



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“AUTOMATIZACIÓN DE SALADO DE QUESO EN EL
PROCESO DE PRODUCCIÓN PARA EL
MEJORAMIENTO DENTRO DEL CAMPO
ALIMENTICIO EN LA EMPRESA DE LACTEOS JB DEL
CANTÓN GUAMOTE”**

**CHILQUINGA CHANALUISA CRISTIAN TARQUINO
QUINTO CEDEÑO WILSON GEOVANNY**

TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: PROPUESTA TECNOLÓGICA

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

**Riobamba–Ecuador
2017**

ESPOCH

Facultad de Mecánica

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

2016-11-30

Yo recomiendo que el trabajo de titulación preparado por:

CHILQUINGA CHANALUISA CRISTIAN TARQUINO

Titulado:

**“AUTOMATIZACIÓN DE SALADO DE QUESO EN EL PROCESO DE
PRODUCCIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DENTRO DEL CAMPO
ALIMENTICIO EN EL EMPRESA DE LACTEOS JB DEL CANTÓN
GUAMOTE”**

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

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Jhonny Marcelo Orozco Ramos
DIRECTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Julio Cesar Moyano Alulema
ASESOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

ESPOCH

Facultad de Mecánica

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

2016-11-30

Yo recomiendo que el trabajo de titulación preparado por:

QUINTO CEDEÑO WILSON GEOVANNY

Titulado:

**“AUTOMATIZACIÓN DE SALADO DE QUESO EN EL PROCESO DE
PRODUCCIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DENTRO DEL CAMPO
ALIMENTICIO EN LA EMPRESA DE LACTEOS JB DEL CANTÓN
GUAMOTE”**

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

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Jhonny Marcelo Orozco Ramos
DIRECTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Julio Cesar Moyano Alulema
ASESOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: CHILQUINGA CHANALUISA CRISTIAN TARQUINO

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN: “AUTOMATIZACIÓN DE SALADO DE QUESO EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DENTRO DEL CAMPO ALIMENTICIO EN LA EMPRESA DE LACTEOS JB DEL CANTÓN GUAMOTE”

Fecha de Examinación: 2017-12-07

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Jhonny Marcelo Orozco Ramos DIRECTOR			
Ing. Julio Cesar Moyano Alulema ASESOR			

* 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. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza
PRESIDENTE TRIB. DEFENSA

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: QUINTO CEDEÑO WILSON GEOVANNY

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN: “AUTOMATIZACIÓN DE SALADO DE QUESO EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DENTRO DEL CAMPO ALIMENTICIO EN LA EMPRESA DE LACTEOS JB DEL CANTÓN GUAMOTE”

Fecha de Examinación: 2017-12-07

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Jhonny Marcelo Orozco Ramos DIRECTOR			
Ing. Julio Cesar Moyano Alulema ASESOR			

* 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. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza
PRESIDENTE TRIB. DEFENSA

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotros, **CHILQUINGA CHANALUISA CRISTIAN TARQUINO** y **QUINTO CEDEÑO WILSON GEOVANNY**, egresados de la Carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH, autores del proyecto de titulación denominado “**AUTOMATIZACIÓN DE SALADO DE QUESO EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DENTRO DEL CAMPO ALIMENTICIO EN LA EMPRESA DE LACTEOS JB DEL CANTÓN GUAMOTE**”, nos responsabilizamos en su totalidad del contenido en su parte intelectual y técnica, y me someto a cualquier disposición legal en caso de no cumplir con este precepto.

Chilquinga Chanaluisa Cristian Tarquino

Cédula de Identidad: 150072170-7

Quinto Cedeño Wilson Geovanny

Cédula de Identidad: 210050621-7

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Chiliquina Chanaluisa Cristian Tarquino y Quinto Cedeño Wilson Geovanny, declaramos que el presente trabajo de titulación 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.

Chiliquina Chanaluisa Cristian Tarquino

Cédula de Identidad: 150072170-7

Quinto Cedeño Wilson Geovanny

Cédula de Identidad: 210050621-7

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación va dedicado a Dios por haberme permitido culminar mi carrera y por darme salud y vida.

A mis padres Ana Cedeño y Wilson Quinto y a mi hermano que me apoyaron para cumplir esta meta.

Chiliquinga Chanaluisa Cristian Tarquino

Dedico principalmente a Dios por mi objetivo cumplido con esfuerzo, aplicación y sabiduría sin dejar que me derrumbe por las adversidades de la vida hasta alcanzar mi más meta anhelada.

A mis padres, hermanos y amigos que me han acompañado en esta ardua lucha sin dejarme caer, enseñándome a vencer los obstáculos que se pongan en mi camino hasta llegar a conseguir lo que yo me proponga.

Quinto Cedeño Wilson Geovanny

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, esencialmente a la Escuela de Ingeniería Industrial, por brindarme la oportunidad de obtener una profesión y ser una persona útil para la sociedad.

Especialmente a mis padres que me apoyaron para culminar con éxito una etapa más de mi vida.

Chiliquinga Chanaluisa Cristian Tarquino

Agradezco a Dios por darme fortaleza para lograr mis objetivos, a mis padres por brindarme toda la confianza y ayuda para ver culminada una meta más de 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.

Quinto Cedeño Wilson Geovanny

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.	
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Justificación.....	3
1.3.1 Justificación teórica.....	3
1.3.2 Justificación metodológica.....	4
1.3.3 Justificación práctica.....	5
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos:.....	5
2. MARCO TEÓRICO	
2.1 El queso.....	6
2.2 Composición del queso.....	7
2.3 Clasificación del queso.....	7
2.4 Métodos de desinfección.....	7
2.4.1 Recepción y análisis de la materia prima.....	8
2.4.2 Homogenización y pasteurización.....	8
2.4.3 Coagulación.....	9
2.4.4 Corte de la cuajada.....	9
2.4.5 Desuerado.....	10
2.4.6 Moldeado.....	10
2.4.7 Salado.....	11
2.4.8 Maduración.....	11
2.4.9 Empaque.....	11
2.4.10 Almacenamiento.....	12
2.5 Proceso de salado del queso.....	12
2.5.1 Objetivos del salado.....	13
2.5.2 Salado por inmersión en salmuera.....	13
2.5.3 Mecanismo de penetración de la sal.....	14
2.5.4 Factores que afectan la absorción de la sal.....	15
2.5.5 Tiempo de salado del queso.....	17
2.6 Automatización de procesos.....	18
2.6.1 Ventajas de la automatización.....	18
2.6.2 Etapas de la automatización.....	19
2.6.3 Estructura de un sistema automatizado.....	20
2.7 Determinación del tiempo tipo.....	21
3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA “LÁCTEOS JB”	

3.1	Identificación de la empresa	22
3.2	Información general de la empresa	22
3.3	Misión y visión de la empresa	22
3.3.1	Misión.	22
3.3.2	Visión.	22
3.4	Ubicación de la empresa	22
3.5	Organigrama estructural	23
3.6	Distribución actual de planta	23
3.7	Identificación de materiales, máquinas y equipos.	24
3.8	Proceso de producción	24
3.8.1	Análisis del proceso de producción.	26
3.9	Salado del queso	26
3.9.1	Diagrama de flujo del proceso	27
3.9.2	Tiempo del proceso de salado.....	27
3.9.3	Sumersión y extracción del queso.	29
3.9.4	Demora en la extracción del queso.	30
3.9.5	Efectos del proceso de salado en los quesos.	30
4.	DISEÑO DEL SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE SALADO DEL QUESO EN LA EMPRESA LÁCTEOS JB.	
4.1	Parámetros de diseño.	34
4.2	VARIABLES del diseño.....	34
4.3	Estructura del sistema automatizado.....	34
4.3.1	Sensores o dispositivos de accionamiento.	35
4.3.2	Unidad de control.....	35
4.3.3	Actuadores.	38
4.3.4	Elementos auxiliares.	38
4.4	Funcionamiento del sistema automatizado.	39
4.4.1	Diseño del diagrama de conexión del sistema automatizado.	41
4.5	Cálculos de diseño	41
4.5.1	Capacidad de las tinas superior e inferior.	41
4.5.2	Caudal de la bomba.....	43
4.5.3	Carga de bombeo.	43
4.5.4	Selección de la bomba.	45
4.5.5	Tiempo de succión.	46
4.5.6	Tiempo de vaciado.....	46
4.6	Diseño CAD del sistema.....	47
4.6.1	Selección del material.....	47
4.6.2	Análisis estático.	50
5.	INSTALACIÓN DE CAJA DE CONTROL, CAJA DE MONITOREO Y MANUAL DE MANTENIMIENTO.	
5.1	Adquisición de los componentes del sistema	54

5.2	Construcción de la tina superior.	55
5.2.1	Adquisición de una tina de acero inoxidable.	55
5.2.2	Construcción de las tapas de la tina.	55
5.2.3	Ensamble de las tapas en la tina.	56
5.3	Construcción de las plataformas internas.	57
5.4	Conexión eléctrica del sistema.	59
5.4.1	Conexión de la unidad de control.	59
5.4.2	Conexión de los dispositivos de accionamiento.	61
5.5	Conexión hidráulica del sistema.	62
5.6	Pruebas y funcionamiento.	64
5.6.1	Simulación del sistema en el software.	64
5.6.2	Pruebas físicas del sistema.	66
5.7	Implementación del sistema automatizado.	67
5.7.1	Tiempo de salado.	68
5.7.2	Diagrama de flujo del proceso.	69
5.7.3	Producción del queso implementando el sistema automatizado.	70
5.7.4	Comparación situación actual vs sistema automatizado.	71
6.	PRESUPUESTO	
6.1	Costos directos.	74
6.2	Costos indirectos.	75
6.3	Costos totales.	75
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
7.1	Conclusiones.	76
7.2	Recomendaciones.	76

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1-3. Identificación de materiales, máquinas y equipos	24
Tabla 2-3. Análisis de las actividades del proceso de producción del queso fresco.....	26
Tabla 3-3. Tiempo actual del proceso de salado del queso fresco.....	28
Tabla 4-3. Simograma, sumersión del queso en la salmuera.....	29
Tabla 5-3. Simograma, extracción del queso de la salmuera.....	30
Tabla 6-3. Niveles de sal del queso	31
Tabla 7-3. Producción de Septiembre 2017, LACTEOS JB.....	33
Tabla 1-4. Sensores o dispositivos de accionamiento.....	35
Tabla 2-4. Alternativas para la unidad de control.....	35
Tabla 3-4. Costo de las alternativas	36
Tabla 4-4. Tabla de ponderación para criterios de valorización.....	36
Tabla 5-4. Ponderación de los criterios de valorización	37
Tabla 6-4. Unidad de control	37
Tabla 7-4. Actuadores del sistema automatizado	38
Tabla 8-4. Actuadores del sistema automatizado	38
Tabla 9-4. Componentes del sistema automatizado.....	39
Tabla 10-4. Abreviaturas del diagrama de funcionamiento del sistema.....	40
Tabla 11-4. Abreviaturas del diagrama de funcionamiento del sistema.....	41
Tabla 12-4. Pérdida por accesorios.....	44
Tabla 13-4. Alternativas, Aceros Inoxidables.....	47
Tabla 14-4. Composición química de los aceros inoxidable.....	48
Tabla 15-4. Resistencia a la Oxidación, de los aceros inoxidable.....	49
Tabla 16-4. Propiedades mecánicas, de los aceros inoxidable.....	49
Tabla 17-4. Tabla de ponderación para criterios de valorización.....	49
Tabla 18-4. Ponderación de los criterios de valorización	49
Tabla 19-4. Carga aplicada a la tina superior	50
Tabla 20-4. Configuración del material	51
Tabla 1-5. Adquisición de los componentes del sistema.....	54
Tabla 2-5. Funcionamiento del sistema, simulación en el software	65
Tabla 3-5. Funcionamiento del sistema, pruebas físicas.....	66
Tabla 4-5. Estudio de tiempos del proceso de salado del queso fresco	69
Tabla 5-5. Producción de Octubre 2017, LACTEOS JB	70
Tabla 6-5. Continuación Producción de Octubre 2017, LACTEOS JB	71
Tabla 7-5. Comparación situación actual vs sistema automatizado	72
Tabla 1-6. Costos directos para la fabricación del sistema automatizado	74
Tabla 2-6. Costos indirectos para la fabricación del sistema automatizado	75
Tabla 3-6. Costo total del sistema automatizado	75

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1-2. Quesos.....	6
Figura 2-2. Recepción y análisis de la materia prima.....	8
Figura 3-2. Pasteurizadora	9
Figura 4-2. Coagulación	9
Figura 5-2. Corte de la cuajada.....	10
Figura 6-2. Desuerado	10
Figura 7-2. Moldeado	10
Figura 8-2. Salado.....	11
Figura 9-2. Maduración	11
Figura 10-2. Empaque	12
Figura 11-2. Almacenamiento	12
Figura 12-2. Salado del queso por inmersión en salmuera	14
Figura 13-2. Preparación de la salmuera	15
Figura 14-2. Sensores	20
Figura 15-2. Actuadores o Salidas.....	21
Figura 1-3. Ubicación de la empresa LACTEOS JB.....	23
Figura 2-3. Organigrama de la empresa LÁCTEOS JB	23
Figura 3-3. Tina de salmuera	27
Figura 1-3. Salado del queso	28
Figura 5-3. Sumersión y extracción manual del queso.....	29
Figura 6-3. Efectos del salado en los quesos	31
Figura 7-3. Concentración de la sal en la salmuera	32
Figura 8-3. Textura irregular	33
Figura 1-4. Estructura del sistema automatizado.....	34
Figura 2-4. Alternativas para la unidad de control	35
Figura 3-4. Juego de timers	37
Figura 4-4. Diagrama de conexión del sistema automatizado.....	41
Figura 5-4. Capacidad tina inferior.....	42
Figura 6-4. Capacidad tina superior.....	42
Figura 7-4. Sistema Automatizado del proceso de salado	43
Figura 8-4. Características de la bomba seleccionada	45
Figura 9-4. Vaciado de la tina superior	46
Figura 10-4. Ensamble del sistema automatizado	47
Figura 11-4. Acero Inoxidable AISI 316.....	50
Figura 12-4. Mallado de la tina superior	51
Figura 13-4. Análisis estático de la tina superior.....	52
Figura 14-4. Factor de Seguridad	52
Figura 15-4. Esfuerzos en la tina superior	53
Figura 1-5. Tina de acero inoxidable.....	55

Figura 2-5. Ensamble del marco y la base de las tapas.	56
Figura 3-5. Ensamble de las manijas de las tapas.....	56
Figura 4-5. Bisagras, ensamble de las tapas	57
Figura 5-5. Tina superior con las tapas abiertas	57
Figura 6-5. Tina superior con las tapas cerradas	57
Figura 7-5. Plataformas internas.....	58
Figura 8-5. Plataformas en el interior de la tina	58
Figura 9-5. Conexión de la unidad de control	59
Figura 10-5. Ubicación timers T1 y T3	59
Figura 11-5. Ubicación timer T2	60
Figura 12-5. Ubicación relés.....	60
Figura 13-5. Ubicación fusibles y portafusibles	60
Figura 14-5. Conexión de los dispositivos de accionamiento con la unidad de control	61
Figura 15-5. Ubicación del pulsador de marcha.....	61
Figura 16-5. Ubicación del interruptor	62
Figura 17-5. Ubicación del sensor de nivel	62
Figura 18-5. Ubicación de la tina inferior del sistema.....	62
Figura 19-5. Ubicación de la bomba.....	63
Figura 20-5. Conexión de la tubería	63
Figura 21-5. Flujo de la salmuera por la tubería.....	63
Figura 22-5. Ubicación de la electroválvula.....	64
Figura 23-5. Simulación del sistema automatizado	65
Figura 24-5. Pruebas físicas del sistema.....	67
Figura 25-5. Implementación del sistema.....	67
Figura 26-5. Implementación del sistema.....	67
Figura 27-5. Implementación del sistema.....	68
Figura 28-5. Proceso de salado del queso.....	68
Figura 29-5. Textura regular del queso.....	73

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1 -2. Tiempo de Salado	18
Gráfico 1-3. Distribución de planta, empresa “LACTEOS JB”	24
Gráfico 2-3. Diagrama de proceso de elaboración de queso fresco.....	25
Gráfico 3-3. Diagrama de recorrido de la elaboración de queso fresco.....	25
Gráfico 4-3. Diagrama de flujo de proceso de salado del queso.....	27
Gráfico 1-4. Diagrama del funcionamiento del sistema automatizado	40
Gráfico 1-5. Diagrama de flujo del proceso de construcción del sistema automatizado.....	54
Gráfico 2-5. Diagrama de flujo del proceso de construcción de la tina superior.....	55
Gráfico 3-5. Diagrama de flujo del proceso de construcción de la tina superior.....	56
Gráfico 4-5. Diagrama de flujo del proceso de construcción de las plataformas	58
Gráfico 5-5. Diagrama de flujo del proceso de conexión eléctrica del sistema.....	59
Gráfico 6-5. Conexión de los dispositivos de accionamiento del sistema.....	61
Gráfico 7-5. Diagrama de flujo de proceso del salado del queso	70

LISTA DE ABREVIACIONES

AISI	Instituto Americano del Hierro y el Acero
PLC	Controlador Lógico Programable
PYMES	Pequeñas y Medianas Empresas

LISTA DE ANEXOS

- A** Ensamble del sistema autmoatizado
- B** Acero inoxidable AISI 316
- C** Norma AISI acero inoxidable

RESUMEN

El objetivo de la presente propuesta tecnológica es automatizar el proceso de salado de queso en el proceso de producción de la empresa LÁCTEOS JB del cantón Guamote. Para cumplir tal objetivo, se aplica la siguiente metodología: Primero, analizar la situación actual del proceso de salado del queso para encontrar oportunidades de mejora. Segundo, diseñar el sistema automatizado, mediante la selección adecuada de elementos que permitan controlar adecuadamente el tiempo de salado del queso. Tercero, implementar el sistema automatizado en la empresa LÁCTEOS JB. Para analizar la situación actual se aplica: diagramas de proceso, flujo y recorrido, simogramas y determinación del tiempo tipo. En el diseño se establece la estructura y componentes del sistema, posteriormente se realiza el modelado CAD y el Análisis Estático en el software Solidworks. La implementación se realiza mediante una fase de pruebas de funcionamiento. Los resultados obtenidos fueron: la adecuada selección del material para la construcción de los elementos auxiliares para la automatización del proceso de salado, el caudal de la bomba 41 lt/min , carga de bombeo 7.8 pies , tiempo de succión 4.4 minutos, tiempo de vaciado 1.28 minutos, factor de seguridad igual a 1.9. Se estandarizó el tiempo de salado a 231.54 minutos para la producción diaria de 120 quesos. Para controlar los tiempos se utiliza timers; el timer ASY 3-D controla el tiempo de salado, y dos timers analógicos que controla los tiempos de succión y de vaciado. Las pérdidas se disminuyeron a 207 dólares en la producción mensual. La implementación del sistema se redujo 21.3 minutos el tiempo de producción del queso. En conclusión, mediante el diseño y se eliminó la demora que existía en el proceso de salado y se sustituyó las actividades manuales de sumersión y extracción del queso de la salmuera por actividades automáticas que realiza el sistema.

PALABRAS CLAVE: <AUTOMATIZACIÓN DE SALADO>, <TIMER (CONTROLADOR DE TIEMPO)>, <TIEMPO DE SALADO>, <ANÁLISIS ESTÁTICO>, <FACTOR DE SEGURIDAD>

ABSTRACT

The objective of the current technological proposal is to automate the production salting process of cheese of LACTEOS JB Company from Guamote Canton. In order to fulfil this objective, it is applied the following methodology: First, to analyse the current situation of salting process of cheese for finding improvement opportunities. Second, designing the automatized system, through the accurate selection of elements that allow controlling the time of cheese salting. Third, implementing the automated system in LACTEOS JB Company. In order to analyse this situation, process, flow and displacement diagrams, seismograms and determination of time type are applied. In the design, the structure and system components are established subsequently, the modelling CAD and the Static analysis in the Solidworks software are carried out. The implementation is done through a functioning tests stage. The obtained results were the appropriate material selection for the construction of auxiliary elements for the automatization of salting process, the pump flow 41 lt/min, pump loading 7.8 feet, suction time 4.4 minutes, emptying time 1.28 min, security factor equal to 1.9. The salting time was standardized to 231.54 minutes for the daily production of 120 cheese. For controlling times timers are used, the ASY 3-D timer controls the salting time and two analogical timers that control the suction and emptying times. The losses were reduced to 207 dollars in the production time of cheese. In conclusion, through the design, the existent delay was removed from the salting process and the manual work of submersion and removal of cheese in brine were substituted by automatic activities that the system carries out.

KEY WORDS: < SALTING AUTOMATION>, < TIMER [TIME CONTROLLER] >, < SALTING TIME>, < ESTATIC ANALYSIS>, < SECURITY FACTOR>.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN.

