



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **“REINGENIERÍA E IMPLANTACIÓN DE MAQUINARIA SEMIAUTOMATIZADA PARA LA MICROEMPRESA DE HELADOS TROPICAL SALCEDO”**

**CÁRDENAS VALENCIA ENRIQUE FABIÁN  
RAMÍREZ GRANJA EDISSON DAVID**

## **TESIS DE GRADO**

**Previa a la obtención del Título de:**

# **INGENIERO INDUSTRIAL**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2016**

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

2014-11-28

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**CÁRDENAS VALENCIA ENRIQUE FABIÁN**  
**RAMÍREZ GRANJA EDISSON DAVID**

Titulada:

**“REINGENIERÍA E IMPLANTACIÓN DE MAQUINARIA**  
**SEMIAUTOMATIZADA PARA LA MICROEMPRESA DE HELADOS**  
**TROPICAL SALCEDO”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

---

Ing. Marco Santillán Gallegos  
**DECANO FAC. DE MECÁNICA**

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Jhonny Orozco Ramos  
**DIRECTOR**

---

Ing. Alcides García Flores  
**ASESOR**

---

**CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS**

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** CÁRDENAS VALENCIA ENRIQUE FABIÁN

**TÍTULO DE LA TESIS:** “REINGENIERÍA E IMPLANTACIÓN DE MAQUINARIA SEMIAUTOMATIZADA PARA LA MICROEMPRESA DE HELADOS TROPICAL SALCEDO”

**Fecha de Examinación:** 2016-03-09

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

<b>COMITÉ DE EXAMINACIÓN</b>	<b>APRUEBA</b>	<b>NO APRUEBA</b>	<b>FIRMA</b>
Ing. Enrique O. Pérez Rodríguez <b>PRESIDENTE TRIB. DEFENSA</b>			
Ing. Jhonny Orozco Ramos <b>DIRECTOR</b>			
Ing. Alcides García Flores <b>ASESOR</b>			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

---

Ing. Enrique O. Pérez Rodríguez  
**PRESIDENTE TRIB. DEFENSA**

---

**CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS**

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** RAMÍREZ GRANJA EDISSON DAVID

**TÍTULO DE LA TESIS:** “REINGENIERÍA E IMPLANTACIÓN DE MAQUINARIA SEMIAUTOMATIZADA PARA LA MICROEMPRESA DE HELADOS TROPICAL SALCEDO”

**Fecha de Examinación:** 2016-03-09

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

<b>COMITÉ DE EXAMINACIÓN</b>	<b>APRUEBA</b>	<b>NO APRUEBA</b>	<b>FIRMA</b>
Ing. Enrique O. Pérez Rodríguez <b>PRESIDENTE TRIB. DEFENSA</b>			
Ing. Jhonny Orozco Ramos <b>DIRECTOR</b>			
Ing. Alcides García Flores <b>ASESOR</b>			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

---

Ing. Enrique O. Pérez Rodríguez  
**PRESIDENTE TRIB. DEFENSA**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

**Cárdenas Valencia Enrique Fabián**

---

**Ramírez Granja Edison David**

## **DECLARACION DE AUTENTICIDAD**

Nosotros, Cárdenas Valencia Enrique Fabián y Ramírez Granja Edison David, declaramos que la presente tesis de grado es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

---

**Cárdenas Valencia Enrique Fabián**  
Cédula de Identidad: 180401970-9

---

**Ramírez Granja Edison David**  
Cédula de Identidad: 180462697-4

## **DEDICATORIA**

En este presente trabajo quiero expresar mi agradecimiento a Dios por la vida, salud que me ha dado para disfrutar de los triunfos y la fortaleza para superar las dificultades que me ha permitido haber terminado una meta muy importante en mi vida.

A mis padres, Enrique Guillermo Cárdenas Parra y Lupe Magdalena Valencia Tamayo y mis hermanos por todo el apoyo incondicional que incansablemente con su sabiduría me han enseñado valores muy importantes a lo largo de mi vida estudiantil. A mi familia en general, que directa e indirectamente con sus consejos me han impulsado.

**Enrique Fabián Cárdenas Valencia**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar el sacrificio que día a día hace por sus hijos.

A mi padre, a pesar de nuestra distancia física, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí. A mi tía Mariana, a quien quiero como a una madre, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento. Porque sin ellos no hubiera logrado esta meta.

**Edisson David Ramírez Granja**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme fortaleza para lograr mis metas, a mi familia por brindarme todo el cariño comprensión y confianza para ver culminada una etapa más de mi vida.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Industrial, por darme la oportunidad de obtener una profesión, y ser una persona útil a la sociedad.

Al Ing. Jhonny Orozco e Ing. Alcides García, por brindarme su amistad y asesoramiento en la tesis, quienes con la ayuda de su conocimiento y experiencia se logró elaborar el presente documento.

**Enrique Fabián Cárdenas Valencia**

A Dios por darme fortaleza para lograr mis metas, a mi familia por brindarme todo el cariño comprensión y confianza para ver culminada una etapa más de mi vida.

A mis padres por ser un apoyo emocional tanto como financiero, por saberme guiar en todo este tiempo y nunca rendirse.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Industrial, por brindarme la oportunidad de conseguir mi meta, ser un profesional.

Al Ing. Jhonny Orozco e Ing. Alcides García, por brindarme su amistad y asesoramiento en la tesis.

**Edisson David Ramírez Granja**



## CONTENIDO

	Pág.
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos .....	2
<b>2. MARCO TEORICO</b>	
2.1 Semiautomatización .....	3
2.2 Motor eléctrico .....	3
2.3 Arrancadores directos.....	3
2.4 Procesos de automatización.....	3
2.5 Control automático .....	4
2.6 SolidWorks software de diseño y simulación .....	7
2.7 Análisis de los aceros .....	8
2.8 Autómata programable .....	10
<b>3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y PROPUESTA DE LA MICROEMPRESA</b>	
3.1 Aspectos generales .....	14
3.2 Diseño de la planta .....	16
3.3 Distribución de la planta .....	24
3.4 Diagrama de recorrido.....	24
3.5 Diagrama de flujo.....	24
<b>4. SELECCIÓN, CONSTRUCCION Y MONTAJE DE LA MAQUINARIA Y MATERIALES EN LA MICROEMPRESA</b>	
4.1 Principio de funcionamiento .....	26
4.2 Capacidad de producción .....	27
4.3 Selección de material desde el punto de vista técnico económico .....	27
4.4 Selección mecánica de la maquinaria.....	28
4.5 Selección del autómata programable.....	34
4.6 Diseño del circuito eléctrico de control y potencia .....	34
4.7 Programación en el controlador lógico programable .....	35
4.8 Interfaz Smartphone – PLC.....	39
4.9 Construcción, montaje de la maquinaria y del control mando .....	46
4.10 Pruebas y puesta en marcha la máquina.....	48
<b>5. OPERACIÓN Y MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA MICROEMPRESA</b>	
5.1 Operación .....	51
5.2 Mantenimiento .....	51
<b>6. ANÁLISIS DE COSTOS</b>	
6.1 Costos directos .....	53
6.2 Costos indirectos .....	54
6.3 Costo de manufactura.....	55

6.4	VAN, TIR y recuperación del capital.....	55
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
7.1	Conclusiones .....	58
7.2	Recomendaciones.....	59

**BIBLIOGRAFIA**

**ANEXOS**

**PLANOS**

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
1	Tipos de aceros ..... 9
2	Soldabilidad de los aceros inoxidables AISI. .... 10
3	Producción de helados de la planta (unidades)..... 15
4	Puestos de trabajo ..... 15
5	Distribución parcial según el producto ..... 18
6	Movimientos en la producción de helados de un sabor ..... 20
7	Movimientos en la fabricación de helados de cuatro sabores..... 20
8	Resumen de movimientos..... 20
9	Tabla triangular para helado de un sabor..... 21
10	Tabla triangular para helados de cuatro sabores..... 21
11	Tabla triangular resumen ..... 21
12	Resumen del diseño y producción de la planta..... 23
13	Selección de los aceros inoxidables..... 28
14	Selección del autómata programable ..... 34
15	Medición de parámetros en los componentes ..... 49
16	Datos obtenidos de temperatura vs. Tiempo de la salmuera ..... 49
17	Datos obtenidos de temperatura vs. Tiempo del producto ..... 50
18	Costos Mecánicos ..... 53
19	Costos Eléctricos ..... 54
20	Costos por maquinaria, mano de obra y transporte ..... 54
21	Costos Directos Totales ..... 54
22	Costos Indirectos ..... 54
23	Tasa de inflación..... 55
24	Precio del helado ..... 55
25	Incremento de la producción anual..... 55
26	Ventas del helado..... 55
27	Costos de producción..... 55
28	Producción de la máquina..... 56
29	Flujo de Caja..... 56
30	Valor actual neto..... 57
31	Tasa interna de retorno ..... 57
32	Periodo de recuperación del capital ..... 57
33	Tareas de Mantenimiento ..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>
34	Tiempo de vida útil..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
1	Contactor eléctrico..... 5
2	Software SolidWorks 2014 Premium ..... 7
3	Diseño actual de la planta..... 18
4	Diagrama de proximidad teórico ..... 22
5	Diagrama de proximidad real ..... 22
6	Gráfico CHITEFOL real..... 22
7	Gráfico de CHITEFOL real ..... 23
8	Diseño propuesto de la planta..... 23
9	Partes del tanque de congelación de helados ..... 27
10	Análisis estático de resistencia del material a una carga ..... 30
11	Deformación máxima del material ..... 30
12	Factor de seguridad mínimo que se puede aplicar al límite elástico ..... 30
13	Diseño final del tanque de congelación de helados ..... 31
14	Análisis estática de resistencia del material a una carga ..... 32
15	Deformación máxima del material ..... 32
16	Factor de seguridad mínimo que se puede aplicar al límite elástico ..... 32
17	Diagrama eléctrico de potencia ..... 35
18	Diagrama eléctrico de control..... 35
19	Programación de las operaciones del proceso ..... 36
20	Servicio web ..... 40
21	Seguridad del PLC..... 40
22	Configuración de la conexión del PLC..... 41
23	Configuración del PLC en la aplicación..... 41
24	Selección de dispositivo, configuración de IP y puerto de enlace..... 41
25	Creación y configuración de entradas, salidas y marcas ..... 42
26	Configuración del diseño de la pantalla..... 42
27	Editor gráfico..... 43
28	Pantalla principal ..... 43
29	Interfaz entre Smartphone y PLC ..... 44
30	Ingreso de tiempo para los procesos..... 44
31	Activación de controles ..... 45
32	Simulación y visualización del proceso..... 45
33	Simulación de la parada..... 46
34	Temperatura vs. Tiempo de la salmuera..... 50
35	Temperatura vs. Tiempo del helado ..... 50

## SIMBOLOGÍA

$\rho$	Densidad	$\text{kg/m}^3$
$\sigma$	Esfuerzo	Pa
P	Presión	Pa
S	Densidad relativa	

## **LISTA DE ABREVIACIONES**

PLC	Controlador lógico programable
AISI	Amerian Iron and Steel Institute
CAD	Dibujo asistido por computador
IEC	International Elcetrotechnical Commission
CMC	Carboximetilcelulosa
GOST	Gosudarstvenny Standart
TIA	Totally Integrated Automation

## **LISTA DE ANEXOS**

- A** Pasos para la operación
- B** Manual de mantenimiento
- C** Diagrama de distribución actual
- D** Diagrama de distribución propuesto

## **RESUMEN**

La reingeniería e implantación de maquinaria semiautomatizada se realizó en la microempresa de helados “TROPICAL SALCEDO” con el propósito de mejorar y aumentar la producción.

En la selección de los elementos de la máquina para la elaboración de helados se tomó como referencia catálogos, realizando su respectivo diseño con el fin de simular y hacer su respectivo estudio en el software de diseño y simulación SolidWorks.

Se ha realizado pruebas a la maquinaria estableciendo resultados compatibles con los parámetros propuestos. Este tipo de maquinaria está basada en modelos elaborados con creatividad de los autores, los cuales sirvieron para construir dicha maquinaria y agregarle dispositivos que permiten efectuar el proceso de forma semiautomática.

Con el objetivo de determinar los elementos mecánicos y eléctricos requeridos para la máquina de helados, se realizó un bosquejo que está constituido por: acero inoxidable, poliuretano, motor eléctrico, unidad de condensación, PLC y contactores. El estudio de cargas estáticas permitió conocer la resistencia que soportará la estructura. Durante el ensamble se verificó la correcta alineación, el ajuste de piezas y componentes para proceder a la programación e interfaz del PLC.

La máquina para la elaboración de helados tiene una capacidad de producción de 188 helados cada hora, puede ser adaptada para que en un futuro sea completamente automática, aumentando la producción, y dinamizando la matriz productiva del país. Se recomienda operar el equipo previo la utilización del manual de operación y posteriormente aplicar su respectivo plan de mantenimiento para prolongar el funcionamiento de los componentes del mismo.



## **ABSTRACT**

The reengineering and semi-automatic machinery implementation was carried out in the micro enterprise of ice cream “TROPICAL SALCEDO” in order to improve and increase the production.

In the selection of the elements of the machine for the production of ice cream, catalogues have been taken as a basis, by conducting their respective design in order to simulate and to do their corresponding study in the Solid Works design and simulation software.

Test have been performed to the machinery, by establishing compatible results with the parameters. This type of machinery is based on models prepared with creativity of the authors, which served to build the above mentioned machinery and add devices that allow carrying out the process of semiautomatic form.

A sketch was made with the objective to determine the mechanical and electrical elements needed for the machine of ice cream, which is constituted by stainless steel, polyurethane, electrical engine, unit of condensation, PLC and contactors. The study of static loads allowed knowing the resistance that will support the structure. During assembly it was verified the correct alignment, adjust parts and components to proceed to the programming and interface of the PLC.

The ice cream machine has a production capacity of 188 ice cream every hour, it can be adapted so that in the future be completely automatic, increasing production, and boosting the productive matrix of the country. It is recommended to operate the equipment prior to using the operational manual, and then apply its respective maintenance plan to extend the life of the components.

## **CAPÍTULO I**

### **1. INTRODUCCIÓN**

#### **1.1 Antecedentes**

La industria artesanal del helado de los cantones Salcedo y Latacunga han venido elaborando helados mediante congelación de una mezcla de varios ingredientes, depositados en un molde, a la vez que dicho molde es sumergido hasta un cierto nivel en un tanque de acero inoxidable que contiene agua helada con una disolución de sal, que se lo denomina tanque de salmuera.

Desde hace muchos años atrás, en ésta elaboración, ha sido muy común la utilización de la salmuera y a la vez un proceso totalmente manual por lo que ocasionalmente no cumplía con condiciones de salubridad y su demanda insatisfecha.

Con el pasar de los años las industrias han ido innovando su tecnología como resultado de conseguir un menor cableado de los que se refiere a la maquinaria, mediante instrumentos virtuales, que han facilitado su automatización y eliminado la mano de obra.

Hoy en día, la instrumentación virtual sigue siendo una de las mejores opciones para construir sistemas de automatización y control de procesos. Sin lugar a duda más y más sistemas están aprovechando la tecnología de la computadora para aplicaciones en las cuales el tiempo es primordial, los instrumentos basados en PC ofrecen un rendimiento indispensable que requieren los sistemas automatizados actuales.

#### **1.2 Justificación**

La microempresa de helados “TROPICAL SALCEDO” se ha dedicado a la producción de helados en forma manual, empleando la salmuera clásica alcanzando con ésta una producción diaria de 500 helados, entre los que se destacan helados de uno y tres sabores.

Los puestos de trabajo tienen una mala ubicación causando tiempos muertos; existe una salmuera pequeña en mal estado que perjudica la producción, su demanda y aumenta sus

costos variables. Las instalaciones eléctricas tienen una mala organización y falta de mantenimiento, las condiciones de salubridad presentes en el lugar no son aceptables ya que el empleado tiene contacto directo con el producto. El cambio que ha venido generando el control de procesos en la industria, promueve que los estudiantes de Ingeniería Industrial desarrollen de modo ingenioso la adaptación de las nuevas tecnologías aplicadas a nivel industrial.

Este proyecto se desarrolla con el objetivo de organizar a través de una reingeniería, diseñar e implementar maquinaria de acuerdo a los espacios físicos, al uso conveniente y económico mediante arrancadores directos y controladores lógicos programables a la microempresa ya mencionada.

La producción de los helados tanto a nivel artesanal como a nivel industrial está sujeta a un mercado cambiante, donde los consumidores demandan productos más atractivos y de mejor calidad.

Una de las palabras muy importantes en este caso es la versatilidad. Los equipos versátiles para la fabricación de helados, hacen posible que las empresas ofrezcan una gran variedad de productos.

### **1.3       Objetivos**

#### **1.3.1     *Objetivo general.***

Realizar una reingeniería de puestos de trabajo, diseño e implantación de maquinaria semiautomatizada para la microempresa de helados “TROPICAL SALCEDO”.

#### **1.3.2     *Objetivos específicos:***

- Desarrollar la reingeniería de los puestos de trabajo acorde a sus restricciones.
- Seleccionar los instrumentos y materiales adecuados para la construcción
- Implantar la maquinaria en la microempresa.
- Conseguir la temperatura adecuada para la congelación de los helados.

## **CAPITULO II**

### **2. MARCO TEORICO**

#### **2.1 Automatización**

Es el uso de elementos electromecánicos, electrónicos y computarizados adaptados a mecanismos, maquinaria u otros dispositivos cuyo objetivo es el de controlar procesos industriales junto a los operarios (MOPIN, Poblet; “Electrónica y Automática”, Prentice Hall, México.).

