



UNIVERSIDAD UTE

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA
SEMIAUTOMÁTICA PARA ELABORAR HELADOS EN PAILA**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERA EN MECATRÓNICA**

PAULINA MARGARITA CAJAMARCA MORENO

DIRECTOR: ING. LUIS HIDALGO

Quito, Septiembre 2018

© Universidad UTE 2018

Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1720280666
APELLIDOS Y NOMBRES:	Paulina Margarita Cajamarca Moreno
DIRECCIÓN:	Toctiuco, San Salvador, Calles Martín del Valle OE 17-55 y Libertadores.
EMAIL:	pauly_24c@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	02-2950776
TELÉFONO MOVIL:	09-98618628

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA PARA ELABORAR HELADOS EN PAILA
AUTOR O AUTORES:	PAULINA MARGARITA CAJAMARCA MORENO
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Septiembre 2018
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	ING. LUIS HIDALGO
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO EN MECATRÓNICA
RESUMEN:	El proceso habitual para elaborar helados en paila es el siguiente: En una batea de madera se coloca paja, hielo y sal, sobre esto se pone una paila de bronce y en esto jugo de fruta fresca, se bate manualmente hasta obtener el helado. El presente proyecto se realizó con el fin de conservar en gran parte el proceso tradicional de la elaboración de helados en paila. Para su desarrollo se implementó un mecanismo semiautomático que transmite el movimiento de giro por medio de un

actuador controlado, adicional a esto la máquina consta de una interfaz hombre máquina(HMI) que se realizó en una pantalla táctil. También está constituida por un sensor de temperatura DHT22 mediante el cual se toma mediciones que determinan la cantidad de hielo existente, cuando el hielo esta derretido hay un aumento de temperatura. Para el control de estos elementos se usó un microcontrolador que permite realizar variación automática de la velocidad del motor. Por medio de la programación se desarrolló la interfaz gráfica y la verificación del aumento de temperatura. Al encender la máquina se despliega una pantalla de inicio la cual presenta un icono de un helado, al presionar este icono se ingresa al menú principal de selección para el tipo de helado que se va a realizar, al elegir una de las opciones ingresa a un submenú el cual permite seleccionar el sabor y cantidad de helado a preparar. Estos datos a su vez son guardados en una tarjeta SD para ser exportados a una hoja de Excel, esto permitirá que el usuario posteriormente pueda realizar informes del tipo y cantidad de helado vendido, luego de realizar las actividades mencionadas, el sistema verifica el rango de temperatura de trabajo (-10°C a -14°C), si está dentro de este rango. el motor se enciende a una velocidad de 120rpm por 5 minutos, luego se reduce automáticamente a 90rpm por 10 minutos y después a 70rpm por 30 minutos pues, este es el procedimiento para que los helados en paila estén listos en cuarenta y cinco minutos. La alimentación de la máquina será de 110VAC, para ello cuenta con un regulador interno a 24VDC, pues este es el voltaje requerido por el motor que se utilizó.

PALABRAS CLAVES:

Semiautomático, DHT22, motor, hielo, mecanismo de giro, temperatura, módulo SD.

ABSTRACT:

The usual process to make ice cream in paila is the following: In a wooden tray is placed straw, ice and salt, on this one puts a bronze paila and in this juice of fresh fruit, is beaten manually until obtaining the ice cream. The present project was carried out with the purpose of preserving to a large extent the traditional process of making ice cream in paila. For its development a semiautomatic mechanism was implemented that transmits the turning movement by means of a controlled actuator, in addition to this the machine consists of a human machine interface (HMI) that was made on a touch screen. It is also constituted by a DHT22 temperature sensor by means of which measurements are taken that determine the amount of existing ice, when the ice is melted there is an increase in temperature. To control these elements, a microcontroller was used that allows automatic variation of the motor speed. Through the programming the graphic interface and the verification of the temperature increase were developed. When the machine is turned on, a start screen is displayed, which presents an icon of an ice cream, by pressing this icon you enter the main selection menu for the type of ice cream that is going to be made, when choosing one of the options, enter a submenu which allows to select the flavor and amount of ice cream to prepare. These data in turn are saved on an SD card to be exported to an Excel spreadsheet, this will allow the user to later make reports of the type and quantity of ice cream sold, after performing the aforementioned activities, the system verifies the range of working temperature (-10°C to -14°C), if it is within this range. The engine is turned on at a speed of 120rpm for 5 minutes, then automatically reduced to 90rpm for 10 minutes and then to 70rpm for 30 minutes

KEYWORDS	since this is the procedure for paella ice cream to be ready in forty-five minutes. The power supply of the machine will be 110VAC, for this it has an internal regulator at 24VDC, since this is the voltage required by the motor that was used.
	Semi-automatic, DHT22, motor, ice, turning mechanism, temperature, SD module.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



Paulina Margarita Cajamarca Moreno

C.I. 172028066-6

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **PAULINA MARGARITA CAJAMARCA MORENO**, CI 172028066-6 autora del proyecto titulado: **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA PARA ELABORAR HELADOS EN PAILA** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN MECATRÓNICA** en la Universidad UTE.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad UTE a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 28 de septiembre del 2018



Paulina Margarita Cajamarca Moreno

C.I. 1720280666

DECLARACIÓN

Yo **PAULINA MARGARITA CAJAMARCA MORENO**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad UTE puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

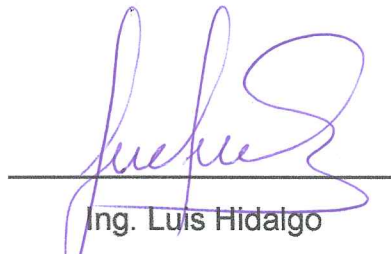


Paulina Margarita Cajamarca Moreno

C.I. 1720280666

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMATICA PARA ELABORAR HELADOS EN PAILA", que, para aspirar al título de INGENIERA EN MECATRÓNICA fue desarrollado por PAULINA MARGARITA CAJAMARCA MORENO, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.



Ing. Luis Hidalgo

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 170772143-5

DEDICATORIA

A mi padre que me ha dado su bendición desde el cielo para no desfallecer en este difícil camino. A mí querida madre quien es mi más grande ejemplo de lucha y perseverancia ante los obstáculos de la vida; y siempre me ha brindado su apoyo incondicional. A mis hermanos, Javier, Verónica, Diego y David; quienes han estado junto a mí apoyando me en las diferentes etapas de mi vida.

Para ustedes, este trabajo.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, le doy gracias a Dios por haberme permitido cumplir una meta más, a mi madre que gracias a su amor, paciencia y sacrificio me ha dado una enseñanza de vida y gracias a ello he logrado subir un escalón más en vida. A mis hermanos Diego y Verónica por su apoyo incondicional económico y moral sin ustedes no lo hubiera logrado son un pilar importante en mi vida.

También quiero agradecerle a mi cuñado Santiago por brindarme su apoyo económico y moral, ha sido como un hermano más para mí que Dios le bendiga siempre.

Agradezco infinitamente al ingeniero Luis Hidalgo por haberme guiado y brindado su valioso conocimiento para la elaboración de este trabajo. Por su paciencia y soporte incondicional y por haber confiado en mí para la realización de este proyecto.

A los ingenieros Guillermo Mosquera y Miguel Sánchez gracias a su asesoría y compromiso se desarrolló de manera óptima este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. METODOLOGÍA Y DISEÑO	12
2.1. REQUERIMIENTOS.....	13
2.2. DISEÑO DEL SISTEMA.....	14
2.2.1. DISEÑO INTERNO DEL SISTEMA.....	15
2.2.2. FUNCIONALIDAD DE LA MÁQUINA.....	15
2.2.3. PROCESO DE LA MÁQUINA.....	16
2.3. DISEÑO ESPECÍFICO DEL SISTEMA.....	17
2.3.1. DISEÑO MECÁNICO.....	17
2.3.1.1. DISEÑO DEL EJE.....	18
2.3.1.2. DISEÑO DEL DISCO.....	21
2.3.1.3. DISEÑO DE LA BANDEJA PARA ALOJAMIENTO DE ELEMENTOS CONGELANTES.....	23
2.3.1.4. DISEÑO DE COLUMNA.....	24
2.3.1.5. MODELO CAD DE LA MÁQUINA.....	26
2.3.2. DISEÑO ELÉCTRICO.....	26
2.3.2.1. COMPONENTES ELÉCTRICOS.....	27
2.3.3. DISEÑO ELECTRÓNICO.....	27
2.3.3.1. COMPONENTES ELECTRÓNICOS.....	27
2.3.3.2. DIAGRAMA ELECTRÓNICO DEL SISTEMA.....	31
2.3.3.3. DIAGRAMA DE CONTROL.....	32
2.3.4. LÓGICA DE PROGRAMACIÓN.....	32
2.3.4.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE SOFTWARE.....	32
2.3.4.2. DISEÑO DE INTERFACES GRÁFICAS.....	35
2.4. DESARROLLO DE LA MÁQUINA.....	36
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA.....	39
3.2. ANÁLISIS DE COSTO.....	39
3.3. PRUEBAS DE LA MÁQUINA.....	40
3.3.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA MÁQUINA.....	43
3.4. VENTAJAS DE LA MÁQUINA.....	44
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
5. ANEXOS	49

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Mezclas frigoríficas.....	6
Tabla 2. Consumo per cápita de helado en el mundo.....	8
Tabla 3. Consumo de helado por persona en Sud América.....	9
Tabla 4. Peso de jugos de fruta de los helados a elaborar	18
Tabla 5. Características del motor	27
Tabla 6. Características del sensor DHT22.	28
Tabla 7. Características del microcontrolador ATmega2560.	29
Tabla 8. Características del potenciómetro digital MCP41100.....	30
Tabla 9. Características de la máquina	39
Tabla 10. Costos de componentes mecánicos	39
Tabla 11. Costo de componente eléctricos y electrónicos	40
Tabla 12. Muestreo de temperatura de DHT22 vs termómetro digital.....	41
Tabla 13. Pruebas de velocidad en forma ascendente	42
Tabla 14. Pruebas de velocidad en forma descendente	42

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Composición del helado.....	5
Figura 2. Modelo en V.....	12
Figura 3. Requerimientos de la máquina.....	14
Figura 4. Estructura general del sistema.....	15
Figura 5. Estructura interna del sistema.....	15
Figura 6. Interacción usuario máquina.....	16
Figura 7. Proceso de la máquina.....	17
Figura 8. Dimensiones de la paila.....	17
Figura 9. Diagrama de fuerzas de la paila, disco y eje.....	18
Figura 10. Distribución de cargas en el disco.....	21
Figura 11. Diagrama del disco.....	22
Figura 12. Corte del disco.....	23
Figura 13. Volumen ocupado por los componentes congelantes.....	23
Figura 14. Modelo CAD de la máquina.....	26
Figura 15. Circuito eléctrico de potencia.....	27
Figura 16. Sensor DHT 22.....	28
Figura 17. Microcontrolador ATmega2560.....	28
Figura 18. Pantalla TFT touch de 3,2”.....	29
Figura 19. Potenciómetro Digital MCP41100.....	30
Figura 20. Diagrama electrónico.....	31
Figura 21. Diagrama de control.....	32
Figura 22. Diagrama de flujo del funcionamiento de la máquina.....	34
Figura 23. Pantalla inicial.....	35
Figura 24. Pantalla de menú principal.....	35
Figura 25. Interfaz gráfica de pantalla para visualización de fecha y hora en tiempo real.....	36
Figura 26. Máquina para elaborar helados en paila.....	37
Figura 27. Tarjeta electrónica desarrollada.....	37
Figura 28. Archivo en Excel de helados elaborados.....	43

RESUMEN

El proceso habitual para elaborar helados en paila es el siguiente: En una batea de madera se coloca paja, hielo y sal, sobre esto se pone una paila de bronce y en esto jugo de fruta fresca, se bate manualmente hasta obtener el helado. El presente proyecto se realizó con el fin de conservar en gran parte el proceso tradicional de la elaboración de helados en paila. Para su desarrollo se implementó un mecanismo semiautomático que transmite el movimiento de giro por medio de un actuador controlado, adicional a esto la máquina consta de una interfaz hombre máquina(HMI) que se realizó en una pantalla táctil. También está constituida por un sensor de temperatura DHT22 mediante el cual se toma mediciones que determinan la cantidad de hielo existente, cuando el hielo esta derretido hay un aumento de temperatura. Para el control de estos elementos se usó un microcontrolador que permite realizar variación automática de la velocidad del motor. Por medio de la programación se desarrolló la interfaz gráfica y la verificación del aumento de temperatura. Al encender la máquina se despliega una pantalla de inicio la cual presenta un icono de un helado, al presionar este icono se ingresa al menú principal de selección para el tipo de helado que se va a realizar, al elegir una de las opciones ingresa a un submenú el cual permite seleccionar el sabor y cantidad de helado a preparar. Estos datos a su vez son guardados en una tarjeta SD para ser exportados a una hoja de Excel, esto permitirá que el usuario posteriormente pueda realizar informes del tipo y cantidad de helado vendido, luego de realizar las actividades mencionadas, el sistema verifica el rango de temperatura de trabajo (-10°C a -14°C), si está dentro de este rango. el motor se enciende a una velocidad de 120rpm por 5 minutos, luego se reduce automáticamente a 90rpm por 10 minutos y después a 70rpm por 30 minutos pues, este es el procedimiento para que los helados en paila estén listos en cuarenta y cinco minutos. La alimentación de la máquina será de 110VAC, para ello cuenta con un regulador interno a 24VDC, pues este es el voltaje requerido por el motor que se utilizó.

Palabras Claves: Semiautomático, DHT22, motor, hielo, mecanismo de giro, temperatura, módulo SD.

ABSTRACT

The usual process to make ice cream in paila is the following: In a wooden tray is placed straw, ice and salt, on this one puts a bronze paila and in this juice of fresh fruit, is beaten manually until obtaining the ice cream. The present project was carried out with the purpose of preserving to a large extent the traditional process of making ice cream in paila. For its development a semiautomatic mechanism was implemented that transmits the turning movement by means of a controlled actuator, in addition to this the machine consists of a human machine interface (HMI) that was made on a touch screen. It is also constituted by a DHT22 temperature sensor by means of which measurements are taken that determine the amount of existing ice, when the ice is melted there is an increase in temperature. To control these elements, a microcontroller was used that allows automatic variation of the motor speed. Through the programming the graphic interface and the verification of the temperature increase were developed. When the machine is turned on, a start screen is displayed, which presents an icon of an ice cream, by pressing this icon you enter the main selection menu for the type of ice cream that is going to be made, when choosing one of the options, enter a submenu which allows to select the flavor and amount of ice cream to prepare. These data in turn are saved on an SD card to be exported to an Excel spreadsheet, this will allow the user to later make reports of the type and quantity of ice cream sold, after performing the aforementioned activities, the system verifies the range of working temperature (-10°C to -14°C), if it is within this range. The engine is turned on at a speed of 120rpm for 5 minutes, then automatically reduced to 90rpm for 10 minutes and then to 70rpm for 30 minutes since this is the procedure for ice cream to be ready in forty-five minutes. The power supply of the machine will be 110VAC, for this it has an internal regulator at 24VDC, since this is the voltage required by the motor that was used.