El queso es uno de los productos lácteos más importantes a nivel nacional. La industria láctea procesa 5,8 millones de litros al día, según datos del Centro de la Industria Láctea (CIL). De esos, más de un tercio se destina a la elaboración de queso. Le sigue la leche en funda, de cartón y otros. Las ventas de la industria quesera crecieron 3,4 veces entre el 2005 y el 2014, al pasar de USD 71,4 millones a 243,1 millones en ese período.

La industria del queso, especialmente las pymes, se enfrenta al problema de la variabilidad de la calidad del queso debido a diferentes factores, por ejemplo: control inadecuado en los subprocesos de fabricación, especialmente, en la etapa de salado del queso. Una de las estrategias para combatir este factor, y que ha sido adoptada por muchas industrias lácteas, es la automatización de procesos.

Actualmente, la industria del queso ha llegado a niveles muy sofisticados, tanto así, que podemos encontrar líneas de producción totalmente automatizadas; pero no es muy común encontrarlas porque requieren una alta inversión. Por tal motivo las industrias optan por automatizar parcialmente sus procesos, por ejemplo, el empaquetado, el salado, el procesado del suero, entre otros.

Con este antecedente y debido a un control inadecuado en el tiempo de salado del queso; la empresa “LACTEOS JB” del cantón Guamote de la provincia de Chimborazo, por medio del presente trabajo de titulación, ha optado por automatizar el proceso de salado del queso.

El control inadecuado del tiempo de salado afecta negativamente a la calidad del producto terminado; además incrementa el tiempo de producción total, obteniendo tiempos bastantes largos, lo que puede ocasionar retrasos en la entrega del producto. Ambas consecuencias generan insatisfacción en el cliente. Por tal motivo, con la automatización del proceso de salado en la empresa LÁCTEOS JB se pretende: controlar adecuadamente el tiempo de salado del queso con el fin de reducir tiempos de producción y mejorar la calidad del producto y por ende alcanzar la satisfacción del cliente.

1.1 Antecedentes

Hasta donde alcanzan los hallazgos arqueológicos solo se pueden ofrecer suposiciones sobre la cuestión de cómo y cuándo surgió el queso. Sin embargo es prácticamente seguro que los primeros quesos aparecieron una vez iniciada la domesticación de los animales en el Neolítico, hace 10.000-12.000 años. (Poncelet, 2017)

Existen documentos en Egipto que atestiguan la presencia del queso. En concreto en Abydos en la tumba del emperador Aha (hacia el 3000 a. C. aproximadamente) se localizaron unos jarrones de forma cilíndrica que contenían en su interior una sustancia que al ser analizada químicamente se confirmó como queso. La llegada de la época renacentista implicó el aumento de la diversidad de quesos. Aparecen variedades como el queso Gruyere que se elabora en la zona de suiza desde el siglo XIV; el queso Cheddar o el queso Parmesano aparecen a lo largo del siglo XVI; el queso Gouda aparece del siglo XVII, mientras que el tipo Camembert se inventa a fines del siglo XVIII. Durante el siglo XIX el queso se convierte en un producto gastronómico símbolo de exquisitez y de distinción. Con la llegada del siglo XX y los nuevos métodos químicos y bacteriológicos el sector se industrializó, haciendo posible el aumento de la producción. (Sabor Artesano, 2017)

Actualmente la industria del queso ha llegado a niveles muy sofisticados, tanto así, que podemos encontrar líneas de producción totalmente automatizadas; pero no es muy común encontrarlas porque requieren una alta inversión. Por tal motivo las industrias optan por automatizar parcialmente sus procesos, por ejemplo, el empaquetado, el salado, el procesado del suero, entre otros. Así poco a poco el queso ha logrado convertirse en uno de los productos lácteos más importantes a nivel mundial; su consumo se ha extendido y sus diferentes sabores son reconocidos en el mundo entero.

1.2 Planteamiento del problema

A nivel mundial la industria del queso, especialmente las pymes, se enfrenta al problema de variabilidad de la calidad del queso debido a diferentes factores, por ejemplo: el control inadecuado de los subprocesos de fabricación del queso. Una de las estrategias para combatir este factor, y que ha sido adoptada por muchas industrias lácteas, es la automatización de procesos.

De igual manera, a nivel nacional, el control inadecuado de los subprocesos de fabricación constituye uno de los principales problemas en la producción del queso, principalmente en la etapa de salado del queso. La empresa “LACTEOS JB” del cantón Guamote, provincia de Chimborazo es un ejemplo de esta problemática.

Por medio de una investigación realizada en la empresa LACTEOS JB, se observó que durante el proceso de salado no se controla el tiempo de sumersión del queso en la salmuera. Por lo tanto el problema de la empresa radica en la falta de control del tiempo de salado del queso.

El problema se genera cuando existen demoras, por parte del trabajador, en la extracción de los quesos de la salmuera. El tiempo estimado de sumersión en salmuera, que maneja actualmente la empresa, es de 3 horas; si se excede ese tiempo el queso absorbe una cantidad innecesaria de sal, lo cual, afecta negativamente el sabor del producto ya que obtienes quesos muy salados que generan insatisfacción en el cliente. Por lo tanto, es necesario eliminar las demoras en la extracción del queso de la salmuera por medio de un control adecuado del tiempo de salado. Además la demora en la extracción incrementa el tiempo de producción total, lo que ocasiona retrasos en la entrega del producto.

Con este antecedente se ha planteado la propuesta tecnológica denominada “Automatización de salado de queso en el proceso de producción para el mejoramiento dentro del campo alimenticio en la empresa de lácteos JB del cantón Guamote”, con el cual se pretende: controlar el tiempo de sumersión en la salmuera, mejorar el proceso de sumersión y extracción del queso y eliminar demoras en la extracción de la salmuera.

1.3 Justificación

1.3.1 *Justificación teórica.* La propuesta tecnológica busca, mediante la aplicación de la teoría y los conceptos básicos de control y automatización industrial, métodos y tiempos, electricidad industrial, etc. encontrar explicaciones a soluciones del problema (falta de control del tiempo de salado del queso) que afecta a la empresa de LACTEOS JB.

Cabe recalcar que el desarrollo del presente trabajo permitirá contrastar diferentes conceptos, de las ciencias mencionadas anteriormente, en una realidad concreta: en la

empresa de LACTEOS JB. Finalmente, se tiene la expectativa que el presente trabajo sea un aporte teórico para los proyectos futuros que se desarrollen en relación al tema propuesto.

1.3.2 *Justificación metodológica.* Para lograr los objetivos planteados de esta propuesta tecnológica, se acude al empleo de diferentes técnicas de investigación.

Para emplear las técnicas adecuadas primero es preciso tener en claro cuáles serán nuestras variables de interés, en este caso la variable principal la constituye la automatización del proceso de salado; con ello se puede establecer los aspectos relacionados que se tienen que abordar en la elaboración de la propuesta tecnológica.

A partir de lo establecido en el párrafo anterior se va a dividir el desarrollo del trabajo en categorías principales, como se detalla a continuación: a) Analizar la situación actual del proceso de salado. b) Diseñar el sistema automatizado, mediante la selección adecuada de elementos, que permita controlar el tiempo de salado. c) Realizar pruebas y mediciones experimentales del sistema automatizado para asegurar su óptimo funcionamiento.

Una vez definidos los ítems principales, que se integrarán para dar forma al presente trabajo, se establecen las técnicas que se emplearán para llevar a cabo su desarrollo.

Para analizar la situación actual del proceso de producción de la empresa se emplea técnicas de métodos y tiempos, tales como, diagramas de proceso, diagramas de recorrido y diagramas de flujo.

Para diseñar el sistema automatizado se aplica herramientas CAD, como el software Solidworks, que sirve para construir un modelo análogo del objeto y sus componentes con el fin de caracterizar cada elemento en función de sus propiedades intrínsecas (forma, tamaño, material, etc.) y también caracterizarlo en sus propiedades extrínsecas (función, precio, etc.).

Además para verificar el funcionamiento del sistema automatizado antes de construirlo se emplea un software de simulación que le permite al usuario testear sus circuitos y programas sobre un entorno virtual antes de controlar la parte operativa real.

1.3.3 *Justificación práctica.* La automatización del proceso de salado en la empresa LÁCTEOS JB, le permitirá al trabajador: ejercer un control adecuado del tiempo de salado del queso, reducir tiempos de producción, reducir costos de producción, mejorar la calidad del producto y por ende satisfacer las necesidades del cliente.

Los beneficiarios del presente trabajo de titulación serán: los trabajadores y los clientes de la empresa LÁCTEOS JB del cantón Guamote, provincia de Chimborazo.

Además, el trabajo de titulación planteado está orientado a servir de guía para otras empresas que realicen actividades similares y que deseen automatizar el proceso de salado del queso.

1.4 **Objetivos**

1.4.1 *Objetivo general.* Automatizar el salado del queso en el proceso de producción, para el mejoramiento dentro del campo alimenticio en la empresa LÁCTEOS JB del cantón Guamote

1.4.2 *Objetivos específicos:*

- Analizar la situación actual del proceso de producción del queso en la empresa LÁCTEOS JB, haciendo énfasis en la etapa de salado, con el fin de encontrar oportunidades de mejora en el proceso.
- Diseñar el sistema automatizado, mediante la selección adecuada de elementos que permitan controlar adecuadamente el tiempo de salado del queso.
- Implementar el sistema automatizado, para el proceso de salado del queso, en la empresa LÁCTEOS JB.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 El queso

En el Congreso Internacional de Ginebra de 1908 se definió el queso como "el producto de la maduración de la cuajada procedente de la coagulación, debida al cuajo o por la acidificación de la leche entera, de la nata o de la leche parcial o totalmente desnatada, sin adición de sustancias, a excepción de los productos propios de las prácticas queseras normales como fermentos, sal, especias, colorantes naturales, etc." (Ares, 2002)

El queso es un "producto fresco o madurado obtenido por coagulación de la leche entera u otros productos lácteos como nata, leche parcial o totalmente desnatada, suero de mazada o de sus mezclas, y posterior separación del suero". (FAO, 2002)

El queso es un sólido que se logra en base a la leche cuajada de mamíferos como la vaca, la oveja, la cabra, la búfala y la camella, entre otros. La leche, según indican los expertos en esta materia, es impulsada a cuajarse a partir de una combinación de cuajo y un cierto nivel de acidificación. Para este fin se emplean bacterias, cuya misión es ácido la leche y de definir la textura y el sabor que tendrá cada queso. Algunos también pueden presentar mohos en la superficie interna o externa. (Porto & Gardey, 2012)

Figura 1-2. Quesos



Fuente: <https://goo.gl/g4275d>

2.2 Composición del queso

El queso generalmente está compuesto por los siguientes elementos:

Tabla 1-2. Composición del queso

Elementos	Cantidad en gramos		
Grasa	40	240	315
Proteína	35	210	280
Carbohidrato	48	20	10
Sales Minerales	7	20	25
Agua	870	500	350
Sal De Cocina		10	20
Vitaminas	A,B,D,E,K		

Fuente: (Corrales Torres & Suatunce Toaquiza, 2005)

Estas cifras pueden variar según el tipo de queso.

2.3 Clasificación del queso

Según González (2002) se puede clasificar el queso de la siguiente manera:

- De acuerdo al contenido de humedad se clasifican en quesos duros, semiduros y blandos.
- De acuerdo al método de coagulación de la caseína, se clasifican en quesos al cuajo (enzimáticos), queso de coagulación láctica (ácido láctico), queso de coagulación de ambos métodos.
- De acuerdo al microorganismo utilizado en la maduración y la textura del queso, se clasifican en quesos de ojos redondeados, granulares y quesos de textura cerrada.

2.4 Métodos de desinfección

La elaboración de quesos en Pequeñas y Medianas Queserías, se caracteriza generalmente por ser una producción en la cual existe una estrecha integración entre la obtención de la materia prima (leche) y los establecimientos elaboradores de quesos (Queserías). En estos

últimos los sistemas de fabricación corresponden a procesos tradicionales basados en conocimientos transmitidos de generación en generación.

La elaboración de un queso, como el de cualquier otro producto alimenticio, debe utilizar materias primas seguras y ser manufacturado de acuerdo a un plan de aseguramiento de calidad.

En la empresa LÁCTEOS JB se maneja el siguiente proceso de elaboración del queso:

2.4.1 *Recepción y análisis de la materia prima.* La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación recomienda:

- **Recepción:** La leche de buena calidad se pesa para conocer la cantidad que entrará a proceso. La leche debe filtrarse para eliminar cuerpos extraños.
- **Análisis:** Deben hacerse pruebas de acidez, antibióticos, porcentaje de grasa y análisis organoléptico (sabor, olor, color). La acidez de la leche debe estar entre 16 y 18 ° (grados Dornic).

Figura 2-2. Recepción y análisis de la materia prima



Fuente: <https://goo.gl/So7NDM>

2.4.2 *Homogenización y pasteurización.* El proceso de homogenizar la leche se lleva a cabo mediante la aplicación de filtros y presiones, con lo cual se rompen los glóbulos de grasa de la leche (liposomas) y se hacen hasta diez veces más pequeños que su tamaño natural. Estos glóbulos entonces se dispersan de manera más uniforme en la leche líquida. El proceso de pasteurización a la leche y derivados lácteos, es la destrucción de todos los microorganismos patógenos que puedan estar presentes en la leche cruda,

evitando así cualquier riesgo de transmisión de enfermedades al consumidor. (FCV, 2003)

Figura 3-2. Pasteurizadora



Fuente: <https://goo.gl/TpNePK>

2.4.3 *Coagulación.* La coagulación de la leche se provoca con cuajo natural u otras enzimas coagulantes que estén legalmente autorizados. Es la forma de fermentación más antigua, se lleva a cabo de forma natural por medio de las bacterias lácticas que viven en la leche. Este tipo de bacterias actúan sobre la lactosa (el azúcar de la leche) y la degradan a ácido láctico. (Agroindustria, 2017)

Figura 4-2. Coagulación



Fuente: <https://goo.gl/tLLqQk>

2.4.4 *Corte de la cuajada.* Según los deseos del quesero se puede cortar la cuajada cuando tiene la firmeza adecuada, que generalmente se obtiene de 30 a 40 minutos luego de haber añadido el cuajo. Una cuajada normal es elástica, suave, homogénea y puede ser cortada por un cuchillo fácilmente. El momento idóneo del corte se realizará cuando la cuajada tenga la consistencia adecuada. Los movimientos de los elementos de corte serán lentos y la superficie cortante lo más fina y afilada posible. (Queso Manchego, 2011)

Figura 5-2. Corte de la cuajada



Fuente: <https://goo.gl/yg5iVQ>

2.4.5 *Desuerado.* Consiste en separar el suero dejándolo escurrir a través de un colador puesto en el desagüe del tanque o marmita donde se realizó el cuajado. Se debe separar entre el 70 y el 80% del suero. El suero se recoge en un recipiente y por lo general se destina para alimentación de cerdos. (FAO, 2017)

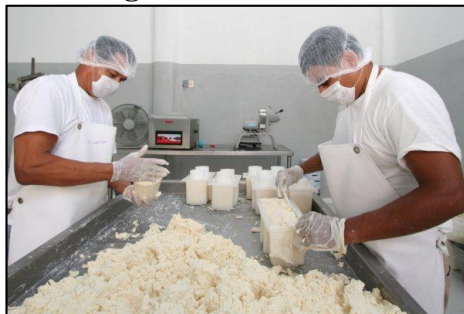
Figura 6-2. Desuerado



Fuente: <http://queseriaelfaro.es/elaboracion/>

2.4.6 *Moldeado.* El moldeado del queso tiene como finalidad dar al queso determinado formato y tamaño de acuerdo a sus características. El proceso de moldeado del queso se produce gracias a la eliminación de suero, por lo que los moldes deben tener siempre una vía de escape para el líquido. (Cocinista, 2017)

Figura 7-2. Moldeado



Fuente: <https://goo.gl/8HGpti>

2.4.7 *Salado.* El objetivo del salado consiste en dar al queso un sabor característico, regular el desarrollo de los microorganismos y regular la función de las enzimas, el salado de los quesos terminados se puede efectuar mediante una sal niñera o con sal seca, dependiendo del tipo de queso. Lo más común es usar salmuera lo que no requiere de tanta mano de obra como el salado con sal seca. (Culqui, 2010)

Figura 8-2. Salado



Fuente: <https://goo.gl/U8QD3M>

2.4.8 *Maduración.* La maduración es la última fase de la fabricación, ésta puede durar desde algunas horas, hasta varios meses, variando conforme con el tipo de queso que se quiere obtener. En el proceso de maduración se desarrollan los aromas y sabores del queso. (Agromeat, 2013)

Figura 9-2. Maduración



Fuente: <https://goo.gl/qFQWu2>

2.4.9 *Empaque.* El sector del queso requiere soluciones de empaques flexibles, que permitan combinar un producto tradicional con un envase atractivo que garantice una excelente presentación y una mejor garantía de conservación. El empaque, se hace con material que no permita el paso de humedad. Generalmente se usa un empaque plástico. (ULMA, 2017)

Figura 10-2. Empaque



Fuente: <https://goo.gl/6qsPXz>

2.4.10 Almacenamiento. Se debe almacenar en refrigeración, para impedir el crecimiento de microorganismos y tener siempre queso fresco. Como los alimentos pueden contaminarse en cualquier punto de la cadena de producción necesario llevar un estricto control de los mismos. El almacenamiento en frío podrá realizarse en cámaras frigoríficas o en heladeras a una temperatura entre 4°C y 7°C. (Natalia, 2009)

Figura 11-2. Almacenamiento



Fuente: <https://goo.gl/6fV8T4>

2.5 Proceso de salado del queso

Al queso se lo sala para realzar su sabor, para protección (el salado es una forma de conservación de los alimentos), para terminar de extraer el suero remanente y, en la mayoría de los casos, para contribuir a la formación de la corteza.

Como regula la actividad del agua del queso, promoviendo o frenando la actividad microbiana y enzimática durante el proceso de maduración, un mismo queso salado de distinta forma madura también distinto, y por ende, se obtiene un queso diferente. (Battro, 2010)

Existen varias formas de adicionar sal a los quesos, ya sea durante la elaboración, como agregado de sal a la leche o al suero, durante la manipulación de la cuajada, agregando sal antes del moldeo y el prensado, también luego del prensado y acidificado del queso se pueden salar por medio de sal seca en superficie o utilizando baños de salmuera saturada. (Martínez, 2017)

En particular nos orientaremos a la utilización de baños de salmuera, debido a que es el sistema más difundido y con mayor aplicación dentro del circuito industrial lácteo.

2.5.1 *Objetivos del salado.* Según Martínez (2017) el salado del queso tiene los siguientes objetivos:

- **Completar el desuerado de los quesos:** Durante el proceso de salado en salmuera, a través de un proceso de equilibrio de presión osmótica, a la vez que ingresa salmuera a los quesos, los mismos pierden una mayor cantidad de suero desde su interior.
- **Regular la actividad microbiológica y enzimática:** El aumento de la concentración salina dentro del queso inhibe varias reacciones enzimáticas y evita el desarrollo de microorganismos contaminantes. Este mecanismo se produce básicamente por la interferencia que realiza la sal sobre la actividad del agua dentro del queso.
- **Función gustativa:** La concentración salina que se incorpora al queso proporciona la salinidad necesaria para agradar al paladar de los consumidores.
- **Formación de la corteza:** El proceso de salado en salmuera contribuye a la formación de una corteza más rígida que mantiene la forma del queso más definida.

2.5.2 *Salado por inmersión en salmuera.* El salado de los quesos se realiza por varias razones:

- La sal realza el sabor del queso, como lo hace en la mayoría de los alimentos sujetos a un proceso de elaboración y transformación.

- La sal es un conservante que el hombre utiliza desde muy antiguo que en el caso del queso ayuda a controlar los microorganismos que se desarrollan durante el período de maduración.
- La sal ayuda a mejorar la apariencia y consistencia de los quesos.

La sal va penetrando lentamente en el queso de forma que recorre sólo unos pocos centímetros durante el período de salado propiamente dicho. La penetración de la sal hasta alcanzar el centro del queso continúa durante la maduración o almacenamiento. Durante el proceso de salado el queso pierde humedad. Si se está salando por inmersión en salmuera la humedad pasa a ésta, por lo que es necesario agregar sal periódicamente para mantener su concentración. Aunque se debe alcanzar un contenido uniforme de sal en todo el queso, en la corteza húmeda suele existir una mayor concentración de sal debido a la evaporación de parte del agua a través de la misma. (Editorial, 2013)

Figura 12-2. Salado del queso por inmersión en salmuera



Fuente: <http://www.pecorinosardo.it/onore-al-gusto/>

2.5.3 *Mecanismo de penetración de la sal.* El proceso de salado se trata de un intercambio de fluidos entre el queso y la salmuera circundante. En general la difusión de la sal se corresponde con las leyes de difusión de fluidos de distinta presión osmótica. Durante este proceso de intercambio ingresa salmuera al queso y se deshidrata, principalmente la parte exterior del queso, y conjuntamente con el agua que fluye hacia la salmuera también salen desde el queso proteínas solubles, lactosa, ácido láctico, minerales y microorganismos del queso. (Martínez, 2017)

Este intercambio se produce en toda la superficie del queso pero está sujeta a ciertas particularidades como:

- Las propiedades del queso: Composición, tamaño, relación superficie de corteza con el volumen, permeabilidad de la cuajada, etc.
- Las características de la salmuera: Concentración de sal, pH, temperatura y movimiento de la salmuera.
- El tiempo que permanecen los quesos en la salmuera.