#### **2.2 Motor eléctrico**

Máquina capaz de transformar la energía eléctrica en energía mecánica a través de la acción de sus campos magnéticos generados en sus bobinas.

#### **2.3 Arrancadores directos**

Se denomina arrancadores directos a los instrumentos en los cuales se pone en marcha un carga, para lo que es el control se usa pulsadores, interruptores (switch), etc.; y para lo que es potencia se usa relés, contactos, etc.

#### **2.4 Procesos de automatización**

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos que utilizan sistemas mecánicos, electrónicos y de bases computacionales para operar y controlar la producción (MOPIN, Poblet; “Electrónica y Automática”, Prentice Hall, México.)

Los sistemas automatizados funcionan básicamente mediante la utilización de captadores o sensores (que son esencialmente instrumentos de medición, como termómetros o barómetros), se recibe la información sobre el funcionamiento de las variables que deben ser controladas (temperatura, presión, velocidad, espesor o cualquier otra que pueda

cuantificarse), esta información se convierte en una señal, que es comparada por medio de la computadora con la norma, consigna, o valor deseado para determinada variable.

Si esta señal no concuerda con la norma, de inmediato se genera una señal de control (que es esencialmente una nueva instrucción), por la que acciona un actuador (que generalmente son válvulas y motores), el que convierte la señal de control en una acción sobre el proceso de producción capaz de alterar la señal original imprimiéndole el valor o la dirección deseada. 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 y reduce ampliamente la necesidad sensorial y mental del humano.

La automatización como una disciplina de la ingeniería es más amplia que un sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores y transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software o simuladores en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.

## **2.5 Control automático**

Es una rama de la ingeniería que aplica la integración de tecnologías de vanguardia que son utilizadas en el campo de la automatización las cuales son complementadas con disciplinas paralelas al área tales como los sistemas de control y adquisición de datos. Es una estrategia clave para la mejora de la competitividad de la empresa y también para alcanzar objetivos que dentro de otro modo difícilmente podrían conseguirse.

Los sistemas de control automático han venido desarrollándose de manera acelerada, lo que dio origen a la evolución y tecnificación de las nuevas tecnologías de medición y control aplicadas al entorno industrial

Su estudio tiene ventajas y beneficios para la industria, que es donde existe mayor aplicación debido a la necesidad de controlar un gran número de variables, y a esto se le añade la creciente complejidad de los sistemas automáticos actuales. El principio de todo sistema de control automático aplica el concepto de feedback, que es la medición en el proceso que entrega información del estado actual de la variable que se desea controlar.

Los ejemplos más comunes se aplican en campos tan diversos como: el control de procesos alimenticios, químicos, control de hornos en la fabricación del acero, de máquinas herramientas, variables a nivel médico, trayectoria de un proyectil militar, etc.

**2.5.1** *Tipos de controles.* Existen varios tipos de controles automáticos, que pueden ser del tipo manual, semiautomático y automático.

- Control manual. Es el tipo de control más sencillo que se utiliza para el arranque de dispositivos de tensión nominal.
- Control semiautomático. Se utilizan un arrancador electromagnético, además de dispositivos pilotos manuales como por ejemplo pulsadores, interruptores de maniobra, etc. Son utilizados donde el control manual no es posible.
- Control automático. Está conformado por un arrancador electromagnético controlado por uno o varios dispositivos piloto. Para poner en marcha este tipo de controles, se lo puede hacer de manera automática pero generalmente se lo realiza de forma manual desde un panel de interruptores y pulsadores.

**2.5.2** *Los contactores.* Son dispositivos electromagnéticos, que son accionados al aplicar una carga eléctrica entre los terminales del hilo conductor de una bobina, la misma que genera un campo magnético con fuerza capaz de mover un núcleo de armadura metálica móvil, con el propósito de abrir y cerrar determinados contactos. Permite controlar de forma manual o automática.

Figura 1. Contactor eléctrico



Fuente: <http://goo.gl/HWJx8R>

**2.5.3** *Importancia en la industria alimenticia.* El control automático de proceso es parte del progreso industrial desarrollado durante lo que ahora se conoce como la segunda revolución industrial es usado porque reduce el costo de los procesos industriales, lo que compensa con creces la inversión en equipo de control, incrementando las ganancias intangibles, como por ejemplo la eliminación de mano de obra pasiva, la cual provoca una demanda equivalente de trabajo especializado al igual que la eliminación de errores siendo otra contribución positiva del uso del control automático.

Se usa en diversos campos como control de procesos químicos y del petróleo, control de hornos en la fabricación del acero, control de máquinas herramientas, y en el control y trayectoria de un proyectil.

El uso de las computadoras analógicas y digitales ha posibilitado la aplicación de ideas de control automático a sistemas físicos que hace apenas algunos años eran imposibles de analizar o controlar.

En su antigüedad las industrias utilizaron máquinas gobernadas esencialmente a mano e impulsadas desde un eje común de transmisión o de línea. El funcionamiento automático de una máquina se obtiene exclusivamente por la acción del motor y del control de la máquina siendo que este control algunas veces es totalmente eléctrico y otras se combina al control mecánico, pero los principios básicos aplicados son los mismos.

El primer uso del control automático en la industria parece haber sido el regulador centrífugo de la máquina de vapor de Watt en el año 1775 aproximadamente. Este aparato fue utilizado para regular la velocidad de la máquina manipulando el caudal de vapor por medio de una válvula.

La primera teoría general sobre control automático, pertenece a Nyquist en el famoso artículo "Teoría de la regeneración", Otros desarrollos en servomecanismos y amplificadores eléctricos dieron origen a muchas técnicas de frecuencia y lugar geométrico que se usan hoy en día.

- Industrias de procesamiento como la del petróleo, química, acero, energía y alimentación para el control de la temperatura, presión, caudal y variables similares.

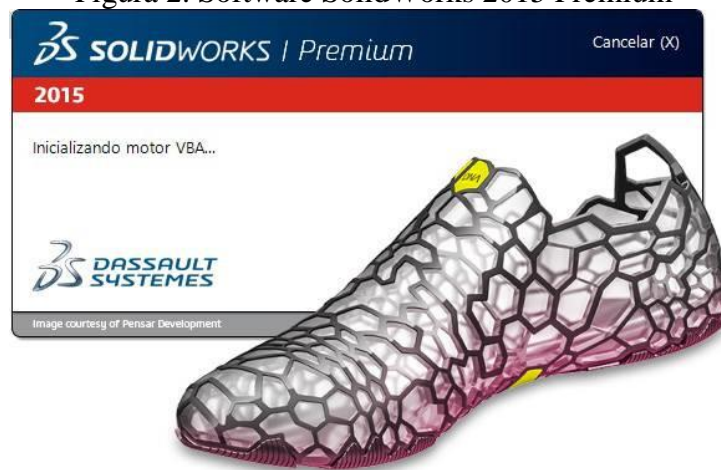
- Manufactura de artículos como repuestos o partes de automóviles, heladeras y radio, para el control de ensamble, producción, tratamiento térmico y operaciones similares.
- Sistemas de transporte, como ferrocarriles, aviones, proyectiles y buques.
- Máquinas herramientas, compresores y bombas, máquinas generadoras de energía eléctrica para el control de posición, y velocidad y potencia. (instrumentation)

## 2.6 SolidWorks software de diseño y simulación

En el desarrollo del presente proyecto ha sido diseñado con el software conocido comercialmente como SolidWorks en su versión más reciente del presente año 2015.

Solidworks es una herramienta muy sofisticada para el modelado mecánico en 3D. Este programa permite realizar modelaciones de partes o piezas y ensamblajes para posteriormente obtener planos técnicos. El software es parte del grupo de programas CAD que permite construir "virtualmente" piezas o ensamblajes.

Figura 2. Software SolidWorks 2015 Premium



Fuente: Dassault Systemes

La empresa SolidWorks Corporation fue fundada en 1993 por Jon Hirschtick con sede en Concord Massachusetts y lanzó su primer producto, SolidWorks 95, en 1995. En 1997 Dassault Systèmes, mejor conocida por su software CAD CATIA, adquirió la compañía. Actualmente posee el 100% de sus acciones y es liderada por Jeff Ray.



SolidWorks es un programa de diseño asistido por computadora para un modelado mecánico. Es un modelador de sólidos paramétricos. Fue introducido en el mercado en 1995 para competir con otros programas como CATIA, Autodesk, NX, etc.

## **2.7 Análisis de los aceros**

**2.7.1 Serie 400.** Estos aceros mantienen una estructura ferrítica estable desde la temperatura ambiente hasta el punto de fusión.

- Aceros inoxidables martensíticos. Son la primera rama de los aceros inoxidables, llamados simplemente al Cromo y fueron los primeros desarrollados industrialmente. Tienen un contenido de Carbono relativamente alto de 0 a 1.2% y de Cromo de 12 a 18%. Los tipos más comunes son el AISI 410, 420 y 431.

Las propiedades básicas son: Elevada dureza y gran facilidad de maquinado, resistencia a la corrosión moderada. Y tiene aplicaciones como en ejes, instrumental quirúrgico, cuchillería.

- Aceros inoxidables ferríticos. También se considera simplemente al Cromo, su contenido varía de 12 a 18%, pero el contenido es bajo menos al 0.2%. Los tipos más comunes son el AISI 430, 409 Y 434.

**2.7.2 Serie 300.** Es la más extensa, mantiene alto contenido de níquel y hasta el 2% de manganeso. También puede contener molibdeno, cobre, silicio, aluminio, titanio y niobio, elementos que son adicionados para conferir ciertas características.

Los Aceros inoxidables austeníticos. Son los más utilizados por su amplia variedad de propiedades, se obtienen agregando Níquel a la aleación, por lo que la estructura cristalina del material se transforma en austenita y de aquí adquieren el nombre. El contenido de Cromo varía de 16 a 28%, el Níquel de 3.5 a 22% y el Molibdeno 1.5 a 6%. Los tipos más comunes son el AISI 304, 304L, 316, 316L, 310 y 317.

Las propiedades básicas son como ejemplo la excelente resistencia a la corrosión, excelente factor de higiene – limpieza, fáciles de transformar, excelente soldabilidad, no

se endurecen por tratamiento térmico, se pueden utilizar tanto a temperaturas criogénicas como a elevadas temperaturas.

Se utilizan principalmente en cinco tipos de mercados como electrodomésticos, automoción, construcción, industria y vestimenta. Su resistencia a la corrosión, sus propiedades higiénicas y sus propiedades estéticas hacen del acero un material muy atractivo para satisfacer diversos tipos de demandas, como lo es la industria médica.

Principales aplicaciones: Utensilios y equipo para uso domésticos, hospitalario y en la industria alimentaria, tanques, tuberías, etc. (INOXIDABLES)

Tabla 1. Tipos de aceros

Número AISI	Número UNS	C	Composición (% en peso) <sup>a</sup>			Condiciones	Propiedades mecánicas			Aplicaciones más corrientes
			Cr	Ni	Otros		Resistencia [psi x 10 <sup>3</sup> (Mpa)]	Limite elástico [psi x 10 <sup>3</sup> (Mpa)]	Ductilidad (% EL en 2 pulg.)	
Ferríticos										
409	S40900	0,08	11		1,0 Mn,	Recocido	65(448)	35(240)	25	Tubos de escape Válvulas (alta temperatura), moldes para vidrio
406	S44500	0,20	25		0,75 Ti 1,75 Mn		80(345)	50(345)	20	
Austeníticos										
304	S30400	0,08	19	9	2,0 Mn,	Recocido	85(586)	35(240)	55	Industria alimentaria Estructuras soldadas
316L	S31603	0,30	17	12	2,0 Mn 2,5 Mo		80(552)	35(240)	50	
Martensíticos										
410	S41000	0,15	12,5		1,0 Mn	Recocido Q y T	70(483)	40(275)	30	Cañones de rifles Cuchillería, instrumental quirúrgico
440A	S44002	0,70	17		2,0 Mn 2,5 Mo		140(965) 105(724)	100(690) 60(414) 240(1655)	23 20 5	
Precipitación										
17-7PH	S17700	0,09	17	7	1,0 Mn 1,0 Al	Solución tratada Precipitación	130(897) 215(1480)	40(275) 195(1345)	35 9	Cuchillos Muelles
<sup>a</sup> La composición se completa con hierro										
<sup>b</sup> Q y T significan templado y revenido										

Fuente: (Calliester, 2007)

Tabla 2. Soldabilidad de los aceros inoxidable AISI.

		Arco	Gas		
<b>Austeníticos</b>	301	1	2	1	Acero inoxidable de uso general que se trabaja con facilidad. Se fabrica fácilmente, para aplicaciones decorativas o resistentes a la corrosión
	302	1	3	1	
	304, 304LC	1	3	1	Acero inoxidable para servicio general que se trabaja con facilidad
	308	1	3	1	Se usa cuando se requiere mejor resistencia a la corrosión que la del acero 18-8
	309	1	3	1	Alta resistencia a la formación de escamas, y buena resistencia a altas temperaturas
	310	1	3	1	Más cromo y níquel para mayor resistencia a la formación de escamas en alto calor
	316, 316LC	1	2	1	Excelente resistencia a la corrosión

Fuente: (Horwitz E., 2002)

## 2.8 Autómata programable

Surgieron en Estado Unidos hacia 1969 como respuesta al deseo de la industria del automóvil de contar con cadenas de producción automatizadas que pudieran seguir la evolución de las técnicas de producción y permitieron reducir el tiempo de entradas en producción de nuevos modelos de vehículos.

Según el estándar internacional IEC 61131 que normaliza las características fundamentales de los mismos tanto en su parte hardware como software, es una máquina electrónica programable capaz de ejecutar un programa, o sea un conjunto de instrucciones organizadas de una forma adecuada para solventar un problema dado, y diseñada para trabajar en un entorno industrial y por tanto hostil. El PLC estará diseñado de forma tal que la conexión del mismo con el proceso a controlar será rápida y sencilla por medio de entradas y salidas de tipo digital analógico.

A un PLC se le puede entender como el dispositivo electrónico que viene a sustituir el conjunto de componentes eléctricos (contactores, relés, etc.) que adecuadamente combinados implementan la lógica de un circuito de mando.

Esto por lo cual permite a las empresas mejorar su competitividad al permitirles incrementar su productividad a unos costes adecuados aumentando la calidad y su tiempo de proceso.

**2.8.1** *Ventajas.* Los PLC's son herramientas de fácil manejo por medio de software de programación y configuración.

- Facilitan el trabajo en el laboratorio.
- Permite a las empresas llevar a cabo una transición suave.
- No se requiere personal altamente cualificado.
- Se puede adaptar y formar al personal del departamento de mantenimiento eléctrico.

El interfaz hombre máquina de estos dispositivos es muy potente lo cual facilita la labor tanto del personal de mantenimiento como del de producción.

Para la selección del autómatas programable para llevar a cabo el control de una instalación se deben analizar una serie de criterios:

**2.8.2** *Factores cuantitativos.* Se puede englobar todas aquellas características que definen a este tipo de equipos y que pueden ser medidas y por tanto comparadas

- Ciclo de ejecución. Mide el tiempo que el autómatas tarde en ejecutar una instrucción o un Kbyte de instrucciones.
- Capacidad de entradas/salidas. Es el número de E/S se pueden conectar a un equipo. Determina por tanto la capacidad del equipo para conectarse con el proceso.
- Características de las entradas/salidas. Determina el tipo de E/S que se pueden conectar al autómatas. Determina por tanto la forma en que el equipo se relaciona con el proceso
- Módulos funcionales. Algunos tipos de acciones que se pueden llevar a cabo sobre el proceso requieren de módulos especiales que pueden ser añadidos al autómatas para complementarlo ya que en su configuración básica pueda que no la tenga.
- Memoria de programa. Define el tamaño de la memoria del autómatas programable y al igual que en el caso de los PC's, ésta se mide en bytes o múltiplos de bytes.
- Conjunto de instrucciones. No todos los autómatas son capaces de ejecutar los

mismos tipos de instrucciones. Ésta característica determinará la potencia del equipo para afrontar el control de ciertos tipos de procesos.

- Comunicaciones. Otra de las características más importantes a la hora de poder establecer comparaciones entre autómatas es la capacidad que tengan para intercambiar información con otros autómatas u otros modelos de E/S.
- Periferia y programadoras. Los autómatas pueden ser complementados con dispositivos auxiliares que facilitan ciertas tareas secundarias.

**2.8.3 Factores cualitativos.** En muchas ocasiones la decisión se basa en criterios comerciales y en general limitados al aspecto económico de la adquisición, pero hay que tener en cuenta otros aspectos que en definitiva tendrá una mayor influencia a medio plazo. Es el momento de evaluar factores menos tangibles que se ocultan en las mismas características del equipo y en las del fabricante o el suministrador del autómata.

- Ayudas al desarrollo del programa. Se refiere a la cantidad de información y ayuda que presta la empresa distribuidora del equipo a nivel local o estatal. Es importante evaluar el idioma en que están escritas, la facilidad para encontrar la información buscada en las mismas y la capacidad de esta información para resolver problemas reales.
- Fiabilidad del producto. Es una característica muy importante que hace referencia directamente al funcionamiento del autómata. Por lo general la marca o nombre del fabricante del equipo es un aval suficiente para conocer el grado de fiabilidad del mismo.
- Servicios de suministrador. Es muy importante evaluar qué servicios extra aporta el distribuidor del equipo a nivel local o nacional.
- Normalización en planta. Esta característica hace referencia a la capacidad del equipo para ser conectado e intercambiar información de manera correcta y efectiva con el resto de dispositivos y equipos que ya estén instalados en una planta dada.

