



*Trabajo de Diploma*

---



**UNIVERSIDAD PINAR DEL RÍO  
“HERMANOS SAIZ MONTES DE OCA”**

**FACULTAD DE GEOLOGÍA Y MECÁNICA  
DEPARTAMENTO DE MECÁNICA**

---

## **TRABAJO DE DIPLOMA**

**TÍTULO: “AUTOMATIZACIÓN DE LAS OPERACIONES DE DESMOLDEO Y ALIMENTACIÓN EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PALETAS DE HELADO”.**

### **AUTORES:**

- Juan Esteban Centeno Bernal.
- Plinio Santiago Toapanta Toapanta.

**TUTOR:** Ing. Rigoberto Hernández Riverón

**Pinar del Río.**

**2010**



## **PENSAMIENTO**

La Termodinámica. Ella es la única teoría física de contenido universal, respecto a la cual estoy convencido de que en los límites de aplicación de sus conceptos fundamentales nunca será desmentida”

**Albert Einstein**



## **PÁGINA DE ACEPTACIÓN**

Facultad de Geología-Mecánica

Departamento de Mecánica

Luego de estudiada la exposición de los diplomantes Juan Esteban Centeno Bernal y Plinio Santiago Toapanta Toapanta así como las opiniones del tutor y el oponente del presente trabajo de diploma, el tribunal emite la calificación de

\_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
MSc. Félix J. Martínez R.  
Presidente del Tribunal.

\_\_\_\_\_  
MSc. Luis M. García R.  
Secretario.

\_\_\_\_\_  
Dr. Leonardo Aguiar T.  
Vocal.

Dado en la Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saíz Montes de Oca”, a los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.



## DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Declaro que soy autor de este Trabajo de Diploma y que autorizo a la Universidad de Pinar del Río, a hacer uso del mismo, con la finalidad que estime conveniente.



Autoriza la divulgación del presente trabajo de diploma bajo licencia Creative Commons de tipo **Reconocimiento No Comercial Sin Obra Derivada**, se permite su copia y distribución por cualquier medio siempre que mantenga el reconocimiento de sus autores, no haga uso comercial de las obras y no realice ninguna modificación de ellas. La licencia completa puede consultarse en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/legalcode>

autoriza al Departamento de Mecánica adscrito a la Universidad de Pinar del Río a distribuir el presente trabajo de diploma en formato digital bajo la licencia Creative Commons descrita anteriormente y a conservarlo por tiempo indefinido, según los requerimientos de la institución, en el repositorio de materiales didácticos disponible en: "[Inserte URL del repositorio]" .

Autoriza al Departamento de Mecánica adscrito a la Universidad de Pinar del Río a distribuir el presente trabajo de diploma en formato digital bajo la licencia Creative Commons descrita anteriormente y a conservarlo por tiempo indefinido, según los requerimientos de la institución, en el repositorio de tesinas disponible en: <http://revistas.mes.edu.cu>

Firma: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_



## **AGRADECIMIENTOS.**

Cuando inicié esta fase de mi vida, no tenía idea de lo que realmente era. Ahora, viendo hacia atrás me doy cuenta que para alcanzar esta meta realmente han tenido que darse muchas situaciones y han participado muchas personas en este largo proceso en especial a mis padres Hernán y Rosita.

A mi novia por la confianza y el apoyo constante. Tú eres la mejor del mundo.

A Santiago Toapanta que más que mi compañero de tesis a sabido ser como un hermano para mí durante todo el lapso de nuestra carrera universitaria.

Un agradecimiento muy especial a mi tutor, Ing. Rigoberto Hernández Riverón, quien también considero mi amigo, y quien me dio siempre su consejo y me guió por este camino en el aprender a hacer este trabajo de diploma.

**ESTEBAN CENTENO**

Primeramente agradezco a Dios por darme salud, vida y llegar alcanzar un deseo anhelado.

A mis padres por saber guiarme y formarme como una persona responsable con valores y virtudes.

A mis hermanos Fabricio y Oscar que siempre estuvieron cuando yo más los necesite.

A toda mi familia que supieron darme consejos para llegar a alcanzar metas.

A todos mis amigos por saber compartir buenas experiencias en la vida, especialmente a Esteban Centeno por ser como un hermano y compañero de tesis.

A todos los amigos que conocí en Cuba por haber compartido buenos momentos.

A mí tutor Rigoberto Hernández por saber guiarme en el desarrollo de la tesis y ser como un padre en este tiempo que he radicado en Cuba.

**SANTIAGO TOAPANTA.**



### **DEDICATORIA.**

Dedico este proyecto y toda mi carrera universitaria a mis padres Hernán y Rosita por ser quienes han estado a mi lado en todo momento dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día y seguir adelante rompiendo todas las barreras que se me presenten, a mis hermanas las cuales han estado a mi lado, han compartido todos esos secretos y aventuras que solo se pueden vivir entre hermanos.

A los profesores del departamento de Mecánica y a mi tutor Ing. Rigoberto Hernández Riverón por su apoyo y dedicación en este trabajo de diploma

A mi familia por ayudarme a continuar con mis estudios y apoyarme en todos mis batallas y darme ánimos cuando no he encontrado salida.

**ESTEBAN CENTENO.**

Dedico esta carrera especialmente a mí madre que está en el cielo, porque ella siempre quiso que llegue a ser un buen profesional en mi vida y yo sé que me da sus bendiciones.

A mí padre porque siempre me apoyo y nunca me fallo como padre y como amigo.

A todos mis amigos que me ayudaron a sobresalir, especialmente a Juan Bayas que era como un hermano y me enseñó cosas muy importantes en la vida.

A mis profesores de toda mi carrera universitaria por haber compartido experiencias de enseñanzas.

**SANTIAGO TOAPANTA.**



### **OPINION DEL TUTOR.**

El trabajo titulado “**AUTOMATIZACIÓN DE LAS OPERACIONES DE DESMOLDEO Y ALIMENTACIÓN EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PALETAS DE HELADO**”, desarrollado Juan Esteban Centeno Bernal y Plinio Santiago Toapanta Toapanta, alumnos diplomantes de la especialidad de Electromecánica, responde a las normas exigidas para la presentación de trabajo de diploma, como ejercicio de culminación de estudios de la carrera de ingeniería.

Los aspirantes han realizado un trabajo investigativo meritorio y de gran nivel profesional, extrayendo importantes conclusiones técnicas relativas al problema planteado en este trabajo. Todo esto ha estado complementado por el uso de una variada y actualizada bibliografía, así como el empleo de medios informáticos de avanzada, a lo cual han podido agregar su propia experiencia adquirida al pie de las máquinas en el propio proceso de fabricación de las paletas de helado durante los meses que duró su pasantía.

En virtud de la actuación de los alumnos para la consecución de los objetivos trazados y la calidad de su trabajo, considero que ambos están en condiciones de asumir las funciones y responsabilidades que corresponden a un profesional graduado en la especialidad de Ingeniería Electromecánica en sus amplias esferas de actuación.

Consecuentemente, propongo para los diplomantes la máxima calificación: cinco puntos.

Firma del Tutor: \_\_\_\_\_

Ing. Rigoberto Hernández Riverón.



## **RESUMEN**

Se hace una determinación del esquema tecnológico utilizado actualmente en la fabricación de paletas de helado y se valora la productividad del mismo, considerando que este funciona continuamente.

Se sintetizan los mecanismos que automatizarán parcialmente las operaciones de desmoldeo y alimentación, incluyéndose los circuitos electroneumáticos que los gobiernan, así como las modificaciones al equipamiento tecnológico necesarias para la operación eficiente de los mismos.

Se propone la organización del trabajo más adecuada a la nueva secuencia tecnológica y se proyecta la regulación de la línea al ritmo del equipo limitante (paletera).

Se hace la selección de los componentes necesarios para que los mecanismos puedan desarrollar las funciones para las cuales fueron diseñados.

Se evalúa el efecto económico producto del incremento de la productividad en la línea.





## **ABSTRACT**

It makes a determination of the technological scheme currently used in the production of popsicles and productivity are valued the same, considering that it runs continuously.

It summarizes the mechanisms that partially automate the operations of releasing and feeding, including electro circuits that govern them, and any amendments to the technological equipment necessary for efficient operation thereof.

It is proposed organization of work best suited to the new sequence is projected technological and regulation of the line rate limiting equipment (ice cream vendor).

It makes the selection of components needed to make the mechanisms to develop the functions for which they were designed.

Evaluate the economical impact produced by increasing of productivity in the production line.



<b>TABLA DE CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN.....	1
1 CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
1.1 Introducción.....	5
1.2 Referencia Sobre el Origen de las Paletas de Helado.....	5
1.3 Proceso de Elaboración de Helados.....	6
1.3.1 Recepción y Almacenamiento de los Distintos Ingredientes Líquidos y Sólidos. 6	
1.3.2 Pesaje y Posterior Agregado y/o Dosificado de la Mezcla. ....	7
1.3.3 Mezcla de los Ingredientes. ....	8
1.3.4 Pasteurización. ....	9
1.3.5 Maduración.....	9
1.4 Máquinas para la Producción de Paletas de Helado.....	10
1.4.1 Madurador de Paletas de Helado. ....	10
1.4.2 Congelador Discontinuo.....	11
1.4.3 Congelador de Paletas de Helado FP 3000. ....	13
1.4.4 Empacadora Minipack. ....	14
1.5 Sistemas de Refrigeración para la Elaboración de las Paletas de Helado.....	14
1.5.1 Funcionamiento de un Sistema Frigorífico.....	15
1.6 Sistemas de Automatización. ....	16
1.6.1 Aplicaciones del Aire Comprimido y de las Máquinas Neumáticas. ....	16
1.6.2 Cilindros Neumáticos de Simple y Doble Efecto.....	17
1.6.2.1 Cilindro Neumático de Simple Efecto.....	17



1.6.2.2	Cilindro Neumático de Doble Efecto. ....	18
1.6.3	Válvulas y Distribuidores de Control Direccional. ....	18
1.6.4	Regulación de la Velocidad y la Fuerza. ....	19
1.6.5	Sistemas Electroneumáticos. ....	21
1.6.5.1	Control Eléctrico de Sistemas Neumáticos. ....	22
1.6.5.1.1	Campos de Aplicación. ....	22
1.6.5.1.2	Distribuidores Electroneumáticos. ....	23
1.6.5.2	Control Neumático de Sistemas Eléctricos. ....	24
2	CAPÍTULO II MATERIALES Y METODOS. ....	26
2.1	Introducción. ....	26
2.2	Características Técnicas de las Máquinas Empleadas para la Congelación y Empaque de las Paletas de Helado. ....	26
2.2.1	Paleta Frisher FP 3000. ....	26
2.2.2	Empacadora Minipack. ....	27
2.3	Selección de la Instalación de Automatización. ....	29
2.3.1	Descripción del Mecanismo de Automatización para el Desmoldeo (anexo 1). 29	
2.3.1.1	Circuito Electroneumático en la Posición Inicial. ....	31
2.3.1.2	Extensión de los Brazos Neumáticos. ....	32
2.3.1.3	Cierre de las Mordazas. ....	33
2.3.1.4	Contracción de los Brazos Neumáticos. ....	34
2.3.1.5	Desplazamiento del Carro Longitudinal. ....	35
2.3.1.6	Extensión de los Brazos Neumáticos. ....	36
2.3.1.7	Apertura de las Mordazas. ....	37



2.3.1.8	Contracción de los Brazos Neumáticos.....	38
2.3.1.9	Desplazamiento del Carro Longitudinal.....	39
2.3.1.10	Modificaciones a la Paleta Fp 3000.....	40
2.3.2	Mecanismo de Alimentación (anexo 3).....	40
2.3.2.1	Circuito Electroneumático en la Posición Inicial.....	42
2.3.2.2	Desplazamiento del Carro Vertical.....	43
2.3.2.3	Sujecion de las Paletas de Helado.....	44
2.3.2.4	Elevacion del Carro Vertical. ....	45
2.3.2.5	Desplazamiento del Carro Longitudinal Hasta el Alimentador.....	46
2.3.2.6	Desplazamiento del Carro Vertical.....	47
2.3.2.7	Abrir Mordaza. ....	48
2.3.2.8	Elevación del Carro Vertical. ....	49
2.3.2.9	Retorno del Carro Longitudinal. ....	50
2.3.3	Transportador de Paletas de Helado. ....	51
2.3.4	Rampa de Descarga.....	51
2.3.5	Cinta Alimentadora de Paletas de Helado. ....	54
2.3.6	Rampa de Alimentación.....	55
2.4	Cuantificación de los Resultados que se Esperan.....	56
2.4.1	Organización del Trabajo.....	56
2.4.1.1	Disposición en Planta Actual (anexo 10).....	57
2.4.1.2	Disposición en Planta Propuesta (anexo 11).....	58
2.4.2	Análisis de Secuencia (anexo12). ....	59
3	CAPÍTULO III TRATAMIENTOS DE LOS RESULTADOS.....	61



## *Trabajo de Diploma*

---

3.1	Introducción.....	61
3.2	Comportamiento de las Variables y Controles. ....	61
3.3	Automatizadores Seleccionados. ....	62
3.3.1	Automatizadores para el Desmoldeo y Alimentación. ....	63
3.4	Resultados que se Esperan de la Automatización. ....	69
3.5	Valoración del impacto económico y medio ambiental. ....	73
3.5.1	Desmoldeo. ....	74
3.5.2	Alimentación.....	76
3.5.3	Efecto Económico. ....	78
3.5.4	Impacto Medio ambiental.....	78
	CONCLUSIONES. ....	79
	RECOMENDACIONES. ....	80
	BIBLIOGRAFÍA.....	81
	ANEXOS.....	82



## **INTRODUCCIÓN.**

Automatización Industrial (automatización; del griego antiguo auto: guiado por uno mismo) es el uso de sistemas o elementos computarizados para controlar maquinarias y/o procesos industriales substituyendo a operadores humanos.

El alcance va más allá que la simple mecanización de los procesos ya que ésta provee a operadores humanos mecanismos para asistirlos en los esfuerzos físicos del trabajo, la automatización reduce ampliamente la necesidad sensorial y mental del humano. La automatización como una disciplina de la ingeniería es más amplia que un mero sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores y transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistema de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.

En un proceso productivo no siempre se justifica la implementación de sistemas de automatización, pero existen ciertas señales indicadoras que justifican y hacen necesario la implementación de estos sistemas, los indicadores principales son los siguientes:

- Requerimientos de un aumento en la producción.
- Requerimientos de una mejora en la calidad de los productos.
- Necesidad de bajar los costos de producción.
- Escasez de energía.
- Encarecimiento de la materia prima.
- Necesidad de protección ambiental.
- Necesidad de brindar seguridad al personal.
- Desarrollo de nuevas tecnologías.

La automatización solo es viable si al evaluar los beneficios económicos y sociales de las mejoras que se podrían obtener al automatizar, estas son mayores a los costos de operación y mantenimiento del sistema.



La automatización de un proceso frente al control manual del mismo proceso, brinda ciertas ventajas y beneficios de orden económico, social, y tecnológico, pudiéndose resaltar las siguientes:

- Se asegura una mejora en la calidad del trabajo del operador y en el desarrollo del proceso, esta dependerá de la eficiencia del sistema implementado.
- Se obtiene una reducción de costos, puesto que se racionaliza el trabajo, se reduce el tiempo y dinero dedicado al mantenimiento.
- Existe una reducción en los tiempos de procesamiento de información.
- Flexibilidad para adaptarse a nuevos productos (fabricación flexible y multifabricación).
- Se obtiene un conocimiento más detallado del proceso, mediante la recopilación de información y datos estadísticos del proceso.
- Se obtiene un mejor conocimiento del funcionamiento y performance de los equipos y máquinas que intervienen en el proceso.
- Factibilidad técnica en procesos y en operación de equipos.
- Factibilidad para la implementación de funciones de análisis, optimización y autodiagnóstico.
- Aumento en el rendimiento de los equipos y facilidad para incorporar nuevos equipos y sistemas de información.
- Disminución de la contaminación y daño ambiental.
- Racionalización y uso eficiente de la energía y la materia prima.
- Aumento en la seguridad de las instalaciones y la protección a los trabajadores.

En el Combinado Lácteo de Pinar del Río existe una línea para la producción de paletas de helado el cual está conformado por un conjunto de equipos según requiere el proceso y todas las acciones inter-operatorias y aún algunas



operaciones se realizan de forma manual, lo cual provoca una baja productividad y exceso de mano de obra que encarecen el producto.

La solución a toda esta problemática de automatización puede resultar excesivamente laboriosa y exige mucho tiempo y dedicación por parte de especialistas. Sin embargo a partir de trabajos parciales se puede lograr mejorar el índice de mecanización y automatización del proceso y finalmente convertir esta línea de producción en una actividad más eficiente y por tanto, lograr un producto con un menor costo. A partir de estas consideraciones el diseño de la investigación propuesto es el siguiente:

### **Problemas Científicos**

La baja productividad en el proceso de producción de paletas de helado debido a la ejecución manual de las operaciones relacionadas con la máquina.

### **Objeto de estudio**

La línea de fabricación de paletas de helado.

### **Campo de Acción**

Mecanización y automatización de las operaciones de desmoldeo y alimentación del proceso de producción de paletas de helado.

### **Objetivo General**

Buscar alternativas que eleven la productividad en la línea de fabricación de paletas de helado a través de la automatización de las operaciones de desmoldeo y alimentación del proceso.

### **Objetivos Específicos**

1. Realizar una evaluación del proceso de producción de paletas de helado y la factibilidad de mecanización y automatización de las operaciones teniendo en cuenta las condiciones específicas del Combinado Lácteo de Pinar del Río.





2. Proponer la instalación de mecanismos electromecánicos que ejecuten las operaciones en concordancia con la evaluación realizada.
3. Valorar el impacto económico y medio ambiental de la propuesta.

### **Hipótesis**

Si se automatizan las operaciones de desmoldeo y alimentación en la línea de fabricación de paletas de helado, se puede lograr la elevación de la productividad en el proceso.

### **Resultados Esperados**

- 1- Diseño de una instalación de automatización que permitirá reducir la cantidad de trabajo manual necesario para la producción de paletas de helado y eliminar los puestos de trabajo correspondientes a los puntos objeto de estudio.
- 2- Se demuestra la factibilidad económica de la instalación propuesta.



## **1 CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1 Introducción.**

La actividad de producción de helados en sus variadas formas alcanza altos niveles en cuanto a volúmenes y características a nivel mundial, lo que ha motivado un gran desarrollo de la tecnología de refrigeración dirigida a este objetivo, existiendo innumerables referencias bibliográficas y manuales que tratan del tema.

### **1.2 Referencia Sobre el Origen de las Paletas de Helado.**

Mucho antes de la era cristiana, en China y otras regiones asiáticas se tomaban bebidas enfriadas con nieve. Además se enfriaban postres generalmente dulces con hielo picado.

Existen versiones que indican que Marco Polo en su famoso viaje al Oriente trajo una bebida compuesta por zumos de frutas y el agregado de hielo picado o nieve, estas bebidas tomaron popularidad rápidamente, evolucionaron y son los actuales granizados.

En el siglo XV renace el helado gracias a la difusión de un artista Bernardo Buontalenti quien en los banquetes ofrecidos a sus visitantes presentaba unos helados elaborados con nata, frutas, dulces, aromas, huevos y nieve. Este tipo de helado se conoció rápidamente en toda Europa.

En el siglo XVII también en Sicilia, se introducen varias novedades en la preparación con la incorporación de azúcar y la adición de sal al hielo utilizado de modo de prolongar su vida útil.

Con esta modificación comenzó también la venta masiva al público, sentando las bases para la aparición de las modernas heladerías (Di Bartolo, 2005).



En el siglo XIX, el helado llega a los EE.UU., siendo uno de los países de mayor consumo mundial. En el año 1850 Jacob Fussell comenzó la fabricación industrial de helados en este país.

### **1.3 Proceso de Elaboración de Helados.**

Muchos autores (Di Bartolo, 2005) definen el proceso de elaboración de helado sobre los mismos pasos tecnológicos:

- Recepción y almacenamiento de los distintos ingredientes líquidos y sólidos.
- Pesaje y posterior agregado y/o dosificado de la mezcla.
- Mezcla de los ingredientes.
- Homogeneización de la mezcla.
- Pasteurización.
- Maduración.

#### **1.3.1 Recepción y Almacenamiento de los Distintos Ingredientes Líquidos y Sólidos.**

Los componentes empleados deben ser almacenados en condiciones adecuadas.

Como adecuado entendemos desde las características de los envases primarios, tanques y bidones, bolsas de papel, temperatura de almacenamiento y humedad del ambiente, hasta las fechas de vencimiento establecidas por el fabricante, recordando que esta última está definida en las condiciones óptimas de almacenamiento.

La siguiente tabla 1 nos da una guía sobre las condiciones de almacenamiento (Di Bartolo, 2005):



Tabla 1 Condiciones del Almacenamiento de los Componentes del Helado.

<b>Ingrediente</b>	<b>Estado</b>	<b>Envase</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Tiempo (Días)</b>	<b>Humedad (%)</b>
Leche	Líquida	granel	5	2	-
Crema	Líquida	granel/bidón	5	2	-
Glucosa	Líquida	granel/bidón	ambiente	15	-
Leche	Polvo	bolsa papel	15 – 20	180	40
Azúcar	Polvo	bolsa papel	15 – 20	60	60
Suero leche	Polvo	bolsa papel	15 – 20	60	40
Estabilizantes	Polvo	bolsa/bidón	15 – 20	180	60
Manteca	Sólida	cajas	25	365	-

Como podemos observar en el cuadro existen distintos envases dependiendo esto fundamentalmente de la escala de elaboración. Obviamente una escala industrial de grandes volúmenes de producción justifica la recepción a granel, lo cual define y justifica también otros métodos de transporte, bombas centrífugas y de desplazamiento positivo, cañerías, silos y tanques de almacenamiento, transportadores a tornillo, etc.

### **1.3.2 Pesaje y Posterior Agregado y/o Dosificado de la Mezcla.**

Tal como describimos, existen dos tipos de ingredientes, sólidos y líquidos. Las materias primas sólidas son dosificadas por peso, mientras que los líquidos se miden por volumen.

En una elaboración típica, estos ingredientes son ingresados a un tanque de mezcla, que puede ser calefaccionado mediante una “camisa” de agua caliente y un agitador con velocidad variable, de modo de mezclar los mismos a la temperatura y con la energía adecuada para mejorar la disolución y dispersión de los componentes. En efecto, en este tanque se agregan los componentes, leche, azúcar, crema, estabilizantes, esencias y colorantes, etc.

Otro método a escala industrial es la dosificación de los componentes líquidos a través de bombas. Una vez calibradas en función a la velocidad y tiempo es posible lograr una dosificación muy precisa. En el caso de componentes sólidos



el uso de tornillos de transporte cumple una función similar a las bombas para los componentes líquidos.

Por supuesto para pequeñas cantidades es indispensable el uso de las balanzas calibradas realizándose la incorporación de los componentes en forma manual.

### **1.3.3 Mezcla de los Ingredientes.**

El proceso de homogeneización consiste en dividir finamente los glóbulos de materia grasa de la mezcla. La grasa de leche sin homogeneizar puede observarse fácilmente al microscopio.

En estas condiciones los glóbulos pueden medir hasta 20  $\mu\text{m}$  de diámetro. Mediante un compuesto natural presente en la leche (la aglutinina), estos glóbulos se agrupan formando racimos. Por su menor densidad respecto al suero de la leche y por acción de la fuerza de gravedad, ascienden formándose la clásica “capa de nata”.

Para evitar este “defecto” se somete la materia grasa junto al resto de la mezcla, al proceso denominado homogeneización. Para esto se utilizan equipos denominados:

Homogeneizadores. Estos equipos en realidad consisten básicamente en una bomba de accionamiento “positivo”. Esta bomba obliga a la mezcla a pasar a través de una válvula de homogeneización. Esta válvula de apertura regulable y de diseño especial tiene un asiento fijo y una parte móvil. El espacio entre ambos es muy pequeño.

En este punto se crean los siguientes fenómenos:

- Paso de la mezcla por una ranura estrecha a alta velocidad, sometiendo a los glóbulos de grasa a enormes fuerzas de rozamiento que los deforman y rompen.



- La aceleración al pasar por la ranura trae aparejado una fuerte caída de presión, por lo cual los glóbulos grasos literalmente explotan.
- Al chocar estos glóbulos contra las paredes de la válvula de homogeneización terminan por dividirlos aun más.

Los glóbulos grasos poseen una membrana proteica que los recubren. Cuando se rompen los glóbulos por efecto de la homogeneización, se forman como término medio 10 000 nuevos glóbulos por cada glóbulo original.

#### **1.3.4 Pasteurización.**

En la elaboración de helados se aplica esta técnica en forma “obligatoria”, como modo de garantizar la calidad sanitaria de este alimento.

El proceso completo de pasteurización incluye el rápido enfriamiento de la mezcla, es decir luego de someterla a la temperatura y tiempo indicado, la temperatura desciende rápidamente hasta los 4 o 5 °C, impidiendo de este modo la multiplicación de las células sobrevivientes. Con este proceso también se logran otros objetivos no menos importantes como:

- Destrucción de ciertos tipos de microorganismos generadores de malos sabores y olores.
- Lograr una completa disolución de todos los ingredientes de la mezcla.

