



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA  
EN INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS AVANZADAS

U P I I T A

Trabajo Terminal

**“EMPAQUETADORA DE PALETAS DE HIELO Y  
CONGELADAS”**

Que para obtener el título de:

**“Ingeniero en Mecatrónica”**

Presentan:

Castillo González Alain  
Figueroa Hernández Ángel Mario  
Pérez Cruz Ulises

**Asesores**

M. en C. Colín Ávila José Alfredo  
M. en C. Guzmán Domínguez Isaac  
M. en C. Luna Resendiz José Concepción

**Presidente del Jurado**

M. en C. Puga Manjarrez Saúl Alfredo

**Profesor Titular**

M. en C. Salazar Silva Gastón Hugo



México D.F., 6 de Junio del 2006

# ÍNDICE

RESUMEN.....	1
OBJETIVOS.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
<b>Capítulo 1. Antecedentes.</b>	
1.1 <i>Breve historia del empaquetado flexible.....</i>	5
1.2 <i>Características fundamentales de los envases flexibles.....</i>	5
1.3 <i>Materiales usados en los envases flexibles.....</i>	7
1.4 <i>Tipos de máquinas empaquetadoras.....</i>	9
<b>Capítulo 2. Planteamiento del problema.</b>	
2.1 <i>Planteamiento del problema.....</i>	13
2.2 <i>Propuesta de solución.....</i>	13
2.3 <i>Justificación .....</i>	14
<b>Capítulo 3. Desarrollo de la propuesta.</b>	
3.1 <i>Descripción del proceso de empaquetado de paletas de hielo.....</i>	16
3.2 <i>Descripción del proceso de empaquetado de líquidos.....</i>	16
3.3 <i>Componentes de la etapa mecánica.....</i>	17
3.3.1 <i>Mecanismo de sellado:.....</i>	17
3.3.2 <i>Mecanismo de doblado.....</i>	21
3.3.3 <i>Mecanismo de dosificado de producto.....</i>	23
3.3.4 <i>Mecanismo de avance de bobina.....</i>	27

3.3.5 Estructura principal.....	29
3.4 Componentes de la etapa electrónica.....	31
3.4.1 Sensores y actuadores eléctricos.....	32
3.4.2 Etapa de potencia.....	36
3.5 Componentes de la etapa de automatización.....	36
<b>Capítulo 4. Integración y validación.</b>	
4.1 Integración de componentes.....	40
4.2 Validación de resultados.....	43
<b>Capítulo 5. Conclusiones.....</b>	<b>45</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>46</b>
<b>WEBGRAFÍA.....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>48</b>

# ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Ejemplo de máquina empaquetadora horizontal.....	9
<i>Figura 2.</i> Ejemplo de máquina empaquetadora vertical.....	10
<i>Figura 3.</i> Diagrama del proceso de fabricación y empaquetado de productos.....	17
<i>Figura 4.</i> Esquema de la etapa de sellado.....	18
<i>Figura 5.</i> Pistón neumático de doble efecto.....	19
<i>Figura 6.</i> Guías de avance.....	19
<i>Figura 7.</i> Base sujetadora.....	20
<i>Figura 8.</i> Superficie selladora.....	20
<i>Figura 9.</i> Esquema del mecanismo doblador del empaque y la guía.....	21
<i>Figura 10.</i> Primer mecanismo doblador del empaque.....	22
<i>Figura 11.</i> Segundo mecanismo doblador del empaque para las congeladas.....	22
<i>Figura 12.</i> Segundo mecanismo doblador del empaque para las paletas de hielo.....	23
<i>Figura 13.</i> Esquema del mecanismo dosificador de paletas de hielo.....	24
<i>Figura 14.</i> Resbaladilla dosificadora de paletas de hielo.....	24
<i>Figura 15.</i> Mecanismo dosificador de paletas de hielo.....	25
<i>Figura 16.</i> Primer esquema del mecanismo dosificador de líquidos.....	26
<i>Figura 17.</i> Tubo dosificador de líquidos.....	26
<i>Figura 18.</i> Esquema del mecanismo de avance de bobina.....	27
<i>Figura 19.</i> Mecanismo de avance de bobina.....	28
<i>Figura 20.</i> Esquema del sistema de rodillos.....	28
<i>Figura 21.</i> Sistema de rodillos colocados en la estructura principal.....	29
<i>Figura 22.</i> Estructura principal.....	30

<i>Figura 23.</i> Análisis estructural de la estructura principal.....	31
<i>Figura 24.</i> Termopar tipo J.....	32
<i>Figura 25.</i> Sensor capacitivo.....	32
<i>Figura 26.</i> Sensor Fotoeléctrico.....	33
<i>Figura 27.</i> Muestras a localizar en la bobina.....	33
<i>Figura 28.</i> Motorreductor eléctrico.....	34
<i>Figura 29.</i> Bomba y electro válvula.....	35
<i>Figura 30.</i> Resistencias para termosellado.....	35
<i>Figura 31.</i> Etapa de potencia.....	36
<i>Figura 32.</i> PLC usado en la etapa de automatización.....	37
<i>Figura 33.</i> Diagrama de flujo del modo 1.....	38
<i>Figura 34.</i> Diagrama de flujo del modo 2.....	38
<i>Figura 35.</i> Sistemas de sellado y avance de la bobina colocados en su posición de trabajo.	41
<i>Figura 36.</i> Sistemas de sellado y avance de la bobina colocados en su posición de trabajo.	41
<i>Figura 37.</i> Electro- válvula colocada en su posición de trabajo.....	42
<i>Figura 38.</i> Bomba colocada en su posición de trabajo.....	42
<i>Figura 39.</i> Deposito de líquidos colocado en posición de trabajo.....	42

# ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Características de la máquina empaquetadora de paletas de hielo y líquidos construida.</i>	10
<i>Tabla 2 .Comparativa de algunas maquinas empaquetadoras horizontales existentes en el mercado.</i>	11
<i>Tabla 3 .Comparativa de algunas maquinas empaquetadoras horizontales existentes en el mercado.</i>	11
<i>Tabla 4. Criterios de selección de la banda transportadora.....</i>	25
<i>Tabla 5. Características del sensor capacitivo.....</i>	32
<i>Tabla 6. Características del sensor fotoeléctrico.....</i>	33
<i>Tabla 7. Características de los motores apropiados para la aplicación.....</i>	34
<i>Tabla 8. Características de las resistencias para termosellado.....</i>	35
<i>Tabla 9. Características de los relevadores usados en la etapa de potencia.....</i>	36
<i>Tabla 10. Principales características del PLC usado en la etapa de automatización...</i>	37
<i>Tabla 11.- Costos parciales.....</i>	49



# EMPAQUETADORA DE PALETAS DE HIELO Y CONGELADAS

## PALABRAS CLAVE:

Empaquetado flexible, Empaquetadora vertical, Empaquetadora horizontal, Termosellado, Híbrido, Mecatrónica.

## ABSTRACT:

The document shows the construction of a pop-ice's packer machine with the capacity to pack liquids to elaborate freezer tubs. The project is an hybrid of vertical and horizontal packer machines. The result is an economic and versatile machine.

## RESUMEN:

El presente reporte de trabajo terminal presenta la construcción de una máquina empaquetadora de paletas de hielo con capacidad de empaquetar líquidos para la elaboración de congeladas. Esta maquina empaquetadora fue construída para satisfacer las necesidades de empaquetado de algunos productos de la empresa “**Equipos para paleterías y neverías en general S.A. de C. V.**”

La máquina empaquetadora presentada en este documento es un híbrido entre las empaquetadoras verticales y horizontales. Esto se hizo para lograr una máquina económica y versátil capaz de empaquetar sólidos y líquidos con sólo intercambiar dispositivos específicos de fácil manejo.



## **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar y construir una máquina empaquetadora de paletas de hielo con la capacidad de empaquetar líquidos para la elaboración de congeladas.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

Para el desarrollo del presente proyecto se han planteado los siguientes objetivos particulares:

- 1) Desarrollo del sistema de dosificación de productos a empaquetar.
- 2) Desarrollo del sistema de doblado de envolturas.
- 3) Desarrollo del sistema de sellado de envolturas
- 4) Desarrollo del algoritmo para la automatización del proceso de empaquetado.
- 5) Programación del Controlador Lógico Programable y pruebas de los sensores.
- 6) Integración de los diferentes sistemas que involucran la maquina empaquetadora.
- 7) Realización de pruebas y validación de resultados.



# INTRODUCCIÓN

Para una mejor comprensión del lector, el presente trabajo fue dividido en 5 capítulos, los cuales se enumeran y describen a continuación.

- **Capítulo 1** Antecedentes: En este capítulo se realiza una breve descripción del empaquetado flexible, también se mencionan y describen algunos de los materiales utilizados para este fin y se hace mención de los tipos de empaquetadoras automáticas existentes en el mercado.
- **Capítulo 2** Planteamiento del problema: En este capítulo se plantea la problemática a solucionar y se expone la propuesta de solución al mismo.
- **Capítulo 3** Desarrollo del prototipo: Se describe el proceso a automatizar, así como el proceso de la construcción de los diferentes componentes de la máquina empaquetadora.
- **Capítulo 4** Integración y validación del proyecto: En este capítulo se hace una descripción de la integración de las diversas partes del proyecto. Aquí también se describen las pruebas realizadas a la máquina y los resultados obtenidos.
- **Capítulo 5** Conclusiones.
- **Bibliografía.**
- **Anexos.**



# CAPÍTULO 1



## ***1.1 BREVE HISTORIA DEL EMPAQUETADO FLEXIBLE***

Los alimentos han sido envasados ó empacados de muy diversas maneras desde hace miles de años. Sin duda lo primero que el hombre aprendió a envasar fue el agua, y lentamente esta práctica se extendió a otros productos, ésto debido a que así se mantenían limpios, secos y no se contaminaban con otros elementos, además de que facilitaba su transporte e impedía que los insectos u otros animales los consumieran.

La experiencia también enseñó que el envasado ayudaba a preservar los alimentos al protegerlos de agentes ambientales dañinos como el agua, el aire o la luz; así también como de agentes biológicos como bacterias.

Hasta comienzos del siglo XX, los envases de alimentos eran esencialmente rígidos (frascos, latas, barriles), y se fabricaban básicamente apelando al uso de metales (predominantemente acero), vidrio, cerámica, barro.

Aunque habían existido varias experiencias exitosas de envasado de caramelos y golosinas en papel y películas de estaño, la técnica del envase flexible todavía no había demostrado su potencial para llevar un producto al mercado de manera segura y además atractiva al consumidor.

Es en 1911 cuando puede considerarse que nace la industria de los envases flexibles. Es en esta época cuando simultáneamente en Francia y en Alemania se desarrolla el proceso de fabricación de una lámina de celulosa regenerada: el conocido celofan.

## ***1.2 CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LOS ENVASES FLEXIBLES.***

Los envases flexibles deben cumplir una misión fundamental, la cual es preservar el producto en su interior desde el momento en que es envasado, durante el transporte, almacenamiento, distribución y exhibición, hasta el momento en que es abierto por el consumidor.

Muchas de las propiedades deseables obtenibles de los envases flexibles están íntimamente relacionadas con las propiedades de los plásticos. A continuación se muestran algunas propiedades importantes y por qué son significativas:



- ***Resistencia mecánica a la tracción***

Esta propiedad frecuentemente determina la cantidad de material plástico que se necesita para formar la pared de un envase.

- ***Resistencia mecánica a la perforación***

Muchos productos envasados tienen aristas cortantes y puntas agudas. El material de envase debe ser mecánicamente resistente al efecto destructivo de estas formas características de ciertos productos envasados, cediendo elásticamente ante el efecto de perforación, sin romperse ni deformarse.

- ***Resistencia mecánica a bajas temperaturas***

Una gran parte de alimentos envasados tienen que mantenerse refrigerados, cuando no congelados, para llegar en óptimas condiciones de preservación al consumidor.

- ***Sellabilidad***

Todos los empaques flexibles deben ser cerrados de alguna manera, y la mayoría lo son por termosellado. Este es un proceso en el cual se sobreponen las capas que componen el empaque para conseguir su fusión y luego se solidifican formando una única capa.

- ***Imprimibilidad***

El uso del envase para promocionar y describir al producto es una muy importante herramienta de mercadeo. Los gráficos, el texto, la disposición de las figuras en el envase, tienen que estar reproducidos de manera muy precisa y atractiva a la vista del consumidor.

- ***Durabilidad***

Como el vidrio, los plásticos no se oxidan y son inertes al ataque de la mayoría de agentes ambientales comunes, con excepción de los rayos ultravioleta.

- ***Costo***

Por último, y no menos importante, tenemos el costo del envase, que es en muchos casos el factor que decide entre un tipo de envase y otro.



### ***1.3 MATERIALES USADOS EN LOS ENVASES FLEXIBLES.***

A continuación se muestra una lista de los materiales comúnmente usados en la elaboración de empaques flexibles con algunas de sus características:

- ***Celofán***

Es un polímero natural derivado de la celulosa. Tiene el aspecto de una película fina, transparente, flexible y resistente a esfuerzos de tensión, pero muy fácil de cortar. Otra de sus cualidades son que es biodegradable y que no resiste bien la humedad, ya que tiende a absorberla (celofán no barnizado).

Se utiliza principalmente como envoltorio, aunque también fue muy utilizado en la elaboración de cintas adhesivas, siendo sustituido en gran medida por otros polímeros de cualidades más apropiadas para tal uso.

Para algunos usos se le aplican recubrimientos para complementar o modificar sus propiedades.

La película de celofán no barnizada se obtiene a través de un proceso químico de regeneración de la celulosa. El resultado es un material transparente, permeable al vapor de agua e impermeable a las grasas y aceites.

En el sector alimenticio se aprovechan sus cualidades de transparencia y brillo para envasado de productos que no sean sensibles a las variaciones de humedad, así como las de permeabilidad al vapor de agua para aquellos productos que necesiten un intercambio de humedad con el medio ambiente.

Una cualidad concreta por su alta plastificación es adecuada para el envasado de dulces y caramelos por torsión en máquinas de alta velocidad.

La película de celofán barnizado es el resultado de un proceso de aplicación de barniz por las dos caras a un soporte de celofán no barnizado, con el objeto de obtener características de impermeabilidad al vapor de agua, gases y olores y termosellabilidad.

Debido a las propiedades conferidas por el barniz, este material es ideal para el envasado de productos higroscópicos, que necesiten protección contra la ganancia o pérdida de humedad. Por otra parte y como consecuencia de la correcta maquinabilidad y su propiedad de termosellado, se puede trabajar en máquinas de sellado por calor de elevada velocidad de producción lo cual la hace indispensable en diversas aplicaciones.

Por lo que se refiere a su impresión no existe ningún problema, ya que la capa de barniz es perfectamente receptora de las tintas. Todas estas propiedades, conjuntamente con el brillo y transparencia característicos del material, hacen que sea la película de celofán más usada.



- ***Nylon***

El nylon es un polímero sintético que pertenece al grupo de las poliamidas. Los nylons han encontrado campos de aplicación como materiales plásticos en aquellos sectores o usos particulares donde se requiere más de una de las siguientes propiedades: alta tenacidad, rigidez, buena resistencia a la abrasión, buena resistencia al calor.

Debido a su alto costo no han alcanzado, la aplicabilidad de materiales tales como polietileno o poliestireno, los cuales tienen un precio en promedio tres veces más bajo que el del nylon.

Las películas de nylon se emplean cada vez más en aplicaciones de embalaje para productos alimenticios y farmacéuticos. El valor del nylon para estas aplicaciones estriba en la posibilidad de hervir la bolsa con los alimentos dentro y en la baja transmisión del olor.

- ***Polietileno***

El polietileno (PE) es un material termoplástico blanquecino, de transparente a translúcido, y es frecuentemente fabricado en finas láminas transparentes. Las secciones gruesas son translúcidas y tienen una apariencia de cera. Mediante el uso de colorantes pueden obtenerse una gran variedad de productos coloreados.

El polietileno de alto peso molecular es un sólido blanco y translúcido. En secciones delgadas es casi del todo transparente. A las temperaturas ordinarias es tenaz y flexible, y tiene una superficie relativamente blanda que puede rayarse con la uña.

A medida que aumenta la temperatura, el sólido va haciéndose más blando y finalmente se funde a unos 110 °C, transformándose en un líquido transparente. Si se reduce la temperatura por debajo de la normal, el sólido se hace más duro y más rígido, y se alcanza una temperatura a la cual una muestra no puede doblarse sin romperse.

El polietileno ha encontrado amplia aceptación en virtud de su buena resistencia química, falta de olor, no toxicidad, poca permeabilidad para el vapor de agua, excelentes propiedades eléctricas y ligereza de peso. Se emplea en tuberías, fibras, películas, aislamiento eléctrico, revestimientos, envases, utensilios caseros, aparatos quirúrgicos, juguetes y artículos de fantasía.

- ***Polipropileno***

Es el plástico de menor densidad utilizado en aplicaciones de envasado. Biorientado, es mucho más transparente que el polietileno, además de ser más rígido y resistente. Posee menor permeabilidad a los gases y a la humedad y tiene un punto de fusión más elevado, haciéndolo útil en aplicaciones de empaçado a altas temperaturas.



## 1.4 TIPOS DE MÁQUINAS EMPAQUETADORAS.

Las maquinas empaquetadoras para envases flexibles, clasificadas por el modo de alimentación del producto a empaquetar, se dividen en horizontales y verticales. Ambos tipos realizan el sellado de la envoltura mediante calor (termosellado). A continuación se muestra un ejemplo de cada tipo de empaquetadora.

- ***Empaquetadoras horizontales***

Este tipo de empaquetadoras son usadas principalmente para el empaquetado de productos sólidos (Figura 1). Y como su nombre lo dice la alimentación del producto a empaquetar se realiza de manera horizontal, usualmente mediante una banda transportadora que desplaza el producto antes y después de ser empaquetado. En el caso del empaquetado de alimentos se utilizan bandas con materiales de tipo sanitario ya sean metales o plásticos, esto para garantizar que el empaquetado sea lo más higiénico posible.