Key Words: Semi-automatic, DHT22, motor, ice, turning mechanism, temperature, SD module.

1. INTRODUCCIÓN

“Los helados son conocidos como un postre muy tradicional en cualquier parte del mundo, y hoy en día son considerados ya como un producto alimenticio por la gran variedad de sabores. Los helados de paila son un postre tradicional de la sierra ecuatoriana; se dice que este tradicional postre tiene su origen en la ciudad blanca, Ibarra, donde Rosalía Suarez, preparaba estos helados como un postre para su familia en una batea de madera se coloca hielo, sal en grano, paja y sobre esto la paila de bronce donde se coloca el jugo de fruta fresca y se bate manualmente hasta obtener el helado; actualmente está tradición se mantiene y se puede decir que son un atractivo turístico de esta ciudad; por sus tradicionales sabores”. (Morales & Peñafiel, 2015)

“El helado artesanal es una preparación alimentaria que es el resultado de mezclar ingredientes. Esta mezcla pasa a un estado blando y a una temperatura de $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$ aproximadamente, por medio de la congelación rápida y agitación simultánea que permite la incorporación moderada del aire. Por lo general se pueden elaborar helados a base de leche, a base de fruta y agua, denominados sorbete”. (Ramos & Tupayachi, 2014)

El helado es, en esencia, un conjunto de pequeños cristales de agua o líquido congelados; su consistencia está determinada por el tamaño de sus cristales de hielo. Es por ello que para elaborarlos ya sea batiendo manualmente a cada determinado tiempo, recipientes sumergidos en hielo y sal, o utilizando batidoras con compresores, implica que mientras la mezcla se congele, se deba agitar para evitar que se formen cristales grandes, es decir trozos de hielo. El movimiento constante durante la etapa de refrigeración permite no sólo que todo el líquido se congele en pequeños cristales, sino que se vuelva una mezcla aireada; ambos le dan la característica suave y cremosa al helado. (Curiel, 2014)

En el helado, las partículas líquidas de grasa llamados glóbulos de grasa — se dispersan por toda una mezcla de agua, azúcar y hielo, junto con las burbujas de aire como se puede apreciar en la figura 1. (Rohrig, 2014)

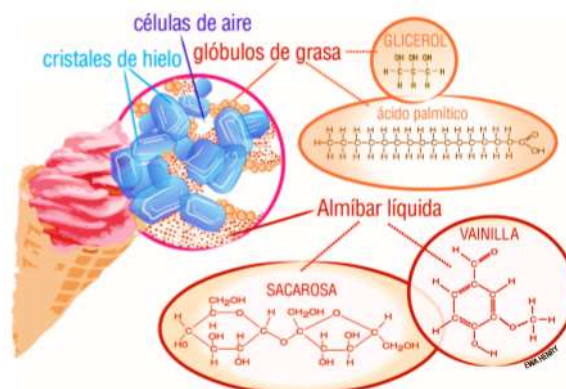


Figura 1. Composición del helado
(Curiel, 2014)

Algunos de los ingredientes más comunes en helados incluyen cristales de hielo, aire, glóbulos de grasa, azúcar (sacarosa), y agentes aromatizantes (tales como la vainilla).

Elementos necesarios para elaborar helados en paila:

Jugo de fruta

Es la materia prima del helado en paila, debe ser 100% natural, sin sustancias químicas que afecten el organismo del consumidor. Puede ser de cualquier tipo de fruta cuyo jugo pueda ser batido. De preferencia no debe tener exceso de agua porque en el proceso de batido se pueden formar pedazos de hielo no deseados. De esta manera se obtendrá un helado de mejor calidad y de sabor tradicional.

Batea

Es la base de los elementos para elaborar los helados en paila, puede ser de madera, metal, fibra de vidrio o plástica que es la más usada. El tamaño de la batea depende las dimensiones de la paila.

Paja

La paja es un elemento fundamental en la elaboración de los helados en paila de forma tradicional. Es colocada sobre la batea. Creando un entretejido para que la paila se asiente.

Hielo

El helado en paila requiere de hielo para poder elaborarlo. Antiguamente el hielo era traído desde los nevados. En la actualidad es posible adquirir el hielo en los supermercados o hacerlo en casa. El hielo se debe partir en trozos pequeños.

Sal en grano

La sal en grano es otro elemento congelante necesario para evitar que el hielo se derrita con facilidad pues brinda frío y sustento al proceso.

Paila de bronce

Es el elemento más importante de este proceso. Este material es un buen conductor térmico. En la paila se pone el jugo de la fruta y se gira la paila. El metal frío en contacto con el hielo, hace que el jugo tome cuerpo y se vaya

formando el helado. Tradicionalmente se utiliza una cuchara de palo para batir la preparación.

Mezcla frigorífica:

“La mezcla frigorífica se caracteriza por tener una temperatura menor a la de cada uno de sus componentes por separado. Una de las más comunes es el hielo con cloruro de sodio, que se usa en el proceso tradicional para la elaboración de helados. La mezcla de hielo en trozos con sal en grano, tiene lugar al descenso de temperatura que dependerá de la cantidad de sustancias incorporadas” (Martín, 2014).

En la tabla 1 se puede observar las diferentes mezclas frigoríficas y la temperatura a la que llegan.

Tabla 1. Mezclas frigoríficas

Materiales	Partes (p/p)	Temperatura de equilibrio
Cloruro de amonio (NH ₄ Cl)	5	-12 °C / 10 °F / 261 K
Nitrato de potasio (KNO ₃)	5	
Agua	16	
Cloruro de amonio (NH ₄ Cl)	5	-15.5 °C / 4 °F / 257.5 K
Agua	16	
Nitrato de amonio (NH ₄ NO ₃)	1	-15.5 °C / 4 °F / 257.5 K
Agua	1	
Sulfato de sodio (Na ₂ SO ₄)	3	-16 °C / 3 °F / 257 K
Ácido nítrico diluido (HNO ₃)	2	
Sulfato de sodio (Na ₂ SO ₄)	8	-18 °C / 0 °F / 255 K
Ácido clorhídrico (HCl)	5	
Nieve/hielo	1	-18 °C / 0 °F / 255 K
Sal común (NaCl)	1	
Nieve/hielo	1	-26 °C / -15 °F / 247 K
Hidróxido de potasio, cristalizado (KOH)	1	
Nieve/hielo	1	-51 °C / -60 °F / 222 K
Ácido sulfúrico, diluido (H ₂ SO ₄)	1	
Nieve/hielo	2	-55 °C / -67 °F / 218 K
Cloruro de calcio (CaCl ₂)	3	
Ácido sulfúrico, diluido (H ₂ SO ₄)	10	-68 °C / -90 °F / 205 K
Nieve/hielo	8	

(Martín, 2014)

Para la elaboración del helado se va utilizar la mezcla frigorífica hielo-sal común en una porción de uno a uno de cada elemento por tanto esta mezcla puede alcanzar hasta -18°C , indicado en la tabla 1.

Clasificación de los helados

Dependiendo de los componentes a utilizar en su elaboración, se clasifican en:

1. Helados de agua o sorbetes: Llamados así porque su componente principal es el agua.
2. Helados de leche: Llamados así porque su componente principal es la leche.
3. Helados de crema: Son hechos a base de leche y crema de leche.

El presente proyecto trata de mantener el proceso tradicional para hacer helados en paila con la diferencia que se implementará un mecanismo semiautomático que transmita el movimiento rotatorio por medio de un actuador controlado. Esto remplazará al proceso manual realizado por las personas que se dedican a este oficio pues elaborar este delicioso postre representa un arduo trabajo; también, consta de una interfaz hombre máquina para la manipulación de la misma.

Es necesario implementar un sistema de registro de datos, con esto se puede verificar la cantidad y el tipo de helado que se vende más para así manejar una estadística eficiente al producir los helados y no comprar insumos innecesarios. Esto se lleva a cabo con los datos almacenados en la tarjeta SD que tiene incorporado el proyecto.

Actualmente el mayor consumo de helado en el mundo se da en EE.UU. (cerca de 4000 millones de litros por año), como se puede apreciar en la tabla 2 (López, 2018).

Tabla 2.Consumo per cápita de helado en el mundo

Puesto	País	Consumo(litros)
1	Nueva Zelanda	26,3
2	Estados Unidos	22,5
3	Canadá	17,8
4	Australia	17,8
5	Suiza	14,4
6	Suecia	14,2
7	Finlandia	13,9
8	Dinamarca	9,2
9	Italia	8,2
10	Chile	6,1
11	Francia	5,4
12	Alemania	3,8
13	China	1,8

(The Labest Scoop, 2016)

La maquinaria más utilizada en Ecuador para elaborar helados artesanales es la mantecadora continua que tiene un cilindro de refrigeración, hecho en níquel cromado. En su interior está montado el batidor central que tiene forma helicoidal, consta de paletas “rascadoras”, que giran simultáneamente mientras desprenden la mezcla congelada de la pared del cilindro, también consta de un equipo frigorífico montado en la misma máquina (Di Bartolo, 2014) .

“En Ecuador, la demanda de helados se ubica en 270 millones de unidades al año, entre los que se incluyen los artesanales, que no son producidos por el sector industrial. El país tiende a elevar su consumo, anualmente se ubica en 1,6 litros por persona (esto quiere decir que el consumo anual es cerca de 27 millones) como se puede apreciar en la tabla 3. Para lo que está impulsando a los fabricantes nacionales a desplegar nuevas inversiones para expandir y diversificar su producción” (Universo, 2012).

Tabla 3. Consumo de helado por persona en América

País	Gasto (Dólares)	Consumo (litros)
Chile	45,8\$	7,7
Costa Rica	25,2\$	2,8
Uruguay	20,5\$	2,7
Brasil	18,9\$	2,6
Bolivia	10,3\$	1,4
Colombia	9,3\$	2,1
Ecuador	8,4\$	1,6
Venezuela	7,6\$	1,7
Guatemala	6,3\$	1,2
Perú	5,2\$	1,2
Argentina	4,9\$	0,7
México	3,8\$	0,9
República Dominicana	2,9\$	0,5

(Euromonitor, 2016)

En el Ecuador las máquinas de helado soft son las más utilizadas debido a que el producto tiene apariencia fresca y cremosa pues se elabora instantánea y expresamente para cada consumo individual, este tipo de máquinas son muy prácticas debido a que ocupan poco espacio y se pueden adaptar a todo tipo de negocio comercial.

En la ciudad de Ibarra es muy común encontrar heladerías que conserven el proceso tradicional de la elaboración de helados en paila anteriormente descrito.

Actualmente en la ciudad de Quito existe una máquina que fue hecha para la heladería los Pinos la cual tiene como uno de los componentes principales la paila de bronce, también consta de un sistema de refrigeración para congelación de la mezcla y de un tablero electrónico.

El presente proyecto se va utilizar en la Asociación de Servicios Turísticos San Francisco de Cruz Loma pues uno de los servicios que ofrece este grupo de personas es la gastronomía típica del Ecuador y uno de los postres más vendidos son los helados en paila. Para lo cual requieren de una máquina que: Posea un mecanismo de giro que remplace al movimiento manual realizado normalmente por ellos para preparar los helados. Adicional a esto, debe constar de un alojamiento de acero inoxidable para la paila de bronce que estas personas usan, los componentes refrigerantes deben ser los

tradicionales (paja, hielo y sal en grano), otro requisito es que debe mandar una señal cuando no haya hielo. También debe constar con una interfaz hombre máquina para el manejo de la misma y su alimentación debe ser a 110V.

Para realizar este proyecto el objetivo principal es:

- Diseñar y construir una máquina semiautomática para la elaboración de helados en paila.

Para cumplir el mismo se requiere de los siguientes objetivos específicos

- Diseñar y construir el sistema mecánico y eléctrico de la máquina.
- Diseñar el sistema de control automático.
- Construir una interfaz que permita al usuario el manejo de la máquina.
- Validar el sistema por medio de pruebas.

2. METODOLOGÍA Y DISEÑO

El proyecto se desarrolló con base al modelo en V, metodología de diseño para sistemas mecatrónicos utilizada para representar de forma ordenada y secuencial las etapas de conceptualización del producto. Como se observa en la Figura 2.

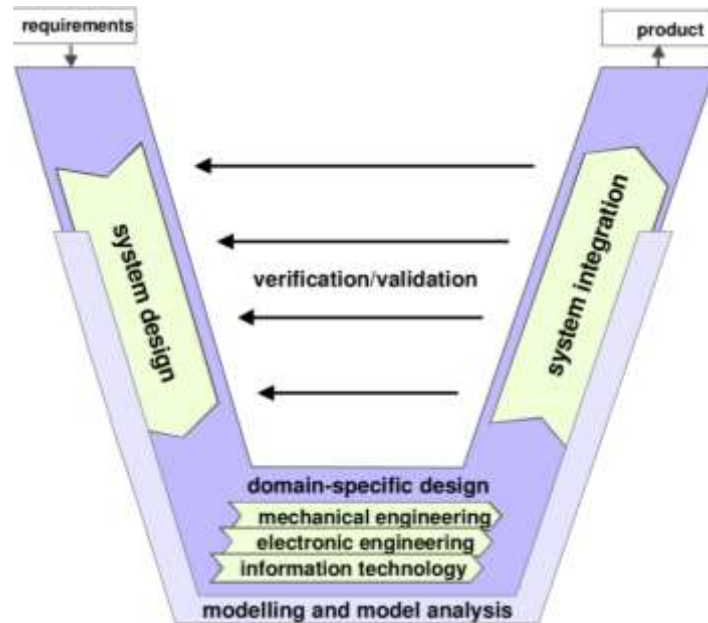


Figura 2. Modelo en V
(Deutscher, 2014)

- **Requerimientos**

Los requerimientos fueron dados por el representante legal de la Asociación de Servicios Turísticos San Francisco de Cruz Loma, quien manifestó la necesidad de adquirir una máquina semiautomática para elaborar helados en paila la cual debe conservar en su gran mayoría el proceso tradicional de la elaboración de los mismos.

- **Diseño del Sistema**

Para este diseño se detalló la estructura general e interna del sistema tomando en cuenta los requerimientos. También se determinó la funcionalidad de la máquina y se detalló el proceso de funcionamiento de la misma.

- **Diseño Específico**

- **Diseño Mecánico**

El diseño de la estructura mecánica de la máquina se realizó con la ayuda de un software CAD, esta estructura consta del mecanismo de giro para el movimiento de la paila, el alojamiento para los elementos congelantes, bandeja para recepción de agua producto del descongelamiento del hielo y soporte de sujeción del motor.

Se realizó el análisis de esfuerzos y selección de los componentes principales del mecanismo de giro.

El diseño de la estructura de alojamiento se realizó en base al volumen ocupado por los componentes congelantes a usar y el volumen de la paila.