#### **1.3.5 Maduración.**

Una vez que la mezcla ha sido homogeneizada y pasteurizada, debe ser conducida a depósitos, a una temperatura de 4 o 5 °C por un periodo de 4 a 5 horas.

Este tiempo es fundamental para obtener los siguientes beneficios:

- Cristalización de la grasa



- Tanto las proteínas como los estabilizantes absorben agua obteniendo una buena consistencia del helado
- La mezcla absorberá mejor el aire que se le incorpora en el proceso de batido.
- Mayor resistencia al derretimiento

En algunos casos y por razones de producción la mezcla puede permanecer en los tanques maduradores hasta 24 h sin riesgos para la calidad del producto.

#### **1.4 Máquinas para la Producción de Paletas de Helado.**

Varias son las máquinas desarrolladas para la obtención de paletas de helado, pero generalmente suelen ser estructuralmente semejantes.

##### **1.4.1 Madurador de Paletas de Helado.**

A continuación se muestra en la figura 1 una foto que corresponde a un madurador de paletas de helado ([www.frisher.com](http://www.frisher.com), 2009):



Figura 1.- Madurador para la Elaboración de Paletas de Helado.



La capacidad de los maduradores está en relación con la capacidad de pasteurización. Así los hay desde 40 litros a 150 litros en el caso de unidades pequeñas pudiendo alcanzar los varios cientos de litros para instalaciones industriales y de pasteurización continua.

Los tanques de maduración están equipados con agitadores especiales con variador de velocidad y frecuencia, dándole a la mezcla un tratamiento suave que evita romper el coágulo formado. Además poseen termómetros indicadores de temperatura de la mezcla. El funcionamiento puede ser automático o manual con regulación a través de un termostato que además puede comandar la válvula de entrada o cierre del refrigerante.

Algunos de estos modelos van montados sobre ruedas, de modo de poder moverlos y transportarlos hasta los mantecadores.

En general y para poder elaborar distintos sabores se utilizan varios de estos maduradores, que una vez pasteurizada la mezcla de un sabor, esta se envía a un madurador en particular. También puede realizarse la limpieza de una de estas unidades mientras otras están en proceso.

#### **1.4.2 Congelador Discontinuo.**

A continuación se muestra en la figura 2 una foto de un congelador discontinuo similar al utilizado en la fabricación de paletas de helado ([www.nevemex.com](http://www.nevemex.com), 2009):



Figura 2.- Congelador Discontinuo para la Elaboración de Paletas de Helado.





Estos equipos son los que reciben una determinada cantidad de carga (de acuerdo a su capacidad), se la somete a batido y congelación durante un tiempo determinado, se descarga el helado ya elaborado y la máquina queda en condiciones de recibir una nueva carga.

Antiguamente el mantecador discontinuo era simplemente un recipiente cilíndrico bañado exteriormente por una mezcla de hielo en escamas y sal, mientras que en el interior se introducía la mezcla y el operador en forma manual la agitaba con una pala hasta obtener el producto final. Hoy se realiza en forma automática utilizando freón como refrigerante.

El funcionamiento es como sigue:

En el depósito del congelador se agrega la mezcla y se pone en marcha la máquina que está prevista de un equipo de frío para bajar la temperatura de la mezcla desde 5 °C a - 10 °C. Al mismo tiempo se agita la mezcla mediante un agitador interior.

Algunos modelos tienen un programador que prefija los valores de tiempo y temperatura de proceso. Al finalizar un ciclo de elaboración suena una alarma que indica que puede sacarse el helado ya elaborado. En este punto se abre la tapa del frente del cilindro congelador descargando el helado. Todas las partes en contacto con el helado son de acero inoxidable, resistente a la corrosión, especialmente a las soluciones de lavado.

Los hay de distintas capacidades y diseño. Desde 15 a 150 litros, con disposición horizontal o vertical del cilindro, manuales o automáticos, con limpieza manual o por circuito, etc.

### 1.4.3 Congelador de Paletas de Helado FP 3000.

A continuación mostramos en la figura 3 la máquina utilizada para la congelación final de las paletas de helado ([www.frisher.com](http://www.frisher.com), 2009):



Figura 3.- Congelador de Paletas de Helado FP 3000.

Esta máquina posee un canal superior inundado con una mezcla agua-alcohol que permite una temperatura del baño de  $-30^{\circ}\text{C}$  donde, en un proceso continuo, la paleta de helado se congela a la vez que se desplaza desde el extremo en que se coloca luego de ser moldeada hasta el opuesto en que se sumerge en el Baño de María a una temperatura de  $20$  a  $30^{\circ}\text{C}$  para ser desmoldeada.

#### **1.4.4 Empacadora Minipack.**

A continuación se muestra en la figura 4 una foto de la máquina utilizada para empacar las paletas de helado una vez que han pasado el baño de cobertura ([www.fripacksrl.com.ar/index.php/productos/minipack](http://www.fripacksrl.com.ar/index.php/productos/minipack), 2009). Esta constituye la operación final en el proceso de fabricación de paletas de helado.



Figura 4.- Empacadora Minipack.

#### **1.5 Sistemas de Refrigeración para la Elaboración de las Paletas de Helado.**

El sistema de refrigeración utilizado para la elaboración de paletas de helado no difiere de los clásicos utilizados para la producción de helados en general, y suelen ser preferentemente unidades de condensación.

El método convencional de refrigeración, y el más utilizado, es por compresión ([www.caloryfrio.com/el-saber-hacer/aire-acondicionado/sistema-de-refrigeracion-por-compresion.html](http://www.caloryfrio.com/el-saber-hacer/aire-acondicionado/sistema-de-refrigeracion-por-compresion.html), 2009). Mediante energía mecánica se comprime un gas refrigerante. Al condensar, este gas emite el calor latente que antes, al evaporarse, había absorbido el mismo refrigerante a un nivel de temperatura inferior.



Para refrigeración se utilizan refrigerantes como el R-22, R-404A, etc. que tienen puntos de ebullición muy bajos y por consiguiente son muy volátiles y se deben conservar en recipientes herméticos sometidos a presión.

### **1.5.1 Funcionamiento de un Sistema Frigorífico.**

Si queremos lograr que el evaporador de una cámara se mantenga a  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  el compresor ha de conseguir 1 bar para el refrigerante R-134 A.

1. Para que se evapore todo el líquido en el evaporador ha de existir una diferencia de temperatura. En el momento que se ha evaporado el líquido, el gas empieza a robar temperatura del exterior y se recalienta. Con un termómetro podremos saber donde hay líquido o gas ya que el líquido tiene mayor poder de absorción del calor que el gas.
2. La presión se mantiene constante en todo el evaporador (excepto las pérdidas de carga). A la salida del evaporador el refrigerante es 100 % gas y se aísla la tubería hasta el compresor para evitar más recalentamiento.
3. El gas cuando llega al compresor es aspirado y lo expulsa a una presión superior (lo comprime) y a una temperatura superior.
4. Para volver a utilizar el refrigerante debemos licuarlo en el condensador. Para conseguir la condensación del refrigerante también ha de existir una diferencia de temperatura entre el condensador y el aire externo. Una vez condensamos todo el gas en líquido subenfriamos el líquido, 4/6 partes del condensador tienen la misión de condensar y 1/6 en subenfriar. El manómetro de alta nos indica la presión a la cual condensa y es constante en toda la parte de alta.
5. El refrigerante que proviene del condensador se almacena en el recipiente en estado líquido.



## **1.6 Sistemas de Automatización.**

Mediante las soluciones utilizadas para la mecanización de los procesos, se logra la sustitución del trabajo humano o animal, con el fin de hacer más trabajo en menos tiempo y con menos esfuerzos.

Estas soluciones tienen diferentes niveles que van desde el trabajo al que se agregan algunos dispositivos que simplifican las operaciones hasta aquel en que las operaciones están gobernadas por mecanismos autónomos que ejecutan las mismas y además verifican simultáneamente la calidad del producto, así como los desajustes en la línea.

### **1.6.1 Aplicaciones del Aire Comprimido y de las Máquinas Neumáticas.**

El aire comprimido se puede controlar totalmente con la ayuda de diversos aparatos reguladores. Los cilindros de aire obedecen a los mandos en lo que se refiere a fuerza, velocidad, movimiento y paro, ofreciendo así numerosas posibilidades para la mecanización (Bautista R, 2001).

El aire comprimido, como fuente de energía, se obtiene a través de compresores, que la envían por tuberías a uno o más cilindros neumáticos, que hacen la función de actuadores mediante un simple movimiento rectilíneo.

Estos sistemas encuentran aplicaciones en casi todas las ramas de la industria, procesos como:

- a) Alimentación de máquinas.
- b) Máquinas transportadoras o clasificadoras.
- c) Apertura y cierre de puertas y ventanas.
- d) Instalaciones para elevadores de carga.
- e) Aparatos vibradores y agitadores.
- f) Accionamiento de válvulas de cierre, etc.



## **1.6.2 Cilindros Neumáticos de Simple y Doble Efecto.**

El cilindro neumático es la herramienta principal de la mecanización neumática. A veces a este se le ha denominado como “motor de vástago deslizante”.

### **1.6.2.1 Cilindro Neumático de Simple Efecto.**

El cilindro de simple efecto es un cilindro neumático en el cual el aire comprimido solo produce el movimiento de salida del vástago, o bien el de entrada.

El movimiento contrario lo efectúa otra fuerza, a menudo un resorte, el cual será de construcción ligera si es el aire el que realiza la carrera de trabajo, y robusta si es aire sólo debe retornar al vástago a su posición inicial.

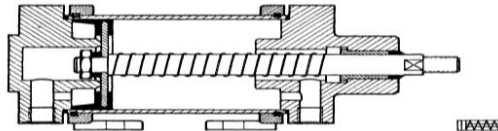


Figura 5.- Cilindro Neumático Simple Efecto.

A continuación se muestra en la figura 6 una foto de un cilindro de simple efecto según se muestra en el programa FluidSIM-P.



Figura 6.- Cilindro Neumático de Simple Efecto.

### 1.6.2.2 Cilindro Neumático de Doble Efecto.

El campo de acción de los cilindros neumáticos de doble efecto es mucho más extenso que el de los cilindros neumáticos de simple efecto.

Al decir doble efecto se requiere significar que tanto el movimiento de salida del vástago como el de entrada son debidos al aire comprimido.

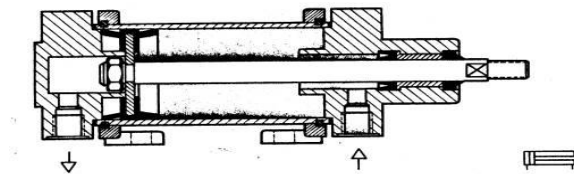


Figura 7.- Cilindro Neumático de Doble Efecto.

A continuación se muestra en la figura 8 una foto de un cilindro de doble efecto según se muestra en el programa FluidSIM-P.



Figura 8.- Cilindro Neumático de Doble Efecto.

### 1.6.3 Válvulas y Distribuidores de Control Direccional.

Una característica de todas las válvulas y distribuidores es que para accionarlas solo se requiere una pequeña fuerza actuando sobre una distancia muy corta. Esta provoca la contracción y de esta manera el aire a presión entra en el cilindro.

Los distribuidores de control, según su uso pueden dividirse en los siguientes grupos:



**a) De potencia o principales.**

Su función es la de suministrar aire directamente al cilindro y permitir igualmente el escape.

**b) De fin de carrera.**

Abren o cierran pasos al aire cuya función no será la de ir directamente al cilindro, sino que se usa solamente para el pilotaje o accionamiento de otros mecanismos de control, tales como los distribuidores de potencia o principales.

**c) Auxiliares.**

Son distribuidores utilizados en los circuitos y que en conjunción con válvulas de fin de carrera y de potencia, se usan para dirigir convenientemente las señales de presión de aire.

Para ahorrar aire comprimido y respecto a la localización de válvulas o distribuidores en maquinas o mecanismos, deben tenerse en cuenta los puntos siguientes:

- Los distribuidores principales deben montarse lo más próximo posible a los cilindros.
- La situación de las válvulas o distribuidores fin de carrera viene fijada por el punto donde y la manera como, han de ser controlados.
- La colocación de los distribuidores auxiliares es independiente, teniendo cuidado, sin embargo, de evitar las longitudes innecesarias de tubería.

La división en grupos que se ha hecho anteriormente no depende del tipo de distribuidor sino de la función que realiza.

#### **1.6.4 Regulación de la Velocidad y la Fuerza.**

La velocidad máxima permisible para el émbolo de un cilindro depende de el valor máximo para el cual el material puede deformarse cuando el émbolo en sus posiciones extremas golpea las cabezas anterior y posterior, así como del





calor máximo permisible desarrollado por el roce entre las juntas y las superficies metálicas.

Una forma de limitar esta velocidad, es limitar el tamaño de las vías de entrada en relación con el área del émbolo; la dimensión de las vías determina la capacidad de flujo y por tanto, la velocidad que el émbolo alcanza en el interior del cilindro.

En los cilindros en los que el émbolo golpean las cabezas, la capacidad de flujo debe ser la suficientemente baja como para que el émbolo no alcance una velocidad excesiva.

En los cilindros neumáticos se usa normalmente amortiguación y con ella se puede aumentar la capacidad de flujo permisible de las vías.

Puede decirse que en los cilindros normales, con una longitud de amortiguación adecuada, y según la carga arrastrada, la velocidad máxima puede estar, posiblemente, entre 1,2 y 1,4 m/s. Las dimensiones de las vías y por tanto, la capacidad de flujo, se diseñan para estas velocidades típicas.

En la elección de un cilindro neumático, lo más importante es conocer la fuerza que ha de ser capaz de desarrollar el cilindro.

Teniendo en cuenta esta fuerza, se escoge un cilindro de un diámetro apropiado a la presión de aire disponible, considerando para ella la más baja que exista en la red de aire comprimido.

Normalmente este valor es la presión de ajuste y en el momento en que se alcanza se vuelve a poner en marcha el compresor que opera hasta la presión máxima ajustada.

El elemento que regula la velocidad del émbolo se llama restrictor de flujo, y con él se varía la capacidad de flujo de las vías del cilindro. Debe cumplir las siguientes condiciones:

a) El restrictor de flujo debe permitir el paso a través de él, del aire de entrada y de salida.



b) El flujo de escape ha de poder ser regulado, mientras que el de entrada debe atravesarlo sin ninguna restricción.

La variación de la carga modifica transitoriamente la velocidad del émbolo y la regulación en el escape por medio de una válvula restrictora de flujo asegura una presión de frenado menor o mayor, que obliga al émbolo a recuperar su velocidad primitiva.

Si se precisa que un cilindro de aire tenga una velocidad constante, hay que tener una presión de frenado en la cámara de escape de al menos 2,2 bar; ello significa que de la fuerza que teóricamente puede realizar el cilindro, parte de ella se emplea en vencer la presión existente en la cámara de salida.

Sería una gran coincidencia que hubiese un cilindro de un diámetro exacto al calcularlo, por lo que si no coincide entonces se escoge el inmediatamente superior, el cual podrá desarrollar una fuerza ligeramente mayor, exceso que puede ser eliminado ajustándola válvula reguladora de presión a un valor inferior. A menudo, este exceso de capacidad de esfuerzo es desarrollable, pues téngase en cuenta que con frecuencia la carga sólo se conoce aproximadamente y que puede ser mayor de lo previsto, además, en la carga existe rozamiento de los elementos conducidos, y cuyo valor pocas veces es conocido; factores que deben tenerse en consideración.

### **1.6.5 Sistemas Electroneumáticos.**

Las combinaciones de electricidad y neumática se usan frecuentemente en maquinas e instalaciones y pueden dividirse en:

- a) Control eléctrico de sistemas neumáticos.
- b) Control neumático de sistemas eléctricos.

Los elementos que enlazan estas dos técnicas son:

- Distribuidores electro neumáticos.
- Presostatos.



### **1.6.5.1 Control Eléctrico de Sistemas Neumáticos.**

La principal aplicación de los sistemas electroneumáticos se encuentra en aquellos casos en los que el aire comprimido se usa como fuente de energía con la ayuda de cilindros, mientras que los distribuidores son pilotados eléctricamente.

Son argumentos para el mando eléctrico:

- a) Gran velocidad de transmisión de las señales (300 000 km/s) .En una línea eléctrica, la distancia no tiene consecuencias en el tiempo de respuesta .En una neumática en cambio si las tiene.
- b) Reducción de energía. La electricidad resulta más barata que el aire, pues debido al bajo rendimiento de los compresores, solamente se transforma en energía neumática una parte no muy grande de la energía eléctrica.
- c) Aumento del mismo número de posibilidades de control debido al constante incremento de elementos de control disponibles en las técnicas eléctrica y electrónica.
- d) Los elementos eléctricos y electrónicos son más baratos a causa de su producción masiva.
- e) Estos elementos son a menudo muy pequeños, ocupan poco espacio y son fáciles de montar.

#### **1.6.5.1.1 Campos de Aplicación.**

Son ejemplos prácticos de control eléctrico de sistemas neumáticos:

- 1) Instalaciones donde los cilindros neumáticos están bastante separados, el tiempo de respuesta de uno de ellos a partir de una señal neumática puede ser excesivo. Una señal eléctrica llega instantáneamente al cilindro neumático.

- 2) Instalaciones en las que los cilindros neumáticos realizan programas en un tiempo mínimo, tales como máquinas empacadoras y clasificadoras automáticas.
- 3) Instalaciones donde un sistema neumático ha de coordinarse con otro mayor, ya eléctricamente controlado.
- 4) Instalaciones conteniendo cilindros que deban ser controlados por señales no realizables neumáticamente, señales de termostatos, temporizadores electrónicos, fotocélulas, etc. Máquinas complicadas (frecuentemente mandadas automáticamente) con un gran número de cilindros y elementos de control.

#### 1.6.5.1.2 Distribuidores Electroneumáticos.

El distribuidor electroneumático es el elemento en el que un impulso eléctrico se transforma en una señal neumática.

En general el distribuidor electroneumático es un distribuidor 3/2 que, en principio, consta de un cuerpo con tres vías, con un electroimán. En el interior de este hay un núcleo que actúa como una válvula doble que cierra una vía al final de cada uno de sus movimientos ([www.ascojoucomatic.com](http://www.ascojoucomatic.com), 2009).

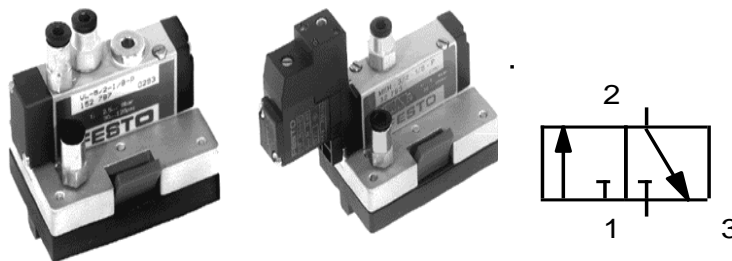


Figura 9.- Distribuidores Electroneumáticos.

El distribuidor electro neumático tiene todas las ventajas de una válvula de asiento plano. Un pequeño movimiento del núcleo proporciona un paso de aire



completo .La máxima intensidad del campo magnético se da en las inmediaciones del núcleo. El corto movimiento de este asegura que la apertura (en las normalmente abiertas), tiene lugar en el espacio en que el campo magnético es más intenso .Esto hace posible que un suministro eléctrico de baja potencia, actúa sobre el núcleo para vencer en ambos sentidos una diferencia de presiones de 10 bar en una carrera de 3 mm para cerrar el asiento apropiado.

Estos distribuidores pueden obtenerse con una sub-base, que permite interconectar a un cierto número de ellos usando un suministro común. Esta disposición facilita una conexión de aire fácil, sin piezas en “T”, todo ello en una unidad compacta.

#### **1.6.5.2 Control Neumático de Sistemas Eléctricos.**

Para esto se utiliza los presostatos .Estos indican la presencia de una presión de aire al dar, o bien, cortar una señal eléctrica. Son los elementos más apropiados para señalar una presión a distancia, por medio de una bombilla piloto en un panel de control.

El símbolo para representar un presostato en un circuito de control neumoelectrico es el siguiente:



Figura 10.- Simbología de un Presostato.



A continuación se muestra la foto de un presostato utilizado para este tipo de control, según se muestra en el programa FluidSIM-P.



Figura 11.- Presostato para Control Neumático.



## **2 CAPÍTULO II MATERIALES Y METODOS**

### **2.1 Introducción.**

En el campo de las soluciones de ingeniería cada problema se trata como un caso único e independiente que está relacionado con las condiciones específicas de la instalación objeto de estudio, las características del proceso de producción en cuestión y de la tecnología que la compone, considerando sus posibles alteraciones, combinaciones y ajustes en función de los niveles de productividad alcanzados en la planta en la cual se pretende introducir mejoras. Para asumir esta tarea se requiere hacer uso de los datos que corresponden al equipamiento disponible, así como los de la instalación que consideramos como opción para el desarrollo de la tecnología instalada. En este trabajo se propone una instalación de automatización dirigida a los procesos de congelación y empaque de las paletas de helado del combinado lácteo de Pinar del Río.

### **2.2 Características Técnicas de las Máquinas Empleadas para la Congelación y Empaque de las Paletas de Helado.**

El trabajo de mecanización se desarrollará específicamente en el área de congelación de las paletas y en la de empackado, por lo que la información que se incluye corresponde a la PALETERA FRISHER FP 3000 y a la EMPACADORA MINIPACK, que son las máquinas con que se cuenta en el Combinado Lácteo de Pinar del Río para realizar las operaciones mencionadas.

#### **2.2.1 Paletera Frisher FP 3000.**

La fabricadora de paletas de helado FP 3000 ha sido ideada para trabajar en forma continua. El movimiento de los moldes dentro del baño es automático



impulsado por un mecanismo neumático. Trabaja con carga manual de la mezcla en los moldes. Tiene incorporado un baño de agua caliente para el desmoldeo. En la tabla 2 se muestran las especificaciones técnicas de la máquina para fabricar paletas de helado empleadas en el combinado lácteo de Pinar del Río.

Tabla 2.- Especificaciones Técnicas de la Paleta FP 3000.

Potencia Eléctrica Instalada	19 Kw
Capacidad ( paletas por hora )	3000
Potencia del Motocompresor.	15 kW
Condensación a:	Agua
Gas Refrigerante.	R-404
Cantidad de Moldes.	30
Cantidad de Líquido Refrigerante.	20 l
Líquido Refrigerante.	Alcohol
Potencia Bomba Recirculación	2.23 kW
Medidas (Largo, Ancho, Alto).	3900x820x1090 mm
Peso Aproximado.	900 kg
Avance Automático de Moldes	Si

### **2.2.2 Empacadora Minipack.**

La empacadora Minipack es utilizada para producciones de bajo volumen, no automatizadas y para clientes que desean el máximo de flexibilidad en su proceso de envasado.

Características:

- Velocidad Nominal: Hasta 120 paquetes por minuto.
- Construida modularmente sobre placa de acero.





- PLC para controlar las funciones básicas de la envasadora.
- Fotocorrección y largo de paquete controlados electrónicamente.
- 2 Motores de CA. de  $\frac{3}{4}$  HP con control electrónico de velocidad.
- Portabobinas simple autocentrante.
- Controladores de temperatura independientes para discos selladores y mordazas.
- Estación de sellado transversal de doble apoyo.
- Puente de alimentación de 2000 mm.
- Mesa de salida de productos con banda de 500 mm.
- Las partes en contacto con el producto construidas en acero inoxidable AISI 304.

En la tabla 3 se muestran las especificaciones de la Empacadora Minipack empleada en este establecimiento.

Tabla 3.- Especificaciones Técnicas de la Empacadora Minipack.

<b>Especificación*</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Largo de Paquete máx.	300	[mm]
Ancho de Paquete máx.	200	[mm]
Altura de Producto máx.	50	[mm]
Velocidad Nominal	120	[ppm]

Las características y parámetros reflejados anteriormente constituyen la base de cálculo y la guía a considerar para seleccionar la instalación que se requiere a fin de lograr la mecanización de las operaciones correspondientes de forma que la solución que se plantee sea funcional.



## **2.3 Selección de la Instalación de Automatización.**

Para realizar la operación de desmoldeo y empacado de las paletas de helado de forma automática se ha proyectado un conjunto de mecanismos que operan en secuencia. Estos se muestran en los anexos 1 y 3.

Los circuitos electroneumáticos que gobiernan las secuencias de las instalaciones a fin de garantizar las operaciones en el orden preestablecido se muestran y describen a continuación.

### **2.3.1 Descripción del Mecanismo de Automatización para el Desmoldeo (anexo 1).**

Este mecanismo, se encuentra montado sobre una estructura rígida de vigas rectangulares conformadas, consta de un carro longitudinal que se desplaza por dos guías horizontales y en el mismo sentido que el flujo de los moldes de paletas de helado. El movimiento de este carro está gobernado por un actuador, que lo desplaza de un extremo al otro de la estructura facilitando la carga y descarga de los moldes, incluyendo el baño en agua caliente. Para esto dispone de dos mordazas con desplazamiento vertical accionadas por sus respectivos actuadores, así como el mando de cierre y apertura gobernado por dos cilindros neumáticos de pequeña carrera.