*Figura 1. Ejemplo de máquina empaquetadora horizontal.*

- ***Empaquetadoras verticales***

Este tipo de empaquetadoras generalmente son usadas para empaquetar líquidos, polvos y granulados (Figura 2), en dicho tipo de empaquetadoras normalmente se hace uso de contenedores acoplados con mecanismos de dosificado, los cuales en su mayoría son manuales, en tanto que en maquinas especializadas el dosificado es automático. En tales empaquetadoras el vaciado del producto es realizado de forma vertical aprovechando que por el peso del mismo producto, este tiende a drenarse por el efecto de gravedad dentro de los mecanismos dedicados al transporte y conducción continua del producto hasta la envoltura.



*Figura 2. Ejemplo de máquina empaquetadora vertical*

En el mundo existen muchos de fabricantes de maquinas empaquetadoras, aunque en México solo se encontraron a las empresas Mettler Toledo e Itarnex, la cual solamente distribuye maquinas empaquetadoras horizontales, cabe mencionar que no existe una gran variedad de fabricantes o distribuidores de este tipo de maquinaria en el país, por lo que una buena parte de las máquinas empaquetadoras usadas en México son de origen extranjero, en su mayoría brasileñas, argentinas, españolas, italianas y estadounidenses.

La tabla 1 muestra las características de la máquina empaquetadora desarrollada en el presente trabajo, para hacer una comparativa con algunas empaquetadoras similares existentes en el mercado en la tabla 2 se enlistan las características de algunas máquinas empaquetadoras horizontales. Igualmente en la tabla 3 se muestran las características de algunas maquinas empaquetadoras verticales similares a la desarrollada en el presente trabajo terminal.

*Tabla 1. Características de la máquina empaquetadora de paletas de hielo y líquidos construida.*

<b>Alimentación eléctrica</b>	<b>Velocidad de empaquetado</b>	<b>Ancho de bobina (Película)</b>	<b>Tamaño Largo X Ancho X Alto</b>
110 VCA 1 Fase, 13A aprox.	30 PPM máximo*	350mm mm Rollo de 3 in de diámetro	234 X 54 X 206 cm (En conjunto)

\* PPM significa piezas por minuto, la velocidad de empaquetado depende de la longitud de l empaque.



**Tabla 2 .Comparativa de algunas maquinas empaquetadoras horizontales existentes en el mercado.**

<b>Marca/Modelo</b>	<b>Alimentación eléctrica</b>	<b>Velocidad de empaquetado</b>	<b>Ancho de bobina (Película)</b>	<b>Tamaño Largo X Ancho X Alto</b>
Mettler Toledo Power Pack (México)	208/240 VCA 2 Fases, 13ª	55 PPM máximo*	330mm a 533 mm Rollo de 3 in de diámetro	27 X 147 X 145 cm
Mettler Toledo WorkHorse (México)	208/240 VCA 2 Fases	30 PPM máximo*	280mm a 530mm Rollo de 3 in de diámetro	No indicado
Flow Pack Mod. FP60 (Italia)	220-240 VCA 1 Fase	30 a 50 PPM	500 mm máximo	430 X 140 X 230 cm
SmiPack FP6000 (Italia)	220-240 VCA 1 Fase	40 PPM máximo*	600 mm máximo Rollo de 300 mm de diámetro	125.3 X 205 X 152.5 cm
Propack Pro 21 (Argentina)	105-130 VCA 1 Fase	38 PPM máximo*	No indicado	No indicado
Multipack NT-30 (Brasil)	380V 3 Fases	50 PPM máximo*	No indicado	200 X 45 X 130 cm

**Tabla 3 .Comparativa de algunas maquinas empaquetadoras horizontales existentes en el mercado.**

<b>Marca/Modelo</b>	<b>Alimentación eléctrica</b>	<b>Velocidad de empaquetado</b>	<b>Ancho de bobina (Película)</b>	<b>Tamaño Largo X Ancho X Alto</b>
Multipack DB30 (Brasil)	380 VCA 3 Fases	10 a 20 PPM	No indicado	160 X 110 X 170 cm
King Kong MMWC-4L (Argentina)	380 VCA 3 Fases	35 PPM máximo	70 mm a 400 mm	1.6 X 1.4 X 3 m
King Kong MMC-1Z (Argentina)	380 VCA 3 Fases	25 a 35 PPM	70 mm a 400 mm	1.8 X 1.1 X 1.7 m
Empacando 2000-D (Colombia)	220 VCA 3 Fases	85 PPM máximo	250 mm máximo	No indicado
Itarnex Stick Pack (México)	220 VCA 3 Fases	50 PPM máximo	220mm máximo Rollo de 350mm de diámetro	No indicado
Itarnex 3CR (México)	220 VCA 3 Fases	100 PPM máximo	450 mm máxmo	No indicado



## **CAPÍTULO 2**



# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## **2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Actualmente la mayoría de las empresas que se dedican a la elaboración de helados, paletas de hielo y congeladas, fabrican sus productos de forma artesanal, donde el proceso de empaquetado (o embolsado) de estos productos es realizado manualmente, lo cual implica un gasto de horas/hombre de trabajo en la realización de esta actividad, y en caso de no tomarse las medidas necesarias, este proceso puede ser antihigiénico además de que el producto final no tiene una imagen atractiva para el consumidor.

La mayoría de las empresas dedicadas a esta actividad son micro y/o pequeñas empresas, por lo que están limitadas a realizar grandes inversiones económicas en adquisición de tecnología para mejorar sus procesos productivos, es por esto que la empresa “Equipos para paleterías y neverías en general S.A. de C. V.” planteo la necesidad de diseñar y construir una maquina empaquetadora automática, que tuviera la flexibilidad de empaquetar tanto sólidos (paletas de hielo) como líquidos (para la elaboración de congeladas) para que sus productos puedan competir de mejor manera en el mercado.

La empresa requiere que la empaquetadora sea lo más sencilla y económica posible comparada con las máquinas existentes en el mercado con el propósito de realizar estos procesos, esto sin descuidar las normas sanitarias existentes para este tipo de maquinaria.

## **2.2 PROPUESTA DE SOLUCION**

La forma en como se solucionó el problema fue diseñando una máquina empaquetadora que integra las cualidades de una empaquetadora horizontal para productos sólidos (paletas de hielo) y una empaquetadora vertical para productos líquidos (congeladas).

Esta máquina tiene la flexibilidad de realizar el empaquetado con envolturas de diferentes dimensiones y materiales plásticos (véase Anexo I).

Para la elección de los materiales que conforman la máquina se tomaron en cuenta todas las medidas de higiene con las que debe contar este tipo de maquinaria. Dentro de los materiales utilizados que tienen contacto directo con el alimento y que cumplen normas sanitarias se pueden mencionar: acero inoxidable AISI 304, polipropileno y mangueras plásticas grado alimenticio.

Para un mejor desarrollo y construcción de los elementos que conforman el proyecto, éste se dividió en 3 etapas de diseño, sin descuidar la sinergia que existe entre las disciplinas involucradas. Tales etapas son: mecánica, etapa electrónica y automatización, las cuales serán desarrolladas en los capítulos siguientes.



---

### **2.3 JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad la empresa “Equipos para paletterías y neverías en general S.A. de C.V.”, requiere de una máquina empaquetadora de paletas de hielo que se ajuste a las necesidades del mercado. Esto porque a los productores de paletas se les demanda una producción cada vez mayor, la parte del proceso en donde se pierde mucho tiempo es en el empaquetado ya que actualmente éste se realiza de forma manual, y se desperdicia el potencial del trabajador en este proceso.



## **CAPÍTULO 3**



---

## DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Tanto el empaquetado de paletas de hielo como el de líquidos se realiza de la misma forma por la máquina, en la que solo se intercambian los mecanismos para el doblado de la envoltura y dosificado de los productos. El proceso de sellado de la envoltura es realizado mediante termosellado.

### ***3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE EMPAQUETADO DE PALETAS DE HIELO***

En el proceso de empaquetado de las paletas de hielo, las paletas ya congeladas son colocadas por un operario sobre una banda transportadora (mecanismo dosificador de las paletas de hielo), misma que lleva las paletas a la etapa de empaquetado. En esta etapa se realiza también el doblado de la envoltura, sellado y corte de la misma. Una vez empaquetado el producto, éste cae dentro de un contenedor, para posteriormente ser llevado por un operario a un congelador para su mejor almacenamiento.

### ***3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE EMPAQUETADO DE LÍQUIDOS***

Para el empaquetado de líquidos, se deposita el líquido en un contenedor, el cual cuenta con una salida a una bomba y posteriormente a una electro-válvula con lo cual se dosifica el líquido para el llenado de las envolturas.

En la etapa del empaquetado se realizará el doblado de la envoltura y sellado transversal del papel, finalizando con el sellado horizontal y corte de cada congelada. El producto caerá en un contenedor para su posterior transporte o almacenamiento

En la figura 3 se presenta un diagrama en el cual se muestra el proceso de fabricación y empaquetado de los productos.

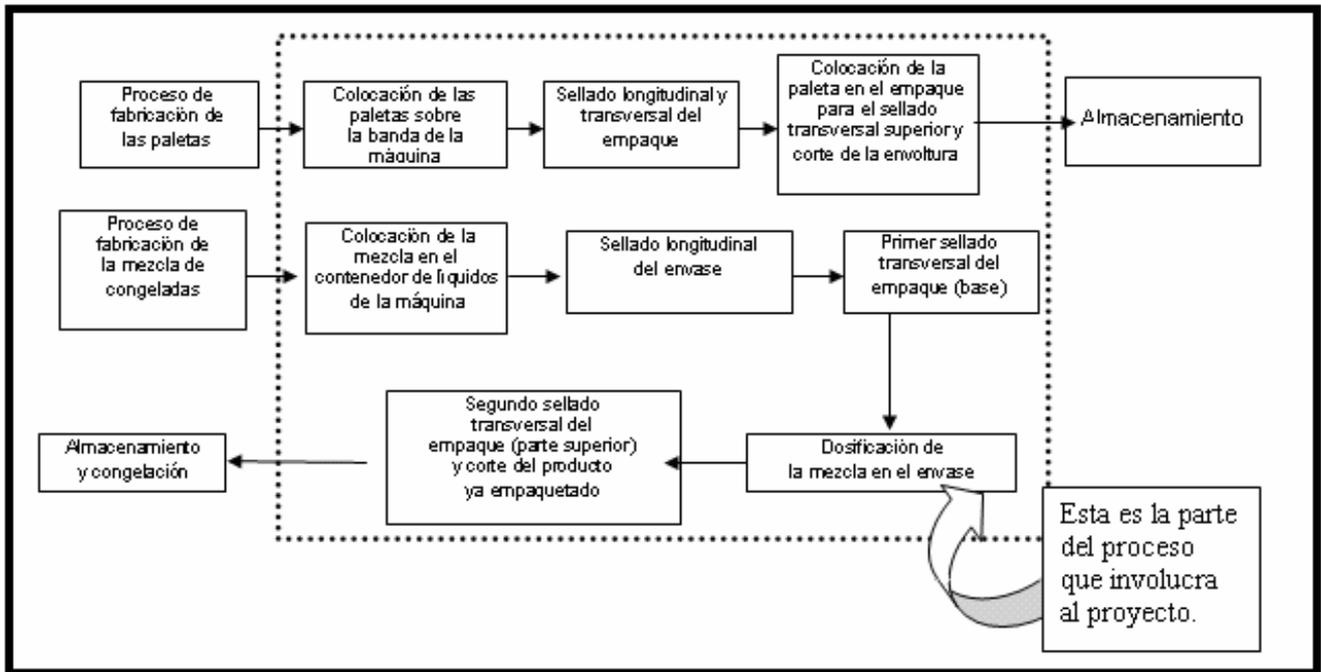


Figura 3. Diagrama del proceso de fabricación y empaquetado de productos.

### 3.3 COMPONENTES DE LA ETAPA MECÁNICA

La etapa mecánica se divide en 5 subetapas, las cuales se enlistan y describen a continuación:

1. Mecanismo de sellado.
2. Mecanismo de doblado.
3. Mecanismo de dosificado de producto.
4. Mecanismo de avance de bobina o envoltura.
5. Estructura principal.

#### • 3.3.1 MECANISMO DE SELLADO:

Consta de dos selladoras que trabajan mediante el principio de termosellado, una es usada para realizar el sellado longitudinal y la otra para el sellado transversal. Ambas tienen el mismo principio de funcionamiento.

El sellador longitudinal es el que tiene una mayor longitud de los dos, fue diseñado de esta manera para abarcar una mayor longitud de superficie sellada y así evitar el derramamiento de líquido al momento de que este sea vaciado en la bolsa recién hecha.

Este sellador tiene forma de “t” para brindar espacio a las guías de avance y dar un área de sujeción a la estructura principal. Este es uno de los dispositivos móviles de la empaquetadora ya que se encuentra sujeto a una bisagra en un extremo y a un seguro en otro. Se decidió sujetarlo de esta manera para brindarle movimiento y facilitar la instalación de la banda transportadora de paletas.

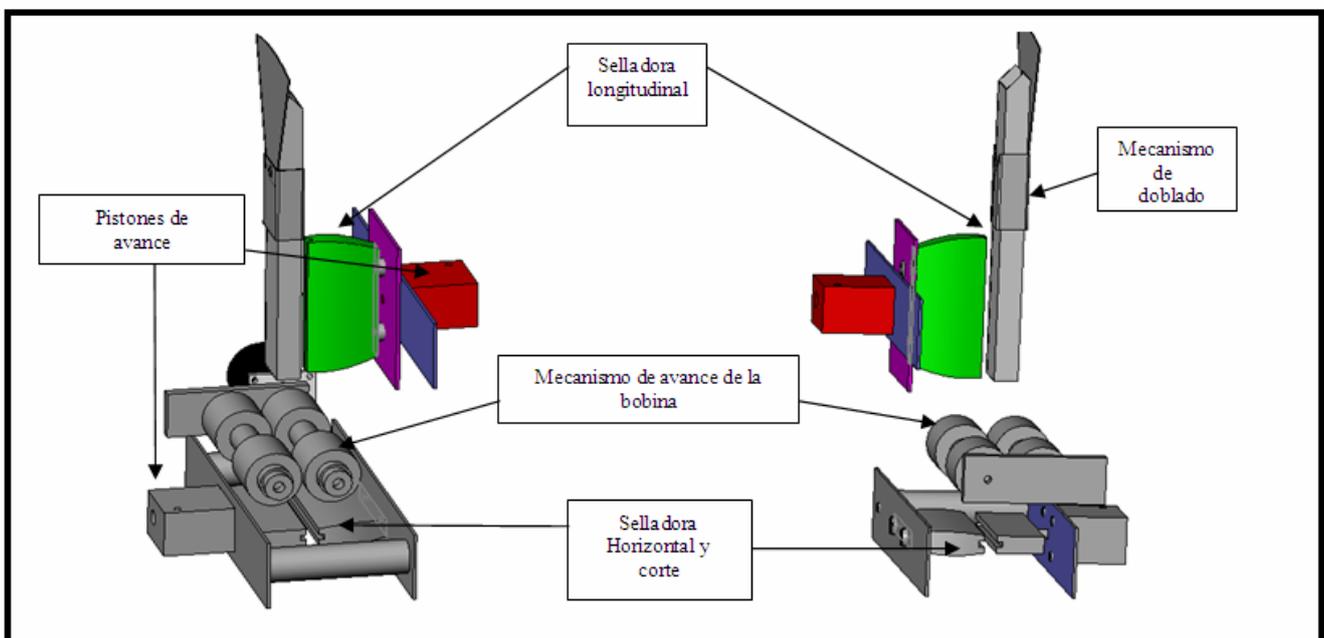


El sellador longitudinal se encuentra colocado arriba del mecanismo de avance de la envoltura y debajo del mecanismo de doblado.

El sellador transversal esta diseñado de manera similar al longitudinal, una de las diferencias entre los selladores es que el transversal cuenta con un tope al final de la carrera del sellador, esto para brindar una superficie contra la cual presionar la envoltura a sellar. Otra función del sellador es el cortar cada empaque recién hecho, esto para obtener paquetes individuales del producto recién embolsado.

El sellador transversal esta colocado en la parte inferior de la maquina, debajo de los rodillos de avance, y es el mecanismo que se encuentra a una menor altura del suelo, esto para prevenir que el producto recién sellado y cortado al caer se dañe.

En la figura 4 se muestra la ubicación de los selladores.



*Figura 4. Esquema de la etapa de sellado.*

Como se mencionó anteriormente, el sellado de la envoltura se realiza mediante termosellado, para lo cual fue necesaria la utilización de una resistencia para aumentar la temperatura del sellador. Cada mecanismo de sellado está compuesto por los siguientes elementos:

➤ ***Pistón neumático.***

Su función es el impulsar la base sujetadora de la resistencia hasta la superficie a sellar. El pistón utilizado es de doble efecto (Figura 5), ya que se requiere una mayor fuerza y velocidad de retorno, algo que un pistón de simple efecto no proporciona. Se utilizaron dos pistones uno de carrera corta y otro de carrera larga para el sellado vertical y horizontal respectivamente.



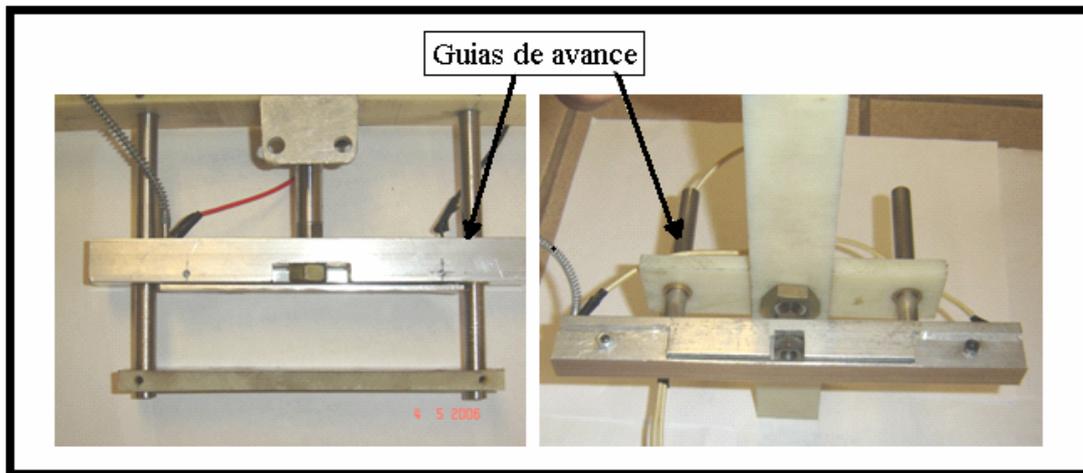
El cálculo de los pistones adecuados para la aplicación se presenta en el anexo C, pero debido a limitaciones de presupuesto se optó por comprar pistones seminuevos con características similares a las calculadas.