➤ **Diseño Electrónico**

Se seleccionó el sensor para detección de nivel de hielo.

Para la selección del actuador, se determinó la potencia requerida y la velocidad angular necesarias para el funcionamiento de la máquina.

El esquema electrónico y simulación se realizó en el software de diseño electrónico.

➤ **Tecnología de Información**

Se desarrolló una interfaz hombre máquina, la cual despliega un menú que permite seleccionar el tipo y la cantidad de helado a preparar, esta información se podrá almacenar en una tarjeta SD para tener un registro de tipo y cantidad de helado vendido.

○ **Integración del sistema**

Se complementaron los sistemas mecánicos, electrónico y de control para el funcionamiento de la máquina y se realizaron las respectivas pruebas para verificar el cumplimiento de los requerimientos especificados.

○ **Validación del sistema**

Se realizó pruebas para verificar el funcionamiento de la pantalla táctil.

Se verificó el funcionamiento de los módulos RTC y SD.

Se corroboró las velocidades el proceso.

2.1. REQUERIMIENTOS

De acuerdo con las necesidades de la Asociación de Servicios Turísticos San Francisco de Cruz Loma la máquina debe tener un mecanismo que reemplace al movimiento circular realizado manualmente, la estructura de alojamiento debe ser de acero inoxidable y debe alojar los elementos congelantes tradicionales (paja, sal, hielo), consta de una interfaz hombre máquina para el manejo de la misma.

La máquina debe ser funcional y la alimentación será de 110VAC.

Fundamentado en los requerimientos de los usuarios se plantearon requerimientos de la máquina, resumidos en el siguiente diagrama (figura 3).

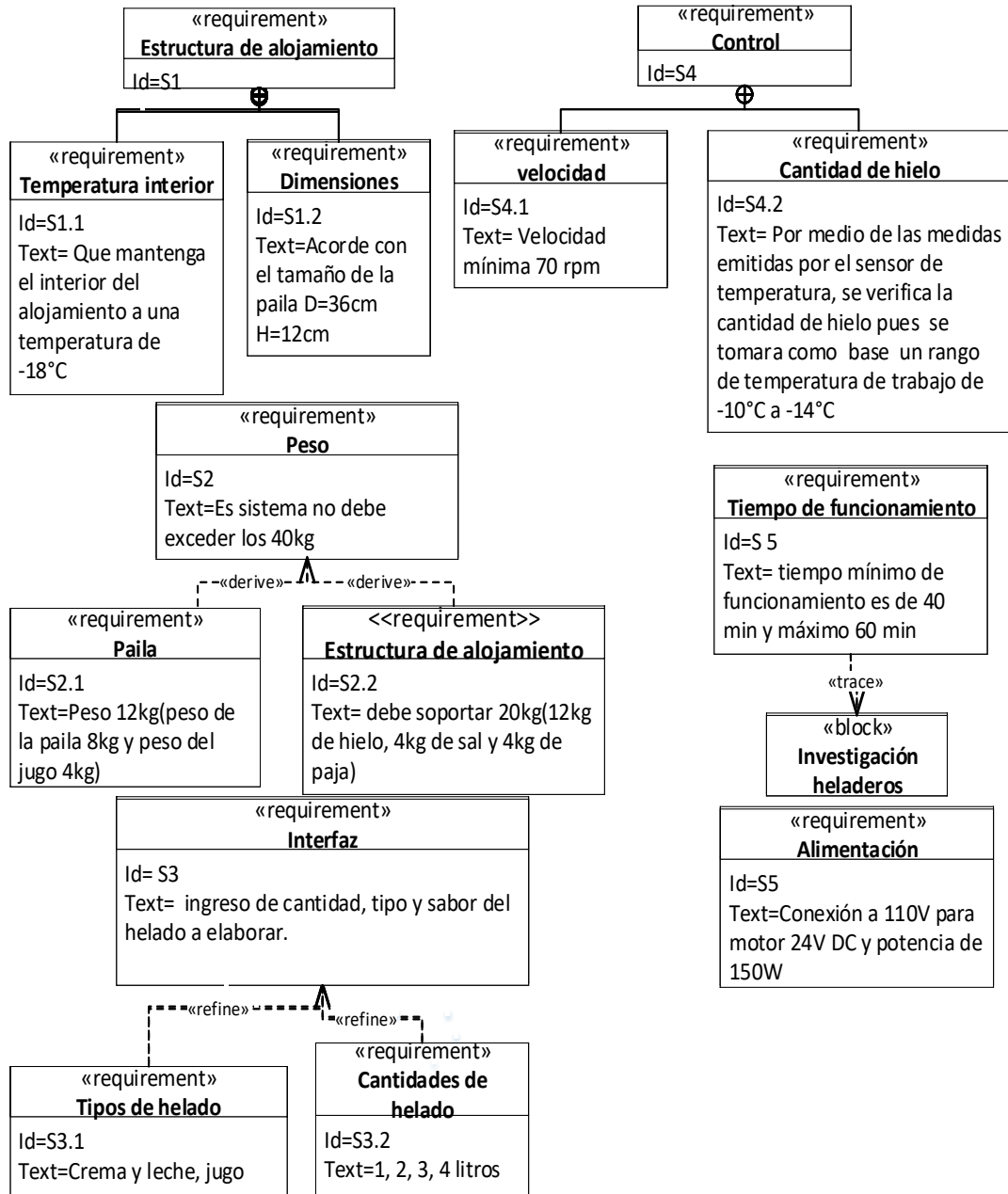


Figura 3.Requerimientos de la máquina

2.2. DISEÑO DEL SISTEMA

En el diseño del sistema se toma en cuenta los componentes principales de hardware y software.

La máquina estará compuesta por un microcontrolador seleccionado de acuerdo a las entradas y salidas necesaria para el desarrollo de la máquina, también consta de un sensor que permita determinar la cantidad de hielo y una interfaz para el control de velocidad del motor DC, como se muestra en la Figura 4.

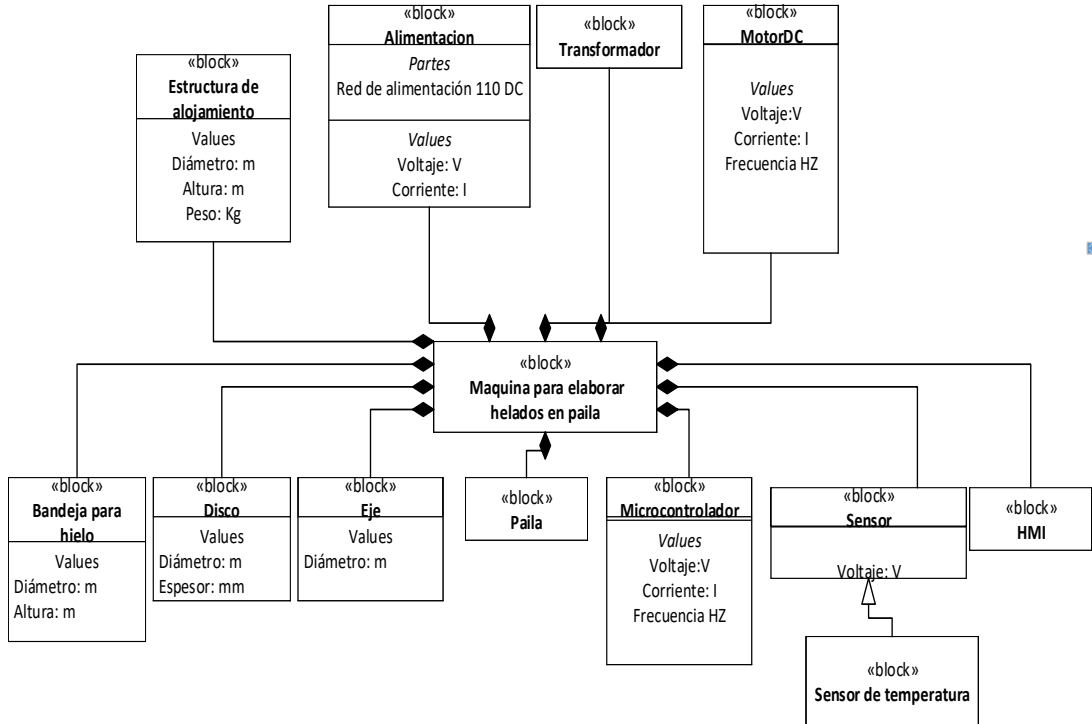


Figura 4. Estructura general del sistema

2.2.1. DISEÑO INTERNO DEL SISTEMA

En la figura 5 se detallan los componentes que conforman la estructura interna del sistema tanto en la parte mecánica como en la parte electrónica y de control.

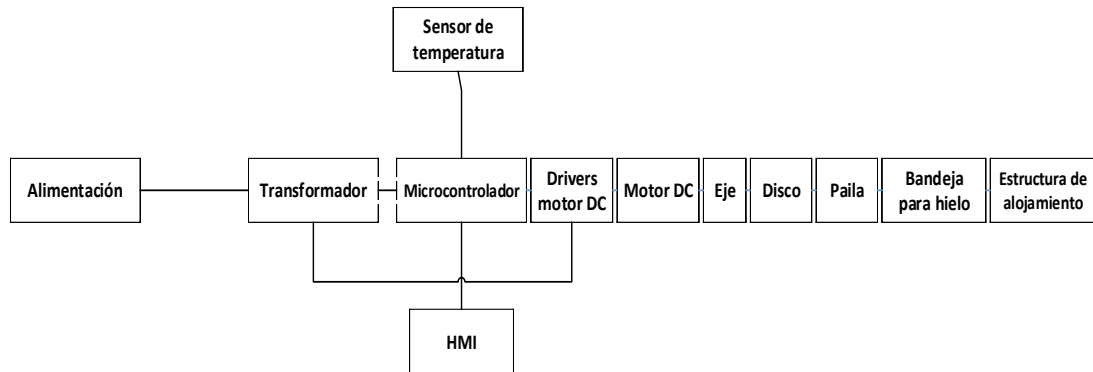


Figura 5. Estructura interna del sistema

2.2.2. FUNCIONALIDAD DE LA MÁQUINA

Al encender la máquina se puede visualizar en la pantalla un menú que permite iniciar el proceso seleccionando el tipo de helado que se va preparar, al escoger una de las opciones ingresará a un submenú que permite elegir el sabor y la cantidad de helado que se va elaborar, la interacción del usuario-máquina, esto se puede observar en la Figura 6.

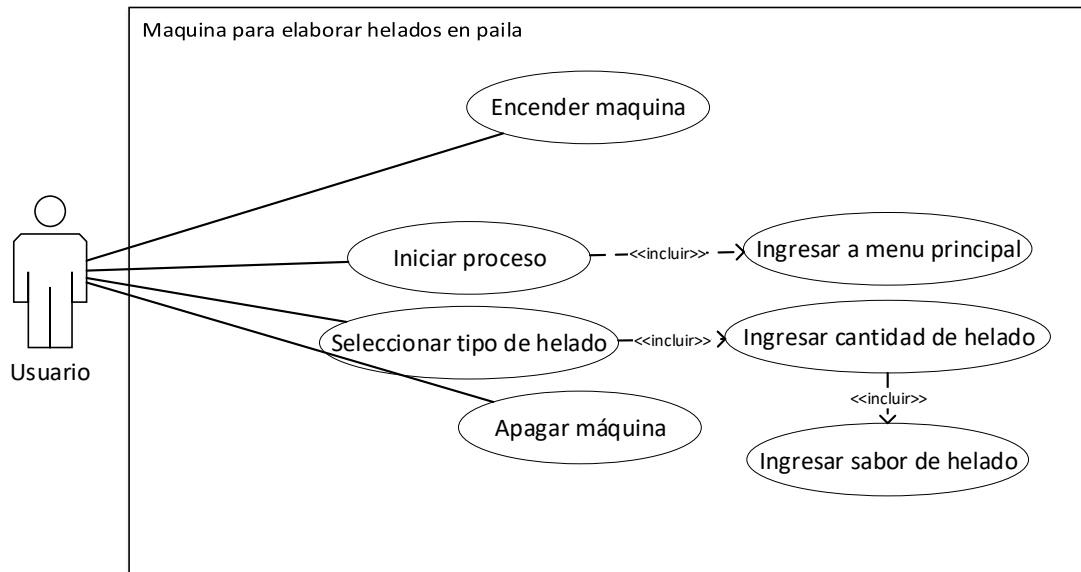


Figura 6. Interacción usuario máquina

2.2.3. PROCESO DE LA MÁQUINA

En la Figura 7 se detallan los procesos realizados por la máquina comenzando por: iniciar el proceso, encender la máquina, ir a pantalla de inicio, luego permite el ingreso al menú principal que da paso a la selección de tipo, cantidad y sabor de helado secuencialmente. Al recibir estos datos se hará un registro de los mismos en el módulo SD y se verificará la temperatura de trabajo que es de -10°C a -14°C . Después se selecciona la velocidad a la que va empezará a preparar el helado, la velocidad será constante por un determinado tiempo para luego disminuir automáticamente hasta que el helado esté listo y finalizar el proceso.

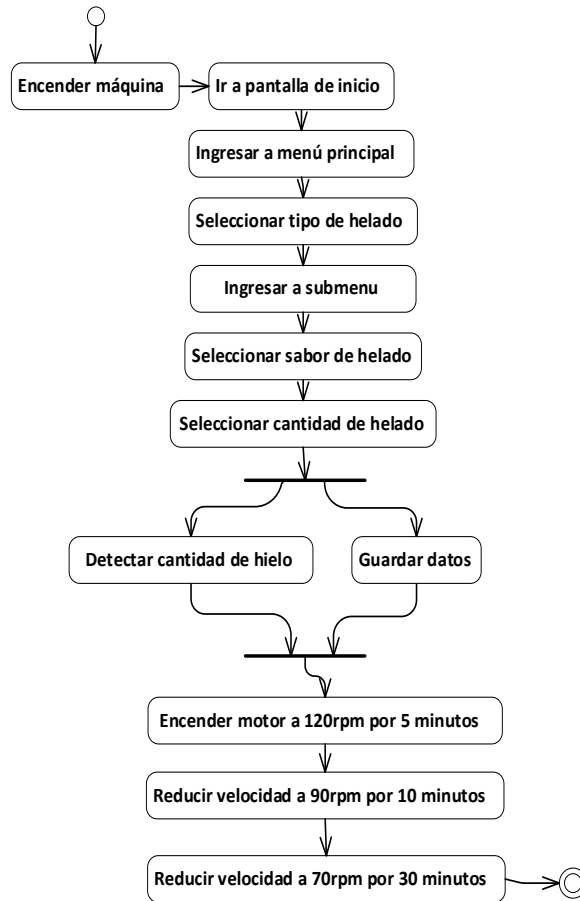


Figura 7. Proceso de la máquina

2.3. DISEÑO ESPECÍFICO DEL SISTEMA

2.3.1. DISEÑO MECÁNICO

Para el diseño mecánico se emplea una paila de bronce que tiene las siguientes dimensiones como se indica en la figura 8.