La estructura esta revestida con chapas de acero por la parte exterior para evitar la posibilidad de que se produzcan accidentes como resultado del movimiento del mecanismo y se fija a la paleta mediante tornillos. Toda esta instalación está construida con acero inoxidable del tipo AISI 304.

Los pasos tecnológicos que conforman la operación del mecanismo propuesto son:

- Extensión de los Brazos Neumáticos.



- Cierre de las Mordazas.
- Contracción de los Brazos Neumáticos.
- Desplazamiento del Carro Longitudinal.
- Extensión de los Brazos Neumáticos.
- Apertura de las Mordazas.
- Contracción de los Brazos Neumáticos.
- Desplazamiento del Carro Longitudinal.

A continuación se describen estos pasos y se muestran la figuras que representan la acción de los componentes electroneumáticos en cada uno de ellos, mostrando la secuencia de operación del circuito para el mecanismo de desmoldeo en la máquina FRISHER FP 3000.

### 2.3.1.1 Circuito Electroneumático en la Posición Inicial.

En la figura 12 se muestra la posición inicial del mecanismo antes de iniciar su funcionamiento.

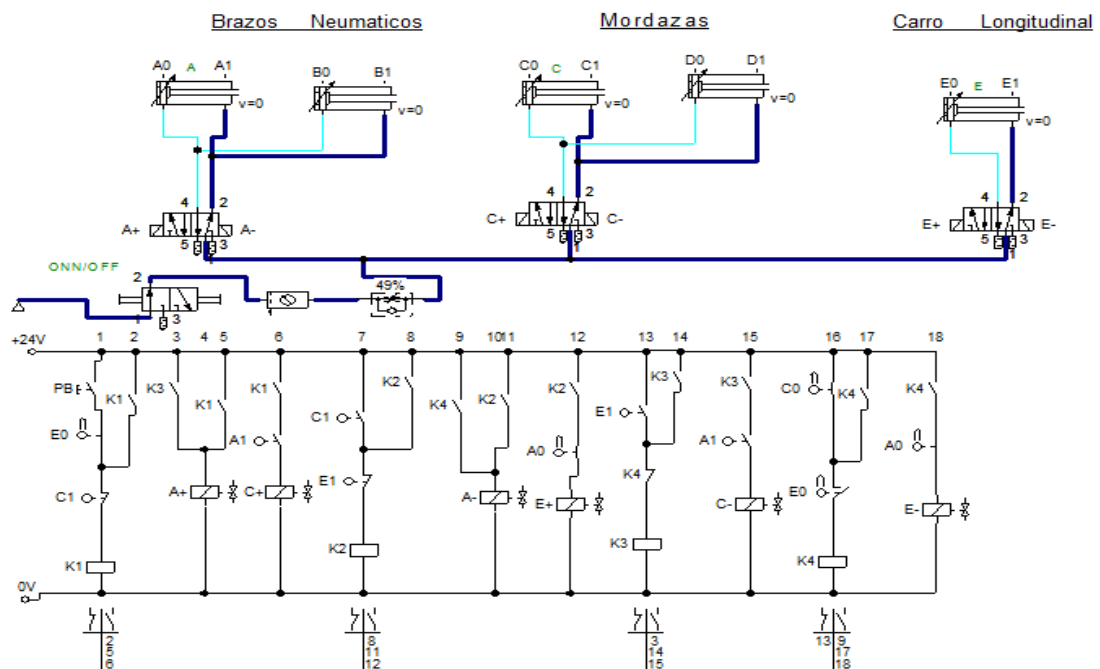


Figura 12.- Posición Inicial del Mecanismo de Automatización Propuesta.

Aquí el carro longitudinal se encuentra desplazado a la derecha de modo que uno de los brazos neumáticos se encuentra posicionado sobre el último molde de la línea (brazo 1) mientras el otro (brazo 2) se encuentra posicionado sobre el baño de agua caliente.

Aquí los brazos se encuentran suspendidos mientras que las mordazas están totalmente abiertas (actuadores cerrados).

### 2.3.1.2 Extensión de los Brazos Neumáticos.

En la figura 13 aparece el diagrama de la instalación en el momento en que termina el movimiento de extensión de los brazos neumáticos.

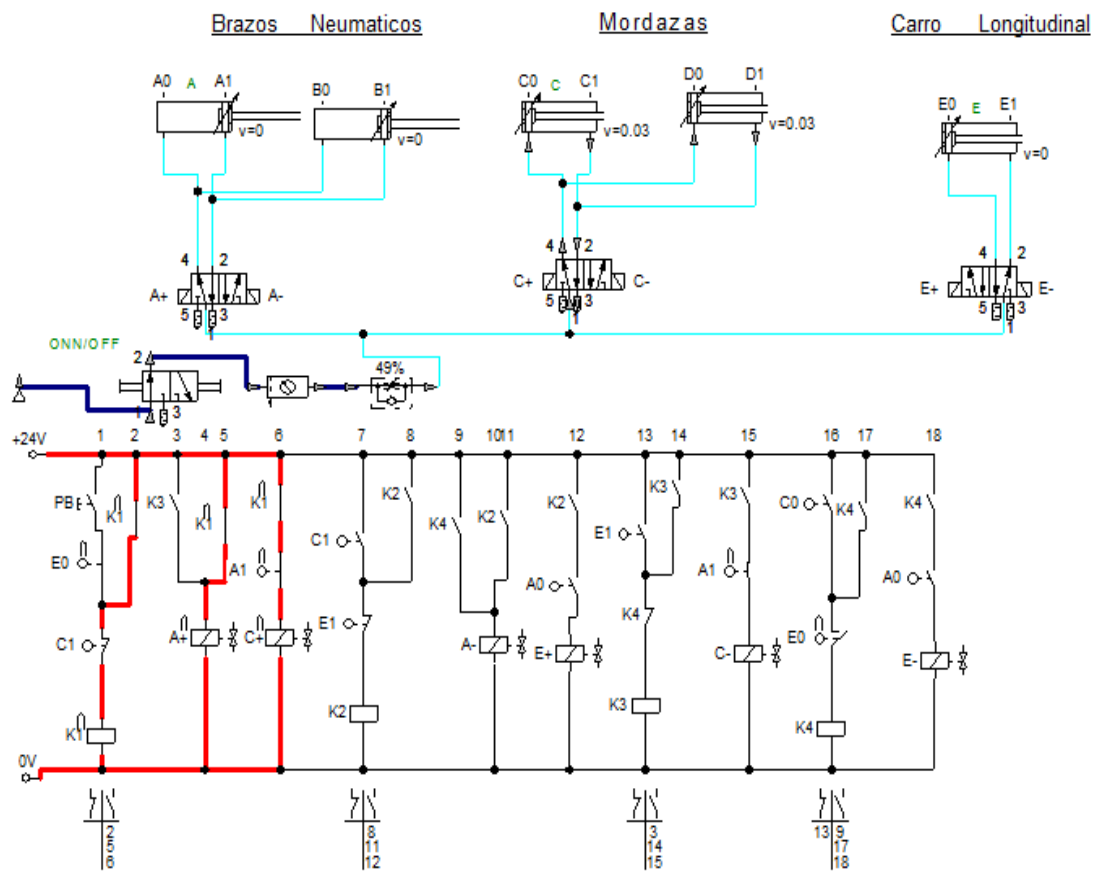


Figura 13.- Extensión de los Brazos Neumáticos.

En esta posición los actuadores desplazan el vástago una longitud de 200 mm, hasta que las mordazas están sobre las manijas de los moldes. Para esto emplea un tiempo de 4,1 s. En la primera operación en el baño de agua caliente no habrá molde por lo que se realizará una operación en vacío y en la final no habrá molde en la paleta y ocurrirá lo mismo. En todas las demás operaciones ambas mordazas actuarán sobre un molde.

Los actuadores que gobiernan la operación de las mordazas y el carro longitudinal se encuentran contraídos.

### 2.3.1.3 Cierre de las Mordazas.

En la figura 14 aparece el diagrama de la instalación en el momento en que se concluye el cierre de las mordazas para tomar los moldes de paletas de helado.

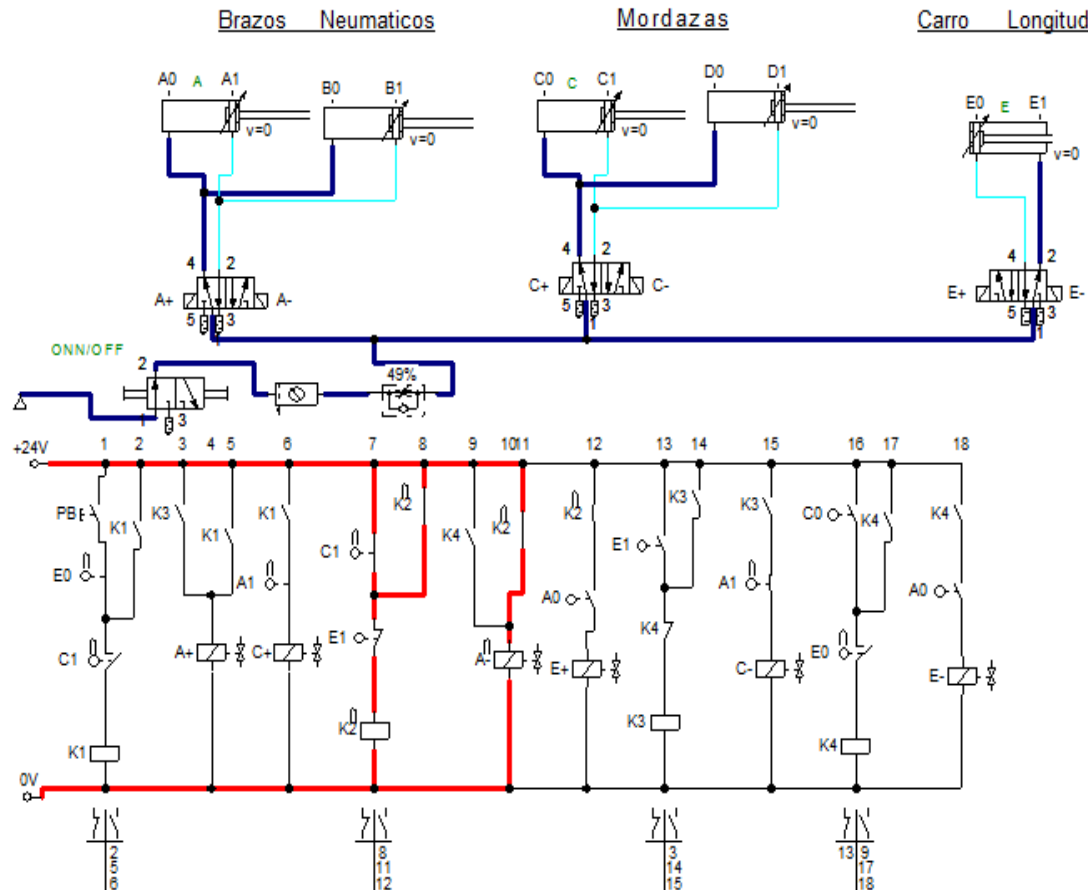


Figura 14.- Cierre de las Mordazas.



En esta posición operan los actuadores de mando de las mordazas, desplazando el vástago una longitud de 30 mm, cerrando las mismas, con lo cual los moldes quedan sujetos por el mecanismo de suspensión. Esto requiere un tiempo de 0,7 s.

Los actuadores que gobiernan la operación de los brazos neumáticos permanecen extendidos mientras que el del carro longitudinal está contraído.

### 2.3.1.4 Contracción de los Brazos Neumáticos.

En la figura 15 se muestra el momento en que los brazos neumáticos terminan de contraerse para subir el carro y poder desplazarlo.

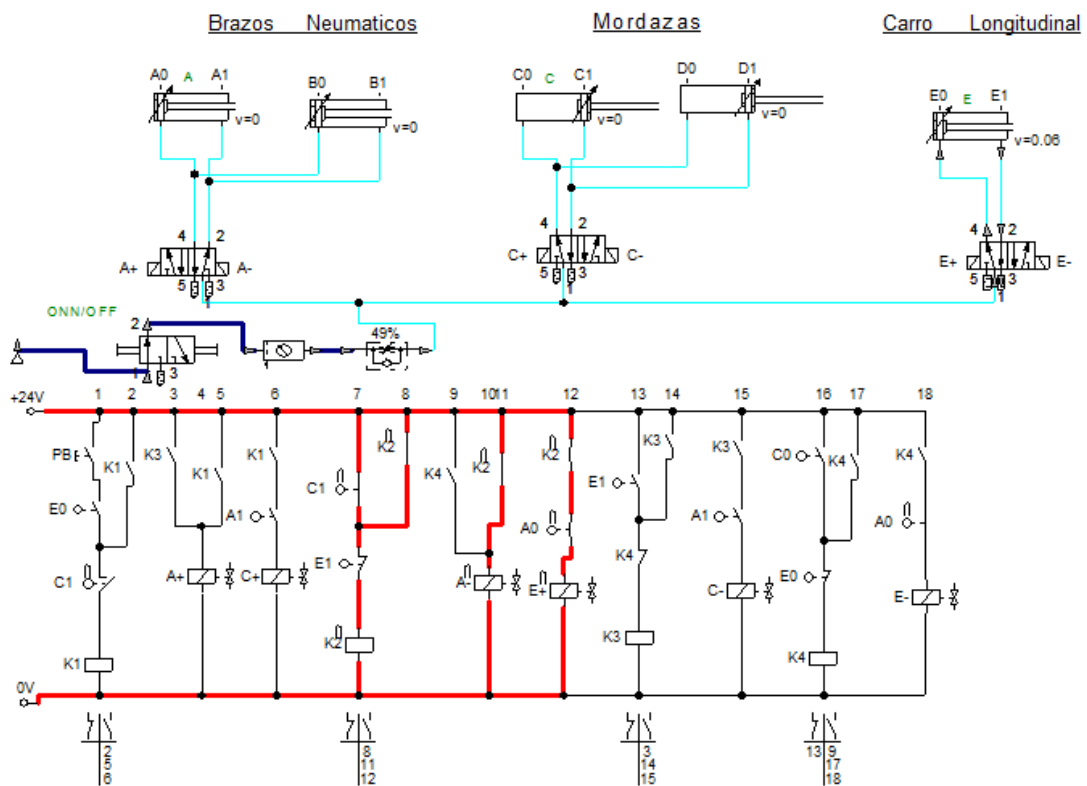


Figura 15.- Contracción de los Brazos Neumáticos.

Con los actuadores de las mordazas en su posición extendida, los brazos neumáticos contraen sus vástagos una longitud de 200 mm, elevando los moldes, de modo que estos queden por encima de la estructura a fin de facilitar la posibilidad de desplazarlos horizontalmente. Para esto se requiere un tiempo de 4,1s. El actuador que gobierna el carro longitudinal permanece cerrado.

### 2.3.1.5 Desplazamiento del Carro Longitudinal.

En la figura 16 se muestra el momento en que los brazos neumáticos terminan el movimiento de desplazamiento del carro longitudinal.

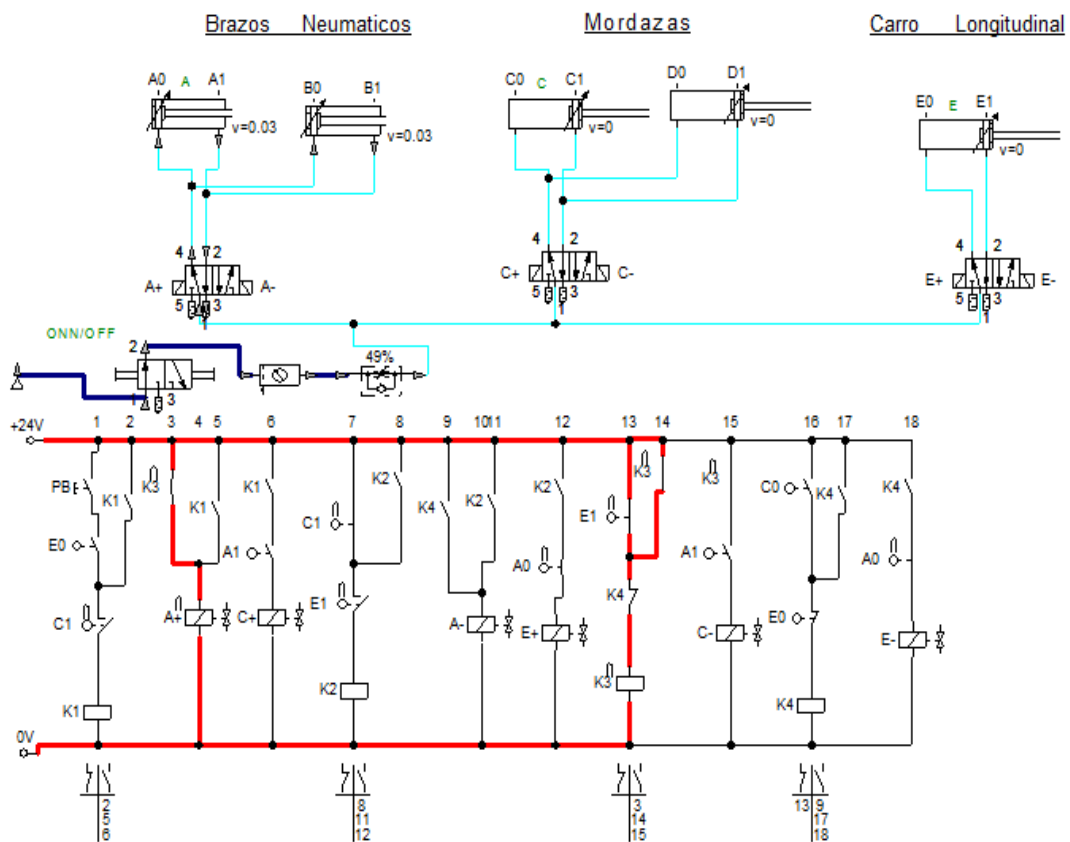


Figura 16.- Desplazamiento del Carro Longitudinal.



Con los moldes en suspensión, el actuador que gobierna la operación del carro longitudinal desplaza este una longitud de 300 mm, de modo que ahora el molde del brazo 1 quede sobre el baño de agua caliente, mientras que el del brazo 2 queda sobre la mesa de desmoldeo. Esto requiere un tiempo de 6,1 s. En esta posición los actuadores de los brazos neumáticos aun están cerrados, mientras que los de las mordazas permanecen abiertos.

### 2.3.1.6 Extensión de los Brazos Neumáticos.

En la figura 17 aparece el diagrama de la instalación en el momento en que termina el movimiento de extensión de los brazos neumáticos.

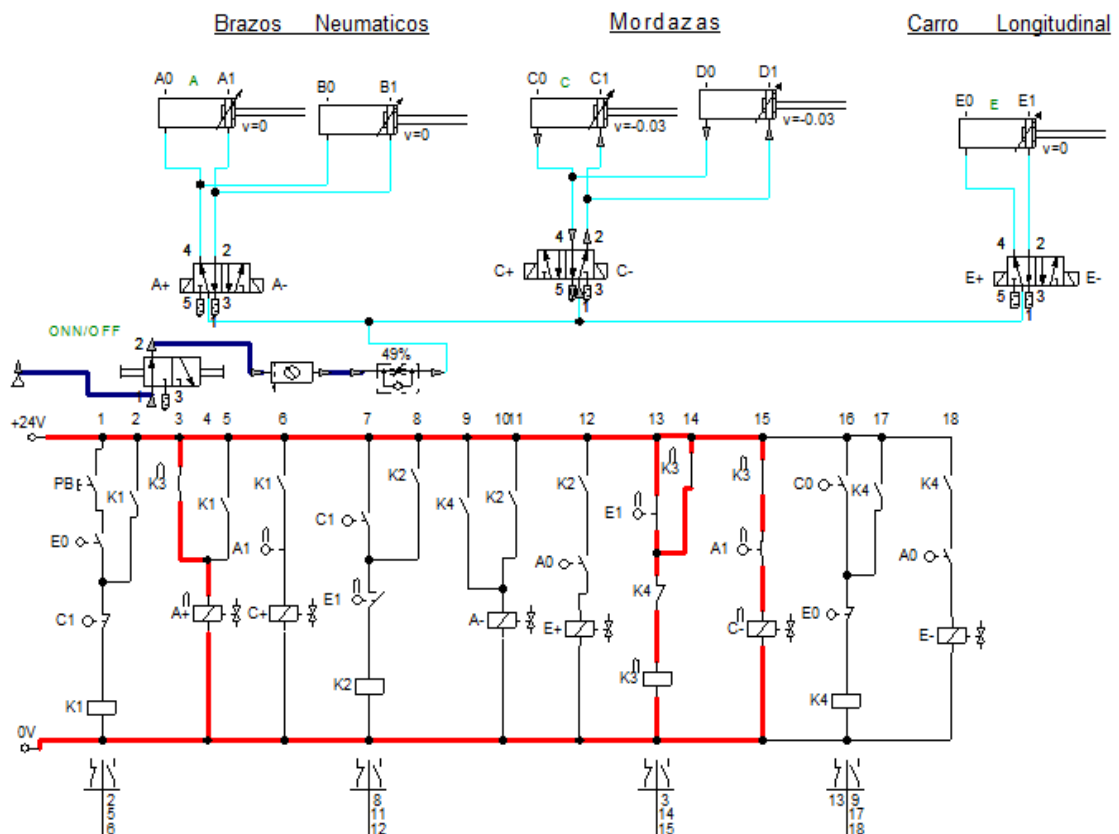


Figura 17.- Extensión de los Brazos Neumáticos.

En esta posición los actuadores que conforman los brazos neumáticos extienden sus vástagos una longitud de 200 mm, hasta que los moldes respectivos queden en posición, uno en el baño de agua caliente y el otro sobre la mesa de desmoldeo. Para esto se requiere un tiempo de 4,1 s. Aun los actuadores de las mordazas y del carro longitudinal se encuentran extendidos.

### 2.3.1.7 Apertura de las Mordazas.

En la figura 18 aparece el diagrama de la instalación en el momento en que concluye la apertura de las mordazas para depositar los moldes de paletas de helado.

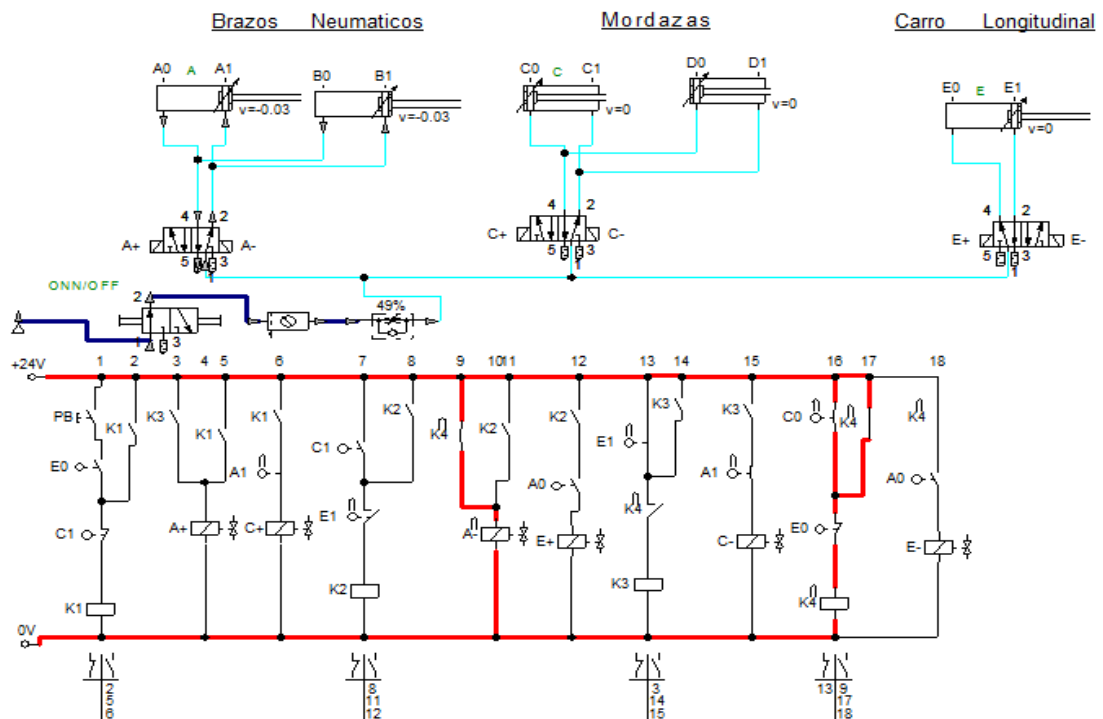


Figura 18.- Apertura de las Mordazas.

En esta posición los actuadores que gobiernan la operación de las mordazas contraen el vástago una longitud de 30 mm, abriendo las mismas y liberando los moldes. Esto requiere un tiempo de 0,7 s. Los actuadores de los brazos neumáticos y del carro longitudinal permanecen extendidos.

