



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA
ELABORACIÓN DE QUESO MOZZARELLA EN LA
CORPORACIÓN DE ORGANIZACIONES CAMPESINAS E
INDÍGENAS DE LAS HUACONAS Y CULLUCTUS (COCIHC),
CANTÓN COLTA”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA QUÍMICA

AUTORA: MARCIA ROCÍO GUAILLA CUJI

TUTORA: ING. DANIELITA FERNANDA BORJA MAYORGA

Riobamba – Ecuador

2018

©2018, Marcia Rocío Guilla Cuji

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de titulación certifica que: El trabajo de investigación tipo proyecto técnico: “DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO MOZZARELLA EN LA CORPORACIÓN DE ORGANIZACIONES CAMPESINAS E ÍNDIGENAS DE LAS HUACONAS Y CULLUCTUS (COCIHC), CANTÓN COLTA”, de responsabilidad de la señorita Marcia Rocío Guaila Cuji, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Danielita Fernanda Borja Mayorga

**DIRECTORA DE TRABAJO
DE TITULACIÓN**

Ing. Marco Raúl Chuiza Rojas

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Marcia Rocío Guaila Cuji declaro que el presente trabajo de titulación es de mi 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 autora, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 17 de Diciembre del 2018

Marcia Rocío Guaila Cuji

Cedula de identidad: 060550642-7

Yo, MARCIA ROCÍO GUAILLA CUJI soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del trabajo de Titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Marcia Rocío Guaila Cuji

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se la dedico con todo mi amor a Dios, quien con su ternura y cariño me supo guiar en cada etapa de mi vida y por darme la oportunidad de realizarme como profesional, brindando siempre la sabiduría y conocimiento necesario durante el trayecto de mi existencia y formación académica. De manera especial a mis queridos padres y hermanos porque ellos han sido mi apoyo incondicional y motivo de superación, haciendo de mí una mejor persona.

Marcia

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme la fuerza y fortaleza necesaria para culminar este sueño anhelado, ya que con su amor infinito se convirtió en la luz para seguir adelante, extendiéndome siempre su mano para caminar con alegría y tranquilidad.

A mis amados padres, quienes con amor, cariño y comprensión siempre estuvieron pendientes durante la travesía de mi vida, inculcando valores y responsabilidades ya que gracias a ellos he podido culminar esta profesión y crecer como persona.

A mis hermanos, Dennis, Karina, Erik y Noemí, quienes han sido mi motor y motivo de superación porque siempre han estado presentes en todo momento y por regalarme la felicidad de compartir momentos maravillosos juntos. A mi sobrinito Mathias quien con su existencia y ternura nos llena de alegría.

De la misma manera a mis amigas y amigos por brindar su amistad y compartir momentos gratos en nuestra carrera universitaria.

Un agradecimiento profundo a la Ing. Danielita Borja, al Ing. Marco Chuiza, al Ing. Marco Manzano y a la Ing. Marlene García por el tiempo y colaboración brindado para culminar el presente trabajo de titulación.

A la COCICH por haber permitido desarrollar la investigación y poder contribuir para el mejoramiento de la microempresa.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrirnos las puertas, de manera especial a todos los docentes de la Escuela de Ingeniería Química por impartir sus sabios y desinteresados conocimientos.

Marcia

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT	xix
CAPÍTULO I	1
1 DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	1
1.1 Identificación del Problema	1
1.2 Justificación del Proyecto.....	2
1.3 Línea base del proyecto	3
1.3.1 Antecedentes de la empresa	3
1.3.2 Marco conceptual	4
1.3.2.1 Leche	4
1.3.2.2 Características organolépticas.....	5
1.3.2.3 Propiedades físicas	5
1.3.2.4 Composición química.....	6
1.3.2.5 Queso.....	9
1.3.2.6 Queso mozzarella.....	10
1.3.2.7 Historia del queso mozzarella	10
1.3.2.8 Características del Queso Mozzarella	10
1.3.2.9 Valor nutricional del queso mozzarella	11
1.3.2.10 Beneficios del queso mozzarella	12
1.3.2.11 Clasificación del queso mozzarella	12
1.3.2.12 Métodos de fermentación para la elaboración de queso mozzarella	13
1.3.2.13 Aditivos o insumos necesarios para la elaboración de queso mozzarella	13
1.3.2.14 Proceso de elaboración de queso mozzarella	14
1.3.2.15 Consideraciones para el diseño	17
1.4 Beneficiarios directos e indirectos.....	19
1.4.1 Beneficiarios Directos.....	19
1.4.2 Beneficiarios Indirectos.....	20

CAPITULO II.....	21
2 OBJETIVOS DEL PROYECTO	21
2.1 Objetivo General	21
2.2 Objetivos Específicos.....	21
CAPÍTULO III	22
3 ESTUDIO TÉCNICO PRELIMINAR	22
3.1 Localización del proyecto.....	22
3.2 Ingeniería del proyecto.....	23
3.2.1 Tipo de estudio	23
3.2.2 Metodología	23
3.2.2.1 Métodos	23
3.2.2.2 Técnicas.....	24
3.2.3 Resultado de la caracterización de la materia prima	29
3.2.4 Ensayos a escala de laboratorio para la elaboración de queso mozzarella	32
3.2.4.1 Composición esencial y factores de calidad	32
3.2.4.2 Requerimientos de materia prima e insumos, materiales y equipos	32
3.2.4.3 Descripción del proceso a nivel de laboratorio	33
3.2.5 Operaciones unitarias del proceso	40
3.2.5.1 Filtración.....	40
3.2.5.2 Pasteurización	40
3.2.5.3 Agitación	40
3.2.6 Variables y parámetros del proceso.....	40
3.2.7 Balance de materia y energía	42
3.2.7.1 Datos adicionales	42
3.2.7.2 Balance de masa.....	42
3.2.7.3 Balance de energía	51
3.2.8 Dimensionamiento de equipos.....	53
3.2.8.1 Diseño de la marmita.....	53

3.2.8.2	Diseño para el sistema de agitación	57
3.2.8.3	Diseño de lira vertical.....	62
3.2.8.4	Diseño del tanque de hilado y amasado.....	64
3.2.8.5	Diseño de mesa de moldeo	66
3.2.9	Resultados del dimensionamiento de equipos.....	66
3.2.10	Proceso de producción	68
3.2.10.1	Materia prima, aditivos e insumos	68
3.2.10.2	Diagrama del proceso de elaboración de queso mozzarella	69
3.2.10.3	Descripción del diagrama del proceso de elaboración de queso mozzarella	70
3.2.11	Validación del proceso	72
3.2.12	Distribución de la planta	74
3.2.12.1	Descripción de áreas de la planta	74
3.2.12.2	Capacidad de producción.....	75
3.2.13	Requerimiento de tecnología, equipos y maquinaria	76
3.2.14	Análisis costo-beneficio del proyecto	78
3.2.15	Cronograma de actividades	85
	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	86
	CONCLUSIONES	88
	RECOMENDACIONES.....	89
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Composición de la leche de varios mamíferos.....	6
Tabla 2-1: Contenido de minerales en la leche.....	9
Tabla 3-1: Requisitos de aspectos de queso mozzarella.....	11
Tabla 4-1: Requisitos del queso mozzarella.....	11
Tabla 5-1: Requisitos microbiológicos para queso mozzarella.....	11
Tabla 6-1: Composición nutricional del queso mozzarella.....	12
Tabla 7-1: Agitador tipo rejilla de palas planas inclinadas.....	18
Tabla 8-1: Semejanzas geométricas impulsor tipo palas planas.....	18
Tabla 1-3: Macro localización.....	22
Tabla 2-3: Micro localización.....	23
Tabla 3-3: Requisitos físico-químicos de la leche cruda.....	25
Tabla 4-3: Requisitos microbiológicos de la leche cruda.....	25
Tabla 5-3: Determinación de la densidad relativa.....	26
Tabla 6-3: Determinación de pH.....	26
Tabla 7-3: Determinación de acidez titulable en la leche.....	27
Tabla 8-3: Parámetros que analiza el equipo Ekomilk Ultra.....	28
Tabla 9-3: Análisis físico-químico de leche cruda de la planta de lácteos “SIERRALAC”.....	30
Tabla 10-3: Análisis de la densidad relativa de leche cruda.....	31
Tabla 11-3: Análisis de pH en leche cruda.....	31
Tabla 12-3: Análisis microbiológicos de leche cruda de la planta de lácteos “SIERRALAC”.....	31
Tabla 13-3: Materia prima e Insumos.....	33
Tabla 14-3: Materiales y Equipos necesarios para la elaboración de queso mozzarella.....	33
Tabla 15-3: Formulación de ensayos para la elaboración de queso mozzarella.....	34
Tabla 16-3: Variables y Parámetros del proceso.....	41
Tabla 17-3: Datos Adicionales.....	42
Tabla 18-3: Dimensiones de la marmita.....	67
Tabla 19-3: Dimensiones de lira vertical.....	67
Tabla 20-3: Dimensiones del tanque de hilado y amasado.....	68
Tabla 21-3: Dimensiones de mesa de moldeo.....	68
Tabla 22-3: Materia prima, aditivos e insumos.....	69
Tabla 23-3: Análisis físico de queso mozzarella.....	73
Tabla 24-3: Análisis bromatológico de queso mozzarella.....	73
Tabla 25-3: Análisis microbiológico de queso mozzarella.....	73
Tabla 26-3: Equipos que la planta posee.....	76

Tabla 27-3: Equipos requeridos para la producción de queso mozzarella	77
Tabla 28-3: Equipos y materiales para controlar el proceso.....	78
Tabla 29-3: Costo de materia prima directa por unidad.....	78
Tabla 30-3: Costo de materia prima y mano de obra mensualizada	79
Tabla 31-3: Producción de empaques al mes	79
Tabla 32-3: Costos indirectos de producción	79
Tabla 33-3: Precio de venta al público.....	80
Tabla 34-3: Punto de equilibrio	80
Tabla 35-3: Costo de maquinaria y equipos	80
Tabla 36-3: Costos de mantenimiento y seguros de equipos y maquinaria.....	80
Tabla 37-3: Costos de muebles y enseres.....	81
Tabla 38-3: Costos y gastos de depreciación y seguros	81
Tabla 39-3: Unidades de queso mozzarella a producir	81
Tabla 40-3: Presupuesto de ventas a 5 años	82
Tabla 41-3: Costos de permisos de funcionamiento	82
Tabla 42-3: Presupuesto de costos a 5 años	82
Tabla 43-3: Flujo de caja.....	83
Tabla 44-3: Indicadores VAN Y TIR	83
Tabla 45-3: Ingresos y Egresos	83
Tabla 46-3: Cronograma de actividades.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Leche y sus derivados	5
Figura 2-1: Fermentos Lácticos.....	14
Figura 3-1: Tanque típico de proceso con agitación.....	17
Figura 4-1: Lira vertical y horizontal.....	19
Figura 1-3: Balance de masa etapa de filtrado	43
Figura 2-3: Balance de masa en la marmita	44
Figura 3-3: Balance de masa en la mesa de desuerado	46
Figura 4-3: Balance de masa en la etapa de hilado.....	47
Figura 5-3: Balance de masa en la etapa de prensado.....	48
Figura 6-3: Balance global de masa para la elaboración de queso mozzarella	50
Figura 7-3: Diagrama de número de potencia en función de NRe	60
Figura 8-3: Diagrama de proceso de elaboración de queso mozzarella.....	69
Figura 9-3: Cantidad de producción por día.....	75

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1-3: Cálculo de masa de leche	43
Ecuación 2-3: Establecido por la primera ley de la termodinámica.	51
Ecuación 3-3: Cálculo de flujo de calor retenido en la pared del tanque.	51
Ecuación 4-3: Cálculo del área de transferencia de calor.....	51
Ecuación 5-3: Cálculo de flujo de calor necesario para calentar la leche.	52
Ecuación 6-3: Cálculo de la capacidad calorífica de leche.	52
Ecuación 7-3: Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor.....	53
Ecuación 8-3: Cálculo de volumen de diseño de marmita	54
Ecuación 9-3: Cálculo de volumen de cámara de ebullición de marmita.	54
Ecuación 10-3: Cálculo del diámetro interno de la cámara de ebullición.	54
Ecuación 11-3: Cálculo de radio interno de la cámara de ebullición.....	55
Ecuación 12-3: Cálculo de la altura total de la cámara de ebullición.	55
Ecuación 13-3: Cálculo de espacio de la chaqueta y cámara de ebullición.....	55
Ecuación 14-3: Cálculo del diámetro de chaqueta.....	56
Ecuación 15-3: Cálculo de altura total de la chaqueta	56
Ecuación 16-3: Cálculo de volumen de chaqueta	56
Ecuación 17-3: Cálculo de longitud del brazo de agitador.....	57
Ecuación 18-3: Cálculo de espesor del agitador.....	57
Ecuación 19-3: Cálculo del diámetro de agitador.....	58
Ecuación 20-3: Semejanza para el cálculo de la distancia entre el fondo del tanque y la paleta.	58
Ecuación 21-3: Cálculo de altura de la paleta.	58
Ecuación 22-3: Cálculo de distancia entre rejillas.	59
Ecuación 23-3: Cálculo del Número de Reynolds.....	59
Ecuación 24-3: Cálculo de la potencia del motor.	60
Ecuación 25-3: Cálculo de energía consumida.....	61
Ecuación 26-3: Cálculo del espesor de la lira.....	62
Ecuación 27-3: Cálculo de paleta de la lira.	62
Ecuación 28-3: Cálculo de altura total de la lira.....	63
Ecuación 29-3: Cálculo de distancia entre el fondo del tanque y la lira.	63
Ecuación 30-3: Cálculo de la distancia entre hilo e hilo.	63
Ecuación 31-3: Cálculo de volumen de diseño del tanque de hilado.....	64
Ecuación 32-3: Cálculo de volumen total del tanque de hilado.....	64
Ecuación 33-3: Cálculo del diámetro del tanque de hilado y amasado.....	64
Ecuación 34-3: Cálculo de radio interno del tanque de hilado.	65

Ecuación 35-3: Cálculo de altura del tanque de hilado.	65
Ecuación 36-3: Cálculo de volumen de la mesa de moldeo.	66

ÍNDICE DE ANEXO

- Anexo A:** NTE INEN 9:2012. Leche cruda. Requisitos Físico-químicos
- Anexo B:** NTE INEN 9:2012. Leche cruda. Requisitos Microbiológicos
- Anexo C:** Resultados de la caracterización de leche en el Laboratorio de Agrocalidad
- Anexo D:** Resultados de análisis microbiológico en el laboratorio SAQMIC
- Anexo E:** Resultados de análisis bromatológico en el laboratorio SAQMIC
- Anexo F:** Muestreo y proceso de elaboración de queso mozzarella
- Anexo G:** Proceso de elaboración de queso mozzarella
- Anexo H:** Proceso de elaboración de queso mozzarella
- Anexo I:** Proceso de elaboración de queso mozzarella
- Anexo J:** Diseño de Marmita
- Anexo K:** Diseño de sistema de agitación y lira vertical
- Anexo L:** Diseño de mesa de moldeo
- Anexo M:** Diseño de tanque de hilado y diagrama de proceso
- Anexo N:** Diagrama de distribución de planta
- Anexo O:** Salarios mínimos sectoriales 2018 y costos de equipos

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ΔT	Gradiente de temperatura
$^{\circ}C$	Grados centígrados
K	Grados kelvin
g	Gramos
h	Horas
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
J	Joule
kg	Kilogramos
KJ	Kilojoule
KW	Kilowatt
L	Litros
μg	Microgramo
ml	Mililitros
min	Minutos
m	Metros
m^2	Metros cuadrados
m^3	Metros cúbicos
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
s	Segundos
W	Watt

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de titulación fue el diseño de un proceso industrial para la elaboración de queso mozzarella en la Corporación de Organizaciones Campesinas e Indígenas de las Huaconas y Culluctus (COCIHC), Cantón Colta, se inició con la caracterización físico-química y microbiológica de la leche basado en la norma NTE INEN 9:2012. Se realizó pruebas a nivel de laboratorio, para determinar el método más adecuado de elaboración de queso mozzarella y las variables que están inmersas en el proceso. Se llegó a determinar que el método adecuado es el de fermentación enzimática por su alto rendimiento y las variables del proceso fueron: temperatura de pasteurización a 65 °C durante 30 minutos, temperatura de enfriamiento a 40 °C, tiempo de acidificación de 1-3 horas, temperatura de hilado a 70 °C y tiempo de salado de 3 horas. El proceso de elaboración de queso mozzarella a partir de un volumen de 500 L de leche constará de los siguientes equipos: marmita de $V_{Tce} = 0,575 m^3$ con sistema de agitación, lira vertical, tanque de hilado de $V_{TH} = 0,1725 m^3$ y mesa de moldeo. La validación del diseño de proceso de elaboración de queso mozzarella se efectuó en base a la NTE INEN 82: Queso mozzarella. Requisitos, cuyos resultados indican que el producto obtenido es apto para el consumo y por tanto para la comercialización. Mediante el estudio de análisis financiero se verificó que el proyecto es económicamente viable y aceptable, para garantizar la inocuidad del producto se recomienda aplicar las buenas prácticas de manufactura.

Palabras clave: <INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA>, <LECHE>, <ACIDIFICACIÓN>, <HILADO>, <VARIABLES DE DISEÑO>, <DISEÑO DE EQUIPOS>, <QUESO MOZZARELLA>.

ABSTRACT

The objective of the current degree work was the design of an industrial process for the elaboration of mozzarella cheese in the Corporation of Campesino and Non-indigenous Organizations of Huaconas and Culluctus (COCIHC), Canton Colta. It began with the physicochemical and microbiological characterization of milk based on the NTE INEN 9: 2012 standard. Laboratory tests were carried out to determine the most adequate method of making mozzarella cheese and the variables that are immersed in the process. We determined that the adequate method is the enzymatic fermentation for its high performance and the process variables were: pasteurization temperature 65 °C for 30 minutes, a temperature of cooling to 40 °C, acidification time of 1-3 hours, a temperature of spinning at 70 °C and salting time of 3 hours. The process of making mozzarella cheese from a volume of 500 L of milk consists of the following equipment: $V_{TCE} = 0.575\text{m}^3$ with agitation system, vertical mixer, a spinning tank of $V_{TCE} = 0.1725\text{ m}^3$ and molding table. The validation of the process design of mozzarella cheese was made based on NTE INEN 82: Mozzarella cheese. Requirements, which results indicate that the product obtained is suitable for commercialization. Through the study of financial analysis, it was verified that the project is economically viable and acceptable, to ensure the safety of the product it is recommended to apply good manufacturing practices.

Keywords: <CHEMICAL ENGINEERING AND TECHNOLOGY>, <MILK>, <ACIDIFICATION>, <SPIN>, <VARIABLES DESIGN>, <DESIGN OF EQUIPMENT>, <MOZZARELLA CHEESE>.