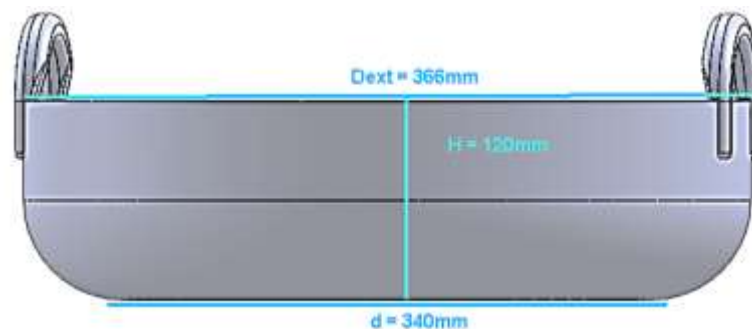


Figura 8. Dimensiones de la paila

$D_{ext} = 366mm$, diámetro externo

$D_{int} = 360mm$, diámetro interno

$H = 120mm$, altura

$d = 340\text{mm}$, distancia del asiento de paila

$V = 4 \text{ litros}$, volumen

$W_p = 7,7 \text{ Kg}$, peso de la paila

Para la preparación de los helados se utiliza jugos naturales de: mora, frutilla, naranjilla, guayaba, etc. Es importante saber el peso de la materia prima para lo cual se detallan los siguientes datos en la tabla 4.

Tabla 4. Peso de jugos de fruta de los helados a elaborar

Jugo	Densidad(g/cm3)	Volumen(cm3)	Peso(Kg)
Mora	1,98	2000	3,96
Frutilla	2,2	2000	4,4
Piña	1,87	2000	3,75
Babaco	2,10	2000	4,2

El peso promedio de la materia prima a utilizar es de: $W_j = 4,08\text{Kg}$

A continuación, se determina:

2.3.1.1. Diseño del eje

Teniendo el valor de la masa de la paila m_p y el valor de la masa de la materia prima que es el jugo de fruta m_j , se obtiene que la carga de diseño es de: $P_d = m_p + m_j = 12\text{Kg}$

Donde el peso total es de: $W_T = 120[\text{N}]$

Para los cálculos se realiza el diagrama de cuerpo libre de la paila, disco y el eje como se indica en la Figura 9.

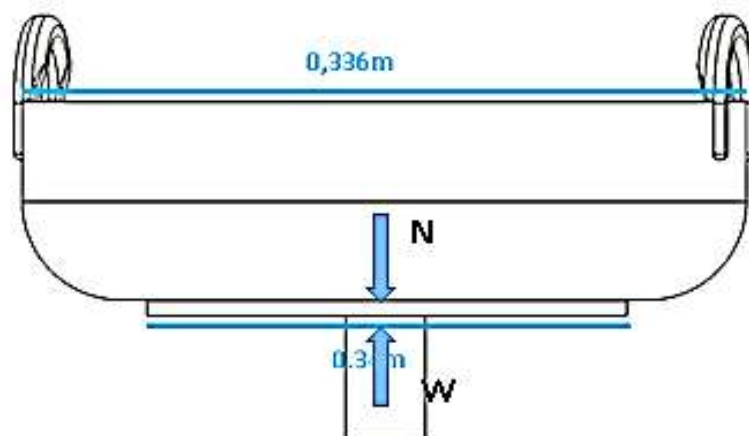


Figura 9. Diagrama de fuerzas de la paila, disco y eje

Se aplica la ecuación de equilibrio de sumatoria de fuerzas ΣF_y :

$$\begin{aligned}\Sigma F_y &= 0 \\ N - W_T &= 0\end{aligned}$$

Donde

N = fuerza normal

W_T = peso total = 120[N]

$$N = W_T$$

$$N = 120[N]$$

Al obtener el valor de la Fuerza normal se puede obtener la fuerza de rozamiento entre la paila y el disco.

$$F_r = \mu * N \quad [1]$$

Donde:

N = fuerza normal = 120[N]

μ = coeficiente de rozamiento = 0,8

F_r = fuerza de rozamiento

$$F_r = 0,8 * 120[N]$$

$$F_r = 96[N]$$

Con el dato de la fuerza de rozamiento se calcula el torque necesario para el giro del sistema paila-disco.

$$\tau = F_r * d \quad [2]$$

Datos:

F_r = fuerza de rozamiento = 96[N]

d = distancia del asiento de la paila = 170[mm]

τ = torque

$$\tau = 96[N] * 0.17[m]$$

$$\tau = 16,32[Nm]$$

Al encontrar el valor del torque se aplica la fórmula [3] con esta se halla la potencia requerida para el motor a utilizar.

$$P = \tau * \omega \quad [3]$$

Donde:

$$\tau = \text{torque} = 16,32[\text{Nm}]$$

$$\omega = \text{velocidad angular} = 120[\text{rpm}] = 12,57[\text{rad/seg}]$$

$P = \text{potencia}$

$$P = 16,32[\text{Nm}] * 12,57[\text{rad/seg}]$$

$$P = 205,14[\text{watt}]$$

$P \approx 210[\text{watt}]$ Con la potencia requerida se calcula nuevamente el torque.

$$\tau = \frac{P}{\omega}$$

$$\tau = \frac{210[\text{watt}]}{20,94[\text{rad/seg}]}$$

$$\tau = 16,70[\text{Nm}]$$

Se calcula el esfuerzo máximo (τ_{max}) que viene dado por las siguientes fórmulas:

$$\tau_{max} \leq \frac{S_{sy}}{n} \quad [4]$$

$$\tau_{max} = \frac{16\tau}{\pi D^3} \quad [5]$$

Para aplicar la formula [4] y [6] se requiere del valor de la resistencia la fluencia S_y del acero inoxidable 276[MPa] (Budynas & Nisbett, 2008).

Donde S_{sy} está en función S_y , resistencia a la fluencia del acero inoxidable 276[MPa] y el factor de diseño n es: 2,5

$$S_{sy} = 0,5577S_y \quad [6]$$

$$S_{sy} = 0,5577 * 276[\text{MPa}]$$

$$S_{sy} = 153,923[\text{MPa}]$$

$$\frac{S_{sy}}{n} \leq \frac{16\tau}{\pi D^3}$$

Igualando las fórmulas se obtiene el diámetro para el diseño del eje:

Donde:

$$\tau = \text{torque} = 16,37[\text{Nm}]$$

D = diámetro del eje del disco

$$\frac{153,925[\text{MPa}]}{2,5} \leq \frac{16 * 16,37[\text{Nm}]}{\pi D^3}$$

$$D \geq 11,1\text{mm}$$

2.3.1.2. Diseño del disco

Para el diseño del disco se toma como viga de cargas distribuida como se indica en la figura 10.

Para realizar el cálculo se tiene los siguientes datos:

- Valor de la carga distribuida $w_1 = 375[\text{N/m}]$
- Longitud del disco $320[\text{mm}]$

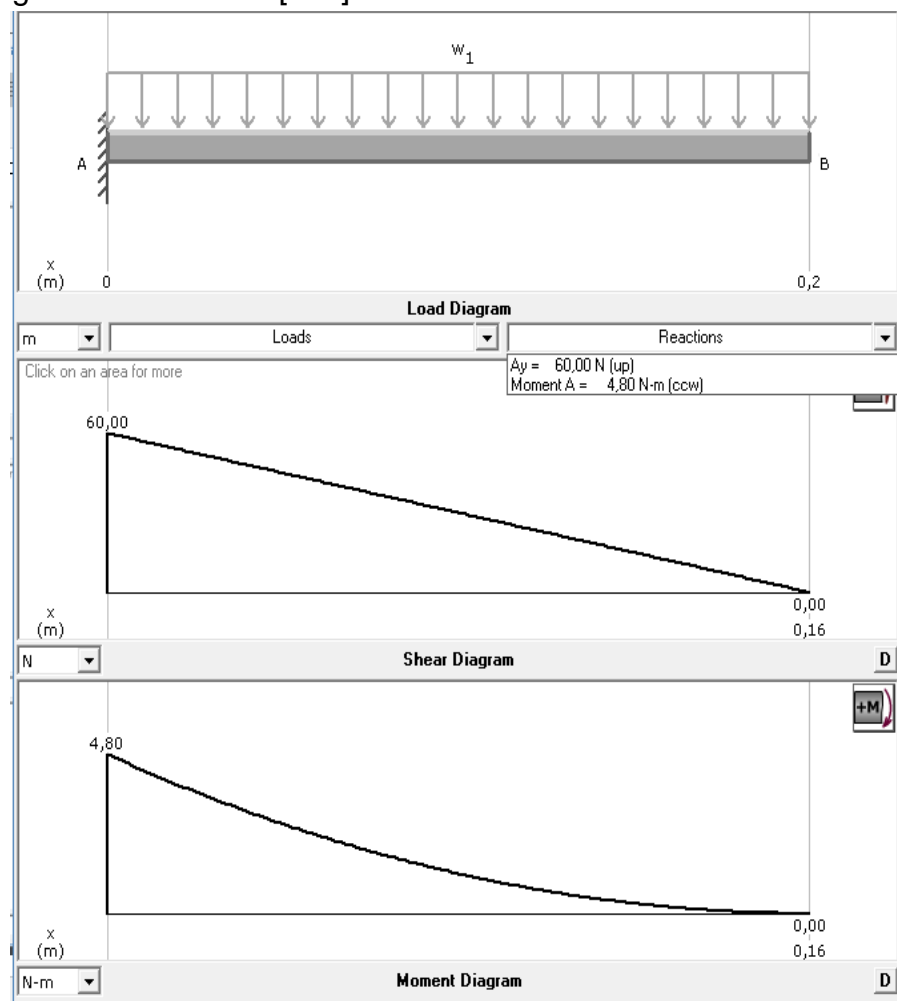


Figura 10. Distribución de cargas en el disco

El momento de disco es $M = 4,8[\text{Nm}]$ como se puede apreciar en la figura 10.

En la figura 11 se observa el sistema disco-eje para el cálculo del espesor del disco.

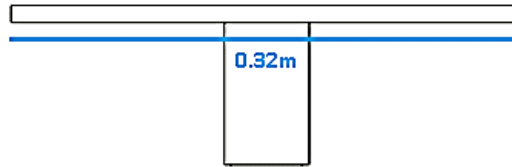


Figura 11. Diagrama del disco

Para realizar el diseño se toma al disco como si fuera una viga con cargas distribuidas para ello se utiliza la formula [7],

$$Y_{max} = \frac{QL^3}{8EI} \quad [7]$$

De donde:

Y_{max} = deformación máxima

Q = carga aplicada= 60[N]. Se toma este valor porque la carga distribuida aplicada en el disco es de 120[N], para el análisis se realiza con la mitad del disco.

L = distancia del centro al extremo del disco: 0,16[m]

I = momento de inercia

E = módulo de elasticidad del acero inoxidable= 207[GPa]

$$Y_{max} = \frac{60[\text{N}] * (0,16\text{m})^3}{8 * 207 * 10^9 \left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right] * I}$$

$$I = \frac{1}{12} b * h^3 \quad [8]$$

Se realizó un corte del disco para poder realizar el calculo del espesor del disco como se muestra en la figura 12, donde h es el espesor del disco y ancho del corte es de 30[mm].



Figura 12. Corte del disco

Para calcular el espesor del disco se toma de referencia la deformación de: 0,0001[m].

Donde:

$$\frac{0,24576[Nm^3]}{8 * 207x10^9 \left[\frac{N}{m^2} \right] * \frac{1}{12} * 0,03[m] * h^3} \leq 0,0001[m]$$

$$h \geq 7,635[mm]$$

El disco fue diseñado con un espesor de 8[mm].

2.3.1.3. Diseño de la bandeja para alojamiento de elementos congelantes

En la figura 13 se representa gráficamente el volumen que será ocupado por los componentes congelantes.

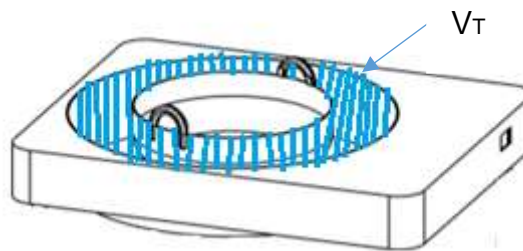


Figura 13. Volumen ocupado por los componentes congelantes

El volumen de los componentes congelantes es de 32000[cm³], volumen requerido en base a las dimensiones de la paila, el volumen de la paila es de 5000[cm³] dando como resultado un volumen total de: V_T = 37000[cm³], la altura de la paila a utilizar es de 120[mm] a esta altura se le aumentara 20[mm] para la altura de la bandeja de alojamiento H= 140[mm].

De acuerdo con la fórmula [9]:

$$V_T = \frac{\pi * D^2}{4} * H \quad [9]$$

Donde:

$$D = \sqrt{\frac{4 * V_T}{\pi * H}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 37000[cm^3]}{\pi * 14[cm]}}$$

$$D = 58[cm] \approx [60]cm$$

La bandeja de alojamiento para los componentes congelante fue diseñada con un diámetro de 600[mm].

2.3.1.4. Diseño de columna

Para los soportes de la mesa se realizó el cálculo como diseño de columna larga, pues la carga aplicada $P_a = 50[\text{Kg}]$ y esto se divide para los cuatro soportes de estructura de la siguiente manera:

$$CC = \sqrt{\frac{2\pi^2 * E}{S_y}} \quad [10]$$

Donde:

CC = constante de columna

E = módulo de elasticidad del acero inoxidable = 193[GPa]

S_y = resistencia a la fluencia = 276[MPa]

$$CC = \sqrt{\frac{2\pi^2 * 193[\text{GPa}]}{276[\text{MPa}]}}$$

$$CC = 117,49$$

Con la fórmula [11] se determina la carga crítica P_{crt} :

$$P_{crt} = P_a * N \quad [11]$$

Donde:

P_a = carga aplicada = 490[N]

N = factor de seguridad = 3

$$P_a = \frac{490[\text{N}]}{4}$$

$$P_a = 122.5[\text{N}]$$

$$P_{crt} = 122.5[\text{N}] * 3$$

$$P_{crt} = 367.5[\text{N}]$$

Aplicando la fórmula [12] se determina el momento de inercia de la columna:

$$P_{crt} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2} \quad [12]$$

Donde:

E = módulo de elasticidad del acero inoxidable = 193[GPa]

I = momento de Inercia

K = factor de pandeo= 0,65

L = longitud de la columna = 1[m]

$$I = \frac{P_{crt}(KL)^2}{\pi^2 E}$$

$$I = \frac{367.5[N] * (0,64 * 1[m])^2}{\pi^2 * 193[GPa]}$$

$$I = 0,0082[cm^4]$$

El valor del momento de inercia más cercano al calculado. Fue tomado del catálogo de perfilaría y los datos son los siguientes:

$$I = 0,06[cm^4] ; r_{mín} = 0,47[cm] \text{ (Dipac, 2018)}$$

Comprobación:

Con los datos obtenidos del catálogo de perfilaría y la fórmula [13] se calcula la relación de esbeltez (RE).

$$RE = \frac{KL}{r_{mín}} \quad [13]$$

Donde:

K = factor de pandeo= 0,65

L = longitud de la columna = 1[m]

$r_{mín}$ = radio de giro mínimo= 0,47[cm]

$$RE = \frac{0,65 * 1[m]}{0,0047[m]}$$

$$RE = 138,29$$

Para determinar si es columna larga se debe determinar si la relación de esbeltez es mayor que la constante de columna ($RE > CC$) reemplazando los valores obtenidos se tiene que: $138,29 > 117,49$. Por lo tanto, se determina que si es columna larga. Al realizar la comprobación se concluye que para el soporte de la mesa se utiliza un tubo de sección cuadra de $\frac{1}{2}$ pulg X 0,95mm.