Figura 13-2. Preparación de la salmuera



Fuente: <https://goo.gl/KEjAzX>

2.5.4 *Factores que afectan la absorción de la sal.* Según Flores (2012) la absorción de la sal depende de varios factores, tales como:

- Concentración de la salmuera: la salmuera es hipertónica en relación al queso, las cascara del queso hace las veces de membrana semipermeable y ocurre el fenómeno de diálisis durante el proceso de salazón; cuanto más concentrada sea la salmuera ofrecerá mayor presión osmótica y viceversa.
- Relación superficie/volumen: A mayor superficie relativa, mayor velocidad de penetración de la sal, y mayor velocidad de expulsión del suero.
- Humedad del queso: Debido a que los fenómenos osmóticos se realizan en la fase acuosa del queso, es evidente que los quesos con mayor humedad absorban la sal más rápidamente que los quesos con menor tenor de humedad (quesos duros).
- Tiempo de salado: A mayor tiempo que permanezca el queso sumergido en la salmuera mayor será la cantidad de sal absorbida hasta alcanzar el equilibrio osmótico entre la concentración de la sal en la humedad del queso y la

concentración de la sal en la salmuera. La salmuera al ceder sal al queso pierde su densidad, por eso los quesos en la salmuera deben llevar una capa de sal gruesa para compensar dicha pérdida.

- **Tamaño del queso:** Los quesos pequeños absorben más rápidamente la sal que los quesos de mayor tamaño.
- **Formato del queso:** El queso Bola al ofrecer menos superficie relativa demora en absorber la sal, pero madura rápidamente; por el contrario un queso en forma de paralelepípedo ofrece una mayor superficie relativa y el salado va ser más rápido, pero madura más lentamente. Los quesos de forma cilindro – plano son intermedios en la absorción de sal y en el tiempo de maduración.
- **Contenido de la sal deseado:** Cuanto menos salado se lo desee al queso, menor tiempo deberá permanecer en la salmuera, y si se lo desea más salado, deberá alargarse el tiempo de inmersión en la salmuera.
- **Temperatura de la salmuera:** La temperatura de salmuera debe mantenerse constante de 12 °C, cualquier variación altera la absorción de sal, especialmente las altas temperaturas que originan la fusión de la materia grasa del queso que formara una barrera en su superficie impidiendo o retrasando la absorción de sal, cuanto más baja sea la temperatura más lenta será la absorción de sal.
- **Tenor de materia grasa del queso:** Los quesos con mayor tenor graso en el extracto seco absorben más lentamente la sal de salmuera debido a una disminución de la capacidad de difusión de la sal.
- **Acidez de la salmuera:** El pH de la salmuera debe ser; ajustado al pH del queso. La mayoría de los quesos tienen un pH de 5 y 5.4. Se ajusta con HCl, ácido cítrico, ácido láctico o suero ácido en un 2%.
- **Contenido de Calcio:** También es importante pues está demostrado que ayuda a secar la corteza de los quesos evitando el defecto de "Pegajosa" "Babosa" o "limosa". Con un 0.2 % de calcio hasta un límite de 0.90 % se corrige este defecto. La sal

usada es el cloruro de calcio. Un tenor superior al 0.9 % por acumulación de calcio disminuirá la absorción de sal y aumenta la pérdida en peso del queso. El valor óptimo está alrededor del 0.5 %.

- Momento de efectuar el salado: Si se introducen en la salmuera quesos con una fermentación láctica insuficiente ósea con poca acidez desarrollada, los quesos van a quedar defectuosos presentando un borde blanco conocido como defecto de coronamiento (el queso fue introducido también con mucha temperatura a la salmuera) y su masa será seca. El pH óptimo debe ser de 5.2.

Existen otros factores que afectan la absorción, pero los citados anteriormente son los más importantes. Cabe recalcar que el presente trabajo de titulación se enfocará en el tiempo de salado del queso.

2.5.5 *Tiempo de salado del queso.* El tiempo en que permanecen los quesos dentro de la salmuera va a definir la concentración de sal que absorben, sin embargo se ha demostrado que la mayor tasa de salado se produce en las primeras horas que se sumerge en queso en salmuera, luego la pérdida de humedad próximo a la corteza y la movilidad de sal dentro del queso enlentece el proceso. (Martínez, 2017)

El tiempo de salado varía desde unos pocos minutos a varios días, según la concentración de sal que queramos alcanzar en el queso. Los quesos frescos y blandos suelen tener un porcentaje en sal bajo (0,25 al 1,25 %) en comparación con los más fuertes, donde suele variar entre el 2 y el 6 %. (Editorial, 2013)

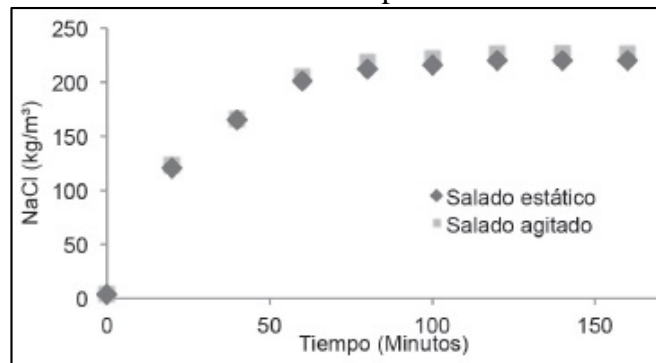
En los quesos frescos el tiempo de salazón es breve o nulo, por lo que a continuación se envasan y se almacenan. En los quesos con maduración el tiempo de salado dependerá del tipo de queso y del tamaño. Posteriormente pasará a la sala de maduración. (RACVE, 2017)

Según el SENA (1987) el tiempo necesario para el salado del queso con maduración es:

- Queso de 1 libra 10-12 horas
- Queso de 1 kilogramo 20-24 horas

- Queso de 3 kilogramos 2 - 2 ½ días
- Queso de 6-8 kilogramos 3 ½ días

Gráfico 1 -2. Tiempo de Salado



Fuente: <https://goo.gl/qkstTA>

2.6 Automatización de procesos

El término automatización tiene una variedad de conceptos, a continuación se detalla algunos de ellos:

- La automatización de los procesos es la sustitución de tareas tradicionalmente manuales por las mismas realizadas de manera automática por máquinas, robots o cualquier otro tipo de automatismo. (Iñiguez, 2011)
- La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos. (Autómatas programables, 2001)
- Automatización, sistema de fabricación diseñado con el fin de usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas anteriormente efectuadas por seres humanos, y para controlar la secuencia de las operaciones sin intervención humana. (Navarrete, 2013)

2.6.1 Ventajas de la automatización. La automatización tiene ventajas muy evidentes en los procesos industriales, entre las cuales tenemos:

- Se mejora en costes, en servicio y en calidad.

- El trabajo es más rápido y no necesita de una cantidad determinada de operarios, que antes eran necesarios.
- Se producen menos problemas de calidad por realizarse el trabajo de una manera más uniforme debido a las especificaciones dadas al automatismo.
- Aumento de producción.
- Flexibilidad de producción.
- Menor gasto energético.
- Mayor seguridad para los trabajadores.
- Aumento de la productividad en relación al tiempo.

2.6.2 *Etapas de la automatización.* Según Iñiguez (2011) las etapas que se deben seguir para la instalación de un automatismo son:

- **Análisis del proceso.-** Se trata de estudiar el proceso completo y buscar puntos de mejora (preferiblemente en el cuello de botella).
- **Búsqueda de soluciones.-** Hay que buscar elementos sustitutivos para la situación actual: robótica industrial, maquinaria, PLCs, diferentes tipos de automatismos.
- **Estudiar los costes de la inversión.-** Hay que ver cuál de las soluciones nos aporta un retorno de la inversión más rápido, la solución más amortizable, estudiar los costes de los posibles despidos.
- **Instalación.-** Una vez elegida la solución hay que asegurar su correcta instalación y puesta a punto. Este proceso es delicado porque de él depende en gran medida un resultado óptimo del desarrollo.
- **Formar al personal en la mejora.-** es posible que haya pequeñas reparaciones, rearmes, cambios de herramientas, etc. que pueda realizar un operario. Para ello tendrá que estar formado en la tecnología implementada.
- **Comprobación.-** Una vez está el automatismo en marcha debemos comprobar que funciona como deseamos.

2.6.3 Estructura de un sistema automatizado. Un sistema automatizado cuenta con un grupo de componentes que se dividen en tres bloques principales que son:

- Sensores
- Unidad de control
- Actuadores

2.6.3.1 Sensores. Los sensores son elementos que producen señales relacionadas con una determinada cantidad que se encuentra midiendo, estos responden a algunas propiedades de tipo eléctrico, mecánico, térmico, magnético, químico, etc., generando una señal eléctrica que puede ser susceptible de medición.

Los sensores transforman una magnitud física en una señal eléctrica. Según la magnitud física que captan existen sensores de temperatura, caudal, presión, velocidad, posición, etc.

Figura 14-2. Sensores



Fuente: <https://goo.gl/DVgeJQ>

2.6.3.2 Unidad de control. Un autómatas programable industrial, es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

Un autómatas programable es un módulo lógico, es decir, un controlador programable que permite que, sin intervención humana, las máquinas hagan un trabajo. Pero la palabra clave e importante es programable, y no programado. Por tanto es necesario programar el elemento para que este haga una tarea.

2.6.3.3 Actuadores o salidas. Los actuadores son elementos que se conectan en las salidas del autómatas programable y cumplen principalmente las siguientes funciones:

- Reciben las órdenes de ejecutar tareas concretas bajo el control del sistema.
- Transforman una corriente eléctrica de mando en movimiento, calor, luz, etc.

Los actuadores pueden ser motores, electroimanes, bombas, lámparas, electroválvulas, resistencias, cilindros neumáticos, etc.

Figura 15-2. Actuadores o Salidas



Fuente: Autores

2.7 Determinación del tiempo tipo

El tiempo tipo se define como el tiempo en el cual un operario, trabajando al paso normal, realiza el proceso de salado, tomando en cuenta suplementos por fatiga, retrasos y necesidades personales.

El procedimiento para determinar el tiempo tipo es:

- Obtención del tiempo de la operación. Es el tiempo medio de las lecturas realizadas.
- Valoración del "paso" al que realiza la operación.
- Determinación de tiempos suplementos.
 - Por fatiga, del 2 al 10 % dependiendo del trabajo. Si el trabajo es ligero y existen descansos a la mitad de la jornada no se tomarán en cuenta suplementos por fatiga.
 - Por retrasos, máximo se tomará un 2 %,
 - Por necesidades personales, 5 % para hombres y 6 % para las mujeres.

CAPITULO III

3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA “LÁCTEOS JB”

3.1 Identificación de la empresa

Razón social: “LÁCTEOS JB”

Rama actividad: Producción de queso fresco

Tipo de empresa: Pequeña empresa

Conformación jurídica: Empresa individual

3.2 Información general de la empresa

La empresa “LÁCTEOS JB” cuenta con una línea de producción artesanal de queso fresco y posee distintos medios para reparto de producto, camionetas tipo panel, para entrega a supermercados, tiendas y hoteles.

La planta de producción se encuentra instalada en una casa particular de un solo nivel y es adaptada a los requerimientos de la empresa; posee una estructura principal formada por marcos rígidos de concreto armado y relleno de hormigón, los muros exteriores e interiores son de bloque de piedra pómez y cemento.

3.3 Misión y visión de la empresa

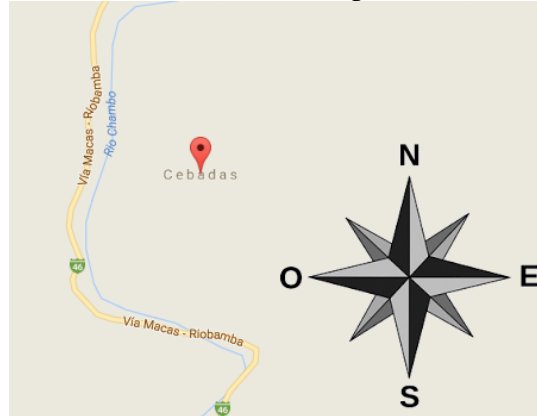
3.3.1 *Misión.* “Somos una empresa dedicada a la elaboración y comercialización de lácteos de alta calidad, inocuos, asegurando la satisfacción de las necesidades y expectativas de nuestros clientes”. (LÁCTEOS JB, 2017)

3.3.2 *Visión.* “Ser la empresa líder productora y distribuidora de productos lácteos”. (LÁCTEOS JB, 2017)

3.4 Ubicación de la empresa

La empresa está ubicada en la parroquia rural de Cebadas perteneciente al cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo.

Figura 1-3. Ubicación de la empresa LACTEOS JB

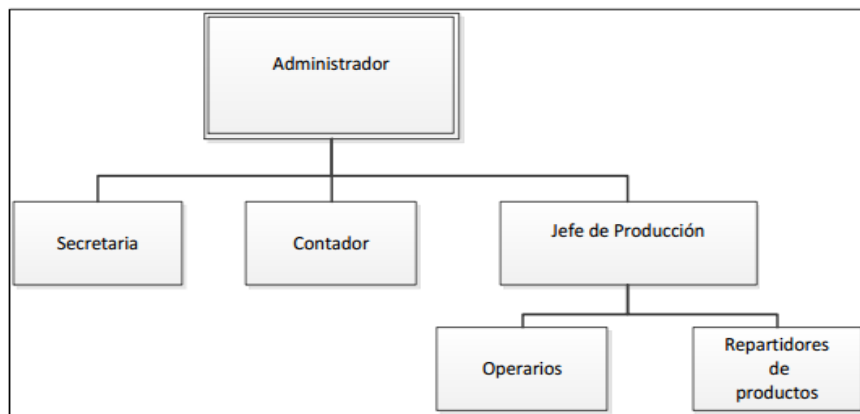


Fuente: Autor

3.5 Organigrama estructural

La empresa está conformada por un administrador, un contador, una secretaria, un jefe de producción, trece operarios y repartidores de producto. En la figura se muestra el organigrama estructural de la empresa.

Figura 2-3. Organigrama de la empresa LÁCTEOS JB



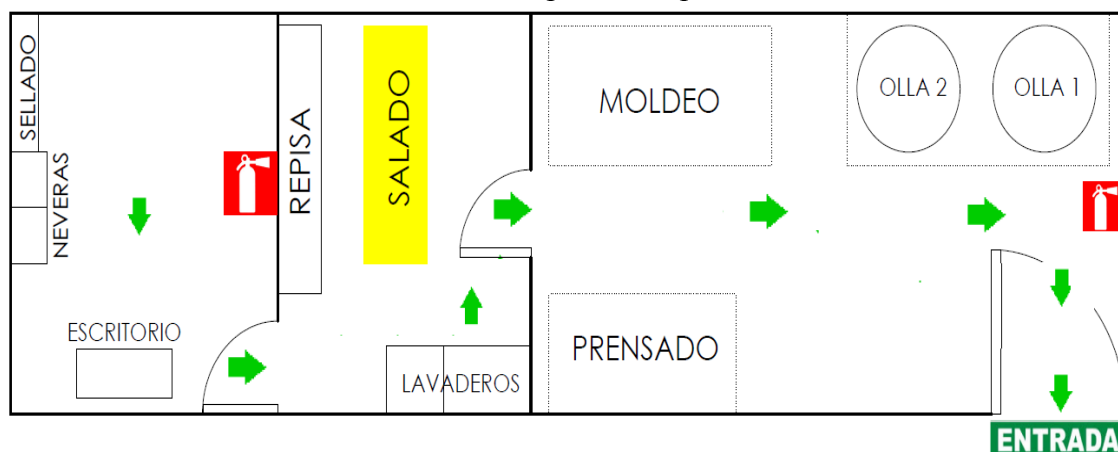
Fuente: Empresa de Lácteos JB

Cabe mencionar que en el interior de la planta de producción del queso fresco solo laboran dos trabajadores.

3.6 Distribución actual de planta

Las áreas de trabajo de la empresa se distribuyen como se muestra en la figura, la zona pintada de amarillo donde se realiza el proceso de salado del queso corresponde al área de estudio del presente trabajo de titulación.

Gráfico 1-3. Distribución de planta, empresa “LACTEOS JB”



Fuente: Autores

3.7 Identificación de materiales, máquinas y equipos.

La empresa se dedica a la producción artesanal de queso fresco para lo cual se emplean los utensilios y equipos que se detallan en la tabla.

Tabla 1-3. Identificación de materiales, máquinas y equipos

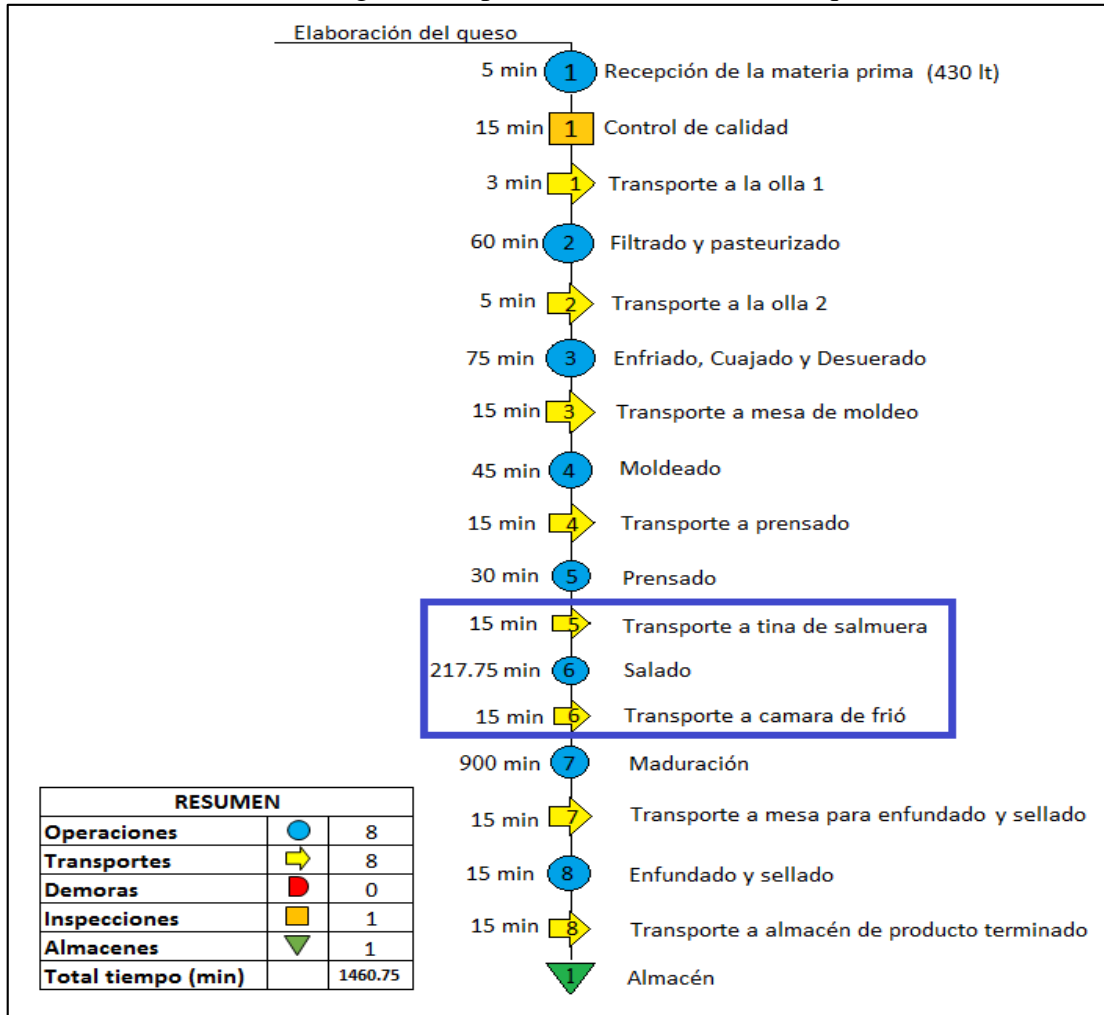
Elementos utilizados en la producción de queso de la empresa LACTEOS JB
Barriles plásticos para de recepción de materia prima (leche)
Ollas de acero inoxidable para realizar la homogenización y pasteurización
Mesa de acero inoxidable para realizar el moldeo
Prensa de queso artesanal
Tina para salmuera
Nevera para producto terminado
Cilindros de gas
Empacadora al vacío
Selladora
Tinas plásticas industriales

Fuente: Autores

3.8 Proceso de producción

Para analizar el proceso de producción de queso fresco se aplicó un estudio de tiempos por medio de la técnica de cronometración y se analizó un total de 430 litros de leche procesados. Los tiempos de producción se registraron en el diagrama de flujo que se detalla en la figura.