### 2.3.1.8 Contracción de los Brazos Neumáticos.

En la figura 19 se muestra el momento en que los brazos neumáticos terminan de contraerse para subir el carro y poder desplazarlo.

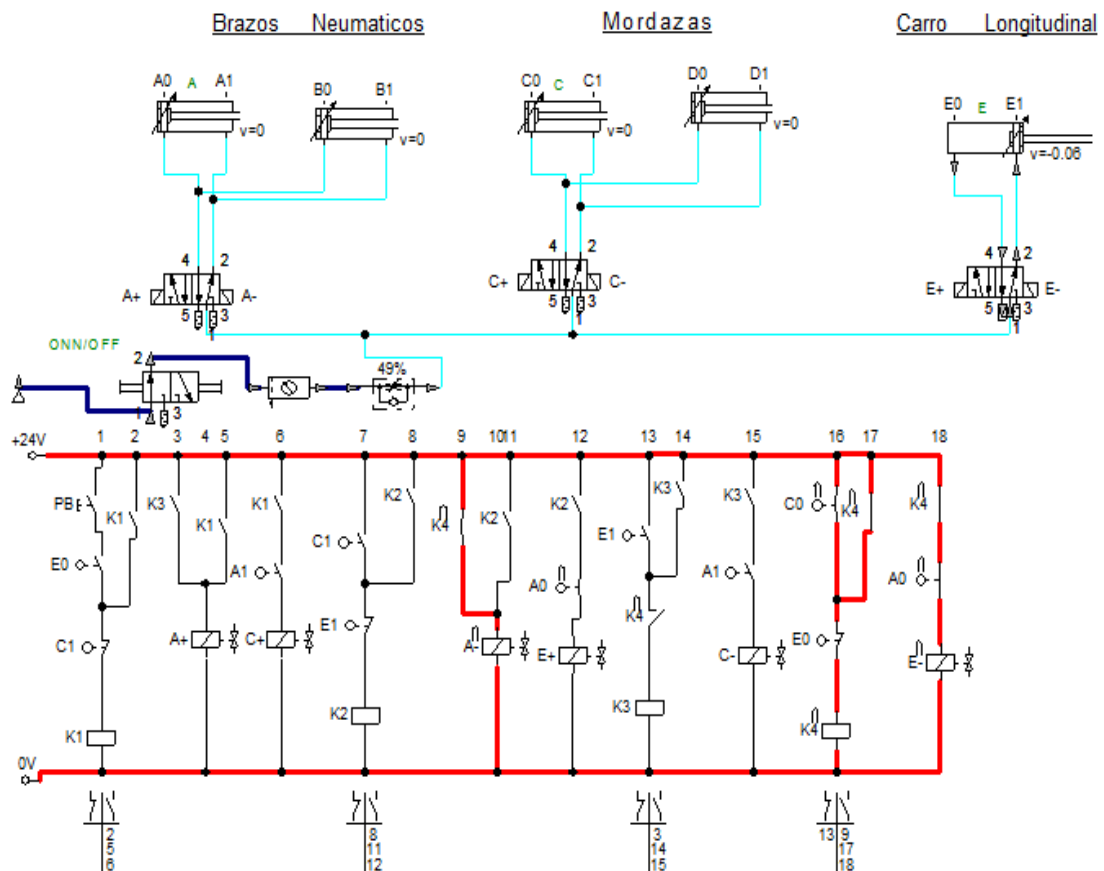


Figura 19.- Contracción de los Brazos Neumáticos.

En esta posición los actuadores que gobiernan la operación de los brazos neumáticos contraen el vástago una longitud de 200 mm, de modo que las mordazas quedan suspendidas. Esto requiere un tiempo de 4,1 s. Los actuadores de las mordazas están contraídos mientras que el del carro longitudinal se encuentra extendido.

### 2.3.1.9 Desplazamiento del Carro Longitudinal.

En la figura 20 se muestra el momento en que los brazos neumáticos terminan el movimiento de desplazamiento del carro longitudinal.

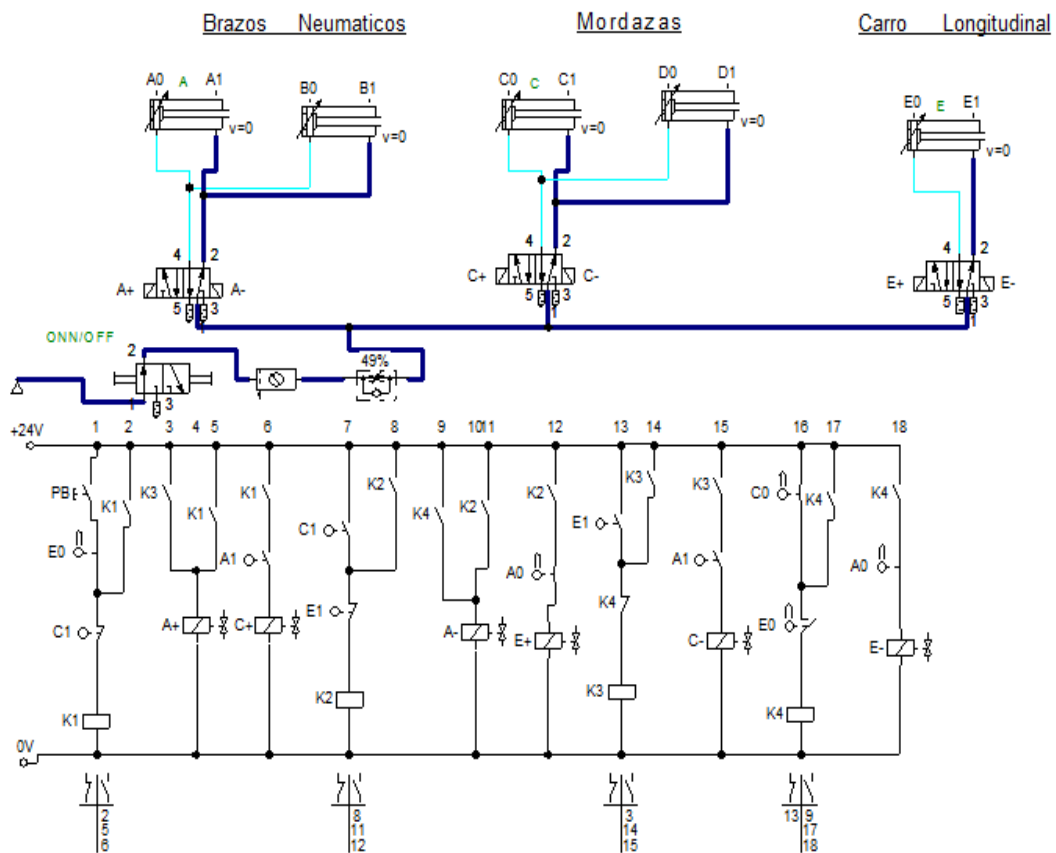


Figura 20.- Desplazamiento del Carro Longitudinal.



En esta posición el actuador que gobierna la operación del carro longitudinal contrae el vástago una longitud de 300 mm, desplazándolo a la posición inicial, cerrando de esta forma el ciclo de trabajo. Para esto se requiere un tiempo de 6,1 s.

Los actuadores que gobiernan la operación de los brazos neumáticos y las mordazas se encuentran contraídos.

### **2.3.1.10 Modificaciones a la Paleta Fp 3000.**

El mecanismo para el desmoldeo se ha proyectado tomando en consideraciones algunas variaciones al diseño original de la paleta. Estas consisten en reducir la altura del trapecio que está al final de las guías en la cuba de congelación hasta el borde superior de la misma y agregar una guía a cada lado de la cuba del baño de agua caliente, al mismo nivel que la anterior. Esto permite que los moldes a descargar de la cuba de congelación y del baño de agua caliente estén a la misma altura.

Para ver detalles de estas modificaciones, ver anexo 2.

### **2.3.2 Mecanismo de Alimentación (anexo 3).**

Este mecanismo, montado sobre una estructura rígida de vigas rectangulares conformadas, consta de un carro longitudinal que se desplaza por dos guías horizontales en sentido perpendicular al transportador que mueve las paletas de helado a la cinta alimentadora. El movimiento de este carro está gobernado por un actuador, que lo desplaza de un extremo al otro de la estructura facilitando la carga y descarga de las paletas de helado. Para esto dispone de una mordaza múltiple con desplazamiento vertical accionada por un actuador, así como el



mando de cierre y apertura gobernado por un cilindro neumático de pequeña carrera.

En las guías inferiores delanteras se coloca el molde fijo de alimentación (ver anexo 4), en el cual se descargará un lote de 28 paletas de helado en dos hileras de 14 unidades, tal y como las tomará la mordaza para alimentar al transportador.

La estructura esta revestida con chapas de acero por la parte exterior para evitar la posibilidad de que se produzcan accidentes como resultado del movimiento del mecanismo y tiene patas regulables para su ubicación en el lugar preestablecido. Todo este mecanismo está construido con acero inoxidable del tipo AISI 304.

Los pasos tecnológicos que conforman la operación de este mecanismo son:

- Desplazamiento del Carro Vertical.
- Sujecion de las Paletas de helado.
- Elevacion del Carro Vertical.
- Desplazamiento del Carro Longitudinal Hasta el Alimentador.
- Desplazamiento del Carro Vertical.
- Abrir Mordaza.
- Elevacion del Carro Vertical.
- Retorno del Carro Longitudinal.

A continuación se describen estos pasos y se muestran la figuras que representan la acción de los componentes electroneumáticos en cada uno de ellos, mostrando la secuencia de operación del circuito para el mecanismo de alimentación.

### 2.3.2.1 Circuito Electroneumático en la Posición Inicial.

En la figura 21 se muestra la posición inicial del mecanismo antes de iniciar su funcionamiento.

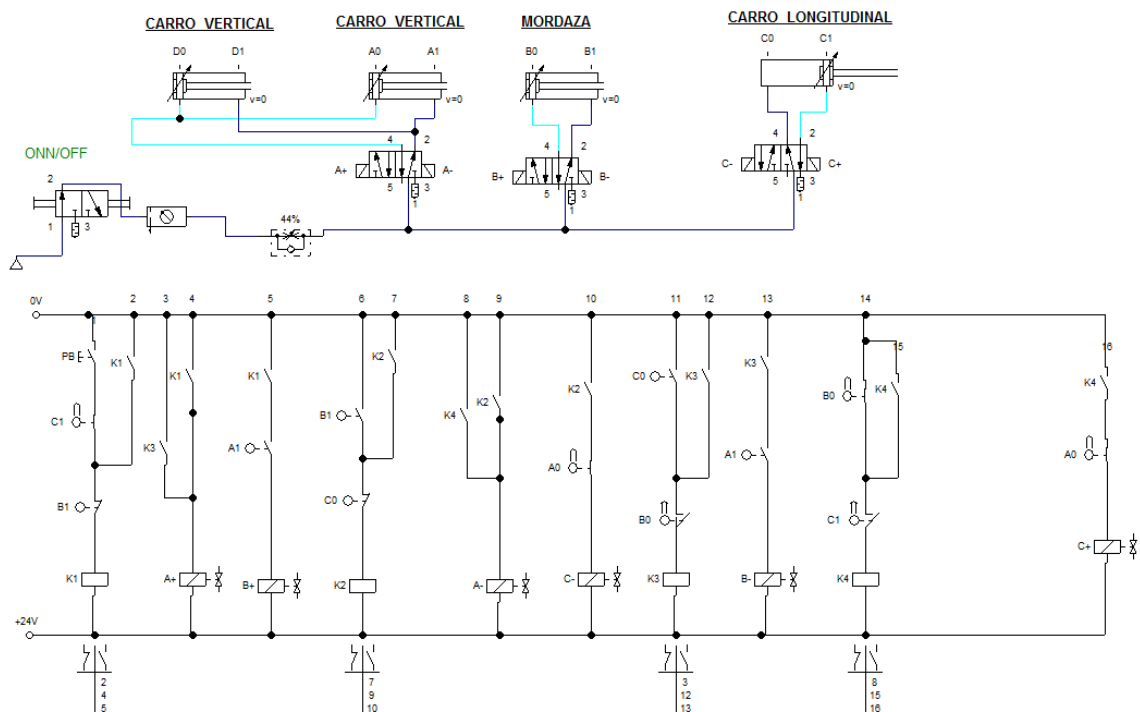


Figura 21.- Circuito Electroneumático en la Posición Inicial.

En esta posición el actuador del carro longitudinal se encuentra con el vástago extendido y posicionado sobre la mesa donde se cargan los lotes de paletas en grupos de 28 unidades, en dos hileras de 14. Los actuadores del carro vertical tienen sus vástagos contraídos y el mismo se encuentra en la posición superior, y el de las mordazas, que se encuentra en la misma situación, presenta el mecanismo abierto.

### 2.3.2.2 Desplazamiento del Carro Vertical.

En la figura 22 aparece el diagrama de la instalación en el momento en que termina el movimiento de desplazamiento del carro vertical.

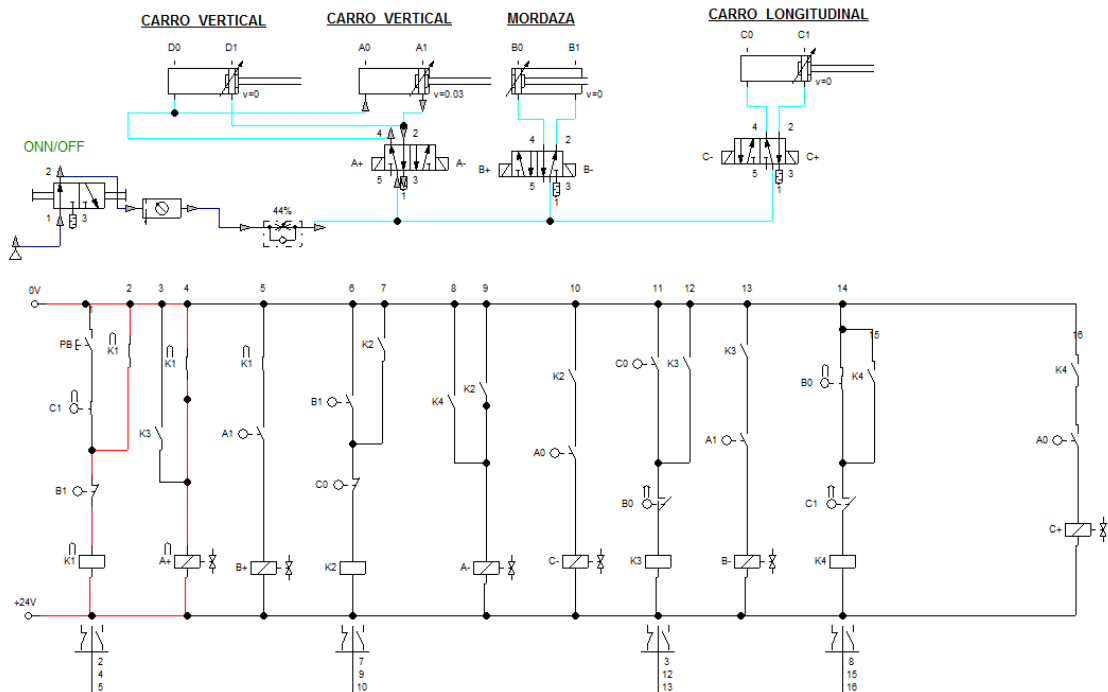


Figura 22.- Desplazamiento del Carro Vertical.

Los actuadores que gobiernan el carro vertical extienden sus vástagos en una carrera de 150 mm y desplazan este, aproximándolo al grupo de paletas que se encuentran verticalmente, tal y como se obtienen del desmoldeo, de modo que las mordazas queden en posición de agarre. Para esta acción se emplea un tiempo de 4,4 s. El actuador de las mordazas aun tiene el vástago contraído y el del carro longitudinal extendido.



### 2.3.2.3 Sujecion de las Paletas de Helado.

En la figura 23 aparece el diagrama de la instalación en el momento en que se concluye el cierre de las mordazas para sujetar las paletas de helado.

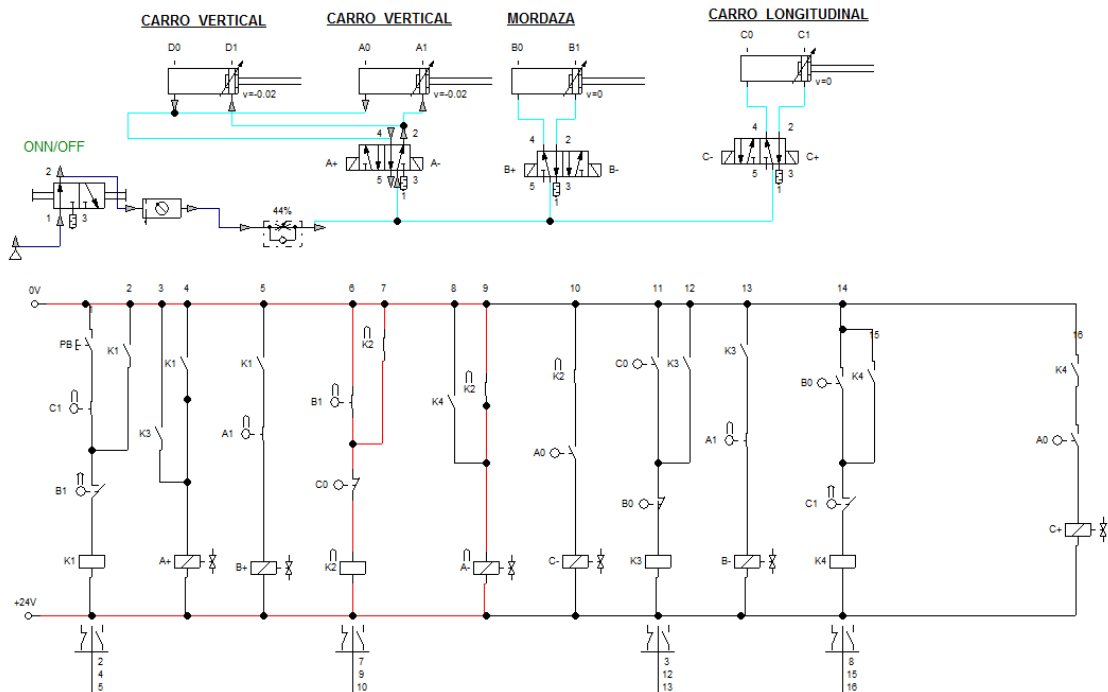


Figura 23.- Sujecion de las Paletas de Helado.

Con el carro vertical en la posición inferior, el actuador de las mordazas extiende el vástago en una carrera de 10 mm y cierra las mordazas, que aprisionan las paletas por el palito en una longitud de 20 mm. Para esta acción se requiere un tiempo de 0,3 s. Los otros dos actuadores permanecen con sus vástagos extendidos.

### 2.3.2.4 Elevación del Carro Vertical.

En la figura 24 aparece el diagrama de la instalación en el momento en que termina el movimiento de elevación del carro vertical.

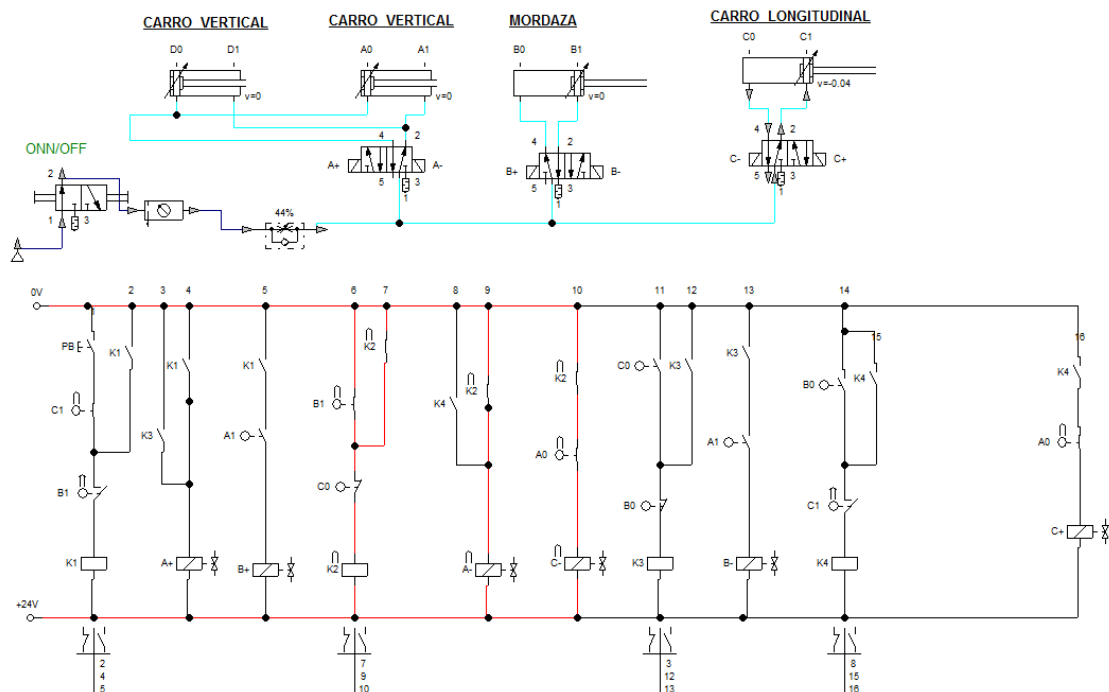


Figura 24.- Elevación del Carro Vertical.

Una vez aprisionadas las paletas, los actuadores del carro vertical contraen sus vástagos en 150 mm, elevando el mecanismo hasta la posición superior. Para esta acción se emplea un tiempo de 4,4 s. Los otros dos actuadores se encuentran con sus vástagos extendidos.

### 2.3.2.5 Desplazamiento del Carro Longitudinal Hasta el Alimentador.

En la figura 25 se muestra el momento en que los brazos neumáticos terminan el movimiento de desplazamiento del carro longitudinal.

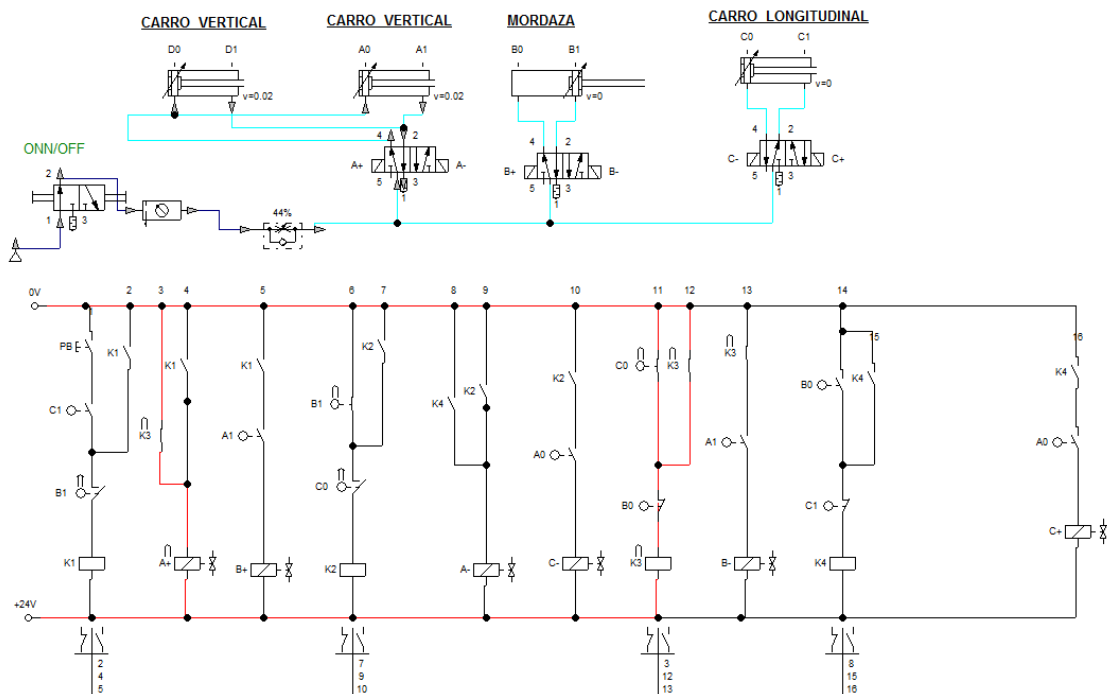


Figura 25.- Desplazamiento del Carro Longitudinal Hasta el Alimentador.

El actuador del carro longitudinal contrae el vástago en una carrera de 200 mm, desplazando al mismo hasta situarlo encima del transportador que alimenta las paletas. Para esta acción se requiere de un tiempo de 5,9 s. Los actuadores del carro vertical permanecen con sus vástagos contraídos, mientras que el de las mordazas lo tiene extendido.

### 2.3.2.6 Desplazamiento del Carro Vertical.

En la figura 26 aparece el diagrama de la instalación en el momento en que termina el movimiento de desplazamiento del carro vertical.