2.3.1.5. Modelo CAD de la máquina

Los componentes de la máquina se detallan en la figura 14, el componente 4 que es la bandeja de alojamiento reemplaza a la batea usada en el proceso tradicional de elaborar helados en paila. Los planos de los mismos se adjuntan en el Anexo 2.

N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	mesa	1
2	barral	4
3	columna	4
4	bandeja de alojamiento	1
5	disco	1
6	Bandeja pequeña	1
7	paila	1
8	eje	1
9	motor	1

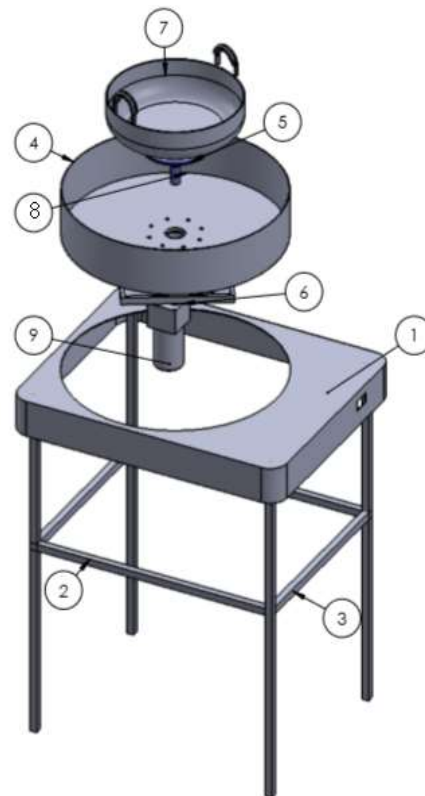


Figura 14. Modelo CAD de la máquina

2.3.2. DISEÑO ELÉCTRICO

Para el diseño eléctrico se realiza una interfaz de hardware para que el motor 24VDC se pueda alimentar con 110 VAC. En la figura 15 se detalla circuito de potencia, que tiene como función central regular la velocidad del motor. Tiene un optoacoplador MOC3021, que permite separar las etapas con diferentes niveles de voltaje 5 VDC y 24 VDC. Del mismo modo separa las tierras físicas para proteger el circuito de control en caso de sobrecarga del motor.

Para reducir el voltaje de ingreso se utiliza un transformador con salida de 24VAC que será rectificadas mediante un puente de diodos. A través de un tren de pulsos generado por el microcontrolador se controla el ángulo de disparo

de un triac BTA2660, reduciendo el voltaje promedio para controlar la velocidad del motor DC.

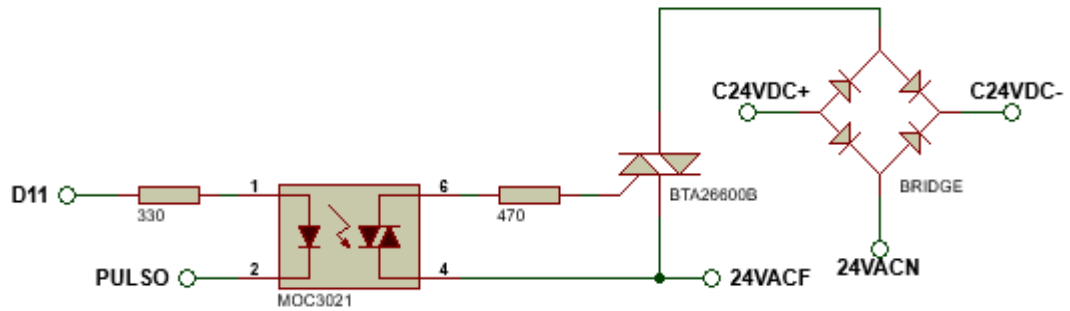


Figura 15. Circuito eléctrico de potencia

2.3.2.1. Componentes eléctricos

- **Motor King Right SF7152**

El motor adecuado para la máquina de acuerdo a los cálculos debe tener una potencia de 205W, con una velocidad angular de 120rpm. En el mercado se pudo adquirir el motor de las siguientes características detalladas en la tabla 5.

Tabla 5. Características del motor

Parámetro	Descripción
Marca	King Right
Modelo	SF7152
Tensión Nominal	24V
Potencia	210W
Velocidad Angular	200rpm

2.3.3. DISEÑO ELECTRÓNICO

2.3.3.1. Componentes electrónicos

- **Sensor DHT 22**

Este sensor mide humedad y temperatura. Se escogió el mismo porque su rango de medición es de -40°C a 80°C, lleva incluido un transductor de temperatura tipo NTC, se lo puede apreciar en la Figura 16.

Este sensor tiene una resolución de 0,1°C por lo cual fue seleccionado para este proyecto.



Figura 16. Sensor DHT 22
(Cordobatec, 2017)

Se utiliza este sensor para medir la variación de temperatura en el recipiente de alojamiento. Cuando el hielo se empieza a derretir el sensor receptorá un aumento de temperatura y en la pantalla se enviará un mensaje para que el usuario ponga más hielo.

En la Tabla 6 se especifican las características del sensor.

Tabla 6. Características del sensor DHT22.

Parámetro	Descripción
Voltaje de Alimentación	3.3V-6V
Resolución Temperatura	0,1°C
Tiempo de sensado	2s
Alcance de medición	0 – 100 % humedad/-40°C a 80°C
Temperatura de precisión	±0.5°C

(Cordobatec, 2017)

- **Microcontrolador ATmega2560**

El microcontrolador a utilizar en este proyecto es el ATmega2560 que se muestra en la figura 17 el cual viene integrado en la placa electrónica ArduinoMega.



Figura 17. Microcontrolador ATmega2560
(Nerokas, 2017)

En la Tabla 7 se especifican las características del microcontrolador.

Tabla 7. Características del microcontrolador ATmega2560.

Parámetro	Descripción
Tipo de memoria de programa	Flash
Memoria de programa (KB)	256
Velocidad de CPU (MIPS)	16
Bytes RAM	8192
Datos EEPROM (bytes)	4096
Periféricos de comunicación digital	4-UART, 5-SPI, 1-I2C
Capture / Compare / PWM Periféricos	4 Captura de entrada, 4 CCP, 16PWM
Temporizadores	2 x 8-bit, 4 x 16-bit
Comparadores	1
Rango de temperatura (C)	-40 a 85
Rango de tensión de funcionamiento (V)	1.8 a 5.5
Recuento de Pin	100

(Nerokas, 2017)

- **Pantalla TFT-touch 3.2”**

La pantalla LCD táctil mostrada en la figura 18. Consta de 40 pines para su comunicación con la interfaz de la tarjeta electrónica y también tiene un módulo de tarjeta SD.

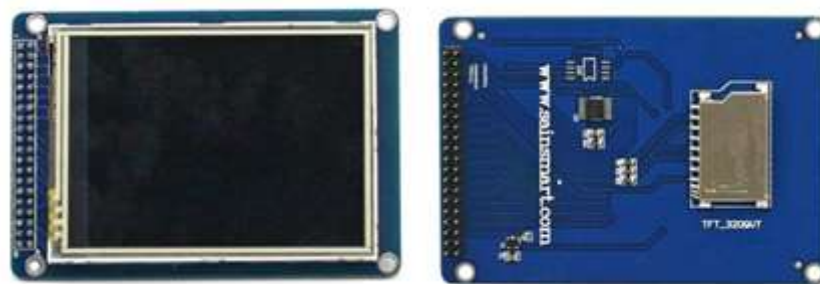


Figura 18. Pantalla TFT touch de 3,2”
(Prometec, 2018)

La LCD consta de un controlador SSD1289, también consta de una interfaz de soporte de datos 8/16 bits, con la facilidad de ser manejados por varios microcontroladores como Arduino, STM32, AVR , PIC, etc. El IC táctil es ADS7843 y la interfaz táctil está dentro de los 40 pines. (Prometec, 2018)

En la parte posterior del módulo TFT viene incluido el modulo SD para el almacenamiento de datos, así como el controlador SSD1289.

- **Módulo SD**

El módulo SD (Secure Digital), en este se guarda los registros generados al seleccionar el tipo, cantidad y sabor de helado.

- **Potenciómetro digital MCP41100**

El integrado que se puede apreciar en la Figura 19 posee en su interior una memoria EEPROM que servirá para almacenar la última posición del potenciómetro, es decir si apaga el dispositivo en el que se lo ha utilizado, al encenderlo nuevamente, tendrá que mantener el ultimo valor de resistencia seteado. (Farnell, 2018)



Figura 19. Potenciómetro Digital MCP41100
(Digikey, 2018)

Una función muy común de este potenciómetro es la de controlar la ganancia de realimentación de un amplificador operacional, es decir, RF (Resistencia de Feedback) podrá ser controlada por el MCP41100, así se puede variar la ganancia. En la tabla 8 se puede apreciar las características del potenciómetro.

Tabla 8. Características del potenciómetro digital MCP41100

Parámetro	Descripción
Interfaz de Control	Serie SPI
Valor de Resistencia	100k Ω
Número de Posiciones	256
Conteo de Pines	8
Tensión de Alimentación Única Típica	3,3 V, 5 V
Temperatura de Funcionamiento Mínima	-40 °C
Temperatura Máxima de Funcionamiento	+125 °C

(Digikey, 2018)

2.3.3.2. Diagrama electrónico del sistema

En la figura 20 se diagrama las conexiones electrónicas, en el cual se puede observar el microcontrolador Atmega2560 con los diferentes pines que fueron usados, el módulo táctil Tft de 3.2 pulgadas que sirve para la interface HMI, el módulo DS1307 para obtener la fecha y hora actualizados, el módulo HI-link para transformar de 110VAC a 5VDC y alimentar el circuito completo, y un transformador de 110VAC a 24VAC para reducir el voltaje que será rectificado para mover el motor.

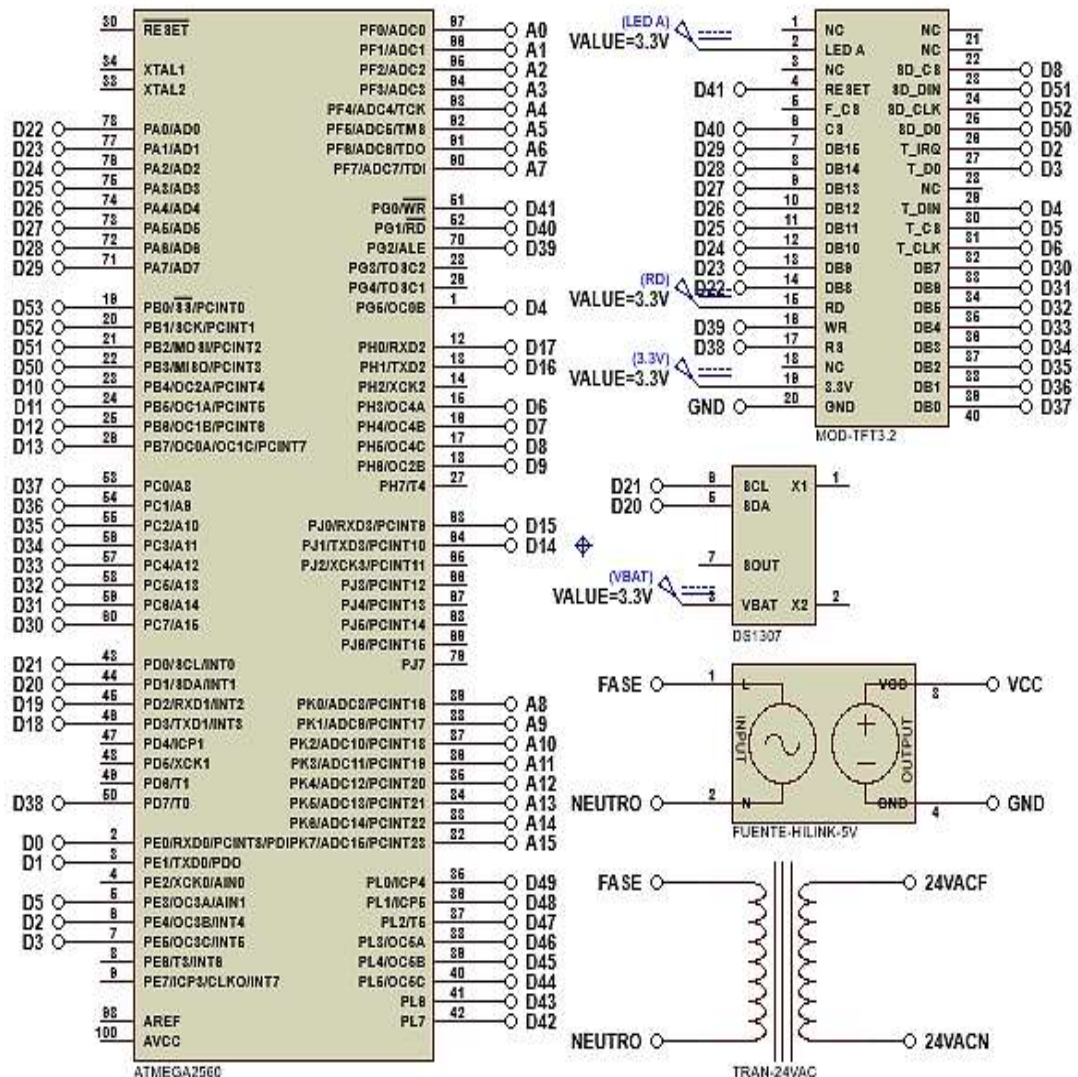


Figura 20. Diagrama electrónico

2.3.3.3. Diagrama de control

En la figura 21, se muestra el circuito de control; el mismo consta de un potenciómetro digital MCP41100, el cual varía por medio de software; la comunicación con el microcontrolador es serial. Al variar el potenciómetro se varía la frecuencia de la señal PWM generada por el circuito integrado NE555.