- Compatibilidad con equipos de otras gamas. Ahondado en el punto anterior, incluso puede darse el caso en que dos equipos del mismo fabricante pero de gamas distintas no sean compatibles entre sí, desde el punto vista de la conexión y la capacidad de comunicación.
- Coste. Aunque éste se a un precio cuantitativo que puede ser medido y comparado, su coste o valor apreciado no lo es. Éste hace referencia a la apreciación de cuánto caro o barato le parece a una persona un producto. Lo que una persona le parece caro a otra le puede parecer barato. Esta diferencia de apreciación suele venir marcada por que en la balanza de cada persona el peso de ciertos criterios es mayor o menos dependiendo de su experiencia o necesidad. (Universidad de Oviedo)

**2.8.4** *Principio de funcionamiento de los motores eléctricos asíncronos.* Los motores asíncronos o también llamados de motores de inducción son uno de la variedad de motores de corriente alterna, se forma por un rotor que generalmente es de tipo de jaula de ardilla y bobinado, y de un estator en donde se encuentran las bobinas inductoras. Estas bobinas son trifásicas y están desfasadas entre sí  $120^\circ$ . Donde surge el conocido efecto de Laplace, que es que todo conductor por el que circula una corriente eléctrica, inmerso en un campo magnético experimenta una fuerza que lo tiende a poner en movimiento. Simultáneamente se da el efecto Faraday que es que todo conductor que se mueva en el seno de un campo magnético se induce tensión.

El campo magnético giratorio creado por el bobinado del estator, corta los conductores del rotor, por lo que se genera una fuerza electromotriz de inducción.

## CAPITULO III

### 3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y PROPUESTA PARA LA MICROEMPRESA

En la microempresa se vio la necesidad de realizar un diseño, distribución y propuesta de la producción de la fábrica en base a análisis hecho anteriormente, aplicación de métodos y técnicas de investigación. La fábrica de helados “Tropical Salcedo” se estableció como referencia por ser una microempresa que se ha desarrollado permanentemente obteniendo así una gran apertura en el mercado regional y nacional. Al realizar un análisis de diseño y distribución de planta se debe verificar los estados actuales y bases que servirán, así como también el comportamiento de su volumen de producción y niveles de ventas.

#### 3.1 Aspectos generales

En la actualidad es de suma importancia para la empresa reducir los costos posibles ya que estos generan pérdidas económicas para la organización; teniendo en cuenta que la reducción se logrará de acuerdo a la estrategia aplicada, esto permitirá tener una rentabilidad mucho mayor que asegure la existencia de la misma en el mercado.

Lamentablemente para empresas pequeñas cuyo desarrollo está en concepción, es una desventaja el desconocimiento los beneficios que tiene lugar una adecuada distribución de planta, disminuyendo los costos ocultos ya sea por demoras, almacenamiento y transporte, además de elevar la productividad aprovechando de manera más eficiente los recursos, empleados en las etapas del proceso.

La aplicación de los conocimientos adquiridos permitirá utilizar las estrategias y principios adecuados para una mejor administración del espacio y optimización de los recursos humanos en la empresa “TROPICAL SALCEDO”.

##### 3.1.1 *Base legal.*

Razón Social: Empresa de Helados “TROPICAL SALCEDO”  
Tipo de empresa: Compañía limitada

Reconocimiento legal: Pequeña Industria  
 Representante legal: Ing. Betty Mena  
 RUC: 1708948755001  
 Actividad económica: Producción y comercialización de helados.

### 3.1.2 *Ubicación de la microempresa*

País: Ecuador  
 Provincia: Cotopaxi  
 Ciudad: Latacunga  
 Dirección: Remigio Romero y Cordero, Casa 838  
 Teléfono: 032804644

### 3.1.3 *Resumen general de la situación actual de la planta*

Tabla 3. Producción de helados de la planta (unidades)

Producción diaria	250
Producción mensual	5 000

Fuente: Autores

Tabla 4. Puestos de trabajo

No.	Puestos de trabajo
1	Almacenaje de materia prima
2	Depósito de leche para espesar
3	Almacenaje de materia prima secundaria
4	Tanque de almacenaje
5	Batidora
6	Nevera de almacenaje temporal
7	Tanque de refrigeración
8	Selladora
9	Nevera de producto terminado

Fuente: Autores

**3.1.3.1** *CHITEFOL Actual.* La distribución actual de la empresa fue realizada sin tomar en cuenta ningún parámetro técnico, es decir, se ubicó las máquinas y puestos de trabajo de acuerdo a las necesidades. Por lo tanto, mediante un estudio técnico determinamos que la distribución se asemeja a una distribución en “H” del diagrama de



proximidad CHITEFOL, aunque esto no es un parámetro determinante al momento de proponer la nueva distribución.

### **3.2 Diseño de la planta**

En esta tesis se vio la necesidad de realizar una representación gráfica en el software de diseño SolidWorks 2015 de la planta de la microempresa para su observación y mejor comprensión, debido a que no se puede encontrar una mejor manera de realizar dicha representación.

En el diseño actual se puede encontrar las siguientes características:

- El tamaño. Existen unidades pequeñas de trabajo y además de una relación laborable adecuada
- Altura requerida de los techos. Actualmente la fábrica tiene una altura de 3,56 metros de la construcción con lo que no se ve afectado para su ambiente de trabajo.
- Cargas por soportar. Las cargas a soportar son pesadas ya que la maquinaria utilizada para la producción tiene un gran peso, no produce excesivas vibraciones, su cimentación es adecuada.
- Acceso. Con respecto a los accesos al área de trabajo se puede mencionar que debe el personal debe cruzar por espacios de una casa.
- Iluminación. La iluminación no es un tanto adecuada, ya que existe una sola ventana que aprovecha la luz natural, y es un área cerrada
- Servicios. Cuenta con los servicios básicos adecuados para su funcionamiento como es el agua potable, alcantarillado y energía eléctrica.

**3.2.1 Diseño actual.** En la Figura 3 se puede observar como estuvo diseñada la planta antes de implantar la maquinaria según en diseño del diagrama propuesto de esto.

En el diseño actual se ha analizado los siguientes factores:

**3.2.1.1** *Flexibilidad máxima.* La fábrica posee una flexibilidad pequeña ya que su área de producción es media y podrá tener varias modificaciones en los puestos de trabajo, pero con un adecuado reordenamiento de los puestos se puede lograr un mejor desempeño.

**3.2.1.2** *Utilización máxima del volumen.* Los espacios están mal ordenado y ocupan medianamente las áreas del almacén y bodegas, con respecto al área de trabajo está ubicado las maquinarias en una forma poco ergonómica con insuficiente espacio para su maniobrabilidad.

**3.2.1.3** *Visibilidad máxima.* Como es una empresa los puestos de trabajo se encuentran cercanos esto permite fácilmente la inspección del proceso.

**3.2.1.4** *Distancia mínima.* Con la nueva distribución de los puestos de trabajo se buscará que la distancia de transporte tanto de materiales como de las personas sea mínima, con el propósito de reducir los tiempos y movimientos.

**3.2.1.5** *Accesibilidad máxima.* Todas las áreas y puestos de trabajo son de fácil acceso tanto para la recepción y entrega de materia prima, aunque existe amontonamiento en el almacenamiento de materia prima.

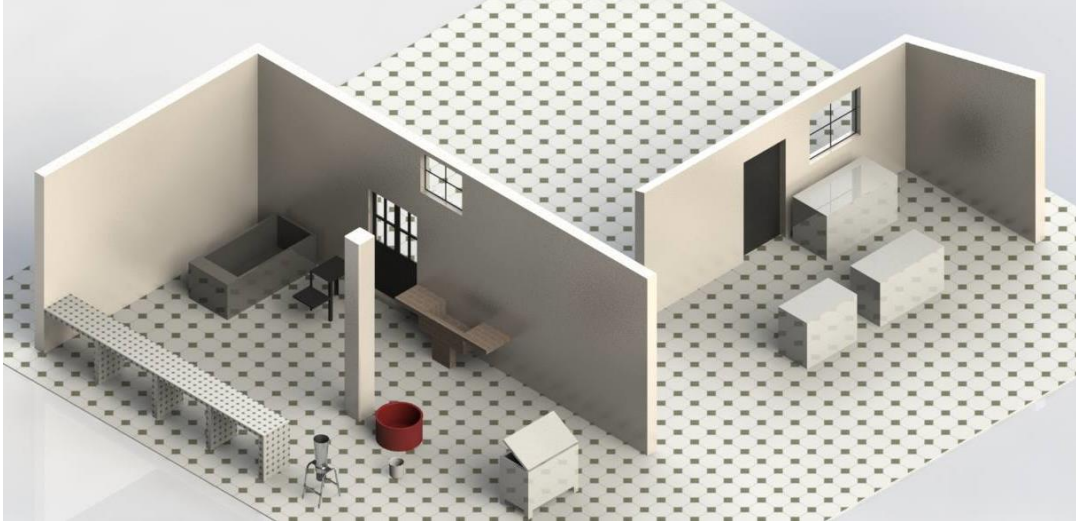
**3.2.1.6** *Flujo unidireccional.* Existe coordinación en el transporte y manipulación del material.

**3.2.1.7** *Incomodidad mínima.* Hay que atender la necesidad de una limpieza y ordenación de los materiales y equipos ya que es el factor a tener cuidado dentro de la empresa.

**3.2.1.8** *Seguridad inherente.* La empresa tiene un riesgo mínimo en lo que a seguridad concierne, no se debe descuidar este factor. Es de vital importancia el contar con un sistema de prevención de incendios y con extintores dispuestos adecuadamente en la planta, además de señalización adecuada para de esta manera precautelar la seguridad.

**3.2.1.9** *Rutas visibles.* En cuanto a este factor la empresa cuenta con delineación nula de las rutas.

Figura 3. Diseño actual de la planta



Fuente: Autores

Para el análisis de diseño y distribución de la planta nos basamos en los dos productos que la empresa fabrica actualmente, que son helados de un solo sabor y de cuatro sabores.

**3.2.1.10** *Análisis del tipo de distribución de planta.* Según la observación previa, el criterio y el diseño realizado podemos determinar que la distribución más apropiada para la planta es una distribución Lineal, pero considerando que la micro empresa cuenta con un mayor número de maquinaria universal se utilizara estas mismas para efectuar una distribución funcional ya que cuenta con personal capacitado para el manejo de máquinas universales por lo que no altera el costo de producción.

La empresa en la actualidad fabrica productos tales como:

Tabla 5. Distribución parcial según el producto

<b>Producto</b>	<b>Prod. mensual</b>	<b>%</b>
Helado de un sabor	3 000	60
Helado de 4 sabores	2 000	40
<b>Total</b>	<b>5 000</b>	<b>100</b>

Fuente: Autores

**3.2.1.11** *Productos.* La empresa actualmente elabora helados de un solo sabor y de 4 sabores combinados, de acuerdo a la demanda del mercado. El estudio de reingeniería de planta está basado en la producción de los productos ya mencionados que son el 100% de la producción total de la empresa ya que son los productos representativos.

**3.2.1.12** *Materiales.* Se puede considerar a los materiales como la materia prima a ser usada para la fabricación del helado, que son los básicos para la elaboración de un buen helado:

- Leche
- Crema
- Saborizantes
- CMC
- Azúcar

**3.2.1.13** *Ciclo de fabricación.* La secuencia de producción general que la empresa maneja es:

- Recepción de leche
- Se almacena la leche
- Batido de la leche con crema, CMC y azúcar.
- Refrigeración temporal
- Batido con saborizantes
- Envasado/refrigeración
- Enfundado
- Almacenaje de producto terminado

**3.2.1.14** *Maquinaria y herramientas.* La empresa cuenta con:

- Máquinas. Consta con equipos de refrigeración industrial, licuadora industrial y congeladores.
- Herramientas y materiales. Usados para almacenaje temporal, transporte de leche y mezclas exclusivas para la elaboración del helado.
- Operarios. Cuenta con un Jefe de producción (Dueño) y un operario de producción

Existe transporte por medio de baldes y tanques para la materia prima en proceso. Además, la empresa consta de un comedor para el servicio de sus empleados.

3.2.1.15 *Relación de puestos de trabajo.* Realizando el estudio para cada sabor.

Tabla 6. Movimientos en la producción de helados de un sabor

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	-	1	0	1	0	0	0	0	0
2	0	-	0	0	1	0	0	0	0
3	0	0	-	1	0	0	0	0	0
4	0	0	0	-	0	1	0	0	0
5	0	0	0	1	-	0	1	0	0
6	0	0	0	0	1	-	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	-	0	1
8	0	0	0	0	0	0	0	-	1
9	0	0	0	0	0	0	0	1	-

Fuente: Autores

Tabla 7. Movimientos en la fabricación de helados de cuatro sabores

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	-	1	0	1	0	0	0	0	0
2	0	-	0	0	1	0	0	0	0
3	0	0	-	1	0	0	0	0	0
4	0	0	0	-	2	3	0	0	0
5	0	0	0	3	-	2	3	0	0
6	0	0	0	2	3	-	0	0	0
7	0	0	0	0	2	0	-	0	1
8	0	0	0	0	0	0	0	-	1
9	0	0	0	0	0	0	0	1	-

Fuente: Autores

Tabla 8. Resumen de movimientos

Relaciones	Movimientos	%
4 a 5	3	15,79
5 a 6	3	15,79
4 a 6	3	15,79
5 a 7	3	15,79
9 a 8	2	10,53
1 a 2	1	5,26
1 a 4	1	5,26
2 a 5	1	5,26
3 a 4	1	5,26
7 a 9	1	5,26
	19	100,00

Fuente: Autores

Tabla 9. Tabla triangular para helado de un sabor

1									
2	1								
3	0	0							
4	1	0	1						
5	1	0	0	0					
6	1	1	0	0	0				
7	1	0	0	0	0	0			
8	0	0	0	0	0	0	0		
9	0	0	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Autores

Tabla 10. Tabla triangular para helados de cuatro sabores

1									
2	1								
3	2	0							
4	1	0	1						
5	5	0	0	0					
6	5	0	1	0	0				
7	5	5	0	0	0	0			
8	5	0	0	0	0	0	0		
9	0	0	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Autores

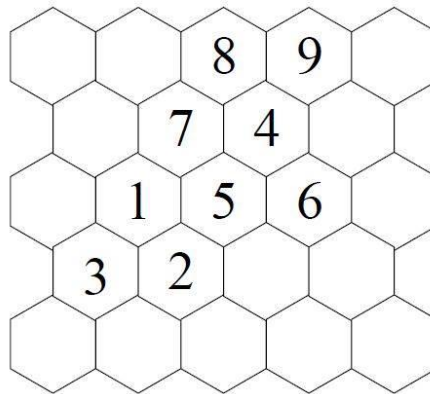
Tabla 11. Tabla triangular resumen

1									
2	1								
3	0	0							
4	1	0	1						
5	3	0	0	0					
6	3	3	0	0	0				
7	3	0	0	0	0	0			
8	0	0	0	0	0	0	0		
9	0	0	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Autores

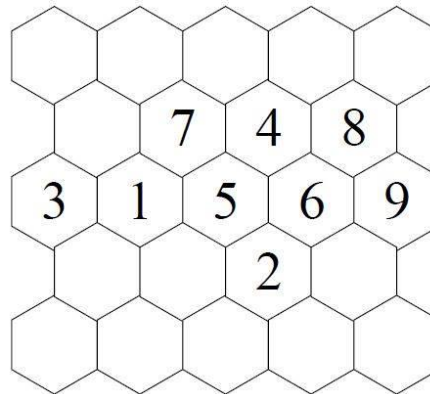
**3.2.1.16** Diagrama de proximidad teórico y real gráfico de CHITEFOL

Figura 4. Diagrama de proximidad teórico



Fuente: Autores

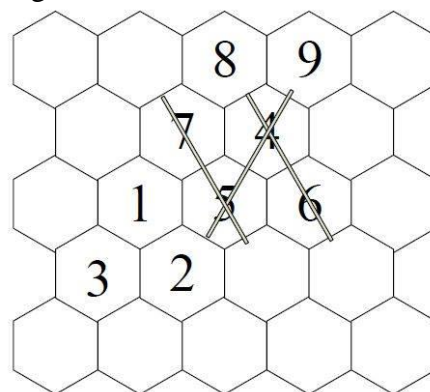
Figura 5. Diagrama de proximidad real



Fuente Autores

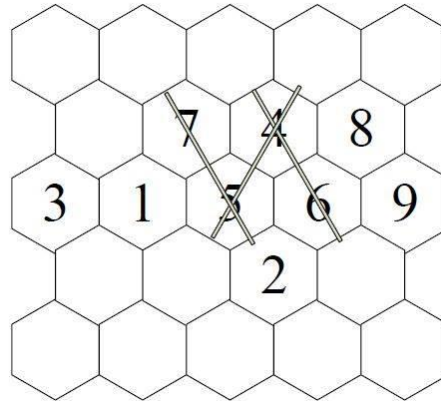
**3.2.1.17** Gráfico CHITEFOL. El gráfico CHITEFOL que podemos encontrar en el diagrama real es similar a una letra H, sin embargo, no tiene una forma muy definida.