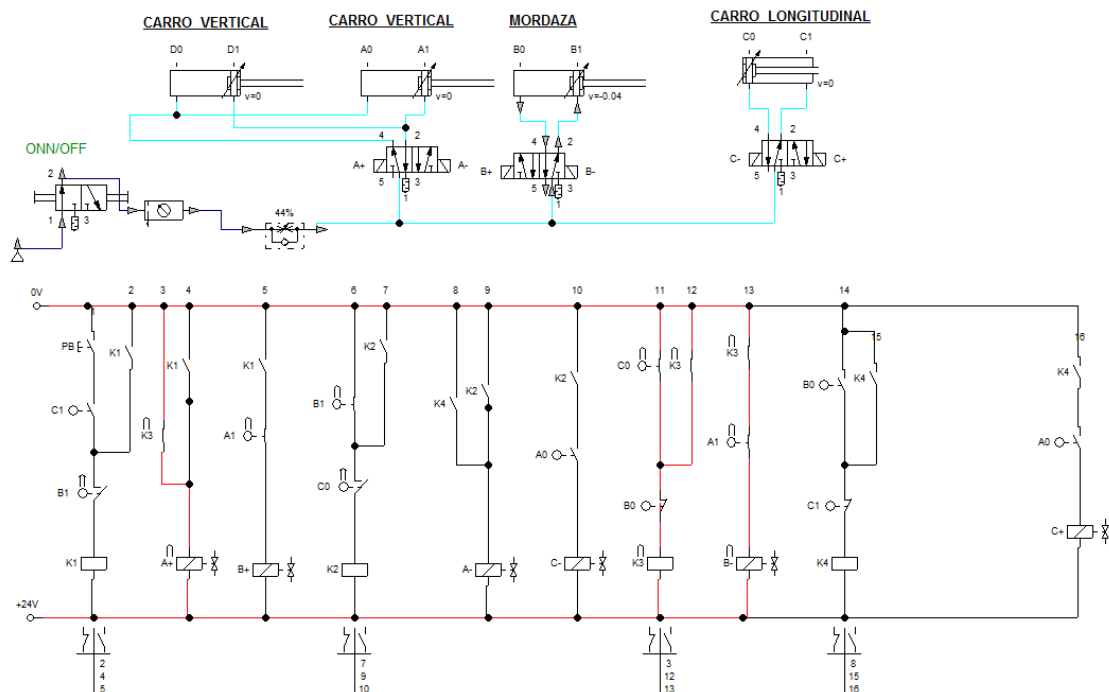


Figura 26.- Desplazamiento del Carro Vertical.

Los actuadores que gobiernan el carro vertical extienden sus vástagos en una carrera de 150 mm, aproximando el mecanismo al transportador del alimentador y poniendo las paletas de helado en posición. Para esta acción se emplea un tiempo de 4,4 s. El actuador de las mordazas permanece con su vástago extendido mientras que el del carro longitudinal aun se encuentra contraído.

### 2.3.2.7 Abrir Mordaza.

En la figura 27 aparece el diagrama de la instalación en el momento en que se concluye la apertura de las mordazas para liberar las paletas de helado.

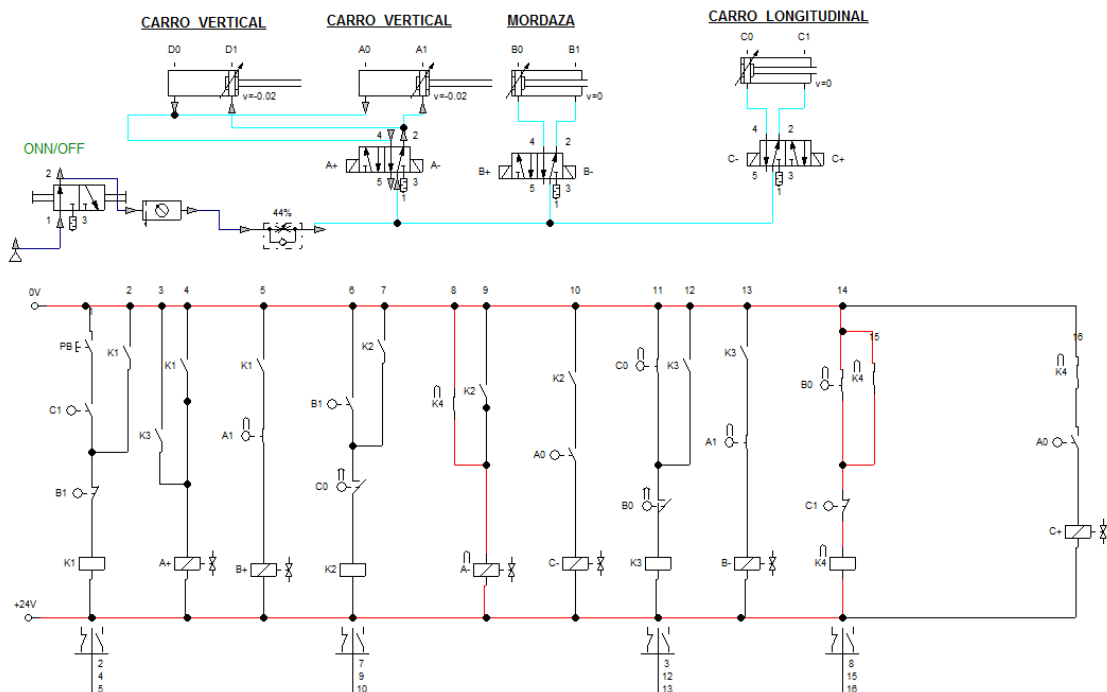


Figura 27.- Abrir Mordaza.

Con el carro vertical en la posición inferior el actuador de las mordazas contrae el vástago en una carrera de 10 mm, abriéndolas y liberando las paletas en los compartimientos del transportador del alimentador. Para esta acción se requiere un tiempo de 0,3 s.

Como la altura del transportador está a 20 mm por debajo de la mesa de alimentación, las paletas, al ser liberadas, caen desde una altura de 20 mm, lo cual impide que los palitos hagan contacto con las mordazas al desplazarse las primeras. El actuador del carro longitudinal se encuentra contraído.

### 2.3.2.8 Elevación del Carro Vertical.

En la figura 28 aparece el diagrama de la instalación en el momento en que termina el movimiento de elevación del carro vertical.

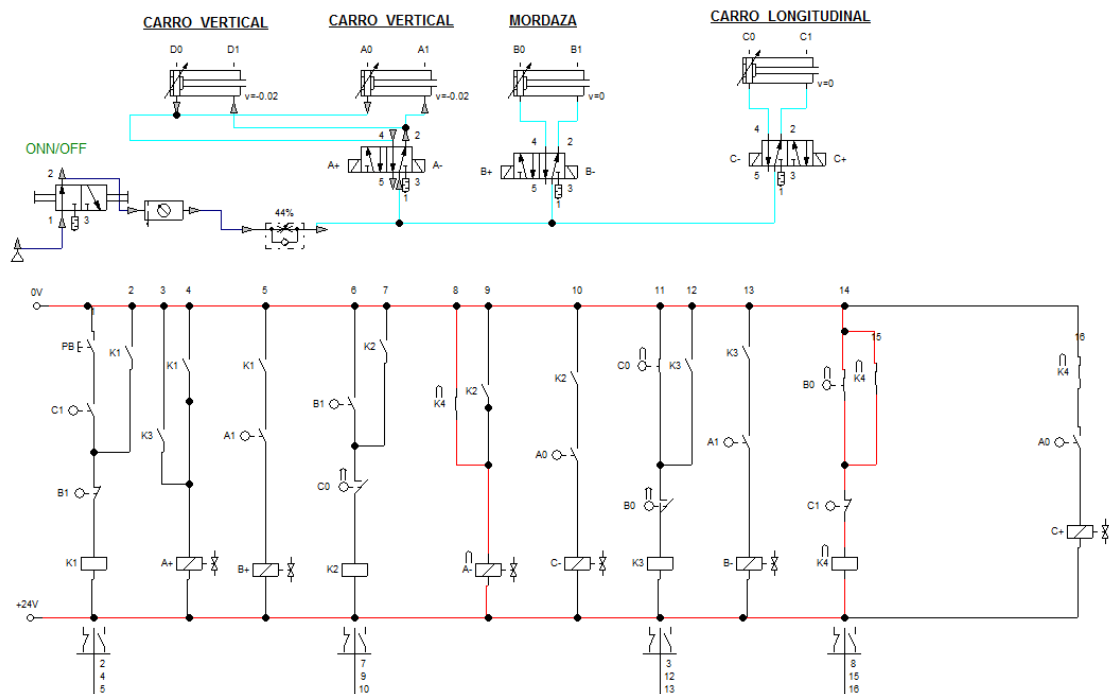


Figura.28.- Elevación del Carro Vertical.

Inmediatamente que las paletas son liberadas, los actuadores del carro vertical contraen sus vástagos en una carrera de 150 mm, elevando el mecanismo hasta la posición superior. Para esto se emplea un tiempo de 4,4 s. Los otros dos actuadores se encuentran con sus vástagos contraídos.

### 2.3.2.9 Retorno del Carro Longitudinal.

En la figura 29 se muestra el momento en que el actuador termina el movimiento de desplazamiento del carro longitudinal.

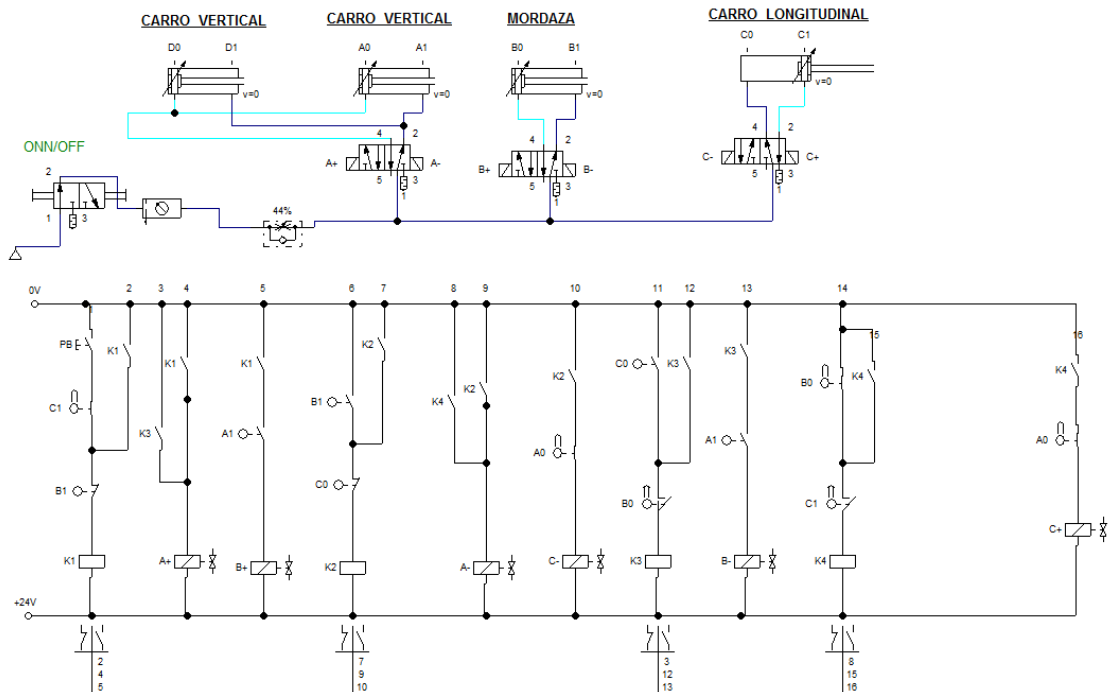


Figura 29.- Retorno del Carro Longitudinal.

El actuador que gobierna el carro longitudinal extiende el vástago en una carrera de 200 mm, desplazando el mecanismo a la posición inicial, cerrando el ciclo, quedando, de esta forma, preparado para realizar una nueva operación. Para esta acción se emplea un tiempo de 5,9 s. Los actuadores del carro vertical y de las mordazas se encuentran con sus vástagos contraídos.



### **2.3.3 Transportador de Paletas de Helado.**

Este es un mecanismo auxiliar que se utiliza como un primer paso para la orientación de las paletas de helado. En él se descarga el producto en posición vertical, con el palo hacia arriba. Para esto la cinta transportadora construida con tablillas de teflón conectadas en charnela y con tabiques que conforman los compartimientos para garantizar la posición indicada, se mueve con una velocidad lineal de 0.84 m/min.

Dado la baja velocidad del transportador, se hace difícil garantizar este parámetro mediante reducciones convencionales, por lo que se proyecta utilizar un variador de frecuencia SIEMENS con potencia de salida de 1500 W, salida trifásica de 0-240V, para el control del motor que moverá la cinta transportadora, al igual que se emplea para el de la empacadora.

El motor que se utilizará para mover este transportador será de 0,56 kW, el cual se selecciona sobre el mismo criterio del necesario para la empacadora, ya que la potencia necesaria es muy baja dado la poca carga del mecanismo.

El diagrama eléctrico de fuerza y control se muestra en el anexo 13.

Para el detalle del transportador ver anexo 5.

### **2.3.4 Rampa de Descarga.**

Esta se diseñará sobre el principio de la Braquistócrona, o sea, la curva sobre la cual, al deslizar un cuerpo, recorrerá la longitud preestablecida en el menor tiempo respecto a cualquier otra curva. El cálculo variacional demuestra que esta curva es una cicloide, cuyas ecuaciones paramétricas, si consideramos el origen de coordenadas colocado en (0,0) y el eje “y” hacia abajo, son:

$$x = r(\alpha - \text{sen } \alpha) \quad y = r(1 - \text{cos } \alpha)$$

Donde  $x, y$  = Cordenadas.

$r$  = Radio de la circunferencia.

$\alpha$  = Ángulo que gira la circunferencia.





La velocidad con la que llega al final de la rampa el cuerpo que desliza por él

es:  $V = \sqrt{2gy}$

La paleta de helado que mide 130 mm, debe desplazarse esta longitud en el tiempo en que la cinta de alimentación avanza 5 mm. Como esta cinta avanza a 56 paletas de helado por minuto y cada tabique mide 50 mm de largo (en la dirección del movimiento) más 2 mm de espesor del separador, serán 52 mm por paleta de helado, por 56 paletas de helado, son 2912 mm/min, o sea 48.5 mm/s. Así la cinta avanza los 5 mm en un tiempo de 0,10 s.

La velocidad que debe alcanzar la paleta de helado al final de la rampa será:

$$v = \frac{130 \text{ mm}}{0,10 \text{ s}} = 1300 \frac{\text{mm}}{\text{s}} = 1,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Para esto, la rampa debe tener una altura de:

$$y = \frac{v^2}{2g} = \frac{(1,3)^2}{2,9,81} = 0,086\text{m}$$

Redondeamos el valor 0,100m.

La velocidad será entonces de 1,4 m/s, lo cual es mucha diferencia y nos favorece.

Determinación del valor del ángulo óptimo para el cálculo de r.

$$x = r(\alpha - \text{sen } \alpha) \quad (1)$$

$$y = r(1 - \text{cos } \alpha) \quad (2)$$

$$r = \frac{y}{1 - \text{cos } \alpha} \quad \text{Sustituyendo en (1)}$$

$$x = \left( \frac{y}{1 - \text{cos } \alpha} \right) (\alpha - \text{sen } \alpha)$$

$$x = y \left( \frac{\alpha - \text{sen } \alpha}{1 - \text{cos } \alpha} \right)$$

El  $\alpha_{opt}$ . para  $X_{opt}$ . será:

$$\frac{dx}{d\alpha} = 0 \quad \text{y obtenemos:}$$

$$2\text{cos } \alpha + \alpha \text{sen } \alpha = 1$$



Tabla 4.- Cálculo del Ángulo Óptimo.

$\alpha^\circ$	$\alpha \text{ rad}$	$(2\cos \alpha)$	$(\alpha_{\text{rad}} \text{ sen } \alpha)$	$(2\cos \alpha + \alpha_{\text{rad}} \text{ sen } \alpha)$
120°	2,093	(-1,000)	1,813	0,813
110°	1,919	(-0,684)	1,803	1,119
115°	2,006	(-0,845)	1,818	0,973
112°	1,954	(-0,749)	1,812	1,063
114°	1,989	(-0,813)	1,817	1,004
113°	1,971	(0,781)	1,814	1,033

Vemos que  $\alpha_{\text{ópt.}} = 114^\circ (1,989 \text{ rad})$ , y este será el valor que utilizaremos para calcular el valor de  $r$ .

Este ángulo  $\alpha_{\text{ópt.}}$  lo que significa es que el valor de  $x$  calculado es el que está en correspondencia con el valor de  $y$  para la velocidad prevista.

El perfil que tendrá la rampa de descarga, según las ecuaciones paramétricas ya definidas y cuyos pares ordenados se obtienen en la tabla 5, será como se muestra en la figura 30.

Tabla 5.- Pares Ordenados de la Cicloide Según las Ecuaciones Paramétricas.

$\alpha^\circ$	$\alpha \text{ rad}$	$x \text{ (mm)}$	$y \text{ (mm)}$
0	0	0	0
30	0,523	1,6	9,5
45	0,785	5,5	20,8
60	1,047	12,8	35,5
75	1,308	24,3	52,6
90	1,570	40,5	71,0
105	1,832	61,5	89,4
114	1,989	76,4	99,9

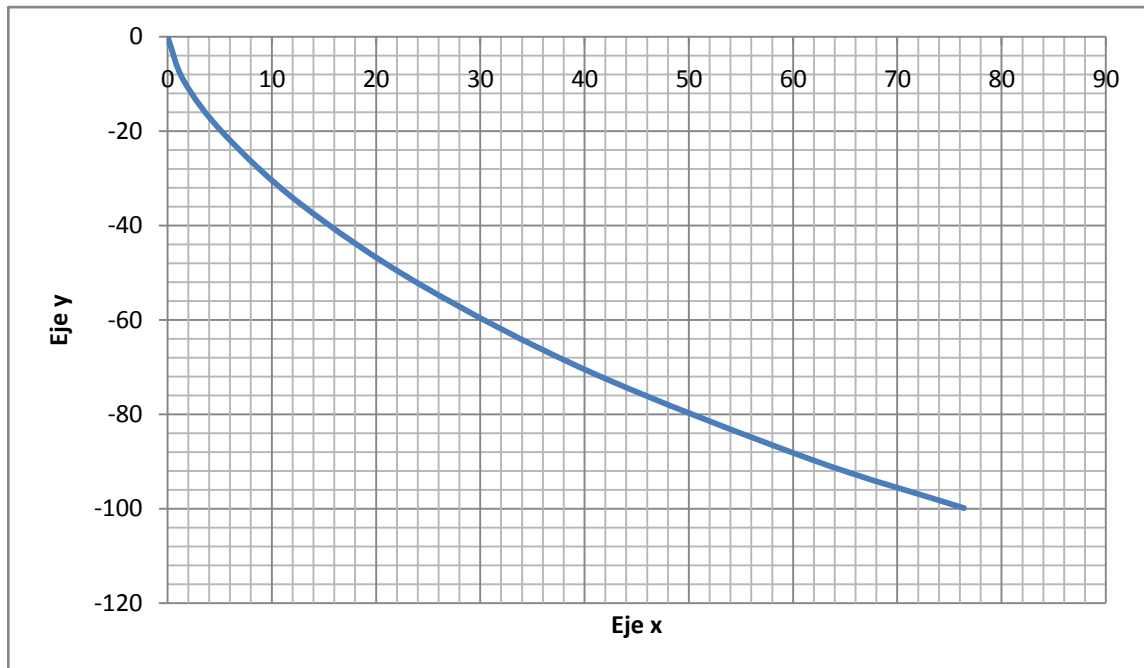


Figura 30.- Perfil de la Rampa de Descarga.

El diseño de la rampa de descarga aparece en el anexo 6.

No se considera en el diseño de la rampa la velocidad inicial de las paletas de helado por ser despreciable respecto a la velocidad que alcanza en la misma.

### 2.3.5 Cinta Alimentadora de Paletas de Helado.

Este es un mecanismo auxiliar que se utiliza como un tercer paso para la orientación y alimentación de las paletas de helado. En ella se descarga el producto de forma que quede en posición horizontal, transversalmente respecto al sentido del avance, con el palo en la misma dirección en que se mueve la cinta de la empacadora. La cinta alimentadora está construida con tablillas de teflón conectadas en charnela y con tabiques que conforman los compartimientos para garantizar la posición indicada, y se mueve con una velocidad lineal de 2.8 m/min.



Dado la baja velocidad de la cinta alimentadora, se hace difícil conseguir esta mediante reducciones convencionales, por lo que se proyecta utilizar un variador de frecuencia SIEMENS con potencia de salida de 1500 W, salida trifásica de 0-240 V, para el control del motor que moverá el mecanismo, semejante al que se emplea para el de la empacadora.

El motor que se utilizará para mover este transportador será de 0.56 kW, lo cual se selecciona sobre el mismo criterio del necesario para la empacadora, ya que en realidad la potencia necesaria es muy baja dado la poca carga del mecanismo. Para el diagrama eléctrico de fuerza y control, anexo 13.

Para el detalle de la cinta alimentadora, ver anexo 7.

### **2.3.6 Rampa de Alimentación.**

La cinta alimentadora entrega 56 paletas de helado por minuto, por lo que el motor que mueve la cadena de la empacadora se regulará con el variador de frecuencia para esa velocidad.

El tramo que corresponde a cada paleta de helado en la cadena de la empacadora es de 200 mm, menos los 130 mm que es la longitud del producto, quedan 70 mm de holgura. La velocidad es, entonces,  $200 \times 56 = 11200$  mm/min, o sea, 0,005357 s/mm por lo que el tiempo en que se desplaza la holgura será de aproximadamente 0,37 s. La rampa alimentadora debe garantizar que el producto entre a una velocidad tal que el tiempo en que alimenta no supere este valor. Esta velocidad será de 0,187 m/s como mínimo.

Esta velocidad es extremadamente pequeña, requiriendo una rampa cicloidal de sólo dos milímetros de altura, lo que constructivamente no tiene sentido.

Por la razón anterior, se propone una rampa semejante a la que abastece a la cinta alimentadora (ver anexo 8) con la cual se logra una velocidad mucho mayor que la necesaria, pero que en realidad favorece la secuencia.



Se alimentará desde la rampa a un soporte (anexo 9) que alinea la paleta de helado con la cadena de la empacadora, sosteniéndola a 3,0 mm por encima de esta, de donde es arrastrada por el tope, lo cual garantiza la secuencia para el empuje.

## **2.4 Cuantificación de los Resultados que se Esperan.**

La efectividad económica que se espera obtener del presente proyecto está respaldada fundamentalmente por el mejor aprovechamiento de la fuerza de trabajo, un incremento en la productividad de esta sin que implique un aumento en el ritmo que pueda provocar un estado de fatiga.

La organización propuesta, así como las soluciones para la automatización de las operaciones de desmoldeo y alimentación realmente reducen el gasto energético de los trabajadores para cumplir con sus funciones en la línea de producción, a la vez que el volumen de producción crece más del doble que el actual.

### **2.4.1 Organización del Trabajo.**

Dado que se cambian los métodos en el proceso, la organización del trabajo cambia, y los resultados que se esperan obtener como efecto de la automatización de las dos operaciones referidas en este trabajo están respaldadas también por la disposición del equipamiento en la planta, de modo que se garantice la continuidad en la línea de producción.



#### **2.4.1.1 Disposición en Planta Actual (anexo 10).**

Se muestran los puestos de trabajo y la secuencia de las operaciones según se realizan actualmente. También se representan los equipos accesorios que forman parte de la secuencia tecnológica.

##### **Descripción del Proceso:**

Un obrero se encarga del desmoldeo. Primero sumerge el molde en el baño de agua caliente y extrae la tapa superior del molde con las 28 paletas. Para congelar de nuevo la superficie de las paletas, se desplaza 4,5 m, abre la tapa de la nevera, deposita el lote, cierra la tapa y regresa al extremo de la paleta. Para esto emplea un tiempo medio de 0,5 min.

Una vez que ha repetido esta operación varias veces, se desplaza a la nevera, extrae los lotes uno a uno y los va sumergiendo en el baño de cobertura, escurriéndolo y colocándolo nuevamente en la nevera para su endurecimiento. Esto dura 0,5 min/lote. Podemos percatarnos rápidamente que hay falta de secuencia y la productividad es menor que la capacidad de la paleta.

Un obrero se encarga de extraer los lotes de paletas con cobertura de la nevera y liberarlos de la tapa, situando sobre la mesa que alimenta la empacadora. El tiempo que emplea en esto es de alrededor de 0,3 minutos. También debe ir moviendo las paletas hasta la proximidad de la cadena de la empacadora.

Un obrero se encarga de alimentar la cadena de la empacadora. Solo puede dedicarse a realizar esta operación, y el ritmo máximo que asimila para un tiempo algo prolongado es de 28 paletas por minuto.