*Figura 5. Pistón neumático de doble efecto.*

➤ **Guías de avance.**

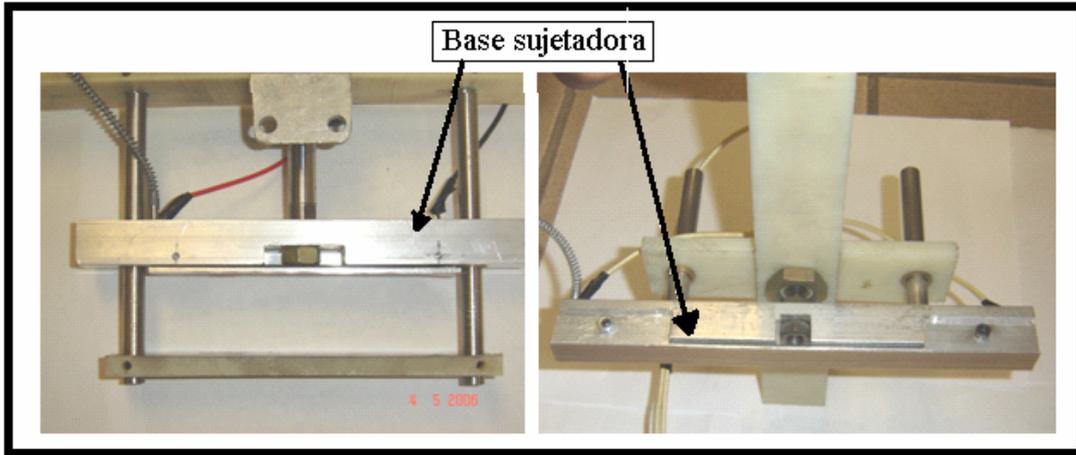
Su función principal es el evitar que la base sujetadora gire al momento de avanzar o retroceder cuando se realice el sellado. Las guías fueron fabricadas de acero inoxidable (Figura 6) y se deslizan dentro de un buje de bronce para evitar la fricción y el desgaste. En el caso de las guías del sellador vertical, son ellas las que se deslizan dentro de los bujes de bronce, en tanto que en la selladora horizontal las guías se encuentran fijas y son los bujes los que se deslizan sobre las guías.



*Figura 6. Guías de avance.*

➤ **Base sujetadora.**

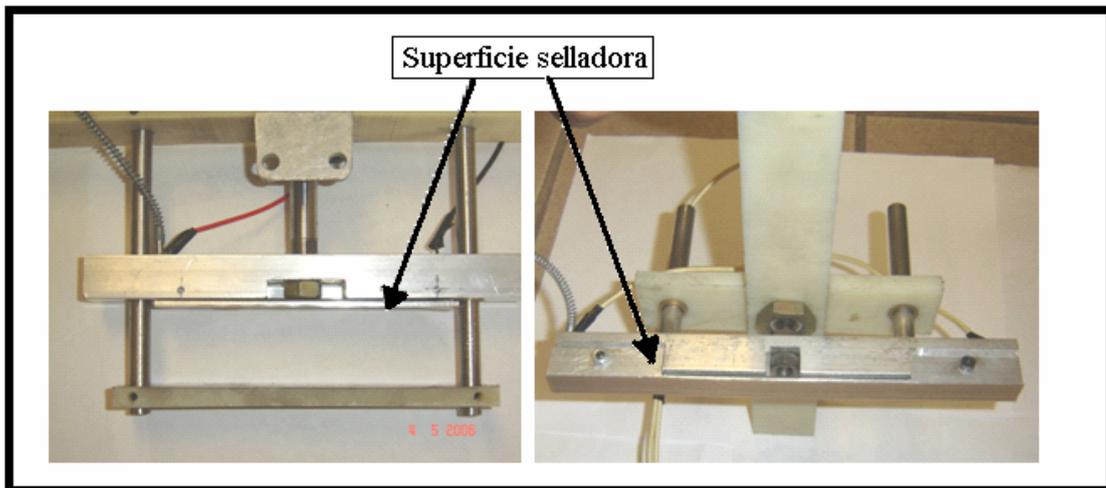
Las bases sujetadoras están hechas de aluminio comercial (Figura 7). Tienen la función de sujetar y mantener la resistencia atornillada al vástago del pistón. Para hacer la base se maquinó una barra de perfil cuadrado de aluminio, de tal modo que ésta se atornille al vástago del pistón y que en ella queda una cavidad en donde se sujeta la resistencia.



*Figura 7. Base sujetadora.*

➤ **Superficie selladora.**

Su función principal es servir de superficie de contacto entre el sellador y la envoltura para realizar el termosellado. Además de que ayuda a mantener a la resistencia en la base sujetadora. Como superficies de sellado se utilizaron perfiles de aluminio comercial para ambas selladoras. Estas superficies selladoras (Figura 8) se encuentran forradas con cinta teflón para evitar que el material de la envoltura se adhiriera a ella al momento de realizarse el sellado.



*Figura 8. Superficie selladora.*

- **3.3.2 MECANISMO DE DOBLADO:**

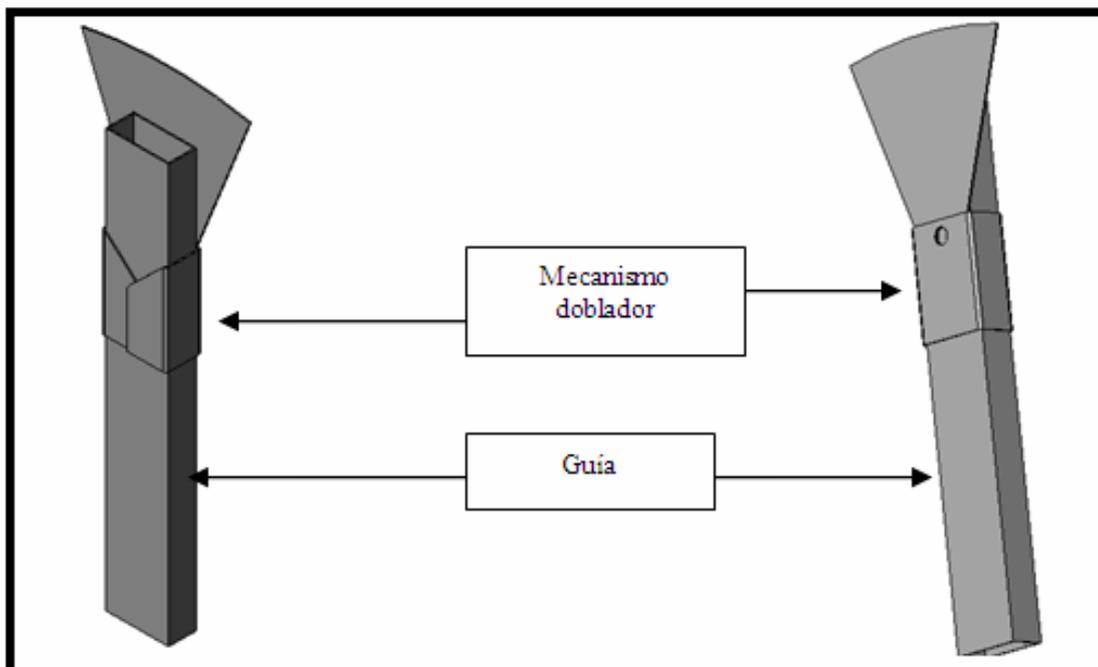
La función principal de este mecanismo es el de darle la forma a la envoltura, para después pasar a la etapa de sellado.

Este mecanismo fue diseñado de tal forma que la envoltura extendida llegue por la parte superior del mismo, el dispositivo fue diseñado para fabricarse de lámina, se escogió lámina debido a la facilidad de doblarla y darle la forma deseada. Otra parte de este mecanismo es una guía, la cual va dentro de el.

La guía tiene dos funciones, una es servir de conducto por el cual llegan las paletas a empaquetar, y además sirve de protección para ellas, debido a que evita el contacto casi directo del sellador con la paleta (ya que solo estaría la envoltura entre ella y el sellador).

Para el caso del empaquetado de líquidos, dentro de la guía se encuentra la manguera que dosifica el líquido a empaquetar, e igualmente sirve de protección para ella, al evitar que al tener contacto con el sellador esta se dañe debido a las alta temperatura de sellado.

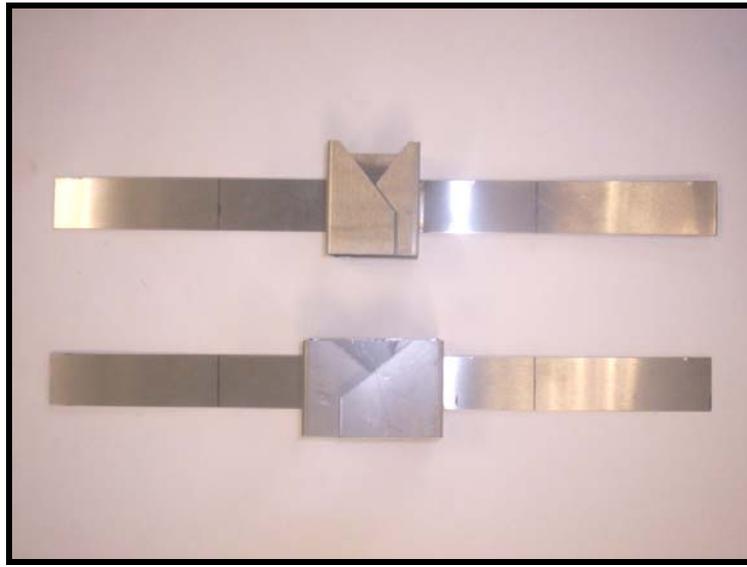
En la figura 9 se muestra una imagen del mecanismo de doblado diseñado.



*Figura 9. Esquema del mecanismo doblador del empaque y la guía.*

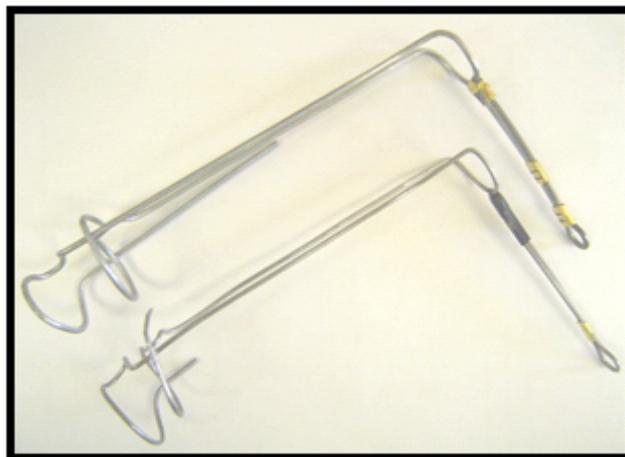
Los dobladores de envolturas tanto para las paletas como para las congeladas se fabricaron de lámina de acero inoxidable AISI 304, mismo material del que fueron fabricadas las guías, el mecanismo de doblado se encuentra atornillado a la estructura principal, esto para su fácil instalación y desinstalación.

En la figura 10 se muestra una fotografía de los primeros mecanismos de doblado de la envoltura construidos.



*Figura 10. Primer mecanismo doblador del empaque.*

Pero debido a que el funcionamiento de los dobladores no fue el deseado, se optó por diseñar un nuevo mecanismo de doblado tanto para las paletas de hielo como para las congeladas. El nuevo mecanismo para el doblado de la envoltura de las congeladas se fabricó de alambre galvanizado, se escogió este material debido a que es más maleable que la lamina de acero inoxidable, y durante la realización de pruebas de funcionamiento tuvo un mejor comportamiento que el doblador de lamina. En la figuras 11 se muestran los dobladores para congeladas.



*Figura 11. Segundo mecanismo doblador del empaque para las congeladas.*



Para el caso del doblador para las envolturas de las paletas de hielo, también fue necesario el rediseño del doblador, dando por resultado un doblador fabricado de alambre corrugado, el doblador es mostrado en la figura 12.



*Figura 12. Segundo mecanismo doblador del empaque para las paletas de hielo.*

- **3.3.3 MECANISMO DE DOSIFICADO DE PRODUCTO:**

- *Mecanismo dosificador de las paletas de hielo.*

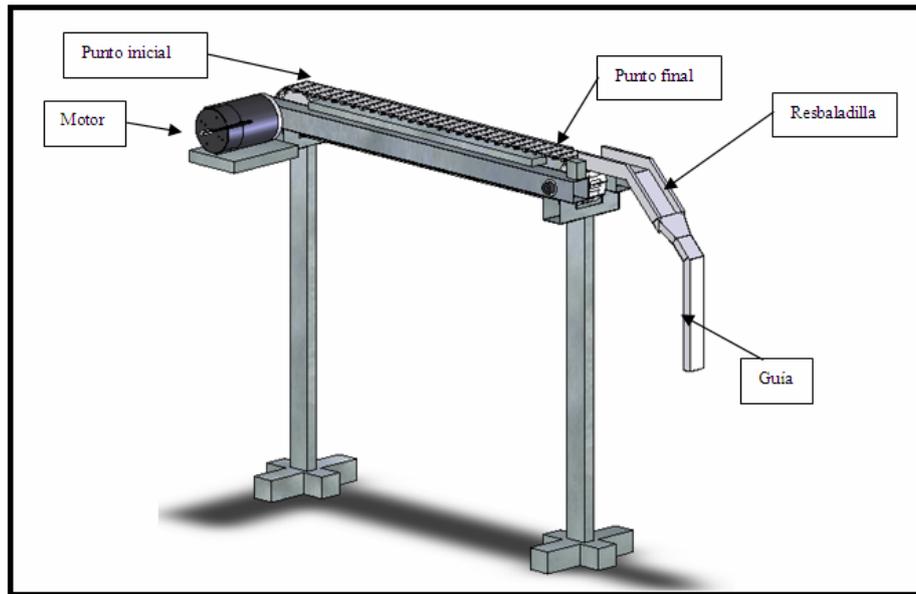
Para el mecanismo dosificador se diseñó una banda transportadora, la cual esta encargada de llevar las paletas de hielo a la etapa del empaquetado (figura 13),

Al final de la banda transportadora se colocó una “resbaladilla” por la cual se deslizan las paletas que vienen de la banda para caer en la guía que las conduce a la etapa de doblado de la envoltura y posteriormente al sellado de la misma.

La resbaladilla al igual que la guía son dispositivos móviles e intercambiables, esto para adecuarse a los diferentes tamaños de las paletas a empaquetar (Figura 14).

La banda es impulsada por un motorreductor, las características del motorreductor se presentan mas adelante en el apartado de actuadores eléctricos.

En la figura 13 se presenta una imagen de la banda diseñada en la cual se ilustran las partes de la misma.



**Figura 13.** Esquema del mecanismo dosificador de paletas de hielo.



**Figura 14.** Resbaladilla dosificadora de paletas de hielo.

El funcionamiento de esta etapa del proyecto es el siguiente:

Un empleado coloca las paletas de hielo ya congeladas en un extremo de la banda, la cual las transporta hacia el otro extremo, donde las paletas caen por una rampa (mecanismo dosificador de paletas), tal rampa sirve de guía y protección para la paleta en la siguiente etapa (doblado y sellado del empaque).

El material de la banda es el polipropileno (PP), un material grado alimento, el cuál tiene una densidad menor al del acero inoxidable grado alimenticio AISI-304 (la densidad del PP es  $0.00129 \text{ g/mm}^3$ , y la densidad del acero AISI-304 es  $0.008 \text{ g/mm}^3$ ), y el material de la catarina es Poliamida. La estructura de la banda se fabricó de acero inoxidable, y la resbaladilla se construyó a partir de lámina de acero inoxidable.

Se eligió usar una banda plástica debido a los criterios mostrados en la tabla 4:



**Tabla 4.** Criterios de selección de la banda transportadora.

Tipo de transportador	Mantenimiento	Uso de lubricantes	Peso (3.048m x 0.0762m)
Banda de Acero inoxidable	Mucho	Si	Mayor a 5 kg
Banda Plástica	Poco	No	0.8 a 2.2 Kg
Cadena de acero inoxidable	Mucho	Si	Mayor a 3 Kg

En la figura 13 se muestra una fotografía de la banda transportadora sin la resbaladilla



**Figura 15.** Mecanismo dosificador de paletas de hielo.

➤ **Mecanismo dosificador de líquidos.**

Se utiliza un contenedor de acero inoxidable AISI-304 de 20 litros, ésta capacidad se eligió en base a la cantidad de líquido que se usa para fabricar un lote de congeladas (el líquido a empaquetar será colocado de forma manual por el operario en el contenedor).

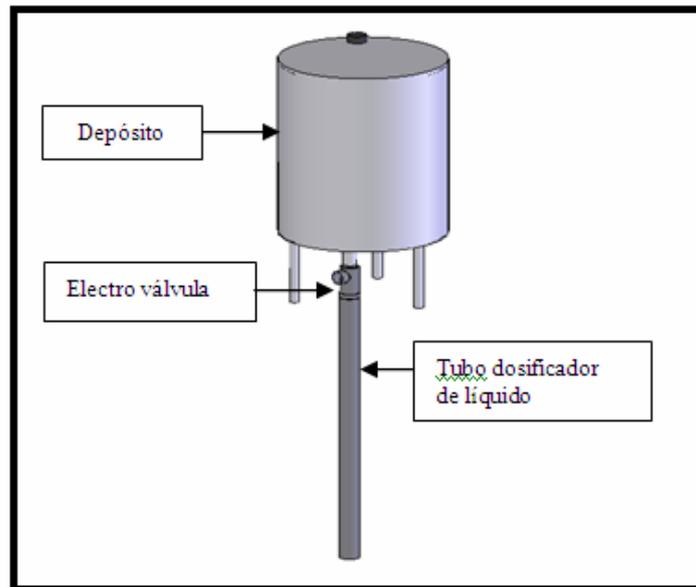
En la parte inferior del contenedor se acopló una bomba y una electro-válvula para regular el llenado de las congeladas. A la salida de la electro-válvula se adaptó una manguera sanitaria que lleva el líquido hasta la envoltura de la congelada.