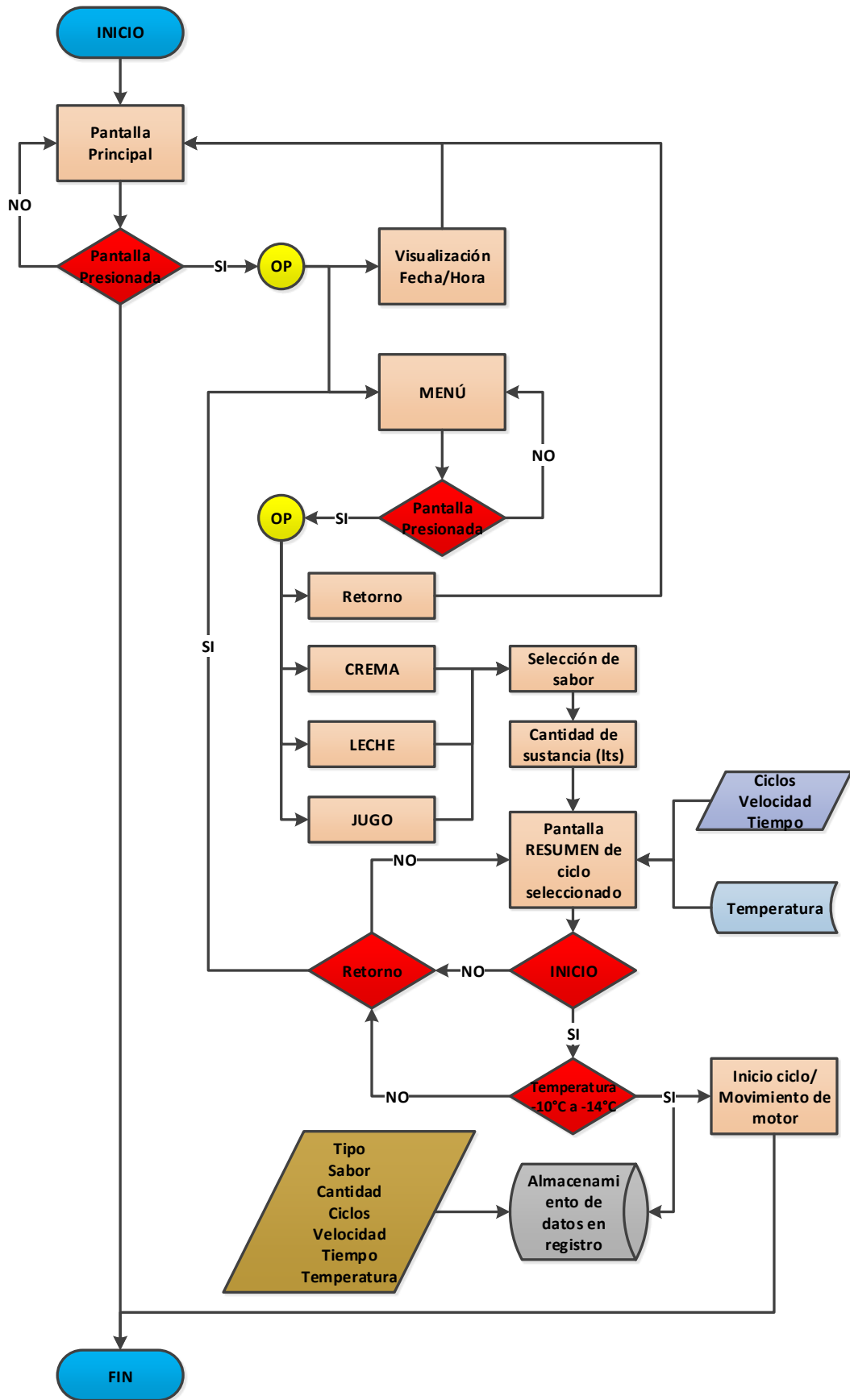


Figura 22. Diagrama de flujo del funcionamiento de la máquina

2.3.4.2. Diseño de interfaces gráficas

En la pantalla de inicio se presenta la imagen de un helado la cual debe ser presionada para ingresar al menú principal, en la Figura 23 se presenta el aspecto de la pantalla.



Figura 23. Pantalla inicial.

En la Figura 24 se muestra la pantalla del menú principal en el que se permite elegir el tipo de helado que se va a realizar, también en esta pantalla se presenta la opción de actualizar la hora y fecha además permite visualizar un icono para regresar a la pantalla de inicio.



Figura 24. Pantalla de menú principal

Al seleccionar en el menú principal el tipo de helado se desplegará un submenú el cual permite seleccionar el sabor y la cantidad de helado a elaborar; adicionalmente, permite visualizar la velocidad y el tiempo de los ciclos que se van a realizar para preparar el helado en la figura 25 se muestra la pantalla del submenú.



Figura 25. Interfaz gráfica de pantalla para visualización de fecha y hora en tiempo real.

Para el desarrollo de la interfaz gráfica se usó dos librerías propias de Arduino, UTFT. h y UTFT_Buttons.h. La primera permite desplegar la pantalla de los textos, gráficos y seleccionar colores, además por medio de esta librería usando coordenadas(x,y), se puede poner los textos dentro del área deseada. La segunda librería consta de varios iconos prediseñados que son usados en el programa.

2.4. DESARROLLO DE LA MÁQUINA

Una vez realizados los diferentes diseños en software se procedió a construirlos y luego integrarlos para realizar las respectivas pruebas de funcionamiento de la máquina. La máquina consta en su parte mecánica de una estructura de acero inoxidable la cual permite alojar los componentes congelantes tradicionales para elaborar el helado en paila que son: hielo, paja y sal en grano. Adicional, tiene un mecanismo de giro que está formado por un motor de 24VDC acoplado a un eje que va soldado a un disco en el cual se asienta la paila, en la figura 26 se puede apreciar la máquina.



Figura 26. Máquina para elaborar helados en paila.

Después de construir la parte mecánica de la máquina se procede a ensamblarla con la parte electrónica.

La tarjeta desarrollada se puede observar en la figura 27.

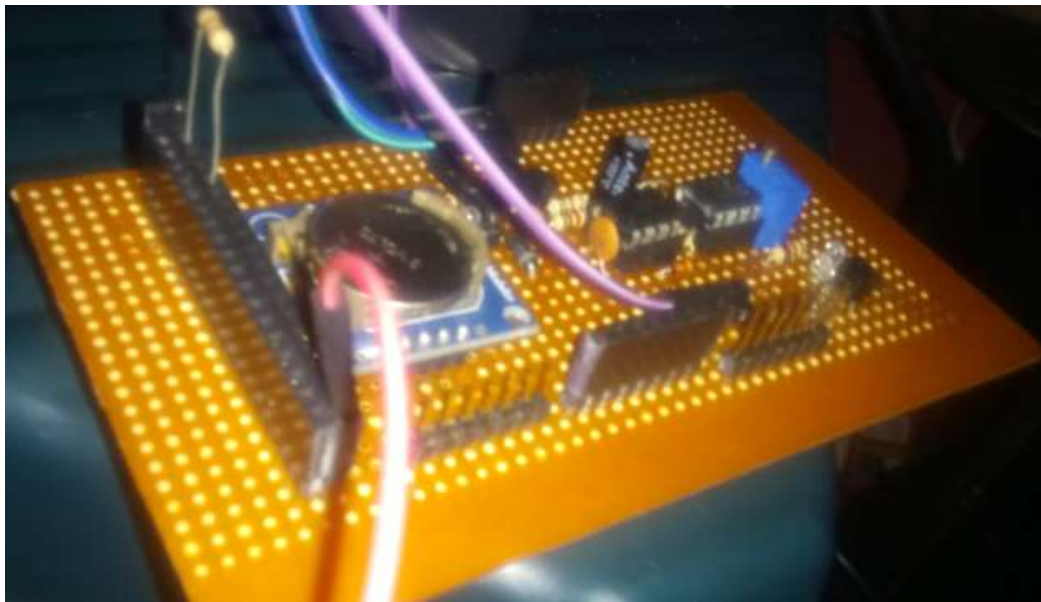


Figura 27. Tarjeta electrónica desarrollada.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA

La máquina tiene una capacidad de producción de 2 l/h, con la misma se puede elaborar helados de crema, leche y jugo de frutas, también tiene variación de velocidad automática. En la tabla 9 se detallan más características.

Tabla 9. Características de la máquina

Parámetro	Descripción
Capacidad de producción	2 l/h
Tipo de helado a realizar	Crema, leche, jugo de frutas
Peso	50kg
Dimensiones	Altura 1m X Ancho 0,64m X Largo 0,80m
Material	Acero inoxidable AISI 304
Ciclos de velocidad	120,90,70 rpm por 10,10,30 minutos respectivamente
Variación de velocidad	Automático
Verificación de cantidad de hielo	Automático
Interfaz	Pantalla táctil
Alimentación	110 VAC/60HZ
Componentes congelantes	Tradicionales(hielo, sal en grano)

3.2. ANALISIS DE COSTO

Se realizó un análisis de costo para determinar el valor de la máquina.

El costo de los componentes mecánicos es de 650 dólares, en la tabla 10 se detalla el valor individual de los mismos.

Tabla 10. Costos de componentes mecánicos

Ítem	Nombre	Características	Cantidad	Costo \$
1	Paila	Altura 120mm X Diámetro: 366mm	1	250
2	Bandeja de alojamiento	Altura 200mm X Diámetro: 600mm	1	110
3	Disco	Espesor: 8mm X Diámetro:26mm	1	70
4	Eje	Altura 80mm X Diámetro: 10mm	1	60
5	Mesa	Altura: 1000mm X Ancho: 620mm X Largo: 800mm	1	130
6	Bandeja para agua	Altura: 40mm X Ancho: 300mm X Largo: 300mm	1	30

El costo de los componentes eléctricos y electrónicos es de 362,6 dólares, en la tabla 11 se detalla el valor individual de los mismos.

Tabla 11. Costo de componente eléctricos y electrónicos

Ítem	Nombre	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total (\$)
1	Sensor dht22	12	1	12
2	Pantalla TFT 3.2"	39,5	1	39,5
3	Shield TFT 3.2"	14	1	14
4	Arduino Mega 2560	40	1	40
5	RTC 1307	5	1	5
6	MCP41100	2,7	1	2,7
7	NE555	1	1	1
8	2N2222	0,7	2	1,4
9	1N914	1	2	2
10	1N4007	0,5	1	0,5
11	MOC3021M	1	1	1
12	Bta26600B	2,7	1	2,7
13	Disipador de calor	1,1	1	1,1
14	Bornera	0,35	2	0,7
15	Baquelita	3,5	1	3,5
16	Transformador 110AC-24VCD	15	1	15
17	Motor SF7152	200	1	200
18	Funte Hilink 5V	10	1	10
19	Caja para fuente	7	1	7
20	Base AC macho chasis con interruptor	3,5	1	3,5

El costo total de la máquina es de 1012,6 dólares.

3.3. PRUEBAS DE LA MÁQUINA

Con la maquina ya ensamblada se realiza las respectivas pruebas para verificar el funcionamiento de hardware y software. Las pruebas realizadas fueron las siguientes:

- Validación sensor de temperatura
- Verificar funcionamiento de interface-usuario.
- Determinar valores de proceso
- Funcionamiento de módulos RTC y SD.
- Funcionamiento de la unidad central de procesamiento.

Validación sensor de temperatura

La máquina consta de un sensor DHT22 para determinar la temperatura de la bandeja de alojamiento, dicha temperatura debe estar dentro de un rango permitido para que el helado se pueda fabricar. Se verificó las mediciones de temperatura del sensor mediante 10 muestras, las mismas fueron cotejadas con un termómetro digital de cocina. Las muestras fueron tomadas en diferentes preparaciones de helado, para tener la certeza de que el valor dado por el sensor DHT22; sea un valor acertado, la medición de temperatura se puede observar en la tabla 12.

Tabla 12. Muestreo de temperatura de DHT22 vs termómetro digital.

Muestras	Termómetro digital (°C)	DHT22 (°C)
Muestra 1	-10.5	-10.8
Muestra 2	-12.0	-12.5
Muestra 3	-9.5	-9.9
Muestra 4	-11.5	-11.8
Muestra 5	-10.0	-10.4
Muestra 6	-11.5	-12.0
Muestra 7	-12.5	-12.8
Muestra 8	-10.0	-10.5
Muestra 9	-11.0	-11.4
Muestra 10	-13.0	-13.3

Como se puede observar en la tabla 12, los valores obtenidos en las diferentes muestras con el termómetro digital son muy cercanos a los valores dados por el sensor DHT22; esto indica que el sensor funciona correctamente proporcionando valores válidos.

Verificar funcionamiento interface-usuario.

Se realizó pruebas de funcionamiento de la pantalla Touch. Se comprobó el correcto funcionamiento tanto a nivel gráfico como táctil. De esta manera también se comprobó que el programa integrado en el microcontrolador se ejecutó correctamente por medio de las entradas táctiles que tiene la pantalla se pueden ejecutar las opciones presentadas en el menú principal.

Determinar velocidad del proceso

Para verificar la variación de velocidad se realizaron varias pruebas, inicialmente se realizaron pruebas con velocidades bajas para luego ir las ascendiendo en determinado tiempo. Como se puede apreciar en la tabla 13

Tabla 13. Pruebas de velocidad en forma ascendente

Prueba 1		Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Prueba 5
Rpm	Tiempo(min)	Tiempo(min)	Tiempo(min)	Tiempo(min)	Tiempo(min)
70				20	30
90	40	20	10	20	10
100			20	20	
120	20	40	30	20	10

En la prueba 1 se inició el proceso con una velocidad 90 rpm por 40 minutos y luego se aumentó la velocidad a 120 rpm por 20 minutos. En la prueba 4 se inició con una velocidad 70rpm, luego se ascendió a una velocidad de 90rpm, 100rpm, 120 rpm cada una en ciclos de 20 minutos.

Al realizar pruebas ascendiendo la velocidad de la máquina gradualmente se observó que mientras más se iba ascendiendo la velocidad, la mezcla para realizar el helado tenía más dificultad para congelarse. Por ello se realizó pruebas con velocidades descendentes. Como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14. Pruebas de velocidad en forma descendente

Prueba 1		Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Prueba 5
Rpm	Tiempo(min)	Tiempo(min)	Tiempo(min)	Tiempo(min)	Tiempo(min)
120	20	40	30	15	5
100			20		
90	40	20	20		10
70				30	30

Al realizar las pruebas de velocidad se determinó que la velocidad inicial para elaborar este tipo de helados debe ser 120rpm por 5 minutos, con esta velocidad se logra que el jugo de fruta para hacer el helado se disperse a los costados de la paila y se empiece a enfriar, luego se reducirá la velocidad a 90 rpm por 10 minutos en este periodo el jugo empieza a escarcharse y tomar consistencia espesa. Finalmente se reduce la velocidad a 70 rpm por 30 minutos para que el jugo de fruta se congele completamente y el helado listo en 45 minutos en tabla 14 se puede apreciar los datos de las pruebas realizadas.