CAPÍTULO I

1 DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Identificación del Problema

A nivel mundial, nacional y local la producción de leche se ha incrementado paulatinamente, constituyéndose en uno de los sectores más importantes referente a la generación de empleo en el sector agrícola y en la economía de los países. (Ruíz, 2017)

La producción lechera en el Ecuador, constituye una actividad productiva sustancial por razones de orden económico y nutricional. Según estudios estadísticos realizados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP), indica que existen más de 600.000 personas que dependen directamente de la producción de leche y varía en cada zona de acuerdo a la disponibilidad que tengan en su medio y los requerimientos de cada población, siendo un ingreso relativamente seguro y creciente en los últimos días para los pequeños productores. (Cuichán, 2006; Sémpér, 2016; Toro, 2011)

Dentro de la industrialización de las pequeñas empresas se presentan inconvenientes debido al mal manejo de la materia prima durante la transformación, ciertamente por el medio y la falta de capacitación técnica al respecto, ya que en mucho de los casos se siguen manteniendo la forma de producción tradicional, ya sea por falta de recursos económicos para la implementación o por desconocimiento, resultando bajo el rendimiento de la producción. Además, cabe resaltar que la mayoría de las pequeñas empresas únicamente producen un solo tipo de producto, presentando una desventaja en el mercado ya que no es reconocido por los consumidores, motivo por el cual es importante proponer alternativas que permita producir otro tipo de derivados lácteos que puedan competir con otras empresas siempre y cuando cumplan con los altos estándares de calidad.

La planta procesadora de queso fresco “SIERRALAC” pertenece a La Corporación de Organizaciones Campesinas e Indígenas de las Huaconas y Culluctus (COCIHC), se encuentra ubicada en la parroquia de Sicalpa, Cantón Colta, Provincia de Chimborazo, fue creada con fines de generar economía para los habitantes del sector, cuyo producto es certificado con la NTE INEN 1528: Norma general para queso frescos no maduros. Requisitos.

La quesera receipta alrededor de 1000 litros de leche diario, de los cuales 400 L se procesan para la elaboración de queso fresco en presentaciones de 500 y 1000 gramos con el fin de brindar a los consumidores un producto de calidad y que conserve su valor nutritivo, esto permite solventar la economía de la organización para mejorar la calidad de vida de la zona en la cual habitan, mientras que la cantidad restante de leche entregan a otras industrias lácteas; con el fin de contribuir en la mejora continua de la corporación se ha visto la necesidad de realizar el DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO MOZZARELLA a partir de la leche de vaca, la cual permita ayudar a que la empresa siga creciendo y buscando nuevos mercados.

1.2 Justificación del Proyecto

La leche es un producto tradicional de mayor consumo en la dieta del ser humano, debido a las diversas propiedades nutricionales que brinda. La industrialización de los derivados lácteos ha desarrollado tecnologías apropiadas para cada tipo de producto y principalmente la elaboración de una gran variedad de quesos.

Generalmente se estima que el origen de queso fue entre el año 8000 A.C y 3000 A.C, según datos arqueológicos manifiestan que Europa fue pionero en ingeniarse para la elaboración y producción de queso, transformándolo en un producto de consumo masivo. Gracias al imperio europeo, poco a poco el queso se ha dado a conocer en todo el mundo. En Suiza (1815) se creó la primera fábrica para la producción industrial del queso, pues desde ese entonces se difundió por todo el mundo hasta la actualidad, mejorando día a día la calidad del producto con la ayuda de la tecnología. (Ruíz, 2017)

Dentro de la industria láctea una de las tecnologías más relevantes que se ha desarrollado es la elaboración de quesos, aprovechando todos los nutrientes que presentan la leche y así obtener quesos que presenten características nutritivas y de sabor muy exquisito como es el caso del queso mozzarella. El queso mozzarella tiene su origen en Italia, desde allí se difundió por el resto del mundo, es un queso de pasta hilada de masa acidificada, antiguamente elaborado con leche de búfala, visto que es escasa de conseguir la leche de búfala hoy en día es reemplazado con leche de vaca y ocupa un gran puesto en el mercado de la pizzería y de la industria quesera. Los elementos nutricionales que aporta este producto son: proteínas, grasas, vitaminas y minerales tales como; calcio, hierro y fósforo, permitiendo así el buen funcionamiento del organismo. (Quinzo, 2015; Sémpér, 2016; Toro, 2011)

Mediante estudios realizados, los científicos han descubierto que es el mejor queso calificado para el horneado de una pizza, debido a los bajos niveles de grasa y su elasticidad en general, lo que permite un dorado y viscosidad únicos al momento de cocinar. Los beneficios nutricionales que brinda este tipo de queso es que, al ser un alimento rico en fósforo, ayuda a mantener los huesos y dientes sanos así también una piel equilibrada, mayor resistencia física y contribuye a mejorar las funciones biológicas del cerebro. Además, por poseer un alto contenido de calcio es esencial para los huesos y consumo durante el embarazo. (Sémper, 2016)

La salud alimentaria exige que los productos de consumo masivo sean aptos para el consumo humano tanto en las características bromatológicas, microbiológicas y organolépticas basadas en la NTE INEN 0082: Queso Mozzarella. Requisitos, es por ello la importancia de realizar un estudio de la calidad microbiológica del queso mozzarella en la micro empresa COCIHC, debiéndose conocer la calidad microbiológica de los productos que elabora esta empresa para garantizar la salud de los consumidores. (Inen, 2011)

Por tanto, es significativo emprender acciones al respecto, como por ejemplo al proponer una alternativa de producción, que ofrezca a los pequeños productores la elaboración de un producto de calidad y con un buen rendimiento, pudiéndose convertir los mismos en la generación de economía propia para el sector.

1.3 Línea base del proyecto

1.3.1 Antecedentes de la empresa

La microempresa “SIERRALAC” perteneciente a la Corporación de Organizaciones Campesinas e Indígenas de las Huaconas y Culluctus (COCIHC), tiene sus inicios el 12 de noviembre de 1993. Gracias a la gestión de los dirigentes y previo a un acuerdo de cooperación firmado con la Fundación Marco han conseguido la construcción de las instalaciones y el equipamiento de la línea de producción de queso fresco. En el año 2002, previo al asesoramiento, capacitación técnica en el área, es puesta en marcha con la producción de queso fresco, a fin de brindar un producto de calidad y propio del sector.

Se encuentra ubicada en las calles dos de agosto y Magdalena Dávalos, Parroquia Sicalpa, Cantón Colta, Provincia de Chimborazo. La organización está conformada por 10 comunidades que abarca 225 familias, de los cuales el 48 % son hombres y el 52% mujeres, siendo 7 comunidades

de la misma organización los proveedores de leche, entre ellos son: Huacona la Merced, Huacona San Isidro, Huacona San José, Compañía Labranza, Asociación El Belén y Cotojuan.

Pues con la ayuda de varias instituciones y la gestión de los dirigentes han logrado a que la microempresa siga creciendo poco a poco durante estos años. A partir del año 2014 hasta 2017 la microempresa tuvo caídas, suscitados por problemas internos entre los dirigentes y los trabajadores de la misma pero también por la situación que se dio a nivel del país ocasionado por la implementación del sistema de semaforización de alimentos, así como también por los cambios del personal de trabajo, de manera que afectó tanto en ventas como en el desarrollo y crecimiento de la microempresa. Razón por el cual en el año 2018 toman la decisión de nombrar y contratar personal con conocimiento y experiencia en el área.

Actualmente la microempresa “SIERRALAC” recepta alrededor de 1000 litros de leche al día, de los cuales 400 litros/día es procesada para la elaboración de queso fresco en presentaciones de 500 y 1000 gramos y el resto de leche es entregada a otra industria láctea en la ciudad de Riobamba. Los productos elaborados son comercializados en la ciudad de Machala, Naranjito, en el centro de la ciudad “Villa la Unión” y sus alrededores del cantón Colta, puesto que sus productos tienen buena aceptación por los consumidores. Los dirigentes de dicha organización, a fin de proveer nuevos productos en el mercado pretenden la producción de otro tipo de queso, tal es el caso del queso mozzarella y a futuro la del yogurt, manjar asegurando así la higiene alimentaria y calidad del producto. Esto permite impulsar al desarrollo y crecimiento de la microempresa, cuyo resultado también aporta a mejorar las condiciones de vida de los socios y productores de leche.

1.3.2 Marco conceptual

1.3.2.1 Leche

La leche es un líquido secretado por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos, obtenida por el ordeño completo de una o más vacas bien alimentadas y en buen estado de salud, caracterizado por poseer alto valor nutricional. (Alais, 1985, pp. 4-5; Revilla, 1985, p. 11)



Figura 1-1: Leche y sus derivados
Fuente: Araneda Mabel, 2018

1.3.2.2 Características organolépticas

- **Color:** generalmente la leche fresca es de color blanco, presenta una coloración crema cuando es muy rica en grasa y blanco con ligero tono azulado por ser deficiente en contenido graso.
- **Olor:** la leche fresca casi no tiene un olor característico, pero puede adquirir con mucha facilidad de los recipientes que la contienen en los que se almacena y transporta; además el olor de la leche puede ser alterado por ciertas clases de forrajes. (Serrano, 2017, pp. 18-19)
- **Sabor:** la leche fresca presenta un sabor ligeramente dulce, esto es debido a que contiene lactosa, de igual forma puede resultar un sabor rancio y olor desagradable como consecuencia de la hidrólisis de la grasa; además una vez finalizado la etapa de lactancia el sabor de la leche suele resultar salado, esto se debe al incremento de cloruros.

1.3.2.3 Propiedades físicas

- **pH:** cerca a neutro, varía entre 6.5 y 6.8. Este suele modificarse por algunos factores como: estado sanitario de la glándula mamaria, cantidad de CO₂ disuelto, desarrollo de microorganismos que transforman la lactosa en ácido láctico.
- **Acidez:** la leche fresca tiene una acidez de 0.16%. Una acidez mayor al 16% puede ser originada por la acción de contaminantes microbiológicos, mientras que menor al 15% es resultado de la mastitis, aguado de la leche alterada por algún producto alcalinizante. (Alais, 1985, p. 260)

- **Punto de congelación:** la leche se congela por debajo de 0 °C, la presencia de sales minerales y lactosa hace que el punto de congelación de la leche sea menor a la del agua, con un valor promedio de -0.513.
- **Punto de ebullición:** la leche hierve a una temperatura de 100.2 °C, como se aprecia es mayor a la del agua, en efecto porque el azúcar y las sales disueltas producen la reducción de la tensión de vapor del líquido.
- **Calor específico:** la leche completa tiene un valor que oscila entre 0.93-0.94 cal/g°C, mientras que la leche descremada tiene 0.96 cal/g°C, en efecto es un poco menor a la del agua.

1.3.2.4 Composición química

La composición química de la leche varía de acuerdo a varios factores, tales como: raza, estado nutricional, clima, edad, estado de lactación., estado de salud. A continuación, en la tabla 1-1 se indica la composición de la leche de algunos mamíferos:

Tabla 1-1: Composición de la leche de varios mamíferos.

Especie	% Agua	% Grasa	% Proteína
Vaca	87	3.8	3.35
Humana (mujer)	87	3.8	2.30
Cabra	86	4.8	4.30
Oveja	83	5.3	6.30
Yegua	90	0.6	2.10
Burra	91	1.2	1.50
Rata	68	14.8	11.77
Búfala	82	8.0	4.0
Camello	88	5.4	3.0
Llama	86	3.2	3.9
Cerda	82	6.85	6.2
Coneja	70	10.5	15.5

Fuente: Revilla, 1985, p. 14

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

La leche es considerada como uno de los alimentos más completos que la naturaleza ofrece, puesto que en su composición contiene proteínas, azúcares, grasas, vitaminas, enzimas y algunos minerales.

Agua: componente que se encuentra en mayor cantidad, varía entre un 84-89%, en su mayor parte se presenta en forma de agua libre y un cierto porcentaje (no más del 4%) como agua ligada a otras sustancias principalmente con proteínas y fosfolípidos. (Serrano, 2017)

Grasa: Se encuentra en forma de glóbulos grasos formando una emulsión, de diámetro que oscila de 0.1 a 20 micras, de modo que a mayor diámetro es más fácil de separar. (Artica, 2014). Constituido por triglicéridos, varía entre 3.5-6.0%, brinda características específicas a la leche y sus derivados, su contenido suele cambiar debido a la raza y las prácticas de alimentación., es decir, los glóbulos grasos están constituidos en un 96% de triglicéridos (unión de glicerol y ácidos grasos), 2% de diacilglicerol, 1% de fosfolípidos, < a 0.5 % de colesterol y 0.1 % de ácidos grasos libres.

La grasa está estrechamente relacionada con la nutrición, sabor, propiedades físicas de la leche y derivados, incluso con la economía.

Proteínas: la caseína es la proteína más importante y de gran interés tecnológico, se encuentra en una proporción del 80% de las proteínas en forma de caseinato de calcio, de aspecto blanco amarillento y en forma granular, en estado puro es de color blanco, insípido e inodoro, responsable de brindar el color característico a la leche, cuya concentración oscila entre 3.0-4.0% y puede variar con la raza de la vaca y la cantidad de grasa.

Está conformada por cuatro componentes básicos: α , β , γ y k caseína, mismas que varían dependiendo del contenido de fósforo y la composición de aminoácidos. Además, en la leche existen otros componentes proteicos denominados proteínas del suero láctico, las cuales se dividen en albuminas (18%) y globulinas (84%). (Alais, 1985 & Revilla, 1985)

Hidratos de carbono: la lactosa es el disacárido que se encuentra en la leche y único en la naturaleza, formado por una molécula de glucosa y otra de galactosa, de fórmula molecular $C_{12}H_{22}O_{11}$, cuya concentración oscila entre 4.8-5.2%.

La lactosa presenta un débil sabor dulce, debido a la presencia de la caseína y en comparación con el azúcar normal (sacarosa) su poder endulzante es seis veces menor. Es un azúcar poco soluble, sin embargo, su solubilidad aumenta considerablemente al adicionar el calor.

Vitaminas: la leche abarca una fuente importante de vitaminas, constituidas por pequeñas moléculas de varias estructuras, mismas que son necesarias para el funcionamiento de los procesos vitales debido a que el organismo no es capaz de sintetizarlo. (Alais, 1985, pp. 243-246)

- **Vitaminas liposolubles (A, D Y E):** son agrupadas a la materia grasa y se encuentran en la nata y en la mantequilla luego del desnatado.
- **Vitaminas hidrosolubles (B1, B2, C, etc.):** se hallan en la fase acuosa, es decir, en la leche desnatada y lactosuero.

Enzimas: son sustancias proteicas, conocido como biocatalizadores debido a que aceleran o retardan los procesos biológicos. La leche cruda brinda una gran cantidad de enzimas, entre ellas: fosfatasa, catalasa, aldosa, amilasa, esterasa, galactasa, lipasa, lactoperoxidasas, proteasa, ribonucleosas, xantina-oxidasa; caracterizados por poseer un elevado grado de especificidad.

- Fosfatasa: la presencia en la leche indica que no se ha llevado de manera correcta la etapa de pasteurización, excepto en la leche de cabra.
- Catalasa: permite determinar la presencia de mastitis en las vacas.
- Lipasa: hidroliza los triglicéridos al liberar los ácidos grasos de cadena corta.
- Proteasas: provocan que la leche sometida a procesos térmicos se coagule al conservar durante mucho tiempo.

Sustancias minerales: se encuentran asociados en forma de iones o sales no disociadas, varía entre 0.7-0.8% del peso de la leche, su contenido se ve afectado en función del estado sanitario de la vaca, raza, fase de lactación, y las condiciones de alimentación. Entre los más sustanciales son: calcio, fósforo y magnesio. (Patiño, 2014, pp. 21-22)

El calcio tiene importancia tecnológica especialmente en la producción de quesos, puesto que debe estar en cantidad suficiente para que se lleve a cabo la coagulación de las proteínas, caso contrario produce coagulaciones defectuosas al someter la leche a tratamientos térmicos. (Serrano, 2017, p. 21). A continuación, en la tabla 2-1 se indica el porcentaje de las sustancias minerales:

Tabla 2-1: Contenido de minerales en la leche

Minerales	Cantidades (%)
Potasio (K)	0.16
Calcio (Ca)	0.13
Sodio (Na)	0.05
Magnesio (Mg)	0.01
Cloruros (Cl)	0.01
Fósforo (P)	0.01

Fuente: Patiño, 2014, pp.17-21.

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Además, la leche contiene oligoelementos (aluminio, silicio, zinc, hierro, manganeso, etc.) cuyas variaciones depende de la alimentación, contaminación atmosférica y materiales de ordeño.

1.3.2.5 Queso

El Codex Standard 283 define al queso, como el producto blando, semiduro, duro y extra duro, maduro o no maduro, y que puede estar recubierto, en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no sea superior a la de la leche, obtenido por coagulación parcial o total.

Es el producto alimenticio, obtenido a partir de la coagulación de la leche entera, descremada o semidescremada, mediante la acción del cuajo y posterior eliminación del suero, se presenta en forma fresca o madura. (Antezana, 2015, pp. 26-27; Patiño, 2014, p.26)

Con la finalidad de conseguir un queso con características organolépticas y físico-químicas especiales, la calidad de la leche resalta un papel importante, la cual debe cumplir ciertas condiciones como:

- Leche cruda con escaso contenido bacterial.
- La leche debe ser de naturaleza físico-química y organoléptica normal.
- El contenido de proteína coagulable debe encontrarse en proporciones adecuadas.
- Leche cruda libre de sustancias inhibidoras (antibióticos, restos de detergentes, etc.).

1.3.2.6 Queso mozzarella

Según el CODEX STAN 221-2001, lo define queso mozzarella como un queso blando, elástico y no maduro con estructura fibrosa de largas hebras de proteínas orientadas en paralelo, que no presentan gránulos de cuajada, no tiene corteza y se le puede dar diversas formas.

El queso mozzarella es un queso de pasta hilada, blando, de color ligeramente blanco amarillento y de sabor suave. Obtenido de leche pasteurizada o cruda, mediante la adición de fermentos lácticos, al conseguir una adecuada acidez de la cuajada y el proceso de hilado; es un ingrediente óptimo en la pizzería, sandwiches, ensaladas y platos calientes. (Toro, 2011, p. 30)

1.3.2.7 Historia del queso mozzarella

La idea de este tipo de queso surgió antiguamente a falta de medios de conservación, en el cual observaron, que al someter la cuajada al calor se estiraba y adquiría otras características, tales como: estructura firme, menor cantidad de humedad y mayor durabilidad. En la antigüedad elaborada a base de leche de búfala, visto que es escasa de adquirir, en la actualidad procesan a partir de leche de vaca y de oveja y remarca un gran puesto en la pizzería, platos calientes, ensaladas, debido a que se mantienen las propiedades y composiciones originarias de la leche. (Murieles, 2012; Sémpér, 2016; Toro, 2011)

1.3.2.8 Características del Queso Mozzarella

La norma INEN 0082: 2011. Queso Mozzarella. Requisitos, indica que el producto debe cumplir con ciertas especificaciones, a continuación, se detallan en la tabla 3-1:

Tabla 3-1: Requisitos de aspectos de queso mozzarella

Parámetros	Características
Forma	<ul style="list-style-type: none"> Ovoidal (pera) y de diversas dimensiones.
Corteza	<ul style="list-style-type: none"> Consistencia semidura. Aspecto liso.
Pasta	<ul style="list-style-type: none"> Textura blanda y elástica. Sin agujeros.
Color	<ul style="list-style-type: none"> Uniforme. Varía de blanco a amarillo brillante.
Sabor	<ul style="list-style-type: none"> Ligeramente ácido (característico de este tipo de queso).