En un principio el contenedor se había diseñado de forma cilíndrica (Figura 16), pero por facilidad de fabricación se decidió cambiar la forma del depósito, de igual forma al principio del diseño no se había tomado en cuenta la necesidad de usar una bomba, pero



se optó por usarla debido a que si se dejaba que el líquido descendiera por gravedad esto disminuiría la velocidad de llenado.

También se colocó un tubo de acero inoxidable por donde pasa la manguera (Figura 17), este tubo tiene dos funciones: la primera es ayudar a transportar el líquido hasta la etapa de sellado y doblado del empaque, y la segunda es el servir de guía para el doblado de la envoltura, determinando el ancho de la congelada.



*Figura 16. Primer esquema del mecanismo dosificador de líquidos.*

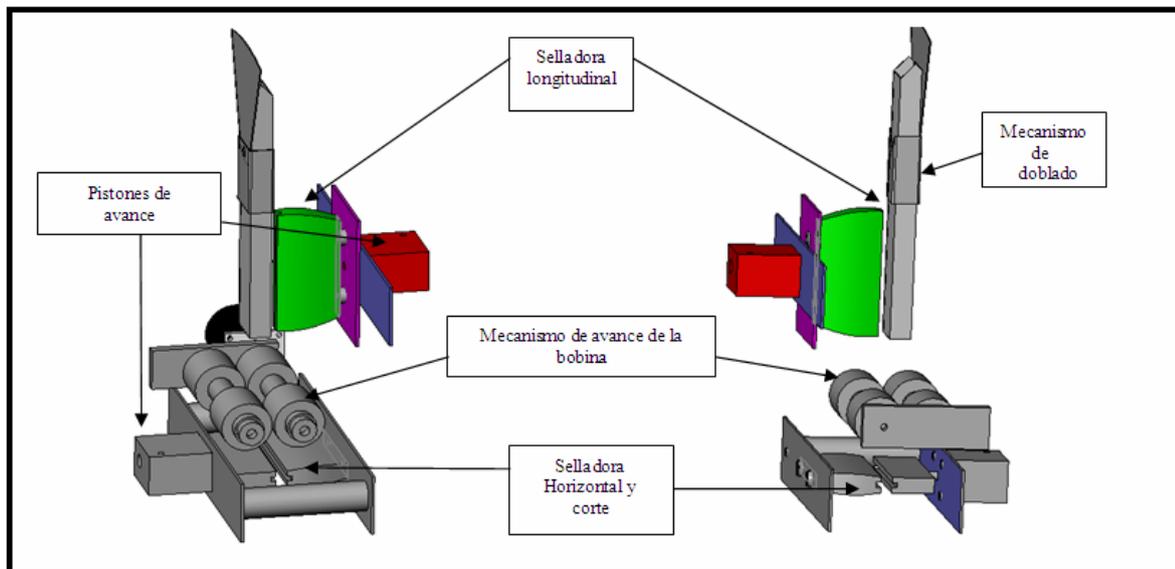


*Figura 17. Tubo dosificador de líquidos.*

### ▪ 3.3.4 MECANISMO DE AVANCE DE BOBINA:

Como su nombre lo dice este mecanismo se encarga de dar el avance a la bobina o envoltura, se diseño de tal modo que sujeta a la envoltura recién hecha por sus orillas laterales, esto para evitar dañar el producto al presionarlo. La envoltura es jalada cuando los rodillos que la presionan giran hacia dentro. Para lograr que se tenga un buen avance de la bobina se necesita que los rodillos no se patinen al momento de girar, y esto se logra cuando existe la suficiente fricción entre los rodillos y la envoltura.

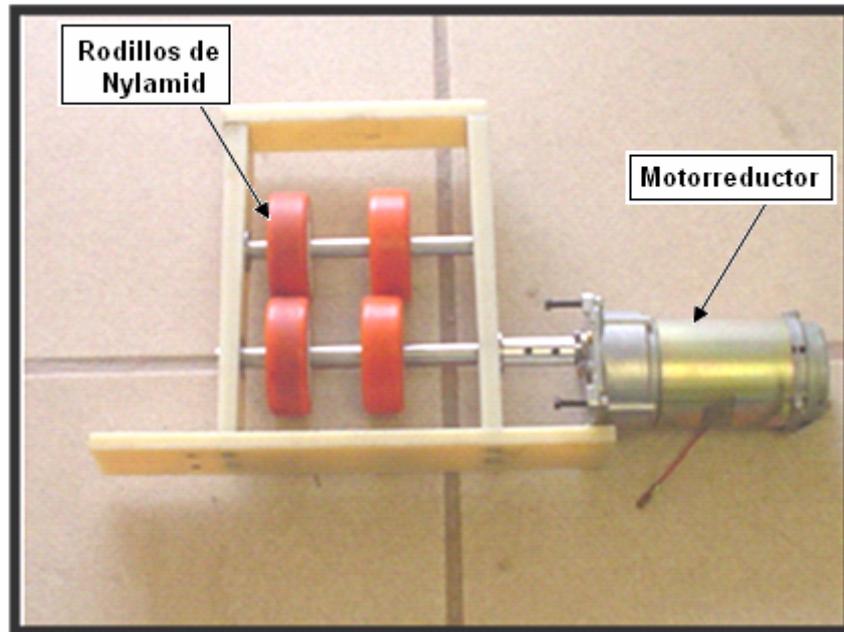
El mecanismo de avance de la bobina se coloca entre las selladoras longitudinal y transversal como se muestra en la figura 18. Los rodillos son impulsados por un motorreductor, del cual se muestran sus características en el apartado de actuadores eléctricos.



*Figura 18. Esquema del mecanismo de avance de bobina.*

El mecanismo se construyó con rodillos de nylamid vulcanizado con polipropileno, se escogieron estos rodillos debido a que son económicos, fáciles de conseguir y cuentan con una buena adherencia con la envoltura, lo cual evita el patinamiento.

Los rodillos están montados sobre árboles de acero inoxidable y son impulsados por un motorreductor de CD, los árboles están montados sobre rodamientos para facilitar su giro, los cuales a su vez están sujetos a un marco de nylamid, quedando el mecanismo mostrado en la figura 17.

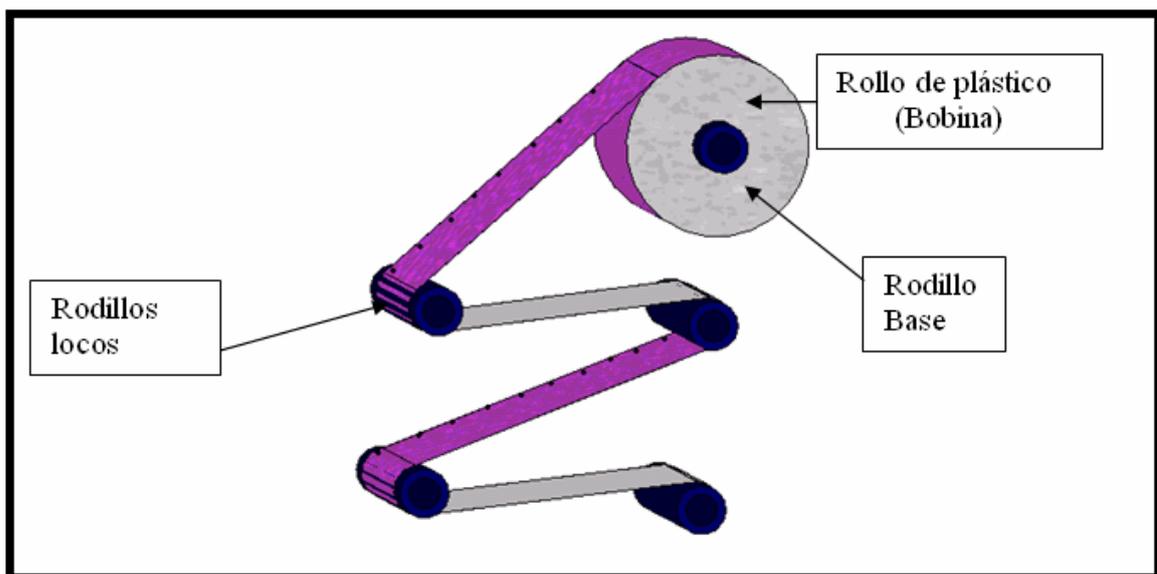


*Figura 19. Mecanismo de avance de bobina.*

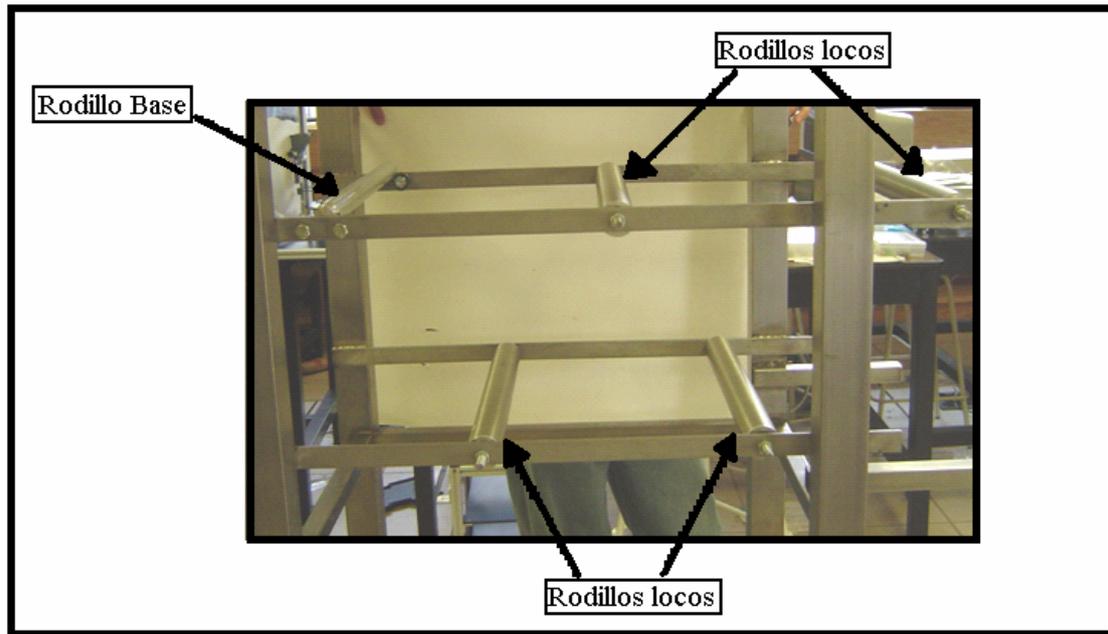
El rollo de envoltura o bobina, esta montado sobre un rodillo base, y va avanzando a través de cuatro rodillos locos, esto para lograr que la envoltura se encuentre tensa y facilitar su avance. El rodillo base es desmontable, esto para facilitar el cambio de bobina. Los rodillos locos son fijos, y tanto los rodillos locos como el rodillo base están montados en la estructura principal.

Los rodillos locos fueron fabricados de tubo de acero inoxidable al cual se le acoplaron rodamientos, esto con la finalidad de facilitar su giro.

En la figura 18 se presentan el diseño de los rodillos y en la figura 19 se muestra una fotografía de los rodillos ya montados en la estructura principal.



*Figura 20. Esquema del sistema de rodillos.*



*Figura 21. Sistema de rodillos colocados en la estructura principal.*

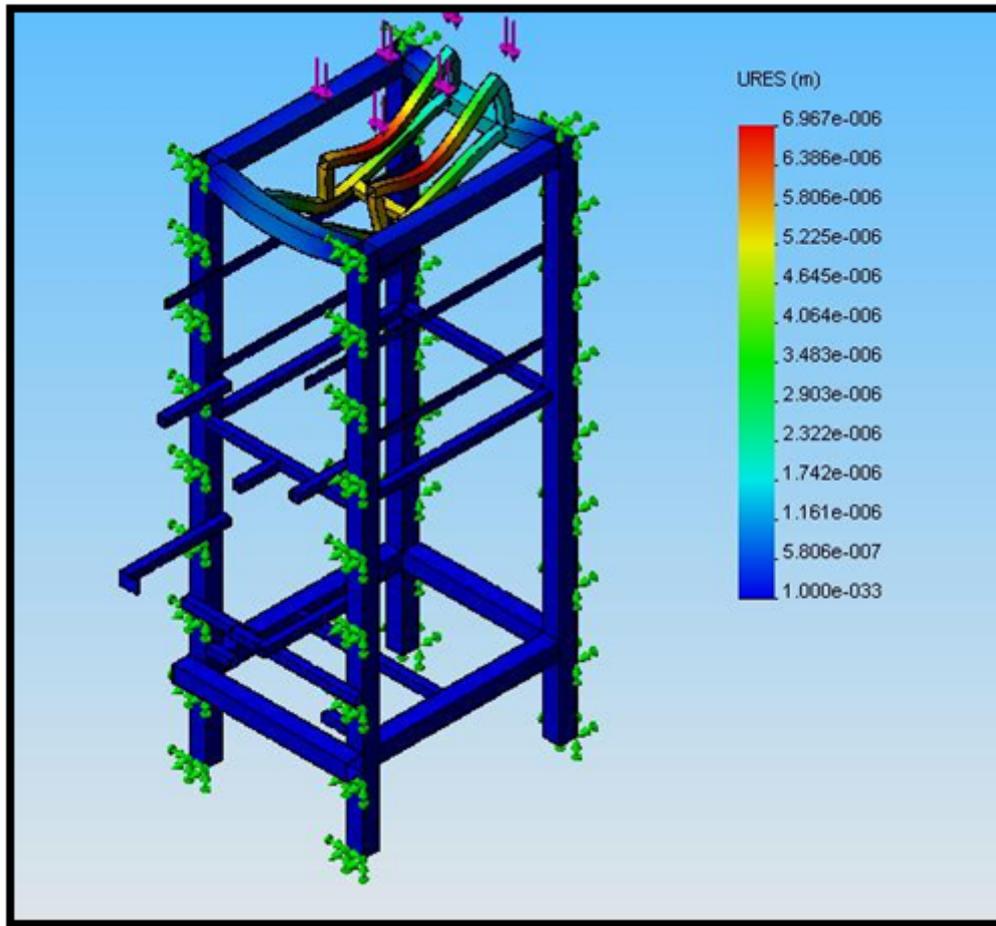
### ▪ 3.3.5 ESTRUCTURA PRINCIPAL:

La estructura principal (Figura 22) está hecha de perfil cuadrado de acero inoxidable, y tiene la función de sujetar y sostener los mecanismos de sellado, de doblado de la envoltura, de dosificado de líquido incluyendo el contenedor de líquido, de avance de bobina, así como también la bobina y los rodillos en donde es tensado el papel de la bobina, dichos rodillos sirven de guía hacia la etapa de doblado y sellado.



*Figura 22. Estructura principal.*

La estructura fue diseñada de tal manera que pudiera soportar el peso de cada uno de los mecanismos que sostiene, se realizó un análisis de deformación de las partes críticas de la estructura, en la figura 23 se muestra una imagen que ilustra el resultado de deformación mas crítico de la estructura, cabe mencionar que la deformación obtenida en la imagen mostrada se encuentran amplificadas para una mejor ilustración de los mismos.



*Figura 23. Análisis estructural de la estructura principal.*

### 3.4 COMPONENTES DE LA ETAPA ELECTRÓNICA

La etapa electrónica del proyecto se divide en dos bloques, los cuales son:

1. Sensores y actuadores eléctricos.
2. Electrónica de potencia.

#### ➤ 3.4.1 SENSORES Y ACTUADORES ELÉCTRICOS.

El proyecto involucra la necesidad de medir variables como son la temperatura de las selladoras, el nivel de líquido en la envoltura o presencia de paleta en la envoltura, así como la longitud de la envoltura, por lo cual fue necesario el usar los siguientes sensores:

- *Termopar tipo J*

Este sensor es utilizado para medir la temperatura en las selladoras, fue elegido debido a que presenta una alta exactitud en la medición, y es económico, además de que tiene un alto rango de temperaturas a medir (-200°C a 750°C).



Este sensor (Figura 24) va montado dentro de la base sujetadora, haciendo contacto con el elemento sujetador que es el que se encargará de realizar la transferencia de calor al material a sellar.



*Figura 24. Termopar tipo J*

- **Sensor capacitivo.**

Este sensor es utilizado para saber si la envoltura contiene o no una paleta o liquido, esto para pasar al avance y posterior sellado del paquete. El sensor seleccionado (Figura 25) es el modelo CCP1-1808N-A3U2 de la marca SCAN, cuyas principales características se mencionan en la tabla 5.

*Tabla 5. Características del sensor capacitivo*

<b>Tipo</b>	Cilíndrico
<b>Diámetro</b>	18 mm
<b>Tipo de salida</b>	NPN
<b>Distancia de sensado</b>	Hasta 8 mm
<b>Voltaje de alimentación</b>	10 a 30 VDC



*Figura 25. Sensor capacitivo.*



- **Sensor fotoeléctrico**

Este sensor es usado para ubicar la posición de las muescas de color negro (figura 27) en la envoltura, esto con el fin de determinar la longitud de cada empaque. El sensor seleccionado (Figura 26) es el modelo M18P-D015N-CX9C4U2 de la marca SCAN, cuyas principales características se enlistan en la tabla 6:

*Tabla 6. Características del sensor fotoeléctrico.*

<b>Tipo</b>	Cilíndrico
<b>Diámetro</b>	18 mm
<b>Tipo de salida</b>	NPN (Light On o Dark On)
<b>Distancia de sensado</b>	Hasta 150 mm
<b>Voltaje de alimentación</b>	10 a 30 VDC



*Figura 26. Sensor Fotoeléctrico.*



*Figura 27. Muecas a localizar en la bobina.*



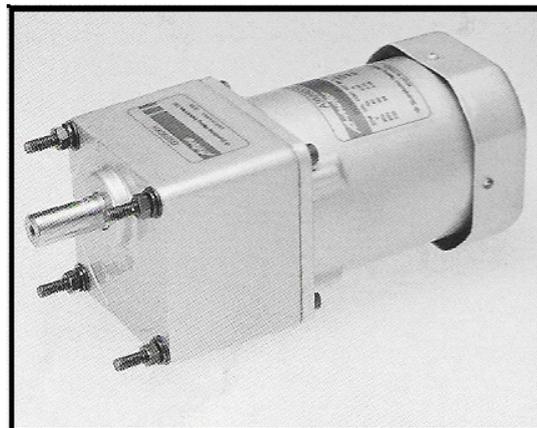
Además de los sensores, la empaquetadora cuenta con actuadores eléctricos, como lo son motores, bomba, electro-válvula y resistencias. A continuación se presentan las características de éstos.