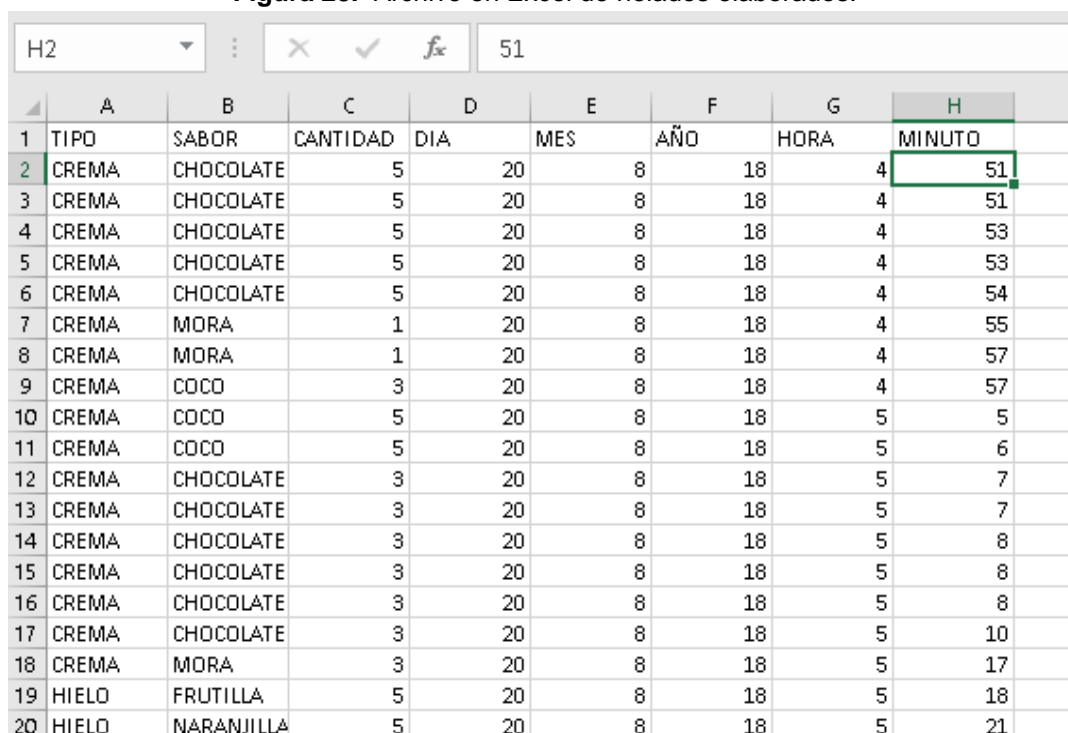
También, se hicieron pruebas con velocidades superiores a 120rpm y se observó que en velocidades altas no se congela el helado.

Funcionamiento de módulos RTC y SD

El módulo RTC fue validado al verificar los datos de hora y fecha que concordaban con los actuales, y la vez se verificó si se puede modificar la hora y fecha en caso de requerirlo

El módulo SD fue validado al momento de seleccionar en el menú principal los datos de tipo, sabor y cantidad de helado a realizar, se observó que estos datos fueron agregados correctamente en el archivo *.csv en la tarjeta SD. En la figura 28 se observa el archivo en Excel.

Figura 28. Archivo en Excel de helados elaborados.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	TIPO	SABOR	CANTIDAD	DIA	MES	AÑO	HORA	MINUTO	
2	CREMA	CHOCOLATE	5	20	8	18	4	51	
3	CREMA	CHOCOLATE	5	20	8	18	4	51	
4	CREMA	CHOCOLATE	5	20	8	18	4	53	
5	CREMA	CHOCOLATE	5	20	8	18	4	53	
6	CREMA	CHOCOLATE	5	20	8	18	4	54	
7	CREMA	MORA	1	20	8	18	4	55	
8	CREMA	MORA	1	20	8	18	4	57	
9	CREMA	COCO	3	20	8	18	4	57	
10	CREMA	COCO	5	20	8	18	5	5	
11	CREMA	COCO	5	20	8	18	5	6	
12	CREMA	CHOCOLATE	3	20	8	18	5	7	
13	CREMA	CHOCOLATE	3	20	8	18	5	7	
14	CREMA	CHOCOLATE	3	20	8	18	5	8	
15	CREMA	CHOCOLATE	3	20	8	18	5	8	
16	CREMA	CHOCOLATE	3	20	8	18	5	8	
17	CREMA	CHOCOLATE	3	20	8	18	5	10	
18	CREMA	MORA	3	20	8	18	5	17	
19	HIELO	FRUTILLA	5	20	8	18	5	18	
20	HIELO	NARANJILLA	5	20	8	18	5	21	

3.3.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA MÁQUINA

Para obtener un valor referencial de la utilidad de la máquina se realiza lo siguiente:

El operario realiza 2 litros de helado en una hora con lapsos de descanso de 15 minutos, esto quiere decir, que en un día de trabajo normal de 8 horas con los tiempos de descanso se tendrán 6 horas de producción. La máquina realiza la misma cantidad que el operador, con la diferencia que ésta tendrá un proceso continuo de funcionamiento. Esto quiere decir que producirá 4 litros más en el día. Adicionalmente, el operario podrá realizar otras actividades mientras la máquina elabora el helado, mensualmente producirá 120 litros más.

Con el tiempo que el operador tiene libre, se realiza un análisis de tres máquinas en funcionamiento. Mientras la primera máquina realiza el proceso,

se empieza a preparar e iniciar la segunda máquina y posteriormente la tercera. Esto ayudará a tener variedad de tipo y sabor de helado, también se optimiza tiempo y a su vez aumentará la producción notablemente.

Se determina el ingreso que genera la máquina para saber en que tiempo se va recuperar la inversión.

Los gastos de materia prima son aproximadamente de 700 dólares mensuales y los ingresos de 1200 mensuales.

$$Utilidad = Ingresos - Egresos$$

$$Utilidad = 1200\$ - 700\$ = 500\$$$

Con la utilidad e inversión total de la máquina se obtuvo el tiempo de recuperación de la inversión.

$$\frac{Inversión\ Total}{Utilidad\ Mensual} = \frac{1012,6}{500\$} = 2\ meses$$

El tiempo aproximado para recuperar la inversión es de 2 meses.

3.4. VENTAJAS DE LA MÁQUINA

La máquina para elaborar helados en paila tiene las siguientes ventajas:

- Tiene tres velocidades para realizar el proceso que cambian automáticamente.
- El mecanismo de giro accionado por el actuador, permite remplazar al proceso de batido realizado manualmente, esto permite que el operador pueda tener tiempo para realizar otras actividades.
- Permite determinar la temperatura de trabajo.
- Consta de una pantalla touch que permite inicializar la máquina.
- La interfaz gráfica desplegada en la pantalla presenta un menú principal el cual permite seleccionar el tipo, sabor y cantidad de helado a preparar.
- Permite guardar en una tarjeta SD los datos de tipo, sabor y cantidad de helado elaborados, para posteriormente descargarlos en un archivo Excel y así poder generar informes de que helados se venden más, con esto se puede comprar la materia prima necesaria.
- Al tener un funcionamiento continuo permite generar mayor producción de helado.
- El método de enfriamiento es el tradicional, esto es un atractivo turístico.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Al realizar las pruebas de funcionamiento se comprobó que la velocidad para elaborar los helados en paila no debe exceder los 120rpm, pues a mayor velocidad existe mayor rozamiento esto generara calor y evitara que el jugo de fruta se congele.
- Con la implementación del sistema electrónico y de control se logró la variación automática de tres velocidades que son: 120rpm, 90rpm y 70rpm en intervalos de tiempo de 5 minutos, 10 minutos y 30 minutos respectivamente pues en cada uno de estos ciclos el proceso de elaborar los helados en paila tiene diferentes etapas.
- Al construir el mecanismo de giro y reemplazarlo por el giro manual realizado por el usuario se logró limitar la presencia continua del mismo, además se determinó que solo se requiere de la presencia del usuario para situaciones de menos esfuerzo como: encendido de la máquina, recargar hielo y poner el jugo de fruta en la paila.
- Al realizar la comparación de producción entre el proceso manual y el realizado por la máquina se determina que esta genera 25% más que lo habitual.
- Con el tiempo que le queda libre al usuario se determinó que se pueden implementar dos máquinas más esto además de ayudar a tener variedad de tipo y sabor de helado aumentará la producción tres veces más.
- La inversión de la máquina será recuperada en 2 meses aproximadamente por lo tanto es una opción viable.
- La implementación de la interfaz permite al usuario seleccionar el tipo, sabor y cantidad de helado a elaborar. Para luego iniciar el proceso a la vez mientras se está preparando el helado le permite realizar una pausa en el proceso sin que este se vuelva a reiniciar.

RECOMENDACIONES

- Es recomendable construir el disco del mecanismo de giro de una menor dimensión.
- Diseñar una paleta de raspado para evitar que el operador realice ese trabajo.
- Crear un mecanismo en el cual se pueda trabajar con pailas de diferentes dimensiones y no limitarse a trabajar con una sola.
- Enviar una señal luminosa para aviso de fin de proceso.

- Poner botón de paro de emergencia.

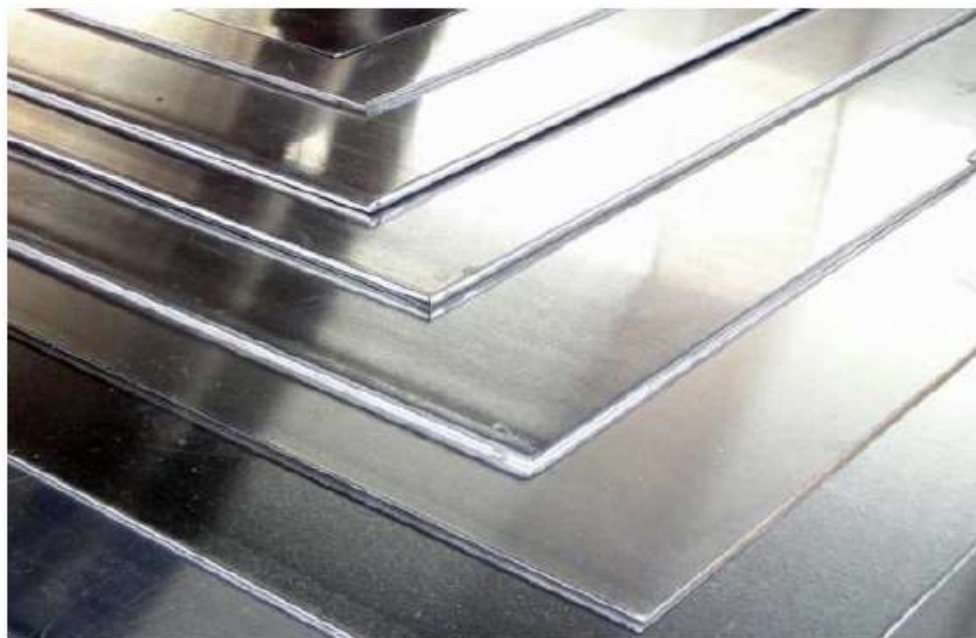
BIBLIOGRAFÍA

- Areatecnología. (2017). *Tecnología*. Obtenido de <http://www.areatecnologia.com/electronica/circuito-integrado-555.html>
- Budynas, R., & Nisbett, K. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Sigley*. México: McGraw-Hill.
- Cordobatec. (2017). *Cordobatec*. Obtenido de <http://www.cordobatec.com/producto/sensor-de-humedad-y-temperatura-dth11/>
- Curiel, R. (2014). Estudio de calidad de helados . *Consumidor*, 8.
- Deutscher, I. (2014). *Design Methodology for Mechatronic Systems*.
- Di Bartolo, E. (Diciembre de 2005). *Guía de Elaboración de Helados*. Obtenido de <http://www.teknoar.com.ar/guiaelaboracionhelados.pdf>
- Digikey. (2018). *Digikey*. Obtenido de <https://www.digikey.com.mx/number/es/microchiptechnology/150/MCP41100/11076>
- Dipac. (2018). *Dipac Manta*. Obtenido de <http://www.dipacmanta.com/tubos/tubos-mecanicos/tubo-mecanico-redondo-galvalum>
- Electronics-lab. (2018). *Electronics-lab*. Obtenido de DS1307 RTC MODULE: <http://www.electronics-lab.com/project/ds1307-rtc-module/>
- Electronilab. (2018). *Electronilab*. Obtenido de <https://electronilab.co/tienda/hlk-pm01-fuente-compacta-step-down-100-220vac-5v-dc-0-6a/>
- Euromonitor, I. (6 de febrero de 2016). *La Republica*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/empresas/crem-helado-y-popsy-son-lideres-en-un-negocio-que-mueve-143-billones-2519297>
- Farnell. (2018). *Farnell Element*. Obtenido de <http://es.farnell.com/microchip/mcp41100-i-sn/ic-digital-pot-100k-1ch-spi/dp/1557424>
- Futurlec. (2018). *Futurlec*. Obtenido de <://www.futurlec.com/DiodesSCR.shtml>
- Ingenieure, V. D. (2014). *Desing methodology for mechatronic systems*. Düsseldorf.internacional, E. (6 de febrero de 2017). *La republica*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/empresas/crem-helado-y-popsy-son-lideres-en-un-negocio-que-mueve-143-billones-2519297>
- Internacional, E. (5 de febrero de 2017). *La Republica*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/empresas/crem-helado-y-popsy-son-lideres-en-un-negocio-que-mueve-143-billones-2519297>
- López, R. (23 de Enero de 2018). *HeladoArtesanal.com*. Obtenido de <http://heladoartesanal.com/historia-evolucion-del-helado/>
- Martín, T. (Diciembre de 2014). *Estudio de reacciones químicas*. Obtenido de deeleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/.../mezcla%20frigorif.htm

- Maxim Integrated. (2015). DS1307. (G. V, Trad.) Sunnyvale, CA, EE. UU.: Maxim Integrated Products.
- Microchip. (2018). *Microchip*. Obtenido de ATmega2560: <https://www.microchip.com/wwwproducts/en/ATmega2560>
- Morales, A., & Peñafiel, M. (2015). *Estudio de factibilidad para elaborar helados de paila*.
- Mouser Electronics. (2018). *Mouser*. (Mean Well) Obtenido de MEAN WELL IRM-xx 1-60W AC/DC Power Supply: <https://www.mouser.com/new/meanwell/MeanWell-IRM-xx/>
- Nerokas. (2017). *Nerokas*. Obtenido de https://store.nerokas.co.ke/index.php?route=product/product&product_id=1096
- Prometec. (2018). *Prometec*. Obtenido de <https://www.prometec.net/panel-tactil-tfts/>
- Ramos, J., & Tupayachi, M. (2014). *Estudio de mercado para determinar viabilidad comercial del consumo de helados de quinua en ciudad de trujillo*.
- Rohrig, B. (2014). Hielo, crema y química. *ChemMatters*, 2-6.
- Sagarra, R. M. (2014). *El código PBIP*. UPC.
- SainSmart. (2018). *SainSmart*. Obtenido de 3.2" TFT LCD Touch Screen with SD slot: <https://www.sainsmart.com/collections/arduino/products/3-2-tft-lcd-touch-screen-with-sd-slot>
- The Labest Scoop, I. D. (agosto de 2016). *Dairy Foods*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/jesusmora56/guia-prctica-para-el-caso-de-estudio-en-aprovisionamiento-empresarial>
- Universo, E. (3 de septiembre de 2012). Ecuador realizará más inversiones para ampliar la producción de helados. *El Universo*.