Fuente: Norma Inen 82:2011. Queso Mozzarella. Requisitos

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Tabla 4-1: Requisitos del queso mozzarella

REQUISITOS	Mín.	Máx.	MÉTODO DE ENSAYO
Humedad	-	60	INEN 63
Grasa en el extracto seco	45	-	INEN 64

Fuente: NTE INEN 82:2011. Queso Mozzarella. Requisitos

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Tabla 5-1: Requisitos microbiológicos para queso mozzarella

REQUISITO	n	m	M	c	Método de ensayo
<i>Enterobacteriaceas</i> UFC/g	5	$2 \cdot 10^2$	10^3	1	NTE INEN 1529-13
<i>Escherichia coli</i> UFC/g	5	<10	10	1	AOAC 991.14
<i>Stafilococcus Aureus</i> UFC/g	5	10	10^2	1	NTE INEN 1529-14
<i>Listeria monocytogenes</i> /25 g	5	Ausencia	-		ISO 11290-1
<i>Salmonella</i> en 25 g	5	Ausencia	-	0	NTE INEN 1529-15

Fuente: NTE INEN 82:2011. Queso Mozzarella. Requisitos

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Dónde:

n = Numero de muestras a examinar

m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M = Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.

c = Número de muestras permisibles con resultados entre m y M .

1.3.2.9 Valor nutricional del queso mozzarella

El queso mozzarella por estar constituidos de sustancias proteicas, alto contenido de vitaminas, minerales, lo convierte en un excelente producto nutritivo. A continuación, en la tabla 6-1 se muestra la composición nutricional de queso mozzarella:

Tabla 6-1: Composición nutricional del queso mozzarella

Composición	Por cada 100 g de porción	Unidad
Energía	223	Kcal
Proteínas	19,90	g
Lípidos totales	16,1	g
Fibra	0	g
Agua	64,4	g
Calcio	632	mg
Hierro	0,20	mg
Magnesio	24	mg
Sodio	373	mg
Potasio	67	mg
Fósforo	428	mg
Riboflavina	0,27	mg
Selenio	14,5	ug
Vitamina B6	0,6	ug
Vitamina A	184	ug

Fuente: Semper, 2016, p. 40.

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

1.3.2.10 Beneficios del queso mozzarella

El queso mozzarella brinda múltiples beneficios por contener nutrientes esenciales para el organismo, como el calcio, el cual es muy bueno para los huesos y se recomienda su consumo durante el embarazo; rico en fósforo, el cual ayuda a mantener los huesos y dientes sanos, piel equilibrada (mantener el pH natural), mayor resistencia física y contribuye a mejorar las funciones biológicas del cerebro. (Ruíz, 2017, p. 35; Sémper, 2016, p. 22)

1.3.2.11 Clasificación del queso mozzarella

Según la Norma Codex Stan 262-2006 para queso mozzarella, clasifica en función del contenido de humedad:

- **Queso mozzarella de alto contenido de humedad:** es un queso blando con capas superpuestas que puede formar bolsas que contengan un líquido de apariencia lechosa. Puede envasarse con o sin el líquido, presenta una coloración casi blanca.
- **Queso mozzarella de bajo contenido de humedad:** es un queso homogéneo, firme, semiduro, sin agujeros y que pueda desmenuzarse.

1.3.2.12 Métodos de fermentación para la elaboración de queso mozzarella

Fermentación ácida: proceso efectuado por adición directa de un ácido orgánico como ácido cítrico, ácido acético, entre otros, de modo que el ácido produce la precipitación de la caseína de la leche formando una especie de coágulo denominado cuajada, dicho coágulo no es muy estable generando así una cuajada frágil, porosa y poco contráctil, el cual requiere un control estricto de las variables del proceso, para evitar un rendimiento bajo, menor tiempo de conservación y susceptible a la contaminación pero el tiempo de producción es corto.

Fermentación enzimática: se produce cuando la lactosa presente en la leche se transforma en ácido láctico por efecto del fermento láctico y la acción del cuajo o por las mismas bacterias lácticas de la leche, produciendo precipitación de la caseína y posterior formación del coágulo. Al emplear cultivo de bacterias termófilas se estima un tiempo de 1-3 horas para conseguir un pH que varíe entre 5,2-5,4, cuyo valor es ideal para que se dé el hilado. (Serrano, 2017, pp. 25-26).

Fermentación ácida-enzimática: es un proceso en el que se efectúa una combinación de las dos fermentaciones anteriormente mencionados, la precipitación de la caseína de la leche se produce mediante la fermentación láctica y ácida.

1.3.2.13 Aditivos o insumos necesarios para la elaboración de queso mozzarella

Fermentos lácticos: es un cultivo de bacterias, cuya composición contiene *Streptococcus Thermophilus* y *Lactobacillus helveticus*, pertenecen a las bacterias gram positivas anaerobias y homofermentativas, cuyo propósito es la de transformar la lactosa presente en la leche en ácido láctico al ocurrir la fermentación, brindando características especiales de sabor y aroma típico del queso. (Serrano, 2017, p.29)

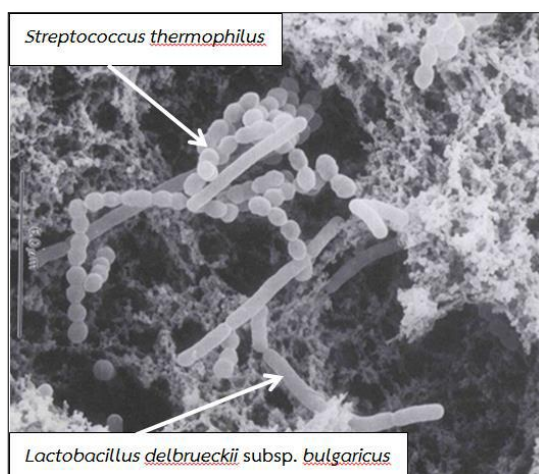


Figura 2-1: Fermentos Lácticos

Fuente: Salles, 2013, p.32.

Cloruro de calcio: compuesto sólido, inodoro de color blanco y cristalino, soluble en agua, cuya función principal es brindar mayor firmeza mecánica a la cuajada, de manera particular cuando la leche es pasteurizada porque durante esta etapa se da un proceso normal de precipitación del calcio; caso contrario su rendimiento es bajo debido a que si no se adiciona genera una cuajada con poca firmeza mecánica y de modo que al realizar el corte produce granos finos de cuajada, el cual se elimina en el suero generando pérdidas en el proceso.

Cuajo: sustancia que tiene la capacidad de coagular la caseína de la leche, luego al separarse la caseína y parte de la grasa se obtiene el queso. Obtenido del cuarto de estómago de terneros lactantes entre 10 y 30 días de nacido, el cual contiene dos enzimas llamada quimosina presente en más del 80% del cuajo y la enzima pepsina, pero también existen enzimas de origen vegetal (higuera) y microbiano. (Patiño, 2014, p.27)

1.3.2.14 *Proceso de elaboración de queso mozzarella*

Recepción de la materia prima: verificación que la leche sea de calidad, higiénica y apta para el procesamiento mediante la determinación de parámetros, como: densidad, acidez, etc. (Marín, 2012)

Filtración: operación que consiste en retener la mayor cantidad de material sedimentable (pelos, paja, polvo y otros residuos) presente en la leche. Comúnmente, en las plantas lecheras utilizan telas de algodón (lienzo) o materiales de celulosa, las cuales deben estar completamente limpias y deben cambiarse frecuentemente. (Revilla, 1985; Zamorán, pp. 34-37)

Pasteurización: es un tratamiento térmico que mediante la aplicación de calor permite la destrucción de los microorganismos patógenos presentes en la leche, procurando sin modificar los componentes de la misma.

Generalmente, la pasteurización de la leche con fines para la elaboración de quesos se efectúa mediante dos tipos de tratamiento:

- **Tratamiento lento:** es el proceso que consiste en calentar la leche hasta 65 °C durante 30 minutos y después enfriar de 38-40 °C.
- **Tratamiento rápido:** es el proceso que consiste en calentar la leche hasta 70 -72°C durante 15 minutos y después enfriar a 37 °C.

Adición de fermento: se puede utilizar tres tipos de fermentación, siendo esta fermentación ácida, enzimática y una combinación de las dos anteriores. El fermento láctico es específicamente diferente para cada tipo de queso.

Adición de cloruro de calcio: consiste en agregar la cantidad adecuada de cloruro de calcio a una temperatura que varía entre 38 - 40 °C.

Adición de cuajo: consiste en agregar cuajo (quimosina) a una temperatura de 38 – 40 °C y mezclar suavemente durante un tiempo de 2 min con el fin de obtener una mezcla homogénea. La cantidad de cuajo que se le adiciona es de 10 ml por cada 100 L.

Coagulación y reposo de la cuajada: etapa en el cual se lleva a cabo la precipitación de la caseína dando lugar a la formación de un gel desestabilizado de micelas de caseína. La cuajada debe permanecer en reposo durante un tiempo de 30-40 min y a una temperatura de 40-42 °C, puesto que gracias a esta temperatura las bacterias se desarrollan de manera adecuada. (Patiño, 2014)

Corte de la cuajada: se lleva a cabo con el principal objetivo de eliminar el suero. La cuajada antes de fragmentar debe cumplir ciertas condiciones, tales como: firmeza suficiente y resistencia al corte, ya que una cuajada blanda se fragmenta originando trozos muy pequeños de cuajada, cuyo efecto produce la disminución en el rendimiento; mientras que una cuajada dura es compleja al momento de trabajar ocasionando una capa seca en la superficie de los trozos.

El corte incide en el tipo de queso a elaborar, ya que cortes pequeños se lo realiza para quesos de bajo contenido de humedad y quesos semimaduros y maduros, mientras que cortes grandes

específico para quesos blandos; para el caso del queso mozzarella se realiza cortes en trozos de aproximadamente de 3-4 cm. (Alais, 1985; Marín, 2012; Serrano, 2017)

Agitación de la cuajada: permite que los trozos de la cuajada obtengan una consistencia dura y no se logre romper fácilmente, debe ser una agitación suave y lenta para evitar pérdidas de grasa y proteínas, evitando afectar en el rendimiento del proceso y la calidad del producto. (Patiño, 2014). Posteriormente se elimina las 2/3 partes del suero.

Acidificación: la cuajada queda en reposo a una temperatura de 38-40 °C durante un tiempo de 1 a 3 horas, puesto que de esta etapa depende el punto óptimo de hilado.

Desuerado completo: una vez transcurrido el tiempo estimado para la acidificación y de haber conseguido que el pH sea de 5.2, se elimina el suero.

Corte de la cuajada: consiste en fragmentar en trozos pequeños aproximadamente de 8 a 10 cm, posteriormente para que sea sometido a un proceso térmico.

Hilado de la cuajada: proceso mediante el cual la cuajada previamente acidificada es sometida a un tratamiento térmico en agua a una temperatura de 70 °C durante un tiempo de 2 min con el fin de que la cuajada se ablande y tenga la capacidad de estirarse.

Moldeado y Prensado: la masa hilada y amasada se coloca en moldes de diferente tamaño y forma, mediante la ayuda de prensado sea manual o mecánico se obtiene un producto de estructura firme.

Enfriado: consiste en pasar agua fría a una temperatura de 5-10 °C durante 15-25 minutos. Puesto que el queso sale a una temperatura de 58 °C.

Inmersión en salmuera: consiste en introducir los quesos en una solución de sal, a una concentración del 23 % por un tiempo de 3 horas.

Empacado: para que el producto sea comercializado se coloca en fundas plásticas

Almacenado: generalmente, en la industria alimentaria el producto final debe ser conservado a una temperatura de 4 °C, en un lugar adecuado ya que es susceptible la contaminación.

1.3.2.15 Consideraciones para el diseño

- **Sistema de agitación**

En la mayoría de los procesos industriales que implique agitación y mezcla requieren de dichos sistemas, pues de ella depende el éxito de muchas operaciones industriales. Aunque de manera frecuente suelen confundirse, agitación y mezcla no significan lo mismo. (Mc Cabe et al., 1998:pp.242-243).

La agitación hace referencia al movimiento inducido de un material en una manera específica, generalmente con un modelo circulatorio en el interior del tanque o contenedor, caso específico a tratarse en la presente investigación. La mezcla es una distribución al azar de dos o mas fases que inicialmente están separadas.

Equipo de agitación

Los líquidos son agitados en tanques o recipientes de forma cilíndrica, constituido por un rodete, mismo que es provisto sobre un eje vertical y accionado por un motor electrico. El fondo del tanque es redondeado y no de forma plano, con la finalidad de eliminar las regiones que penetrarían las corrientes de fluido.

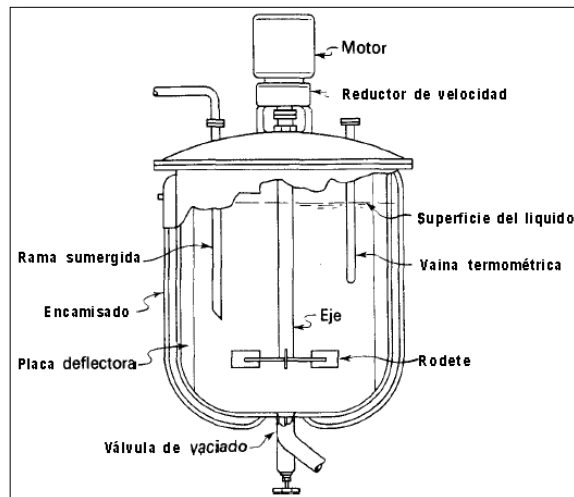


Figura 3-1: Tanque típico de proceso con agitación
Fuente: Mc Cabe et al., 1998, p.243

Tipos de agitadores

Los agitadores crean dos tipos de flujo: flujo axial en el que se generan corrientes paralelas al eje del agitador y flujo radial en el que se generan corrientes en dirección tangencial o radial.

Generalmente, existen 3 tipos de agitadores, mismos que resuelven el 95% de todos los problemas de agitación de líquidos y se tiene:

- Hélices
- Palas o paletas
- Turbinas

La selección adecuada del tipo de agitador depende del tipo de fluido que se desee agitar y el uso. En este caso se empleará el agitador tipo rejilla de paletas planas inclinadas, puesto que permite agitar a bajas y moderadas velocidades impulsando el líquido radial y tangencialmente, mismas que son específicas para la homogenización de la leche y de los granos de cuajada.

Tabla 7-1: Agitador tipo rejilla de palas planas inclinadas

Descripción	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura de malla • 4-6 palas planas • Angulo de inclinación 45° 	
Campo de flujo generado	Axial/Radial	
Régimen de flujo	Transición y turbulento	
Velocidad tangencial	3-15 m/s	
Velocidad del medio	Hasta 20 Pa.s	
Posición del rodete d2/d1	0,2-0,5 m (alejado de la pared)	
Aplicación	Homogenizar	

Fuente: Agitador de palas planas. www.unizar.es/dctmf.agitacion/index.htm

Elaborado por: Marcia Guaita, 2018.

Tabla 8-1: Semejanzas geométricas impulsor tipo palas planas

$\frac{W}{f} = 0,177$	$\frac{E}{D_t} = \frac{0,17}{0,34}$	$\frac{J}{D_t} = 0,1$
-----------------------	-------------------------------------	-----------------------

Fuente: Geankoplis, 1998.

Elaborado por: Marcia Guaita, 2018

• **Lira vertical de corte de cuajada**

La lira es un instrumento que permite conseguir que la cuajada adquiera fragmentos pequeños a fin de eliminar el suero y dar lugar a la formación del queso.



Figura 4-1: Lira vertical y horizontal

Fuente: Conquesotedadoy, 2016.

Las liras pueden ser de tipo horizontal y vertical, mismas que generan cortes y tamaños uniformes. El tamaño del corte depende del tipo de queso a elaborar, en este caso para elaborar queso mozzarella el tamaño es de 3-4 cm. Tomar en cuenta que el corte se debe realizar con mucho cuidado, caso contrario existirá pérdidas por rompimiento de los granos de cuajada, generando la salida de grasa y también de caseína, de modo que se verá afectado el rendimiento del proceso.

Para el diseño es importante tener en cuenta la altura del tanque o recipiente que contiene el coágulo, en este caso se consideró la altura de la cámara de ebullición de la marmita, será dimensionado una lira vertical cuya altura total de la lira es menor a la altura del tanque debido a que la capacidad del tanque esta dimensionado con un factor de seguridad del 15%. Contendrá un mango tubular que facilite el manejo al momento del corte; el ancho depende del número de hilos que se desee y la distancia entre hilo e hilo depende del tamaño de corte requerido.

1.4 Beneficiarios directos e indirectos

1.4.1 Beneficiarios Directos

El beneficiario directo es la Corporación de Organizaciones Campesinas e Indígenas de las Huaconas y Culluctus del Cantón Colta, debido a que el proyecto a ejecutarse contribuirá a mejorar el nivel de vida de los socios mediante la generación de economía con un producto elaborado.

1.4.2 Beneficiarios Indirectos

El diseño del proceso industrial para la elaboración de queso mozzarella beneficiará de forma indirecta a los consumidores que degustan este tipo de queso; además a los productores del sector de Sicalpa y sus alrededores, ya que la iniciativa del estudio conlleva a desarrollar un producto nuevo con un valor agregado en la quesera con el fin de mejorar la economía de la zona.

CAPITULO II

2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.1 Objetivo General

- Diseñar un proceso industrial para la elaboración de queso mozzarella en la COCIHC, Cantón Colta.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar la caracterización de la leche de vaca basado en la norma NTE INEN 0009: Leche cruda. Requisitos.
- Obtener a escala piloto queso mozzarella identificando el método adecuado de elaboración y las variables del proceso.
- Realizar el diseño de ingeniería para la obtención de queso mozzarella a escala industrial.
- Validar el diseño de ingeniería a través de la caracterización del queso mozzarella que cumpla con la norma NTE INEN 0082: Queso Mozzarella. Requisitos.