Figura 6. Gráfico CHITEFOL real



Fuente: Autores

Figura 7. Gráfico de CHITEFOL real

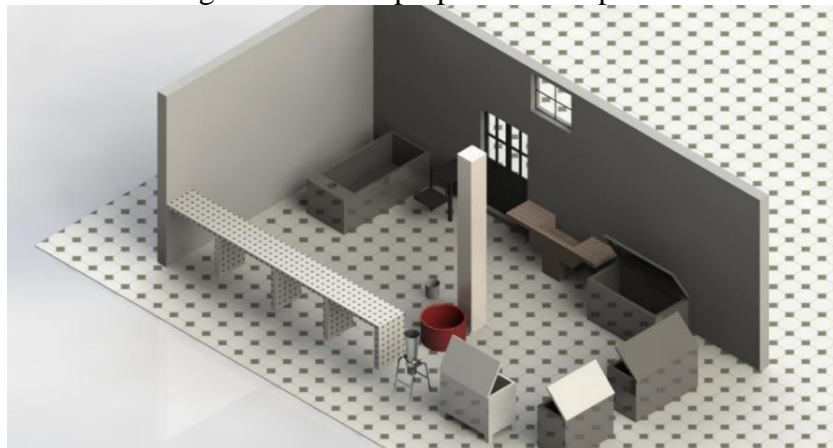


Fuente: Autores

Mediante la reorganización de los puestos de trabajo observamos que la disposición de la planta conserva la forma en H, visualizado en las Figuras 6 y 7.

**3.2.2** *Diseño propuesto.* Con la ayuda de los diagramas actuales, y siguiendo el análisis correspondiente pudimos obtener una distribución más apropiada para la empresa, y así mejorar la producción.

Figura 8. Diseño propuesto de la planta



Fuente: Autores

Para ello se realizó su debida tabla de resumen con un cuidadoso y minucioso análisis con los siguientes resultados:

Tabla 12. Resumen del diseño y producción de la planta

Distancia total	24,15	m
Producción diaria	250	Unidades
Producción mensual	5 000	Unidades

Fuente: Autores



### **3.3 Distribución de la planta**

Basando en las observaciones, datos y resultado obtenidos anteriormente, proporcionó los detalles necesarios, procediendo a realizar un esquema comparando la situación actual de la empresa con la situación propuesta, mediante el estudio realizado.

**3.3.1** *Distribución actual.* Una vez tomado todas las medidas de la planta en tres dimensiones se llevó a cabo el respectivo diseño en el software SolidWorks a escala real, tomando en cuenta todos los posibles detalles. (Ver Planos).

**3.3.2** *Distribución propuesta.* Se diseñó según el estudio realizado con el objetivo de reducir tiempos, modificando puestos de trabajos. (Ver Planos)

### **3.4 Diagrama de recorrido**

Para una mayor comprensión se estableció el recorrido realizado por los operarios en metros comparando con un análisis propuesto de este recorrido.

**3.4.1** *Diagrama de recorrido actual.* Se midió el recorrido realizado por los operarios en cada puesto de trabajo con sus respectivos tiempos e inmediatamente diseñándolos en el software para su estudio. (Ver Planos)

**3.4.2** *Diagrama de recorrido propuesto.* Una vez tomado los recorridos y tiempos actuales realizados por los operarios se procedieron a su respectivo estudio basado en el diagrama propuesto de la planta y analizando su respectivo recorrido y tiempos propuestos. (Ver Planos)

### **3.5 Diagrama de flujo**

Como un resumen general se diseñó un diagrama de flujo que detalla todos los movimientos realizados por los operarios con sus respectivas demoras.

**3.5.1** *Diagrama de flujo actual.* El siguiente diagrama anexo muestra un completo detalle de la elaboración del producto, estudiando los pasos de los operarios en sus recorridos y demoras dentro del proceso de producción. (Ver Anexo C)

**3.5.2** *Diagrama de flujo propuesto.* Debido al diseño y recorrido propuesto ya realizado, se concluyó con la mejor opción y resumiéndolo en un diagrama de flujo propuesto, quien la empresa tomará la última decisión de implantarla.

Las modificaciones realizadas en el presente diagrama muestran una simplificación del proceso, ya que se han eliminado pasos innecesarios como demoras y transportes. (Ver Anexo D).

## CAPITULO IV

### 4. SELECCIÓN, CONSTRUCCION Y MONTAJE DE LA MAQUINARIA Y MATERIALES EN LA MICROEMPRESA

Para las necesidades de la empresa y para poder aumentar su producción, se ha visto la necesidad de una selección o construcción de una nueva máquina, partiendo desde el criterio de diseño del típico helado del cantón Salcedo. Se empezó por una minuciosa selección de máquinas ya realizadas en el mercado, pero con unos desafortunados resultados debido a sus altos precios, a su diseño incompatible con el producto de la microempresa, a su complejo y caro transporte. Debido a este bosquejo donde no se pudo encontrar mayor información, se procedió a la experimentación, optando por el estudio y construcción de una nueva máquina similar a la ya existente.

El proyecto empezó con un diseño similar al prototipo actual de la máquina, para luego proceder en la parte mecánica, con el fin de cubrir con el mayor número de variables. Después de haber diseñado el elemento, se procede a la selección de los componentes que se requiere.

Debido a los parámetros encontrados experimentalmente, el diseño está sujeto a cierto grado de incertidumbre.

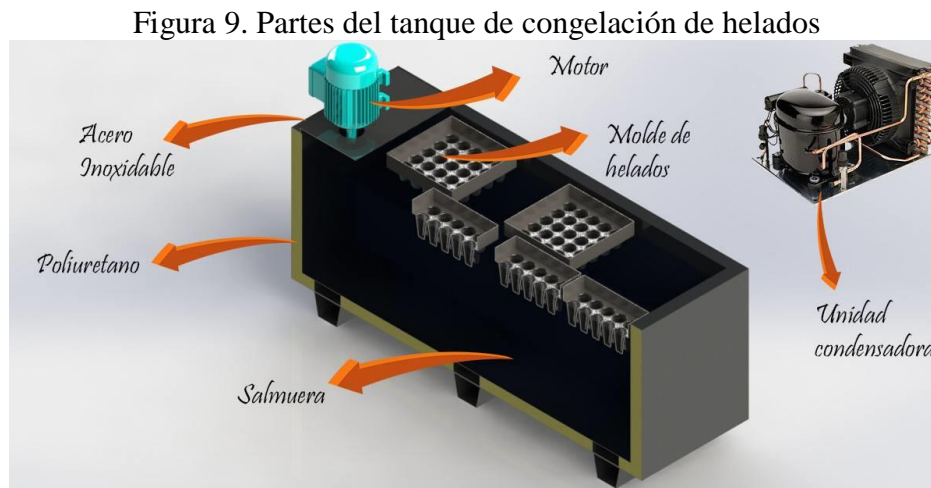
Para el análisis de esfuerzos en algunos componentes, se plantea la recomendación de Shigley “Los esfuerzos se calculan con gran precisión cuando la geometría es lo suficientemente simple para que la teoría proporciona las relaciones cuantitativas necesarias. En otros casos se utilizan aproximaciones como el análisis del elemento finito, cuyos resultados tienden a converger en los valores reales. Cuando no se dispone de las ecuaciones necesarias, entonces los métodos del análisis del elemento finito son atractivos, pero se deben tomar precauciones”.

#### 4.1 Principio de funcionamiento

Un tanque de congelación para helados está equipado con una unidad de condensación que tiene un espacio fuera del tanque y lleva a cabo la refrigeración por enfriamiento

directo del refrigerante, y un motor eléctrico que evita el congelamiento del agua sal a una temperatura bajo cero.

El helado una vez listo se deposita en los moldes previamente puestos en el tanque listos para recibir la mezcla a una temperatura de  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



Fuente: Autores

#### 4.2 Capacidad de producción

La capacidad de la maquina está definida por la cantidad de producto que va a producir en una hora. Para el diseño se toma una capacidad de 188 helados por hora en producción continua, todos los componentes y elementos estarán sujetos a este requerimiento.

#### 4.3 Selección de material desde el punto de vista técnico económico

En metalurgia, el acero inoxidable se define como una aleación de acero con un mínimo del 10 % al 12% de cromo contenido en masa. El cromo forma en la superficie del acero una película pasiva, extremadamente delgada, continua y estable. Esta película deja la superficie inerte a las reacciones químicas. Esta es la característica principal de resistencia a la corrosión de los aceros inoxidables.

La selección de los aceros inoxidables puede realizarse de acuerdo con sus características:

- Resistencia a la corrosión y a la oxidación a temperaturas elevadas.
- Propiedades mecánicas del acero.

- Características de los procesos de transformación a que será sometido.
- Costo total (reposición y mantenimiento)
- Disponibilidad del acero.

Los aceros inoxidable tienen una resistencia a la corrosión natural que se forman automáticamente, es decir no se adiciona. Tienen una gran resistencia mecánica, de al menos dos veces la del acero al carbono; son resistentes a temperaturas elevadas y a temperaturas criogénicas.

#### 4.3.1 Selección del acero inoxidable.

Tabla 13. Selección de los aceros inoxidables

Restricciones	Ferríticos		Austeníticos		Martensíticos		Precipitación
	409	446	304	316L	410	440A	17-17PH
Aplicación para la industria alimentaria	no	no	si	si	si	si	no
Disponibilidad	si	si	no	no	no	no	no
Precio	si	si	si	si	no	no	no
Soldabilidad	si	si	si	si	no	no	si
Resistencia mecánica	no	no	si	si	si	si	si
Resistencia a la temperatura	si	si	si	si	si	si	si
Resistencia a la corrosión	no	no	si	si	si	si	si

Fuente: Autores

Después de tomar en cuenta ciertos parámetros, restricciones y estudios realizados para la selección de aceros inoxidables se puede observar que la aplicación en la industria alimentaria es primordial, además se toma en consideración la disponibilidad de aquel acero en el mercado y el precio adecuado. Por tanto, se utilizará el acero austenítico AISI 304 que cumple con todo lo anteriormente mencionado.

#### 4.4 Selección mecánica de la maquinaria

Para la selección de los equipos y accesorios se utilizaron catálogos mismos que se hacen referencia en cada elemento:

- Unidad condensadora hermética TECUMSEH modelo FH2511ZBR
- Tubería de cobre de una pulgada

- Soldadura de plata al 6% y al 15%.
- Soldadura de acero inoxidable

**4.4.1** *Determinación de las dimensiones y resistencia a vencer de la máquina.* Las dimensiones de la máquina fueron determinadas considerando los elementos y sistemas que se encuentran en su interior y la disposición de cada uno de estos, además se tomó en consideración la manipulación que debe hacerse sobre la máquina para poder operarla satisfactoriamente.

Las dimensiones más apropiadas tomando en consideración todo lo anterior son:

- Ancho de la máquina = 904 mm
- Largo de la máquina: 1 902 mm
- Altura: 814 mm

**4.4.1.1** *Determinación del espesor de la pared del tanque*

El espesor adecuado de la pared del tanque se basa en las normas GOST en aceros inoxidables AISI 304 es de dos a cuatro milímetros de espesor, poniéndole en consideración que sobre el mismo actúa una presión de 6 205,75 Pa.

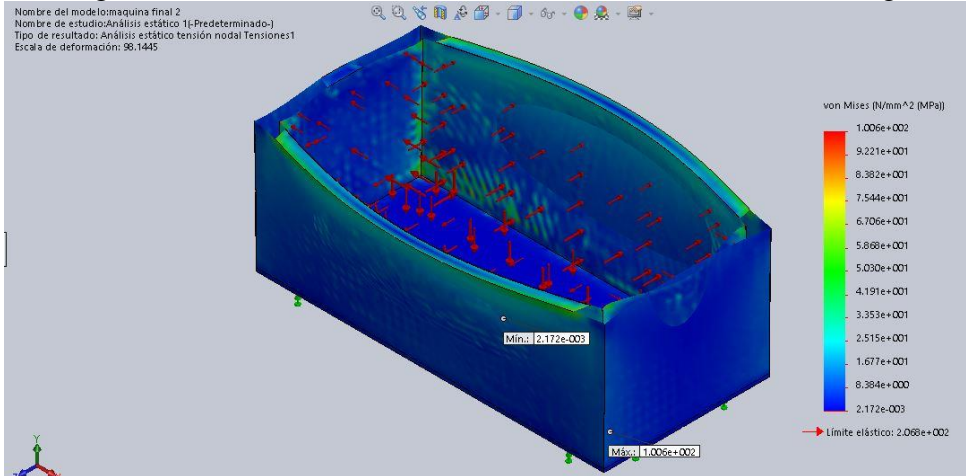
El espesor de un milímetro parece razonable debido a que la salmuera está expuesta a una presión atmosférica y teniendo en cuenta que posee un doble reforzamiento de su pared.

Otro aspecto importante recomendado por la experiencia es que es éste el espesor mínimo que se puede soldar en acero inoxidable.

Demostrando mediante un análisis de elemento finito según Von Mises que una plancha con acero de ese espesor es propensa a una deformación permanente.

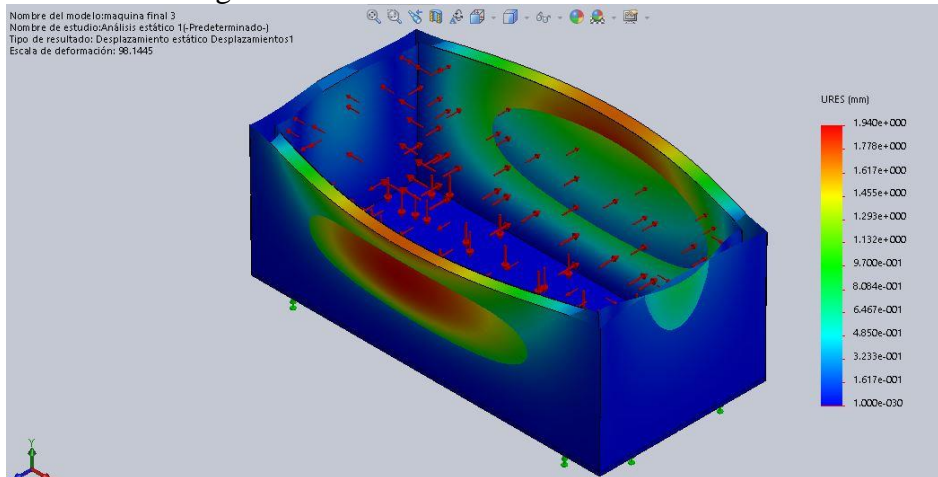
Para el análisis estático del tanque, se tomaron en cuenta datos esenciales y comparativos para realizar los estudios respectivos basados en libros o a su vez en el mismo software aplicado en el tema de tesis SolidWorks. Según éste software ya mencionado nos ofrece el dato de 206,81 MPa el cual será tomado como referencia para el análisis de cargas y deformaciones.

Figura 10. Análisis estático de resistencia del material a una carga



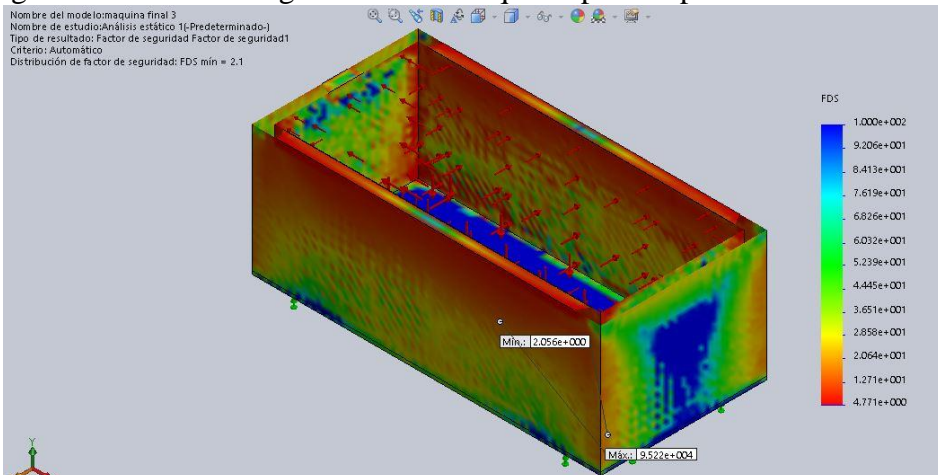
Fuente: Autores

Figura 11. Deformación máxima del material



Fuente: Autores

Figura 12. Factor de seguridad mínimo que se puede aplicar al límite elástico

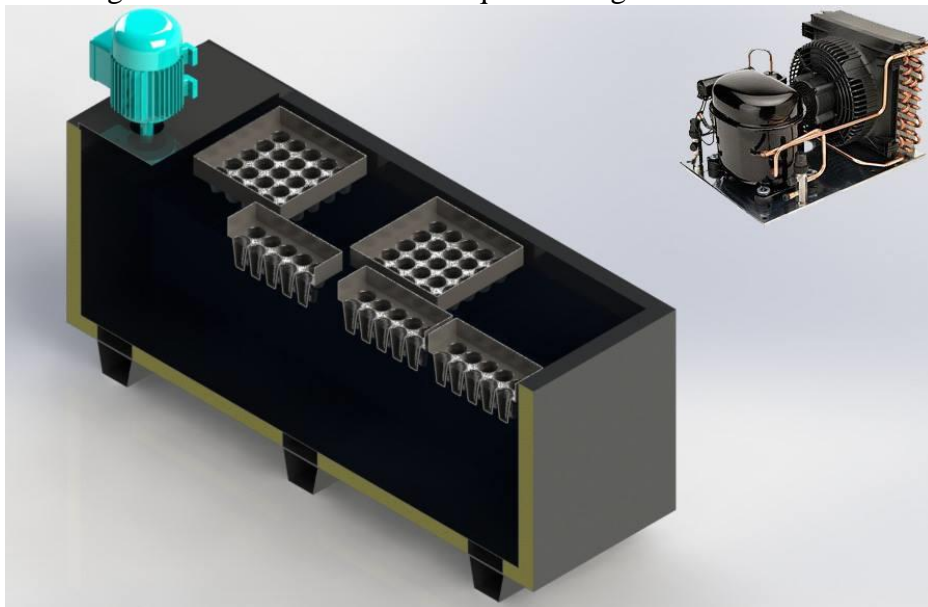


Fuente: Autores

Por lo que los cálculos nos demuestran que en una plancha de un milímetro de espesor es propenso a una gran deformación. Debido a todo lo dicho anteriormente se ha considerado trabajar con un acero inoxidable de dos milímetros de espesor.