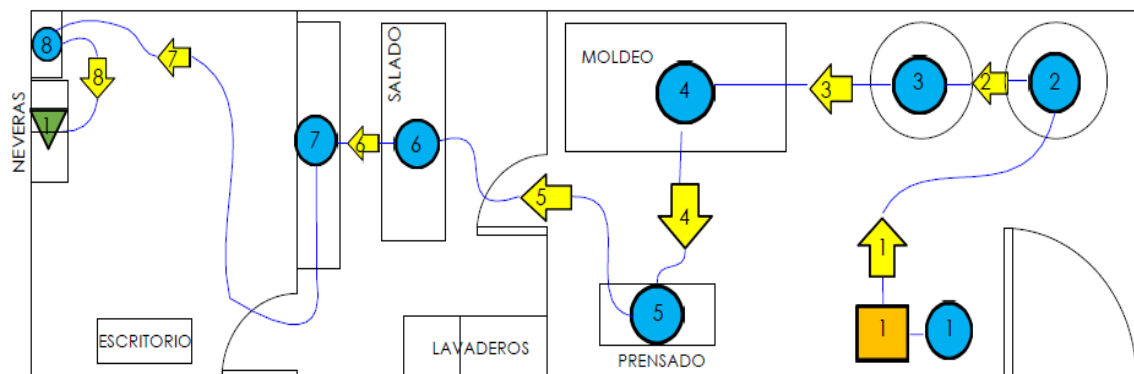
Gráfico 2-3. Diagrama de proceso de elaboración de queso fresco



Fuente: Autores

Posteriormente se realizó el diagrama de recorrido del producto, en el cual se describen las actividades involucradas en el proceso de elaboración de queso fresco con la ayuda de un plano de la planta. El diagrama se lo puede observar en la figura.

Gráfico 3-3. Diagrama de recorrido de la elaboración de queso fresco



Fuente: Autores

3.8.1 *Análisis del proceso de producción.* La empresa LACTEOS JB produce diariamente 120 unidades de queso fresco, el tiempo promedio de producción es de 1460.75 minutos (Grafico2-3). En el proceso, actualmente, existen actividades cuyos tiempos y actividades son obligatorios y no pueden ser modificados (según los estándares de calidad que maneja la empresa LACTEOS JB) ya que afectaría la calidad del producto, pero también existen actividades cuyos tiempos se pueden mejorar. En la tabla se puede observar un listado de tales actividades.

Tabla 2-3. Análisis de las actividades del proceso de producción del queso fresco

Actividades modificables	Actividades no modificables
Recepción de materia prima	Pasteurizado
Control de calidad	Enfriado
Moldeado	Cuajado
Salado	Desuerado
Maduración	Maduración
Enfundado	Prensado
Sellado	-
Transporte de mp, producto en proceso y terminado.	-

Fuente: Autores

El objetivo principal del sistema automatizado es *reducir el tiempo de operación del salado del queso*; por tal motivo es necesario analizar a detalle la operación, lo cual se realiza a continuación.

3.9 Salado del queso

En la empresa LÁCTEOS JB, el salado de los quesos se produce por el método de baño en salmuera. Este método consiste en sumergir los quesos en una solución de sal común (NaCl) en agua; mientras se encuentra en la salmuera el queso absorbe sal, pierde humedad y ácido láctico. El proceso de salado persigue los siguientes objetivos:

- Impartir cualidades del sabor que lo hacen más apetecible.
- Dar al producto mayor conservación.
- Inhibir o retardar el desarrollo de microorganismos indeseables.
- Estimular la formación de corteza firme.
- Influir sobre la plasticidad del queso.
- La cantidad de sal en el queso debe variar entre 0,6 y 2%

En la figura se puede observar la tina de salmuera que la empresa utiliza para realizar el proceso de salado.

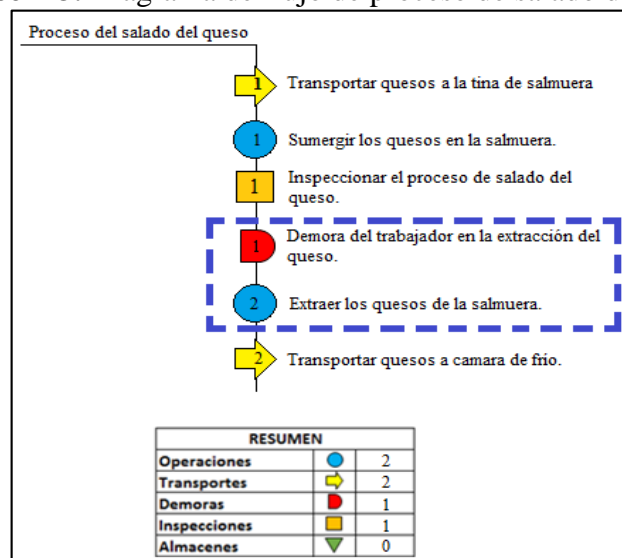
Figura 3-3. Tina de salmuera



Fuente: Autor

3.9.1 *Diagrama de flujo del proceso.* En la figura se describe las actividades que realiza el trabajador en el proceso de salado del queso. El proceso inicia con el transporte del queso desde la máquina de prensado hasta la tina de la salmuera y termina con el transporte del queso desde la tina de salmuera hasta la cámara de frío para posteriormente someter al queso a un proceso de maduración.

Gráfico 4-3. Diagrama de flujo de proceso de salado del queso



Fuente: Autores

3.9.2 *Tiempo del proceso de salado.* Una vez estudiado el método para realizar el proceso de salado del queso se realiza el estudio de tiempos, lo cual, se registra en la siguiente tabla. El tiempo de salado es de 231.54 minutos (para el análisis se considera la producción diaria de 120 quesos).

En el proceso de salado existe una actividad (salado en la salmuera) cuyo tiempo es obligatorio y no se puede modificar (según los estándares de calidad que maneja la empresa LACTEOS JB) ya que afectaría la calidad del producto, los tiempos de las demás actividades se pueden mejorar.

Figura 4-3. Salado del queso



Fuente: Autores

Tabla 3-3. Tiempo actual del proceso de salado del queso fresco

HOJA DE OBSERVACIÓN (Método Actual)																
HOJA 1 DE 1 HOJAS				FECHA: 1/10/2017												
OPERACIÓN: Salado del queso.				OPERACIÓN N°. 6												
NOMBRE PIEZA: Queso fresco				PIEZA N°: --												
NOMBRE DE LA MÁQUINA: Tina de salmuera				MÁQUINA N°: --												
NOMBRE DEL OPERARIO: Oscar Guevara				HOMBRE:			X			MUJER:						
EXPERIENCIA EN LA TAREA: 5 años				MATERIAL: --												
CAPATAZ: Jesús Brito				DEPARTAMENTO: Producción												
INICIO: 01/09/2017		FIN: 23/09/2017		UNIDADES TERMINADAS: 120 quesos			TIEMPO REAL: 00.00 (min)			N° DE MÁQUINAS ATENDIDAS: 1						
ELEMENTOS				T/L	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TIEMPO ELEGIDO	
1. Transportar quesos a la tina de salmuera.				T	14.90	15.10	15.05	14.95	15.00	15.10	14.80	15.05	15.30	15.00		
				L	14.90	15.10	15.05	14.95	15.00	15.10	14.80	15.05	15.30	15.00		
2. Sumergir los quesos en la salmuera.				T	06.95	07.05	07.15	07.05	06.90	07.00	07.15	06.95	07.60	07.05		
				L	21.85	22.15	22.20	22.00	21.90	22.10	21.95	22.00	22.90	22.05		
3. Inspeccionar proceso de salado.				T	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00		
				L	201.85	202.15	202.20	202.00	201.90	202.10	201.95	202.00	202.90	202.05		
4. Extraer los quesos de la salmuera.				T	19.15	18.20	07.10	07.15	20.05	06.95	19.90	25.20	07.05	19.90		
				L	221.00	220.35	209.30	209.15	221.95	209.05	221.85	227.20	209.95	221.95		
5. Transportar quesos a camara de frío.				T	15.20	14.95	15.05	15.15	15.10	14.95	15.05	15.10	14.85	14.95		
				L	236.20	235.30	224.35	224.30	237.05	224.00	236.90	242.30	224.80	236.90		
				T/L	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1. Transportar quesos a la tina de salmuera.				T	15.00	14.75	15.00	14.95	14.90	15.05	15.10	15.00	14.90	15.05	15.00	15.00
				L	15.00	14.75	15.00	14.95	14.90	15.05	15.10	15.00	14.90	15.05	15.00	15.00
2. Sumergir los quesos en la salmuera.				T	06.80	06.95	07.10	07.10	06.90	06.95	07.00	07.05	07.00	07.25	07.05	
				L	21.80	21.70	22.10	22.05	21.80	22.00	22.10	22.05	22.10	22.30	22.30	
3. Inspeccionar proceso de salado.				T	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	
				L	201.80	201.70	202.10	202.05	201.80	202.00	202.10	202.05	201.90	202.30		
4. Extraer los quesos de la salmuera.				T	20.20	07.05	06.95	07.25	07.20	22.35	07.05	07.15	25.00	28.00	14.44	
				L	222.00	208.75	209.05	209.30	209.00	224.35	209.15	209.20	226.90	230.30		
5. Transportar quesos a camara de frío.				T	14.70	15.35	14.95	15.30	14.90	14.95	15.05	15.10	14.60	15.70	15.05	
				L	236.70	224.10	224.00	224.60	223.90	239.30	224.20	224.30	241.50	246.00		
													231.54			

Fuente: Autores

Las actividades que se van a mejorar mediante la automatización del proceso de salado son: sumersión y extracción de los quesos en la salmuera.

3.9.3 Sumersión y extracción del queso. La sumersión y extracción del queso en la salmuera se realiza de forma manual como se puede observar en la figura; para analizar las actividades que se realizan en estas operaciones se elabora los simogramas que se detallan en las tablas.

Figura 5-3. Sumersión y extracción manual del queso



Fuente: Autores

Tabla 4-3. Simograma, sumersión del queso en la salmuera

SIMOGRAMA ACTUAL										
OPERACIÓN:		Sumersión del queso en la salmuera. (2 unidades)								
OPERARIO: Piloto		FECHA: 2017-10-18		HECHO POR: Quinto-Chiliqinga			HOJA N° 01			
DESCRIPCIÓN				Símbolo del therblig	TIEMPO EN SEGUNDOS	Símbolo del therblig	DESCRIPCIÓN			
MANO IZQUIERDA							MANO DERECHA			
(s)	Toma un queso				C	2	2	C	Toma un queso	
	Traslada el queso hacia la salmuera				TC	3	3	TC	Traslada el queso hacia la salmuera	
5	Deja caer el queso en la salmuera				DC	2	2	DC	Deja caer el queso en la salmuera	
						7	7			

Fuente: Autor

El ciclo que realiza el trabajador para sumergir el queso es: tomar, trasladar y soltar el queso en la salmuera. El tiempo de ciclo del proceso de sumersión, por cada dos unidades, es igual a siete segundos.

Tabla 5-3. Simograma, extracción del queso de la salmuera

SIMOGRAMA ACTUAL									
OPERACIÓN:		Extracción del queso en la salmuera. (2 unidades)							
OPERARIO: Piloto		FECHA: 2017-10-18		HECHO POR: Quinto-Chiliquinga			HOJA N° 01		
(s)	DESCRIPCIÓN	Símbolo del therblig	TIEMPO EN SEGUNDOS		Símbolo del therblig	DESCRIPCIÓN			
	MANO IZQUIERDA					MANO DERECHA			
	Sumergir mano en la salmuera.	TV	2	2	TV	Sumergir mano en la salmuera.			
	Tomar un queso.	C	3	3	C	Tomar un queso.			
5	Extraer de la salmuera.	TC	2	2	TC	Extraer de la salmuera.			
			7	7					

Fuente: Autores

Para extraer el queso, el ciclo que realiza el trabajador es: *sumerge* su mano en la salmuera, *toma* el queso y lo *extrae*. El tiempo de ciclo del proceso de extracción, por cada dos unidades es igual a siete segundos.

3.9.4 *Demora en la extracción del queso.* El tiempo que los quesos deben permanecer sumergidos en la salmuera, para obtener un sabor adecuado, es de 180 minutos; por lo cual una demora en la extracción del queso afecta negativamente en su sabor ya que absorbe una cantidad extra e innecesaria de sal lo que produce insatisfacción en el cliente.

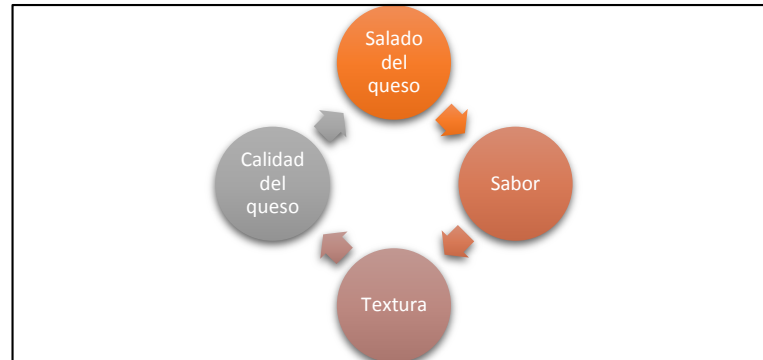
La demora en la extracción del queso se produce por dos situaciones:

- Mientras el queso está sumergido en la salmuera el trabajador realiza otras actividades encomendadas por el jefe de producción, en ocasiones, a causa de estas actividades el trabajador se demora en la extracción.
- El trabajador diariamente extrae de la salmuera 120 quesos; las primeras unidades que extrae cumplen con los 180 minutos de sumersión pero las últimas unidades se mantienen sumergidas un mayor tiempo hasta ser extraídas; por lo tanto existe una demora en la extracción de las últimas unidades del queso.

3.9.5 *Efectos del proceso de salado en los quesos.* La salmuera ejerce una cantidad importante de efectos en el producto; como se puede observar en la figura el salado afecta directamente en la calidad del queso. En el proceso de producción de la empresa

LACTEOS JB, las variables de calidad que afecta el proceso de salado son principalmente: el sabor y la textura del queso.

Figura 6-3. Efectos del salado en los quesos



Fuente: (INTI-Lácteos, 2013)

- **Sabor**

La sal es un ingrediente importante en los alimentos, ya que determina en gran parte la calidad del producto y la aceptación del consumidor. Una característica importante del uso de sal en los alimentos es su contribución directa al sabor; al ser adicionada en la proporción adecuada, mejora las propiedades sensoriales de prácticamente todos los alimentos. El sabor de la sal (salado) es muy apreciado por muchos y se considera como uno de los cinco sabores básicos (amargo, dulce, ácido, salado y umami).

El sabor salado depende de los niveles de sal, teniendo así los siguientes tipos de queso:

Tabla 6-3. Niveles de sal del queso

Queso	Niveles de Sal
Queso 1	Alto en sal
Queso 2	Medio en sal
Queso 3	Bajo en sal

Fuente: Autores

En la empresa LACTEOS JB, el tipo de queso que se fabrica es un *queso bajo en sal*, el sabor depende, primero, de la concentración de sal que posee la salmuera, lo cual, se regula al momento de prepararla. Para medir la concentración de sal se utiliza un pesasales como se observa en la figura; el pesasales es un densímetro que permite ajustar con facilidad la concentración de sal en la salmuera.

La salmuera se prepara disolviendo sal en agua; aproximadamente una proporción de sal de 220 g/L y es adecuada para salar los quesos. La empresa LÁCTEOS JB para la producción mensual de 2880 quesos prepara 180 litros de salmuera, es decir, utiliza una proporción de sal de 39,6 Kg.

Figura 7-3. Concentración de la sal en la salmuera



Fuente: LÁCTEOS JB

Segundo, el sabor depende de la cantidad de sal que absorbe el queso mientras está sumergido en la salmuera; a mayor tiempo de sumersión mayor cantidad de sal absorbida. El tiempo de sumersión estándar es de 180 minutos, si se excede este tiempo el queso se torna muy salado para el paladar del consumidor.

- **Textura**

La textura se define como el conjunto de los atributos mecánicos, geométricos y de superficie de un producto que son perceptibles por medio de los receptores sensoriales mecánicos, táctiles, visuales y auditivos.

En caso particular de los quesos esta textura depende fundamentalmente de sus componentes químicos, tales como agua, cloruro de sodio, proteína y grasa, entre otros. (Quiminet, 2011)

Cuando los quesos exceden el tiempo de sumersión estándar de 180 minutos, se obtienen quesos con una textura irregular, es decir, con superficie porosa como se observa en la figura. La empresa no comercializa quesos con poros, ya que los considera productos defectuosos, es decir, cuando se obtienen productos con esta característica se los desecha.

Figura 8-3. Textura irregular



Fuente: LÁCTEOS JB

En conclusión, si no se controla adecuadamente el proceso de salado se obtienen productos defectuosos, es decir, quesos con un sabor inadecuado y con textura irregular. En la tabla se detallan los productos defectuosos que se obtuvieron en la empresa LACTEOS JB en el mes de Septiembre, lo cual, generó pérdidas económicas en la organización.

Tabla 7-3. Producción de Septiembre 2017, LACTEOS JB

		PRODUCCIÓN LACTEOS JB: SEPTIEMBRE 2017					
	Días	Producción total	Productos defectuosos	Producción real	Ventas esperadas (USD)	Ventas logradas (USD)	Pérdidas (USD)
Semana 1	1	120	3	117	\$ 360.00	\$ 351.00	\$ 9.00
	2	120	4	116	\$ 360.00	\$ 348.00	\$ 12.00
	3	120	2	118	\$ 360.00	\$ 354.00	\$ 6.00
	4	120	3	117	\$ 360.00	\$ 351.00	\$ 9.00
	5	120	2	118	\$ 360.00	\$ 354.00	\$ 6.00
	6	120	2	118	\$ 360.00	\$ 354.00	\$ 6.00
Semana 2	7	120	3	117	\$ 360.00	\$ 351.00	\$ 9.00
	8	120	4	116	\$ 360.00	\$ 348.00	\$ 12.00
	9	120	3	117	\$ 360.00	\$ 351.00	\$ 9.00
	10	120	3	117	\$ 360.00	\$ 351.00	\$ 9.00
	11	120	2	118	\$ 360.00	\$ 354.00	\$ 6.00
	12	120	2	118	\$ 360.00	\$ 354.00	\$ 6.00
Semana 3	13	120	2	118	\$ 360.00	\$ 354.00	\$ 6.00
	14	120	3	117	\$ 360.00	\$ 351.00	\$ 9.00
	15	120	4	116	\$ 360.00	\$ 348.00	\$ 12.00
	16	120	4	116	\$ 360.00	\$ 348.00	\$ 12.00
	17	120	2	118	\$ 360.00	\$ 354.00	\$ 6.00
	18	120	4	116	\$ 360.00	\$ 348.00	\$ 12.00
Semana 4	19	120	2	118	\$ 360.00	\$ 354.00	\$ 6.00
	20	120	3	117	\$ 360.00	\$ 351.00	\$ 9.00
	21	120	4	116	\$ 360.00	\$ 348.00	\$ 12.00
	22	120	2	118	\$ 360.00	\$ 354.00	\$ 6.00
	23	120	3	117	\$ 360.00	\$ 351.00	\$ 9.00
	24	120	3	117	\$ 360.00	\$ 351.00	\$ 9.00
Total		2880	69	2811	\$ 8,640.00	\$ 8,433.00	\$ 207.00

Fuente: LACTEOS JB

En el mes de Septiembre a causa de los productos defectuosos la empresa perdió 207 dólares; mediante la automatización del proceso de salado se espera reducir este margen de pérdida.

CAPÍTULO IV

4. DISEÑO DEL SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE SALADO DEL QUESO EN LA EMPRESA LÁCTEOS JB.

4.1 Parámetros de diseño.

El sistema automatizado para el proceso de salado del queso debe poseer ciertas características que permitan:

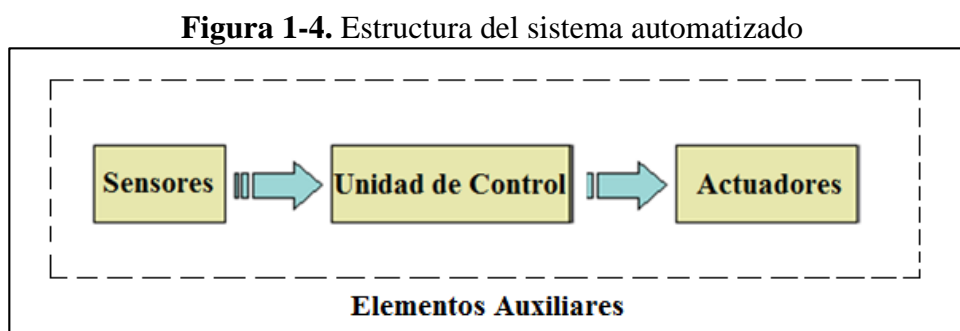
- Controlar el tiempo de sumersión en la salmuera.
- Mejorar las operaciones de sumersión y extracción del queso que realiza el trabajador.
- Eliminar demoras en la extracción de los quesos de la salmuera.

