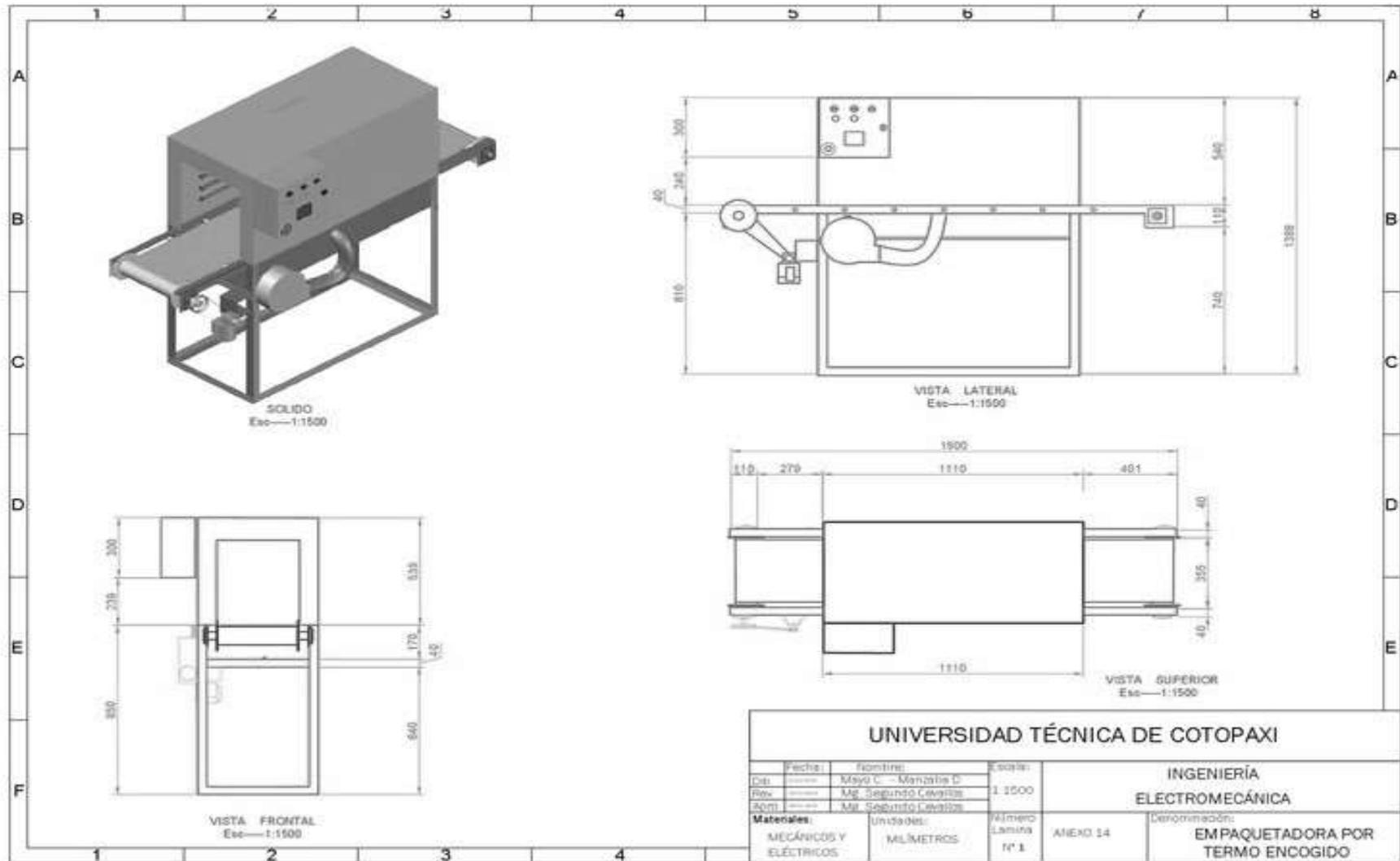
Lana de vidrio

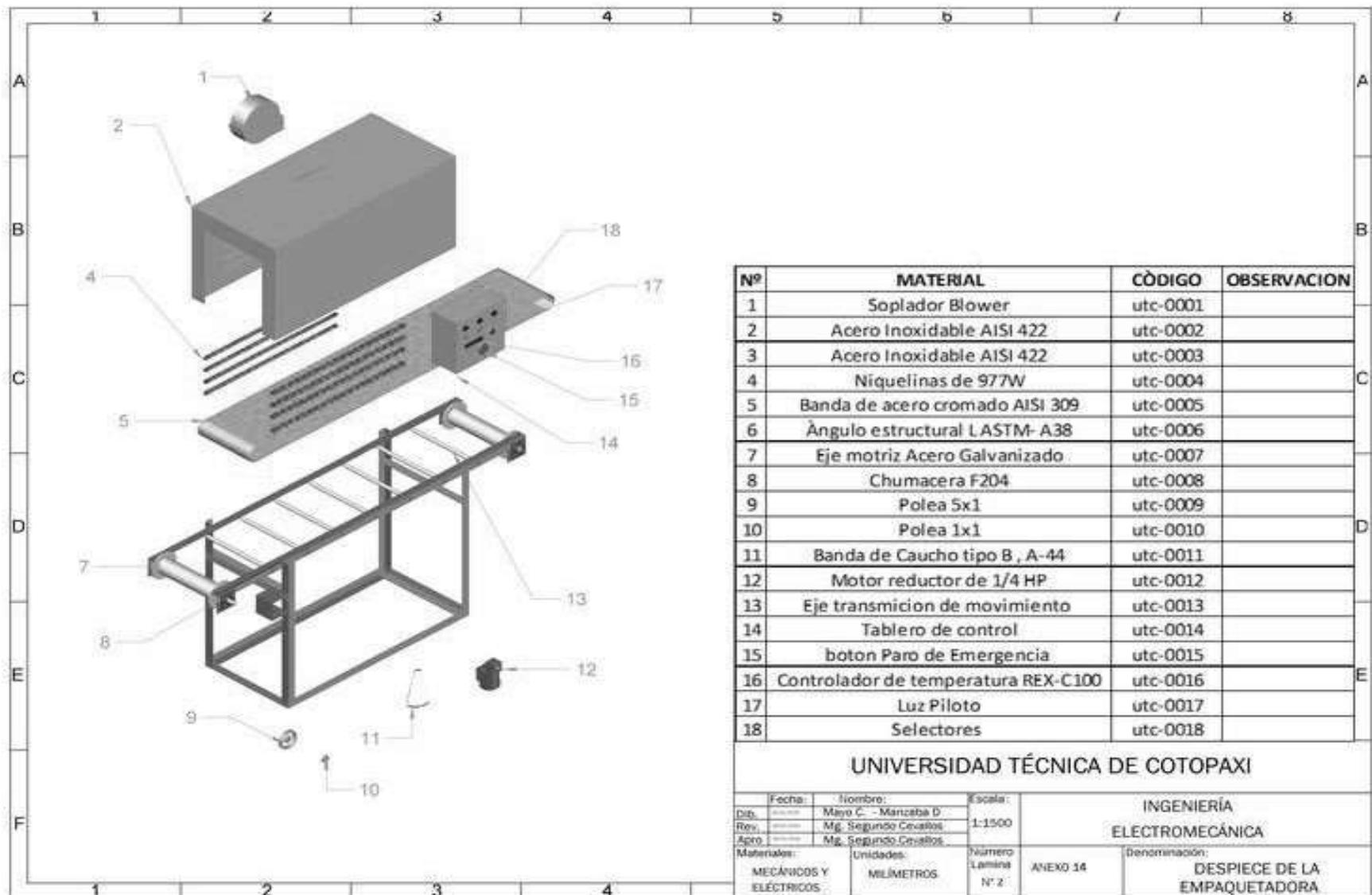


Clase: 9

Espesor: 30 mm

Anexo 13	Catálogo de la empaquetadora	9/9
<p>5.- La máquina debe trabajar en un ambiente cerrado con el fin de evitar pérdidas de calor para garantizar que el termo encogido sea de manera uniforme en el paquete de botellas de agua</p> <p>6.- Comprobar que la superficie en donde se ubicará la empaquetadora por termo encogido sea plana, ya que de lo contrario afectaría el proceso de empaquetado. Las dimensiones mínimas requeridas son de 1,90m de largo</p> <p>7.- Inspeccionar que se cuente con una conexión de corriente eléctrica a 220 V</p> <p>8.- Se debe asegurar que el selector de la banda transportadora se encuentre en la posición de apagado antes de conectar la máquina.</p> <p>9.- Verificar que la máquina se encuentre conectada a la alimentación</p> <p>10.- Asegurarse que el set point del controlador de temperatura esté en 250 °C.</p> <p>11.- Esperar por un lapso aproximado de 10 minutos hasta que la cámara de termo encogido llegue a la temperatura programada</p> <p>12.- Confirmar si el paquete de botellas está envuelto con el polietileno termo encogible</p>		