5. ANEXOS

ANEXO 1 PROPIEDADES DEL ACERO INOXIDABLE



TIPO DE ACERO	AISI 420	AISI 430	AISI 304
PROPIEDADES	13 % CROMO	18 % CROMO	18 % CROMO 8 % NIQUEL
MAGNETISMO	SI	SI	NO
RESISTENCIA A LA OXIDACIÓN	A VECES PRODUCE MOHO EN CONTACTO CON LA ATMOSFERA	NO HAY RIESGO EN INTERIOR PERO PRESENTA PROBLEMAS EN EXTERIOR	EXCELENTE
DILATACIÓN TÉRMICA	CASI IGUAL AL ACERO SUAVE	CASI IGUAL AL ACERO SUAVE	1.5 VECES SUPERIOR AL ACERO SUAVE
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	MITAD QUE LA DEL ACERO SUAVE	MITAD QUE LA DEL ACERO SUAVE	TRIPLE QUE LA DEL ACERO SUAVE
SOLDABILIDAD	BAJA	MEDIA	EXCELENTE

ANEXO 2
PLANOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA PARA
ELABORAR HELADOS EN PAILA

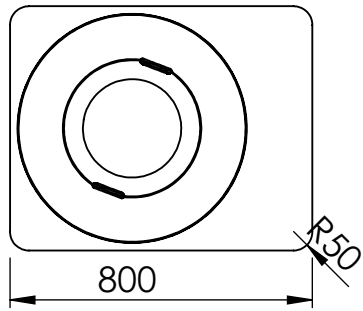
1

2

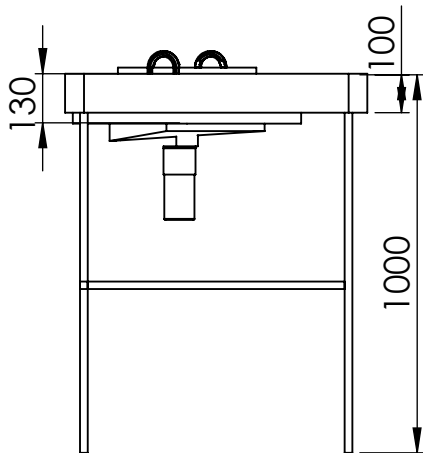
3

4

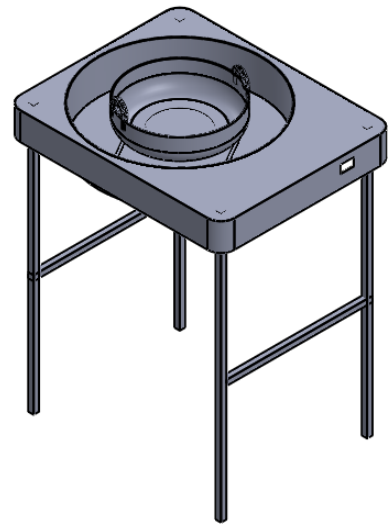
A



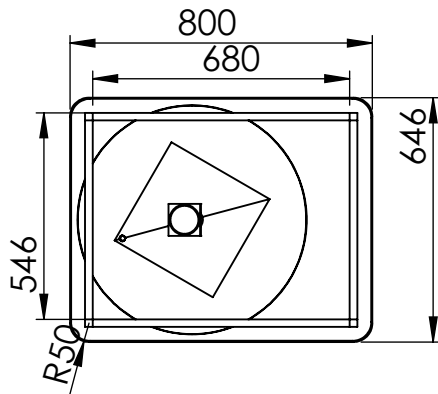
B




C



D



E

				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO [Kg]: 50 Kg	MATERIAL: AISI 304	
							ESCALA: 1:20
				Fecha	Nombre	maquina completa	
				Dibujado 19/09/2018			
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO Nº:	HOJA: A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

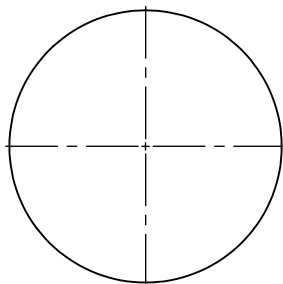
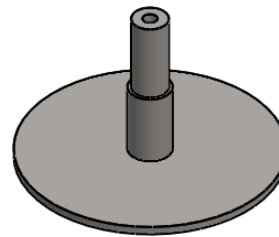
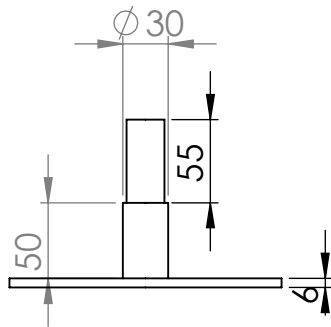
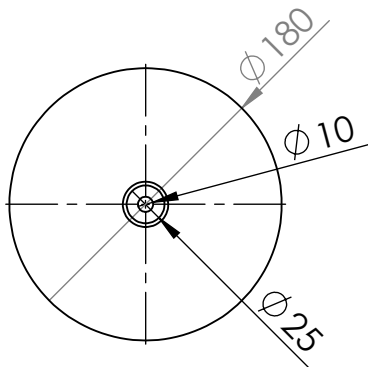
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA:	PESO [Kg]:	MATERIAL:	
				± 0.1	1,70 Kg	AISI 304	
				Fecha	Nombre	<i>disco</i>	
				Dibujado	19/09/2018		
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO Nº:	ESCALA:
							1:5
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				HOJA:
							A4

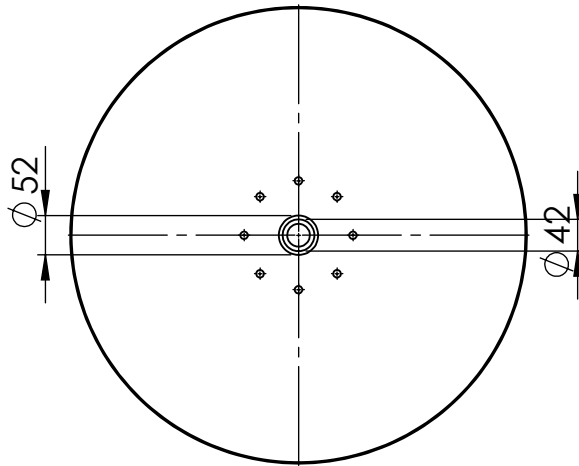
1

2

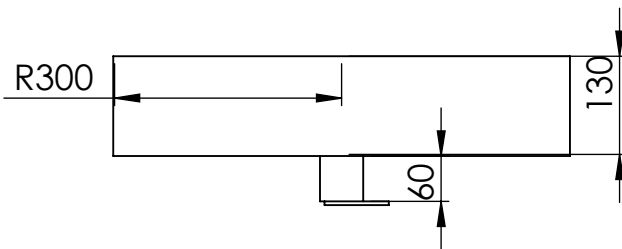
3

4

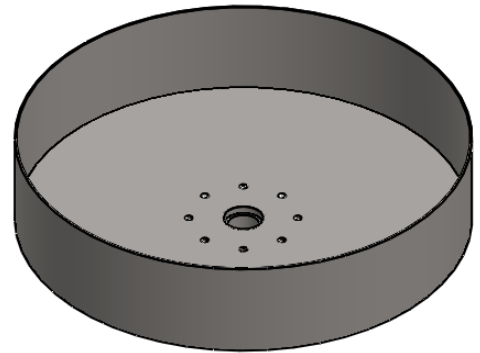
A



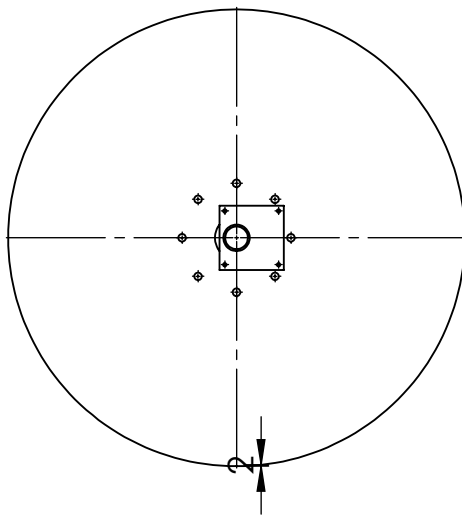
B



C



D



E

				TOLERANCIA:	PESO [Kg]:	MATERIAL:	
				± 0.1	9,27 Kg	AISI 304	
					Fecha	Nombre	ESCALA:
				Dibujado	19/09/2018		1:20
				Revisado			bandeja de alojamiento
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO Nº:	HOJA:
							A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

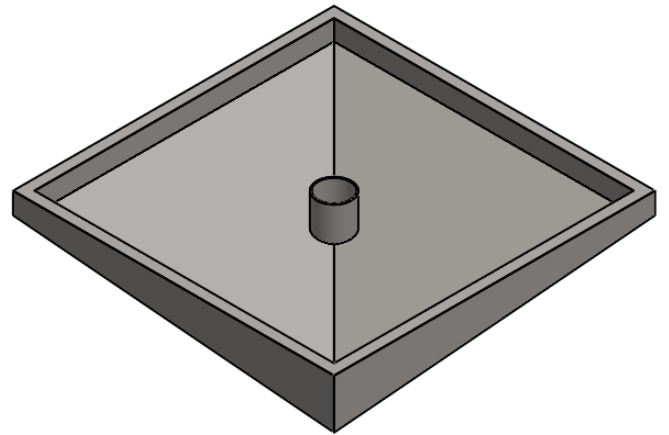
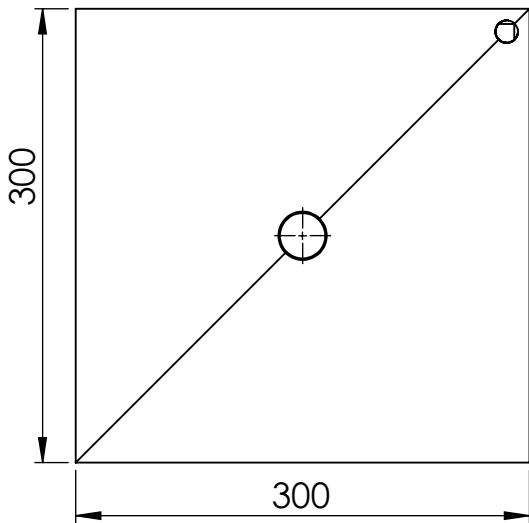
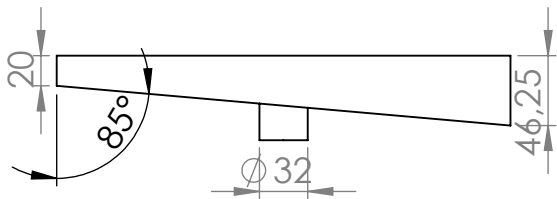
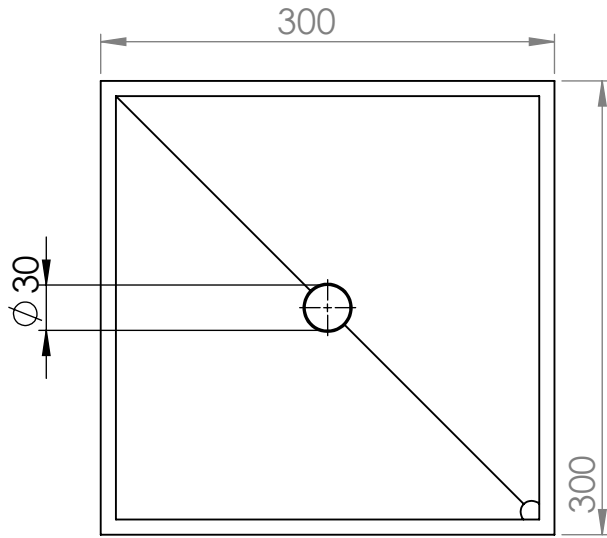
A


B

C

D

E



				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO [Kg]: 3,77 Kg	MATERIAL: AISI 304	
				Fecha	Nombre	<i>bandeja para agua</i>	ESCALA: 1:10
				Dibujado 19/09/2018			
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO N°:	HOJA: A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

1

2

3

4

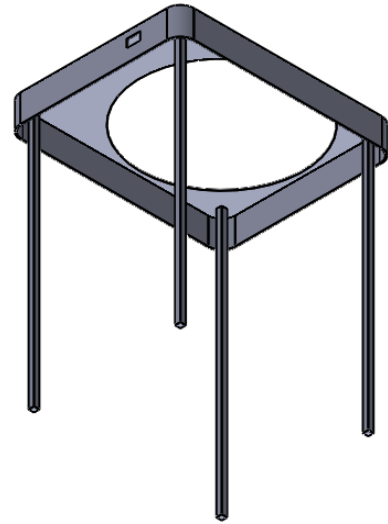
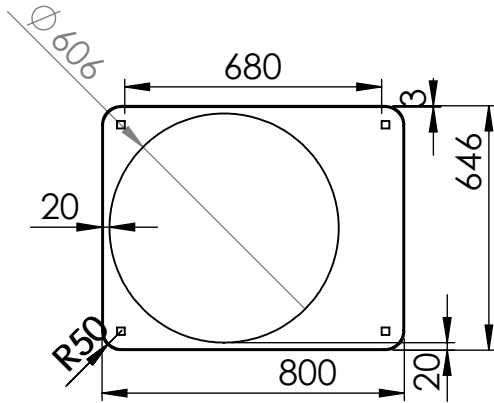
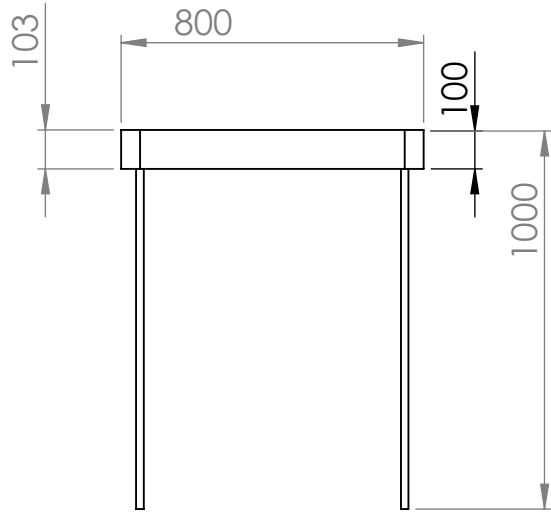
A

B

C

D

E



				TOLERANCIA: ± 0.1	PESO [Kg]: 23,72 Kg	MATERIAL: AISI 304	
					Fecha	Nombre	ESCALA:
				Dibujado	19/09/2018		1:20
				Revisado			
				Aprobado			
				FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO Nº:	HOJA:
							A4
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				