4.2 Variables del diseño

En el proceso de salado no se controla adecuadamente el tiempo de sumersión del queso en la salmuera, por lo tanto mediante el diseño e implementación del sistema automatizado se pretende controlarlo adecuadamente; es por ello que la variable principal del diseño es el tiempo de salado. El tiempo de salado define la concentración de sal que absorben los quesos; a mayor tiempo de sumersión mayor sal absorbida.

4.3 Estructura del sistema automatizado




La estructura del sistema automatizado, para el control del tiempo de sumersión del queso en la salmuera, es:



Fuente. Autores

4.3.1 *Sensores o dispositivos de accionamiento.* El sistema automatizado para el proceso de salado del queso está conformado por los dispositivos de accionamiento que se detallan en la tabla.

Tabla 1-4. Sensores o dispositivos de accionamiento

Cantidad	Elemento	Función	Imagen
1	Pulsador	Activa y pone en marcha el sistema.	
1	Interruptor selector giratorio de dos posiciones	Desactiva el sistema. Activa el accionamiento manual de la electroválvula.	
1	Sensor de nivel	Acciona el timer que controla el tiempo de sumersión del queso en la salmuera.	

Fuente: Autores

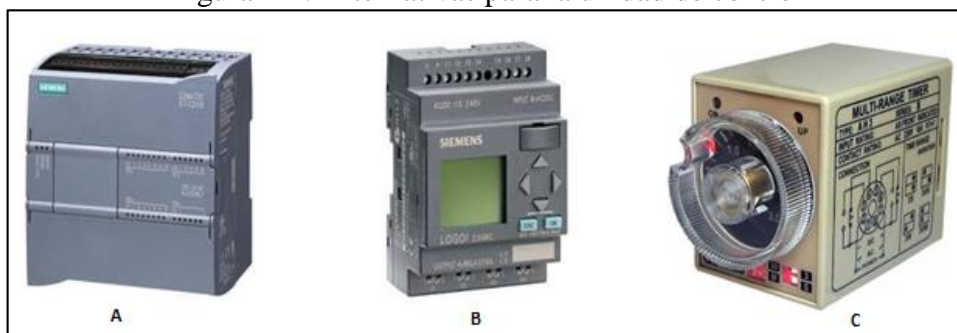
4.3.2 *Unidad de control.* La función de esta unidad es controlar los tiempos de sumersión, succión y vaciado en el sistema automatizado; para lo cual se ha considerado tres alternativas, que se detallan en la tabla y en la figura.

Tabla 2-4. Alternativas para la unidad de control

Unidad de Control	Alternativas
PLC S7-1200	A
LOGO	B
Juego de timers	C

Fuente: Autores

Figura 2-4. Alternativas para la unidad de control



Fuente: Autores

La selección de la mejor alternativa se realiza en base a la ponderación de criterios de valorización de las alternativas, aquella que alcance la mayor puntuación en la ponderación será la que se implementará en el sistema automatizado del proceso de salado del queso.

Los criterios de valorización que se consideran son:

- **Funcionalidad.**- Es la característica esencial, el sistema automatizado del proceso de salado está diseñado para cumplir un propósito o una función específica: controlar los tiempos de sumersión, succión y vaciado. La alternativa seleccionada debe cumplir esta función sin ningún inconveniente.
- **Programación.**- Es la acción y efecto de programar la función que debe cumplir la unidad de control, para lo cual, PLC y Logo utilizan softwares de programación; mientras que el timer se programa manualmente. Cabe mencionar, que la mejor alternativa se seleccionará en base a la capacidad y nivel de formación técnica que posean los trabajadores de la empresa LACTEOS JB, esto en caso de que en un futuro se desee modificar la programación de la unidad de control.
- **Costo.**- Es el valor de adquisición en USD de la unidad de control, en la tabla se detalla el costo de cada alternativa.

Tabla 3-4. Costo de las alternativas

Alternativas	Unidad de Control	Costo (USD)
A	S7-1200	227,76
B	LOGO	182,76
C	Juego de timers	87.14

Fuente: <http://www.ebay.ca>

Una vez definidos los criterios de valorización, se procede a valorar cada alternativa mediante la siguiente tabla de ponderación.

Tabla 4-4. Tabla de ponderación para criterios de valorización

Niveles	Inaceptable	Malo	Aceptable	Bueno	Excelente
Ponderación	1	2	3	4	5

Fuente: Autores

El resultado de la ponderación de los criterios de valorización se detalla en la tabla.

Tabla 5-4. Ponderación de los criterios de valorización

		Criterios de valorización			Ponderación
		Funcionalidad	Programación	Costo	
Alternativas	A	5	4	3	12
	B	5	4	4	13
	C	5	5	5	15

Fuente: Autores

En base al resultado obtenido en la ponderación de las alternativas, se determinó que la opción C es la más adecuada ya que obtuvo la mayor puntuación en la ponderación. La alternativa corresponde al juego de timers.




Figura 3-4. Juego de timers



Fuente: Autores

La unidad de control del sistema automatizado para el proceso de salado del queso está conformado por los elementos que se detallan en la tabla.




Tabla 6-4. Unidad de control

Cantidad	Elemento	Función	Imagen
1	Timer ASY-3D	Controla el tiempo de sumersión del queso en la salmuera.	
2	Timer AH-3	Timer AH-3 1 Controla el tiempo de succión de la bomba. Timer AH-3 2 Controla el tiempo de funcionamiento de la electroválvula, es decir, el tiempo de vaciado de la tina superior.	
3	Relé	Abre/cierra el circuito eléctrico para desactivar/activar los timer.	

Fuente: Autores

4.3.3 Actuadores. El sistema automatizado para el proceso de salado del queso está conformado por los actuadores que se detallan en la tabla.

Tabla 7-4. Actuadores del sistema automatizado

Cantidad	Elemento	Función	Imagen
1	Bomba	Succiona y desplaza la salmuera a la tina superior de acero inoxidable.	
1	Electroválvula	Controla el vaciado de la tina superior, es decir, controla el paso de la salmuera a la tina inferior de acero inoxidable.	
3	Luces piloto	<p>Roja: Indica el accionamiento manual de la electroválvula.</p> <p>Amarilla: Indica que la bomba está funcionando.</p> <p>Verde: Indica que la electro está funcionando.</p>	

Fuente: Autores

4.3.4 Elementos auxiliares. Para el funcionamiento del sistema automatizado se requiere los elementos auxiliares que se detallan en la tabla.

Tabla 8-4. Actuadores del sistema automatizado









Cantidad	Elemento	Función	Imagen
1	Tina superior de acero inoxidable	Contener los quesos durante el tiempo de sumersión en la salmuera.	
1	Tina inferior de acero inoxidable	Contener la salmuera antes de ser succionada por la bomba a la tina superior.	
-	Tubería de acero inoxidable	Son las vías de circulación de la salmuera, cuando ésta se desplaza de la tina superior a la inferior y viceversa.	
1	Caja eléctrica plástica	Contener y proteger la unidad de control del sistema.	
2	Fusibles y portafusibles	Prevenir daños en el sistema ocasionados por un exceso de corriente eléctrica en el circuito.	

Tabla 8-4. (Continua) Actuadores del sistema automatizado

-	Cables eléctricos	Conducir la corriente eléctrica en el sistema.	
2	Plataformas internas	El queso descansa sobre las plataformas mientras está sumergido en la salmuera.	
3	Codos de Acero inoxidable	Permiten el cambio de dirección de un fluido (salmuera).	

Fuente: Autores

4.4 Funcionamiento del sistema automatizado.

Considerando los componentes del sistema citados en la tabla, el funcionamiento del sistema automatizado se divide en cuatro etapas que son:

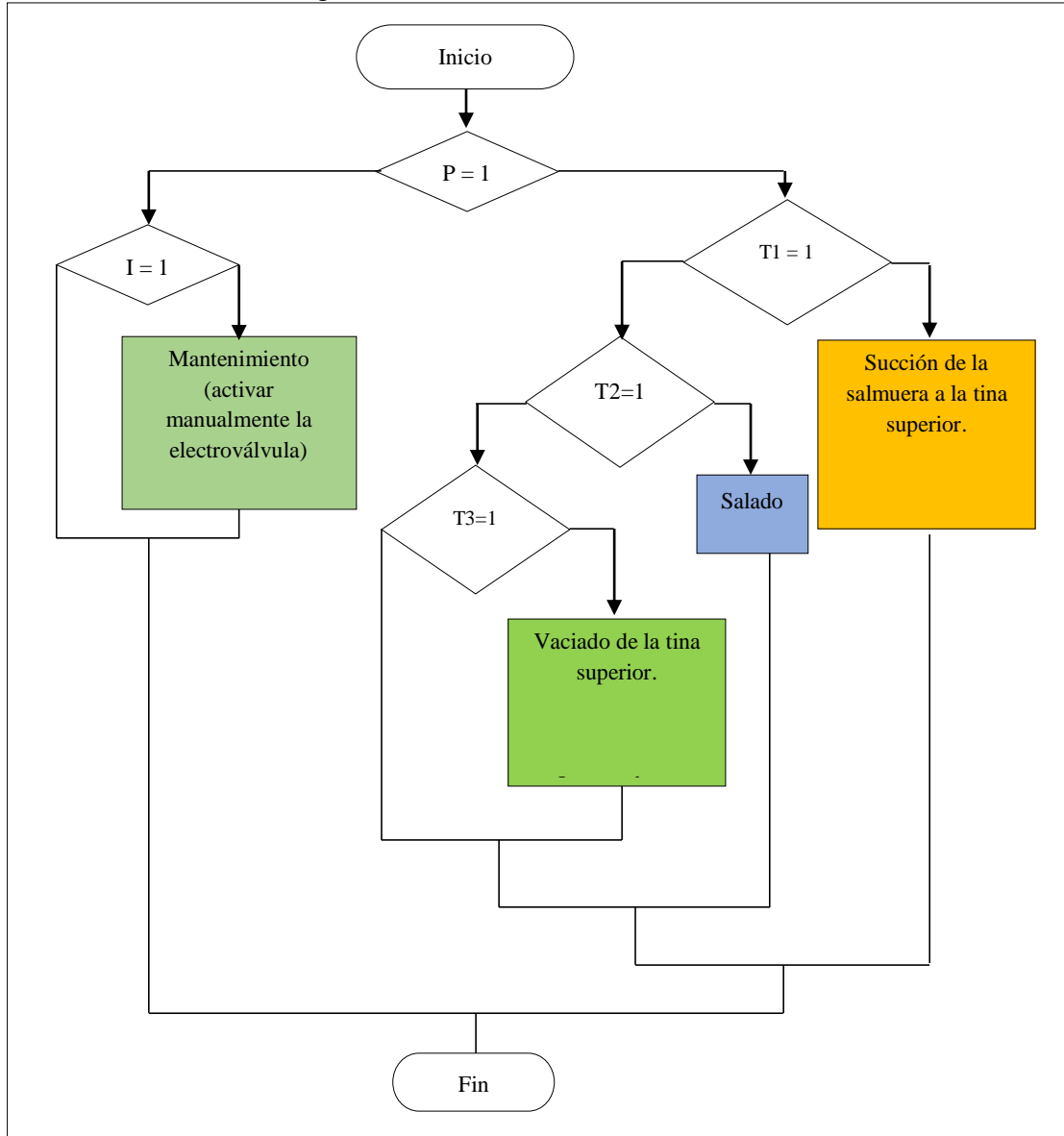
- Succión de la salmuera a la tina superior.
- Salado del queso.
- Vaciado de la tina superior.
- Mantenimiento.

Tabla 9-4. Componentes del sistema automatizado

Estructura del sistema automatizado	Elementos
Dispositivos de accionamiento	1 Pulsador
	1 Interruptor selector giratorio de dos posiciones
	1 Sensor de nivel
Unidad de Control	1 Timer ASY-3D
	1 Timer AH-3
	3 Relés
Actuadores	1 Bomba
	1 Electroválvula
	3 Luces piloto
Elementos Auxiliares	1 Tina superior de acero inoxidable
	1 Tina inferior de acero inoxidable
	1 Tubería de acero inoxidable
	1 Caja eléctrica plástica
	2 Fusibles y 2 portafusibles
	Cables eléctricos
	2 Plataformas internas
3 Codos de Acero Inoxidable	

Fuente: Autores

Gráfico 1-4. Diagrama del funcionamiento del sistema automatizado



Fuente: Autores

Las abreviaturas utilizadas en el diagrama de la figura se especifican en la tabla.

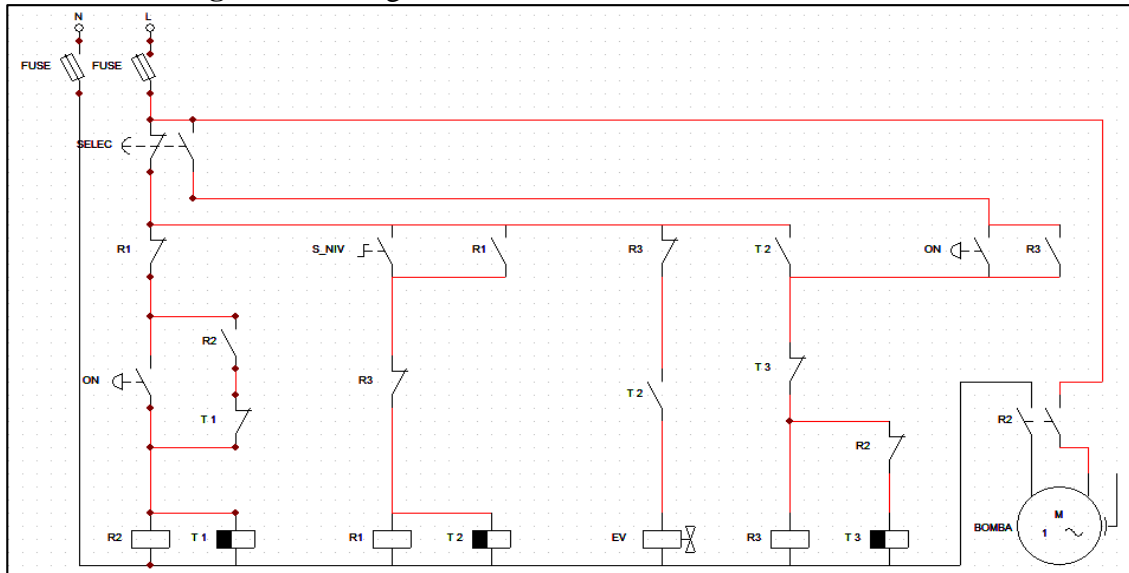
Tabla 10-4. Abreviaturas del diagrama de funcionamiento del sistema

Elementos	Abreviatura
Pulsador	P
Interruptor selector giratorio de dos posiciones	I
Sensor de nivel	S
Timer ASY-3D	T2
Timer AH-3	T1
Timer AH-3	T3
Bomba	B
Electroválvula	E

Fuente: Autores

4.4.1 *Diseño del diagrama de conexión del sistema automatizado.* Una vez especificados los componentes y el funcionamiento del sistema se diseña la conexión eléctrica, como se muestra en la figura.

Figura 4-4. Diagrama de conexión del sistema automatizado



Fuente: Autores

Las abreviaturas utilizadas en el diagrama de conexión de la figura se especifican en la tabla.

Tabla 11-4. Abreviaturas del diagrama de funcionamiento del sistema

Elementos	Abreviatura
Pulsador	Fuse
Interruptor selector giratorio de dos posiciones	Fuse
Sensor de nivel	S_NIV
Timer ASY-3D	T2
Timer AH-3	T1
Timer AH-3	T3
Bomba	B
Electroválvula	EV
Relés	R1, R2, R3
Luces piloto	ON

Fuente: Autores

4.5 Cálculos de diseño

4.5.1 *Capacidad de las tinajas superior e inferior.* La función principal de las tinajas superior e inferior es contener la salmuera, por lo tanto, es necesario conocer la capacidad que deben poseer. Para el cálculo se parte de los siguientes datos:

Unidades que se produce: 120 quesos

Peso unitario del queso: 0.5 Kg

Salmuera que se requiere: 3 litros por cada kilogramo del queso

$$\text{Peso total del queso} = P_T = 120 \times 0.5 = 60 \text{ Kg} \quad (1)$$

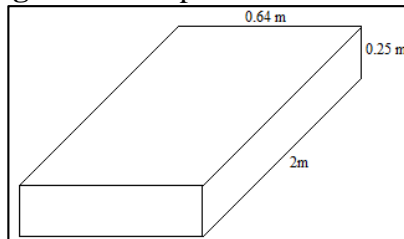
$$\text{Salmuera total requerida} = 60 \times 3 = 180 \text{ litros} = 0.18 \text{ m}^3$$

$$\text{Capacidad de las tinas} = 0.18 \text{ m}^3$$

La capacidad mínima que deben poseer las tinas superior e inferior para producir 120 quesos es de 0.18 metros cúbicos.

4.5.1.1 *Capacidad tina inferior.* Las dimensiones de la tina inferior, para el sistema automatizado, se detallan en la figura. La tina cumple con la capacidad mínima de 0.18 m^3 para producir las 120 unidades del queso.

Figura 5-4. Capacidad tina inferior

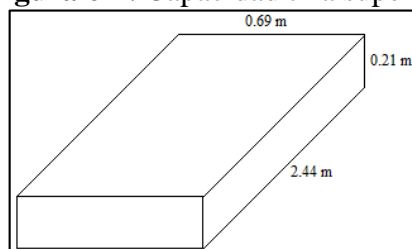


Fuente: Autores

$$\text{Capacidad tina inferior} = 0.64 \times 0.25 \times 2 = 0.32 \text{ m}^3 = 320 \text{ lt} \quad (2)$$

4.5.1.2 *Capacidad tina superior.* Las dimensiones de la tina superior, para el sistema automatizado, se detallan en la figura. La tina cumple con la capacidad mínima de 0.18 m^3 para producir las 120 unidades del queso.

Figura 6-4. Capacidad tina superior



Fuente: Autores

Capacidad tina superior = $0.69 \times 0.21 \times 2.44 = 0.35 \text{ m}^3 = 350 \text{ lt}$

Capacidad tina superior en Kg = $350 \div 3 = 117 \text{ Kg}$

Capacidad tina superior en unidades = $117 \div 0.5 = 234 \text{ quesos}$

4.5.2 *Caudal de la bomba.* Para calcular el caudal de la bomba se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{\text{Volumen}}{\text{tiempo}} \quad (3)$$

V = salmuera requerida para 120 quesos = 180 litros

t = tiempo de sumersión del queso = 5 minutos

$$Q = \frac{180 \text{ lt}}{5 \text{ min}} = 36 \text{ lt/min}$$

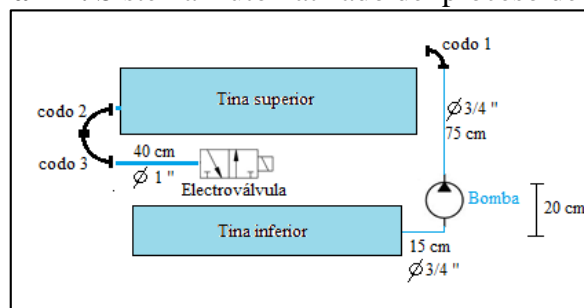
4.5.3 *Carga de bombeo.* Para calcular la carga de bombeo se utiliza la siguiente fórmula:

Carga de bombeo = Carga estática + Carga dinámica (4)

$$H_B = H_{st} + H_d$$

La carga estática es la diferencia de nivel entre la tina superior y la tina inferior; la carga dinámica es la sumatoria de todas las pérdidas por longitud de tuberías y accesorios. El cálculo se realiza en base a la figura.

Figura 7-4. Sistema Automatizado del proceso de salado



Fuente: Autores

4.5.3.1 *Carga estática*

$$H_{st} = 75 + 20 = 95 \text{ cm} = 0.95 \text{ m}$$

4.5.3.2 Carga dinámica. La pérdida en la tubería se calcula con la fórmula de Hazen Williams que se detalla a continuación:

$$H_{\text{tubería}} = \frac{10.674 \times L \times Q^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.87}} \quad (5)$$

$$L = \text{Longitud de la tubería} = 75 + 15 = 90 \text{ cm} = 0.9 \text{ m}$$

$$Q = \text{Caudal} = 36 \frac{\text{lt}}{\text{min}} = 0.0006 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$C = \text{Constante de Hazen Williams (Acero Inoxidable)} = 150$$

$$D = \text{Diámetro de la tubería} = 3/4" = 0.01905 \text{ m}$$

$$H_{\text{tubería}} = \frac{10.674 \times 0.9 \times 0.0006^{1.852}}{150^{1.852} \times 0.01905^{4.87}}$$

$$H_{\text{tubería}} = 0.23 \text{ m}$$

La pérdida de accesorios se obtiene de la tabla, el accesorio corresponde a un codo estándar de 90° de 3/4".