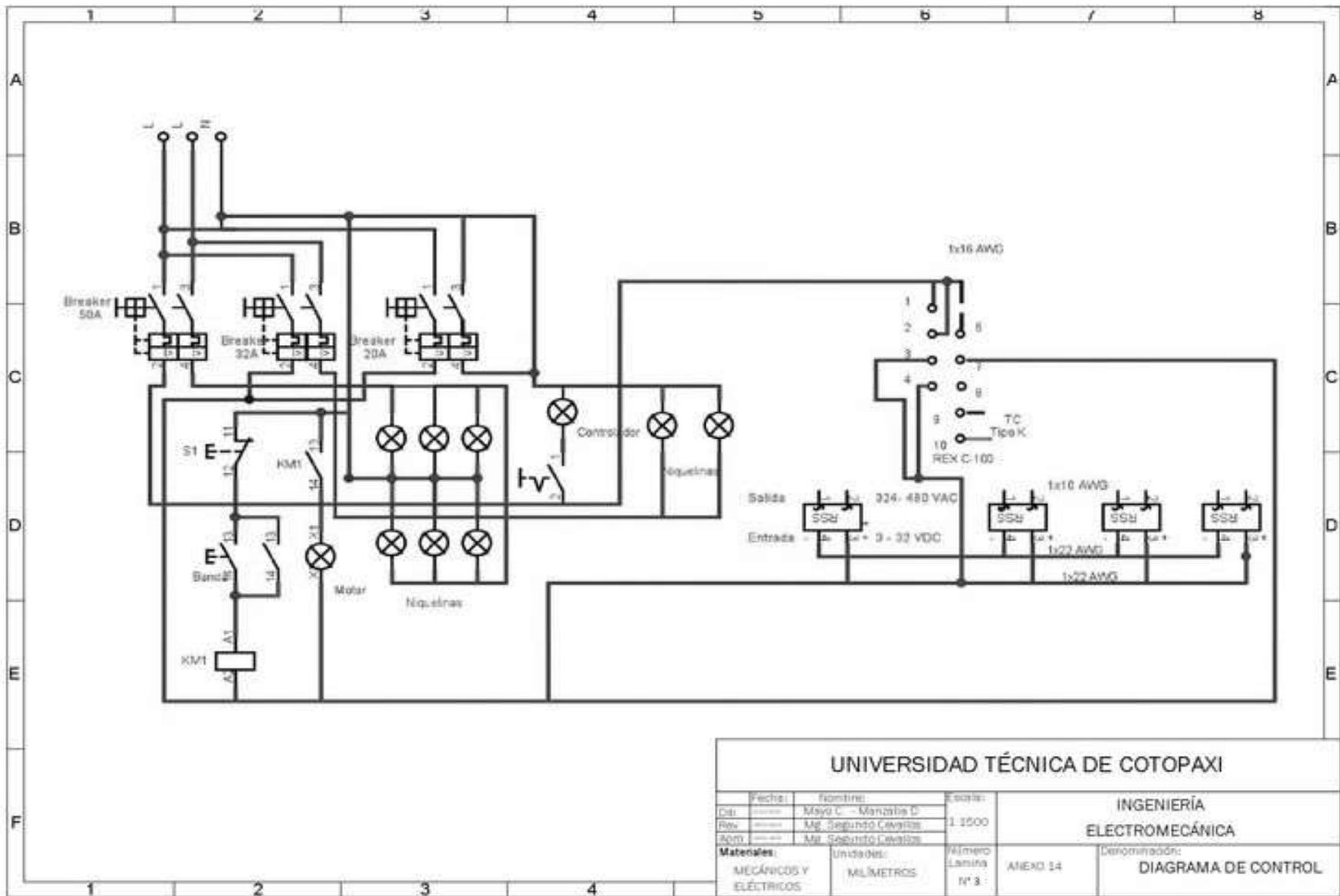




Nº	MATERIAL	CÓDIGO	OBSERVACION
1	Soplador Blower	utc-0001	
2	Acero Inoxidable AISI 422	utc-0002	
3	Acero Inoxidable AISI 422	utc-0003	
4	Niquelinas de 977W	utc-0004	
5	Banda de acero cromado AISI 309	utc-0005	
6	Ángulo estructural LASTM- A38	utc-0006	
7	Eje motriz Acero Galvanizado	utc-0007	
8	Chumacera F204	utc-0008	
9	Polea 5x1	utc-0009	
10	Polea 1x1	utc-0010	
11	Banda de Caucho tipo B , A-44	utc-0011	
12	Motor reductor de 1/4 HP	utc-0012	
13	Eje transmision de movimiento	utc-0013	
14	Tablero de control	utc-0014	
15	boton Paro de Emergencia	utc-0015	
16	Controlador de temperatura REX-C100	utc-0016	
17	Luz Piloto	utc-0017	
18	Selectores	utc-0018	