El trabajo de la empacadora es intermitente, dado la baja eficiencia del desmoldeo, que emplea por término medio, alrededor de 1,0 minutos por molde hasta colocar este en la nevera con cobertura, más los 0,5 minutos por molde que es el ritmo de la paleta, arroja un tiempo de 1,5 minutos por molde, por lo que un lote de 30 moldes requiere 45 minutos para llegar a la empacadora, y



esta sólo emplea 30 minutos en empacarlos, o sea, como promedio, cada vez que se empacan 30 moldes, la paleta debe permanecer 15 min en espera.

#### **2.4.1.2 Disposición en Planta Propuesta (anexo 11).**

Esta es la nueva organización que se requiere para garantizar una correcta secuencia en el trabajo y la producción. Como vemos se propone agregar otra nevera para simplificar el diagrama de recorrido.

##### **Descripción del Proceso:**

Un obrero se encarga del desmoldeo. Extrae el lote de paletas del molde inferior y se desplaza alrededor de 1 m, abre la tapa de la nevera, coloca el lote, cierra la tapa y vuelve al puesto. Esto le exige, como máximo, 0,3 min, por lo que aún estará holgado en tiempo, ya que se trabajará a un ritmo de 2 moldes por minuto.

Un obrero se encarga del baño de cobertura. Frente a la nevera de paletas desmoldeadas, abre la tapa, toma un lote, cierra la tapa, sumerge un lote en el baño de cobertura, lo escurre (brevemente), se desplaza a la segunda nevera (alrededor de 1 m), abre la tapa, deposita el lote y cierra la tapa, regresando al punto inicial. Para esto emplea un tiempo medio de 0,4 min. Aunque sólo tiene 0,1 min de holgura, no está presionado por el momento de comienzo o terminación de alguna máquina, lo que hace que pueda acelerar o decelerar el ritmo a conveniencia.

Un obrero se encarga de abastecer el mecanismo de alimentación de la empacadora.

Frente al mecanismo, se desplaza alrededor de 1 m, abre la nevera, toma el lote de paletas (con cobertura), se coloca frente al mecanismo, sitúa el lote y libera las paletas. Sitúa al lado izquierdo (en una mesa) la tapa del molde. Para esto sólo emplea alrededor de 0,3 min (máximo), disponiendo de 0,2 min de holgura.



#### **2.4.2 Análisis de Secuencia (anexo12).**

Exponemos a continuación la secuencia del proceso con sus tiempos correspondientes para verificar que en ningún momento se producirá interferencia entre las operaciones y que la línea funcionará como una cadena.

##### **Desmoldeo.**

La paleta produce a un ritmo de 30 moldes cada 15 min, o sea, 1 molde cada 0,5 min. Para extraer las paletas del molde interior y colocarlas en la nevera se emplea un tiempo de 0,3 min. El tiempo necesario de este en la nevera para endurecer la superficie de las paletas es de 0,5 min.

##### **Baño de Cobertura.**

Para extraer el lote de 28 paletas de helado de la nevera 1, sumergirlo en el baño de cobertura, escurrirlo y colocarlo en la nevera 2 se emplean 0,4 min. El tiempo necesario de este en la nevera para endurecer la cobertura de las paletas es de 0,5 min.

##### **Alimentación.**

La empacadora debe regularse a un ritmo de 56 paletas de helado por minuto, para establecer secuencia con el desmoldeo.

Como la estera de alimentación irá a un ritmo de 56 paletas de helado por minuto en una hilera y el mecanismo de alimentación a esta estera irá a un ritmo de 56 paletas por minuto en 2 hileras (28 paletas por hilera), por lo que avanzará a un ritmo de 1 lote (molde) cada 0,5 min. El tiempo que se empleará para colocar el lote en el mecanismo es de solo 0,3 min (máximo).

El transportador de alimentación a la estera marchará a un ritmo de 28 paletas de helado en 0,5 min en 2 hileras, o sea, el avance es de 14 paletas de helado en ese tiempo.

$\text{Avance/Paleta} = 30 \text{ s}/14 \text{ paleta} = 2,14 \text{ s/paleta}$ .

El espacio de una paleta en el compartimiento del transportador, en la dirección del movimiento, es de 30 mm. Como el tiempo disponible es el de la holgura, o





## *Trabajo de Diploma*

---

sea, 10 mm, el mecanismo de descarga debe hacer descender las paletas hasta que estos estén 30 mm en la dirección vertical en el espacio de descarga y soltarlas en el tiempo en que desplaza 10 mm. Para esto emplean el tiempo:

Tiempo descarga actuador vertical =  $4,4 \text{ s}/150 \text{ mm} = 0,00267 \text{ s}/\text{mm}$ .

Para 10 mm:

$0,00267 \times 10 = 0,0267 \text{ s}$ .

Tiempo desplazamiento + Tiempo descarga =  $0,0267 + 0,3 = 0,33 \text{ s}$ .

El transportador con la paleta recorre ese espacio en:  $(2,14/30) \cdot 10 = 0,71 \text{ s}$ , luego no habrá interferencia entre los separadores del transportador y el mecanismo de descarga.



### **3 CAPÍTULO III TRATAMIENTOS DE LOS RESULTADOS.**

#### **3.1 Introducción.**

La cantidad de las soluciones que se dan a los problemas técnicos en la industria es innumerable, porque esta misma cuantificación corresponde a las dificultades que se presentan a diario en el equipamiento tecnológico y organizativo.

En una cantidad de estos casos lo que se trata es de paliar la situación que se crea en el proceso de producción y no se tiene en cuenta, en la mayoría de las ocasiones, qué ventajas aporta, como no sea el hecho de que no se detenga el proceso.

Cuando la solución tiene como objetivo la racionalización del proceso o un aumento de la productividad en la línea, el único sentido que esta tiene es de lograr alguna ventaja económica o beneficio de algún tipo, y sólo en esta circunstancia es que se justifica.

#### **3.2 Comportamiento de las Variables y Controles.**

Al desarrollar un proyecto, aún estando respaldado por una gran experiencia del especialista en este campo, siempre existe la duda, sobre todo aquellos que deben hacer el desembolso para la inversión, de si funcionará correctamente, tal y como está previsto, a fin de lograr los beneficios que se esperan. Esto está garantizado si se demuestra que las variables y parámetros del proceso se comportan en su rango de variabilidad admisible, así como una buena respuesta de los controles a la secuencia de las operaciones.

En este proyecto todo ha sido tomado en cuenta, y a fin de verificar lo expresado anteriormente, se realizó una simulación de los circuitos electro-neumáticos de las operaciones de desmoldeo y alimentación, ajustándose estos



a la ejecución en tiempo real, y se pudo determinar que había una secuencia correcta entre los pasos a desarrollar por los actuadores y las entradas, salidas y derivaciones en los elementos de control, tales como electroválvulas, fines de carrera, relés, etc.

Cada uno de los pasos de la simulación, con sus posiciones y descripción de las acciones, así como su duración están representados en el Capítulo II.

Los tiempos que corresponden a las acciones manuales, más susceptibles de ser afectados por variabilidad, fueron medidos directamente en el proceso de producción y todos fueron magnificados, para utilizarlos con un margen de seguridad; no obstante, aún disponen de holgura, por lo que no deben provocar ninguna discontinuidad en la línea.

### **3.3 Automatizadores Seleccionados.**

Teniendo en cuenta los parámetros requeridos para satisfacer las variables de operación de los mecanismos de desmoldeo y alimentación, se ha consultado el CATÁLOGO DE PRODUCTOS FESTO y seleccionado los componentes de los circuitos electroneumáticos, así como los actuadores que garanticen las carreras previstas en el proyecto.




### 3.3.1 Automatizadores para el Desmoldeo y Alimentación.

Todos los automatizadores seleccionados se utilizan indistintamente en los mecanismos de desmoldeo y alimentación en su forma genérica, y la diferencia será de ajuste de carreras y velocidades.

➤ **Cilindro Neumático con Válvula Incluida 5/2.**

Esta se usa para los carros longitudinales, tanto del desmoldeo como del alimentador.


Tabla 6.- Automatizadores para el Desmoldeo y Alimentación.

Tipo	Presión de funcionamiento (bar)	Diámetro (mm)	Fuerza (N)	Carrera (mm)	Características Especiales
 Cilindro normalizado DSNU/ESNU	3 – 8	20...25	1 a 172	150 a 300	Aplicable para todos los sectores.
	<b>Temperatura</b>	<b>Valvula</b>	<b>Forma de funcionamiento</b>		Tension de funcionamiento o D.C. 24 V
	-5 -50 °C	5/2 Vias	De doble efecto		

➤ **Cilindro Neumático con Válvulas Incluidas 5/2.**

Este cilindro neumático se utiliza tanto en los brazos neumáticos del desmoldeo como en el carro vertical del alimentador.


Tabla 7.- Descripción del Cilindro Neumático Utilizado para Carros Verticales.

Tipo	Presión de funcionamiento	Diámetro (mm)	Fuerza (N)	Carrera (mm)	Características Especiales
 Cilindro normalizado DSNU/ESNU	3 - 8 Bares	16...25	121 a 295	1 a 200	Aplicable para todos los sectores.
	<b>Temperatura</b>	<b>Valvula</b>	<b>Forma de funcionamiento</b>		
	-5-50 °C	5/2 Vias	De doble efecto		Tension de funcionamiento D.C. 24 V

➤ **Cilindro neumático.**

Este se utiliza tanto en las mordazas del desmoldeo como en la del alimentador.

Tabla 8.- Descripción de un Cilindro Neumático Utilizado para Mordazas.

Tipo	Presión de funcionamiento	Diámetro (mm)	Fuerza (N)	Carrera (mm)	Características Especiales
 Cilindro normalizado DSNU/ESNU	3 – 8 Bares	30..40..50	442 a 1763	1 a 30	Aplicable para todos los sectores.
	<b>Temperatura</b>	<b>Valvula</b>	<b>Forma de funcionamiento</b>		
	-5 -50 °C	5/2 vias	De doble efecto		Tension de funcionamiento D.C. 24 V



➤ **FINAL DE CARRERA**

Se utiliza en cada una de las carreras de los actuadores, tanto en el desmoldeo como en la alimentación.


Tabla 9.- Final de Carrera.


Para la emisión de señales en posiciones finales
Tensión: 0 a 250 V AC/DC
Frecuencia de conmutación máx.: 200 conmutaciones/min
Contacto normalmente cerrado, contacto normalmente abierto, contacto de conmutación
IP 54
Palanca con rodillo, palanca basculante con retorno sin carga

➤ **ELECTROVÁLVULA 5/2**

Se utiliza en cada uno de los actuadores, tanto en el desmoldeo como en la alimentación.

Tabla 10.- Electroválvula.

	
<b>Características.</b>	<b>Propiedades</b>
Función de las válvulas	5/2 monoestable
Tipo de accionamiento	eléctrico
Ancho	44,5 mm
Caudal nominal normal	1.000 l/min
Presión de funcionamiento	2 - 10 bar
Construcción	Corredera
Tipo de reposición	muelle mecánico
Tipo de protección	IP65 según IEC 60529
Diámetro nominal	8 mm

➤ **VÁLVULA REGULADORA ANTIRRETORNO**

Esta se utiliza en cada uno de los actuadores, tanto en el desmoldeo como en la alimentación.

Tabla 11.- Válvula Reguladora Antiretorno.


	
Características	Propiedades
Función de las válvulas	Función de estrangulación y antirretorno
Conexión neumática 1	QS-3
Conexión neumática 2	M3
Elemento de ajuste	Tornillo con cabeza ranurada
Tipo de fijación	atornillable
Caudal nominal normal en el sentido de la estrangulación	41 l/min.
Caudal nominal normal en el sentido del antirretorno	27 - 50 l/min.
Presión de funcionamiento	0,2 - 10 bar.
Temperatura ambiente	-10 - 60 °C
Fluido	Aire comprimido filtrado, sin lubricar, grado de filtración de 40 µm
Posición de montaje	indistinto
Caudal estándar en sentido de regulación del flujo: 6 -> 0 bar.	95 l/min.
Caudal estándar en sentido de bloqueo: 6 -> 0 bar.	75 - 110 l/min.



➤ **TUBO FLEXIBLE CON CALIBRACION EXTERIOR**


Se utiliza en la alimentación de cada uno de los actuadores tanto en el desmoldeo como en la alimentación.

Tabla 12.- Tubo Flexible con Calibración Exterior.

	Características	Propiedades
	Diámetro exterior	4 mm
	Radio de flexión relevante para el caudal	30 mm
	Diámetro interior	2,8 mm
	Radio máximo de curvatura	8 mm
	Presión de funcionamiento en función de la temperatura	-0,95 - 8 bar
	Fluido	Aire comprimido filtrado vacío
	Temperatura ambiente	-35 - 50 °C
	Peso del producto según la longitud	0,008 kg/m
	Dureza Shore	D 52 +/-3

**Transformador 220/24v.**

Tabla 13.- Transformador 220/24v.

LÍNEA 22		Ancho=mm	Peso	Código	Potencia
	Tensiones de Entrada: nominal <b>220V</b> , a pedido <b>110V</b> , <b>380V</b> , <b>50-60Hz</b>	45	0.65 kg.	94-T22-30	<b>30 VA</b>
	Base 96mm alto: 56mm con bornes para estañar Tensiones de Salida en carga: nominales <b>12V</b> , <b>24V</b> , a pedido <b>30V a 150V</b> .	55	0.80 kg.	94-T22-40	<b>40 VA</b>



### **3.4 Resultados que se Esperan de la Automatización.**

Lo más acostumbrado en los proyectos de automatización es pretender disminuirla cantidad de personal necesario para realizar las operaciones, ya que estas funciones se asignan a las máquinas, con la cual se logra continuidad en la producción, y como resultado de esto, también se logra incrementar la productividad en la línea.

En el presente trabajo, dado que se trata de una automatización parcial, no se reduce la mano de obra, pero sí como resultado de la solución desarrollada se hace una nueva asignación de tareas, producto de lo cual se logra garantizar la secuencia de la línea.

En la tabla 14 se puede ver la organización del trabajo actual, que se describe en el capítulo anterior. La secuencia de tiempos en la línea es la siguiente:



Tabla 14.- Secuencia del Proceso (Método Actual).

SECUENCIA DEL PROCESO (METODO ACTUAL)							
Lotes de 30 Moldes	Operaciones de la Secuencia Tecnológica.						
	Congelación	Desmoldeo	Endurecimiento Superficial	Baño de Cobertura	Endurecimiento Superficial	Alimentación	Empaque
	Tiempos Normativos (minutos/lote)						
	15	15	15	15	15	9	30
1	15	30	45	60	75	84	114
2	45	60	75	90	105	114	144
3	75	90	105	120	135	144	174
4	105	120	135	150	165	174	204
5	135	150	165	180	195	204	234
6	165	180	195	210	225	234	264
7	195	210	225	240	255	264	294
8	225	240	255	270	285	294	324
9	255	270	285	300	315	324	354
10	285	300	315	330	345	354	384
11	315	330	345	360	375	384	414
12	345	360	375	390	405	414	444
13	375	390	405	420	435	444	474
14	405	420	435	450	465	474	504
15	435	450	465	480	495	504	534
16	465	480	495	510	525	534	564
17	495	510	525	540	555	564	594
18	525	540	555	570	585	594	624
19	555	570	585	600	615	624	654
20	585	600	615	630	645	654	684



Tabla 15.- Secuencia del Proceso (Método Propuesto).

SECUENCIA DEL PROCESO (METODO PROPUESTO)							
Lotes de 30 Moldes	Operaciones de la Secuencia Tecnológica.						
	Congelación	Desmoldeo	Endurecimiento Superficial	Baño de Cobertura	Endurecimiento Superficial	Alimentación	Empaque
	Tiempos Normativos (minutos/lote)						
	15	9	15	12	15	9	15
1	15	24	39	51	66	75	90
2	30	32	54	66	81	90	105
3	45	54	69	81	96	105	120
4	60	69	84	96	111	120	135
5	75	84	99	111	126	135	150
6	90	99	114	126	141	150	165
7	105	114	129	141	156	165	180
8	120	129	144	156	171	180	195
9	135	144	159	171	186	195	210
10	150	159	174	186	201	210	225
11	165	174	189	201	216	225	240
12	180	189	204	216	231	240	255
13	195	204	219	231	246	255	270
14	210	219	234	246	261	270	285
15	225	234	249	261	276	285	300
16	240	249	264	276	291	300	315
17	255	264	279	291	306	315	330
18	270	279	294	306	321	330	345
19	285	294	309	321	336	345	360
20	300	309	324	336	351	360	375



La tabla 15 se ha conformado sobre la base de los tiempos normativos medidos para la organización del trabajo propuesto, fundamentada por los nuevos métodos que se derivan de la automatización de las operaciones de desmoldeo y alimentación.

Vemos que actualmente se produce a un ritmo máximo de 1 474 paletas/hora, lo cual se ve afectado por la tabla de secuencia y una deficiente organización.

Según el método propuesto, se producirá a un ritmo de 2 688 paletas/hora respaldado por las mejoras introducidas en el proceso.

Así el principal resultado que se espera de la automatización de las operaciones de desmoldeo y alimentación es el incremento de la productividad en un 82 % y la producción por turno de 8 horas se elevará desde 11 792 paletas de helado hasta 21 504.

Es también un aporte de este trabajo el hecho de que la capacidad instalada de la paleta (3 000 paletas/hora) se aprovechara en un 90 %, mientras que actualmente sólo se logra un 49 %.

La capacidad instalada de la empacadora es de 7 200 paletas/hora. Según el método actual, esta se aprovecha en un 20,5 % mientras que por el método propuesto este índice se elevará hasta el 37,3 %.

Debe especificarse que el índice de aprovechamiento de la empacadora según el método propuesto es solo de 37,3 % debido a las limitaciones que impone la paleta en la línea pues su capacidad instalada es solo del 41,7 % respecto a la empacadora.

Es importante señalar que si se instalara una paleta de más capacidad, los mecanismos de desmoldeo y alimentación se pueden regular para asimilar el incremento de producción en la línea, lo que haría esta mucho más eficiente, y mayor los beneficios que reportaría el método propuesto respecto al actual.



**Observaciones:** Las tabla 14 y 15 presentan los tiempos de terminación de las operaciones de forma sumaria, o sea, considerando que la jornada empieza en el minuto cero.

Los tiempos de culminación de la operación de congelación en la paleta responde a la organización del trabajo correspondiente al método de referencia. Los tiempos de endurecimiento superficial después del desmoldeo y del baño de cobertura son tiempos tecnológicos y no influyen en la secuencia del desmoldeo, pero si en la de empaque.

### **3.5 Valoración del impacto económico y medio ambiental.**

La solución técnica desarrollada en este trabajo debe estar finalmente respaldada por un análisis y valoración de las ventajas económicas que resultan de su aplicación, y a la vez del impacto medio ambiental que produce.

La valoración económica tiene en cuenta los cambios que se proponen en las operaciones de desmoldeo y alimentación, por lo que evaluaremos ambas de forma independiente y finalmente consideraremos el efecto económico global resultante de la acción simultánea de las mismas como elementos componentes de la línea de producción.



### 3.5.1 Desmoldeo.

En las tablas que se muestran a continuación aparecen los gastos en que se incurre para poder ejecutar la propuesta tecnológica que considera la operación de desmoldeo.

Tabla 16.- Componentes Electroneumáticos para el Desmoldeo.

<b>Componentes Electroneumáticos.</b>				
<b>Componente.</b>	<b>U.M.</b>	<b>Precio. (\$)</b>	<b>Cantidad.</b>	<b>Valor. (\$)</b>
Cilindro con válvula incluida 5/2, diámetro 25 mm.	Uno.	120,00	3	360,00
Cilindro pequeña carrera, diámetro 30 mm.	Uno.	90,00	2	180,00
Electroválvula 5/2.	Uno.	39,00	2	78,00
Unidad de Mantenimiento.	uno	80,00	1	80,00
Válvula reguladora antirretorno.	Uno.	25,00	5	125,00
Final de carrera de palanca basculante.	Uno.	15,00	10	150,00
Tubo flexible, diámetro 4 mm.	m.	0,20	25	5,00
Transformador CD – 220/24 V.	Uno.	10,00	1	10,00
Freezer horizontal C-10 Wold WCB.	Uno.	393,15	1	393,15
Cable electric 16 NWG.	m.	0,30	25	7,50
<b>VALOR TOTAL</b>				<b>1388,65</b>



Tabla 17.- Materiales y Energía para el Desmoldeo.

<b>Materiales y Energía.</b>				
<b>Material.</b>	<b>U.M.</b>	<b>Precio. (\$)</b>	<b>Cantidad.</b>	<b>Valor. (\$)</b>
Chapa AISI – 304, espesor: 1,0 mm	kg.	35,50	6,0	213,00
Chapa AISI – 304, espesor: 3,0 mm	kg.	33,25	0,8	26,60
Chapa AISI – 304, espesor: 5,0 mm	Kg.	31,60	15,0	474,00
Tornillos rosca de chapa, diámetro 6 mm.	100	2,80	50	1,40
Electrodos E-304L, diámetro 3 mm.	Kg	14,29	1,2	17,14
Energía eléctrica	kW-h	0,13	35	4,55
<b>VALOR TOTAL</b>				<b>736,69</b>

Tabla 18.- Mano de Obra para el Desmoldeo.

<b>Mano de Obra.</b>			
<b>Puesto de Trabajo</b>	<b>Tarifa Horaria (\$/h)</b>	<b>Tiempo Empleado (h)</b>	<b>Salario Total (\$)</b>
Mecánico A para industria alimenticia.	2.29	12	27.48
Soldador A.	1.82	5	9.10
Mecánico instalador de equipos industriales.	1.88	12	22.56
Electricista general.	2.19	4	8.76
Ayudante.	1.62	12	19.44
<b>VALOR TOTAL</b>			<b>87.34</b>





### 3.5.2 Alimentación.

En las tablas que se muestran a continuación aparecen los gastos en que se incurre para poder ejecutar la propuesta tecnológica que considera la operación de alimentación.

Tabla 19.- Componentes Eléctricos para la Alimentación.

<b>Componentes Electroneumáticos.</b>				
<b>Componente.</b>	<b>U.M.</b>	<b>Precio. (\$)</b>	<b>Cantidad.</b>	<b>Valor. (\$)</b>
Cilindro con válvula incluida 5/2, diámetro 25 mm.	Uno.	120,00	3	360,00
Cilindro pequeña carrera, diámetro 30 mm.	Uno.	90,00	1	90,00
Electroválvula 5/2.	Uno.	39,00	1	39,00
Válvula reguladora antirretorno.	Uno.	25,00	4	100,00
Unidad de mantenimiento	Uno.	80,00	1	80,00
Final de carrera de palanca basculante.	Uno.	15,00	8	120,00
Tubo flexible, diámetro 4 mm.	m.	0,20	25	5,00
Transformador CD – 220/24 V.	Uno.	10,00	1	10,00
Motor 3/4 hp, 220 V, trifásico.	Uno	40,00	2	80,00
Variador de Frecuencia ajustable entre 0 y 400Hz.	Uno.	70,00	2	140,00
Cable eléctrico 16 NWG.	m.	0,30	25	7,50
Cinta Transportadora Teflón	m.	55,30	5	276,50
<b>VALOR TOTAL</b>				<b>1308,00</b>



Tabla 20.- Materiales y Energía para la Alimentación.

<b>Materiales y Energía.</b>				
<b>Material.</b>	<b>U.M.</b>	<b>Precio. (\$)</b>	<b>Cantidad.</b>	<b>Valor. (\$)</b>
Chapa AISI – 304, espesor: 1,0 mm	kg.	35,50	6,0	213,00
Chapa AISI – 304, espesor: 3,0 mm	kg.	33,25	0,8	26,60
Chapa AISI – 304, espesor: 5,0 mm	kg.	31,60	15,0	474,00
Tornillos rosca de chapa, diámetro 6 mm.	100	2,80	50	1,40
Electrodos E-304L, diámetro 3 mm.	Kg	14,29	1,2	17,14
Energía eléctrica.	kW-h	0,13	35	4,55
<b>VALOR TOTAL</b>				<b>736,69</b>

Tabla 21.- Mano de Obra para la Alimentación.

<b>Mano de Obra.</b>			
<b>Puesto de Trabajo</b>	<b>Tarifa Horaria (\$/h)</b>	<b>Tiempo Empleado (h)</b>	<b>Salario Total (\$)</b>
Mecánico A para industria alimenticia.	2.29	15	34.35
Soldador A.	1.82	8	14.56
Mecánico instalador de equipos industriales.	1.88	24	45.12
Electricista general.	2.19	5	10.95
Ayudante.	1.62	24	38.88
<b>VALOR TOTAL</b>			<b>143.86</b>



### **3.5.3 Efecto Económico.**

Según habíamos evaluado en el epígrafe 3.4, con la organización actual se puede producir 11 792 paletas de helado por turno de 8 horas, mientras que con la solución propuesta, se logra elevar este valor hasta 21 504, o sea, un incremento de 9 712 unidades. El precio de venta, por la empresa es de \$0,14 por paleta de helado, por lo que el beneficio diario asciende a \$1 359,68. Considerando solo 280 jornadas por año, deduciendo mantenimiento, roturas imprevistas, días feriados, días no laborables, etc, se logra un incremento en el beneficio ascendente a \$380 710,4. Sumando los gastos de inversión en el desmoldeo y alimentación, tenemos que el costo por este concepto asciende a \$4 401,23, por lo que en el primer año de aplicado, deduciendo este gasto, se obtiene un beneficio de \$376 309,17 mientras que en los siguientes, se obtiene todo como ganancia.