- **Motores eléctricos**

Se utilizan dos motores eléctricos, uno es para dar avance a la envoltura y el otro para dar el movimiento a la banda transportadora. Las características de los motores apropiados para la aplicación se muestran en la tabla 7. Cabe mencionar que ambos motores son motorreductores (Figura 28).

*Tabla 7. Características de los motores apropiados para la aplicación.*

	<b>Motor para Banda</b>	<b>Motor avance envoltura</b>
<b>Revoluciones por minuto</b>	200	30
<b>Par</b>	4.3 N*m	12 N*m
<b>Potencia</b>	90 W	45 W

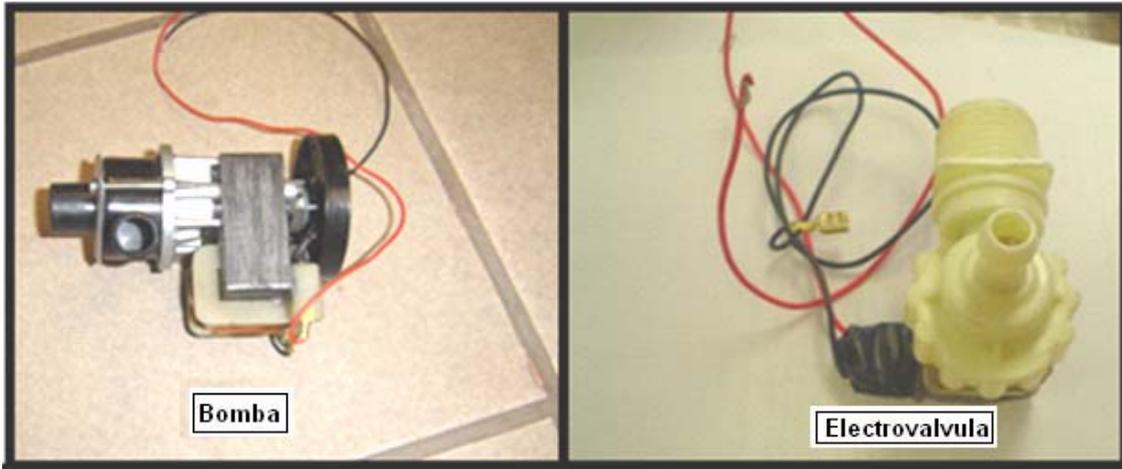


*Figura 28. Motorreductor eléctrico.*

- **Bomba y Electro-válvula**

La función de la bomba es hacer circular a mayor velocidad el líquido a empaquetar desde su depósito hasta la electro-válvula, la cual lo irá dosificando de la manera en que se vaya requiriendo en la etapa de llenado para evitar el derrame de líquido o que las congeladas no estén debidamente llenas.

Tanto la bomba como la electro-válvula se alimentan con un voltaje de 120 VAC.



*Figura 29. Bomba y electroválvula.*

- **Resistencias para el sellado.**

Las resistencias utilizadas para el termosellado son del tipo cartucho (Figura 30), y se alimentan con un voltaje de 120 VAC, con estas resistencias se puede alcanzar una temperatura de sellado de hasta 250°C, lo cual nos proporciona un alto rango de temperaturas de sellado, lo que permite utilizar diversos materiales en la realización de las envolturas.

Las características de las resistencias se mencionan en la tabla 8:

*Tabla 8. Características de las resistencias para termosellado.*

<b>Voltaje de alimentación</b>	120 VAC
<b>Potencia</b>	300 W
<b>Temperatura máxima de trabajo</b>	Hasta 250°C



*Figura 30. Resistencias para termosellado.*



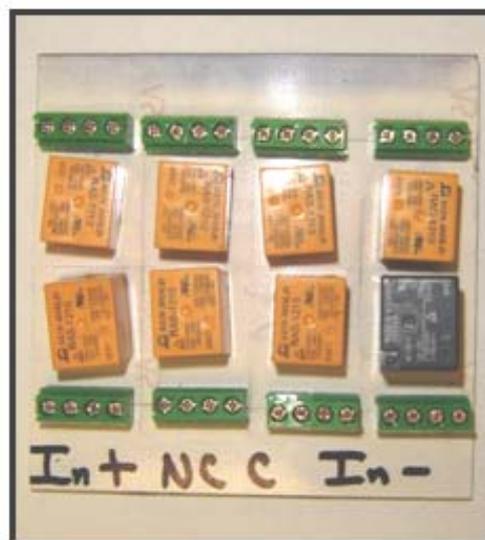
- **3.4.2 ELECTRONICA DE POTENCIA**

La etapa de potencia utilizada en el proyecto fue implementada con relevadores, ésto debido a que son económicos, proporcionan mayor salida de corriente comparado con los optoacopladores (el relevador proporciona una salida de hasta 10 A mientras el optoacoplador solo proporciona hasta 3 A), aunque su velocidad de conmutación es baja para esta aplicación en específico es buena. En la tabla 9 se presentan las características de los relevadores usados.

*Tabla 9. Características de los relevadores usados en la etapa de potencia.*

<b>Voltaje de conmutación</b>	12 V
<b>Corriente de salida</b>	Hasta 10 A

La figura 31 muestra una imagen del modulo de potencia utilizada para la activación de los diversos actuadores.



*Figura 31. Etapa de potencia*

### **3.5 COMPONENTES DE LA ETAPA DE AUTOMATIZACION**

Para realizar la automatización del proceso, fue usado un Controlador Lógico Programable (PLC por sus siglas en inglés), de la marca UNITRONICS modelo M91-2-UN2 (Figura 32). Se decidió usar este PLC debido a que cuenta con características muy atractivas como lo son:

- Integra la interfaz hombre-máquina y el PLC en un solo dispositivo.
- Cuenta con entradas analógicas especiales para uso de termopares.
- El número de entradas y salidas es ideal para el proyecto.

La tabla 10 muestra las principales características de PLC.

*Tabla 10. Principales características del PLC usado en la etapa de automatización.*

<b>Voltaje de alimentación</b>	12 o 24 VDC
<b>Tipo de entradas y salidas</b>	PNP o NPN
<b>Máximo consumo de corriente</b>	140 mA (entradas PNP) 170 mA (entradas NPN)
<b>Numero de entradas digitales</b>	12
<b>Numero de salidas digitales</b>	12
<b>Tiempo de respuesta</b>	10 ms (típica)



*Figura 32. PLC usado en la etapa de automatización.*

Para mayor información acerca del PLC, véase el anexo D.

El PLC fue programado mediante diagramas de escalera, el programa implementado permitió a la empaquetadora trabajar en dos modos, los cuales son:

1. Modo 1, empaquetado de paletas.
2. Modo 2, empaquetado de líquidos.

Dichos modos de trabajo operan de manera independiente, es decir un modo a la vez, la figura 33 muestra el diagrama de flujo del modo 1 y la figura 34 muestra el diagrama de flujo del modo 2.

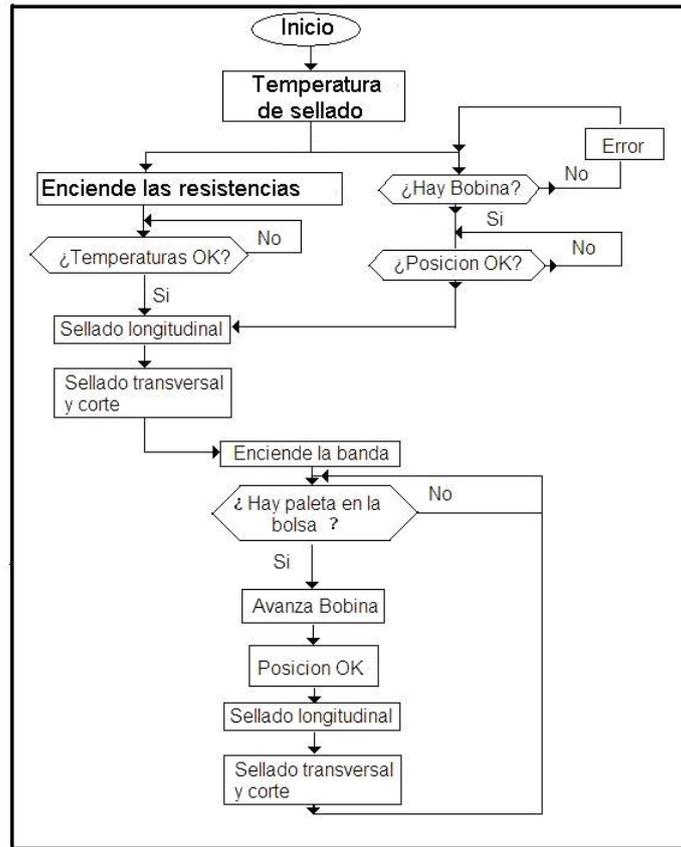


Figura 33. Diagrama de flujo del modo 1.

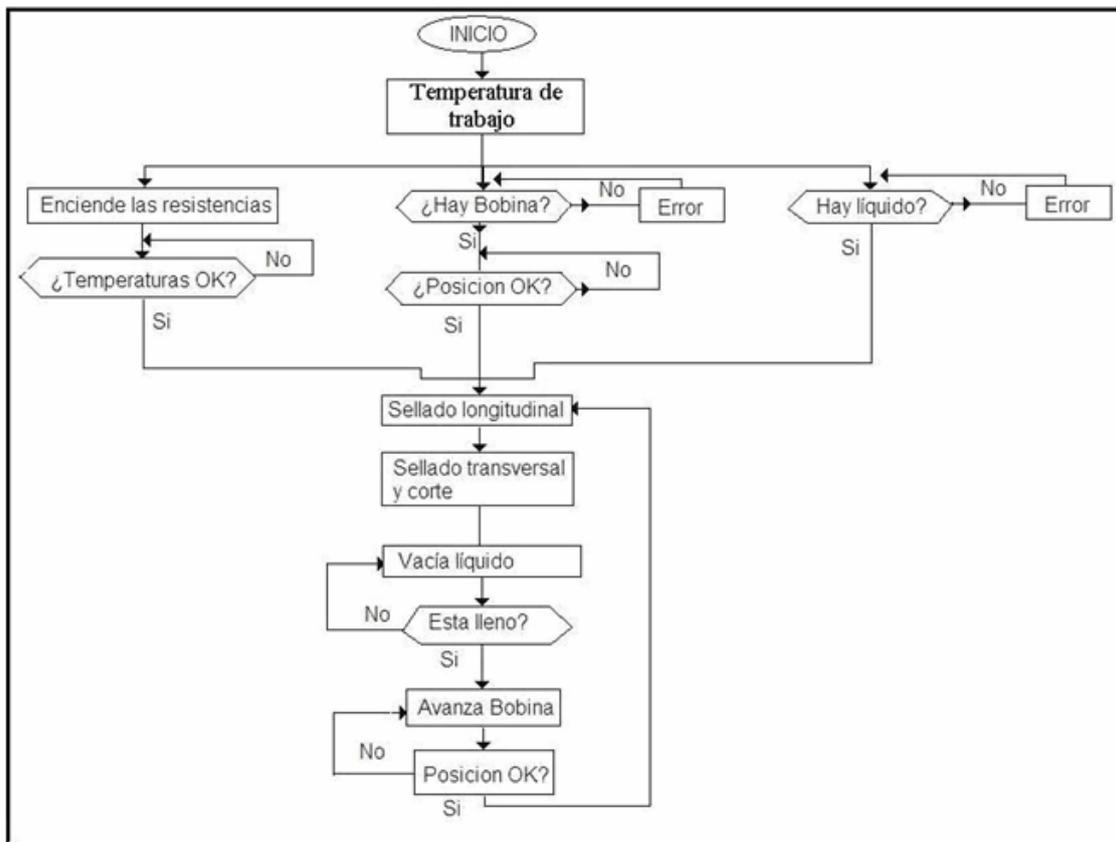


Figura 34. Diagrama de flujo del modo 2.



## **CAPÍTULO 4**



# INTEGRACIÓN Y VALIDACIÓN

## 4.1 INTEGRACIÓN DE COMPONENTES:

Una vez contruidos todos los mecanismos que integran al proyecto, se procedió a colocarlos en sus posiciones de trabajo. Los diversos mecanismos fueron atornillados a la estructura principal, se escogió atornillarlos debido a que así se facilita su instalación y futura desinstalación.

La integración de cada una de las partes se realizó de la siguiente manera:

Primeramente se realizaron los barrenos necesarios para la colocación de los diferentes elementos mecánicos. En esta etapa se tuvo como principal problema la realización de los barrenos en la estructura principal, esto debido a que fue fabricada de acero inoxidable, material que tiene una gran dureza. Motivo por el cual se usaron brocas de acero al cobalto, las cuales cuentan con mayor dureza que las brocas de acero a alta velocidad convencionales.

Ya estando realizados los barrenos y colocados los mecanismos en su posición final, se procedió a las colocar los sensores, etapa de potencia y electrónica. Así mismo se realizó colocación de los cables y mangueras de alimentación tanto electrónica como neumática, esto para que no interfieran en el proceso.

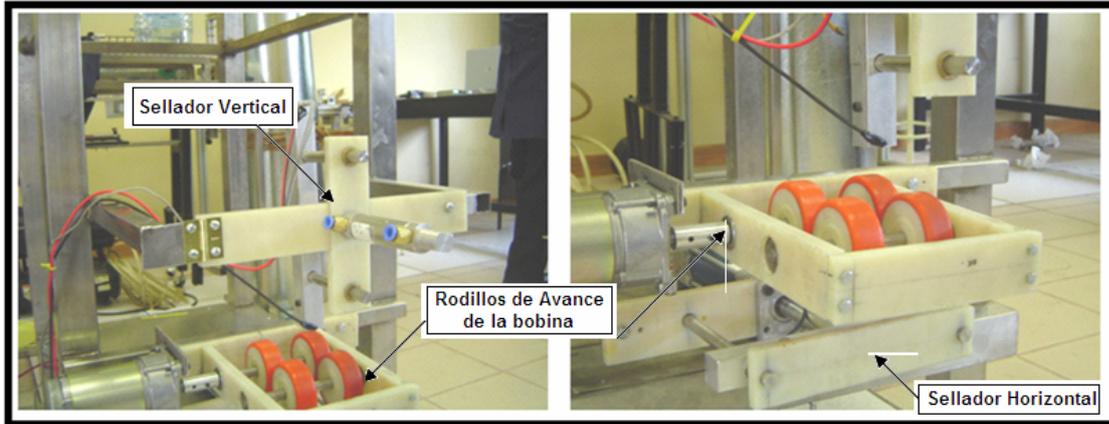
Posteriormente se colocó el motor y el mecanismo de avance de bobina procurando que encontraran centrados y ubicados adecuadamente. En seguida se procedió a la colocación del depósito para el líquido, en el cuál se tuvo que modificar su orientación original para tener una mejor estabilidad.

Se colocaron tanto la bomba como la electroválvula, de tal manera que se minimizara el uso de manguera y su ubicación no estorbe en el proceso. Así mismo se colocó la guía que protege a esta manguera en el proceso de sellado.

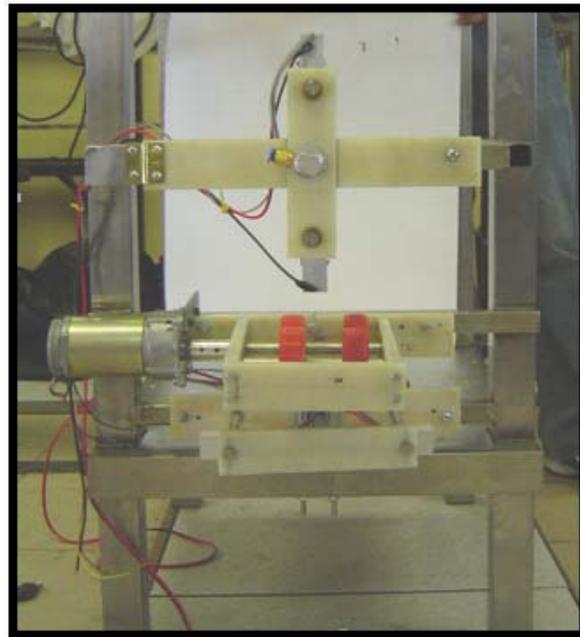
Todo lo citado anteriormente se realizó en la estructura principal,

Como se comentó anteriormente se tuvo que hacer una modificación en el diseño de los dobladores de envoltura, dando a lugar al segundo diseño de los mismos. El principal problema que se tuvo con los dobladores originales fue el atascamiento de la envoltura, lo cual ocasionaba que esta se rompiera. Para el segundo diseño de los dobladores se conservaron las guías tanto para las paletas como para las congeladas. Ya una vez colocados los dobladores y las guías se procedió a realizar las pruebas finales.