**4.4.2** *Diseño final del tanque de congelación de helados.* Tomando en cuenta el estudio realizado, se trabajará con un acero inoxidable AISI 304 de 2 mm de espesor, un aislante de poliuretano, una unidad condensadora de baja temperatura de 3 HP / 220 V, una tubería de cobre de 1 in, moldes de acero inoxidable AISI 316, un motor eléctrico de ½ Hp de 220 V con una hélice pequeña de acero inoxidable para causar turbulencia.

Figura 13. Diseño final del tanque de congelación de helados



Fuente: Autores

Dados los siguientes datos se realizó el análisis estático de la máquina, gracias a la recomendación de Shigley se utilizó el método de aproximaciones del análisis del elemento finito según Von Mises y gracias al apoyo del software SolidWorks en su versión 15.

Estimando que la densidad del agua en su estado normal es  $999,19 \text{ kg/m}^3$  a una temperatura ambiente de  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ .

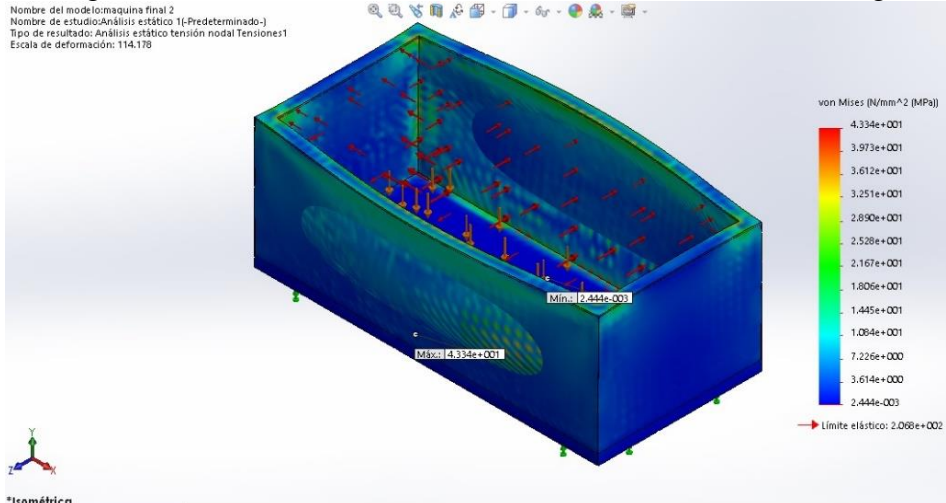
$\rho$  = Densidad de la salmuera =  $1\,165 \text{ kg/m}^3$

S = Densidad relativa o gravedad específica de la salmuera = 1,165

P = Presión en el punto más bajo de la salmuera =  $6\,205,75 \text{ Pa}$

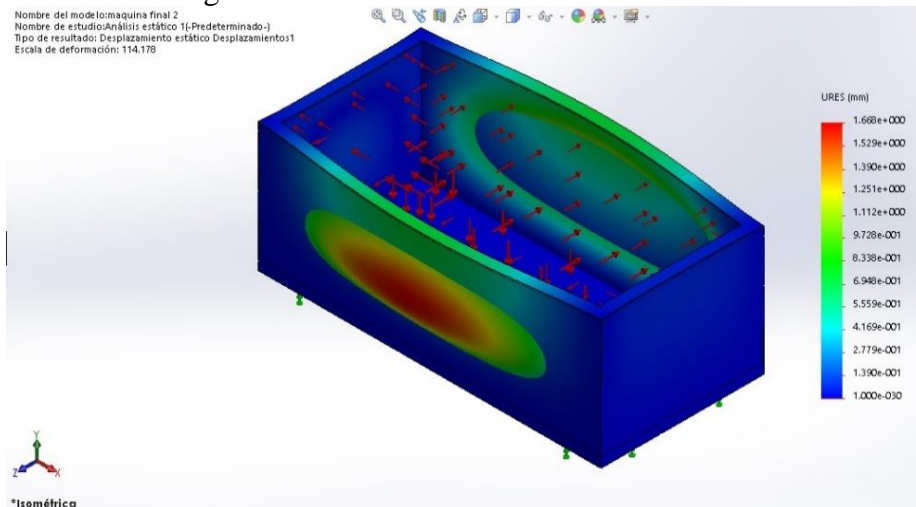


Figura 14. Análisis estática de resistencia del material a una carga



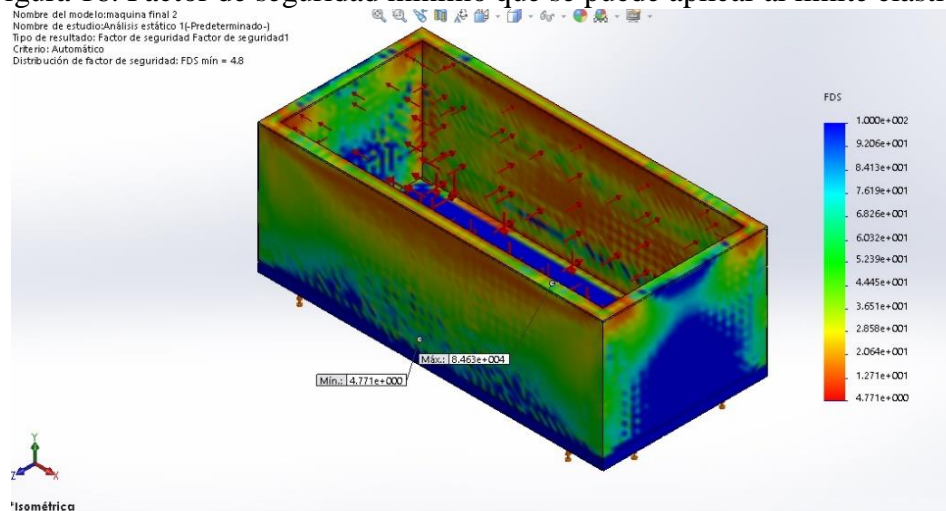
Fuente: Autores

Figura 15. Deformación máxima del material



Fuente: Autores

Figura 16. Factor de seguridad mínimo que se puede aplicar al límite elástico



Fuente: Autores

El análisis realizado en el software SolidWorks nos da una tensión máxima de 43,34 MPa en el punto más bajo donde termina la pared interna del tanque.

A lo cual la tensión máxima analizada se tomará como tensión de trabajo ( $\sigma_{\text{trabajo}}$ ), y la tensión admisible estará dada por el límite elástico del material sobre su coeficiente de seguridad dado a su respectivo diseño de la maquinaria ( $\eta = 2$ ). La tensión de trabajo no superará a la tensión admisible, caso contrario existirá deformación permanente o en el peor de los casos rotura.

$$\sigma_{\text{adm}} = \frac{S_y}{\eta}$$

$$\sigma_{\text{adm}} = \frac{206,81}{2} \frac{N}{\text{mm}^2} = 103,4 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{\text{trabajo}} < \sigma_{\text{adm}}$$

$$43,34 \frac{N}{\text{mm}^2} < 103,4 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Debido a estos resultados se demostró que la máquina no sufrirá deformación permanente alguna, pero si teniendo un pequeño desplazamiento de 1,66 mm en el punto indicado en la Figura 15.

El software ofrece un factor de seguridad mínimo ( $\eta = 4,8$ ) que se puede aplicarlo en el límite elástico del material para conseguir la tensión admisible mínima con respecto al estudio realizado.

$$\sigma_{\text{adm}} = \frac{S_y}{\eta}$$

$$\sigma_{\text{adm}} = \frac{206,81}{4,8} \frac{N}{\text{mm}^2} = 43,34 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{\text{trabajo}} = \sigma_{\text{adm}}$$

$$43,34 \frac{N}{\text{mm}^2} = 43,34 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

#### 4.5 Selección del autómatas programable

Debido a los estudios de factores cualitativos, cuantitativos, ventajas, desventajas y a las demandas del usuario se ha concluido el uso necesario de un Logo o PLC, junto a esto se realizará un previo análisis del autómatas programable que se ajuste a las necesidades de la microempresa.

Tabla 14. Selección del autómatas programable

Restricciones	LOGO		PLC		
	V7	V8	S7-200	S7-1200-1212	S7-1200-1214
Ámbito de trabajo	si	si	si	si	si
N° de entradas	si	si	si	si	si
N° de salidas	si	si	si	si	si
Uso inalámbrico	no	si	no	si	si
Capacidad de compatibilidad y manejo con otro software	no	no	no	si	si
Espacio de trabajo	si	si	si	si	si
Disponibilidad en el mercado	si	no	si	si	si
Precio	si	si	si	si	si
Posibilidad de realizar control inalámbrico mediante Smartphone	no	no	no	si	si
Demanda de proyecciones futuras que exige el usuario	no	no	no	no	si

Fuente: Autores

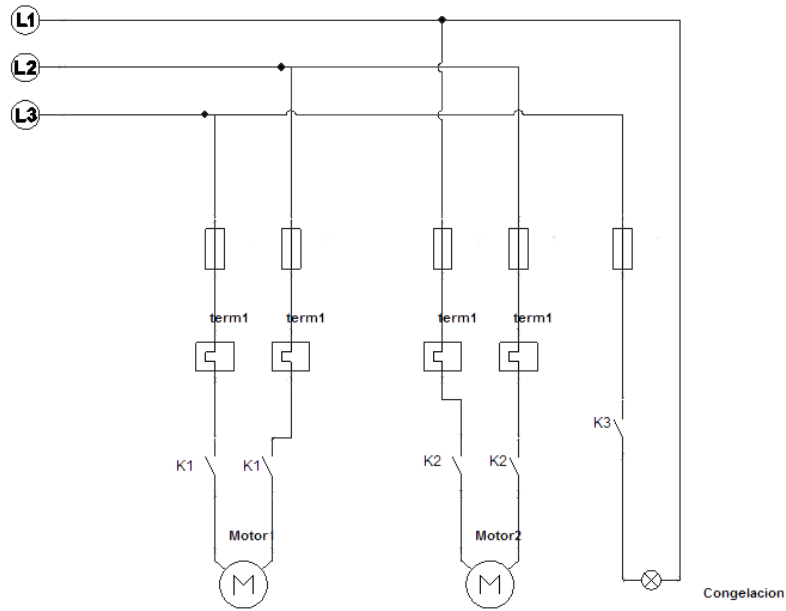
#### 4.6 Diseño del circuito eléctrico de control y potencia

El siguiente diagrama ha sido diseñado según los elementos que se incluirán para las conexiones referentes al circuito de potencia con una fuente de poder de alto amperaje, como son contactores, motores, buzzer, etc.

En lo que tiene que ver al circuito de control, este está orientado a realizar el accionamiento de los elementos del circuito anteriormente mencionado, colocándolos cuidadosamente, evitando cortos circuitos o cables sueltos con peligro de exposición.

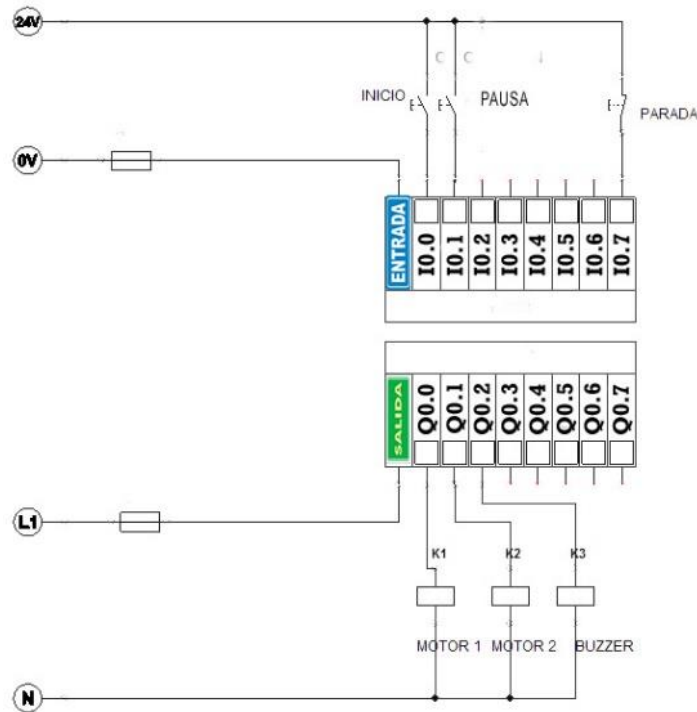
Su funcionamiento se basa en la activación de señales en el controlador lógico programable, existiendo dos tipos, las de entrada y las de salida. Estas señales son enviadas y recibidas por y hacia dispositivos de bajo amperaje, respectivamente.

Figura 17. Diagrama eléctrico de potencia



Fuente: Autores

Figura 18. Diagrama eléctrico de control



Fuente: Autores

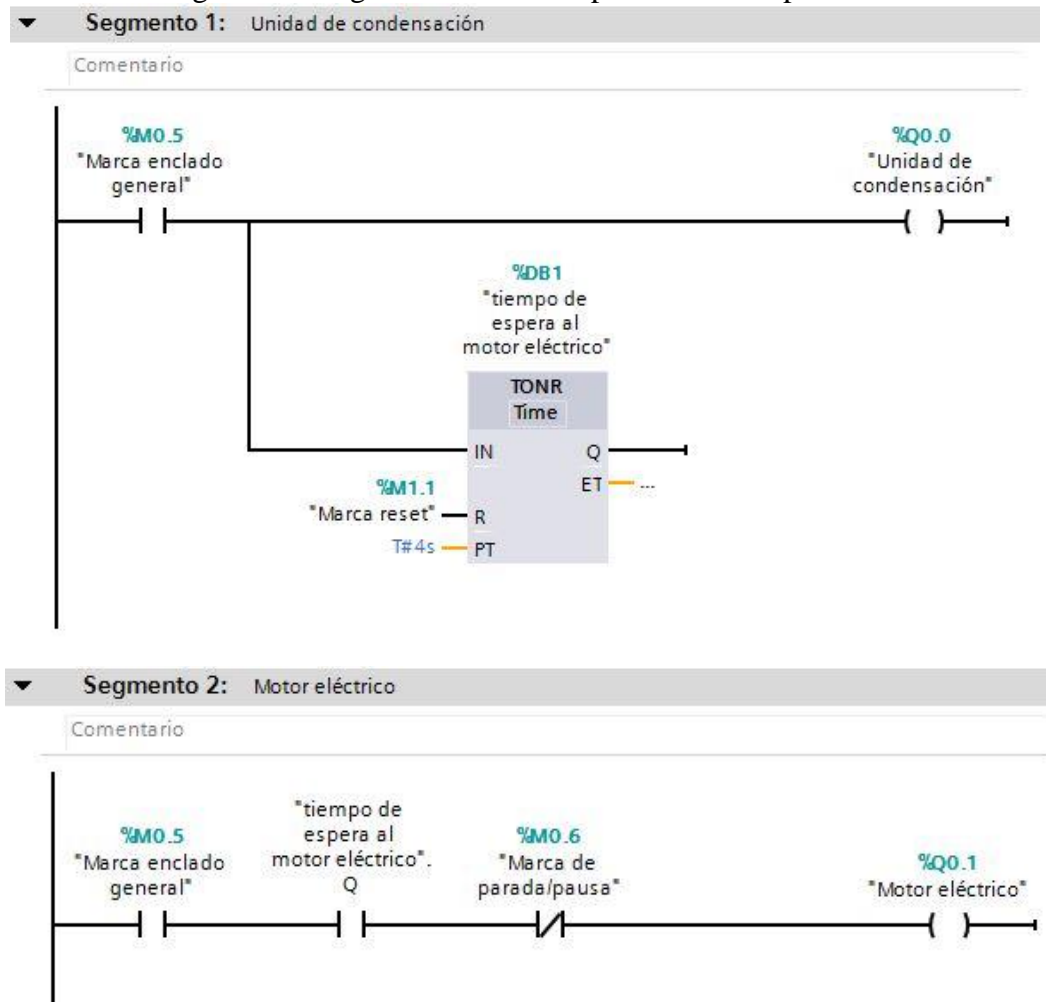
#### 4.7 Programación en el controlador lógico programable

La programación realizada en el controlador lógico programable tiene como objetivo adaptar las tareas del proceso manual a una forma semiautomática, dando lugar a

desarrollar cierta independencia del proceso con respecto a las decisiones o necesidades del trabajador.