Tabla 12-4. Pérdida por accesorios

Accesorios y Válvulas (en pulgadas)	%	3/4"	Accesorios y Válvulas expresados en Pies Equivalentes de Tubería												
			1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6	8	10	12
Codo a 45°		1	1	1	2	2	3	3	3	4	5	7	9	11	13
Codo estándar a 90°	1	2	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	18	22	27
Codo Largo a 90°	0,5	1	2	2	2	3	4	5	5	6	8	9	13	16	18
Té o Cruz (giro de flujo de 90°)	3	4	5	6	8	10	12	15	17	20	25	30	35	50	60
Válvula Mariposa	-	-	-	-	6	7	10	-	12	9	10	12	19	21	
Válvula de Cortina	-	-	-	-	1	1	1	1	2	2	3	4	5	6	
Válvula de Retención tipo charnela*	-	-	5	7	9	11	14	16	19	22	27	32	45	55	65

Para unidades SI: 1 pulgada = 25,4 mm; 1 pie = 0,3048 m
 *Debido a las variaciones en el diseño de las válvulas de retención, las longitudes de tubo equivalentes indicadas en el cuadro anterior deben ser consideradas como promedios.

Fuente: NFPA

Según la tabla la longitud equivalente del codo estándar de 90° de 3/4" es igual a 2 pies, es decir, 0.6 metros.

$$H_{\text{accesorio}} = 0.6 \text{ m}$$

La carga dinámica se calcula con la siguiente ecuación:

$$H_d = H_{\text{tubería}} + H_{\text{accesorios}}$$

$$H_d = 0.23 + 0.6 = 0.83 \text{ m}$$

4.5.3.3 *Carga de bombeo.* La carga de bombeo se calcula con la siguiente ecuación:

$$H_B = H_{st} + H_d$$
$$H_B = 0.95 + 0.83 = 1.78 \text{ metros} = 3.28 \text{ pies}$$

4.5.4 *Selección de la bomba.* Para seleccionar la bomba se utiliza los cálculos del caudal y de la carga de bombeo. Cabe mencionar que los cálculos se realizaron para la sumersión de 120 quesos en un tiempo de 5 minutos, es decir, si se desea reducir el tiempo las características de la bomba deben superar a los datos que se muestran a continuación:

$$Q = 36 \text{ lt/min}$$
$$H_B = 3.28 \text{ pies}$$

En base a estos datos se adquirió en el mercado una bomba con las características que se muestra en la figura. Cabe mencionar que en el mercado no existe una bomba que cumpla exactamente con los datos calculados, por lo tanto, se seleccionó la bomba cuyas características más se aproximen a los datos proporcionados.

Las características de la bomba seleccionada son:

$$Q = 650 \text{ gph} = 41 \text{ lt/min}$$
$$H_B = 7.8 \text{ pies}$$

Figura 8-4. Características de la bomba seleccionada



Fuente: Autores

4.5.5 *Tiempo de succión.* El caudal de la bomba seleccionada 41 lt/min es superior al dato calculado 36 lt/min, por lo tanto, el tiempo de succión de la salmuera a la tina superior se reduce. Para calcular el tiempo se utiliza la siguiente ecuación:

$$t = \frac{V}{Q} = \frac{\text{Volumen}}{\text{Caudal}} \quad (6)$$

$$t = \frac{180}{41}$$

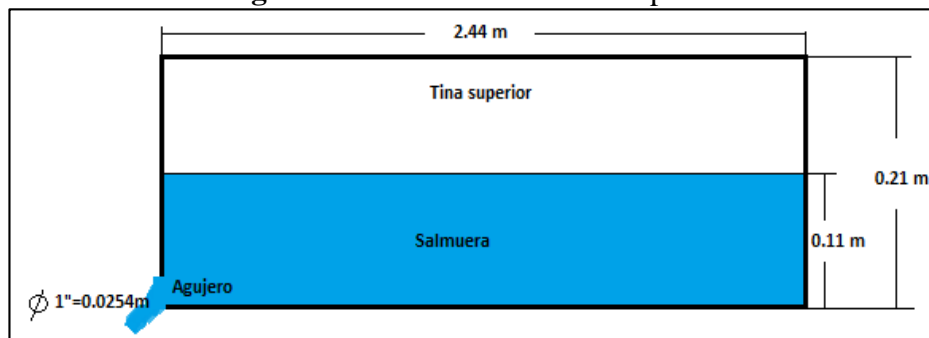
$$t = 4.4 \text{ minutos}$$

El tiempo de sumersión de 120 quesos es de 4.4 minutos.

4.5.6 *Tiempo de vaciado.* El tiempo de vaciado de la tina superior se calcula en base a la figura con la siguiente ecuación:

$$t = \frac{A}{a} \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (7)$$

Figura 9-4. Vaciado de la tina superior



Fuente. Autores

$$A = \text{Area de la tina} = 2.44 \times 0.21 = 0.5124\text{m}^2$$

$$a = \text{Area del agujero} = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi(0.0254)^2}{4} = 0.001\text{m}^2$$

$$h = \text{altura (salmuera)} = 0.11\text{m}$$

$$g = \text{gravedad} = 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$t = \frac{0.5124}{0.001} \sqrt{\frac{2(0.11)}{9.8}}$$

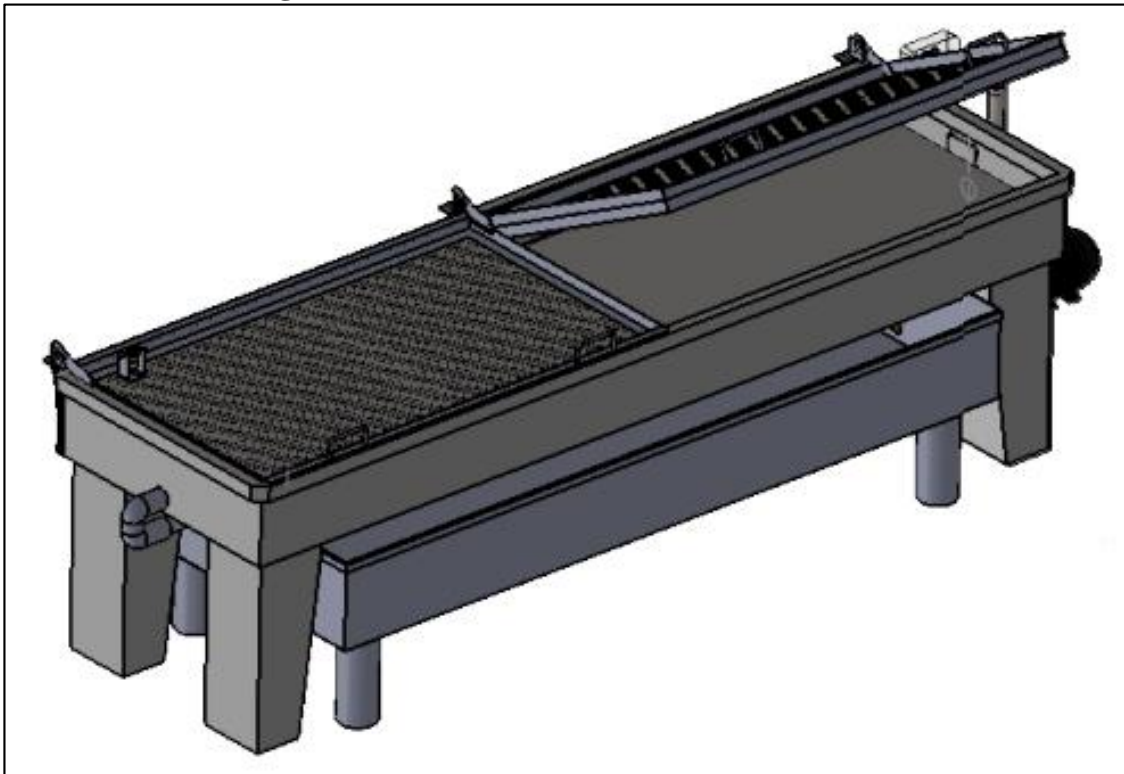
$$t = 76.77 \text{ segundos}$$

$$t = 1.28 \text{ minutos}$$

4.6 Diseño CAD del sistema

Una vez establecidos los elementos que conforman el sistema automatizado y el material de los mismos, se realiza el diseño CAD del sistema en el software Solidworks. El ensamble de todos los elementos se puede observar en la figura; en el Anexo A del presente trabajo de titulación se muestra a detalle el ensamble del sistema.

Figura 10-4. Ensamble del sistema automatizado



Fuente: Autores

4.6.1 Selección del material. El Instituto Americano del Hierro y el Acero, AISI (según las siglas en inglés), recomienda el uso de aceros inoxidable para la industria alimenticia. Para la construcción del sistema automatizado del proceso de salado se considera como alternativas los aceros inoxidable de la tabla.

Tabla 13-4. Alternativas, Aceros Inoxidables

Material	Alternativas
AISI 304	A
AISI 316	B
AISI 430	C

Fuente: Autores

La selección de la mejor alternativa se realiza en base a la ponderación de criterios de valorización de las alternativas, aquella que alcance la mayor puntuación en la ponderación será la que se implementará en el sistema automatizado del proceso de salado del queso.

Los criterios de valorización que se consideran para la selección del acero inoxidable más adecuado son:

- Resistencia a la corrosión.- La corrosión es el deterioro de un material a consecuencia de un ataque químico por su entorno salino (a consecuencia de la salmuera en el proceso del salado del queso); la capacidad de resistir la corrosión está ligada a la composición química del acero inoxidable.

La composición química se refiere a los elementos que están presentes en el material y en qué cantidades; los elementos químicos que mejoran la resistencia a la corrosión de los aceros inoxidables son: cromo, níquel y molibdeno. En la tabla se detalla la composición química de cada alternativa.

Tabla 14-4. Composición química de los aceros inoxidables

Alternativas	Acero Inoxidable	%Cromo	%Níquel	%Molibdeno
A	AISI 304	17.5 a 19.5	8 a 10.5	-
B	AISI 316	16 a 18	10 a 14	2 a 3
C	AISI 430	16 a 18	0.75	-

Fuente: (National Kwikmetal Service, 2017)

- Resistencia a la oxidación: La oxidación genera una pérdida o deterioro de las propiedades físicas del material; el material en presencia de la humedad se oxida, y si el ataque continúa acaba destruyéndose.

Cuanto mayor sea la temperatura a la que se encuentra sometido un material, mayor será la velocidad a la que se produce su oxidación, pues un aumento de temperatura activa el proceso de difusión de los átomos del material y del oxígeno en la capa de óxido.

Tabla 15-4. Resistencia a la Oxidación, de los aceros inoxidable

Alternativas	Acero Inoxidable	Resistencia a la Oxidación (°F)
A	AISI 304	1650
B	AISI 316	1706
C	AISI 430	1500

Fuente: (National Kwikmetal Service, 2017)

- Propiedades mecánicas.- Determinan el comportamiento de un material cuando se ven sometido a la acción de fuerzas exteriores de cualquier tipo, continuas o discontinuas, estáticas, dinámicas o cíclicas. Pueden definirse como la Resistencia mecánica que ofrece el material a dichos esfuerzos.

Tabla 16-4. Propiedades mecánicas, de los aceros inoxidable

Alternativas	Acero Inoxidable	Límite elástico (MPa)	Resistencia a la tracción (MPa)	Dureza Rockwell
A	AISI 304	207	517	HRB 92
B	AISI 316	207	517	HRB 95
C	AISI 430	207	449	HRB 89

Fuente: (National Kwikmetal Service, 2017)

Una vez definidos los criterios de valorización, se procede a valorar cada alternativa mediante la siguiente tabla de ponderación.

Tabla 17-4. Tabla de ponderación para criterios de valorización

Niveles	Inaceptable	Malo	Aceptable	Bueno	Excelente
Ponderación	1	2	3	4	5

Fuente: Autores

El resultado de la ponderación de los criterios de valorización se detalla en la tabla.

Tabla 18-4. Ponderación de los criterios de valorización

		Resistencia a la Corrosión	Resistencia a la Oxidación	Propiedades mecánicas	Ponderación
Alternativas	A	4	4	4	12
	B	5	5	5	15
	C	3	3	3	9

Fuente: Autores

En base al resultado obtenido en la ponderación de las alternativas, se determinó que la opción B es la más adecuada ya que obtuvo la mayor puntuación en la ponderación. La alternativa corresponde al Acero Inoxidable AISI 316.

Figura 11-4. Acero Inoxidable AISI 316



Fuente: <http://metalium.mx/blog>

4.6.2 *Análisis estático.* El análisis estático es muy importante ya que permite simular el comportamiento del sistema bajo cargas estáticas, como lo son: pesos de los quesos, salmuera, y otros elementos.

El análisis se realiza en la tina superior aplicando una masa distribuida con el peso total de los quesos (se considera un peso de 500 gramos por cada queso, la producción es de 120 quesos) igual a 60 Kg, peso total de la salmuera igual 40 kg y el peso de los otros elementos (tapas, plataformas internas) igual a 10 Kg.

La masa distribuida que se considera para este estudio es de 110 Kg, esta masa es aplicada en el centro y en las cuatro bases de la mesa. En la tabla se puede observar los detalles de la carga aplicada a la tina superior.

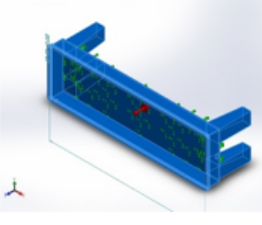
Tabla 19-4. Carga aplicada a la tina superior

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Masa distribuida -1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Desplazamiento (Transferencia directa) Sistema de coordenadas: Coordenadas cartesianas globales Traslación Valores: ---, ---, --- mm Rotación Valores: ---, ---, --- deg Coordenadas de referencia: 0 0 0 mm Masa remota: 110 kg Momento de inercia: 0,0,0,0,0,0 kg.m ² Componentes transferidos: NA
Gravedad-1		Referencia: Alzado Valores: 0 0 -9.81 Unidades: SI

Fuente: Solidworks

El material seleccionado es un acero inoxidable AISI 316, lo cual, se configura en el software.

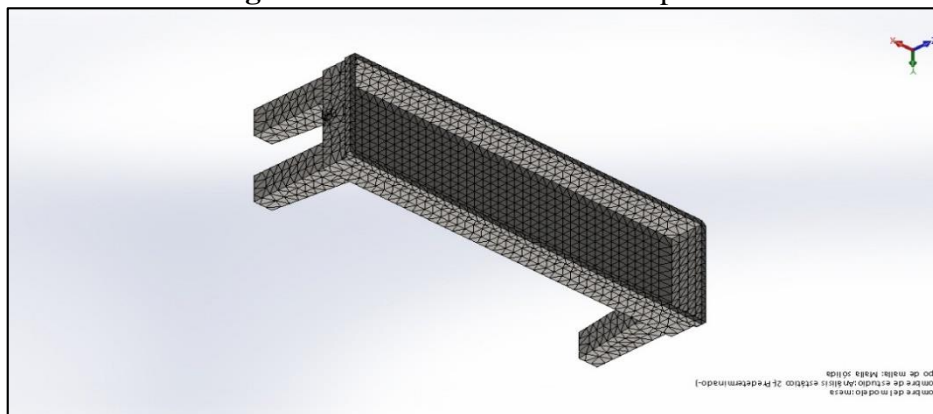
Tabla 20-4. Configuración del material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: AISI 316 Chapa de acero inoxidable (SS)</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 1.72369e+008 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 5.8e+008 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 1.93e+011 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.27</p> <p>Densidad: 8000 kg/m³</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.6e-005 /Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Vaciado3)(mesa), Sólido 2(Cortar-Extruir8)(mesa)</p>
Datos de curva: N/A		

Fuente: Solidworks

A continuación, para apreciar los resultados del estudio se realiza un mallado solido en toda la tina superior como se muestra en la figura.

Figura 12-4. Mallado de la tina superior

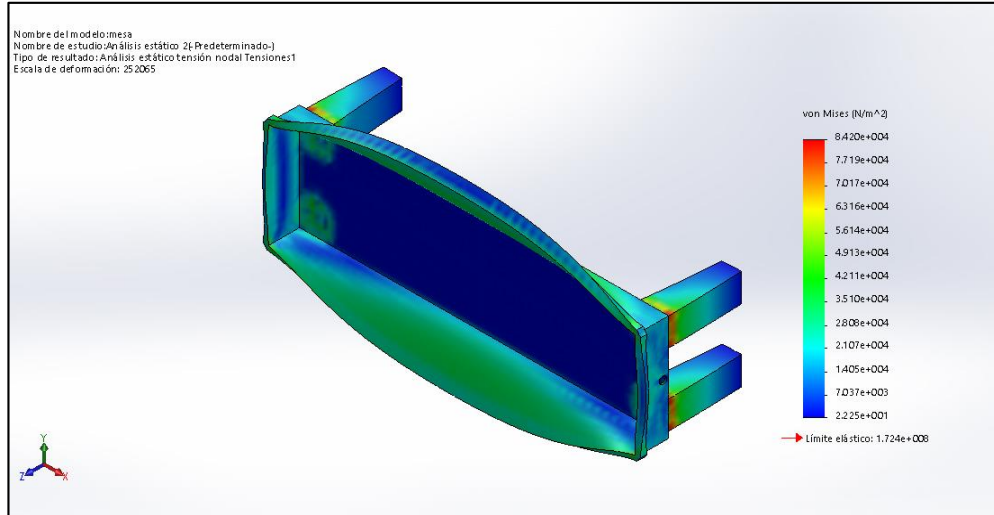


Fuente: Solidworks

Al aplicar la masa distribuida en la tina superior el análisis estático (figura) muestra que la carga máxima que soportara el elemento es de 84 200 Pa que es inferior al limite elástico del material es 172 369 Pa, lo que significa que la deformación del material es no irreversible o permanente, es decir, no alcanza la deformación plástica.

Además, la presión que ejerce el queso, la salmuera y los demás elementos sobre la tina superior solo es de 640 Pa muy inferior a la presión máxima que soporta el material que es de 84 200 Pa.

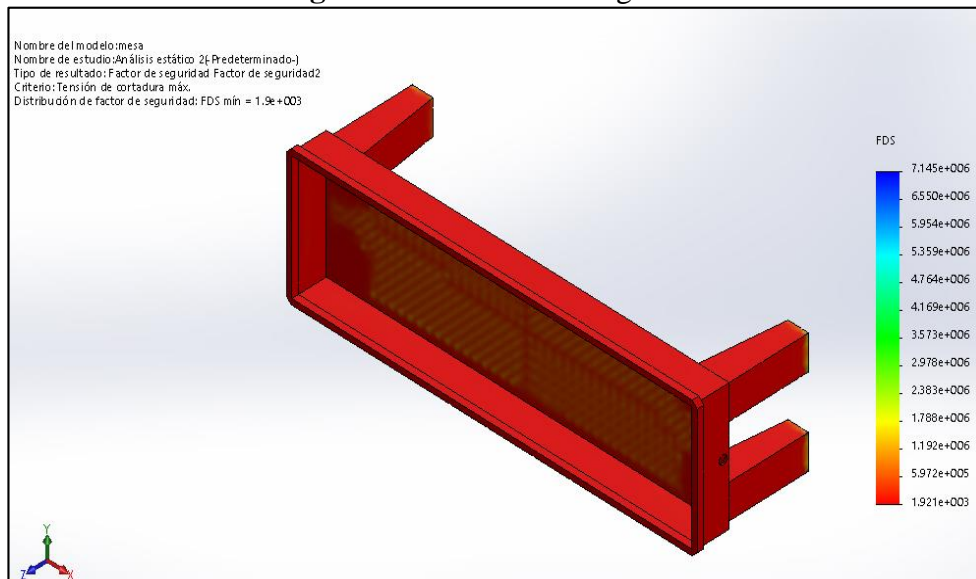
Figura 13-4. Análisis estático de la tina superior



Fuente: Solidworks

Finalmente se determina el factor de seguridad que es el coeficiente que da como resultado al relacionar el esfuerzo que soporta un material y el esfuerzo máximo que se aplica en el estudio. Para determinar el factor de seguridad se aplicó el esfuerzo máximo de Von Mises, el resultado refleja un coeficiente de seguridad de 1,9 es decir el elemento sometido a este estudio estático soportara 1.9 veces la masa sin producirse ninguna deformación en su estructura.

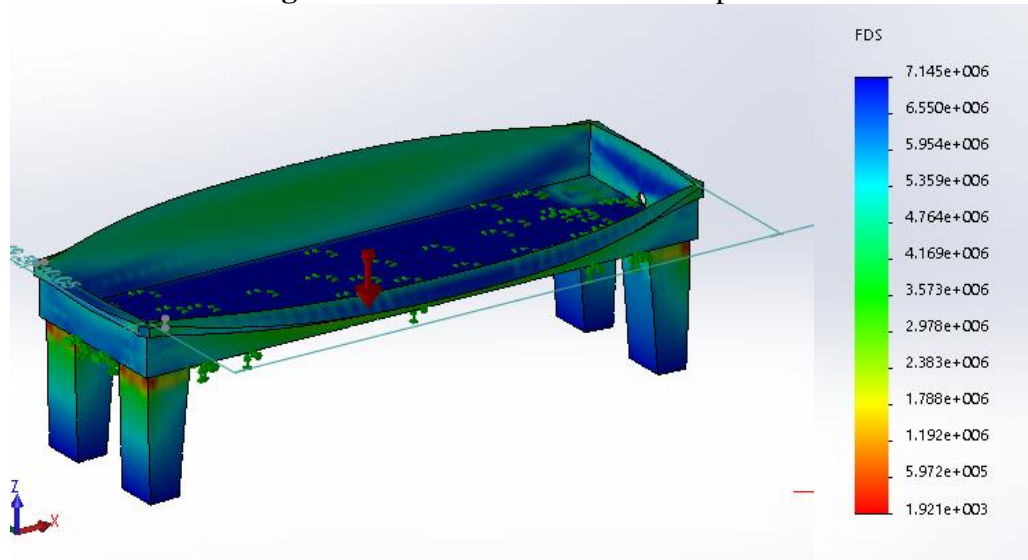
Figura 14-4. Factor de Seguridad



Fuente: Solidworks

La figura muestra que los esfuerzos mayores se encuentran en la parte inferior de la tina superior, lo cual, correspondo a las zonas pintadas de rojo.