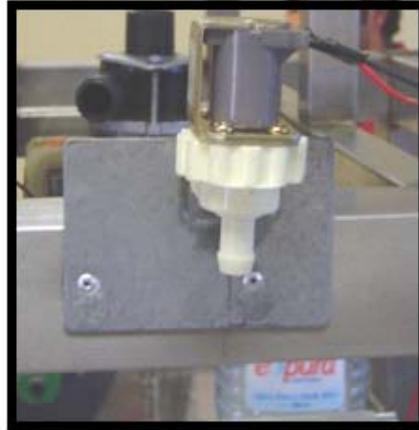
A continuación de las figuras 35 a la 39 se presentan una serie de fotografías que muestran los diversos mecanismos colocados en la máquina empaquetadora:



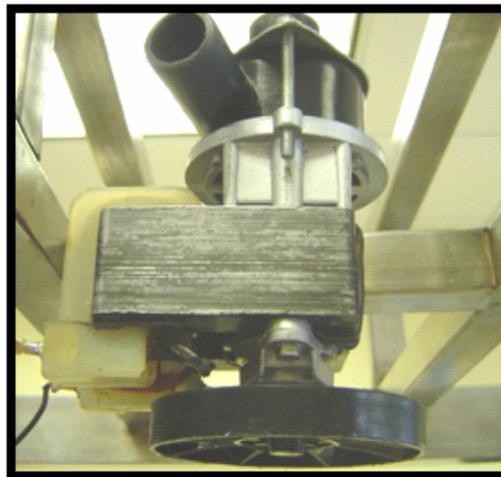
*Figura 35. Sistemas de sellado y avance de la bobina colocados en su posición de trabajo.*



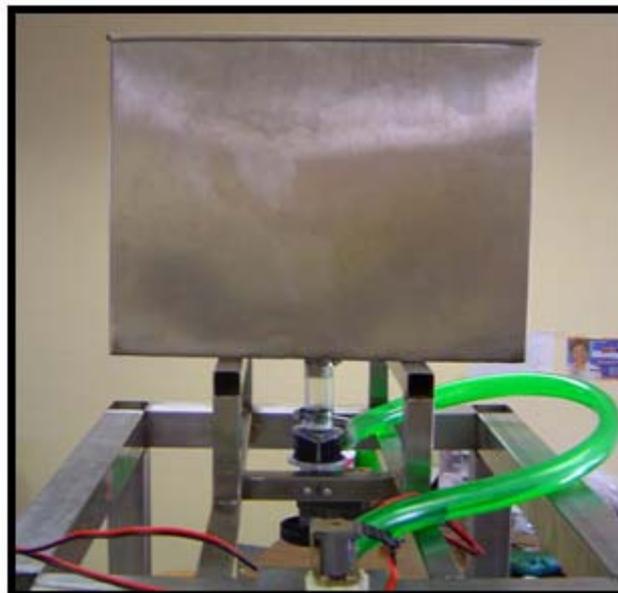
*Figura 36. Sistemas de sellado y avance de la bobina colocados en su posición de trabajo.*



*Figura 37. Electro- válvula colocada en su posición de trabajo.*



*Figura 38. Bomba colocada en su posición de trabajo*



*Figura 39. Deposito de líquidos colocado en posición de trabajo*



## 4.2 VALIDACION DE RESULTADOS:

En base a los objetivos particulares planteados en un principio se obtuvieron los siguientes resultados:

1) El desarrollo del sistema de dosificación de líquidos fue satisfactorio, ya que se logró llevar el líquido a la etapa de empaquetado sin fuga alguna, realizando un correcto llenado de las congeladas. Por su parte el dosificador de paletas, que consiste de la banda transportadora y la guía por donde resbala la paleta no cumplían con las expectativas esperadas, por lo que fue necesario modificar la altura de la banda y la forma de la guía, favoreciendo con esto la etapa de doblado de la envoltura.

2) Desarrollo del sistema de doblado de envolturas.

Esta etapa fue la más complicada, ya que el diseño original no funcionó adecuadamente, por lo que se vio la necesidad de implementar un nuevo mecanismo de doblado, manteniendo el mismo principio del diseño original, con lo que se obtuvo el doblez necesario.

3) Desarrollo del sistema de sellado de envolturas

A la hora del montaje y puesta en marcha de estos mecanismos, se realizó un buen sellado dentro de los rangos de temperatura proporcionados por el fabricante, y a base de pruebas se determinó un tiempo y temperatura adecuados para este proceso.

4) Desarrollo del algoritmo para la automatización del proceso de empaquetado.

Al principio se realizaron pruebas del algoritmo funcionando con los mecanismos de manera manual, posteriormente se realizó con temporizadores definiendo los tiempos de trabajo de los componentes, con lo cual se constató que el algoritmo funciona adecuadamente.

5) Programación del Controlador Lógico Programable y pruebas de los sensores.

Una vez verificado que el algoritmo funciona correctamente fue programado considerando la integración de los sensores, obteniendo así los resultados esperados en cuanto a la detección de las muescas y presencia de producto.

6) Integración de los diferentes sistemas que involucran la máquina empaquetadora.

Se instalaron los componentes neumáticos y los diferentes sistemas electrónicos complementando en su totalidad la máquina.

7) Realización de pruebas y validación de resultados.

Se calibraron los sensores y actuadores, se observaron y corrigieron los fallos que se generaban en el proceso de doblado y sellado, obteniéndose un correcto funcionamiento de la máquina.



## **CAPÍTULO 5**



## CONCLUSIONES

Se solucionó el problema del empaquetado de paletas y congeladas generado en la empresa “Equipos para paleterías y neverías en general S.A. de C.V.”.

El desarrollo de la etapa mecánica fue la parte que ocupó más tiempo de trabajo, esto debido a la falta del equipo adecuado para soldar acero inoxidable en la escuela, pero se resolvió de manera satisfactoria gracias al apoyo del equipo de trabajo de la empresa. Así mismo se obtuvo experiencia en el manejo del acero inoxidable, sobre todo en la etapa de barrenado, pues se tuvo que ser paciente debido al desgaste continuo de las brocas utilizadas para este proceso.

El uso del PLC en el proceso facilitó la integración de los distintos sensores y actuadores, así mismo su programación en lenguaje escada es de fácil entendimiento, por lo que en procesos posteriores donde se necesite automatizar un proceso y se cuente con el capital suficiente se puede optar por trabajar con estos dispositivos.

Debe tenerse en cuenta las diferentes normas de uso de diferentes materiales para el manejo de alimentos, en este caso se utilizó acero inoxidable grado alimentos AISI-304, polipropileno y mangueras plásticas grado alimentos.

La etapa del proyecto que ocasionó más problemas fue la parte del doblado de las envolturas, esto debido a que se tenían los fenómenos de atascamiento y corrimiento de la envoltura en el doblador, motivo por el cual se cambiaron total o parcialmente los diseños de las dobladoras.



## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Serrano Nicolás, *Neumática*, Ed. Paraninfo. 2000
- [2] García Moreno, Emilio, *Automatización de procesos industriales*. Ed. Alfa Omega. 2001
- [3] Arthur G. Erdman, *Diseño de mecanismos- Análisis y Síntesis* Ed. Mc Graw Hill.
- [4] Ferdinand P. Beer, *Estática* Ed. Mc Graw Hill
- [5] Robert L. Norton, *Diseño de maquinaria* Ed. Mc Graw Hill.
- [6] Ramón Pallas, *Sensores y actuadores* Ed. Prentice Hall
- [7] Uni-Chains, Belt Catalogue.
- [8] Uni-Chains, Manual de Ingeniería.
- [9] Guss and Roch, Automatización Catalogo general.
- [10] Catalogo Sumimoto Heavy Industries, Astero Gear Motors.
- [11] Catalogo de Oriental motor (descargable de [www.orientalmotor.com](http://www.orientalmotor.com))
- [12] Catalogo Sunx Sensors (descargable de [www.sunx.jp](http://www.sunx.jp))
- [13] Catalogo Omron Sensors (descargable de [www.omron.com](http://www.omron.com))
- [14] Catalogo Programmable Controllers, OMRON (descargable de [www.plc-omron.com](http://www.plc-omron.com))
- [15] Catalogo de Unitronics OPLC's (descargable de [www.unitronics.com](http://www.unitronics.com))



## WEBGRAFÍA

- [1] [http://mx.mt.com/mt/products/productos-aplicaciones\\_alimentacion-retail\\_maquinas-envolver/706\\_SA\\_0x00024a6f000280ec0002f043.jsp](http://mx.mt.com/mt/products/productos-aplicaciones_alimentacion-retail_maquinas-envolver/706_SA_0x00024a6f000280ec0002f043.jsp)
- [2] <http://www.calop.com.ar/index.php>
- [3] [http://www.smigroup.it/site/profilo.php?IdPage=smipack\\_profilo&lang=es#](http://www.smigroup.it/site/profilo.php?IdPage=smipack_profilo&lang=es#)  
[http://www.envapack.com/envases\\_empaques85.html](http://www.envapack.com/envases_empaques85.html)
- [4] <http://www.ggapack.com/es/htmpg/WhatsNew.htm>
- [5] <http://www.americanprintpak.com/espanol/cohesivc.htm>
- [6] <http://www.gui.uva.es/~polyfemo/cellophane/2.html>
- [7] [http://es.wikipedia.org/wiki/CelofÃ;n](http://es.wikipedia.org/wiki/Celof%C3%A1n)
- [8] <http://www.envapack.com/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=224>
- [9] [http://www.gain.es/ARTICULOS Y REPORTAJES - E\\_U\\_A\\_ - 2 sep 04 - LA](http://www.gain.es/ARTICULOS Y REPORTAJES - E_U_A_ - 2 sep 04 - LA)
- [10] [TECNOLOGÍA EN EL EMPAQUE\\_ INDUSTRIA TRASCENDENTAL.htm](http://www.tecnomaq.com.mx/articulos.htm)
- [11] <http://www.tecnomaq.com.mx/articulos.htm>



# **ANEXOS**



**Anexo A.**

**Costos parciales**

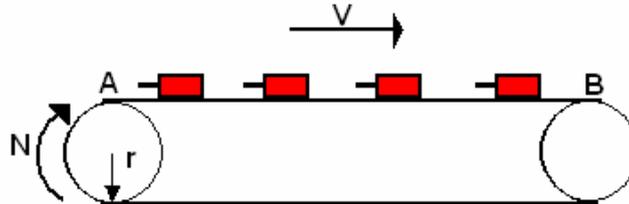
**Tabla 11.- Costos parciales**

<b>Producto</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio Total</b>
PLC	\$6.600.00	\$6.600.00
Sensor fotoeléctrico	\$650.00	\$650.00
Sensor capacitivo	\$580.00	\$580.00
2 Cilindros neumáticos doble efecto*	\$350.00 \$150.00	\$500.00
2 Electro válvulas 5/2*	\$300.00	\$600.00
Banda (3 m.)	\$386.66	\$1160.00
2 Sprockets para banda plástica	\$220.00	\$440.00
2 resistencias para sellado	\$65.00	\$130.00
2 Termopares tipo J	\$50.00	\$100.00
2 Motorreductores*	\$250.00	\$500.00
Bomba	\$100.00	\$100.00
Electro válvula para líquidos	\$75.00	\$75.00
Conectores varios		\$300.00
Mangueras		\$200.00
Aluminio (Diversos tipos)		\$350.00
Tornillos		\$150.00
Cable y electrónica en gral.		\$300.00
<b>Total</b>		<b>\$12,735.00</b>

\* Estos artículos fueron comprados seminuevos.

### Anexo B

Cálculos para el motor de la banda.



Datos de la banda y sprocket.

Longitud de la banda	10 ft = 3.048 m.
Ancho de la banda	3 in = 0.0762 m.
Peso de la banda	0.8 lb./ft <sup>2</sup> = 3.9 Kg./m <sup>2</sup> .
Diámetro del sprocket	0.0981 m.
Masa de un sprocket	0.4 Kg.

Perímetro del sprocket:

$$P_{\text{sprocket}} = \pi * D = 0.3082$$

Longitud del transportador:

$$\frac{L_{\text{banda}} - P_{\text{sprocket}}}{2} = \frac{3.048 - 0.3082}{2} = 1.3699m \approx 1.37m$$

Área de la banda:

$$A_{\text{banda}} = (3.048)(0.0762) = 0.2322m^2$$

Masa de la banda:

$$m_{\text{banda}} = \text{Peso}_{\text{banda}} * \text{Area}_{\text{banda}} = (3.9)(0.2322) = 0.9058Kg$$

Velocidad de empaquetado: 50 paq/min.

$$t = \frac{1}{50} \text{ min}$$

$$x = 1.37m$$

$$D_{\text{sprocket}} = 0.0981m$$

Velocidad lineal requerida:

$$v = \frac{x}{t} = \frac{1.37}{\frac{1}{50}} = 68.5 \text{ m/min} = 1.14 \text{ m/s}$$

Velocidad angular requerida.

$$N = \frac{60v}{\pi d} = \frac{60(1.14)}{\pi(0.0981)} = 221.94rpm$$



*Masa total que moverá el motor:*

*Masa de la banda + masa de dos sprockets+ masa de paletas = 0.9058+ 0.8+ 5 ≈ 6.7 Kg.*

*La masa de las paletas se obtuvo considerando que caben 5 paletas de 25 cm de longitud en la banda (las de mayor tamaño) y que tienen un peso aproximadamente 250 gramos cada una (depende de los ingredientes usado en su elaboración), por lo que se propuso 5 Kg., para asegurar el funcionamiento en caso de poner un objeto mas pesado en la banda.*

$$F = mg = 65.73 \text{ Kg} * m/s^2$$

*Potencia requerida:*

$$P = \frac{F * v}{1000} = \frac{(65.73)(1.14)}{1000} = 0.0749 \text{ KW}$$

*Par requerido.*

$$T = \frac{P}{N} * 9550 = 3.224 \text{ N} * m$$

*Aproximación a valores comerciales.*

Revoluciones	218 rpm	→	200 rpm
Potencia	75 W	→	90 W

$$T = \frac{0.090}{200} (9550) = 4.3 \text{ N} * m$$

*Datos del motor seleccionado (comerciales):*

*N = 200 rpm.*

*P = 90 W.*

*T > 4.3 N\*m.*

*Recalculando:*

$$v = 0.262 * N * D = 1.027 \text{ m/s}$$

*En base a los cálculos anteriores del motor seleccionado, la nueva velocidad de empaquetado será de: 45 paq/min.*

*Nota: Los cálculos para el motor de la bobina (para jalar el papel para el empaque) aún no han sido obtenidos debido a variables aun no definidas, pero que en lo sucesivo a los avances serán determinadas para concluir los cálculos.*



### Anexo C

Calculo de la etapa neumática para el sellado.

Formulas usadas:

Volumen del depósito ( $m^3$ )

$$V = KQ$$

Fuerza de avance (N)

$$Fa = \frac{\pi}{4} D^2 pR$$

Fuerza de retroceso (N)

$$Fr = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) pR$$

Caudal (l/min)

$$Q = \frac{\pi C p n}{4000}$$

Donde:

K= constante =0.25

Q= Caudal

D= Diámetro del cilindro en cm

d= diámetro del vástago

P= presión de aire (6 Bar)

R= Cte de rendimiento

n= número de ciclos por minuto.

1  $m^3$  = 1,000 litros

C = carrera

Cálculos para los 2 cilindros neumáticos:

$$D = 1.6 \text{ cm.}$$

$$d = 0.6 \text{ cm.}$$

$$M = 700 \text{ gr. ; } F = 7 \text{ N.}$$

$$C = 10 \text{ cm.}$$

$$p = 6 \text{ Bar.}$$

$$R = 0.85$$

Fuerza de ida y vuelta:

$$F_{ida} = \frac{\pi}{4} * D^2 * p * R = 10.25 \text{ N} > 7 \text{ N}$$

$$F_v = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) * p * R = 8.8 \text{ N} > 7 \text{ N}$$

Calculo del caudal:

$$Q = \frac{\pi * C * p * n}{4000} (2D^2 - d^2) = 11.21 \text{ l/min}$$

Debido a que son 2 pistones:

$$Q_T = 2Q = 22.42 \text{ l/min} = 0.02242 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Calculo del volumen del depósito:

$$V = K * Q_T = 5.6 \text{ litros.}$$

Estos son los valores mínimos falta ajustarse a los valores comerciales.



### Anexo D

Datos técnicos del PLC seleccionado.

# M91-2-UN2

12/24 VDC, 12 pnp/npn digital inputs, \*2 universal inputs, 2 high-speed counter/shaft encoder inputs, 12 transistor outputs, I/O expansion port, RS232/RS485 port

1

<b>Power supply</b>	12VDC or 24VDC
Permissible range	10.2VDC to 28.8VDC with less than 10% ripple
Maximum current consumption	80mA@24VDC (pnp inputs) 140mA@12VDC (pnp inputs) 170mA (nnp inputs)
<b>Digital Inputs</b>	12 pnp (source) or npn (sink) inputs. See Note 1.
Nominal input voltage	12VDC or 24VDC. See Notes 2 and 3.
Input voltages for pnp (source):	
For 12VDC	0-3VDC for Logic '0' 8-15.6VDC for Logic '1'
For 24VDC	0-5VDC for Logic '0' 17-28.8VDC for Logic '1'
Input voltages for npn (sink):	
For 12VDC	8-15.6VDC/<1.2mA for Logic '0' 0-3VDC/>3mA for Logic '1'
For 24VDC	17-28.8VDC/<2mA for Logic '0' 0-5VDC/>6mA for Logic '1'
Input current	4mA@12VDC 8mA@24VDC
Input impedance	3KΩ
Response time (except high-speed inputs)	10mS typical
Galvanic isolation	None
Input cable length	Up to 100 meters, unshielded
<b>High-speed counter</b>	Specifications below apply when inputs are wired for use as a high-speed counter input/shaft encoder. See Notes 4 and 5.
Resolution	16-bit
Input freq.	10kHz max.
Minimum pulse	40µs

**Notes:**

- All 12 inputs can be set to pnp (source) or npn (sink) via a single jumper and appropriate wiring.
  - All 12 inputs can function in 12 VDC or 24 VDC; set via a single jumper and appropriate wiring.
  - nnp (sink) inputs use voltage supplied from the controller's power supply.
  - Inputs #0 and #2 can each function as either high-speed counter or as part of a shaft encoder. In each case, high-speed input specifications apply. When used as a normal digital input, normal input specifications apply.
  - Inputs #1 and #3 can each function as either counter reset, or as a normal digital input; in either case, specifications are those of a normal digital input.
- These inputs may also be used as part of a shaft encoder. In this case, high-speed input specifications apply.

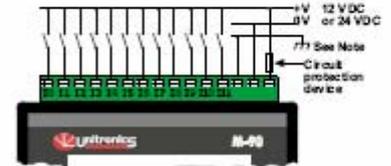
\* Certain inputs can function as normal digital inputs, analog inputs, RTD inputs or thermocouple inputs, in accordance with jumper settings and wiring connections.



**Warnings:**

- Unused pins should not be connected. Ignoring this directive may damage the controller.

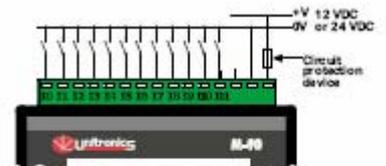
#### Power supply, pnp (source) inputs



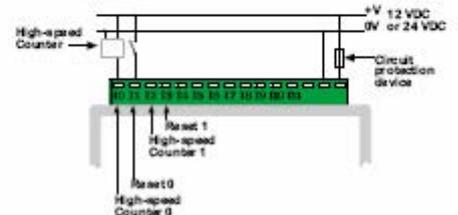
**Note:**

To avoid electromagnetic interference, mount the controller in a metal panel/cabinet and earth the power supply. Earth the power supply signal to the metal using a wire whose length does not exceed 10cm. If your conditions do not permit this, do not earth the power supply.