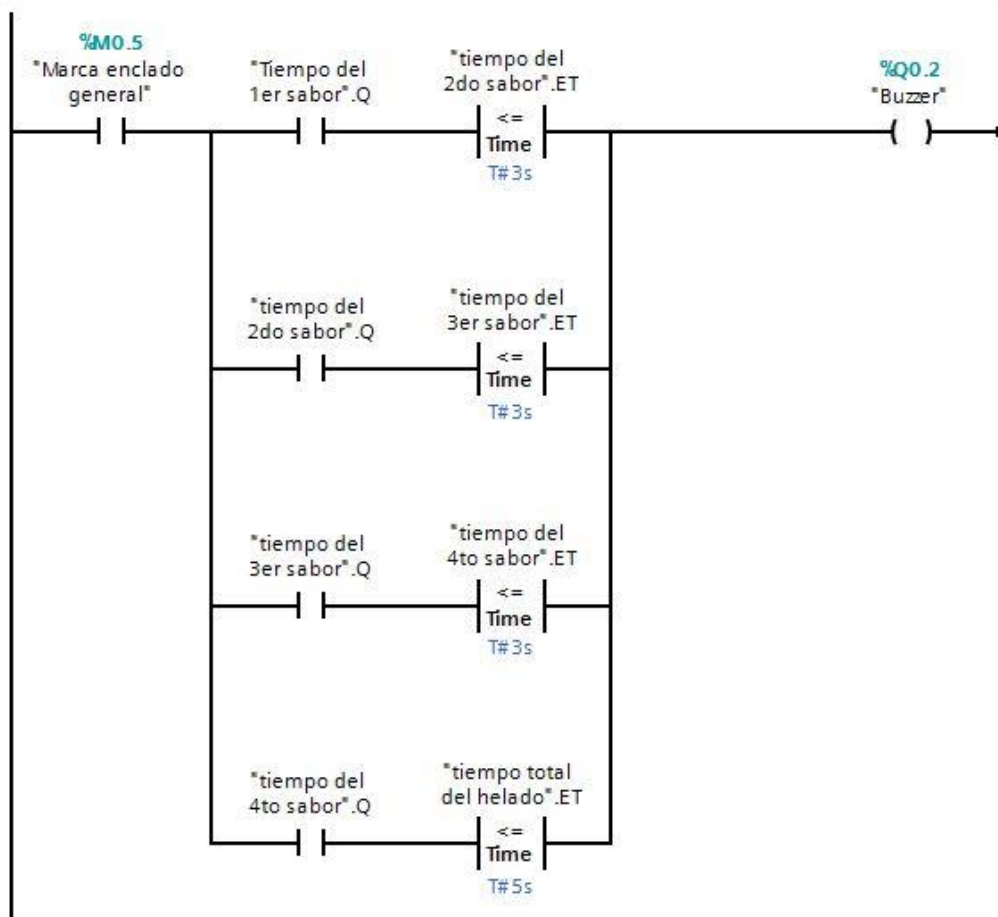
El software utilizado para este caso es el TÍA PORTAL V13. El mismo que contiene elementos, instrucciones, funciones y demás herramientas que posibilita al usuario programar de forma gráfica. Cabe mencionar que la estructura de la programación en sí, se la realizó en un entorno que el software tiene por defecto y es conocido como circuito KOP (LADDER), que, mediante una lógica ordenada permite colocar de manera virtual contactos normalmente abiertos y cerrados, marcas, temporizadores, consumidores, etc.; que, junto a las conexiones respectivas, cumplirá con la función que el proceso requiera. Los contactos normalmente abiertos son los que se cerrarán cuando el valor del operando consultado es igual a 1. Contrario a lo dicho anteriormente los contactos normalmente cerrados cumplen la función inversa. Los temporizadores con retardo a la activación son los encargados de retrasar la activación de su salida por un tiempo determinado.

Figura 19. Programación de las operaciones del proceso



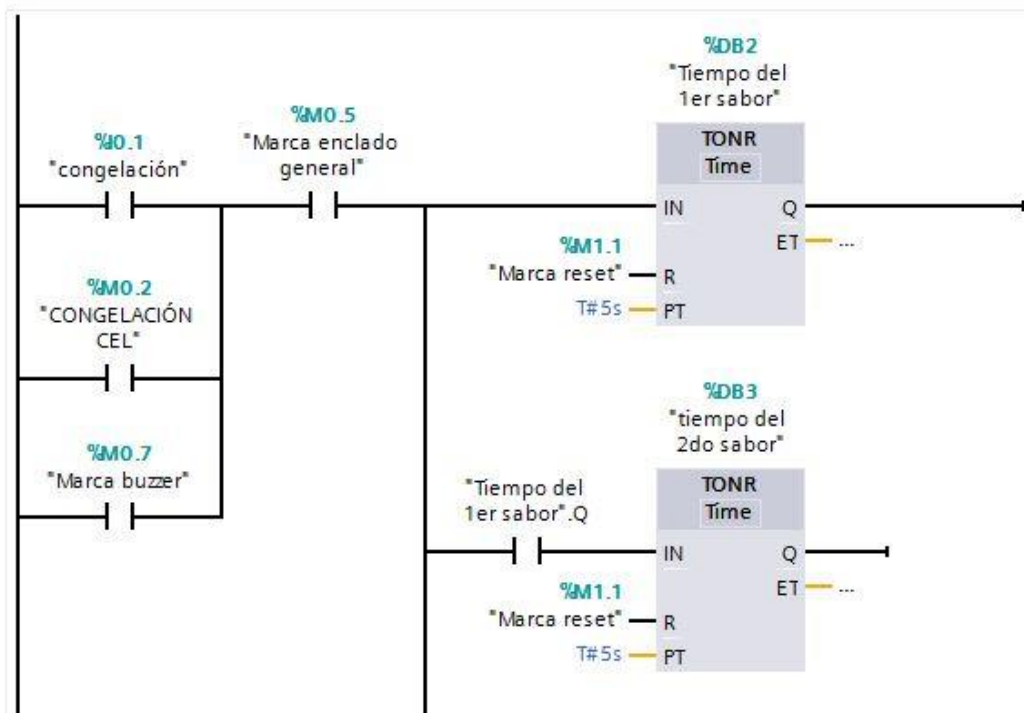
▼ **Segmento 3: Buzzer**

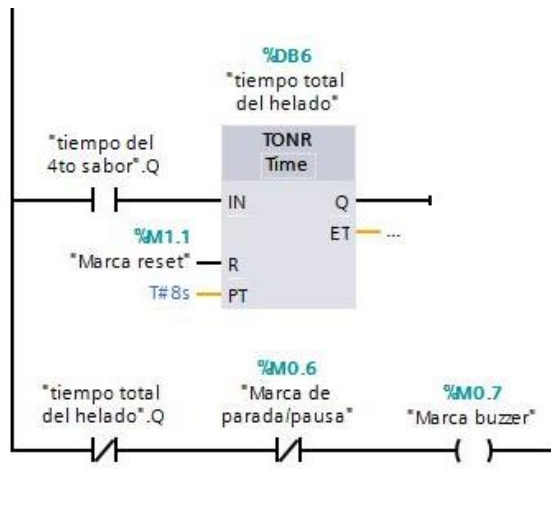
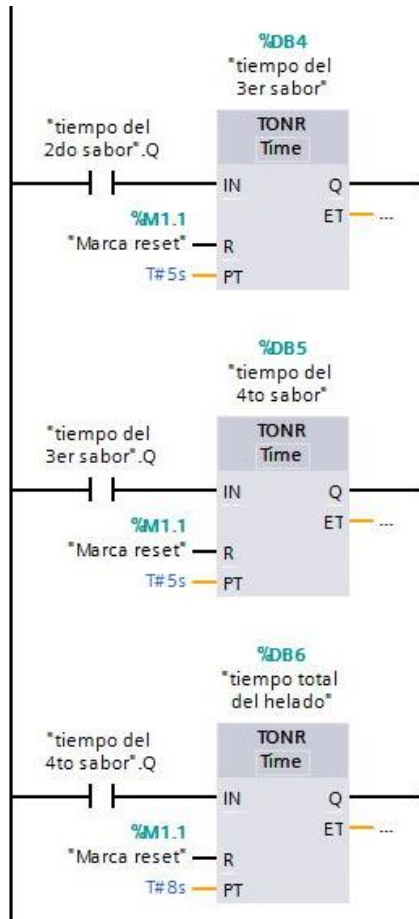
Comentario



▼ **Segmento 4: .....**

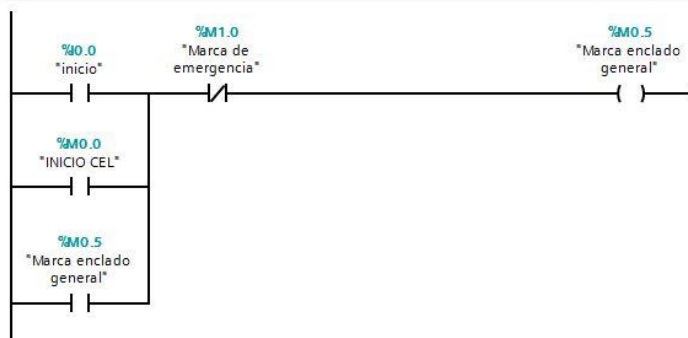
Comentario

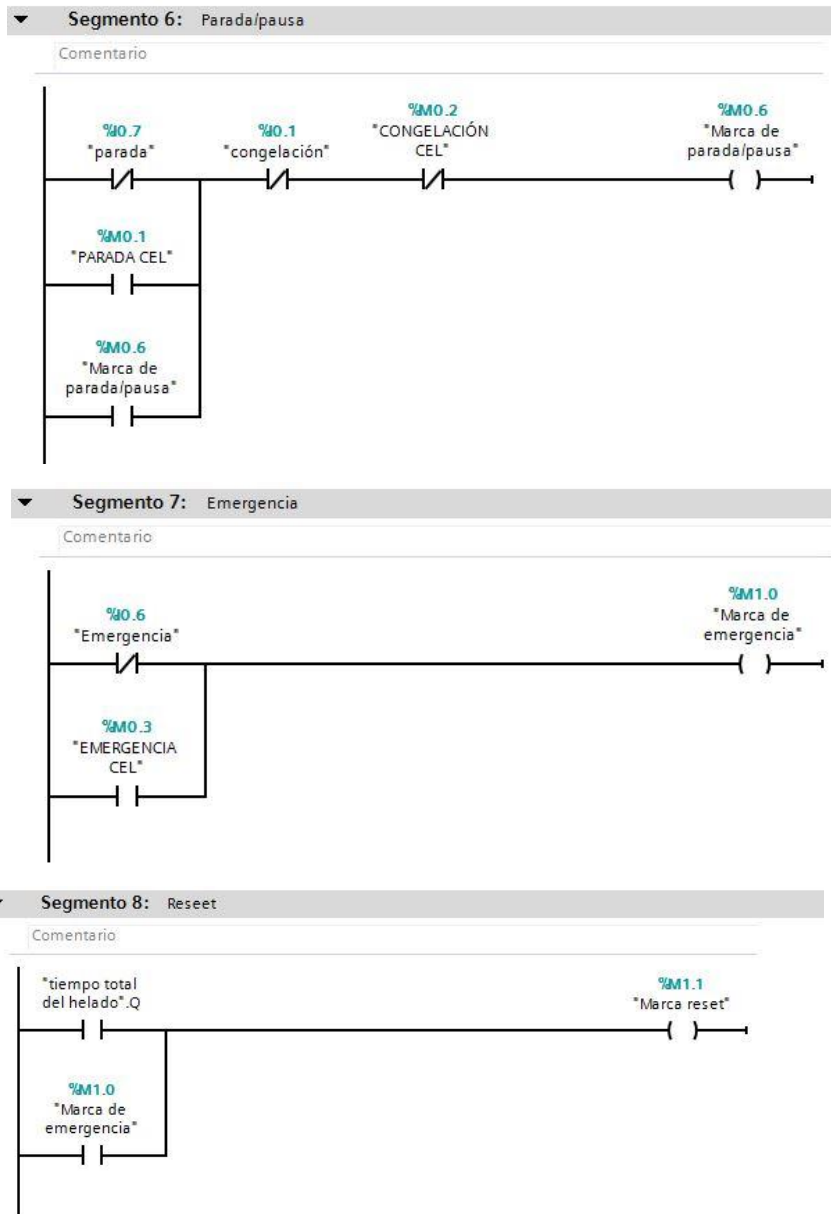




▼ Segmento 5: INICIO

Comentario





Fuente: Autores

Debido a que el controlador lógico programable permite realizar funciones de forma remota, utilizando tecnología que conectará inalámbricamente a un sistema Android de cualquier Smartphone. Esto permitirá que el operador pueda accionar mediante el Smartphone las señales de entrada que serán enviadas al PLC. Para esto en la programación se tuvo que utilizar las marcas adecuadas para realizar esta acción.

#### 4.8 Interfaz Smartphone – PLC

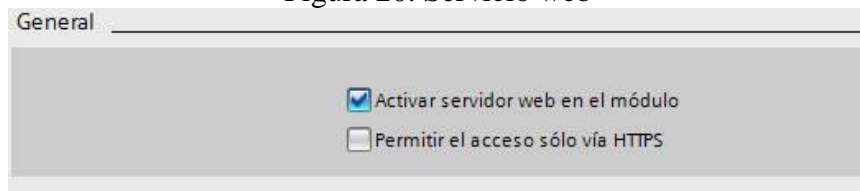
La interfaz entre un Smartphone y el PLC se la realizó mediante una aplicación para ANDROID llamada S7 PLC HMI que utiliza una red inalámbrica WIFI para enviar y



recibir datos. Será necesario que el PLC esté conectado con cable Ethernet a un router WIFI. Los pasos para realizar la interfaz son:

En el software TIA portal V13, dar clic a la pestaña “general”, seleccionamos menú general y en la casilla “Activar servidor web en el módulo “.

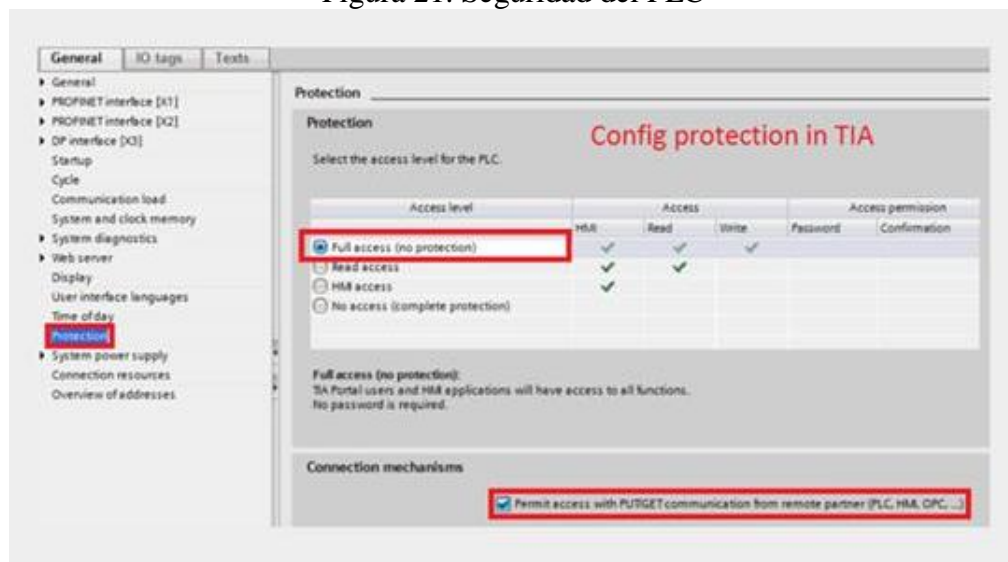
Figura 20. Servicio web



Fuente: Autores

Luego seleccionamos el menú “Protection”. Aparece un cuadro de opciones y escogemos Full access (no protection). Habilitamos la casilla “Permit access with PUTGET”.

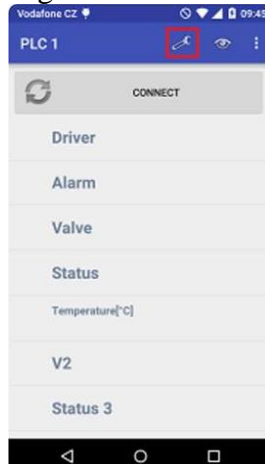
Figura 21. Seguridad del PLC



Fuente: Autores

Para utilizar la aplicación S7 PLC HIM se descargará directamente del PlayStore aplicación que contiene cualquier Smartphone. En el mercado se encuentra dos tipos disponibles de aplicación S7 PLC HIM y S7 PLC HIM Lite; la última nombrada es gratuita, pero restringe el uso de más de dos objetos. Debido a esta restricción se ha optado S7 PLC HIM con un costo poco representativo. Una vez que la aplicación está correctamente instalada, se la ejecuta y se presiona en el menú configuración.

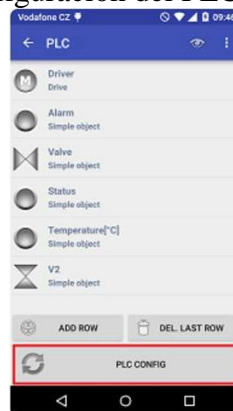
Figura 22. Configuración de la conexión del PLC



Fuente: Autores

Nos aparecerá la opción “PLC CONFIG” y seleccionarla.

Figura 23. Configuración del PLC en la aplicación



Fuente: Autores

Seleccionar el dispositivo, configurar su dirección IP y el puerto de enlace.