CAPÍTULO III

3 ESTUDIO TÉCNICO PRELIMINAR

3.1 Localización del proyecto

La presente investigación se llevó a cabo en la planta procesadora “SIERRALAC” perteneciente a la (COCIHC) se encuentra situado en la parte Noroccidental de la Provincia de Chimborazo, Cantón Colta ubicado a 18 km de la ciudad de Riobamba con una altitud promedio de 3212 msnm.

Tabla 1-3: Macro localización

INFORMACIÓN	
<p>Extensión: 850 km²</p> <p>Longitud: 8°36, a 78° 59, occidente</p> <p>Latitud: 1° 39 a 1° 54, sur</p> <p>Temperatura promedio: 12 °C</p> <p>Límites del cantón Colta:</p> <ul style="list-style-type: none">• Norte: Riobamba• Sur: Alausí y Pallatanga• Este: Riobamba y Guamote• Oeste: Bolívar	

Fuente: Municipio del Cantón Colta

Realizado por: Marcia Guaila, 2018

A continuación, se da una vista panorámica de la localización geográfica de la Quesera.

Tabla 2-3: Micro localización

INFORMACIÓN	
<p>Cantón: Colta</p> <p>Dirección: dos de agosto y Magdalena Dávalos junto a la casa del sabio Pedro Vicente Maldonado</p>	

Fuente: Google Maps, 2018

Elaborado por: Marcia Guaila

3.2 Ingeniería del proyecto

3.2.1 Tipo de estudio

El diseño de un proceso industrial para la elaboración de queso mozzarella efectuado en la planta procesadora “SIERRALAC” es un proyecto de Tipo Técnico, puesto que en base a revisiones bibliográficas, recolección de datos, selección adecuada de variables y los parámetros establecidos por la Norma INEN, intervienen algunas operaciones unitarias durante el proceso, es decir abarca los elementos que conforma el sistema, con el fin de desarrollar el diseño respectivo y pertinente acorde a las necesidades de la microempresa.

3.2.2 Metodología

3.2.2.1 Métodos

Para llevar a cabo el presente proyecto se sustentó en métodos, como: Inductivo, Deductivo y Experimental, debido que de una manera lógica mediante la adquisición de la información adecuada permite el cumplimiento con los objetivos planteados.

- **Método Inductivo**

Método científico que parte de observaciones de hechos particulares para obtener conclusiones generales, es así que en el presente proyecto este método se aplicó en la observación y estudio de

las características físico-químicas y microbiológicas de la leche y las condiciones iniciales, de esta manera se logró conseguir datos de partida acerca de la transformación de la materia prima durante el desarrollo del proceso, como también las variables que influyen, permitiendo examinar con mucho cuidado todos los elementos que conforman el sistema para el diseño correspondiente y el aseguramiento de la calidad del producto elaborado.

- **Método Deductivo**

Es aquel método que requiere de una serie de premisas o principios para aplicarlos en casos particulares, como punto de partida en el presente proyecto es necesario tener conocimiento en fundamentos y principios de Cálculos Básicos, Operaciones Unitarias, Transferencia de Calor, entre otras, cuyo resultado permite conseguir el adecuado diseño del proceso a fin de establecer el mejor método para la elaboración de queso mozzarella y en base a la deducción de los resultados obtenidos, lograr obtener un producto de calidad

- **Método Experimental**

El método experimental se constituye el centro de la investigación, puesto que el diseño como tal depende de la experimentación, así, mediante ensayos consecutivos ejecutados en el laboratorio, utilización de técnicas de referencia, incluido equipos y materiales necesarios permite determinar la formulación más idónea, es decir, sirve como sustento para el diseño en general.

3.2.2.2 Técnicas

Las técnicas son indispensables, puesto que consiste en un conjunto de procedimientos, protocolos para alcanzar un fin. Para llevar a cabo el proceso de producción se emplearon varias técnicas establecidas por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN.

- **Muestreo**

El muestreo resalta un punto importante, puesto que de ello dependen los resultados de la calidad de materia prima. Se realizó mediante un muestreo compuesto, que consistió en tomar muestras de los tanques de recepción, de acuerdo a las normas descritas a continuación:

- NTE INEN 0004: 1984. Leche y productos lácteos. Muestreo.

- Instructivo para “Toma de muestras de leche cruda” (Instructivo INT/CL/010), publicado por el Laboratorio de Control de Calidad de Leche. AGROCALIDAD

La caracterización de la leche se basó en la norma NTE INEN 0009:2012. Leche cruda. Requisitos, el cual sustenta que es apta para ser procesada.

Tabla 3-3: Requisitos físico-químicos de la leche cruda

REQUISITOS	UNIDAD	MIN.	MAX.	MÉTODO DE ENSAYO
Densidad relativa a 15 °C a 20 °C	ug/l	1,029 1,028	1,033 1,032	NTE INEN 11
Materia grasa	% (fracción de masa)	3,0	-	NTE INEN 12
Acidez titulable como ácido láctico	% (fracción de masa)	0,13	0,17	NTE INEN 13
Sólidos totales	% (fracción de masa)	11,2	-	NTE INEN 14
Sólidos no grasos	% (fracción de masa)	8,2	-	*
Cenizas	% (fracción de masa)	0,65	-	NTE INEN 14
Punto de congelación (punto crioscópico)	°C °H	-0,536 -0,555	-0,512 -0,513	NTE INEN 15
Proteínas	% (fracción de masa)	2,9	-	NTE INEN 16
Presencia de neutralizantes	-	-	Negativo	NTE INEN 1500
Residuos de medicamentos veterinarios	ug/l	-	MRL, establecidos en el CODEX Alimentarius CAC MRL 2	Los establecidos en el compendio de métodos de análisis identificados como idóneos para respaldar los LMR del Codex

Fuente: NTE INEN 0009:2012. Leche cruda. Requisitos

Tabla 4-3: Requisitos microbiológicos de la leche cruda

Requisito	Límite máximo	Método de ensayo
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos REP, UFC/cm3.	1,5*10 ⁶	NTE INEN 1529:5
Recuento de células somáticas/cm3.	7,0*10 ⁵	AOAC-978.26

Fuente: NTE INEN 0009:2012. Leche cruda. Requisitos

Tabla 5-3: Determinación de la densidad relativa

Fundamento	Materiales	Procedimiento
<p>La densidad relativa es la relación entre la densidad de una sustancia y la densidad del agua destilada, consideradas ambas a una temperatura.</p> <p>Método del lactodensímetro</p> <p>Consiste en el uso de un termo lactodensímetro graduado de manera adecuado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Termo-lactodensímetro con temperatura de referencia 20 °C. • Probeta de 250 ml. • Termómetro 	<ul style="list-style-type: none"> • Calentar la muestra de leche hasta una temperatura entre 15 y 25 °C (preferible a 20°C). • Colocar en una probeta 250 ml de leche (mantener inclinada para evitar la formación de espuma). • Introducir suavemente el termo lactodensímetro en la probeta, evitando que no haya rozamiento en las paredes; esperar hasta su estabilización. • Tomar la medida de la graduación correspondiente y anotar el valor. • Para registrar el valor de la densidad relativa, se calcula utilizando la siguiente ecuación: • $d_{20} = d + 0,0002(t - 20)$ • Dónde: • d_{20} = Densidad relativa a (20/20°C). • d = Densidad aparente a 15 o 20°C (preferible a 20°C). • t = Temperatura de la muestra en la determinación (°C).

Fuente: NTE INEN 11:1984. Leche. Determinación de la densidad relativa

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Tabla 6-3: Determinación de pH

Fundamento	Equipos y Materiales	Procedimiento
<p>EL pH determina el grado de acidez o alcalinidad de una solución o sustancia.</p> <p>Método Potenciométrico</p> <p>Consiste en el uso de un potenciómetro que debe estar calibrado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Potenciómetro • Vasos de precipitación de 250 ml. • Varilla de agitación. <p>Reactivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solución buffer de pH 4 • Solución buffer de pH 7 • Solución buffer de pH 10 • Agua destilada 	<ul style="list-style-type: none"> • Encender el equipo y calibrar con las soluciones buffer de 4, 7 y 10 respectivamente. • Limpiar el electrodo utilizando agua destilada. • Colocar 100 ml de muestra en un vaso de precipitación de 250 ml. • Agitar suavemente hasta conseguir una mezcla homogénea. • Introducir el electrodo en el vaso que contiene la muestra. • Presionar leer y esperar hasta que se estabilice. • Leer la medida de pH directamente en la pantalla. • Registrar el valor.

Fuente: NOM-F-317-S-1978

Realizado por: Marcia Guaila, 2018

Tabla 7-3: Determinación de acidez titulable en la leche.

Fundamento	Equipos y Materiales	Procedimiento
<p>Permite determinar el grado de acidez de la leche, ocasionado por carga microbiano.</p> <p>La determinación se realiza mediante el uso de una solución de hidróxido de sodio 0,1 N y utilizando como indicador fenolftaleína.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bureta • Erlenmeyer 150 ml • Varilla de agitación. • Probeta 100 ml <p>Reactivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fenolftaleína • Hidróxido de sodio 0,1 N 	<ul style="list-style-type: none"> • Tomar 9 ml de leche e incorporar en un erlenmeyer. • Añadir 3 gotas de fenolftaleína., y agitar suavemente. • Colocar la solución de hidróxido de sodio a 0,1 N en la bureta y dejar caer gota a gota sobre la leche. • Agitar con suaves movimientos hasta observar cambio de color (rosado tenue hasta un tiempo de 20 s). • Determinar el volumen de hidróxido de sodio 0,1 N consumida. <p>La acidez titulable de leche se calcula mediante la siguiente ecuación:</p> $A = 0,090 \frac{V * N}{m_1 - m} * 100$ <p>Dónde;</p> <p>V= Volumen de la solución de hidróxido de sodio 0,1 N consumido</p> <p>N= Normalidad de la solución de hidróxido de sodio</p>

Fuente: PEE/CL/012

Realizado por: Marcia Guaila, 2018

Determinación de grasa, sólidos no grasos, proteína, densidad, temperatura, lactosa, conductividad, pH.

Fundamento

Los respectivos análisis se determinaron mediante la ayuda de un equipo denominado Ekomilk Ultra, es un analizador de leche robusto, confiable y de parámetros múltiples que proporciona resultados de análisis rápidos para: grasa, solidos no grasos, densidad, proteína, temperatura, lactosa, conductividad y pH.

Para realizar el respectivo análisis no requiere de reactivos, emite resultados precisos en tan solo 2 min aproximadamente, de fácil uso, requiere un volumen de muestra muy reducido (25 ml), analiza leche cruda, leche procesada, suero, otros.

A continuación, en la tabla 8-3 se indica los parámetros que analiza el equipo Ekomilk con sus respectivos rangos y precisión: (Agrocalidad, 2017)

Tabla 8-3: Parámetros que analiza el equipo Ekomilk Ultra

Parámetros	Rango	Precisión	Unidad
Grasa	0,5 - 12	± 0,1	%
Slidos no grasos	6 - 12	± 0,2 %	%
Densidad	1,0260 – 1,0330	0,00005	g/cm^3
Proteína	2 - 6	± 0,2	%
Temperatura	0 - 50	± 0,1	°C
Lactosa	0,5 – 7	± 0,2	%
Conductividad	2 - 20	± 1 %	mS/cm (18°C)
pH	0,00 - 14	± 0,02	-

Fuente: Manual Ekomilk Ultra 2015.

Elaborado por: Marcia Guaila, 2018.

Procedimiento

- Encender el equipo Ekomilk ultra
- Seleccionar en la pantalla: menú y seleccionar analizar leche.
- Preparación de la muestra: colocar 25 ml de leche en el vaso de Ekomilk.
- Colocar el electrodo en el vaso de leche a analizar.
- Esperar que el capilar succione la leche y emita resultados.
- Registrar los resultados

Análisis microbiológicos

El análisis microbiológico es muy importante, visto que, aunque se tomen las debidas precauciones de higiene es difícil conseguir que la leche no presente carga microbiana. Las fuentes comunes de microorganismos que alteran la calidad de la leche son: estado del animal, interior de la ubre, el ambiente, los utensilios y equipos, calidad del agua, estado del ordeñador. (Alais, 1985)

Por tal motivo, es imprescindible realizar el análisis microbiológico, en el presente proyecto se determinó la cantidad de células somáticas y el contaje total de bacterias, mismas que fueron enviadas al Laboratorio de Control de Calidad de leche de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (AGROCALIDAD), ubicado en Tumbaco-Quito.

3.2.3 Resultado de la caracterización de la materia prima

Los análisis respectivos de la materia prima fueron realizados por:

- Laboratorio de Control de Calidad de Leche de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (AGROCALIDAD), cuyos resultados son confiables debido a que el laboratorio es acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-008.
- Laboratorio de Bromatología y Alimentos de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Laboratorio de Planta de Lácteos Tunshi de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Los resultados de los análisis físico-químicos de la leche cruda, se muestra en la tabla 9-3, la mayoría de los parámetros se encuentran dentro de los requerimientos.

Tabla 9-3: Análisis físico-químico de leche cruda de la planta de lácteos “SIERRALAC”

Parámetros	Método de ensayo/Norma	Unidad	Resultado	Valor Límite permisible	
				Mínimo	Máximo
Grasa	PEE/CL/002 Método de referencia (AOAC 972.16)	(g/100ml)	3,95	3,0	-
Proteína	PEE/CL002 Método de referencia (AOAC 972.16)	(g/100ml)	3,32	2,9	-
Sólidos totales	PEE/CL/002 Método de referencia (AOAC 972.16)	(g/100ml)	12,59	11,2	-
Sólidos no grasos	PEE/CL/002 Método de referencia (AOAC 972.16)	(g/100ml)	8,65	8,2	-
Punto crioscópico (°C)	PEE/CL/013	°C	-0,5735	-0,536	-0,512
Agua añadida	PEE/CL/013	%	0,00	-	-
Acidez	PEE/CL/012	(g/100ml)	0,17	0,13	0,17
Grupo de antibióticos 1 (β-LACT-SULF-TETRA)	PEE/CL/010 Establecido en el CODEX CAC/MRL2	(pos/neg)	Negativo	Negativo	-
Cloruros	PEE/CL/014	(pos/neg)	Negativo	Negativo	-
Neutralizantes	PEE/CL/005	(pos/neg)	Negativo	Negativo	-
Peróxidos	PEE/CL/008	(pos/neg)	Negativo	Negativo	-

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad de Leche. AGROCALIDAD

Realizado por: Marcia Guaila, 2018

Conforme a los resultados físico-químicos de leche cruda indicados en la tabla 9-3 se da a conocer que la leche presenta una acidez de 0,17, valor máximo, esto es debido a que la lactosa presente en la leche tiende a transformarse en ácido láctico y otros ácidos procedentes de la degradación microbiana. El punto crioscópico obtuvo un valor de -0,5735 |°C, este parámetro se vio afectado principalmente por la lactosa y sales minerales que se encuentran en solución, como consecuencia de que la leche podría haber sido adulterada, sin embargo, la leche es aceptable para ser procesada puesto que este parámetro define en un rango muy pequeño y para nuestro propósito es irrelevante. Y el resto de parámetros físico-químicos se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos por la norma INEN 0009:2012. Leche cruda. Requisitos, el cual garantiza que la leche se puede utilizar para el proceso de producción.

Tabla 10-3: Análisis de la densidad relativa de leche cruda

Parámetros	Método de ensayo/Norma	Unidad	Resultado	Valor Límite permisible	
				Mínimo	Máximo
Densidad relativa A 20 °C	Método del lactodensímetro/NTE INEN 11	<i>g/ml</i>	1,029	1,028	1,032

Fuente: Laboratorio de Bromatología y Bioquímica de la Facultad de Ciencias. ESPOCH.

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

De acuerdo a la tabla 10-3, se indica que la densidad relativa se encuentra dentro del límite establecido por la norma INEN 11. Leche cruda. Requisitos.

Tabla 11-3: Análisis de pH en leche cruda

Parámetros	Método de ensayo/Norma	Resultado	Valor Limite permisible	
			Mínimo	Máximo
pH	Medición directa utilizando el equipo Ekomilk.	6,48	6,5	6,8

Fuente: Laboratorio de la Planta de Lácteos Tunshi-ESPOCH.

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

De la tabla 11-3, se indica que el pH se encontraba fuera del rango establecido, esto como consecuencia que leche presentó una acidez de 0,17, encontrándose en el límite máximo.

Tabla 12-3: Análisis microbiológicos de leche cruda de la planta de lácteos “SIERRALAC”

Parámetros	Método de ensayo/Norma	Unidad	Resultado	Límite máximo
Recuento de células somáticas	PEE/CL/001	(x1000/ml)	276	$7,0 \cdot 10^5$
Contaje total de bacterias	PEE/CL/003	(x1000/ml)	19136	-

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad de Leche. AGROCALIDAD.

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

De acuerdo a los resultados de la tabla 12-3 se indica que la cantidad de células somáticas es mínima y está dentro del límite, mientras que el contaje total de bacterias se encuentra con una cantidad crítica, esta alteración suele presentarse por falta de higiene durante el ordeño y transporte, pero dicha anomalía se contrarresta en la etapa de pasteurización.

3.2.4 Ensayos a escala de laboratorio para la elaboración de queso mozzarella

Previo al diseño correspondiente se realizaron varias pruebas a nivel de laboratorio, basados en técnicas obtenidas de revisiones bibliográficas, como libros, revistas, a fin de garantizar que el proceso industrial sea el más idóneo para la elaboración de queso mozzarella. Para efectuar dichos ensayos es necesario el requerimiento de algunos materiales, equipos, materia prima e insumos.

3.2.4.1 Composición esencial y factores de calidad

Según la Norma del CODEX STAN 262-2006 para queso mozzarella, apartado 3, indica los insumos y aditivos necesarios para el procesamiento.

Materias primas

- Para el procesamiento de este tipo de queso, comúnmente suelen utilizar leche de vaca, de búfala o puede ser una combinación de ambas.

Ingredientes permitidos

- Cuajo u otras enzimas coagulantes inocuas idóneas
- Cloruro de sodio y cloruro de potasio.
- Coadyuvantes de elaboración inocuos idóneos
- Cultivos iniciadores de bacterias inocuas del ácido láctico y/o productoras de sabor y cultivos de otros microorganismos inocuos.
- Agua potable.
- Vinagre
- Harinas y almidones de arroz, maíz, trigo y patata: No obstante, las disposiciones de la Norma General para el queso (CODEX STAN283-1978), pueden utilizarse estas sustancias en la misma función como agentes anti aglutinantes para tratamiento de la superficie de Queso Mozzarella con un bajo contenido de humedad cortada, rebanada y rallada, siempre que se añadan únicamente en cantidades funcionalmente necesarias según exigen las buenas prácticas de fabricación (BPF).

3.2.4.2 Requerimientos de materia prima e insumos, materiales y equipos

Una vez determinado que la leche cumple con los parámetros establecidos por la norma, se procede a la elaboración de queso mozzarella.