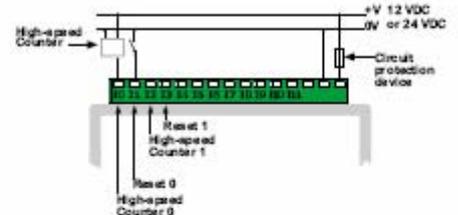
#### nnp (sink) inputs



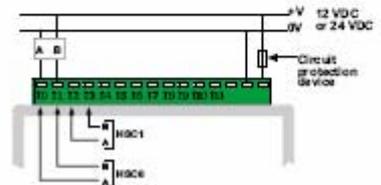
#### pnp (source) high-speed counter



#### nnp (sink) high-speed counter



#### Shaft encoder





## Anexo E

Especificaciones del sensor fotoelectrico usado en la detección de muescas de la bobina

CY		SPECIFICATIONS			
		Thru-beam	Retroreflective		Diffuse reflective
Item	NPN output type	CY-21	CY-27	CY-29	CY-22
	PNP output type	CY-21-PN	CY-27-PN	CY-29-PN	CY-22-PN
Sensing range		12 m 39.370 ft	3 m 9.843 ft (Note 1)	1.5 m 4.921 ft (Note 1)	120 mm 4.724 in (Note 2)
Sensing object		φ8 mm φ0.315 in or more opaque object	φ50 mm φ1.969 in or more opaque or translucent object (Note 1)	φ50 mm φ1.969 in or more opaque, translucent or specular object (Note 1)	Opaque, translucent or transparent object
Hysteresis					15 % or less of operation distance
Repeatability (perpendicular to sensing axis)		0.1 mm 0.004 in or less			0.3 mm 0.012 in or less
Supply voltage		10 to 30 V DC Ripple P-P 10 % or less			
Current consumption		Emitter: 20 mA or less Receiver: 25 mA or less	25 mA or less		
Output		<NPN output type> NPN open-collector transistor • Maximum sink current: 100 mA • Applied voltage: 30 V DC or less (between output and 0 V) • Residual voltage: 1.5 V or less (at 100 mA sink current)		<PNP output type> PNP open-collector transistor • Maximum source current: 100 mA • Applied voltage: 30 V DC or less (between output and + V) • Residual voltage: 1.5 V or less (at 100 mA source current)	
Utilization category		DC-12 or DC-13			
Output operation		Selectable either Light-ON or Dark-ON by the control input			
Short-circuit protection		Incorporated			
Response time		2 ms or less			
Test input (emission halt) function		Incorporated			
Operation indicator		Red LED (lights up when the output is ON)			
Emission indicator		Red LED (lights up during beam emission)			
Pollution degree		3 (Industrial environment)			
Protection		IP67 (IEC)			
Ambient temperature		-25 to +55 °C -13 to +131 °F (No dew condensation or icing allowed), Storage: -30 to +70 °C -22 to +158 °F			
Ambient humidity		35 to 85 % RH, Storage: 35 to 85 % RH			
Ambient illuminance		Sunlight: 10,000 lx at the light-receiving face, Incandescent light: 3,000 lx at the light-receiving face			
EMC		EN 50081-2, EN 50082-2, EN 60947-5-2			
Voltage withstandability		1,000 V AC for one min. between all supply terminals connected together and enclosure			
Insulation resistance		20 MΩ, or more, with 250 V DC megger between all supply terminals connected together and enclosure			
Vibration resistance		10 to 500 Hz frequency, 1.5 mm 0.059 in amplitude (10 G max.) in X, Y and Z directions for two hours each			
Shock resistance		500 m/s <sup>2</sup> acceleration (50 G approx.) in X, Y and Z directions for three times each			
Emitting element		Infrared LED (modulated)		Red LED (modulated)	Infrared LED (modulated)
Material		Enclosure: PBT, Lens: Polycarbonate		Enclosure: PBT, Front cover: Acrylic	
Cable		0.34 mm <sup>2</sup> 4-core (thru-beam type emitter: 3-core) cabtyre cable, 2 m 6.562 ft long			
Cable extension		Extension up to total 100 m 328.084 ft is possible with 0.34 mm <sup>2</sup> , or more, cable (thru-beam type: both emitter and receiver).			
Weight		Emitter: 90 g approx. Receiver: 100 g approx.	100 g approx.		
Accessories		Nut: 4 pcs.		Nut: 2 pcs.	

**NOTE: Reflector is not supplied with the retroreflective type sensor. Please select the suitable reflector or reflective tape from the options.**

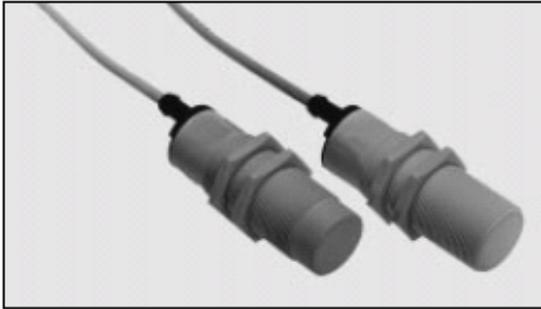
Notes: 1) The sensing range and the sensing object of the retroreflective type sensor are specified for the RF-230 reflector (optional).  
2) The sensing range of the diffuse reflective type sensor is specified for white non-glossy paper (200 X 200 mm 7.874 X 7.874 in) as the object.



### Anexo F

Especificaciones del sensor capacitivo, el sensor elegido es el modelo de 18 mm. de diámetro.

## Proximity Sensors Capacitive Thermoplastic Polyester Housing Types EC, M 18, M 30, Cable



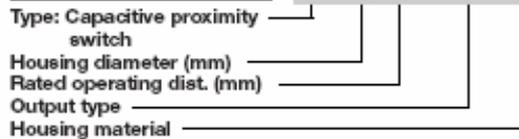
- Thermoplastic polyester housing, cylindrical
- Diameter: M 18, M 30
- Adjustable sensing distance
- Power supply: 10 to 40 VDC  
20 to 250 VAC
- Output: Transistor NPN or PNP, make or break switching  
SCR, make or break switching
- Protection: Reverse polarity and short-circuit
- LED-indication for output ON
- 2 m cable

### Product Description

Proximity switch in M 18 and M 30 housings. NPN, PNP and AC outputs. Adjustable sensing distance. Polyester housing. Delivered with 2 m cable.

### Ordering Key

**EC 1808 NPO P**



### Type Selection, Transistor NPN/PNP Output DC Types

Housing diameter	Rated operating dist. (S <sub>n</sub> ) <sup>2)</sup>	Ordering no. Transistor NPN Make switching	Ordering no. Transistor NPN Break switching	Ordering no. Transistor PNP Make switching	Ordering no. Transistor PNP Break switching
M 18	8 mm <sup>1)</sup>	EC 1808 NPOP	EC 1808 NPCP	EC 1808 PPOP	EC 1808 PPCP
M 30 <sup>4)</sup>	10 mm <sup>2)</sup>	EC 3010 NNOP	EC 3010 NNCP	EC 3010 PNOP	EC 3010 PNCP
M 30 <sup>4)</sup>	15 mm <sup>1)</sup>	EC 3015 NNAP		EC 3015 PNAP	

<sup>1)</sup> For non-flush mounting

<sup>2)</sup> For flush mounting

<sup>3)</sup> Object: Grounded steel plate

### Type Selection, SCR Output AC Types

Housing diameter	Rated operating dist. (S <sub>n</sub> ) <sup>2)</sup>	Ordering no. SCR Make switching	Ordering no. SCR Break switching
M 18	8 mm <sup>1)</sup>	EC 1808 TBOP	EC 1808 TBCP
M 30 <sup>4)</sup>	15 mm <sup>1)</sup>	EC 3015 TBOP	EC 3015 TBCP

<sup>1)</sup> For non-flush mounting

<sup>2)</sup> For flush mounting

<sup>3)</sup> Object: Grounded steel plate

<sup>4)</sup> Not for new designs - for replacement part numbers contact sales office



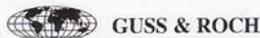
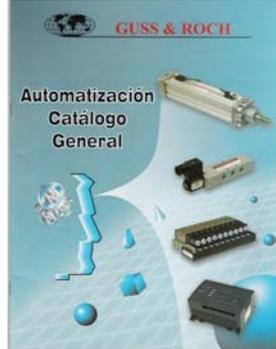
## Specifications

	Transistor NPN/PNP	SCR
Rated operational volt. ( $U_o$ ) ( $U_B$ )	12 to 36 VDC 10 to 40 VDC (ripple included)	20 to 250 VAC, 50 to 60 Hz
Ripple	$\leq 10\%$	
Rated operational current ( $I_o$ ) Continuous Short-time	$\leq 200$ mA $\leq 200$ mA	$\leq 500$ mA $\leq 2.5$ A, max. 20 ms
No-load supply current ( $I_o$ )	EC 1808 $\leq 12$ mA (no load) EC 3010 $\leq 20$ mA (no load)	
Minimum load current		$\leq 10$ mA
OFF-state current ( $I_o$ )		$\leq 2.8$ mA
Voltage drop ( $U_d$ )	EC 18 $\leq 2.8$ VDC at max. load EC 30 $\leq 2.5$ VDC at max. load	$\leq 10$ VAC at loads $\geq 20$ mA
Protection	Reverse polarity, short-circuit (EC 18)	Transil (transient protection)
Transient voltage	EC 1808 $\leq 3$ kV/0.5 J (prepared)	$\leq 5$ kV/0.5 J (prepared)
Power ON delay		EC 18 $\leq 350$ ms EC 3015 TBOP $\leq 300$ ms EC 3015 TBOP $\leq 100$ ms
Frequency of operating cycles (f)	EC 1808 25 Hz EC 3010 30 Hz	EC 18 10 Hz EC 30 10 Hz
Indication for output ON	LED, yellow	LED, yellow
Rated operating dist. ( $S_o$ ) (adjustable)	EC 1808 2 to 10 mm, factory set at 8 mm	EC 18 2 to 10 mm, factory set at 8 mm EC 30 5 to 15 mm, factory set at 15 mm
Rated operating dist. ( $S_o$ ) (fixed)	EC 3010 10 mm Reference object: Grounded steel plate. Other objects: Refer to 'Reduction Factors', Technical information	
Repeat accuracy (F)	$\leq 10\%$	$\leq 10\%$
Hysteresis (H) (Differential travel)	1 to 20% of sensing distance	1 to 20% of sensing distance
Effective operating dist. ( $S_e$ )	$0.9 \times S_o \leq S_e \leq 1.1 \times S_o$	$0.9 \times S_o \leq S_e \leq 1.1 \times S_o$
Usable operating dist. ( $S_u$ )	EC 18 $0.9 \times S_o \leq S_u \leq 1.1 \times S_o$ EC 30 $0.8 \times S_o \leq S_u \leq 1.15 \times S_o$	EC 18 $0.9 \times S_o \leq S_u \leq 1.1 \times S_o$ EC 30 $0.8 \times S_o \leq S_u \leq 1.15 \times S_o$
Ambient temperature Operating	EC 1808 $-25^\circ$ to $+70^\circ\text{C}$ ( $-13^\circ$ to $+158^\circ\text{F}$ ) EC 3010 $0^\circ$ to $+70^\circ\text{C}$ ( $+32^\circ$ to $+158^\circ\text{F}$ )	EC 18 $-25^\circ$ to $+70^\circ\text{C}$ ( $-13^\circ$ to $+158^\circ\text{F}$ ) EC 30 $-25^\circ$ to $+70^\circ\text{C}$ ( $-13^\circ$ to $+158^\circ\text{F}$ )
Storage	EC 18 $-30^\circ$ to $+80^\circ\text{C}$ ( $-22^\circ$ to $+176^\circ\text{F}$ ) EC 30 $-30^\circ$ to $+80^\circ\text{C}$ ( $-22^\circ$ to $+176^\circ\text{F}$ )	EC 18 $-30^\circ$ to $+80^\circ\text{C}$ ( $-22^\circ$ to $+176^\circ\text{F}$ ) EC 30 $-30^\circ$ to $+80^\circ\text{C}$ ( $-22^\circ$ to $+176^\circ\text{F}$ )
Degree of protection	IP 67 (Nema 1, 3, 4, 6, 13)	IP 67 (Nema 1, 3, 4, 6, 13)
Housing material Body Back	Yellow thermoplastic polyester Black thermoplastic polyester	Yellow thermoplastic polyester Black thermoplastic polyester
Cable	2 m, $3 \times 0.25$ mm <sup>2</sup> grey PVC, oil proof	2 m, $2 \times 0.5$ mm <sup>2</sup> grey PVC, oil proof
Weight	EC 18 120 g EC 30 170 g	EC 18 120 g EC 30 170 g
Tightening torque	EC 18 2.6 Nm EC 30 7.5 Nm	EC 18 2.6 Nm EC 30 7.5 Nm
Approvals CE-marking	UL, CSA Yes (only EC1808 NPOP and EC1808NPP)	UL, CSA Yes



## Anexo G

Especificaciones de cilindros neumáticos calculados:



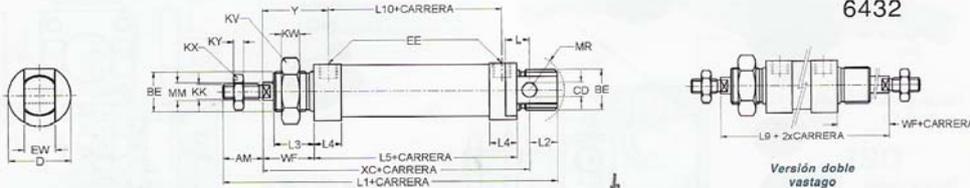
### Características y Técnicas de construcción

**TAPAS:** Aluminio anodizado  
**VÁSTAGO:** AISI 304 Acero inoxidable  
**TUBO:** Aluminio anodizado acabado 25 micrones (Ra=0.3-0.5)  
**EMPAQUES:** NBR dureza 80-90, émbolo con o sin magneto  
**FLUIDO:** Aire limpio y lubricado  
**PRESIÓN:** 10 Bar máximo  
**TEMPERATURA DE OPERACIÓN:** -5°C a +70°C  
**AMORTIGUACIÓN:** Opcional

### CILINDROS NEUMÁTICOS SERIE MD

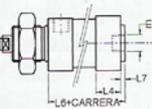
#### Características del sensor magnético

Grado de protección IP65  
 Corriente máxima permanente: 0.5 A  
 Corriente máxima de conmutación: 1A(0.5 seg)  
 Potencia de interrupción: 12W CD; 15VA CA  
 Cable: 2x0.35mm<sup>2</sup>  
 Tiempo de conexión: 2ms  
 Tiempo de desconexión: 1ms  
 Vida: 10<sup>7</sup> ciclos  
 Tipo de contacto: N.A.



Ø	8	10	12	16	20	25	32	40	50
AM	12	12	16	16	20	22	20	25	25
BE	M12x1.25	M12x1.25	M16x1.5	M16x1.5	M22x1.5	M22x1.5	M30x1.5	M40x1.5	M40x1.5
CD	4	4	6	6	8	8	12	14	14
D	16	17	19	24	28	33	40	48	58
EE	M5	M5	M5	M5	1/8" NPT	1/8" NPT	1/8" NPT	1/4" NPT	1/4" NPT
EW	8	8	12	12	16	16	26	30	30
KK	M4x0.7	M4x0.7	M5x1	M6x1	M8x1.25	M10x1.25	M10x1.25	M12x1.75	M12x1.75
KV	17	17	22	22	30	30	42	62	82
KW	5.5	5.5	6	6	7	7	8	9	9
KX	7	7	10	10	13	17	17	19	19
KY	3	3	4	4	5	6	6	7	7
L	6	6	9	9	12	13	13	16	16
L1 *	85	85	106	111	130	141	139	164	167
L2	9	9	14	13	15	15	14	16	16
L3	11	11	17	17	18	22	22	25	25
L4	10	10	9.5	10.5	15	15	15	18	18
L5 *	46	46	50	56	68	69	69	79	82
L6 *	48	48	52	58	70.5	71.5	71.5	82	85
L7	2	2	2	2	2.5	2.5	2.5	3	3
L8 *	64	64	74	80	94.5	99.5	99.5	117	120
L9 *	78	78	94	100	116	125	125	149	152
L10 *	35	35	40	45	52	53	53	60	63
MM	4	4	6	6	8	10	12	14	14
MR	12	12	16	16	18	19	22	28	28
WF	16	16	22	22	24	28	29	35	35
XC *	64	64	76	82	95	104	105	123	126
Y	21.5	21.5	27	27.5	32	36	36	44.5	44.5
Peso Carrera 0	55	60	80	100	175	240	365	610	790
(gr) Cada 10mm	6	7	5	5	8	11	15	19	21

Versión doble vastago



Con tapa trasera lisa

### Serie MD

25

40

I

P

Modelo
MD Doble efecto
MS Simple efecto

Diámetro
8
10
12
16
20
25
32
40
50

CARRERAS ESTÁNDAR
<b>Doble efecto*</b>
0-150mm Cada 25mm
150-500mm Cada 50mm
<b>Simple efecto*</b>
0-40mm
*Se pueden fabricar en cualquier carrera

Opciones
VV Doble vastago
I Magnético
T Tandem
M Multiposicional
SA Simple efecto Muelle Anterior
SP Simple efecto Muelle Posterior

Montajes
O Oscilante posterior
P Pie
H Horquilla

(\*) Pistón magnético con resorte aumenta 10 mm  
 Pistón magnético de 10mm de diámetro aumenta 9mm



## Anexo H

Características de electro válvulas:

Tipo: 5/2, simple solenoide  
Alimentación: 24V CD



**GUSS & ROCH**

**VALVULAS SOLENOIDES / PILOTO NEUMATICO**

<p><b>Puertos Integrados (0)</b></p>	<p><b>SIMPLE SOLENOIDE</b></p>		<p><b>SIMPLE PILOTO</b></p>
<p><b>Placa base (I)</b></p>	<p><b>DOBLE SOLENOIDE</b></p>		<p><b>DOBLE PILOTO</b></p>
<p><b>Manifold (M)</b></p>	<p><b>PUERTOS AB-RS</b></p>		<p><b>PUERTOS AB-RS</b></p>
	<p><b>PUERTOS CERRADOS</b></p>		<p><b>PUERTOS CERRADOS</b></p>

### Selección

**Serie R** **SG** - **5/2** - **1/2** - **I** - **S** - **110** - **X** - **L** - **NA**

<p><b>Accionamiento</b></p> <p>SG Simple solenoide, retorno resorte</p> <p>GG Doble Solenoide</p> <p>SP Simple piloto, retorno resorte</p> <p>PP Doble piloto</p>	<p><b>No. de vias/ No. de posiciones</b></p> <p>3/2</p> <p>5/2</p> <p>5/3</p>	<p><b>Tamaño de Puertos</b></p> <p>1/2"NPT Puertos integrados*</p> <p>Placa base*/manifold</p> <p>3/4"NPT Placa base/manifold</p> <p>*Puerto de 3/8" opcional.</p>	<p><b>Operador Manual</b></p> <p>S Tipo Botón</p> <p>Z Enclavado</p>	<p><b>*Sufijo</b></p> <p>X= Solenoide a prueba de explosión</p>	<p><b>Lámpara LED</b></p> <p>L (Conector DIN)</p>
<p><b>Montaje</b></p> <p>0 Puertos Integrados</p> <p>I Placa base independiente</p> <p>M Manifold (M2.....Mn, n=No. de estaciones)</p> <p>Diseños especiales, consúltenos</p>			<p><b>Voltaje</b></p> <p>110 VAC*</p> <p>220 VAC</p> <p>24 VAC</p> <p>48 VAC</p> <p>24 VDC*</p> <p>12 VDC*</p> <p>125 VDC</p>	<p><b>Conexión</b></p> <p>NA 5/3 Conexión ABRS</p> <p>NC 5/3 Puertos Bloqueados</p> <p>NA 3/2 Norm. abierta</p> <p>NC 3/2 Norm. cerrada</p>	

### Especificaciones

Modelo	RSG-RSP	RGG-RPP	RGG-RPP
Vías/Posiciones	3/2 - 5/2	3/2 - 5/2	5/3
Fluidos	Aire y gases inertes		
Presión (bar)	2.5 - 10		
Flujo Nominal (Cv)	4400 lts/min (4.4)		
Temperatura Ambiente de fluido	5 - 60 °C (41 - 140 °F)		
Lubricación	Aire limpio, seco y lubricado (Aceite S.A.E. # 10)		
Fluctuación de Voltaje	± 10%		
Consumo de energía	AC	7VA (60Hz)	
	CD	5W	
Aislamiento de bobina	Tipo F		



## Anexo I

Características de la banda y sprocket:

### Belt Specifications

The hygienic 25.4 mm (1.00 inch) pitch belt for light food products.