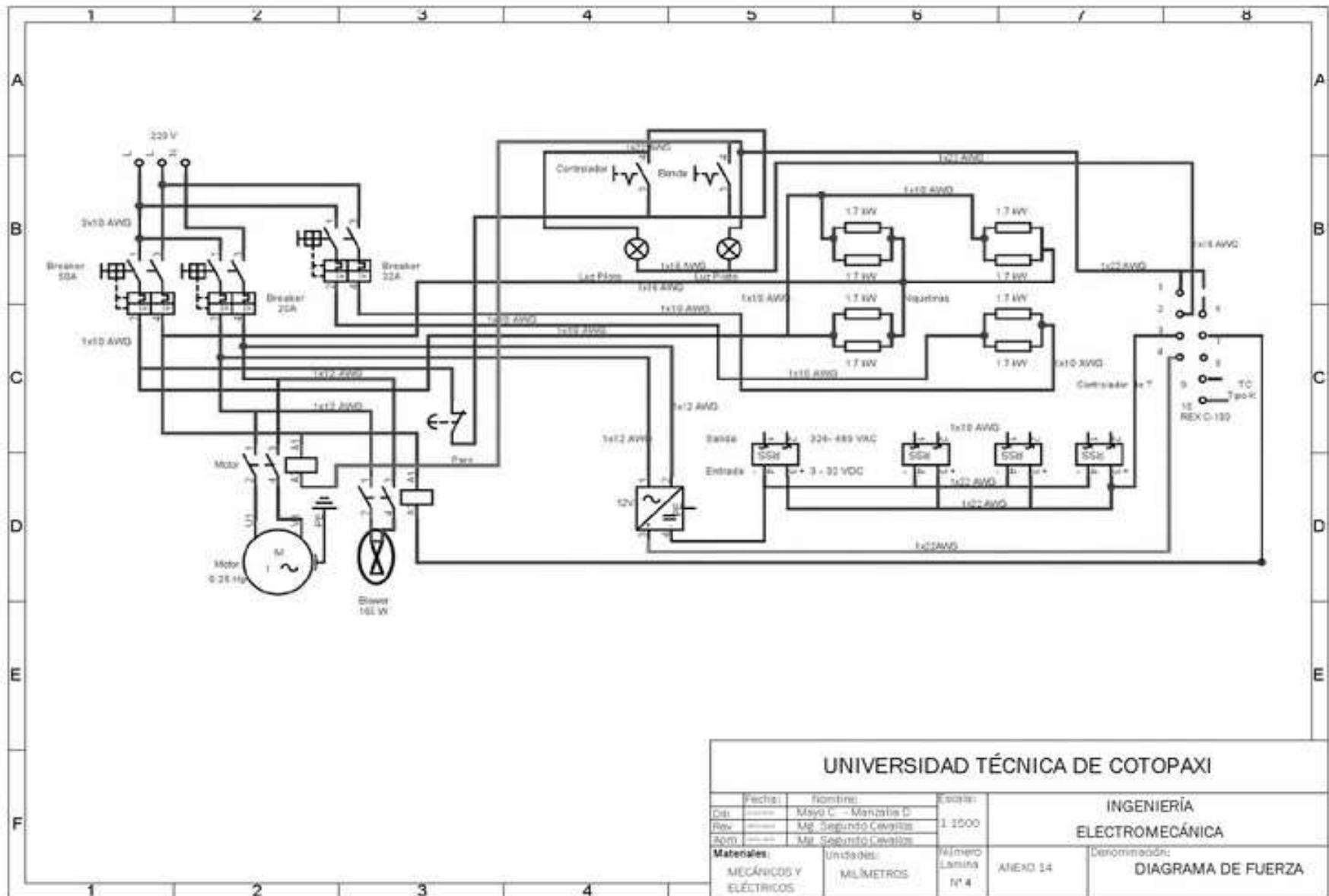
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Fecha: _____	Nombre: _____	Escala: _____	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
Dib. _____	Mayo C. - Marzábal D.	1:1500	
Rev. _____	Mg. Segundo Cuatros		
Apro. _____	Mg. Segundo Cuatros		
Materiales: MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS	Unidades: MILÍMETROS	Número Lamina Nº 2	Denominación: ANEXO 14 DESPIECE DE LA EMPAQUETADORA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
Dib.:	Mayo C. - Manizales D.	1:1000	
Rev.:	Mg. Segundo Cevallos		
Aut.:	Mg. Segundo Cevallos		Denominación:
Materiales:	Unidades:	Número Lámina	ANEXO 14
MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS	MILÍMETROS	N° 3	DIAGRAMA DE CONTROL



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Fecha:	Nombre:	Escala:
Dib: Mayo C. - Manizales C.		1:1000
Rev: Mg. Segundo Cervantes		
Apm: Mr. Segundo Cervantes		
Materiales:	Unidades:	Número Lámina
MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS	MILÍMETROS	Nº 4

INGENIERÍA
ELECTROMECAÁNICA
Denominación:
DIAGRAMA DE FUERZA

ANEXO 14