Tabla 13-3: Materia prima e Insumos

Materia prima	Insumos
Leche cruda	Cuajo líquido Fermento láctico TCC-20 (<i>Streptococcus Thermophilus</i> y <i>Lactobacillus Helveticus</i>) Cloruro de calcio Cloruro de sodio Ácido cítrico

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Tabla 14-3: Materiales y Equipos necesarios para la elaboración de queso mozzarella

Materiales	Equipos	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> • Pipeta • Espátula • Vidrio reloj • Varilla de agitación • Malla • Moldes • Lienzos • Recipientes (jarras, baldes, ollas) • Cucharones • Cuchillo • Vasos de precipitación de 250 y 500 ml • Fundas plásticas (específico para quesos) • Equipo de protección personal (guantes, mascarilla, botas, cofia) 	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque de recepción • Caldera • Marmita • Liras horizontal y vertical • Tanque de hilado y amasado • Mesa quesera • Prensadora • Cocina industrial • pH-metro • Termómetro industrial • Balanza analítica • Selladora • Cámara de refrigeración 	<ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

3.2.4.3 Descripción del proceso a nivel de laboratorio

El proceso consiste en seguir una secuencia de pasos hasta la obtención del producto final, para ello es importante el control de las variables, como temperatura, pH, tiempo de acidificación, etc.

Previamente para empezar es necesario realizar la dosificación adecuada tanto de materia prima como de los insumos requeridos como se muestra en la tabla 15-3.

Tabla 15-3: Formulación de ensayos para la elaboración de queso mozzarella

Método de fermentación	Volumen de leche (L)	Fermento láctico (g)	Cloruro de calcio (g)	Cuajo (ml)	Ácido cítrico (g)
Ácida	10	-	3	1	17,5
Enzimática	10	0,16	3	1	-
Ácida-Enzimática	10	0,08	3	1	8,75

Realizado por: Marcia Guaiña, 2018

Una vez realizado pruebas a nivel de laboratorio, se indica que el método adecuado es el de fermentación enzimática, por presentar buen rendimiento y cuyos productos cumplen con los parámetros de calidad que requiere la microempresa, caso que no sucede con los otros dos métodos. A continuación, se describe dicho proceso:

Procedimiento:

Control de calidad y recepción de materia prima: una vez que la leche cumpla con los requerimientos establecidos por la norma INEN 0009:2012. Leche cruda. Requisitos se recepta, caso contrario la leche debe ser rechazada.



Fotografía 1-3: Recepción de materia prima

Realizado por: Marcia Guaiña, 2018

Filtración: operación que se efectúa en la etapa de recepción, mediante la ayuda de un filtro en este caso se utilizó un lienzo, de modo que la leche pasa a través del filtro, permitiendo retener las partículas extrañas presente en la leche.



Fotografía 2-3: Filtración de leche
Realizado por: Marcia Guaila, 2018

Pasteurización: etapa de mayor interés, mediante la inyección de vapor generada por la caldera la leche se calienta hasta una temperatura de 65 °C durante el tiempo de 30 minutos. La pasteurización tiene por objetivo destruir los microorganismos patógenos que se encuentra en la leche, el cual permite prolongar el tiempo de vida y la inocuidad de la misma. Posteriormente es enfriada hasta una temperatura de 38-40°C.



Fotografía 3-3: Medición de temperatura de pasteurización.
Realizado por: Marcia Guaila, 2018

Inoculación: consiste en adicionar fermento láctico TCC-20, dado que comercialmente viene en estado sólido, para adicionar es necesario disolver 0.16 g de fermento en 10 ml de leche caliente y posteriormente se agrega y homogenizar suavemente la mezcla.



Fotografía 4-3: Adición de fermento láctico
Realizado por: Marcia Guaila, 2018

Adición de cloruro de calcio: su presencia permite que adquiera mayor firmeza mecánica de la cuajada y mayor rendimiento, al igual que el fermento viene en estado sólido, el cual es necesario disolver 3 g de cloruro de calcio en 10 ml de agua, seguidamente adicionarlo a la leche y finalmente agitar suavemente hasta obtener una mezcla homogénea.



Fotografía 5-3: Adición de cloruro de calcio
Realizado por: Marcia Guaila, 2018

Coagulación: consiste en tomar 1 ml de cuajo líquido y diluir en 1 ml de agua, posteriormente se debe agregar y mezclar suavemente durante 3 minutos hasta conseguir una mezcla homogénea.



Fotografía 6-3: Adición de cuajo
Realizado por: Marcia Guaila, 2018

Luego, la leche debe quedar en absoluto reposo durante un tiempo de 40 min hasta conseguir que se forme la cuajada.

Corte de la cuajada: en esta etapa, mediante la ayuda de un cuchillo se procedió a cortar en trozos pequeños en forma horizontal y vertical, aproximadamente de 3-4 cm.



Fotografía 7-3: Corte de la cuajada
Realizado por: Marcia Guaila, 2018

Luego del corte de la cuajada, agitar suavemente durante 10 minutos a fin de que la cuajada consiga consistencia y eliminar los 2/3 del suero.



Fotografía 8-3: Desuerado Parcial
Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Acidificación: manteniendo la temperatura de la cuajada a 40 °C esperar a que transcurra de 1 a 3 horas, tiempo necesario para que el pH alcance un valor óptimo de 5,2 a 5,4, que es ideal para la etapa del hilado; para que el proceso sea más práctico con la ayuda de un potenciómetro se midió el pH cada 15 minutos hasta llegar a un valor de 5,2.



Fotografía 9-3: Medición de pH del suero
Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Caso particular, al no disponer de un potenciómetro se puede verificar colocando un pequeño trozo de cuajada en agua caliente (70 °C) observar que se estire, una vez comprobado será ideal para la siguiente etapa. A continuación, se escurre totalmente el suero.

Posteriormente, se procedió a cortar la cuajada en trozos pequeños de aproximadamente de 8-10 cm



Fotografía 10-3: Corte de masa de cuajada
Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Hilado y amasado: una vez verificado que la cuajada llegó al punto óptimo, se procedió al hilado, que consiste en colocar la masa de cuajada en agua o suero caliente (temperatura de 70 °C) durante 2 min, realizar el amasado e introducir en el agua caliente hasta el momento del moldeo con la finalidad de que adquiera brillo, plasticidad y capacidad de formar hebras.



Fotografía 11-3: Hilado y amasado
Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Moldeado y Prensado: colocar la masa hilada en moldes variados para que adquiriera mayor compactación y firmeza.



Fotografía 12-3: Moldeado y Prensado
Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Enfriado: se debe pasar agua fría a temperatura de 5-10 °C durante 15-25 minutos, puesto que si el producto entra caliente a la salmuera produce:

- Queso deformado.
- Salmuera caliente, por lo tanto expuesta al deterioro.
- Mayor contenido de sal en el producto.
- Salida de agua y grasa del queso para la salmuera.

Salazón: para que el queso adquiriera el sabor característico y frenar la carga microbiana se sumerge en salmuera a una concentración del 23% durante 3 horas.

Para conservar y prolongar el tiempo de vida el producto final se somete a un cuarto o cámaras de refrigeración (4°C).

3.2.5 Operaciones unitarias del proceso

La transformación de la materia prima hasta la obtención de un producto final, requiere de las operaciones unitarias, las cuales son comunes en todos los tipos de industrias; para el proceso de elaboración de queso mozzarella se tiene las siguientes:

3.2.5.1 Filtración

Es una operación unitaria, consiste en la separación de partículas sólidas suspendidas de líquidas por acción de un medio filtrante. Comúnmente, en las plantas industriales lecheras como medio filtrante suelen utilizar el lienzo, puesto que retiene partículas extrañas presentes en la leche, pudiendo haber adquiridas durante el ordeño, transporte y manejo.

3.2.5.2 Pasteurización

Es la etapa que al someter a un tratamiento térmico destruye los microorganismos patógenos presentes, a fin de garantizar la inocuidad y alargar la vida útil de los productos, puesto que por más cuidado que se tenga es inevitable la contaminación microbiana. Habitualmente, para efectuar la pasteurización de la leche existen dos métodos que a continuación se describen:

- **Tratamiento lento:** es el proceso que consiste en calentar la leche hasta 65 °C durante 30 minutos y después enfriar a 37°C; método aplicado en el presente trabajo.
- **Tratamiento rápido:** es el proceso que consiste en calentar la leche hasta 70 -72°C durante 15 minutos y después enfriar a 37 °C.

3.2.5.3 Agitación

Operación unitaria que consiste en realizar movimientos en el seno de una masa fluida, a fin de conseguir una mezcla homogénea, es decir mantener la concentración en todas partes de la masa. En el presente proyecto la operación se efectúa luego de agregar el cloruro de calcio, fermento láctico y cuajo permitiendo adquirir una mezcla completamente homogénea, también luego del corte de la cuajada para que adquiera mayor consistencia los granos de cuajada.

3.2.6 Variables y parámetros del proceso

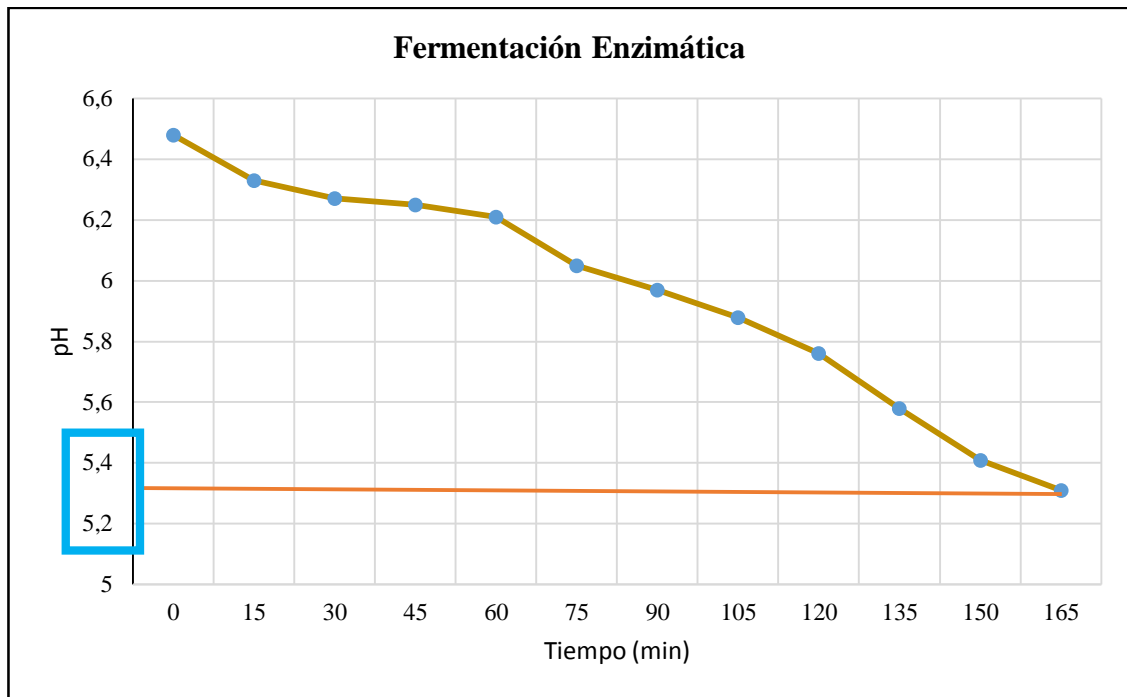
Tabla 16-3: Variables y Parámetros del proceso

Variables	Tipos de variables	Concepto	Método de medición	Etapas durante el proceso	Parámetro
Temperatura	Independiente	Cantidad de calor o frío de los cuerpos.	Termómetro	Pasteurización	65 °C
				Enfriamiento	40 °C
				Acidificación	40 °C
				Hilado	70 °C
				Salado	10-15 °C
Tiempo	Dependiente	Duración de las etapas del proceso.	Cronómetro	Pasteurización	30 min
				Enfriamiento	5-10 min
				Acidificación	2-3 horas
				Salado	3 horas
pH	Dependiente	Nivel de acidez o basicidad de una solución acuosa.	Potenciómetro	Acidificación	5,2 – 5,4
Cantidad de fermento láctico, cloruro de calcio, cuajo y cloruro de sodio	Dependiente	Aditivos que brindan características propias al queso mozzarella.	Balanza	Estandarización	Fermento láctico 1% Cloruro de calcio 21% Cuajo 7% Cloruro de sodio 1%

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Curva de acidificación

Permite determinar la variación del pH de la cuajada en función del tiempo, a fin de conseguir un valor que varíe entre 5,2-5,4 ideal para el hilado. A continuación, se indica la curva de acidificación mediante fermentación enzimática de queso mozzarella.



Gráfica 1-3: Curva de acidificación de queso mozzarella mediante fermentación enzimática
Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

3.2.7 Balance de materia y energía

3.2.7.1 Datos adicionales

Tabla 17-3: Datos Adicionales

Simbología	Parámetro	Valor	Unidad
ρ_{leche}	Densidad de la leche	1029	kg/m^3
ρ_Q	Densidad de la quimosina	1120	kg/m^3
k	Conductividad del material (acero AISI 304)	16,3	$W/m.K$

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

3.2.7.2 Balance de masa

El balance de masa en el proceso de elaboración de queso mozzarella permite determinar el rendimiento de cada una de las etapas, tomando como base la masa que entra y sale de la misma. El volumen de leche destinado para la elaboración de queso mozzarella es de 500 L.

- **Filtrado**

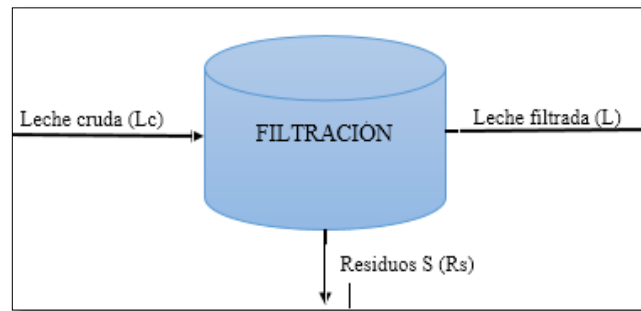


Figura 1-3: Balance de masa etapa de filtrado
 Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

$$Lc = L + Rs$$

Cálculo de masa de leche

Ecuación 1-3: Cálculo de masa de leche

$$\rho = \frac{m}{v} \quad \text{Ec. 1-3}$$

$$m_{leche} = \rho_{leche} * v_{leche}$$

$$m_{leche} = 1029 \frac{kg}{m^3} * 500 L * \frac{1 m^3}{1000 L}$$

$$m_{leche} = 514.5 kg$$

Durante la etapa de recepción de materia prima se realiza el filtrado, a través de pruebas de laboratorio se pierde el 99,95% debido a los residuos presentes en la leche y cierto volumen queda adherido en las paredes del tanque.

$$\text{Rendimiento}(\%) = \frac{\text{cantidad de leche filtrada}}{\text{cantidad de leche cruda}} * 100 \%$$

$$\text{cantidad de leche filtrada (kg)} = \frac{\% \text{ Rendimiento}}{100 \%} * \text{cantidad de leche cruda(kg)}$$

$$L \text{ (kg)} = \frac{99,95 \%}{100 \%} * 514,5 kg$$

$$L = 514.242 kg$$

Por tanto, la cantidad de residuos es:

$$Lc = L + Rs$$

$$Rs = (514,5 - 514,242)kg$$

$$R_s = 0,258 \text{ kg}$$

Dónde:

Lc: Masa de leche cruda, (kg)

L: Masa de leche filtrada, (kg)

Rs: Masa de residuos sólidos, (kg)

- **Marmita**

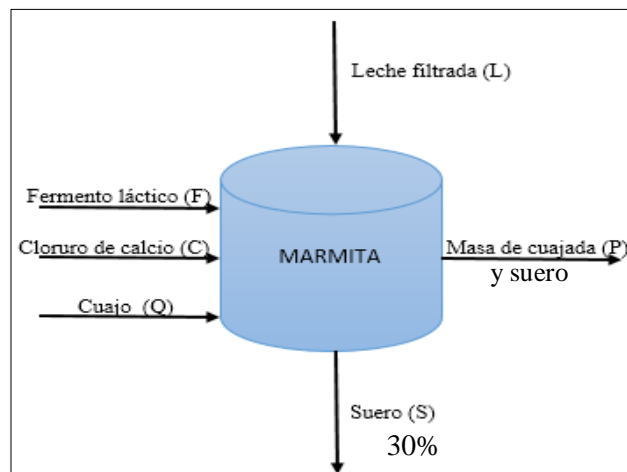


Figura 2-3: Balance de masa en la marmita
Realizado por: Marcia Guaiña, 2018.

$$L + F + C + Q = P + S$$

- Cálculo de masa de alimentación en la marmita

Masa del cuajo

- El cuajo utilizado para la elaboración de queso mozzarella es de marca Marschall por su buen rendimiento, cuya densidad es de 1120 kg/m^3 .

$$m_Q = \rho_Q * V_Q$$

$$m_Q = 1120 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 500 \text{ L} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} * \left(\frac{0,001 \text{ L}}{10 \text{ L}}\right)$$

$$m_Q = 0,056 \text{ kg}$$

- El fermento utilizado es el TCC-20 para queso mozzarella, cuya composición contiene bacterias *Streptococcus Thermophilus* y *Lactobacilus Helveticus*, comercialmente vienen

en presentaciones de peso neto de 16 gramos para un volumen de 1000 L. En este caso se hizo una relación para 500 L, el cual se empleará 8 g.

- El cloruro de calcio se utiliza mediante la siguiente relación por cada 10 L de leche se empleará 3 g.

Por lo tanto la masa de alimentación en la marmita es:

$$M_{FM} = \sum (m_{leche} + m_{fermento} + m_{calcio} + m_{cuajo})$$

$$M_{FM} = (514,242 + 0,008 + 0,15 + 0,056)kg$$

$$M_{FM} = 514,456 kg$$

Considerando un rendimiento del 70%, debido a la eliminación parcial del suero y por la adherencia de los granos de cuajada en las paredes de la marmita, se determina:

$$\text{Rendimiento}(\%) = \frac{\text{masa de cuajada y suero}}{\text{masa de alimentación}} * 100 \%$$

$$\text{masa de cuajada y suero (kg)} = \frac{\% \text{ Rendimiento}}{100 \%} * \text{masa de alimentación (kg)}$$

$$P = \frac{70\%}{100\%} * 514,456 kg$$

$$P = 360,119 kg$$

Por tanto, el balance de masa en la marmita es:

$$S = L + F + C + Q - P$$

$$S = M_{FM} - P$$

$$S = (514,456 - 360,119)kg$$

$$S = 154,337 kg$$

Dónde:

L: Masa de leche filtrada, (kg)

F: Masa del fermento, (kg)

C: Masa de cloruro de calcio, (kg)

Q: Masa de la quimosina (cuajo), (kg)

P: Masa de cuajada y suero, (kg)

S: Masa de suero marmita, (kg)

- **Desuerado**

En la etapa de desuerado se considera un rendimiento del 17%, debido a que la leche tiene en su composición de un 85-89% de agua y solo el restante conforma lo que son: proteínas, vitaminas, enzimas, grasas, etc., y también por las pérdidas de granos de cuajada al momento del desuerado, de modo que en esta etapa se elimina por completo el suero.