La inversión realmente se recuperaría en:

$$\frac{\$4\,401,23}{\$1\,359,68} = 3,23 \text{ jornadas.}$$

O sea, en sólo 3 ¼ jornadas se paga la inversión.

### **3.5.4 Impacto Medio ambiental.**

Las propuestas desarrolladas en este trabajo no exigen la aplicación o utilización de componentes nocivos al medio ambiente, ya que sólo se utiliza aire comprimido, que por demás es filtrado, y no tiene ninguna implicación de tipo ambiental. Tampoco se hace necesario eliminar elementos de la naturaleza ni se afecta en forma alguna la biota, ya que la instalación se hace sobre equipos ya en funcionamiento, y sí humaniza notablemente el trabajo, a pesar de haber un incremento en la productividad en la línea.



## **CONCLUSIONES.**

1. El esquema organizativo empleado actualmente no está secuenciado y ello provoca que sea de baja productividad.
2. Los mecanismos de desmoldeo y alimentación permiten establecer una secuencia en la línea que permite continuidad en la producción.
3. La propuesta de automatización de las operaciones de desmoldeo y alimentación garantiza como mínimo un 82% de incremento de la productividad.
4. El esquema organizativo propuesto considera una redistribución del contenido de trabajo entre los obreros que laboran en esta área, de modo que los tiempos necesarios para realizar sus funciones se reducen y por tanto, permiten regular el flujo a un ritmo constante prefijado por la paleta.
5. El efecto económico que se logra es tan significativo, que la inversión necesaria se recupera en menos de 4 jornadas de trabajo.
6. El sistema propuesto tiene gran elasticidad, de modo que si se adquiriera una paleta más productiva, se puede regular la línea para asimilar el incremento en la producción.



## **RECOMENDACIONES.**

1. Implantar el esquema organizativo propuesto, de modo que cada obrero conozca qué acciones debe realizar y de qué tiempo dispone para ello, así como los correspondientes diagramas de recorrido.
2. Una vez instalados los mecanismos para la automatización de las operaciones de desmoldeo y alimentación, regular la línea al ritmo del equipo limitante (paletera), así como reajustar las carreras de trabajo y las correspondientes velocidades de los actuadores.
3. Supervisar la línea para evitar violaciones de la disciplina tecnológica, al menos hasta que los obreros desarrollen habilidades y hayan incorporado las acciones de trabajo a su instinto laboral.
4. Se propone que sean estudiadas las operaciones de llenado de los moldes y de colocación de los palitos para ser mecanizadas, lo que elevará notablemente el grado de automatización del proceso.



## **BIBLIOGRAFÍA.**

### **BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.**

1. Bautista R. “Aplicación de las Máquinas Neumáticas”. Editorial Pre Edición. 2001.
2. Charles H.Lehmann. “Geometría Analítica.Edición”. Revolucionaria. La Habana, 1968.
3. Di Bartolo, E. “Guía de Elaboración de Helados”. Editorial LNS. 2005.
4. George B.Thomas. “Cálculo Infinitesimal y Geometría Analítica”. Edición Revolucionaria. La Habana, 1968.
5. Pastor, Santalo, Balazat. “Geometría Analítica.” Edición Revolucionaria.La Habana, 1968.

### **BIBLIOGRAFÍA CITADA.**

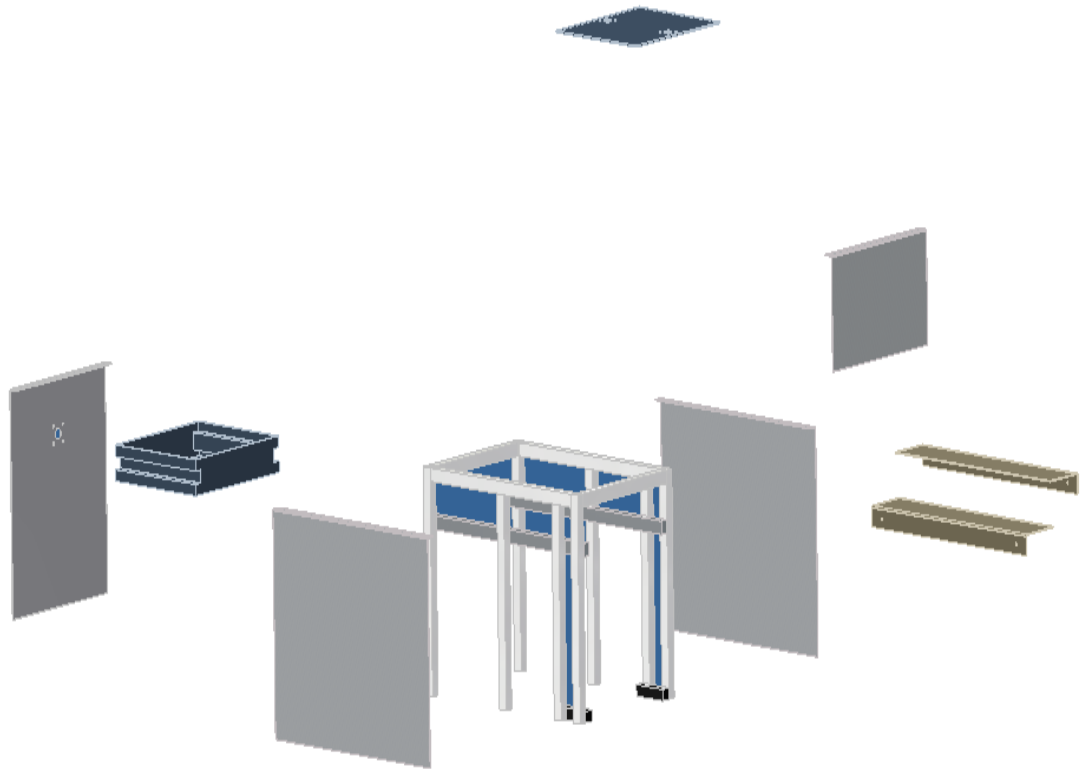
1. CONGELADOR DISCONTINUO. Disponible en:[www.nevemex.com](http://www.nevemex.com). Consultado 20 Diciembre 2009.
2. DISTRIBUIDORES ELECTRONEUMÁTICOS. Disponible en: [www.ascojoucomatic.com](http://www.ascojoucomatic.com). Consultado 25 Enero 2009.
3. EMPACADORA DE HELADOS Y CONFITES. Disponible en: [www.fripacksrl.com.ar/index.php/productos/minipack](http://www.fripacksrl.com.ar/index.php/productos/minipack). Consultado 10 Enero 2010.
4. MAQUINARIA PARA ELABORACION DE PALETAS DE HELADO, FP 3000. Disponible en: [www.frisher.com](http://www.frisher.com). Consultado 14 Diciembre 2009.
5. Programa FluidSIM-P. Disponible en: [www.oleohidraulica.com](http://www.oleohidraulica.com). Consultado 10 Diciembre 2009.
6. SISTEMAS DE REFRIGERACION. Disponible en:[www.caloryfrio.com/el-saber-hacer/aire-acondicionado/sistema-de-refrigeracion-por-compresion.html](http://www.caloryfrio.com/el-saber-hacer/aire-acondicionado/sistema-de-refrigeracion-por-compresion.html). Consultado 15 Enero 2010.



**ANEXOS.**



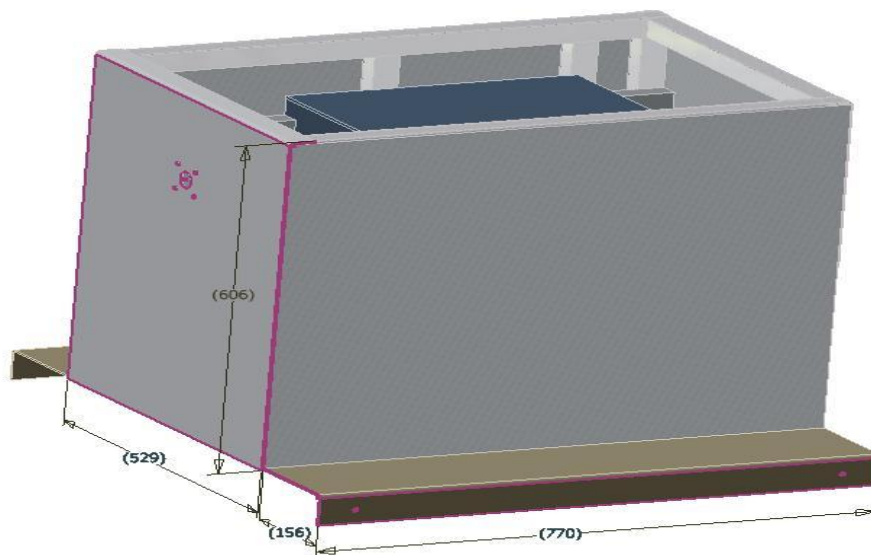
**ANEXO 1-A.- ESTRUCTURA DE DESMOLDEO (DESPIECE).**



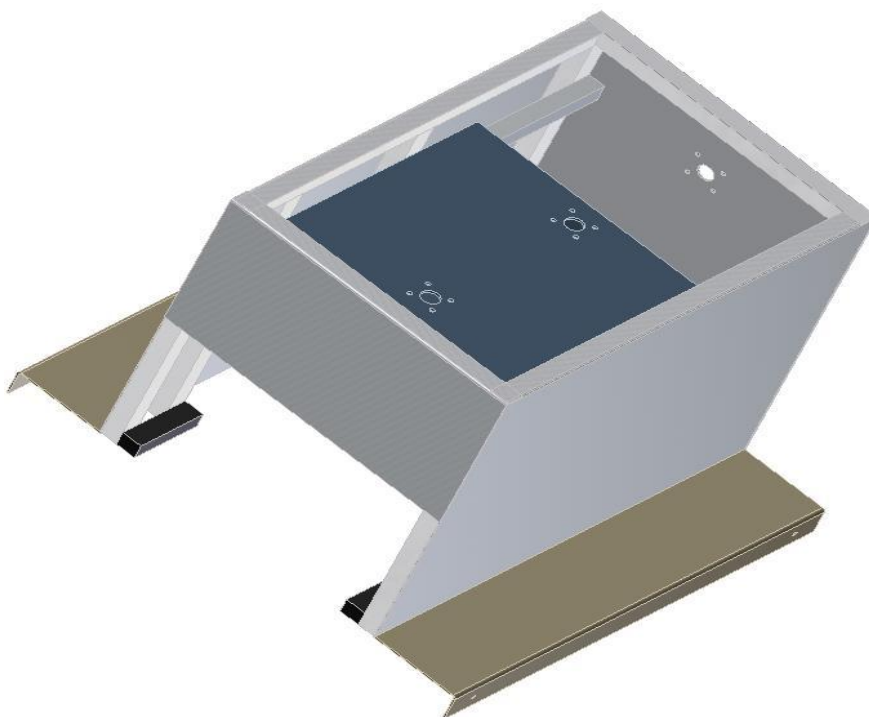




**ANEXO 1-B.- ESTRUCTURA DE DESMOLDEO (ENSAMBLE).**



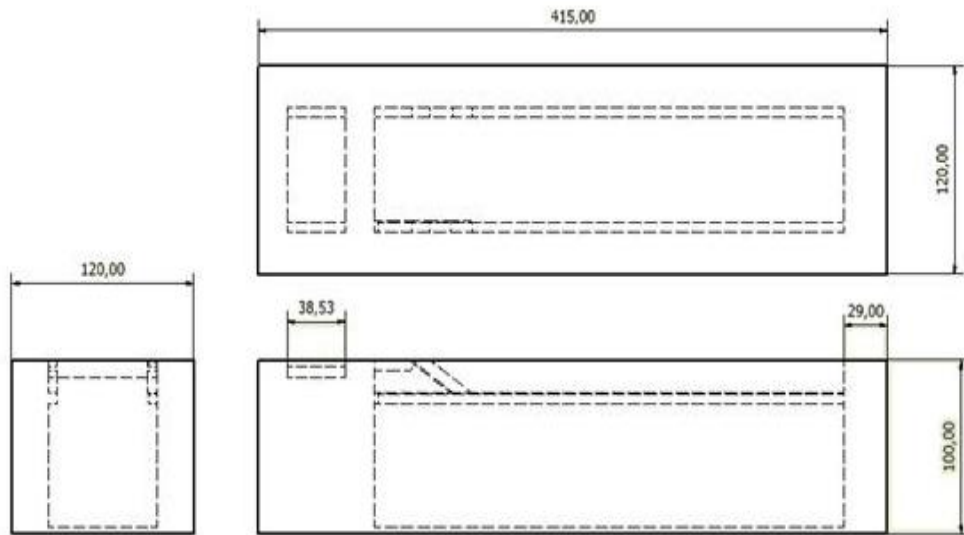
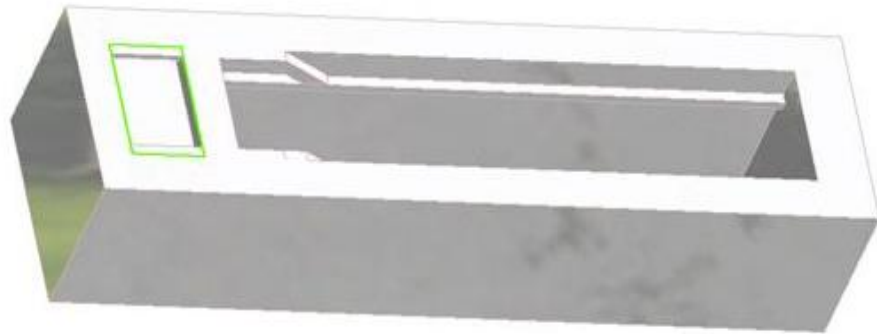
**VISTA POSTERIOR.**



**VISTA FRONTAL.**

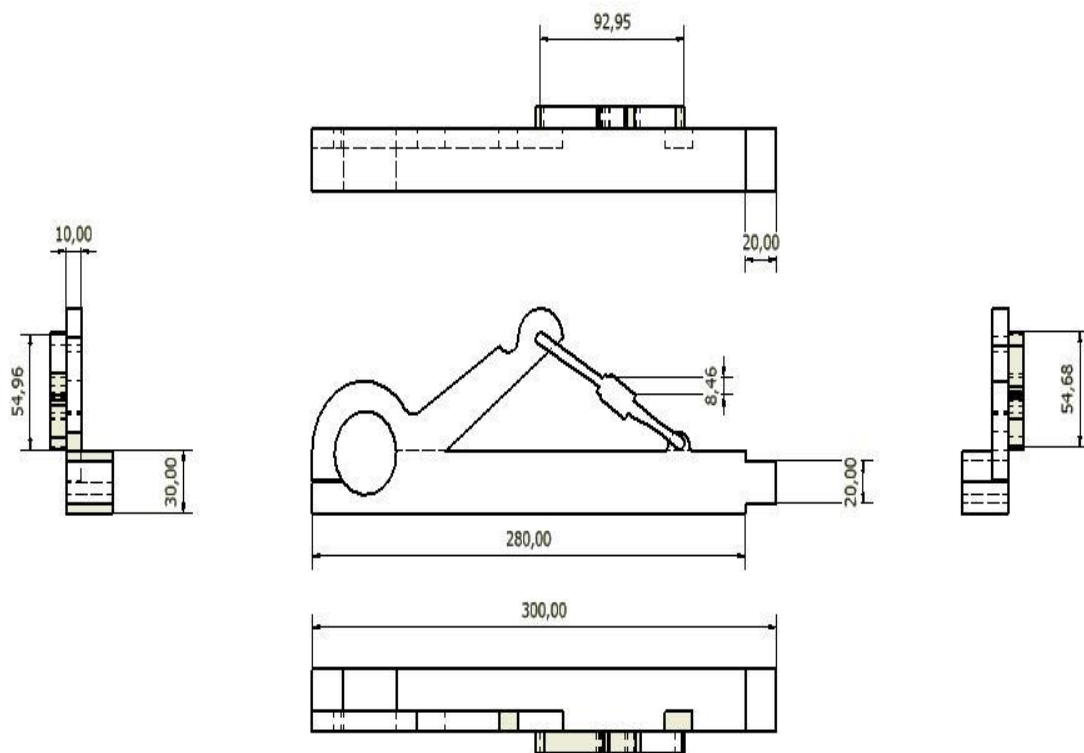


**ANEXO 2.- MODIFICACION A LA PALETERA FP 3000.**





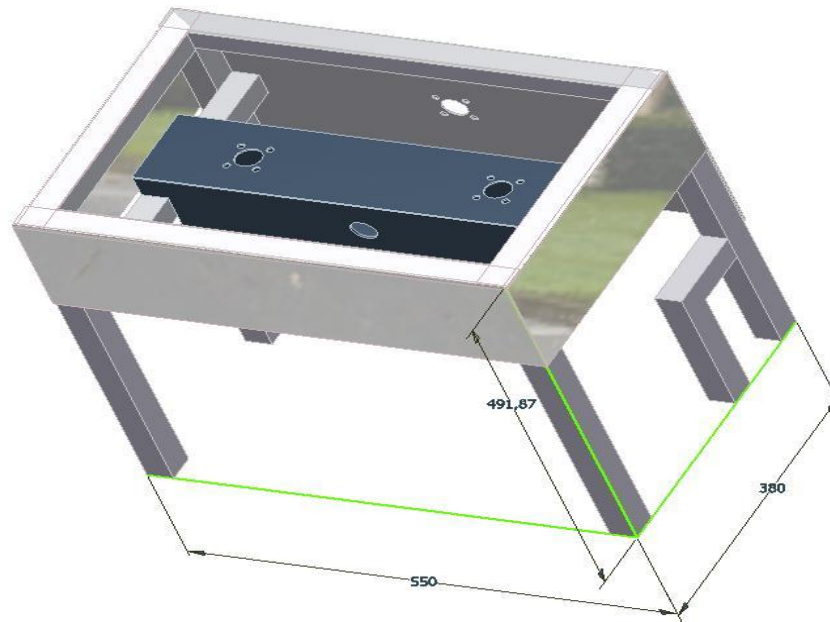
## ANEXO 2A.- DISEÑO DEL BRAZO NEUMÁTICO







**ANEXO 3-B.- ESTRUCTURA DE ALIMENTADOR (ENSAMBLE).**



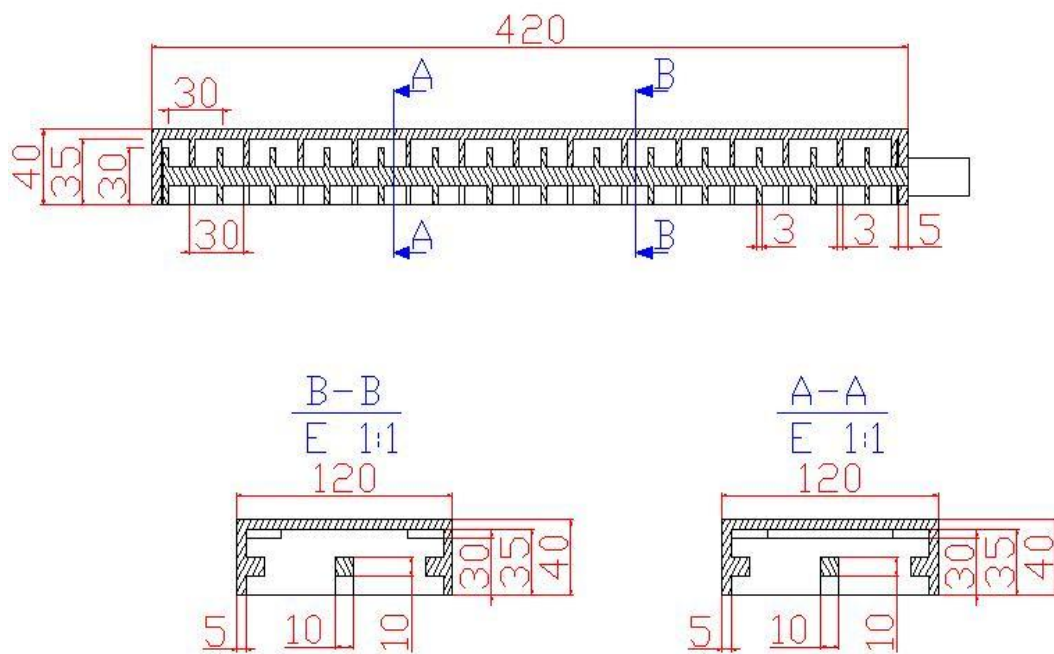
**VISTA FRONTAL.**



**VISTA LATERAL.**

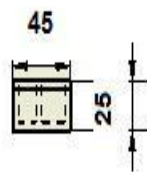
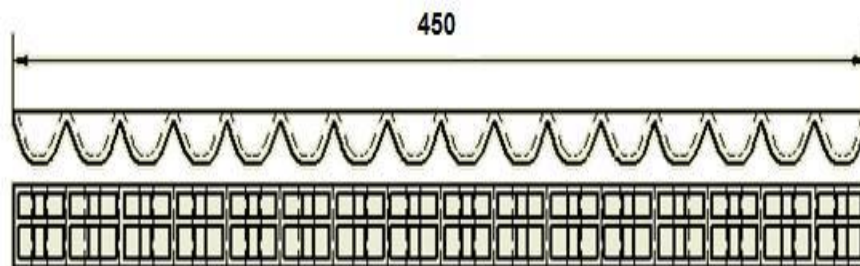


ANEXO 3-C.- MORDAZAS DEL CARRO LONGITUDINAL.

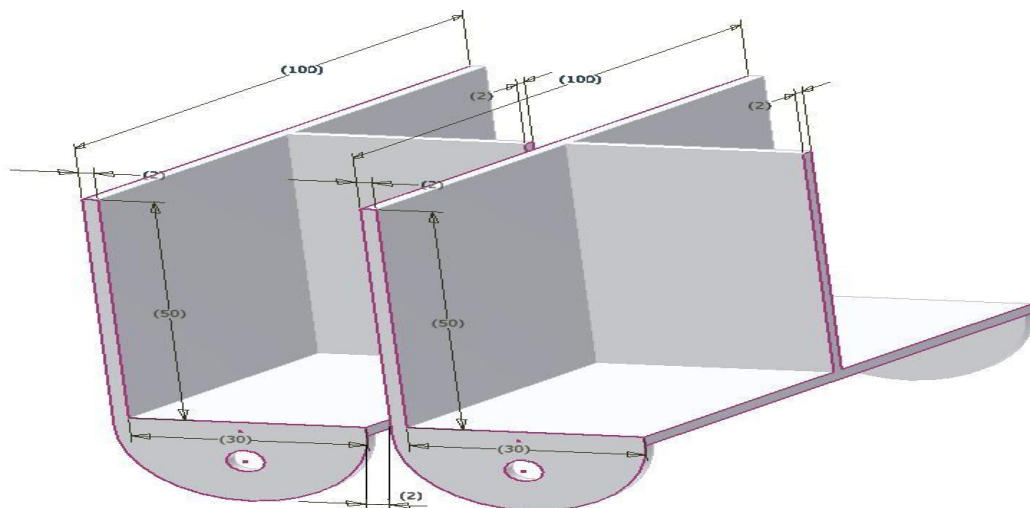
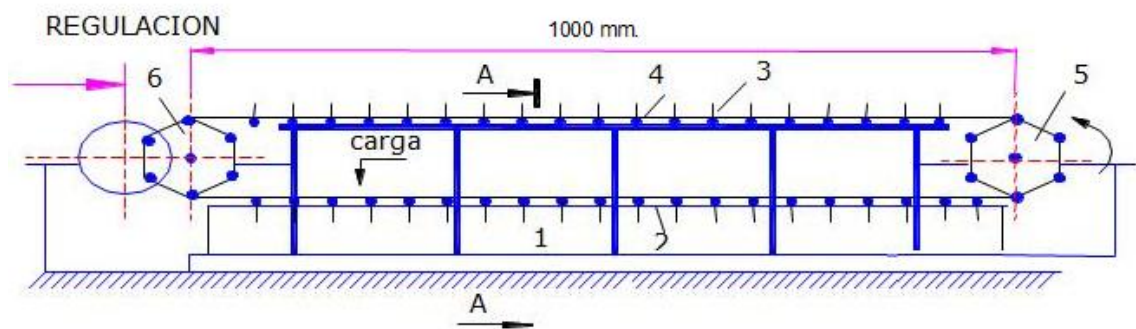




**ANEXO 4.- MOLDE FIJO DE ALIMENTACION.**



## ANEXO 5.- TRANSPORTADOR.

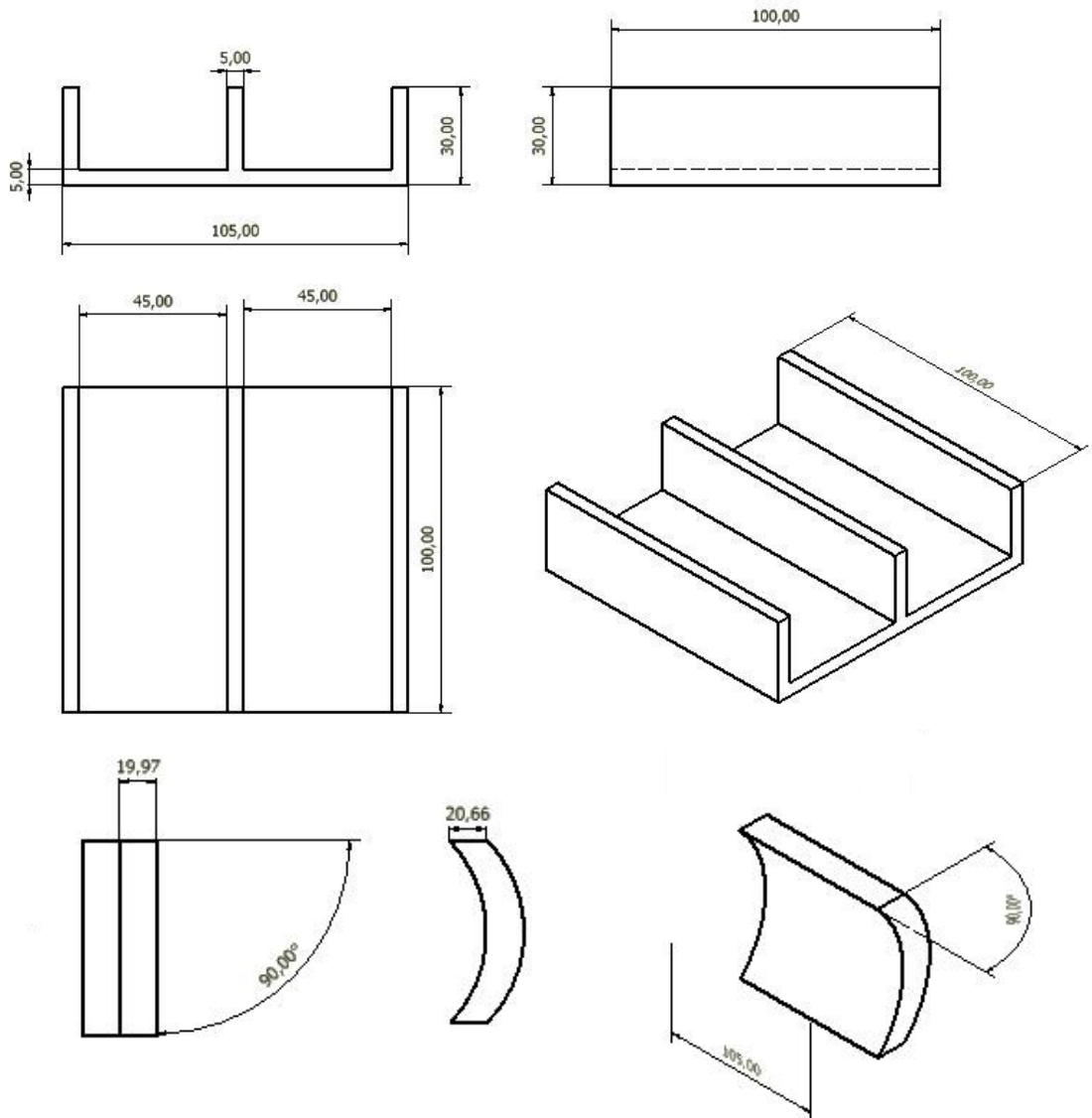


DETALLE DE LA CINTA TRANSPORTADORA.