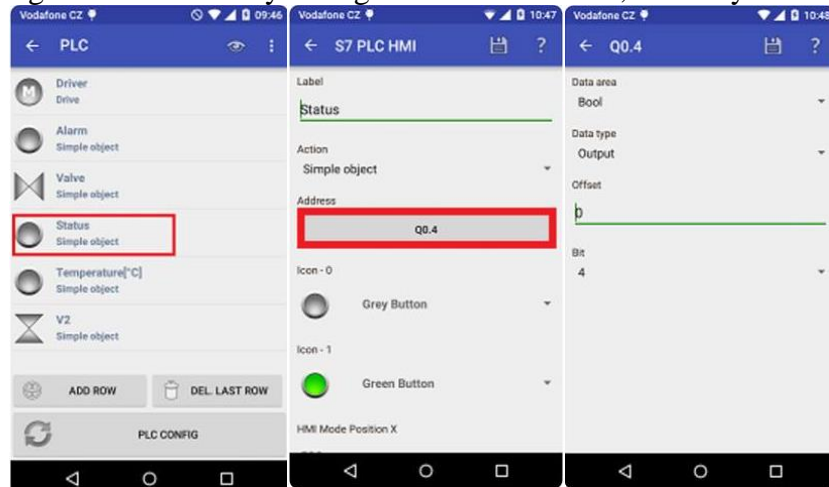
Figura 24. Selección de dispositivo, configuración de IP y puerto de enlace



Fuente: Autores

Establecer las entradas, salidas y marcas variables. Para las entradas se usarán marcas ya previamente programadas en el TIA PORTAL V13, se ocupará un MW# que significa que puede cambiar de numeración a la que el usuario desee.

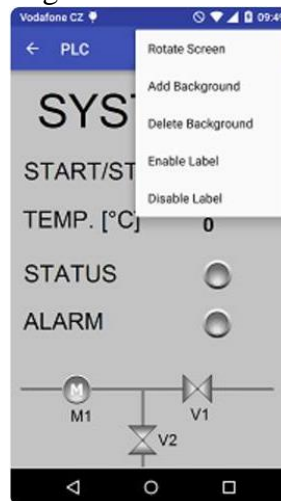
Figura 25. Creación y configuración de entradas, salidas y marcas



Fuente: Autores

Configuración del diseño de la pantalla. La aplicación nos ofrece una gran variedad de instrumentos.

Figura 26. Configuración del diseño de la pantalla



Fuente: Autores

Edición y ubicación de los controles gráficos. Permite la ubicación aproximada de los elementos, donde el programador desea establecer cada objeto para la mejor visualización e interacción del operario con el dispositivo, así como la facilidad de manipulación del programador en una forma ordenada e intuitiva.

Figura 27. Editor gráfico



Fuente: Autores

Regresar al menú principal y tocar en “visualizar”. Observando de esta forma el proyecto finalizado según el programador lo haya así decidido.

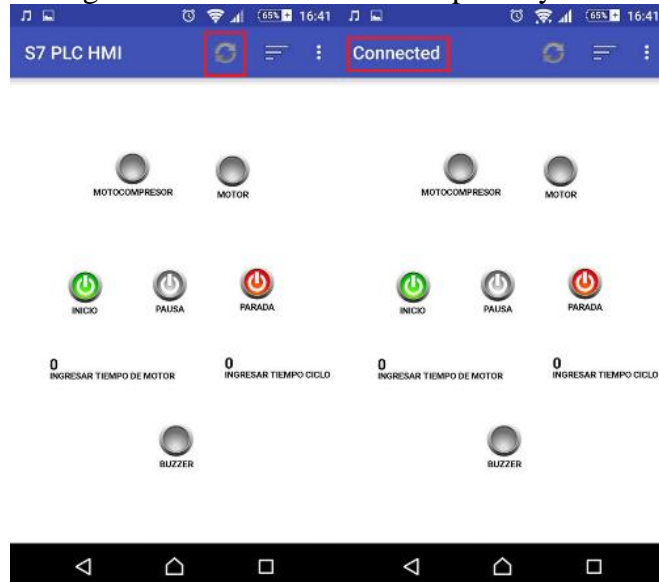
Figura 28. Pantalla principal



Fuente: Autores

Una vez configurado la red dirigida así todas las direcciones y realizado el correspondiente diseño anexando sus respectivas etiquetas, se procede a pulsar en “Conectar”. Aparecerá en estado “Connected” indicando que está enlazado entre el dispositivo y el controlador programable quien a su vez controla toda la operación mecánica de máquina de helados.

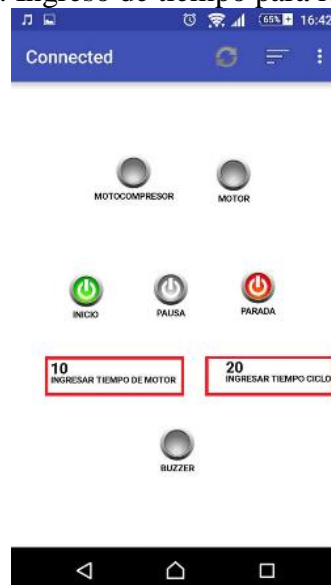
Figura 29. Interfaz entre Smartphone y PLC



Fuente: Autores

Ingresamos el tiempo requerido para los procesos. El tiempo dado se establecerá de acuerdo a las pruebas realizadas en la maquina tomando así la mejor opción. Por consiguiente, serán ingresadas en la aplicación con la opción de poder cambiar cuando el usuario lo desee.

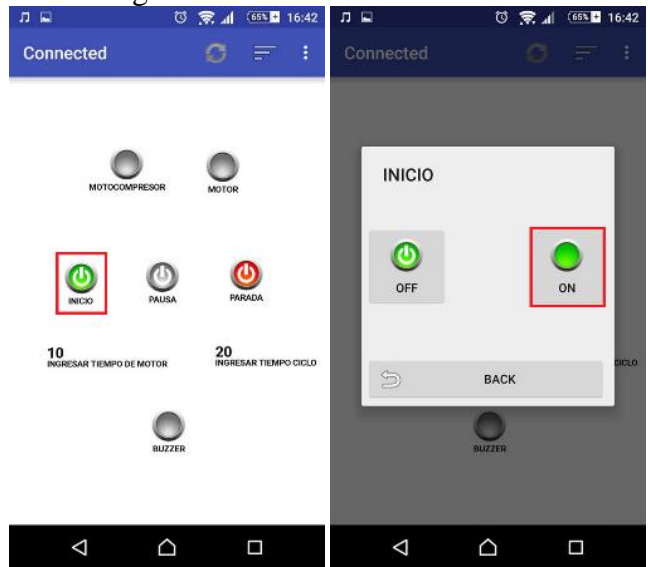
Figura 30. Ingreso de tiempo para los procesos



Fuente: Autores

Al tocar en uno de los controles, aparecerá una ventana emergente donde activaremos uno de ellos. Al mismo tiempo éste deberá ser desactivado.

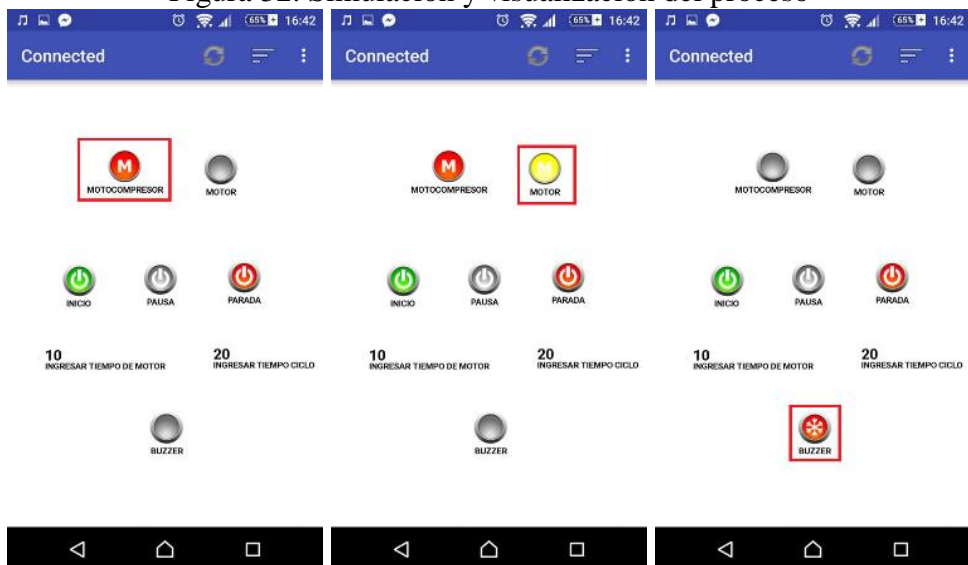
Figura 31. Activación de controles



Fuente: Autores

Al realizar el paso anterior, se visualizará que la salida uno “MOTOCOMPRESOR” está activada. Luego de un tiempo se activará la salida dos “MOTOR”. Por último, acabando el tiempo de ciclo, se activará la salida tres “BUZZER” desconectando las salidas uno y dos.

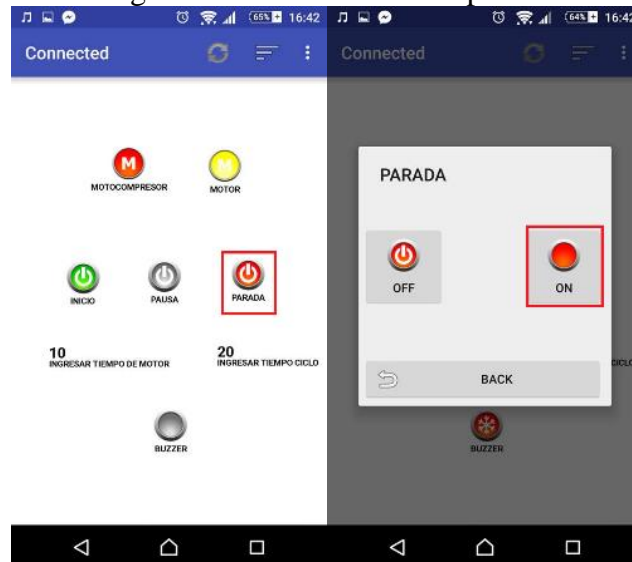
Figura 32. Simulación y visualización del proceso



Fuente: Autores

Para volver al estado inicial del proceso, se tocará el botón de parada. Aparecerá la respectiva ventana emergente en donde se tocará en la opción “ON” y así parando la producción.

Figura 33. Simulación de la parada



Fuente: Autores

## 4.9 Construcción, montaje de la maquinaria y del control mando

4.9.1 *Preparación de los materiales de acuerdo a los planos.* Construcción del tanque de congelación para helados

- Para la construcción del tanque se siguieron los siguientes pasos:
- Corte de la plancha de acero inoxidable.
- Doblado de las planchas a las medidas establecidas.
- Colocación en un molde predestinado.
- Soldado en la parte frontal y posterior del tanque.
- Colocación del poliuretano entre los perfiles del tanque.
- Rectificado y sellado en las partes expuestas al ambiente.

4.9.2 *Montaje e instalación de los elementos eléctricos.* Para el montaje e instalación de las diferentes partes de la maquina se efectuaron las siguientes operaciones:

- Montaje de la parte de control
- Montaje del tanque para congelación para helados
- Montaje de la unidad condensadora.
- Montaje del motor eléctrico
- Instalaciones eléctricas

**4.9.2.1** *Montaje de la parte de control.* Para el montaje de control se procedió de la siguiente manera:

- Alineación y sujeción en una posición fuera del alcance de posibles fluidos y rápida accesibilidad.
- Ajuste de tornillos

**4.9.2.2** *Montaje del tanque de congelación para helados*

- Adecuación del área de instalación
- Colocación del tanque en el área determinada

**4.9.2.3** *Montaje de la unidad condensadora.* En el esquema Figura 9 del sistema de refrigeración en donde se aprecia la disposición de diferentes componentes, para el montaje de la unidad condensadora se procedió de la siguiente manera:

- Conexión de la línea de alta presión
- Conexión de la línea de baja presión
- Realización y prueba de vacío en el sistema
- Carga del refrigerante
- Revisión de fugas en pleno funcionamiento

**4.9.2.4** *Montaje del motor eléctrico.* Para el montaje del motor eléctrico se efectuarán los siguientes pasos:

- Colocación de cauchos de apoyos para el motor
- Colocación y sujeción con pernos

**4.9.2.5** *Instalaciones eléctricas*

- Circuito de control. En la Figura 18 se muestra el circuito de control que funciona de la siguiente manera.

El pulsador INICIO envía una señal a la entrada del PLC, donde el PLC procesa la señal



mediante la programación realizada y manda su respuesta a sus respectivas salidas, en este caso su primer funcionamiento será en la bobina K1, al cabo de un respectivo tiempo señalado por el operario activará la bobina K2.

Una vez realizado la operación de colocación del helado en el molde, el operario deberá accionar un pulsador indicando que desde ese instante inicia el congelamiento, esta señal permitirá que el PLC ejecute el funcionamiento de un relé K3 cuando haya finalizado el respectivo congelamiento automáticamente.

Además, se incluye un pulsador de parada de emergencia que permite detener el funcionamiento de todas las salidas del PLC mediante la programación realizada.

- Circuito de potencia. El circuito de potencia está representado en la Figura 17, cuyo funcionamiento se detalla a continuación:

El circuito de potencia está formado por la unidad de condensación (Motor 1), motor eléctrico (Motor 2) y un Buzzer (congelación), estos se encuentran protegidos tanto por fusibles, así como por protecciones térmicas. El funcionamiento es efectuado por medio del circuito de control, recordando que las conexiones de potencia se encuentran instaladas en las líneas de alta potencia de los contactores.

El K1 será el responsable del funcionamiento del motor 1, K2 será responsable de motor 2 y K3 será responsable del funcionamiento del Buzzer encargado de avisar que a culminado la producción.

#### **4.10 Pruebas y puesta en marcha la máquina.**

Con estas pruebas se logra verificar el fácil acceso al sistema de control y verificar el funcionamiento de cada uno de los elementos del tanque de congelación para helados.

El funcionamiento de los componentes con accionamiento eléctrico, se midió las intensidades tanto de arranque como la nominal mediante un multímetro.

Se comparó con las especificaciones tomadas con las que establecen los catálogos respectivos de fábrica.

Tabla 15. Medición de parámetros en los componentes

Componente	Funcionamiento eléctrico			Funcionamiento mecánico		Observaciones
	Tensión [V]	Ia [A]	In [A]	Inicio	Final	
Unidad condensadora	220	20	13.5	Comprime	Expulsa	Está dentro del rango
Motor Eléctrico	220	4	3,7	X	X	Está dentro del rango
Buzzer	220	X	X	Apagado	Encendido	Funcionamiento correcto

Fuente: Autores

**4.10.1 Prueba de funcionalidad.** Se realizó un banco de pruebas con el objetivo de comprobar su respectivo funcionamiento, evitando probables fallas.

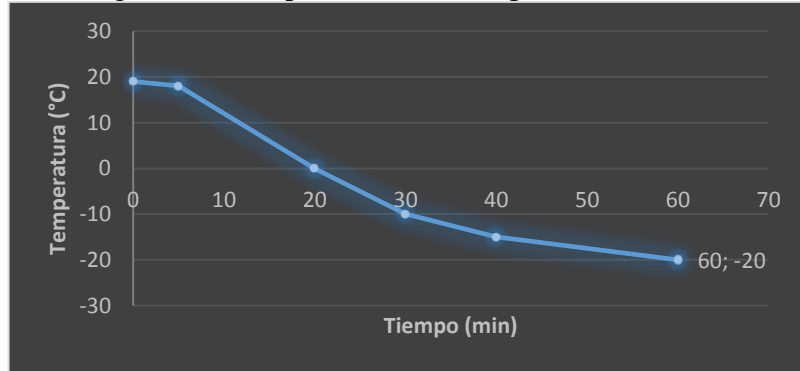
- Verificación del adecuado abastecimiento de materia prima. observando primeramente la calidad ante todo, por consiguiente la cantidad con el precio a pagar por el usuario de la máquina.
- Determinación del tiempo en el tanque está apto para su correcto funcionamiento (el punto de funcionamiento apto es aquel que alcanza la temperatura apropiada para proceder a la producción). Para encontrar estos parámetros se utilizaron un termómetro y cronómetro digital. En la figura 34 se traza los ejes Temperatura versus Tiempo, en donde se necesita un tiempo de una hora para comenzar la producción.
- Verificación de la temperatura del producto. Para la medición de la temperatura del producto se utilizó un termómetro de mercurio. Las temperaturas fueron medidas tanto en el cambio de fase, así como en el final, obteniendo los promedios tabulados. (Ver Tabla 16).