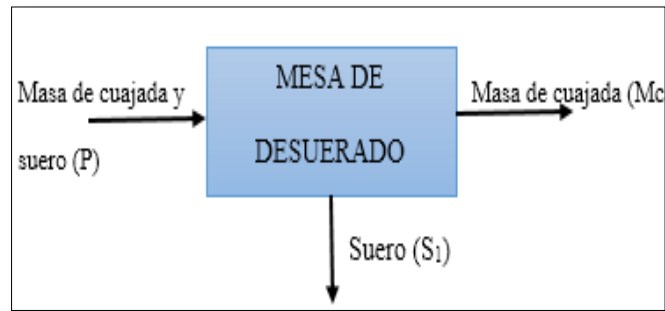


Figura 3-3: Balance de masa en la mesa de desuerado
Realizado por: Marcia Guaila, 2018

$$P = M_C + S_1$$

$$\text{Rendimiento}(\%) = \frac{\text{masa de cuajada}}{\text{masa de cuajada y suero}} * 100 \%$$

$$\text{masa de cuajada (kg)} = \frac{\% \text{ Rendimiento}}{100 \%} * (\text{masa de cuajada y suero kg})$$

$$M_C = \frac{17\%}{100\%} * (360,119) \text{ kg}$$

$$M_C = 61,220 \text{ kg}$$

Por lo tanto, la cantidad de suero es:

$$S_1 = P - M_C$$

$$S_1 = (360,119 - 61,220) \text{ kg}$$

$$S_1 = 298,899 \text{ kg}$$

Dónde:

M_C : Masa de cuajada, (kg)

S_1 : Masa del suero mesa de desuerado, (kg)

- Cálculo de cantidad total del suero

$$S_T = S - S_1$$

$$S_T = (154,337 + 298,899)kg$$

$$S_T = 453,236 kg$$

- **Hilado y amasado**

Cálculo de masa de agua

Para determinar la masa de agua es necesario la densidad, para ello de la tabla de propiedades físicas de agua a 1 atmósfera de presión, se interpola para una temperatura de 15 °C.

$$\frac{20 - 10}{20 - 15} = \frac{998,2 - 999,7}{998,2 - x}$$

$$x = \text{densidad a } 15^\circ\text{C} = 998,95 \text{ kg/m}^3$$

Por lo tanto, la masa de agua queda expresado de la siguiente manera:

$$\rho_{\text{agua}-15^\circ\text{C}} = \frac{m_{\text{agua}}}{v_{\text{agua}}}$$

$$m_{\text{agua}} = 998,95 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 150 \text{ L} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}}$$

$$m_{\text{agua}} = 149,48 \text{ kg}$$



Figura 4-3: Balance de masa en la etapa de hilado

Realizado por: Marcia Guaila, 2018

$$M_c + A = M_h + R$$

Tomando en cuenta que en la etapa de hilado hay un rendimiento del 92%, debido a que la masa de cuajada sufre un tratamiento térmico y los granos de cuajada quedan en el tanque, el cual tiende a disminuir y se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento}(\%) = \frac{\text{masa hilado y amasado}}{\text{masa de cuajada}} * 100 \%$$

$$\text{masa hilada y amasado (kg)} = \frac{\% \text{ Rendimiento}}{100 \%} * (\text{masa de cuajada y suero kg})$$

$$M_h = \frac{92\%}{100\%} * (61,220) \text{ kg}$$

$$M_h = 56,322 \text{ kg}$$

Por lo tanto, el balance de masa en la etapa de hilado se tiene:

$$R = M_c + A - M_h$$

$$R = (61,220 + 149,48 - 56,322) \text{ kg}$$

$$R = 154,378 \text{ kg}$$

Dónde:

A: Masa de agua, (kg)

M_h : Masa hilada y amasado, (kg)

R: Masa de residuos y agua, (kg)

- **Moldeo Prensado**

En la etapa de moldeo y prensado se considera un rendimiento del 98%, debido a que existe pérdida de agua que está adherida a la masa hilada, el cual al ser expulsada disminuye.

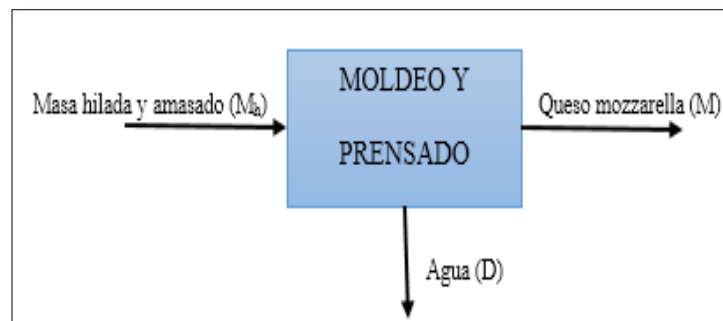


Figura 5-3: Balance de masa en la etapa de prensado
Realizado por: Marcia Guaila, 2018

$$M_h = M + D$$

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{\text{Masa de queso mozzarella}}{\text{masa hilada y amasado}} * 100\%$$

$$\text{Masa de queso mozzarella} = \frac{\% \text{Rendimiento}}{100\%} * \text{masa hilada y amasado}$$

$$M = \frac{98\%}{100\%} (56,322)$$

$$M = 55,195 \text{ kg}$$

El balance de masa en la etapa de moldeo y prensado se tiene:

$$D = M_h - M$$

$$D = (56,322 - 55,195) \text{ kg}$$

$$D = 1,127 \text{ kg}$$

Dónde:

M : Masa de queso mozzarella, (kg)

D : Masa de agua adherida en la masa de queso mozzarella, (kg)

- Cálculo de rendimiento total del proceso

Para determinar el rendimiento global del proceso de elaboración de queso mozzarella, se divide la cantidad de queso mozzarella y la cantidad de masa de alimentación.

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{\text{cantidad de producto obtenido}}{\text{cantidad de masa de alimentación}} * 100\%$$

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{55,195 \text{ kg}}{514,5 \text{ kg}} * 100$$

$$\% \text{Rendimiento} = 11\%$$

- **Balance global de masa del proceso**

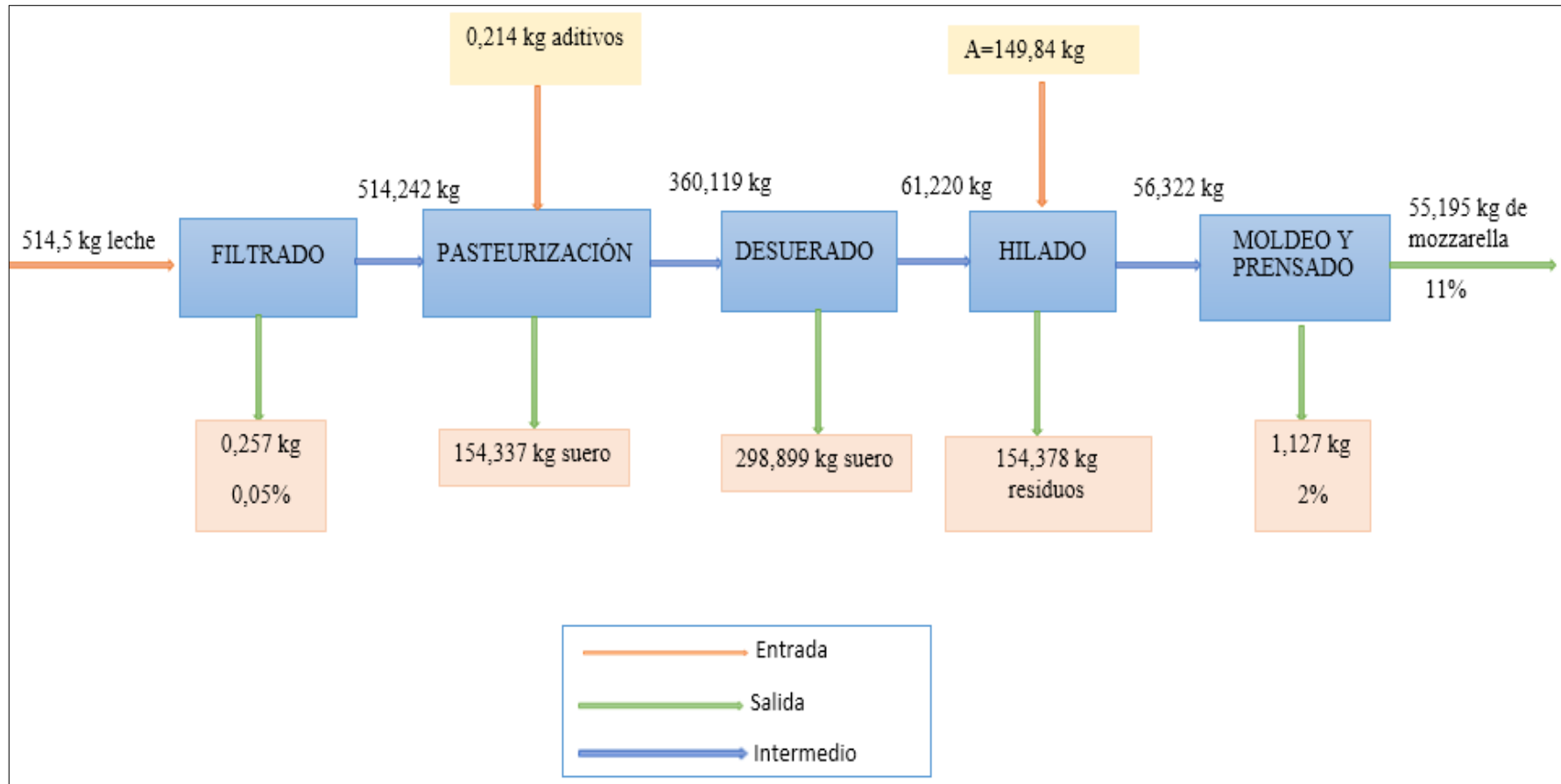


Figura 6-3: Balance global de masa para la elaboración de queso mozzarella
 Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

3.2.7.3 Balance de energía

El balance de energía se establece según la primera ley de la termodinámica, el cual permite determinar las cantidades de energía que se intercambian y acumulan dentro del sistema.

- **Marmita**

Ecuación 2-3: Establecido por la primera ley de la termodinámica. (Geankoplis, 1998, p.66)

$$\Delta U = Q \quad \text{Ec. 2-3}$$

$$Q_{ganado} = Q_{perdido}$$

$$Q_L = Q_A + Q_M$$

Dónde:

Q_L : Flujo de calor necesario para calentar la leche, (KW)

Q_A : Flujo de calor suministrado por la caldera, (KW)

Q_M : Flujo de calor retenido en la pared, (KW)

- Flujo de calor retenido en la pared del tanque

Ecuación 3-3: Cálculo de flujo de calor retenido en la pared del tanque. (Geankoplis, 1998, p.249)

$$Q_M = kA \frac{(T_A - T_P)}{(r_o - r_i)} \quad \text{Ec. 3-3}$$

Dónde:

k : Coeficiente de transmisión térmica del material, (W/m.K)

A : Área de transferencia de calor, (m^2)

ΔT : Gradiente de temperatura, (K)

- Cálculo del área de transferencia de calor

El área de corte transversal normal al flujo de calor es:

Ecuación 4-3: Cálculo del área de transferencia de calor. (Geankoplis, 1998, p.249)

$$A_M = 2\pi r_{ce} h_{Tce} \quad \text{Ec. 4-3}$$

$$A_M = 2\pi(0,45)m * (0,90)m$$

$$A_M = 2,54 m^2$$

Dónde:

r_{ce} : Radio de cámara de ebullición de la marmita, (m)

h_{Tce} : Altura total de cámara de ebullición de la marmita, (m)

$$Q_M = 16,3 \frac{W}{m \cdot K} * 2,54 m^2 * \frac{(290 - 338)K}{(0,54 - 0,45)m}$$

$$Q_M = -22081,0667 W$$

$$Q_M = - 22,08 KW$$

- Flujo de calor necesario para calentar la leche

Ecuación 5-3: Cálculo de flujo de calor necesario para calentar la leche.

$$Q_L = \dot{m}_{FP} * C_{p_{leche}} * (T_P - T_A) \quad \text{Ec. 5-3}$$

Donde:

\dot{m}_{FP} : Masa de alimentación en el pasteurizador, (kg/s)

$C_{p_{leche}}$: Capacidad calorífica de la leche a 65 °C

T_P : Temperatura de pasteurización, (°C)

T_A : Temperatura de alimentación, (°C)

La capacidad calorífica de la leche se calcula mediante la siguiente ecuación, establecido por McCarthy & Singh, 2009.

Ecuación 6-3: Cálculo de la capacidad calorífica de leche.

$$C_{p_l - 65^\circ C} = 41,8 * W_a + (13,71 + 0,112\theta) * TS \quad \text{Ec. 6-3}$$

$$C_{p_l - 65^\circ C} = 41,8 (87,5) + [13,71 + 0,112(65)](8,65)$$

$$C_{p_l - 65^\circ C} = 3839,06 \frac{J}{Kg \cdot ^\circ C} = 3,839 \frac{KJ}{kg \cdot ^\circ C}$$

Dónde:

W : contenido de agua, (%)

TS : contenido de sólidos no grasos, (%)

θ : Temperatura, ($^{\circ}\text{C}$)

Por tanto, el flujo de calor necesario para calentar la leche es:

$$Q_L = 0.143 \frac{\text{kg}}{\text{s}} * 3,839 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg} \cdot ^{\circ}\text{C}} (65 - 17)^{\circ}\text{C}$$
$$Q_L = 26,35 \text{ KW}$$

- Flujo de calor suministrado por la caldera

$$Q_L = Q_A + Q_M$$
$$Q_A = Q_L - Q_M$$
$$Q_A = (26,35 - 22,08) \text{ KW}$$
$$Q_A = 4,27 \text{ KW} = 4270 \text{ W}$$

- Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor en el pasteurizador

Ecuación 7-3: Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor. (Geankoplis, 1998, p.553)

$$Q = A * U * \Delta T \quad \text{Ec. 7-3}$$

$$U_P = \frac{Q_L}{A * \Delta T}$$
$$U_P = \frac{26,35 \text{ KW}}{2,54 \text{ m}^2 * (65 - 17)^{\circ}\text{C}}$$
$$U_P = 0,216 \frac{\text{KW}}{\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}$$

3.2.8 Dimensionamiento de equipos

3.2.8.1 Diseño de la marmita

La marmita de vapor es un recipiente enchaquetado caracterizado por poseer dos cámaras: de ebullición que contiene el fluido a calentar y de calefacción denominada camisa o chaqueta de vapor que cubre el recipiente, de modo que no haya gasto innecesario de vapor en el proceso; esta ha sido diseñada para una capacidad de producción de 500 L.

Para el dimensionamiento se consideró el 15% de factor de seguridad, puesto que el tanque no debe encontrarse completamente lleno para evitar pérdidas de materia prima y producto final.

Volumen de diseño de marmita

Ecuación 8-3: Cálculo de volumen de diseño de marmita (Oviedo y Rodríguez, 2013, p.58)

$$V_{DM} = V_L * fs \quad \text{Ec. 8-3}$$

$$V_{DM} = 500 * 0,15$$

$$V_{DM} = 75 L$$

Dónde:

V_{DM} : Volumen de diseño de marmita, (L)

V_L : Volumen de leche a emplearse, (L)

fs : Factor de seguridad, (15%)

Volumen de cámara de ebullición

Ecuación 9-3: Cálculo de volumen de cámara de ebullición de marmita (Oviedo y Rodríguez, 2013, p.58).

$$V_{ce} = V_L + V_{DM} \quad \text{Ec. 9-3}$$

$$V_{ce} = (500 + 75) L$$

$$V_{ce} = 575 L$$

Dónde:

V_{ce} : Volumen de cámara de ebullición, (L)

Diámetro interno de la cámara de ebullición

Se dimensiona la parte cilíndrica del tanque, mediante la siguiente relación: $H/D_t = 1$ (Geankoplis, 1998,p.165)

Ecuación 10-3: Cálculo del diámetro interno de la cámara de ebullición. (Bellera, et al., 2010,p.11 citado en Tierra, 2018).

$$V_{ce} = \frac{\pi}{4} D_{ce}^2 * H \quad \text{Ec. 10-3}$$

$$V_{ce} = \frac{\pi}{4} D_{ce}^2 * 1 * D_{ce}$$

$$V_{ce} = \frac{\pi}{4} D_{ce}^3$$

$$\sqrt[3]{D_{ce}^3} = \sqrt[3]{\frac{V_{ce} * 4}{\pi}}$$

$$D_{ce} = \sqrt[3]{\frac{0,575 \text{ m}^3 * 4}{\pi}}$$

$$D_{ce} = 0,90 \text{ m}$$

Dónde:

D_{ce} : Diámetro de cámara de ebullición, (m)

Radio interno de la cámara de ebullición

Ecuación 11-3: Cálculo de radio interno de la cámara de ebullición. (Geankoplis, 1998, p.249)

$$r_{ice} = \frac{D_{ce}}{2} \quad \text{Ec. 11-3}$$

$$r_{ice} = \frac{0,90 \text{ m}}{2}$$

$$r_{ice} = 0,45 \text{ m}$$

Dónde:

r_{ice} : Radio interno de cámara de ebullición, (m)

Altura total de la cámara de ebullición

Ecuación 12-3: Cálculo de la altura total de la cámara de ebullición. (Paucar, 2017, p.65)

$$h_{Tce} = \frac{V_{ce}}{\pi * r_{ice}^2} \quad \text{Ec. 12-3}$$

$$h_{Tce} = \frac{0,575 \text{ m}^3}{\pi * (0,45)^2}$$

$$h_{Tce} = 0,90 \text{ m}$$

Tomando en cuenta que la separación de la chaqueta para la circulación de vapor es de un décimo del diámetro de la cámara de ebullición de la marmita, se tiene la siguiente expresión:

Ecuación 13-3: Cálculo de espacio de la chaqueta y cámara de ebullición

$$ech = 0,10 * D_{ce} \quad \text{Ec. 13-3}$$

$$ech = 0,10(0,90)m$$

$$ech = 0,09 m$$

Dónde:

ech : espacio entre la chaqueta y cámara de ebullición, (m)

Por tanto, el diámetro de chaqueta queda expresado de la siguiente manera:

Ecuación 14-3: Cálculo del diámetro de chaqueta

$$\phi_{ch} = e_{ch} * 2 + D_{ce} \quad \text{Ec. 14-3}$$

$$\phi_{ch} = 0,09 m * 2 + 0,90 m$$

$$\phi_{ch} = 1,08 m$$

Dónde:

ϕ_{ch} : Diámetro de chaqueta, (m)

Altura total de la chaqueta

Ecuación 15-3: Cálculo de altura total de la chaqueta

$$h_{Tch} = e_{ch} * 2 + D_{ce} \quad \text{Ec. 15-3}$$

$$h_{Tch} = 0,09 m * 2 + 0,90 m$$

$$h_{Tch} = 1,08 m$$

Dónde:

h_{Tch} : Altura total de chaqueta, (m)

Volumen de chaqueta

Ecuación 16-3: Cálculo de volumen de chaqueta

$$V_{ch} = \pi r_{ch}^2 * h_{ch} \quad \text{Ec. 16-3}$$

$$V_{ch} = \pi * (0,54 m)^2 * 1,08 m$$

$$V_{ch} = 0,98 m^3$$

V_{ch} : Volumen de chaqueta, (m^3)

h_{ch} : Altura de chaqueta, (m)

3.2.8.2 Diseño para el sistema de agitación

Longitud del brazo de agitador

La longitud está comprendida entre el 50 y el 80 % del diámetro interno del tanque, es este caso de la marmita.