Figura 15-4. Esfuerzos en la tina superior



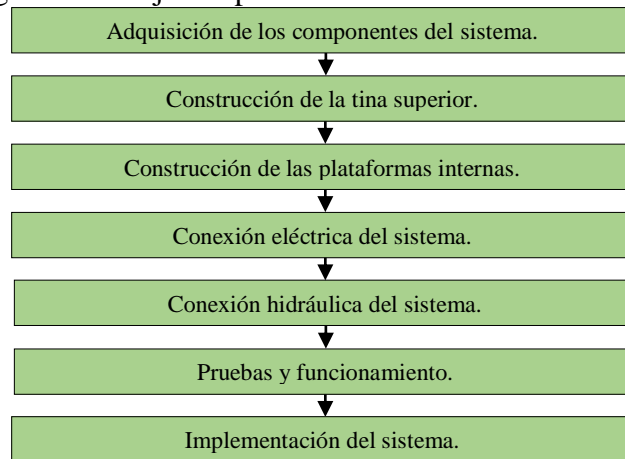
Fuente: Autores

CAPITULO V

5. INSTALACIÓN DE CAJA DE CONTROL, CAJA DE MONITOREO Y MANUAL DE MANTENIMIENTO.

El proceso de construcción del sistema automatizado se detalla en el siguiente grafico.

Gráfico 1-5. Diagrama de flujo del proceso de construcción del sistema automatizado



Fuente: Autores

5.1 Adquisición de los componentes del sistema

La construcción del sistema automatizado, para el proceso de salado del queso, se da inicio con la adquisición de los elementos que se detallan en la tabla.

Tabla 1-5. Adquisición de los componentes del sistema

Estructura del sistema automatizado	Elementos
Dispositivos de accionamiento	1 Pulsador de marcha
	1 Interruptor selector giratorio de dos posiciones
	1 Sensor de nivel
Unidad de Control	1 Timer ASY-3D
	2 Timer AH-3
	3 Relé
Actuadores	1 Bomba
	1 Electroválvula
	3 Luces piloto (roja, amarilla y verde)
Elementos Auxiliares	1 Tina inferior de acero inoxidable
	1 Caja eléctrica plástica
	2 Fusibles y portafusibles
	Cables eléctricos
	Tuberías de acero inoxidable
3 Codos de acero inoxidable	

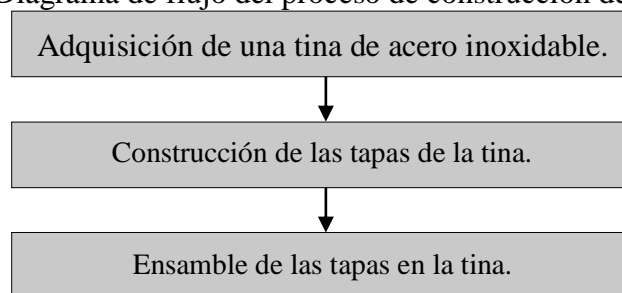
Fuente: Autores

Cabe mencionar que la tina superior de acero inoxidable y las plataformas internas no se muestran en la tabla anterior ya que estos elementos deben poseer características especiales que los productos del mercado no las poseen, por lo tanto, deben ser construidas de acuerdo a los requerimientos del sistema automatizado.

5.2 Construcción de la tina superior.

El proceso de construcción de la tina superior se detalla en el grafico.

Gráfico 2-5. Diagrama de flujo del proceso de construcción de la tina superior



Fuente: Autores

5.2.1 *Adquisición de una tina de acero inoxidable.* La tina de acero inoxidable que se adquirió se muestra en la figura, la capacidad de la tina es de 350 litros.

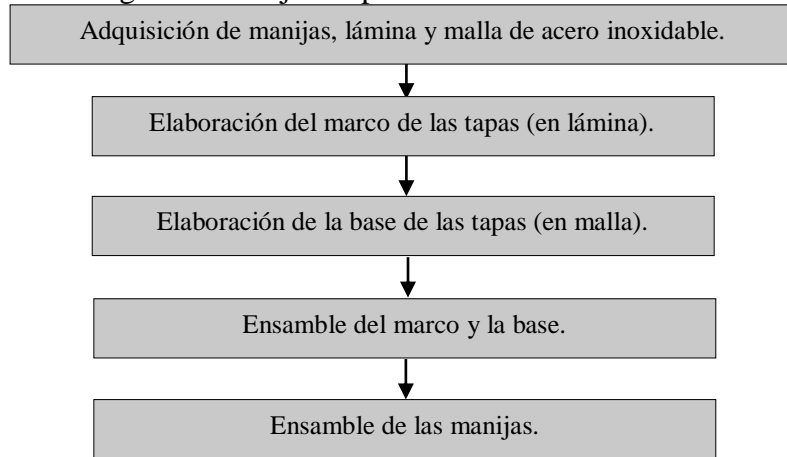
Figura 1-5. Tina de acero inoxidable



Fuente: Autores

5.2.2 *Construcción de las tapas de la tina.* El proceso de construcción de las tapas de la tina se detalla en el gráfico.

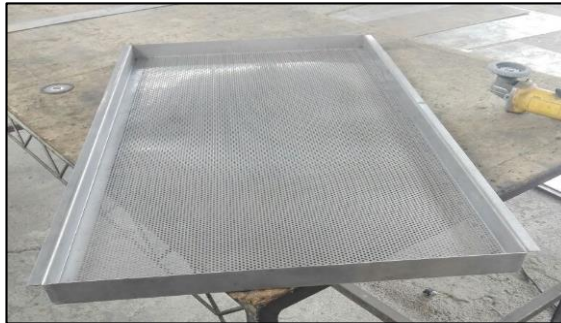
Gráfico 3-5. Diagrama de flujo del proceso de construcción de la tina superior



Fuente: Autores

El ensamble del marco y la base de las tapas se puede observar en la figura.

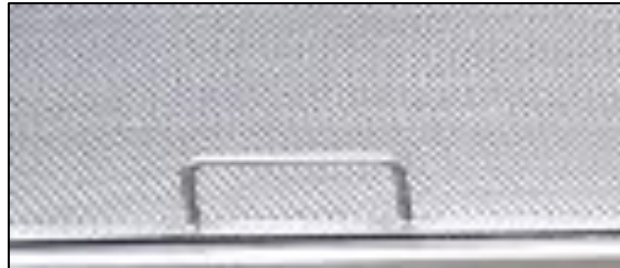
Figura 2-5. Ensamble del marco y la base de las tapas.



Fuente: Autores

El ensamble de las manijas de las tapas se puede observar en la figura.

Figura 3-5. Ensamble de las manijas de las tapas.



Fuente: Autores

5.2.3 *Ensamble de las tapas en la tina.* Una vez construidas las tapas, se ensamblan en la tina mediante las bisagras que se muestran en la figura.

Figura 4-5. Bisagras, ensamble de las tapas



Fuente: Autores

Una vez ensambladas las tapas y la tina se obtiene la tina superior del sistema automatizado para el proceso de salado del queso, la cual, se puede observar en la figura.

Figura 5-5. Tina superior con las tapas abiertas



Fuente: Autores

Figura 6-5. Tina superior con las tapas cerradas

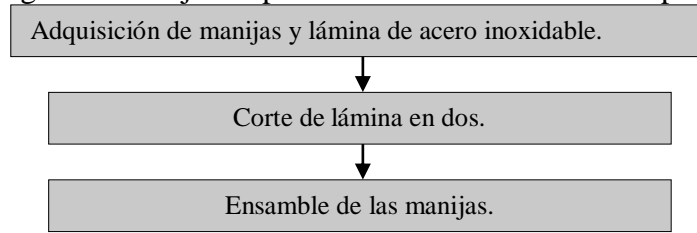


Fuente: Autores

5.3 Construcción de las plataformas internas.

El proceso de construcción de las plataformas internas se detalla en el gráfico.

Gráfico 4-5. Diagrama de flujo del proceso de construcción de las plataformas internas



Fuente: Autores

Una vez ensambladas las manijas en las láminas se obtiene las plataformas internas para el descanso del queso mientras está sumergido en la salmuera. En las siguientes figuras se puede observar las plataformas obtenidas.

Figura 7-5. Plataformas internas



Fuente: Autores

Cabe mencionar que las plataformas se introducen en la tina superior; he aquí su nombre plataformas *internas*, porque se colocan en el interior de la tina como se muestra en la figura.

Figura 8-5. Plataformas en el interior de la tina

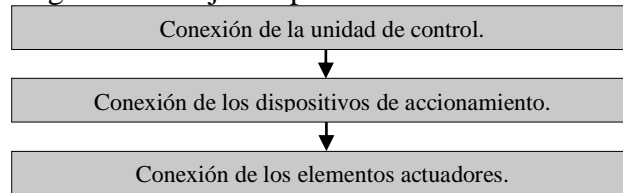


Fuente: Autores

5.4 Conexión eléctrica del sistema.

La conexión eléctrica del sistema se realiza en base al diagrama que se muestra en el gráfico del capítulo anterior. El proceso de conexión se detalla en el siguiente gráfico.

Gráfico 5-5. Diagrama de flujo del proceso de conexión eléctrica del sistema



Fuente: Autores

5.4.1 *Conexión de la unidad de control.* La conexión de la unidad de control se realiza en el interior de la caja eléctrica plástica como se muestra en la figura.

Figura 9-5. Conexión de la unidad de control



Fuente: Autores

La unidad de control está conformada por un juego de timers, en el interior de la caja eléctrica se encuentra el timer 1 “T1” y el timer 3 “T3” como se puede observar en la figura; T1 controla el tiempo de succión de la salmuera a la tina superior y T3 controla el tiempo de vaciado de la tina superior (desplazamiento de la salmuera a la tina inferior).

Figura 10-5. Ubicación timers T1 y T3



Fuente: Autores

El timer T2 controla el tiempo de sumersión del queso en la salmuera y está ubicada en la tapa de la caja eléctrica como se puede observar en la figura.

Figura 11-5. Ubicación timer T2



Fuente: Autores

El juego de relés que activa y desactiva los timers está ubicado en el interior de la caja eléctrica como se puede observar en la figura.

Figura 12-5. Ubicación relés



Fuente: Autores

Además, en el interior de la caja eléctrica se encuentran los fusibles y portafusibles que son los elementos de protección del circuito eléctrico y están ubicados en la zona que se muestra en la figura.

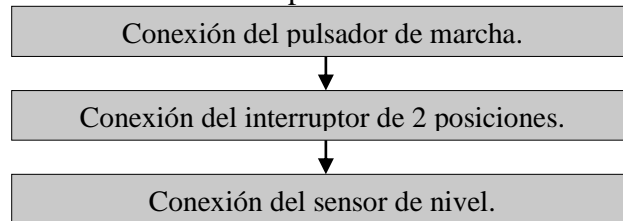
Figura 13-5. Ubicación fusibles y portafusibles



Fuente: Autores

5.4.2 *Conexión de los dispositivos de accionamiento.* El proceso de conexión de los dispositivos de accionamiento se detalla en el gráfico.

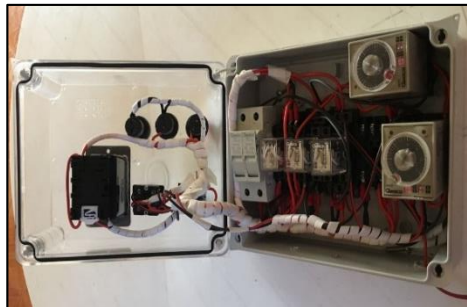
Gráfico 6-5. Conexión de los dispositivos de accionamiento del sistema



Fuente: Autores

En la figura se observa la conexión de los dispositivos de accionamiento con la unidad de control del sistema automatizado.

Figura 14-5. Conexión de los dispositivos de accionamiento con la unidad de control



Fuente: Autores

El pulsador de marcha del sistema se ubica en la tapa de la caja eléctrica como se muestra en la figura.

Figura 15-5. Ubicación del pulsador de marcha



Fuente: Autores

El interruptor se ubica en la tapa de la caja eléctrica como se muestra en la figura.

Figura 16-5. Ubicación del interruptor



Fuente: Autores

El sensor de nivel se ubica en las tapas de la tina superior del sistema automatizado como se puede observar en la figura.

Figura 17-5. Ubicación del sensor de nivel

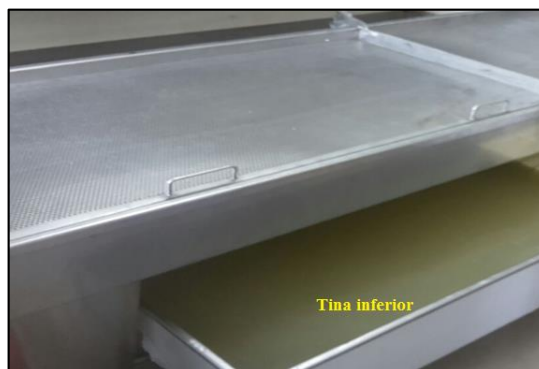


Fuente: Autores

5.5 Conexión hidráulica del sistema.

La bomba desplaza la salmuera de la tina inferior (cuya ubicación se muestra en la figura) a la tina superior y se ubica en el suelo, como se puede observar en la figura.

Figura 18-5. Ubicación de la tina inferior del sistema



Fuente: Autores

Figura 19-5. Ubicación de la bomba



Fuente: Autores

A continuación se realiza la conexión de la tubería (por la que circula la salmuera) con la bomba, como se muestra en la figura.

Figura 20-5. Conexión de la tubería



Fuente: Autores

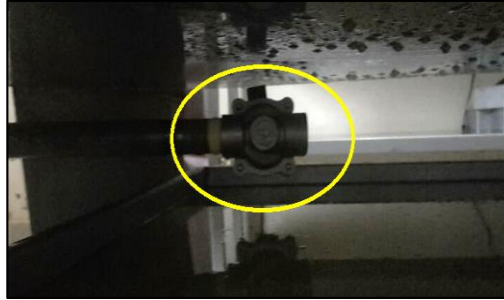
Figura 21-5. Flujo de la salmuera por la tubería.



Fuente: Autores

Finalmente se realiza la conexión de la tubería a la electroválvula (para el vaciado de la tina superior cuando está llena de salmuera), la cual, se ubica debajo de la tina superior como se muestra en la figura.

Figura 22-5. Ubicación de la electroválvula



Fuente: Autores

5.6 Pruebas y funcionamiento.

Antes de implementar el sistema automatizado en la empresa LACTEOS JB se debe someter el sistema a una fase de pruebas para comprobar que su funcionamiento es el adecuado y que cumple con los parámetros de diseño establecidos.

La fase de pruebas se divide en dos etapas:

- Simulación del sistema en un software.
- Pruebas físicas del sistema.

5.6.1 *Simulación del sistema en el software.* La simulación permite diseñar y desarrollar un modelo computarizado del sistema automatizado con el propósito de entender su comportamiento en el mundo real y evaluar varias estrategias con las cuales puede operar el sistema.

Además, se realizó la simulación del sistema debido a las siguientes ventajas que ofrece:

- Permite adquirir experiencia de manera rápida con un bajo costo y sin poner en riesgo la productividad del sistema.
- Permite identificar áreas con problemas en un proceso complejo.
- Permite realizar un estudio sistemático de alternativas aplicables al sistema.
- No importa que tan complejo sea el sistema ya que todo sistema puede ser modelado y de esta manera poder atacar el problema.

- Puede ser aplicada en cualquier punto de la vida de un sistema, ya sea durante el diseño o la producción planteando alternativas para el mejoramiento del mismo.

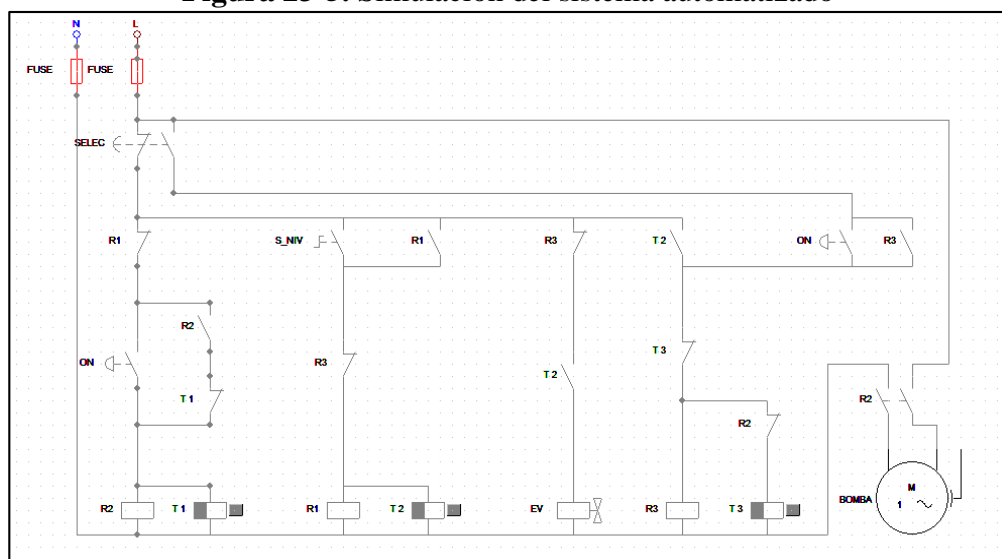
La simulación se realiza en el software Cade Simu y se verifica el funcionamiento de todos los componentes del sistema. Cada elemento es puesto en funcionamiento y de acuerdo a su acción se llena la tabla, este es un método fácil y rápido para comprobar que todos los elementos estén en óptimas condiciones.

Tabla 2-5. Funcionamiento del sistema, simulación en el software

Estructura del sistema automatizado	Elementos	Acción	
		Funciona	No funciona
Dispositivos de accionamiento	Pulsador	✓	
	Interruptor selector giratorio de dos posiciones	✓	
	Sensor de nivel	✓	
Unidad de Control	Timer ASY-3D	✓	
	Timer 1 AH-3	✓	
	Timer 2 AH-3	✓	
	Relé 1	✓	
	Relé 2	✓	
	Relé 3	✓	
Actuadores	Bomba	✓	
	Electroválvula	✓	
	Luz verde	✓	
	Luz rojo	✓	
	Luz amarillo	✓	

Fuente: Autores

Figura 23-5. Simulación del sistema automatizado



Fuente: Autores

5.6.2 Pruebas físicas del sistema. Una vez simulado y comprobado el funcionamiento del sistema en el software, se procede a construirlo mediante el proceso que se detalla en el presente capítulo. Posteriormente se somete al sistema a pruebas físicas con el fin de verificar el funcionamiento de cada componente.

De igual manera, cada componente es puesto en funcionamiento y de acuerdo a su acción se llena la tabla, este es un método fácil y rápido para comprobar que todos los elementos funcionen correctamente.

Tabla 3-5. Funcionamiento del sistema, pruebas físicas

Estructura del sistema automatizado	Elementos	Acción	
		Funciona	No funciona
Dispositivos de accionamiento	Pulsador de marcha	✓	
	Interruptor selector giratorio de dos posiciones	✓	
	Sensor de nivel	✓	
Unidad de Control	Timer ASY-3D	✓	
	Timer 1 AH-3	✓	
	Timer 2 AH-3	✓	
	Relé 1	✓	
	Relé 2	✓	
	Relé 3	✓	
Actuadores	Bomba	✓	
	Electroválvula	✓	
	Luz piloto roja	✓	
	Luz piloto amarillo	✓	
	Luz piloto verde	✓	
Elementos Auxiliares	Tina inferior	✓	
	Tina superior	✓	
	Plataformas internas	✓	
	Caja eléctrica plástica	✓	
	Fusibles y portafusibles	✓	
	Cables eléctricos	✓	
	Tuberías de acero inoxidable	✓	

Fuente: Autores

Figura 24-5. Pruebas físicas del sistema



Fuente: Autores

5.7 Implementación del sistema automatizado.

Una vez verificado y garantizado el funcionamiento; el sistema automatizado para el proceso de salado del queso se implementa en la empresa LACTEOS JB como se evidencia en las siguientes figuras.

Figura 25-5. Implementación del sistema



Fuente: Autores

Figura 26-5. Implementación del sistema



Fuente: Autores

Figura 27-5. Implementación del sistema



Fuente Autores

Una vez implementado el sistema automatizado; el proceso mejorado de salado del queso se lleva a cabo como se puede observar en las siguientes figuras.