Tabla 16. Datos obtenidos de temperatura vs. Tiempo de la salmuera

Tiempo (min)	Temperatura (°C)
0	19
5	18
20	0
30	-10
40	-15
60	-20

Fuente: Autores

Figura 34. Temperatura vs. Tiempo de la salmuera



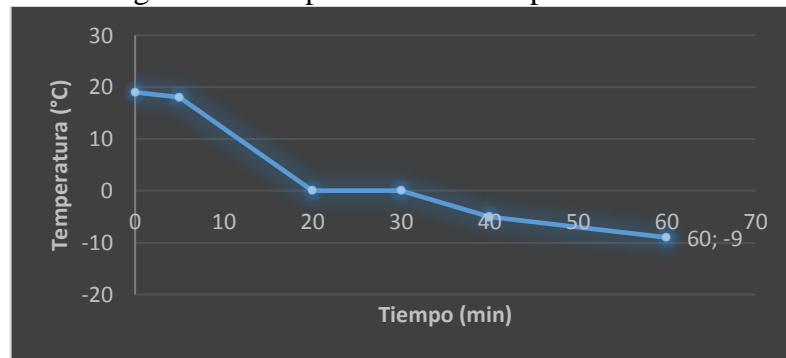
Fuente: Autores

Tabla 17. Datos obtenidos de temperatura vs. Tiempo del producto

Tiempo (min)	Temperatura (°C)
0	19
5	18
20	0
30	0
40	-5
60	-9

Fuente: Autores

Figura 35. Temperatura vs. Tiempo del helado



Fuente: Autores

## CAPITULO V

### 5. OPERACIÓN Y MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA MICROEMPRESA

#### 5.1 Operación

La máquina está construida de una manera fija para evitar un movimiento involuntario y desgarre en las tuberías de cobre. (Ver Anexo A)

Se instaló virtualmente los mismos pulsadores en un celular Smartphone con el beneficio de poder controlar los procesos a larga distancia sin intervención del operario con la parte eléctrica o mecánica.

#### 5.2 Mantenimiento

Un mantenimiento adecuado tiende a prolongar la vida útil de la máquina, obtener un excelente rendimiento y reducir el número de fallas.

El mantenimiento dentro de una industria ha evolucionado junto con el desarrollo tecnológico de los equipos. Todos los mecanismos al estar en continuo funcionamiento tienden a deteriorarse, lo cual influye directamente en su costo.

Todo proceso industrial tiene por meta emplear el capital mínimo con respecto a la maquinaria e instalaciones.

Se debe estar en una continua capacitación. El mantenimiento esta también relacionada estrechamente con la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que le conserva en buenas condiciones a la máquina.

**5.2.1** *Mantenimiento eléctrico.* La mantención eléctrica ha sido realizada para proteger los componentes eléctricos de la máquina.

Cuando algún consumidor se detiene abruptamente todos los focos se apagarán, reseteando automáticamente el sistema, evitando el posible daño a la maquinaria.

**5.2.2** *Mantenimiento frigorífico.* La instalación frigorífica como su respectivo mantenimiento debe ser llevado a cabo por un especialista. Las causas de un malfuncionamiento pueden ser:

- Insuficiente condensación
- Escape de gas en la instalación
- Filtro de línea sucio
- Recalentamiento del compresor.

**5.2.3** *Manual de mantenimiento.* El manual de mantenimiento ayuda establecer un continuo funcionamiento de la máquina mediante la prevención y eliminación de desperfectos que impidan el continuo y normal funcionamiento. El manual de mantenimiento es indispensable para evitar paros imprevistos debido a un daño parcial o completo, de modo que se pueda planificar las posibles reparaciones como son: desmontajes sustitución de piezas, ajustes, calibraciones, etc.; y que minimice la incidencia en el proceso productivo. (Ver Anexo B)

## CAPITULO VI

### 6. ANÁLISIS DE COSTOS

Para determinar el costo de producción de la maquina realizada se tomaron los costos de los materiales, mano de obra y gastos generales. En esto se divide en costos directos e indirectos.

#### 6.1 Costos directos

Son costos directos los materiales, mano de obra y equipos. En el presente caso son:

- Componentes del tanque de congelación. Referido al material usado como en es el acero inoxidable y complementos extras como el poliuretano.
- Componentes de la unidad de condensación.
- Materiales para la instalación de la máquina. Las herramientas principales usadas como cautín, llaves, etc.
- Elementos eléctricos. Herramientas como taladros, cables, etc.
- Accesorios. Elementos secundarios como franela, martillo, estilete, etc.

La mano de obra directa es el trabajo directo cuyo costo se carga directamente al producto.

A los gastos generales se los conoce también como gastos de utilización de equipo y de transporte de materiales.

Tabla 18. Costos Mecánicos

Nº	Descripción	Cantidad	Precio [USD]
1	Motor Monofásico de ½ Hp + hélice	1	200,00
2	Unidad de condensación	1	2 000,00
3	Planchas de acero inoxidable AISI 304	8	960,00
4	Poliuretano	18 litros	300,00
Total			3 460,00

Fuente Autores

Tabla 19. Costos Eléctricos

N°	Descripción	Cantidad	Precio [USD]
1	Canaleta	1	7,00
2	Contactador	2	80,00
3	Relés Encapsulados	1	6,00
4	Cable #10	5 m	8,00
5	Cable #12	5 m	7,00
6	Cable #14 y #16	10 m	11,00
7	Portafusibles	2	20,00
8	Fusibles	2	1,00
9	Luz Piloto	2	2,50
10	Pulsadores	6	10,00
11	PLC	1	600,00
Total			752,50

Fuente Autores

Tabla 20. Costos por maquinaria, mano de obra y transporte

N°	Descripción	Precio [USD]
1	Corte y doblado de las planchas de acero inoxidable	30,00
2	Soldadura del acero inoxidable	80,00
3	Acabados	30,00
4	Transporte desde el taller a la empresa	80,00
5	Instalación	80,00
6	Mano de Obra	500,00
Total		800,00

Fuente Autores

Tabla 21. Costos Directos Totales

N°	Descripción	Precio [USD]
1	Costos Mecánicos	3 460,00
2	Costos Eléctricos	752,50
3	Costo de Maquinaria, Mano de Obra y Transporte	800,00
Total		5 012,50

Fuente Autores

## 6.2 Costos indirectos

Los costos indirectos de la producción son costos tomados por la investigación y las decisiones tomadas en el transcurso de la construcción e instalación de la máquina.

Tabla 22. Costos Indirectos

N°	Descripción	Precio [USD]
1	Imprevistos en el transcurso de la fabricación e instalación	500
Total		500

Fuente Autores

### 6.3 Costo de manufactura

Este costo está constituido por la suma de todos los costos realizados tanto directos como indirectos, el resumen en el costo del bien producido, en otras palabras, el costo total.

- Costo total = Costos directos + Costos Indirectos
- Costo total = \$ 5 012,50 + \$ 500,00 = \$ 5 512,50

### 6.4 VAN, TIR y recuperación del capital

Tabla 23. Tasa de inflación [%]

Inflación	Adicional	Total
4,87	3	7,87

Fuente: Autores

Tabla 24. Precio del helado

Precio del helado [USD]	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Total	0,29	0,31	0,34	0,36	0,39

Fuente: Autores

Tabla 25. Incremento de la producción anual

Producción antigua	60 000
Producción nueva	225 600
<b>Incremento</b>	165 600

Fuente: Autores

Tabla 26. Ventas del helado

Total de ingreso de las ventas [USD]	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Helados	47 977,31	51 765,64	55 853,09	60 263,29	65 021,72

Fuente: Autores

Tabla 27. Costos de producción

Costo de producción [USD]	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
MPD	14 956,80	16 133,90	17 403,64	18 773,30	20 250,76
MOD	11 200,00	12 081,44	13 032,25	14 057,89	15 164,24
MPI	7 063,80	7 619,72	8 219,39	8 866,26	9 564,03
Serv. Basicos	1 320,00	1 423,88	1 535,94	1 656,82	1 787,21
<b>TOTAL</b>	<b>34 540,60</b>	<b>37 258,95</b>	<b>40 191,22</b>	<b>43 354,27</b>	<b>46 766,25</b>

Fuente: Autores



Tabla 28. Producción de la máquina

<b>Mínimo de helados de 4 sabores</b>	<b>Hora</b>	<b>Diarias</b>	<b>Mes</b>	<b>Año</b>
\$ 0,29	188	940	18 800	225 600
Cajas	7,83	39,16	783,33	9 400
<b>Mínimo de helados de 1 sabores</b>	<b>Hora</b>	<b>Diarias</b>	<b>Mes</b>	<b>Año</b>
\$ 0,29	220	1760	35 200	422 400
Cajas	9,16	73,33	1 466,66	17 600

Fuente: Autores

Tabla 29. Flujo de Caja

<b>Años</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Ventas operacionales		47977,31	51765,64	55853,09	60263,29	65021,72
<b>TOTAL</b>		47977,31	51765,64	55853,09	60263,29	65021,72
<b>ENTRADAS DE DINERO</b>						
Costo de ventas y producción		34540,60	37258,95	40191,22	43354,27	46766,25
<b>UTILIDAD BRUTA</b>		13436,71	14506,69	15661,87	16909,02	18255,46
Gastos						
Administrativos		1137,56	1214,35	1296,31	1383,81	1477,22
Gastos de Ventas		2240,00	2240,00	2240,00	2240,00	2240,00
Mantenimiento		400,00	427,00	455,82	486,59	519,44
Gastos Financieros		1582,84	2103,06	1576,71	999,27	365,78
<b>UTILIDAD NETA 1</b>		8476,31	8949,29	10548,84	12285,93	14172,46
Gastos Preoperativos		400,00				
15% Participación a trabajadores		1271,45	1357,27	1448,88	1546,68	1651,09
Utilidad a IR		7204,86	7592,02	9099,96	10739,25	12521,37
IR		1729,17	1822,08	2183,99	2577,42	3005,13
<b>UTILIDAD NETA 2</b>		5475,70	5769,93	6915,97	8161,83	9516,24
Inversiones inicial	10000,00					
Pago de capital		130,00	138,84	148,28	158,36	169,13
<b>TOTAL SALIDAS DE DINERO</b>		78025,19	83379,47	91767,86	100842,43	110659,57
<b>FLUJO DE CAJA</b>		5475,70	5769,93	6915,97	8161,83	9516,24

Fuente: Autores

Tabla 30. Valor actual neto

Años	Flujo de caja neto [USD]	Tasa desc.		Flujo de caja [USD]
				descontado
0	-10 000,00		1	-10 000,00
1	5 475,70	$1/(1,1917)^1$	0,8354	4 574,52
2	5 769,93	$1/(1,1917)^2$	0,6979	4 027,01
3	6 915,97	$1/(1,1917)^3$	0,5831	4 032,46
4	8 161,83	$1/(1,1917)^4$	0,4871	3 975,67
5	9 516,24	$1/(1,1917)^5$	0,4069	3 872,53
			$\Sigma$	<b>10 482,19</b>

Fuente: Autores

Tabla 31. Tasa interna de retorno

Año	Flujo de caja	50%		55%		56,72%		60%	
0	-10 000,00	1,00	-10 000,00	1,00	-10 000,00	1,00	-10 000,00	1,00	-10 000,00
1	5 475,70	0,67	3 650,46	0,65	3 532,71	0,64	3 494,02	0,63	3 422,31
2	5 769,93	0,44	2 564,41	0,42	2 401,64	0,41	2 349,33	0,39	2 253,88
3	6 915,97	0,30	2 049,18	0,27	1 857,20	0,26	1 796,85	0,24	1 688,47
4	8 161,83	0,20	1 612,21	0,17	1 414,04	0,17	1 353,11	0,15	1 245,40
5	9 516,24	0,13	1 253,17	0,11	1 063,67	0,11	1 006,69	0,10	907,54
			1 129,44		269,25		<b>0,00</b>		-482,41

Fuente: Autores

Tabla 32. Periodo de recuperación del capital

Periodo de recuperación descontado					
0	1	2	3	4	5
-10 000,00	5 475,70	5 769,93	6 915,97	8 161,83	9 516,24
	$1/(1+,1917)^1$	$1/(1+,1917)^2$	$1/(1+,1917)^3$	$1/(1+,1917)^4$	$1/(1+,1917)^5$
	4 594,86	4 062,91	4 086,51	4 046,87	3 959,41

Periodo de recuperación descontado acumulado					
0	1	2	3	4	5
-10 000,00	4 594,86	8 657,77	<b>12 744,27</b>	16 791,15	20 750,56

Fuente: Autores

## CAPITULO VII

### 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 7.1 Conclusiones

La reingeniería de los puestos de trabajo ha mejorado los tiempos de producción en un 37,56% realizadas de una forma más organizada y evitando pérdidas de producto terminado.

La reubicación de puestos de trabajo dio como resultado la eliminación de un bloque y la reducción de distancia de recorrido del personal, lo que permitió el ahorrar el tiempo, además; la disposición de las instalaciones antiguas para procesos de producción futuros

Tomando en consideración una presión generada por el agua sal a soportar de la máquina de 6 205,75 Pa. Los estudios realizados mediante los diseños en el software “SolidWorks” permitió escoger el material adecuado acero inoxidable AISI 304 apto para alimentos, con su dimensionamiento de 2 mm de espesor, para su correcto funcionamiento, evitando pérdidas, fugas y deformaciones indeseables a lo largo del tiempo.

Renovado el lugar de ubicación de la máquina se procedió a su debida adecuación e instalación, cumpliendo todos los parámetros de seguridad según la norma EN 60204 y salubridad para su correcto funcionamiento.

Se construyó e instaló la maquinaria para la producción de helados, con el propósito de aumentar su producción y proyectarla para que en un futuro se pueda ampliar las posibilidades de mercado, además de mejorar su calidad, pueda ser competitiva dentro del ámbito laboral. Con estas premisas, la empresa podrá seguir creciendo conforme se vaya adaptando y mejorando.

Un análisis estimado en costos, dio como resultado hacer una inversión alta junto con factores secundarios personales del usuario de la máquina, de diez mil dólares americanos y un tiempo de recuperación del capital de dos años gracias a su gran producción que ofrece la maquinaria y a su demanda establecida.

Adicionalmente, por petición del cliente se realizó procesos semiautomáticos donde se adaptó la tecnología inalámbrica entre el autómata programable “PLC” con un Smartphone, a fin de evitar la presencia de operador en la maquinaria. Con esto, se optimizará el tiempo requerido, se evitará que el operador tenga contacto físico con la máquina y controlar los tiempos de encendido junto con el de procesamiento.

## **7.2 Recomendaciones**

Se debe tener en cuenta que la maquinaria debe ser revisada según el plan de mantenimiento elaborado, especialmente en rutinas señaladas como diaria.

Se recomienda realizar el encendido previo de la máquina a fin de alcanzar la temperatura óptima, ya que después de finalizar la jornada de trabajo la temperatura se equilibrará con la del medio ambiente.

Evitar el contacto directo con el tablero de control por motivos de riesgos eléctricos y controlar directamente con el Smartphone a un radio considerable de la caja de control.

Se debe cambiar las puertas y ventanas por unas de acero inoxidable adecuadas al ambiente de trabajo alimenticio.

Prestar el uniforme acorde al área laboral en que se encuentra el operario y deberá construirse un pediluvio industrial para la desinfección del calzado al ingreso de las instalaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

- Becerra, Boris Carpio.** Monografías. *Monografías.com S.A.* [En línea]  
<http://www.monografias.com/trabajos91/motor-asincrono/motor-asincrono.shtml>.
- Calliester, Wiliam D. 2007.** *Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales.* Mexico : Reverte S. A., 2007. 309.
- Caniparoli, Javier.** sensores de final de carrera. *es.slideshare.net.* [En línea] [Citado el: 16 de 12 de 2014.] <http://es.slideshare.net/JavierCaniparoli/sensores-de-final-de-carrera>.
- Contactor.** Contactor. *www.actrol.com.au.* [En línea]  
<http://www.actrol.com.au/Global/Assets/Images/324-LS-Contactor-MC9B-1.png>.
- Edgarwikiproduccion. 2014.** edgarwikiproduccion.  
*edgarwikiproduccion.wikispaces.com.* [En línea] 2014. [Citado el: 16 de 12 de 2014.]  
<http://edgarwikiproduccion.wikispaces.com/Electro+neumatica>.
- FESTO PNEUMATIC, Automatización. 2009.** *Catálogo FESTO PNEUMATIC.* 2009.
- Horwitz E., Henry. 2002.** *Soldadura, Aplicaciones y Práctica.* Colombia : Alfaomega grupo editor S.A., 2002. 573.
- INOXIDABLES, ACEROS. ACEROS INOXIDABLES.** *www.utp.edu.co.* [En línea]  
[Citado el: 16 de 12 de 2014.] [http://www.utp.edu.co/~publio17/ac\\_inox.htm](http://www.utp.edu.co/~publio17/ac_inox.htm).
- instrumentation, Industry. CONCEPTOS DEL CONTROL AUTOMÁTICO INDUSTRIA.** <http://www.sapiensman.com/>. [En línea]  
[http://www.sapiensman.com/control\\_automatiko/](http://www.sapiensman.com/control_automatiko/).
- KAUMAN. 2008.** *Manual de Bandas Transportadoras y Accesorios.* Madrid : s.n., 2008.
- MORÁN, Iván. 2008.** *Apuntes de Sistemas Neumáticos.* Riobamba : FACULTAD DE MECÁNICA, 2008.
- Ordoñez Peralta, Mayra Alejandra.** Instalaciones Eléctricas. <http://es.slideshare.net/>. [En línea] <http://es.slideshare.net/mayraordonezperalta/controles-y-proteccion-de-instalaciones-elctricas>.
- SALINAS PINEDA, Edmundo. 2011.** *FÍSICA 2.* Loja : s.n., 2011.
- SKF. 2008.** *Catalólo General de Selección de Rodamientos y chumaceras.* 2008.
- Universidad de Oviedo.** *Autómatas Programables (Visión General).*
- WEQ. 2013.** Maniobra y protección de Motores Eléctricos. [En línea] 2013. [Citado el: 13 de abril de 2014.] [www.weg.net](http://www.weg.net).
- Wikipedia. 2014.** <http://es.wikipedia.org/>. [En línea] 22 de Agosto de 2014. [Citado el: 16 de 12 de 2014.] [http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor\\_final\\_de\\_carrera](http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_final_de_carrera)