Ecuación 17-3: Cálculo de longitud del brazo de agitador. (Geankoplis, 1998, p.126)

$$L_B = \frac{1}{2} D_{ce} \quad \text{Ec. 17-3}$$

$$L_B = \frac{1}{2} (0,90)m$$

$$L_B = 0,45 m$$

Dónde:

L_B : Longitud del brazo del agitador, (m)

D_{ce} : Diámetro de cámara de ebullición de la marmita, (m)

Espesor del agitador

El espesor del agitador está comprendida entre 1/6 a 1/10 de la longitud del brazo, en este caso se considera un décimo.

Ecuación 18-3: Cálculo de espesor del agitador. (Geankoplis, 1998, p.126)

$$E_a = \frac{1}{10} L_B \quad \text{Ec. 18-3}$$

$$E_a = \frac{1}{10} (0,45)m$$

$$E_a = 0,045 m$$

Dónde:

E_a : Espesor del agitador, (m)

Diámetro del agitador

Ecuación 19-3: Cálculo del diámetro de agitador. (Coker, 2001 citado en Tierra, 2018, p.72)

$$\phi_a = \frac{3}{4} D_{ce} \quad \text{Ec. 19-3}$$

$$\phi_a = \frac{3}{4} (0,90) m$$

$$\phi_a = 0,675 m$$

Dónde:

ϕ_a : Diámetro del agitador, (m)

Distancia entre el fondo del tanque y la paleta

Ecuación 20-3: Semejanza para el cálculo de la distancia entre el fondo del tanque y la paleta (Geankoplis, 1998)

$$\frac{E}{D_{ce}} = \frac{0,17}{0,34} \quad \text{Ec. 20-3}$$

$$E = 0,5 * D_{ce}$$

$$E = 0,5 * (0,90)m$$

$$E = 0,45 m$$

Dónde:

E : Distancia entre el fondo del tanque y la paleta, (m)

Altura de la paleta

Ecuación 21-3: Cálculo de altura de la paleta. (Galarza,2016, p.2 citado en Tierra, 2018, p.73)

$$A_p = \frac{1}{5} L_B \quad \text{Ec. 21-3}$$

$$A_p = \frac{1}{5} (0,45)m$$

$$A_p = 0,09 m$$

Dónde:

A_p : Altura de la paleta, (m)

Distancia entre rejillas

Ecuación 22-3: Cálculo de distancia entre rejillas. (Erazo y Lata, 2012, p.79)

$$X_r = \frac{L_B}{6} \quad \text{Ec. 22-3}$$
$$X_r = \frac{0,45 \text{ m}}{6}$$
$$X_r = 0,075 \text{ m}$$

Dónde:

X_r : Distancia entre rejillas, (m)

6: Número de palas planas

- Cálculo del Número de Reynolds

Ecuación 23-3: Cálculo del Número de Reynolds. (Geankoplis, 1998, p.337)

$$N_{Re} = \frac{\phi_a^2 * N * \rho}{\mu} \quad \text{Ec. 23-3}$$

Dónde:

N_{Re} : Número de Reynolds, (adimensional)

ϕ_a : Diámetro del agitador, (m)

N : Número rotacional, (rpm)

ρ : Densidad del fluido (leche), (kg/m^3)

μ : Viscosidad del fluido (leche), ($kg/m * s$)

La velocidad rotacional de un agitador tipo paletas está comprendida entre 20 y 200 rpm, en este caso considerando que se requiere una agitación a velocidades bajas se asume una velocidad de 60 rpm.

$$N_{Re} = \frac{(0,675)^2 m^2 * 1 s^{-1} * 1029 kg/m^3}{1,86 kg/m * s}$$
$$N_{Re} = 252,063 \rightarrow \text{Flujo de transición}$$

El número de Reynolds permite determinar el tipo de flujo y posteriormente para calcular el número de potencia.

- Cálculo de la potencia del motor

Ecuación 24-3: Cálculo de la potencia del motor. (McCabe, et al., 1998, p.226)

$$P = \frac{N_p * N^3 * \phi_a^5 * \rho}{g_c} \quad \text{Ec. 24-3}$$

Dónde:

N_p : Número de potencia, (adimensional)

N : Velocidad rotacional, (rps)

ϕ_a : Diámetro del agitador, (m)

ρ : Densidad de la leche, (kg/m^3)

g_c : Factor gravitacional

Para obtener el número de potencia se obtiene relacionando gráficamente el número de Reynolds y mediante el siguiente diagrama:

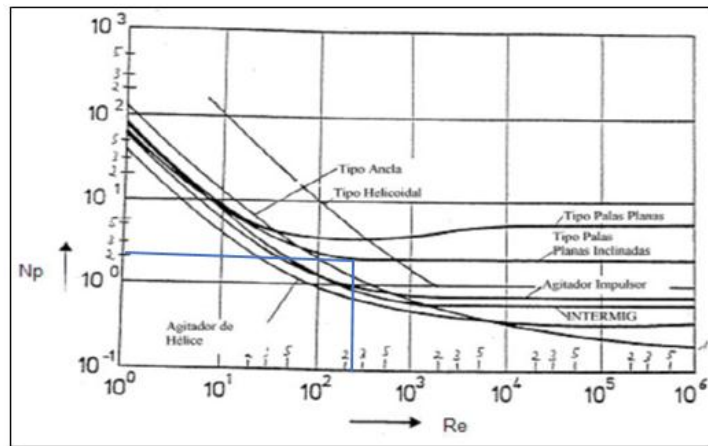


Figura 7-3: Diagrama de número de potencia en función de NRe
Fuente: Tierra, 2018, p.111

Del diagrama se tiene que $N_p = 2$

$$P = 2 * (1 \text{ s}^{-1})^3 (0,675 \text{ m})^5 * (1029) \text{ kg/m}^3$$

$$P = 288,379 \text{ W}$$

$$P = 0,386 \text{ Hp}$$

Considerando que la eficiencia de la bomba es del 70 % y que las pérdidas por fricción serán del 35 % se tiene:

$$P = \frac{0,386 * 1,35}{0,7}$$

$$P = 0,74 \text{ Hp}$$

Normalmente en el mercado no existe una bomba de 0,74 Hp para llevar a cabo la operación de agitación, razón por el cual se empleará de 1 Hp.

- Cálculo del consumo de energía

Normalmente, el consumo de energía eléctrica se mide en kWh. Un kilovatio hora indica que es el equivalente a mantener un consumo de potencia de 1000 vatios durante una hora.

En las empresas eléctricas el cobro de consumo de energía eléctrica lo realizan en kWh, que indica la cantidad de energía consumida en unidad de tiempo, cuya medida es usual para expresar un consumo energético. (Energieleveranciers.nl, 2014 citado en Tierra, 2018)

- Cálculo de energía consumida

Ecuación 25-3: Cálculo de energía consumida. (Energieleveranciers.nl, 2014 citado en Tierra, 2018)

$$\text{Energía consumida} = P * H \quad \text{Ec. 25-3}$$

$$\text{Energía consumida} = 0,74 \text{ KW} * 1,5 \text{ h}$$

$$\text{Energía consumida} = 1,11 \text{ kWh/día}$$

En el mes al trabajar durante 20 días se tiene:

$$\text{Energía consumida} = \frac{1,11 \text{ kWh}}{\text{día}} * 20 \text{ días}$$

$$\text{Energía consumida} = 22,2 \text{ kWh}$$

Dónde:

P: Potencia de la bomba

H : Horas empleadas, (h)

3.2.8.3 Diseño de lira vertical

Espesor de la lira

Se asume que el valor de la longitud del brazo de la lira es de: $L_{BL} = 0,65 \text{ m}$, considerar la altura del tanque que contiene la cuajada.

Ecuación 26-3: Cálculo del espesor de la lira. (Erazo y Lata, 2012, p.79)

$$\begin{aligned} E_L &= \frac{1}{10} L_{BL} && \text{Ec. 26-3} \\ E_L &= \frac{1}{10} 0,65 \text{ m} \\ E_L &= 0,065 \text{ m} \end{aligned}$$

Dónde:

L_{BL} : Longitud del brazo de la lira, (m)

E_L : Espesor de la lira, (m)

Ancho de la lira

Se considera un ancho de $A_L = 0,33 \text{ m}$, (criterios del diseñador)

Alto de paleta de la lira

Ecuación 27-3: Cálculo de paleta de la lira. (Erazo y Lata, 2012, p.80)

$$\begin{aligned} A_{pL} &= \frac{1}{5} L_{BL} && \text{Ec. 27-3} \\ A_{pL} &= \frac{1}{5} (0,65) \text{ m} \\ A_{pL} &= 0,13 \text{ m} \end{aligned}$$

Dónde:

A_{pL} : Altura de paleta de la lira, (m)

A_L : Ancho de la lira, (m)

Distancia entre el fondo del tanque y la lira

- Altura total de la lira

Ecuación 28-3: Cálculo de altura total de la lira.(Erazo y Lata, 2012, p.80)

$$h_{TL} = L_{BL} + A_{pL} \quad \text{Ec. 28-3}$$

$$h_{TL} = (0,65 + 0,13)m$$

$$h_{TL} = 0,78 m$$

Dónde:

h_{TL} : Altura total de la lira, (m)

- Distancia entre el fondo del tanque y la lira

Ecuación 29-3: Cálculo de distancia entre el fondo del tanque y la lira. (Erazo y Lata, 2012, p.80)

$$x = h_{Tce} - h_{TL} \quad \text{Ec. 29-3}$$

$$x = (0,90 - 0,78)m$$

$$x = 0,12 m$$

Dónde:

x : Distancia entre el fondo del tanque y la lira, (m)

h_{Tce} : Altura total de cámara de ebullición de la marmita, (m)

A_{pL} : Altura total de la lira, (m)

Distancia entre hilo e hilo

La cantidad del número de hilos se debe colocar de acuerdo al tamaño del trozo de la cuajada que se desea cortar.

Ecuación 30-3: Cálculo de la distancia entre hilo e hilo. (Erazo y Lata, 2012, p.81)

$$X_V = \frac{a_L}{\text{N}^\circ \text{ de hilos dispuestos de forma vertical}} \quad \text{Ec. 30-3}$$

$$X_V = \frac{0,30}{10} = 0,03 m$$

Dónde:

X_V : Distancia entre hilo e hilo dispuesto de forma vertical, (m)

a_L : Ancho de lira, (m)

3.2.8.4 Diseño del tanque de hilado y amasado

El tanque de hilado será dimensionado para una capacidad de 150 litros con el 15% de factor de seguridad, donde se llevará a cabo el hilado y amasado de los granos de cuajada.

Volumen de diseño

Ecuación 31-3: Cálculo de volumen de diseño del tanque de hilado. (Oviedo y Rodríguez, 2013, p.58)

$$V_{DH} = V_{RH} * fs \quad \text{Ec. 31-3}$$

$$V_{DH} = 150L * 0,15$$

$$V_{DH} = 22,5 L$$

Dónde:

V_{DH} : Volumen de diseño de hiladora, (L)

V_{RH} : Volumen real de operación de hiladora, (L)

fs : Factor de seguridad, (15%)

Volumen total del tanque de hilado

Ecuación 32-3: Cálculo de volumen total del tanque de hilado. (Oviedo y Rodríguez, 2013, p.58)

$$V_{TH} = V_{RH} + V_{DH} \quad \text{Ec. 32-3}$$

$$V_{TH} = (150 + 22,5) L$$

$$V_{TH} = 172,5 L$$

Dónde:

V_{TH} : Volumen total del tanque de la hiladora, (L)

Diámetro interno del tanque de hilado y amasado

Se dimensiona la parte cilíndrica del tanque, estableciendo la siguiente relación: $H/D_t = 1$

Ecuación 33-3: Cálculo del diámetro del tanque de hilado y amasado. (Bellera, et al., 2010, p.11 citado en Tierra, 2018).

$$V_{TH} = \frac{\pi}{4} D_{tH}^2 * H_H \quad \text{Ec. 33-3}$$

$$V_{TH} = \frac{\pi}{4} * D_{tH}^2 * D_{tH}$$

$$V_{TH} = \frac{\pi}{4} D_{tH}^3 * 1$$

$$\sqrt[3]{D_{tH}^3} = \sqrt[3]{\frac{V_{TH} * 4}{\pi * 1}}$$

$$D_{tH} = \sqrt[3]{\frac{0,1725 \text{ m}^3 * 4}{\pi * 1}}$$

$$D_{tH} = 0,60 \text{ m}$$

Dónde:

D_{tH} : Diámetro del tanque de hiladora, (m)

H_H : Altura del tanque de hiladora, (m)

Radio interno del tanque de hilado

Ecuación 34-3: Cálculo de radio interno del tanque de hilado. (Geankoplis, 1998, p.249)

$$r_H = \frac{D_{tH}}{2} \quad \text{Ec. 34-3}$$

$$r_H = \frac{0,60 \text{ m}}{2}$$

$$r_H = 0,30 \text{ m}$$

Dónde:

D_{tH} : Diámetro del tanque de hiladora, (m)

Altura del tanque de hilado

Ecuación 35-3: Cálculo de altura del tanque de hilado. (Paucar, 2017, p.65)

$$h_H = \frac{V_{TH}}{\pi * r_{tH}^2} \quad \text{Ec. 35-3}$$

$$h_H = \frac{0,1725 \text{ m}^3}{\pi * (0,30)^2}$$

$$h_H = 0,60 \text{ m}$$

3.2.8.5 Diseño de mesa de moldeo

El dimensionamiento de las mesas para la etapa de moldeo depende de la capacidad de producción.

Volumen de la mesa de moldeo

Ecuación 36-3: Cálculo de volumen de la mesa de moldeo.

$$\begin{aligned}V_m &= L_m * a_m * h_m && \text{Ec. 36-3} \\V_m &= 1,50 \text{ m} * 0,75 \text{ m} * 0,80 \text{ m} \\V_m &= 0,90 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Dónde:

V_m : Volumen de mesa, (m)

L_m : Longitud de mesa, (m)

a_m : Ancho de mesa, (m)

h_m : Altura de mesa, (m)

3.2.9 Resultados del dimensionamiento de equipos

Tabla 18-3: Dimensiones de la marmita

DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	VALOR	UNIDAD
MEDIDAS DE LA MARMITA			
Volumen de diseño	V_{DM}	0,075	m^3
Volumen total de la cámara de ebullición	V_{ce}	0,575	m^3
Diámetro de la cámara de ebullición	D_{ce}	0,90	m
Radio interno de la cámara de ebullición	r_{ce}	0,45	m
Altura total de la cámara de ebullición	h_{Tce}	0,90	m
Espacio entre la chaqueta y cámara de ebullición	e_{ch}	0,09	m
Diámetro de chaqueta	ϕ_{ch}	1,08	m
Altura total de chaqueta	h_{Tch}	1,08	m
Volumen de chaqueta	V_{ch}	0,98	m^3
Material Acero Inoxidable AISI	—	304	—
SISTEMA DE AGITACIÓN			
Longitud de brazo del agitador	L_B	0,45	m
Espesor del agitador	E_a	0,045	m
Diámetro del agitador	ϕ_a	0,675	m
Distancia entre el fondo del tanque y la paleta	E	0,45	m
Altura de la paleta	A_p	0,09	m
Distancia entre rejillas	X_r	0,075	m
Numero de paletas	N_{pal}	6	—
Velocidad rotacional	N	1	rps
Potencia	P	1	Hp

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Tabla 19-3: Dimensiones de lira vertical

DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	VALOR	UNIDAD
Longitud del brazo de lira	L_{BL}	0,65	m
Espesor de lira	E_L	0,065	m
Ancho de lira	a_L	0,33	m
Alto de la paleta de lira	A_{pL}	0,13	m
Altura total de lira	A_{TL}	0,78	m
Distancia entre el fondo del tanque y la lira	x	0,12	m
Distancia entre hilo e hilo	x_V	0,03	m

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Tabla 20-3: Dimensiones del tanque de hilado y amasado

DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	VALOR	UNIDAD
Volumen de diseño de hiladora	V_{DH}	0,0225	m
Volumen total de hiladora	V_{TH}	0,1725	m
Diámetro interno del tanque	D_{tH}	0,60	m
Radio del tanque de hiladora	r_H	0,30	m
Altura del tanque de hiladora	h_H	0,60	m

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Tabla 21-3: Dimensiones de mesa de moldeo

DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	VALOR	UNIDAD
Longitud de mesa	L_m	1,50	m
Ancho de mesa	a_m	0,75	m
Altura de mesa	A_m	0,80	m
Volumen de mesa	V_m	0,90	m^3

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

3.2.10 Proceso de producción

El proceso de producción de elaboración de queso mozzarella propuesto para la microempresa “SIERRALAC” es considerado como un tipo de producción batch, puesto que la leche solo se recepa una vez al día (únicamente en la mañana) y por ser una nueva línea de producción para la planta.

3.2.10.1 Materia prima, aditivos e insumos

Para la elaboración de queso mozzarella a nivel industrial es necesario el requerimiento de los siguientes aditivos, materia prima e insumos.

Tabla 22-3: Materia prima, aditivos e insumos

Materia prima		Cantidad	Unidad
	Leche cruda	500	L
Aditivos	Cloruro de calcio	150	g
	Fermento láctico TCC-20 (bacterias thermophilus)	8	g
	Cuajo líquido	50	ml
	Cloruro de sodio	23%	-
Insumos	Fundas plásticas	110	Unidades
	Etiquetas	110	Unidades

Elaborado por: Marcia Guaiña, 2018.