Figura 28-5. Proceso de salado del queso



Fuente: Autores

5.7.1 *Tiempo de salado.* Una vez implementado el sistema automatizado para el proceso de salado del queso se realiza un estudio de tiempos con el fin de determinar el tiempo tipo, el cual, se define como el tiempo en el cual un operario, trabajando al paso normal, realiza el proceso de salado, tomando en cuenta suplementos por fatiga, retrasos y necesidades personales.

El registro de tiempos se detalla en la tabla, para el análisis se considera la producción de 120 quesos.

Tabla 4-5. Estudio de tiempos del proceso de salado del queso fresco

HOJA DE OBSERVACIÓN (Sistema Automatizado)															
HOJA 1 DE 1 HOJAS				FECHA: 08/11/2017											
OPERACIÓN: Salado del queso.				OPERACIÓN N°. 6											
NOMBRE PIEZA: Queso fresco				PIEZA N°: --											
NOMBRE DE LA MÁQUINA: Tina de salmuera				MÁQUINA N°: --											
NOMBRE DEL OPERARIO: Oscar Guevara				HOMBRE:			X			MUJER:					
EXPERIENCIA EN LA TAREA: 5 años				MATERIAL: --											
CAPATAZ: Jesús Brito				DEPARTAMENTO: Producción											
INICIO: 01/10/2017		FIN: 24/10/2017		Tiempo Transcurrido			UNIDADES TERMINADAS: 120 quesos			TIEMPO REAL: 00.00 (min)			N° DE MÁQUINAS ATENDIDAS: 1		
ELEMENTOS				T/L	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TIEMPO ELEGIDO
1. Transportar quesos a la tina de salmuera.				T	15.00	14.90	15.00	15.10	15.10	15.05	14.95	15.00	14.90	15.10	
				L	15.00	14.90	15.00	15.10	15.10	15.05	14.95	15.00	14.90	15.10	
2. Inspeccionar succión de la salmuera.				T	04.40	04.40	04.40	04.40	04.40	04.40	04.40	04.40	04.40	04.40	
				L	19.40	19.30	19.40	19.50	19.50	19.45	19.35	19.40	19.30	19.50	
3. Inspeccionar proceso de salado.				T	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	
				L	199.40	199.30	199.40	199.50	199.50	199.45	199.35	199.40	199.30	199.50	
4. Inspeccionar vaciado de la tina superior.				T	01.28	01.28	01.28	01.28	01.28	01.28	01.28	01.28	01.28	01.28	
				L	200.68	200.58	200.68	200.78	200.78	200.73	200.63	200.68	200.58	200.78	
5. Transportar quesos a camara de frío.				T	14.92	14.97	14.94	15.05	15.00	14.90	14.98	15.05	14.96	14.87	
				L	215.60	215.55	215.62	215.83	215.78	215.63	215.61	215.73	215.54	215.65	
				T/L	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1. Transportar quesos a la tina de salmuera.				T	14.87	14.90	15.10	15.00	15.05	14.89	15.10	14.93	15.00	14.97	15.00
				L	14.87	14.90	15.10	15.00	15.05	14.89	15.10	14.93	15.00	14.97	
2. Inspeccionar succión de la salmuera.				T	04.40	04.40	04.40	04.40	04.40	04.40	04.40	04.40	04.40	04.40	04.40
				L	19.27	19.30	19.50	19.40	19.45	19.29	19.50	19.33	19.40	19.37	
3. Inspeccionar proceso de salado.				T	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00
				L	199.27	199.30	199.50	199.40	199.45	199.29	199.50	199.33	199.40	199.37	
4. Inspeccionar vaciado de la tina superior.				T	01.28	01.28	01.28	01.28	01.28	01.28	01.28	01.28	01.28	01.28	01.28
				L	200.55	200.58	200.78	200.68	200.73	200.57	200.78	200.61	200.68	200.65	
5. Transportar quesos a camara de frío.				T	15.05	15.05	15.00	15.00	14.91	15.14	15.10	15.02	14.92	15.10	15.00
				L	215.60	215.63	215.78	215.68	215.64	215.71	215.88	215.63	215.60	215.75	
														215.67	
Tiempo elegido: 215.67 min		Valoración: 100%		Tiempo Normal: 215.67 min			Total Suplementos: 5% (5% Necesidades personales)			TIEMPO TIPO: 226.45 min					

Fuente: Autores

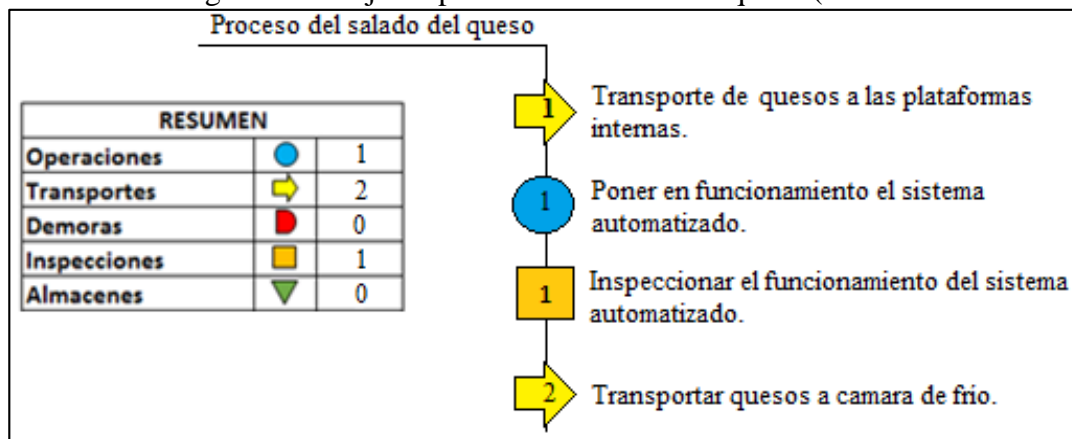
$$T_{\text{normal}} = T_{\text{medio}} \times F_{\text{valoración}} = 215.67 \times 1 = 215.67 \text{ min} \quad (8)$$

$$T_{\text{tipo}} = T_{\text{normal}} + \%S \times T_{\text{normal}} = 215.67 + 0.05 \times 215.67 = 226.45 \text{ min}$$

El tiempo tipo del proceso automatizado de salado es igual a 226.45 minutos o 3.77 horas.

5.7.2 Diagrama de flujo del proceso. Una vez implementado el sistema automatizado, en la figura se resumen las actividades que realiza el trabajador para realizar el proceso de salado del queso.

Gráfico 7-5. Diagrama de flujo de proceso del salado del queso (sistema automatizado)



Fuente: Autores

5.7.3 *Producción del queso implementando el sistema automatizado.* En la tabla se detalla la producción del mes de Octubre de la empresa LACTEOS JB una vez que se ha implementado el sistema automatizado para el proceso de salado del queso.

Tabla 5-5. Producción de Octubre 2017, LACTEOS JB

PRODUCCIÓN LACTEOS JB: Octubre 2017							
	Días	Producción total	Productos defectuosos	Producción Real	Ventas esperadas	Ventas logradas	Pérdidas
Semana 1	1	120	1	119	\$ 360.00	\$ 357.00	\$ 3.00
	2	120	1	119	\$ 360.00	\$ 357.00	\$ 3.00
	3	120	1	119	\$ 360.00	\$ 357.00	\$ 3.00
	4	120	2	118	\$ 360.00	\$ 354.00	\$ 6.00
	5	120	1	119	\$ 360.00	\$ 357.00	\$ 3.00
	6	120	3	117	\$ 360.00	\$ 351.00	\$ 9.00
Semana 2	7	120	2	118	\$ 360.00	\$ 354.00	\$ 6.00
	8	120	1	119	\$ 360.00	\$ 357.00	\$ 3.00
	9	120	1	119	\$ 360.00	\$ 357.00	\$ 3.00
	10	120	1	119	\$ 360.00	\$ 357.00	\$ 3.00
	11	120	0	120	\$ 360.00	\$ 360.00	\$ -
	12	120	1	119	\$ 360.00	\$ 357.00	\$ 3.00
Semana 3	13	120	2	118	\$ 360.00	\$ 354.00	\$ 6.00
	14	120	1	119	\$ 360.00	\$ 357.00	\$ 3.00
	15	120	1	119	\$ 360.00	\$ 357.00	\$ 3.00
	16	120	2	118	\$ 360.00	\$ 354.00	\$ 6.00
	17	120	1	119	\$ 360.00	\$ 357.00	\$ 3.00
	18	120	0	120	\$ 360.00	\$ 360.00	\$ -

Fuente: Autores

Tabla 6-5. Continuación Producción de Octubre 2017, LACTEOS JB

PRODUCCIÓN LACTEOS JB: Octubre 2017							
	Días	Producción total	Productos defectuosos	Producción Real	Ventas esperadas	Ventas logradas	Pérdidas
Semana 4	19	120	2	118	\$ 360.00	\$ 354.00	\$ 6.00
	20	120	1	119	\$ 360.00	\$ 357.00	\$ 3.00
	21	120	1	119	\$ 360.00	\$ 357.00	\$ 3.00
	22	120	2	118	\$ 360.00	\$ 354.00	\$ 6.00
	23	120	0	120	\$ 360.00	\$ 360.00	\$ -
	24	120	2	118	\$ 360.00	\$ 354.00	\$ 6.00
Total		2880	30	2850	\$ 8,640.00	\$ 8,550.00	\$ 90.00

Fuente: LACTEOS JB

5.7.4 *Comparación situación actual vs sistema automatizado*

5.7.4.1 *Tiempo tipo.* El tiempo tipo una vez implementado el sistema automatizado del proceso de salado es igual a 226.45 minutos. Para comparar este tiempo con la situación actual de la empresa procedemos a calcular el tiempo tipo actual como se detalla a continuación:

$$T_{\text{normal}} = T_{\text{medio}} \times F_{\text{valoración}} = 231.54 \times 1 = 231.54 \text{ min}$$

$$T_{\text{tipo}} = T_{\text{normal}} + \%S \times T_{\text{normal}} = 231.54 + 0.07 \times 231.54 = 247.75 \text{ min}$$






El tiempo tipo actual del proceso de salado es igual a 247.75 minutos o 4.12 horas, para el análisis se considera la producción diaria de quesos de la empresa LACTEOS JB, que es de 120 unidades.

Con la implementación del sistema automatizado se reduce el tiempo tipo del proceso de salado un total de 21.3 minutos como se muestra a continuación.

$$\text{Reducción del tiempo tipo} = 247.75 - 226.45 = 21.3 \text{ minutos}$$

5.7.4.2 *Diagramas de flujo del proceso.* Una vez elaborados los diagramas de flujo de proceso de la situación actual (figura) y con el sistema automatizado (figura) se compara los resultados obtenidos, como se puede observar en la tabla.

Tabla 7-5. Comparación situación actual vs sistema automatizado (proceso de salado)

Resumen			
	Símbolo	Actual	Sistema automatizado
Operaciones		2	1
Transportes		2	2
Demoras		1	0
Inspecciones		1	1
Almacenes		0	0

Fuente: Autores

Como se puede observar en la tabla, con el sistema automatizado se alcanzan los siguientes resultados:

- **Operaciones:** Se eliminan las operaciones de sumersión y extracción del queso que realizaba comúnmente el trabajador y se sustituye por la operación *poner en funcionamiento el sistema automatizado*. Cabe mencionar que las operaciones que se eliminaron las realiza el sistema automatizado.
- **Transportes:** Se mantienen tanto en la situación actual y en el sistema automatizado.
- **Demoras:** Se elimina la demora que existía en la extracción del queso.
- **Inspecciones:** Se sustituye la *inspección del proceso de salado* de la situación actual por una *inspección del funcionamiento del sistema automatizado*.

5.7.4.3 Productos defectuosos. Para el análisis se consideró la producción de la empresa en los dos últimos meses; según la tabla, la pérdida a causa de los productos defectuosos en el mes de Septiembre del 2017 era igual a 207 dólares y de acuerdo a la tabla una vez implementado el sistema automatizado la pérdida en el mes de Octubre se redujo a 90 dólares.

Con la implementación del sistema automatizado se reduce el tiempo tipo del proceso de salado un total de 21.3 minutos como se muestra a continuación.

$$\text{Reducción pérdidas por productos defectuosos} = 207 - 90 = 117 \text{ dólares}$$

Además con la implementación del sistema y en relación a la situación actual de la empresa se mejora la calidad de los productos, ya que se obtienen quesos con un mejor acabado superficial, es decir, con una textura regular y sin porosidades como se puede observar en la figura.

Figura 29-5. Textura regular del queso



Fuente: Autores

CAPÍTULO VI

6. PRESUPUESTO

Para la implementación del sistema automatizado se consideraron las mejores ofertas de los dispositivos a instalar, sin dejar de lado la calidad, eficiencia y tecnología. Los costos directos corresponden a los elementos que influyen directamente en el sistema, y los costos indirectos a los asignados a materiales y elementos auxiliares.

6.1 Costos directos

Los costos directos de fabricación abarcan el costo de todos los materiales cuantificables y medibles empleados; esto determinara el costo de la materia prima y la mano de obra

Tabla 1-6. Costos directos para la fabricación del sistema automatizado

Costos directos			
Cantidad	Descripción	Costo unitario [USD]	Costo total [USD]
1	Pulsador	5,00	5,00
1	Interruptor selector giratorio de dos posiciones	3,80	3,80
1	Sensor de nivel	14,23	14,23
1	Timer ASY-3D	37,86	37,86
2	Timer AH-3	24,64	49,28
3	Relé	5,00	15,00
1	Bomba	90,00	90,00
1	Electroválvula	200,00	200,00
3	Luces piloto	5,16	15,48
1	Tina superior de acero inoxidable	1100,00	1100,00
1	Tina inferior de acero inoxidable	650,00	650,00
-	Tubería de acero inoxidable	60,00	60,00
1	Caja eléctrica plástica	23,68	23,68
2	Fusibles y portafusibles	5,50	11,00
-	Cables eléctricos	14,00	14,00
2	Plataformas internas	100,00	200,00
Total			2489.33

Fuente: Autores

6.2 Costos indirectos

Engloban los gastos indirectos para la elaboración del presente trabajo de titulación, los cuales no son cuantificable ni medibles de una manera directa por lo cual se realiza una aproximación de los valores.

Tabla 2-6. Costos indirectos para la fabricación del sistema automatizado

Costos Indirectos			
Cantidad	Descripción	Costo unitario	Costo total [USD]
1	Impresiones	100,00\$	100,00
1	Empastado	20,00\$	20,00
1	Otros gastos	500,00\$	500,00
Total			620,00

Fuente: Autor

6.3 Costos totales

El costo total de elaboración del sistema automatizado para el proceso de salado del queso es igual a la suma de costos directos e indirectos.

Tabla 3-6. Costo total del sistema automatizado

Costo Final	
Costos directos	2489,33
Costos indirectos	620,00
Total	3109,33

Fuente: Autores

Se debe realizar un mantenimiento preventivo a los tanques y tubería para su conservación.

Para la manipulación de sistema solo debe realizarlo el encargado, ya que él se encuentra capacitado, una inadecuada manipulación del sistema se calibraría y se obtendría una dosificación errónea que perjudicaría a la comunidad.

Para la correcta funcionabilidad del sistema de clorado automatizado se debe tomar en cuenta el manual mantenimiento preventivo realizado.

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

En el análisis de la situación actual del proceso de salado mediante la elaboración de los diagramas de proceso y el estudio de tiempos; se determinó que el tiempo de salado es igual a 231.54 minutos (para la producción diaria de 120 quesos) y las actividades que presentan oportunidades de mejora son: la sumersión y la extracción del queso de la salmuera.

En el diseño del sistema automatizado se determinó: el tiempo de succión de la salmuera hacia la tina superior igual a 4.4 minutos, el tiempo de vaciado de la tina superior igual a 1.28 minutos y el tiempo de salado igual a 180 minutos. Para controlar adecuadamente tales tiempos se utiliza un juego de timers; el timer ASY 3-D controla el tiempo de salado, el timer 1 AH-3 controla el tiempo de succión y el timer 2 AH-3 controla el tiempo de vaciado.

Se implementó el sistema automatizado mediante una fase de pruebas de funcionamiento para verificar que cumple con los parámetros de diseño establecidos. Mediante la implementación se mejoró y redujo 21.3 minutos el tiempo de producción del queso, se eliminó la demora que existía en el proceso de salado y se sustituyó las actividades manuales de sumersión y extracción del queso de la salmuera por actividades automáticas que realiza el sistema.

7.2 Recomendaciones

Capacitar al personal de la empresa LACTEOS JB sobre el uso y funcionamiento del sistema automatizado.

Dar constante mantenimiento a todos los componentes del sistema automatizado.

Utilizar equipos de protección personal cuando se realice el mantenimiento de los componentes del sistema.

BIBLIOGRAFÍA

AGROINDUSTRIA. *Proceso de coagulación de la leche.* [En línea] Ecuador, 2017. [Consulta: 14 de Febrero de 2017.]. Disponible en:<http://agroindustriaunisarc.blogspot.com/p/proceso-de-coagulacion-de-la-leche.html>.

AGROMEAT. *Elaboración de quesos artesanales.* [En línea] Mexico, 2013. [Consulta: 1 de Marzo de 2017.]. Disponible en:<http://www.agromeat.com/110171/elaboracion-de-quesos-artesanales>.

AUTÓMATAS PROGRAMABLES. *Curso básico de autómatas programables.* [En línea] Colombia, 2011. [Consulta: 11 de Marzo de 2017.]. Disponible en:<http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm>.

CASTAÑEDA, Jose. *Proceso para la obtencion de queso.* [En línea] Ecuador, 2014. [Consulta: 5 de Abril de 2017.]. Disponible en:<https://prezi.com/aktvxhmhy4bt/proceso-industrial-para-la-obtencion-de-queso/>.

CHAVARRIA, Roberto. *Equipos electricos de maquinas herramientas. Ministerio de trabajo y asuntos sociales.* [En línea] España, 2005. [Consulta: 4 de Mayo de 2017.]. Disponible en:<http://www.mtas.es/insht/ntp>..

COCINISTA. *Molde para queso.* [En línea] Argentina, 2017. [Consulta: 24 de Mayo de 2017.]. Disponible en:<https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/utensilios/molde-para-queso.html>.

COLOR ABC. *Tecnología y trabajo.* [En línea] Mexico, 2006 [Consulta: 7 de Marzo de 2017.]. Disponible en: <http://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/escolar/tecnologia-de-los-pulsadores-e-interruptores-904222.html>.

FLORES, Rosel. *Factores de absorción en el sistema de salado de quesos por proceso de osmosis.* [En línea] Colombia, 2012. [Consulta: 14 de Junio de 2017.]. Disponible en:<http://caritaspuno.blogspot.com/2012/08/factores-de-absorcion-en-el-sistema-de.html>.

GÓMEZ, Carlos. *Introducción a la automatización.* [En línea] Mexico, 2010. [Consulta: 14 de Julio de 2017.]. Disponible en: www.uhu.es/rafael.sanchez/.../Carlos%20Tutosaus-introduccion_automatizacion.pdf.

IÑIGUEZ, Santiago. *¿Qué es la automatización de procesos?* [En línea] Colombia, 2011. [Consulta: 24 de Julio de 2017.]. Disponible en:https://es.over-blog.com/Que_es_la_automatizacion_de_procesos-1228321767-art127041.html.

MACIAS, EMILIO JIMENEZ. *Servicios de publicaciones.* [En línea] 25 de 01 de 2004. [Citado el: 06 de 12 de 2016.] <https://dialnet.unirioja.es/descarga/tesis/60.pdf>.

MARTÍNEZ, Reynaldo. *El salado de los quesos.* [En línea] Colombia, 2017. [Consulta: 4 de Febrero de 2017.]. Disponible en:<https://www.portalechero.com/innovaportal/v/183/1/innova.front/el-salado-de-los-quesos.html?page=1>.

NAVARRETE, Natalia. *Almacenamiento de derivados lacteos.* [En línea] Mexico, 2009. [Consulta: 7 de Agosto de 2017.]. Disponible en:<http://pasionporlaleche.blogspot.com/2009/10/almacenamiento-de-derivados-lacteos.html>.

NAVARRETE, Andrés. *Automatización de procesos en la empresa.* [En línea] Mexico, 2013. [Consulta: 10 de Agosto de 2017.]. Disponible en:<https://www.gestiopolis.com/automatizacion-de-procesos-en-la-empresa/>.

PONSA, Antoni. *Diseño y automatización industrial.* [En línea] Argentina, 2016. [Consulta: 14 de Marzo de 2017.]. Disponible en:<http://www.epsevg.upc.edu/hcd/material/lecturas/interfaz.pdf>.

SIEMENS. *¿Qué es un Siemens LOGO?* [En línea] Mexico, 2014. [Consulta: 2 de Marzo de 2017.]. Disponible en:<http://siemenslogo.com/que-es-un-siemens-logo/>.

ULMA. *Soluciones de envasado para queso y productos lácteos.* [En línea] Mexico, 2017. [Consulta: 23 de Agosto de 2017.]. Disponible en:<http://www.ulmapackaging.com/soluciones-de-ensado/ensado-perecedero/lacteo>.