Due to the unique hinge and sprocket design the uni CNB is very easy to clean. The hinges are closed when the belt runs flat. (When passing over the sprockets the hinges open wide and any dirt can be rinsed off). The hinge-driven sprocket design prevents particles from clustering between belt and sprockets.



uni CNB is locked with the reliable rodlock or lockpin system which will not disengage and mix with the conveyed items.



uni CNB with closed surface is suitable for light food applications.



uni CNB 18% open is used for applications requiring draining, air flow, e.g. for drying or thawing of products.  
Max. hole size is 5 x 5 mm (0.2 x 0.2 inch).



uni CNB 22% open has a max. hole size of 5 x 10 mm (0.2 x 0.4 inch) and can be used in applications requiring draining or air flow.

### uni CNB

**Pitch:** 25.4 mm (1.00 inch)

**Straight running**

**Backflex radius:** 40 mm (1.6 inch)

**Locking types for uni CNB:**  
uni CNB Rodlocks  
Lockpin

**Surface opening:**  
Please see page 36

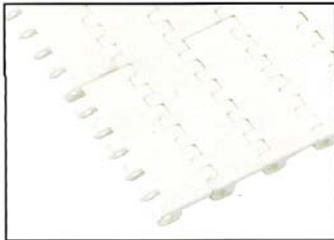
**Patents:**  
GB2309062

### Industries and applications

Accumulation tables  
Cookie and roll conveyors  
Depanning conveyors  
Dough depositing conveyors  
Draining processes  
Food processing  
Incline transport  
Infeed/discharge to trimming and filleting  
Metal detectors  
Ready meals conveyors  
Salad baggers  
Surge conveyors  
Thawing of frozen food



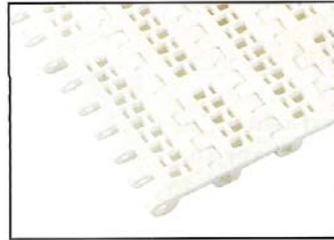
## Belt Specifications



uni CNB C

Standard materials:

POM-D PP **PP** PE



uni CNB 18%

Standard material:

PP

Other available materials: See page 9 and 10

Standard pin materials: AISI 304 SS, PP or PE

## Standard Belt Widths

mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch
76	3.0	835	32.9	1594	62.8	2353	92.6
152	6.0	911	35.9	1670	65.7	2429	95.6
228	9.0	987	38.8	1746	68.7	2505	98.6
304	12.0	1063	41.8	1822	71.7	2581	101.6
379	14.9	1139	44.8	1898	74.7	2657	104.6
455	17.9	1214	47.8	1973	77.7	2732	107.6
531	20.9	1290	50.8	2049	80.7	2808	110.6
607	23.9	1366	53.8	2125	83.7	2884	113.6
683	26.9	1442	56.8	2201	86.7	2960	116.5
759	29.9	1518	59.8	2277	89.6	3036	119.5

**Belt widths for uni CNB in POM, PP and PE.**

Please note the tolerance is 0.2% of the belt width.

The dimensions are valid at +20°C (+68°F). Belt widths vary with temperature.

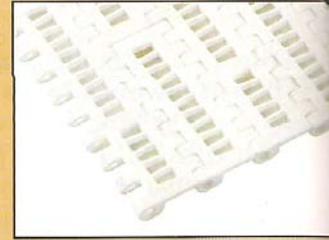
Please note that if special material is used, the width might differ from the widths shown in the table.

Belts wider than mentioned in the table can be assembled upon request.

## Permissible Tensile Strength

Belt material	POM		PP		PE	
	N/m	lb/ft	N/m	lb/ft	N/m	lb/ft
uni CNB with steel pins	15700	1076	7500	514	5800	397
uni CNB with plastic pins	13500	925	7500	514	6200	425

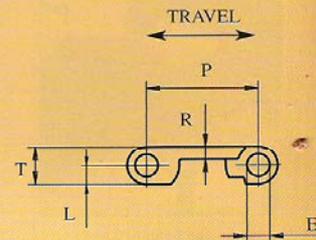
## uni CNB



uni CNB 22%

Standard material:

PP



	mm	inch
E	5.2	0.20
L	4.4	0.17
P	25.4	1.00
R	3.0	0.12
T	8.8	0.35

The values in the tables are for belts at +20°C (+68°F). Please contact uni-chains for data at other temperatures.



## Belt Specifications

uni CNB

### Max. Load per Sprocket

POM belt		PP/PE belt	
N	lbf	N	lbf
600	135	500	112

### Belt Weights

Belt material	POM		PP		PE	
	plastic		plastic		plastic	
Pin material	kg/m <sup>2</sup>	lb/ft <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	lb/ft <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	lb/ft <sup>2</sup>
uni CNB C	5.8	1.19	3.9	0.80	4.0	0.82
uni CNB 18%	5.0	1.02	3.5	0.72	3.6	0.74
uni CNB 22%	4.8	0.98	3.4	0.70	3.5	0.72

### Standard Sprockets

No. of teeth	pitch diameter		overall diameter		hub diameter		bore		reference no. plastic
	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	
10	82.2	3.24	80.6	3.17	70.0	2.76	ø 19.1	ø 0.75	1933CNB10N
							sq 38.1	sq 1.50	1933CNB10N15SQ
							sq 40.0	sq 1.57	1933CNB10N40SQ
12	98.1	3.86	96.8	3.81	70.0	2.76	ø 19.1	ø 0.75	1933CNB12N
							sq 38.1	sq 1.50	1933CNB12N15SQ
							sq 40.0	sq 1.57	1933CNB12N40SQ
15	122.2	4.81	121.5	4.78	70.0	2.76	ø 19.1	ø 0.75	1933CNB15N
							sq 38.1	sq 1.50	1933CNB15N15SQ
							sq 40.0	sq 1.57	1933CNB15N40SQ
					96.0	3.78	sq 63.5	sq 2.50	1933CNB15N25SQBB
							sq 60.0	sq 2.36	1933CNB15N60SQBB
18	146.3	5.76	146.1	5.75	70.0	2.76	ø 19.05	ø 0.75	1933CNB18N
							sq 38.1	sq 1.50	1933CNB18N15SQ
							sq 40.0	sq 1.57	1933CNB1840SQ
					96.0	3.78	ø 19.1	ø 0.75	1933CNB18NBB
							sq 63.5	sq 2.50	1933CNB18N25SQBB
sq 60.0	sq 2.36	1933CNB18N60SQBB							
19	154.3	6.07	154.2	6.07	70.0	2.76	ø 19.1	ø 0.75	1933CNB19N
							sq 38.1	sq 1.50	1933CNB19N15SQ
							sq 40.0	sq 1.57	1933CNB1940SQ
					96.0	3.78	ø 19.1	ø 0.75	1933CNB19NBB
							sq 63.5	sq 2.50	1933CNB19N25SQBB
sq 60.0	sq 2.36	1933CNB19N60SQBB							

sq = Square bore.

**Standard material: Polyamide.**

Other sprocket sizes are available upon request.  
Please contact uni-chains for further information.

**Width of sprockets:** 25 mm (1.0 inch).

**Tooth width:** 12 mm (0.5 inch).





### Anexo J

Cálculos para el motor de avance de la bobina.

Longitud del empaque de congelada	0.15 m.
Diámetro rodillos de avance de bobina	0.076m
Masa de rodillo de avance de bobina	0.2 Kg

Velocidad de empaquetado: 50 paq/min.

$$t = \frac{1}{50} \text{ min}$$

$$x = 0.15m$$

Velocidad lineal requerida:

$$v = \frac{x}{t} = \frac{0.15}{\frac{1}{50}} = 7.5 \text{ m/min} = 0.125 \text{ m/s}$$

Velocidad angular requerida.

$$N = \frac{60v}{\pi d} = \frac{60(0.125)}{\pi(0.076)} = 31.41 \text{ rpm}$$

Masa total que moverá el motor:

$$\text{Masa del rollo de plástico + masa de rodillos} = 30 + 0.8 \approx 30.8 \text{ Kg.}$$

$$F = mg = 302.148 \text{ Kg} \cdot \text{m/s}^2$$

Potencia requerida:

$$P = \frac{F \cdot v}{1000} = \frac{(302.148)(0.125)}{1000} = 0.0377685 \text{ KW}$$

Par requerido.

$$T = \frac{P}{N} * 9550 = 11.48 \text{ N} \cdot \text{m}$$

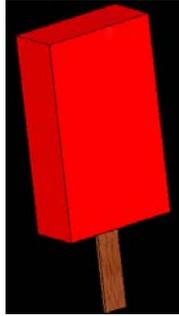
Aproximación a valores comerciales.

Revoluciones	31.41 rpm	→	30 rpm
Potencia	37 W	→	45 W
PAR	11.48 N*m	→	12N*m



## Anexo K

Tipos de paletas a empaquetar

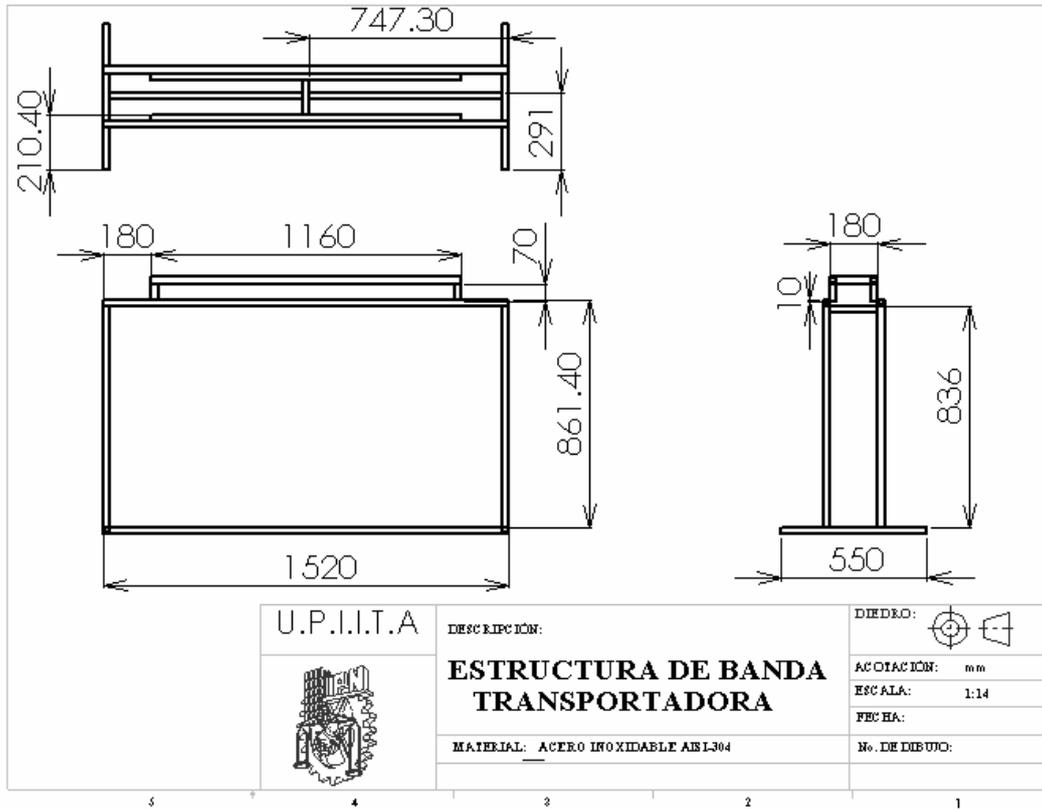


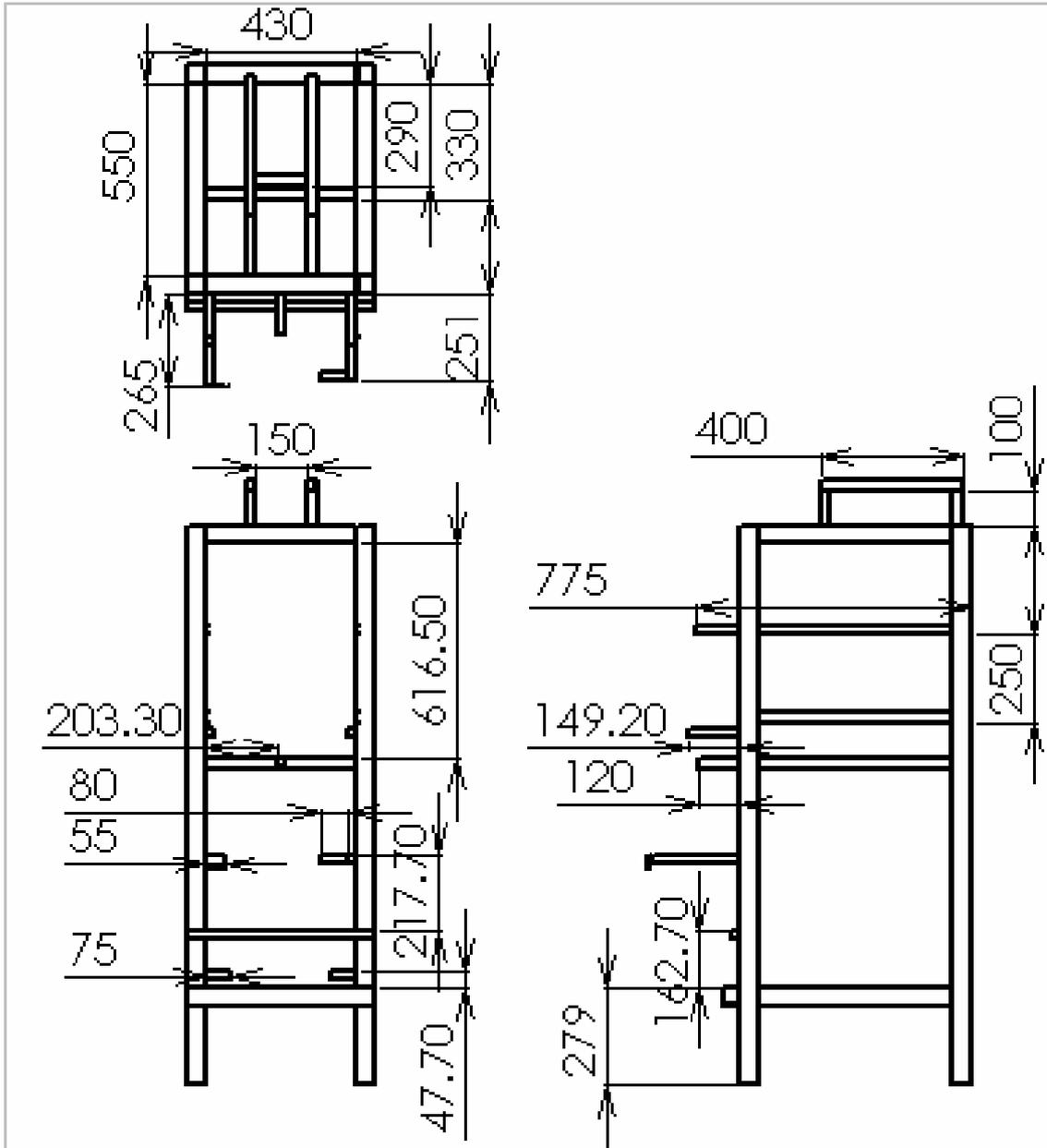
Tipo	Longitud (cm.)	Ancho (cm.)	Espesor (cm.)
1	10	6	2.5
1	10	5	2.5
1	10	5	2
2	25	3	2.5
2	7	3	2



### Anexo L

Dibujos de fabricación de la estructura principal y la banda transportadora.





U.P.I.I.T.A	RECEPCION	DIBUJO
	<b>ESTRUCTURA PRINCIPAL</b>	ACERACION ==
		ESCALA 1:1
		FECHA
	MATERIAL ACERACIONABLE AISI-304	M. DE DIBUJO