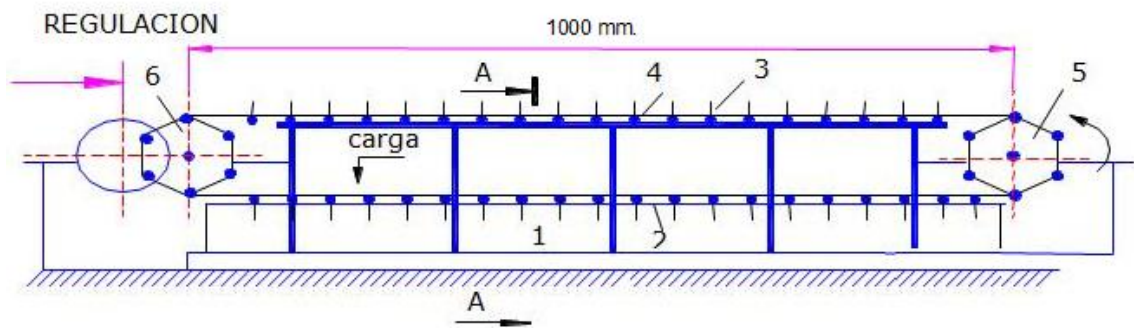


ANEXO 6.- RAMPA DE DECARGA.

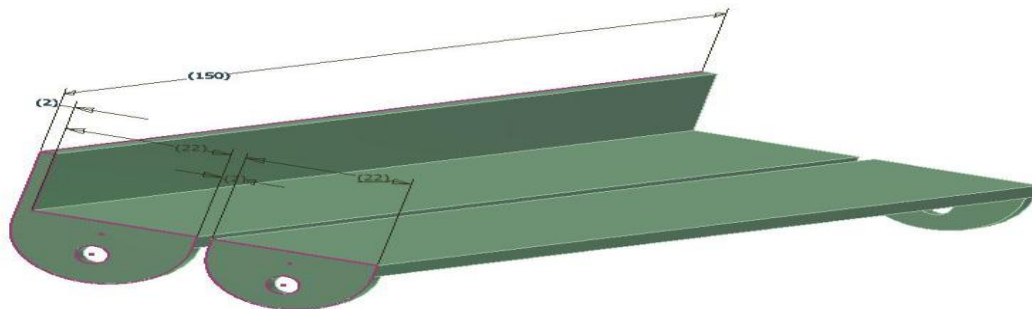




## ANEXO 7.- CINTA ALIMENTADORA.

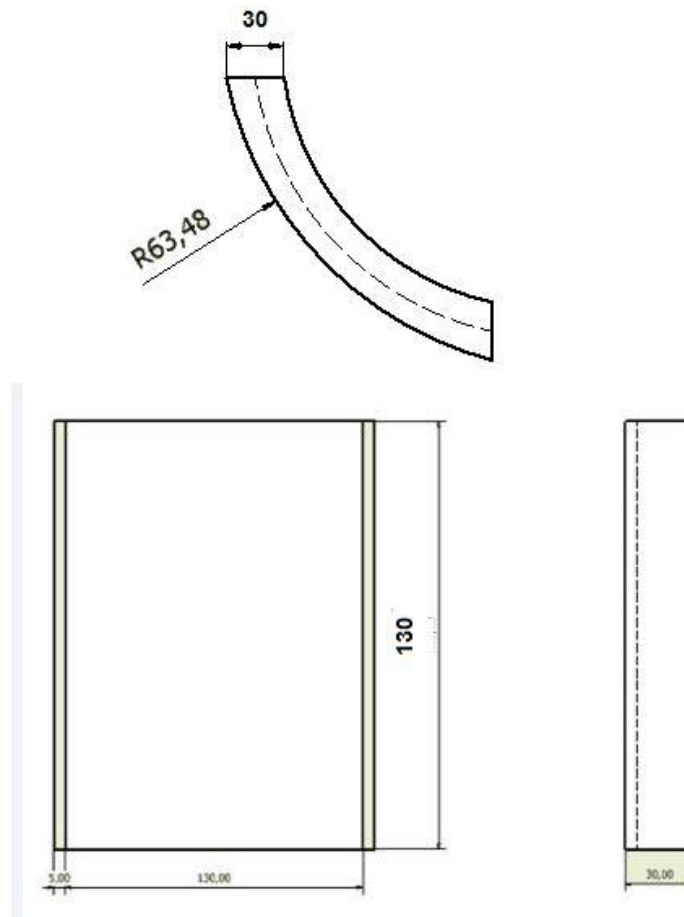


### DETALLE DE LA CINTA DE ALIMENTACION.



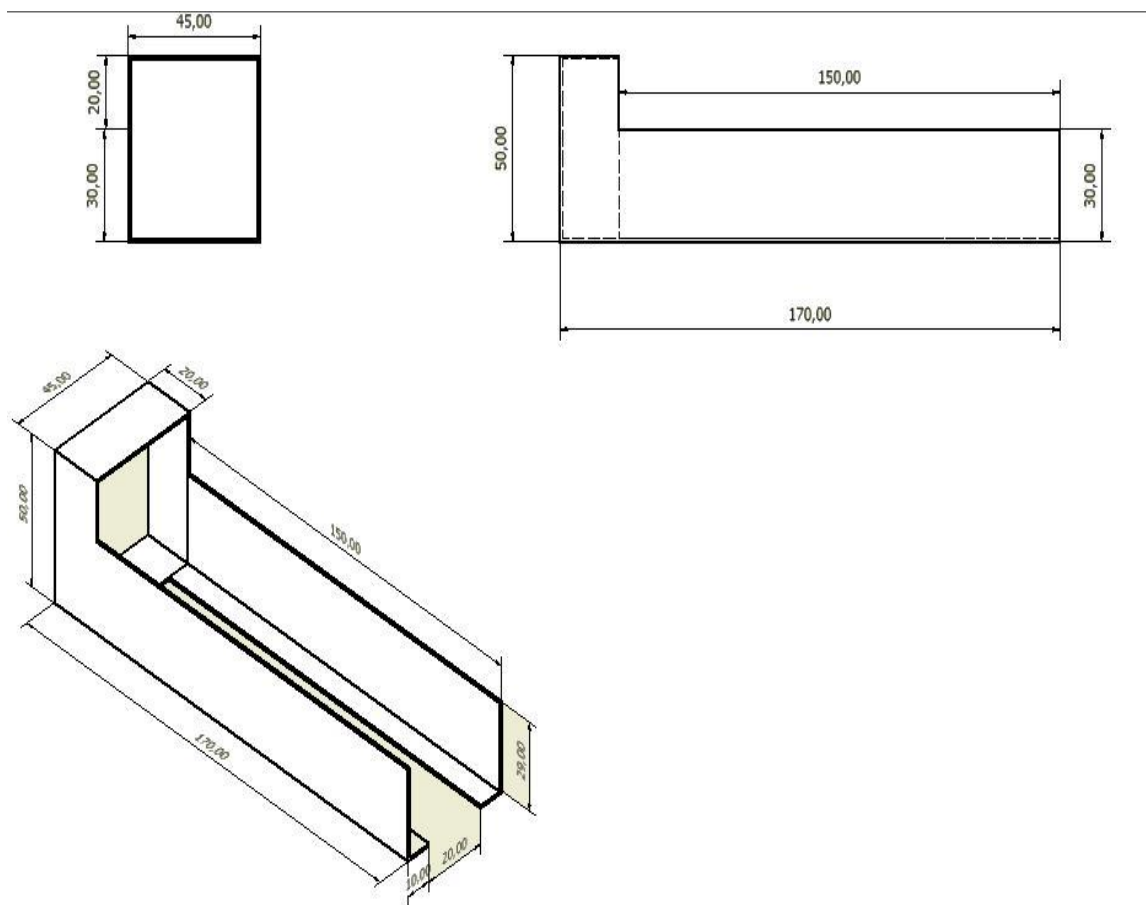


**ANEXO 8.- RAMPA ALIMENTADORA.**



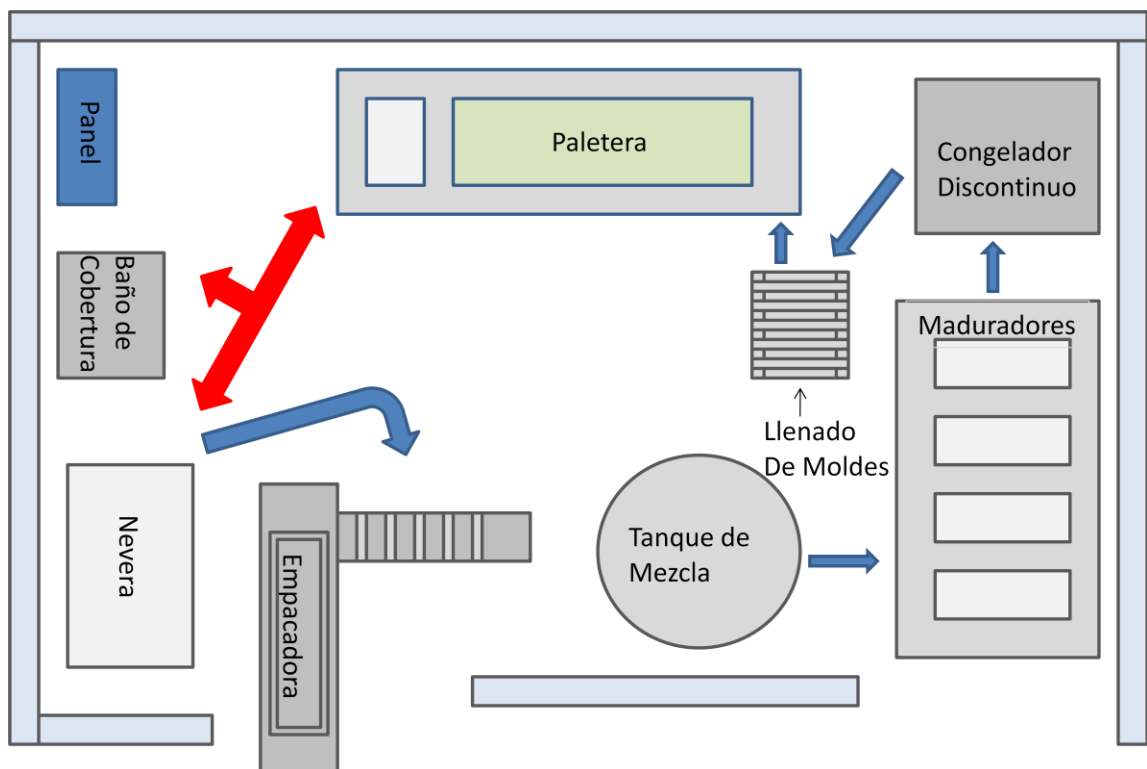


**ANEXO 9.- SOPORTE**



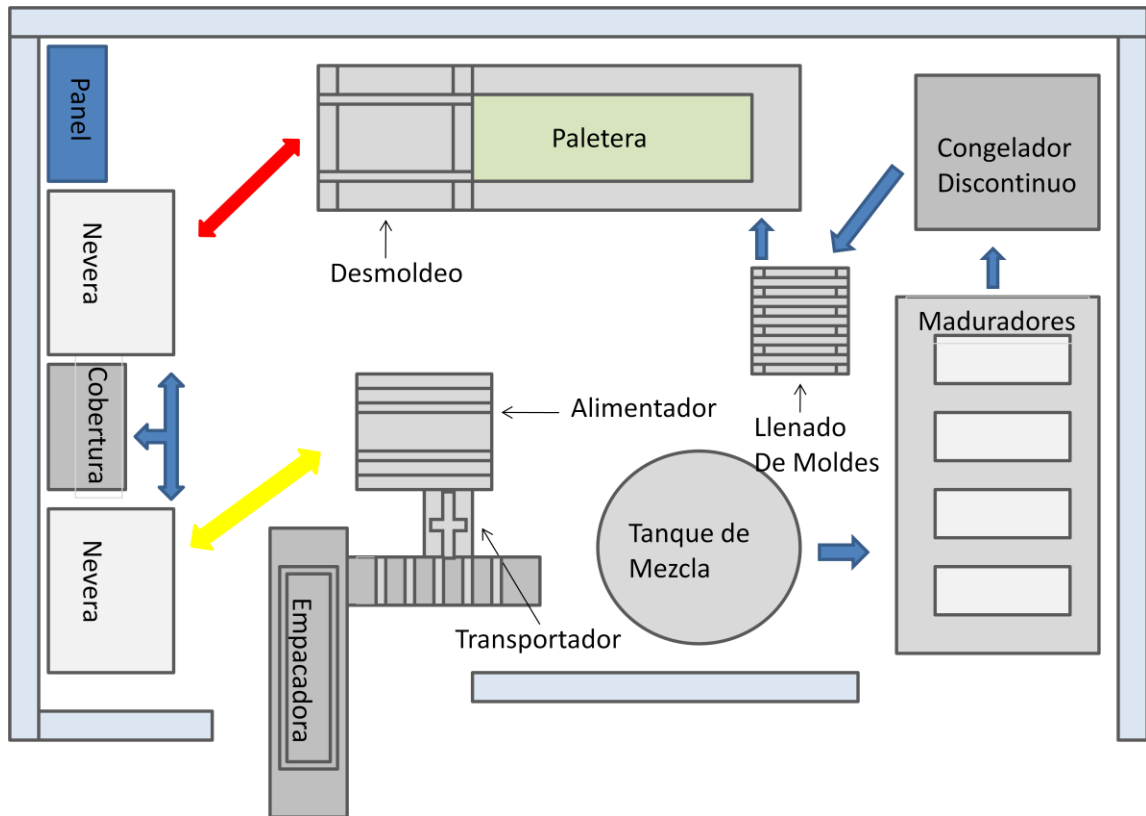


**ANEXO 10.- DISPOSICION EN PLANTA ACTUAL.**



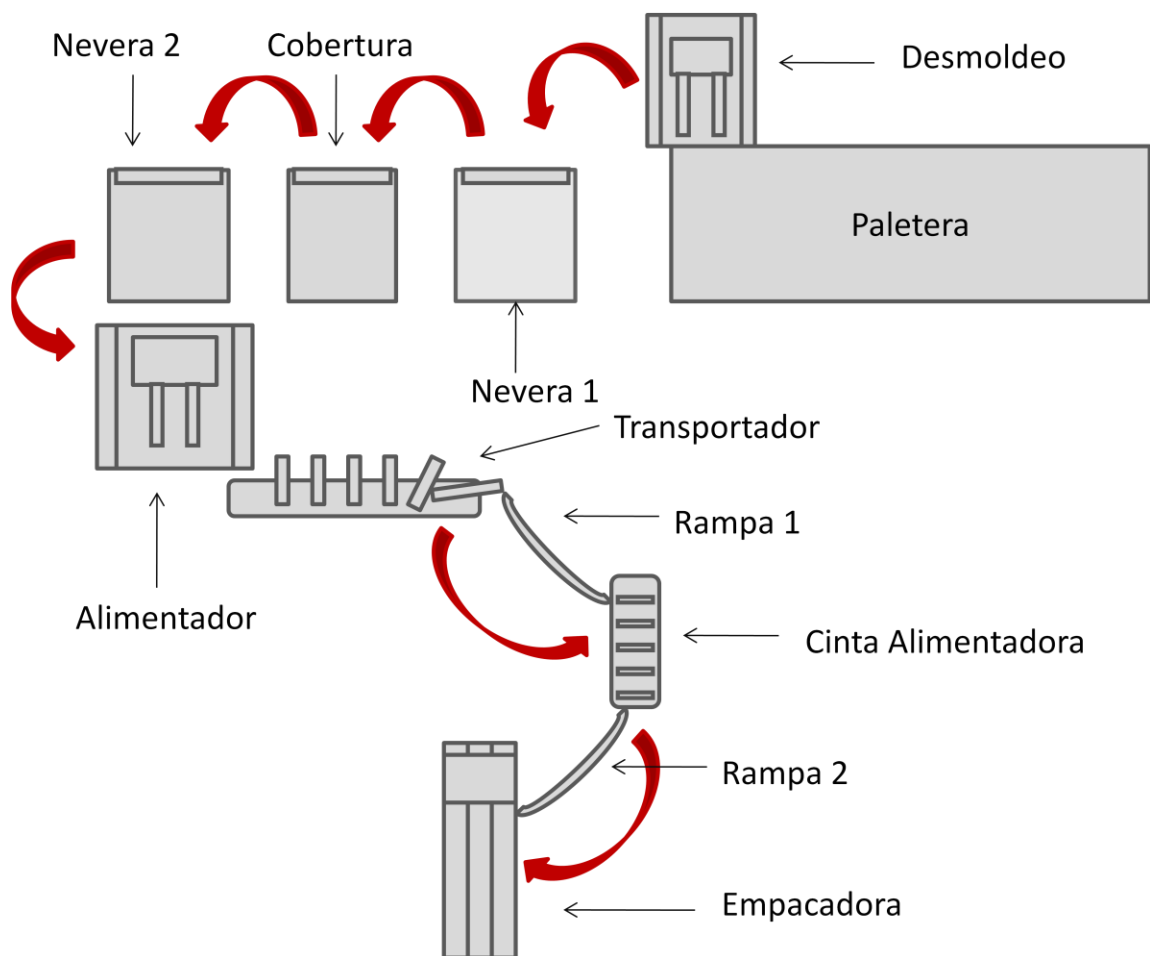


ANEXO 11.- DISPOSICION EN PLANTA PROPUESTA.



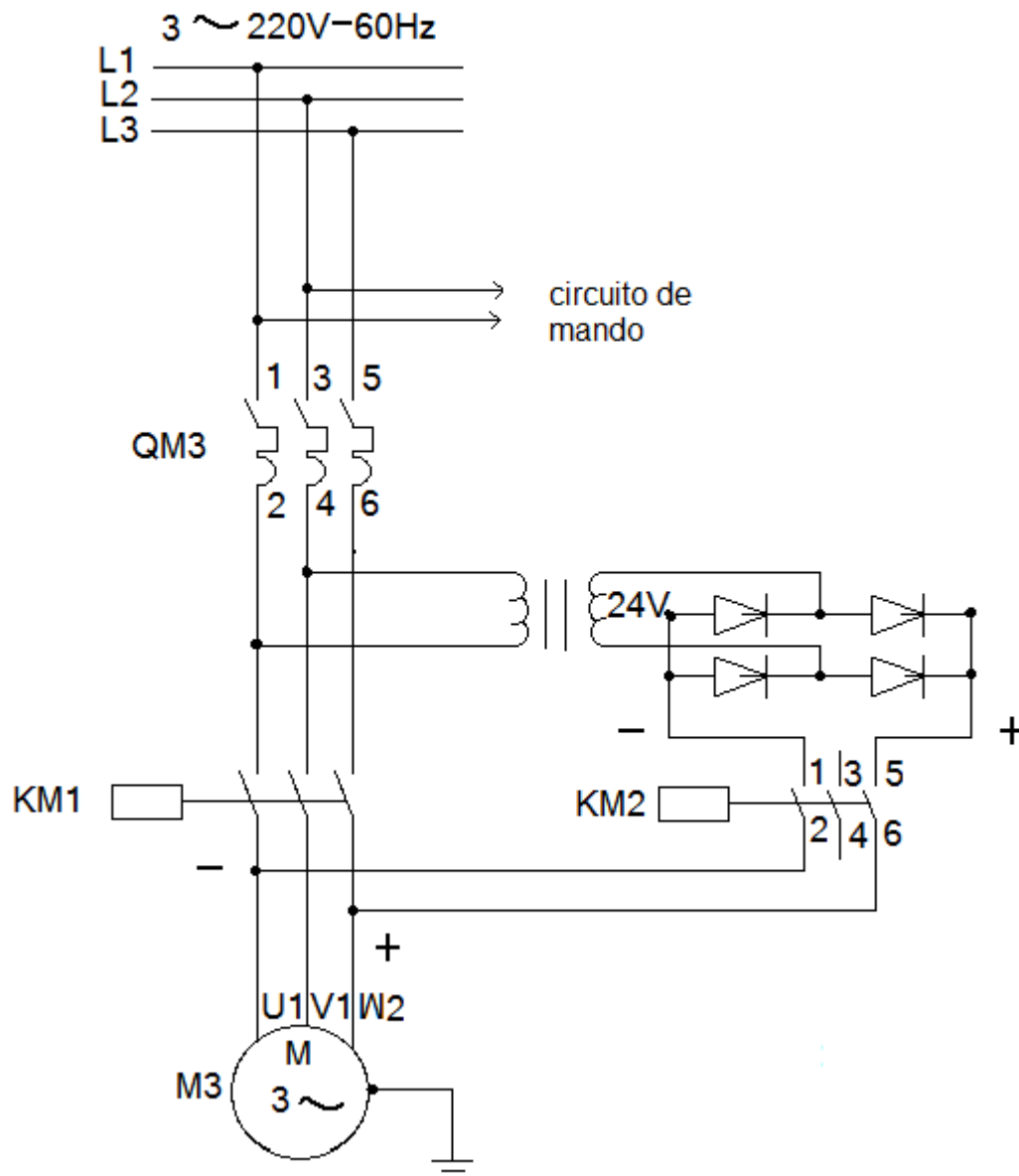


ANEXO 12.- ANALISIS DE SECUENCIA.





ANEXO 13.- DIAGRAMA ELECTRICO DE FUERZA Y MANDO.







**ANEXO 14.- SÍMBOLOS ELECTRONEUMÁTICOS.**

DENOMINACION	SIMBOLO
Cilindro de doble efecto.	
Válvula 5/2.	
Válvula de .Mando	
Compresor.	
Válvula Antirretorno.	
Solenoide.	
Bobinas.	
Rodillo Interruptor.	
Obturador.	
Unidad de Mantenimiento.	