3.2.10.2 Diagrama del proceso de elaboración de queso mozzarella

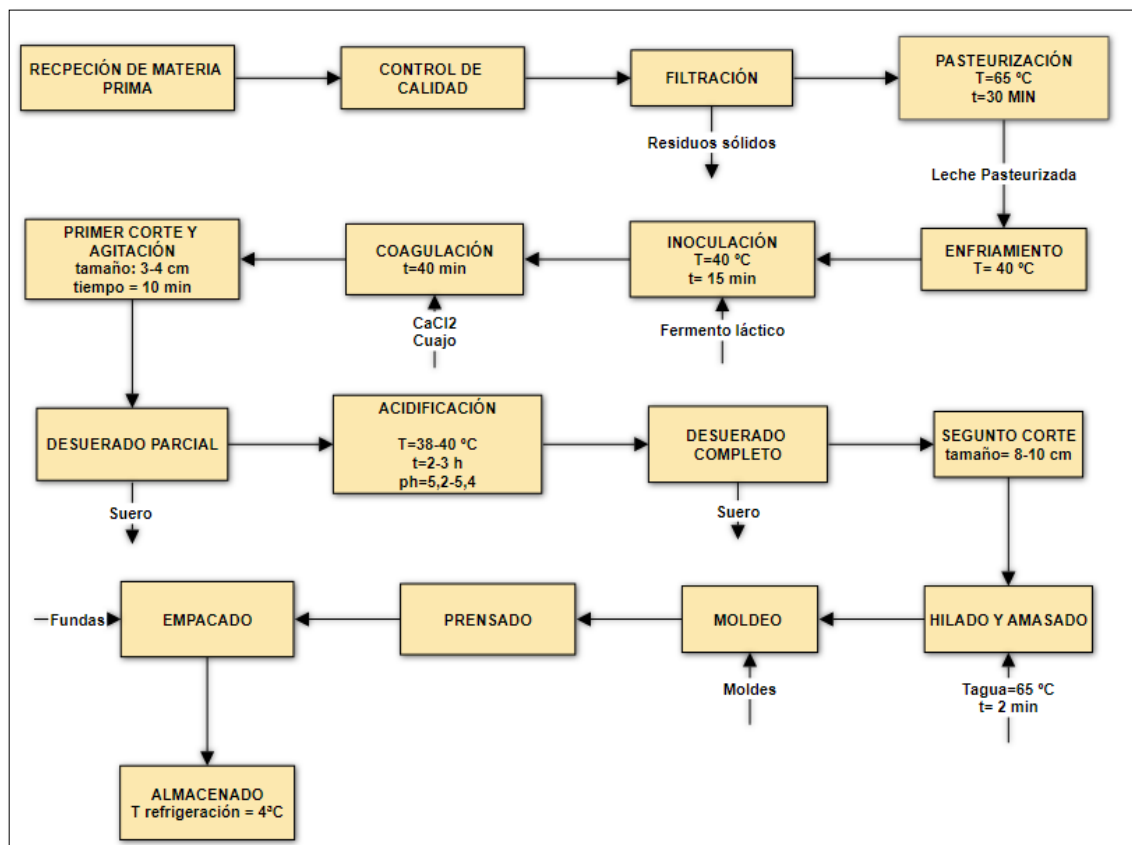


Figura 8-3: Diagrama de proceso de elaboración de queso mozzarella

Realizado por: Marcia Guaiña, 2018.

3.2.10.3 Descripción del diagrama del proceso de elaboración de queso mozzarella

- Recepción de materia prima

La leche cruda es receptada en un tanque de acero inoxidable, el cual presenta un filtro (lienzo) a fin de que queden retenidas las impurezas y partículas adheridas a la leche.

- Control de calidad

Mediante pruebas de calidad permite determinar si la leche cumple con los estándares de calidad y si es apta para ser procesada, garantizando la inocuidad de la leche y posteriormente del producto final.

- Pasteurización

Etapa que mediante la adición de calor permite destruir los microorganismos patógenos y perjudiciales presentes en la leche, así, asegurando la higiene durante el proceso. Para efectuar dicha etapa, la leche sufre un tratamiento lento a una temperatura de 65 °C durante un tiempo de 30 minutos, dicha temperatura es considerada adecuada ya que se mantiene las propiedades nutricionales del producto sin modificación alguna. Posteriormente la leche pasteurizada es enfriada, mediante la ayuda de una corriente de agua fría hasta conseguir una temperatura que oscila entre 38-40 °C

- Inoculación

Consiste en adicionar la cantidad exacta de fermento láctico TCC-20 que es un medio de cultivo de bacterias *streptococcus thermophilus* y *lactobacillus helveticus*, específico para queso mozzarella. La temperatura óptima de esta etapa es de 38-40 °C, puesto que es la adecuada para que las bacterias se desarrollen de una manera adecuada. Para mantener una mezcla homogénea se empleará el agitador respectivo.

- Adición de cloruro de calcio

Para que la cuajada adquiriera mayor firmeza mecánica se agrega cloruro de calcio, debido que durante la pasteurización se efectúa un proceso normal de precipitación de calcio.

- Coagulación

Proceso en el que se produce la formación de un gel por la acción del cuajo, dado que tiene la capacidad de coagular las proteínas que se encuentran en la leche. Para que se forme la cuajada debe permanecer en reposo durante 40 minutos.

- Primer corte y agitación

El objetivo del corte es convertir la masa de cuajada formada en fragmentos pequeños, permitiendo así la eliminación del suero, el tamaño de los granos incide en el tipo de queso que se desea elaborar. Para ello se utilizan liras horizontal y vertical para obtener trozos de 3-4 cm aproximadamente, después se debe realizar un batido lento evitando romper los granos de cuajada durante 10 minutos con el fin de conseguir que los granos de cuajada estén consistentes. Luego se debe eliminar las 2/3 partes del suero.

- Acidificación

Proceso en el que los granos de la cuajada alcanzan un pH óptimo para la etapa de hilado, para ello la temperatura debe mantenerse de 38-40 °C durante un tiempo de 2-3 horas, tiempo necesario para que el pH alcance un valor de 5,2 a 5,4. Para llevar un control de pH adecuado es necesario la ayuda de un potenciómetro, en el que el pH se mide cada 15 minutos hasta llegar a dichos valores.

Previamente al hilado se realiza la prueba de hilado, se verifica colocando un pequeño trozo de cuajada en agua caliente (60-65 °C) y observar que se estire, una vez comprobado será ideal para la siguiente etapa; caso que se puede aplicar al no disponer de un equipo Potenciométrico.

- Desuerado total y corte

Con la ayuda de mallas el suero se elimina por completo. Una vez eliminado el suero por completo se procede a cortar la masa de cuajada en fragmentos de 8-10 cm aproximados.

- Hilado y amasado

Proceso térmico que consiste en someter los trozos de cuajada en agua o suero caliente (70 °C) durante 2 min y luego se estira e introduce en agua caliente hasta el moldeo con el objeto de que adquiera brillo, plasticidad y capacidad de formar hebras.

- Moldeado y Prensado

La masa hilada se debe colocar en moldes y mediante la ayuda de una prensa mecánica logrando adquirir un producto con mayor compactación y firmeza.

- Enfriado

El queso debe ser enfriado a temperatura de 5-10 °C durante 15-25 minutos, debido que si entra directamente produce un queso deformado, salmuera caliente y mayor concentración de sal en el queso, salida de agua y grasa del queso para la salmuera y la salmuera está más expuesta al deterioro.

- Salazón

Para que el queso adquiriera el sabor característico se sumerge en salmuera a una concentración del 23% durante 3 horas.

- Empacado

Colocar los quesos en fundas plásticas para que posteriormente sean comercializados.

- Almacenado

Para conservar y prolongar el tiempo de vida el producto final se somete a un cuarto o cámaras de refrigeración (4°C).

3.2.11 Validación del proceso

Una vez elaborado el producto y a fin de validar el diseño se realizó la caracterización del queso mozzarella establecido por la norma NTE INEN 0082:2011. Queso mozzarella. Requisitos.

Para realizar los análisis correspondientes la muestra se envió al laboratorio de Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Aguas y Alimentos (SAQMIC) y mediante los datos conseguidos se determinó que el queso mozzarella cumple con lo establecido en la norma NTE INEN 0082:2011. Queso mozzarella. Requisitos.

Tabla 23-3: Análisis físico de queso mozzarella

Análisis físico	
PARÁMETRO	CARACTERÍSTICAS
Color	Blanco
Olor	Característico
Aspecto	Normal, libre de material extraño

Fuente: (SAQMIC)

Realizado por: Marcia Guaiña, 2018.

Tabla 24-3: Análisis bromatológico de queso mozzarella

Análisis bromatológico					
Parámetro	Método	Resultado	Unidad	Limite permisible	
				Mín.	Máx.
Humedad	NTE INEN 63	39,21	%	-	60
Grasa	NTE INEN 64	46,32	%	45	-

Fuente: Laboratorio de Servicios Analíticos, Químicos y Microbiológicos en Aguas y Alimentos

Realizado por: Marcia Guaiña, 2018.

Tabla 25-3: Análisis microbiológico de queso mozzarella

Análisis microbiológico				
PARÁMETROS	MÉTODO	RESULTADO	LÍMITE PERMISIBLE	
			m	M
<i>Escherichia Coli</i> UFC/g	Siembra en masa	Ausencia	<10	10
<i>Stafilococcus Aureus</i> UFC/g	Siembra en masa	Ausencia	10	10 ²
<i>Enterobacteriaceas</i> UFC/g	Siembra en masa	40	2x10 ²	10 ³
<i>Salmonella</i> en 25 g	Reveal 2.0 NEOGEN	Ausencia	Ausencia	-
<i>Listeria</i> en 25 g	Reveal 2.0 NEOGEN	Ausencia	Ausencia	-

Fuente: Laboratorio de Servicios Analíticos, Químicos y Microbiológicos en Aguas y Alimentos

Realizado por: Marcia Guaiña, 2018.

Dónde:

 m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad. M = Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.

Conforme a los resultados conseguidos de los análisis, el queso mozzarella elaborado a escala piloto cumple con los requisitos establecidos por la norma NTE INEN 0082: 2011. Queso

Mozzarella. Requisitos, de manera que el diseño para esta nueva línea de producción en la microempresa es factible para su implementación.

3.2.12 Distribución de la planta

La planta quesera “SIERRALAC”, al momento cuenta con un área disponible de 70 m², es considerado que es un espacio suficiente para llevar a cabo dos procesos de manera simultánea, en la que se ocupará la misma área de producción para incluir los equipos requeridos para la línea de producción de queso mozzarella.

3.2.12.1 Descripción de áreas de la planta

- Área de recepción de materia prima

Esta área permite recibir la leche que va a ser destinada a procesamiento, en la que debe pasar por un filtro, de manera que la leche se encuentre libre de impurezas, pelos, paja, etc.

- Área de control de calidad

Esta área es destinada para realizar las pruebas de calidad de la materia prima, así como también del producto final, permitiendo así determinar que parámetros están variando, debido que si se trabaja con materia prima de calidad se obtendrá un producto también de calidad.

- Área de producción

Esta área requiere de un espacio amplio y suficiente ya que se produce la transformación de materia prima en producto final, en la que se encuentran todos los equipos necesarios para la elaboración de queso mozzarella, cuyos equipos están distribuidos de una manera secuencial garantizando un procesamiento adecuado y de fácil acceso para la movilización del personal. Razón por la cual demanda tener mucho cuidado ya que las variables involucradas requieren tener un control adecuado.

- Área de salmuera

Área en la que se encontrará una tina con una solución de cloruro de sodio a una concentración del 23%, donde el queso adquiere el sabor deseado.

- Área de empaçado

En esta área se dispone de una mesa de acero inoxidable, en la que se realizará el empaçado del producto de forma manual.

- Área de almacenamiento

Esta área permite conservar las propiedades nutricionales y asegurar la inocuidad del queso hasta el momento de la comercialización.

- Área de máquinas

Área en la que se sitúa la caldera, la que genera vapor para los procesos de producción y es recomendable que se ubique cercano al equipo pasteurizador.

- Bodega

Espacio disponible en la que se almacenarán los insumos y aditivos necesarios para elaborar queso mozzarella.

3.2.12.2 Capacidad de producción

De un volumen de 500 L de producción se obtiene 55 kg de queso mozzarella, para que el producto salga al mercado se propuso una presentación de 500 gramos, mismos que son empaçados en fundas de plástico respectivo.

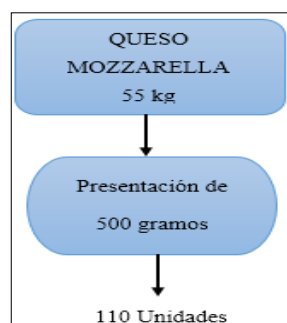


Figura 9-3: Cantidad de producción por día
Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

3.2.13 Requerimiento de tecnología, equipos y maquinaria

En la tabla 26-3 se indican los equipos que son necesarios para la producción de queso mozzarella.

Tabla 26-3: Equipos que la planta posee

Equipo	Descripción	Características
Tanque de recepción	Forma cilíndrica Acero inoxidable 304	Volumen= 1000 L Altura= 1,5 m Diámetro=1,08 m Área= $11m^2$
Caldera	Es una caldera de tipo vertical, es el encargado de generar vapor para la transformación de productos en la planta, posee una chimenea.	Combustible: diésel Presión: 80-200 Psi Capacidad: $1m^3$ Temperatura promedio: 200 °C
Prensa	La microempresa posee una prensa manual de material de acero inoxidable 304	Altura =2,5 m Ancho = 0,80 m
Cuarto frío	Permite conservar el queso sin alterar su composición y características iniciales.	Longitud: 5 m Altura: 2,5 m Ancho: 1,20 m
Tanque de salado	Diseñado específicamente para preparar salmuera.	Longitud: 1,5 m Altura:0,600 m Ancho:0,50 m

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Tabla 27-3: Equipos requeridos para la producción de queso mozzarella

Equipo	Descripción	Características
Marmita	Material de acero inoxidable 304, posee una camisa o chaqueta por donde circulará el vapor para llevar a cabo la pasteurización, además contendrá un agitador tipo rejilla de paletas planas inclinadas con ángulo de inclinación de 45 °C permitiendo que la transferencia de calor se dé por todo el fluido logrando así que la mezcla sea homogénea, 1 válvula de salida y bridas para fijar el equipo en el piso.	Volumen = 575 L Altura = 0,90 m Diámetro = 0,90 m Área = 3,43 m ² Espesor del agitador = 0,044 m Diámetro del agitador = 0,66 m Altura de las paletas = 0,09 m Potencia del motor = 1 Hp
Lira vertical	Material de acero inoxidable 304, en el que el número de hilos depende del tipo de queso a elaborar y por lo tanto el corte es diferente.	Longitud del brazo de la lira = 0,65 m Espesor de la lira = 0,065 m Alto de la paleta de la lira = 0,13 m Altura total de la lira = 0,78 m
Tanque de hilado	Material acero inoxidable 304. Forma cilíndrica.	Volumen total del tanque = 172.5 L. Diámetro interno del tanque = 0,60 m. Radio del tanque = 0,30 m. Altura del tanque = 0,60 m. Área = 1 m ²
Mesa de moldeo	Material de acero inoxidable 304, específicamente dimensionado para el moldeo.	Longitud = 1,50 m Ancho = 0,75 m Altura = 0,80 m Volumen = 0,90 m

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Tabla 28-3: Equipos y materiales para controlar el proceso

Equipo	Cantidad	Función
Termómetro industrial	1	Controlar la temperatura de pasteurización de la leche y del agua para el hilado.
Balanza analítica	1	Pesar los insumos requeridos para el procesamiento.
pH-metro	1	Determinar el grado de acidez de la masa de cuajada para el hilado.
Balanza plataforma	1	Pesar la cantidad exacta de masa de cuajada.
Empacadora al vacío	1	Empaquetar al vacío a fin de mantener la inocuidad de los productos.
Materiales		
Probeta	1	Medir la cantidad exacta de insumos
Vaso de precipitación	1	Disolver el fermento y cloruro de calcio, diluir el cuajo.
Varilla de agitación	1	Agitación de insumos.
Lienzo (celulosa y algodón)	-	Filtración de leche.

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

3.2.14 Análisis costo-beneficio del proyecto

El estudio financiero para el presente proyecto permite determinar la viabilidad del mismo, en el que los costos de los equipos, materiales, materia prima, aditivos se han considerado los costos del mercado.

Tabla 29-3: Costo de materia prima directa por unidad

RUBROS	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO \$	TOTAL
LECHE	4,6	L	0,40	1,84
FERMENTO LÁCTICO	0,16	GRAMOS	0,96	0,15
CLORURO DE CALCIO	3	GRAMOS	0,0088	0,03
CUAJO	1	ml	0,025	0,03
CLORURO DE SODIO	0,2	KILOGRAMOS	0,4000	0,08
FUNDAS DE POLIETILENO	1	UNIDAD	0,02	0,02
ETIQUETAS	1	UNIDAD	0,02	0,02
TOTAL				2,165

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Tabla 30-3: Costo de materia prima y mano de obra mensualizada

MATERIA PRIMA DIRECTA MENSUALIZADA		
	CANTIDAD	TOTAL
UNIDADES DE 500 G	2200	4373
MANO DE OBRA DIRECTA MENSUALIZADA		
	CANTIDAD	TOTAL
OPERARIO	1	400,34
LABORATORISTA DE CALIDAD	1	403,04
TÉCNICO	1	404
SUBTOTAL		1207,38

Realizado por: Marcia Guaiña, 2018.

Tabla 31-3: Producción de empaques al mes

DETALLE	DIARIO	DÍAS TRABAJADOS	PRODUCCIÓN MENSUAL ESPERADA
UNIDADES DE 500 g	110,00	20	2200

Realizado por: Marcia Guaiña, 2018.

Tabla 32-3: Costos indirectos de producción

MATERIA PRIMA INDIRECTA	
RUBROS	VALORES POR MES
COMBUSTIBLE (Diésel)	150
SUBTOTAL	80
MANO DE OBRA INDIRECTA	
SECRETARIA	404,97
SUBTOTAL	404,97
OTROS GASTOS FIJOS	
SERVICIOS BÁSICOS(AGUA, LUZ, TELÉFONO)	350
PUBLICIDAD	120
SUMINISTRO DE OFICINA(PAPEL ESFEROS, ETC)	50
SUBTOTAL	520
TOTAL	1074,97

Realizado por: Marcia Guaiña, 2018.

La suma entre los costos directos e indirectos por cada unidad de 500 g se obtiene que el costo individual de queso mozzarella es de \$3,24, el cual al ser vendido a \$4,00 y al considerar una utilidad del 20%, se deben vender mensualmente 946 unidades para evitar pérdidas económicas.

Tabla 33-3: Precio de venta al público

PRODUCTO	COSTO TOTAL \$	UTILIDAD %	MARGEN DE CONTRIBUCIÓN \$	PRECIOS DE VENTA \$
UNIDADES DE 500 g	3,24	20	0,65	4

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Tabla 34-3: Punto de equilibrio

CF (COSTOS FIJOS)	1074,97
PV(PRECIO DE VENTA)	3,89
CV (COSTOS VARIABLES)	2,75
PE(PUNTO DE EQUILIBRIO)	945,99
PE MENSUAL	945,99
PE ANUAL	11351,85

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Tabla 35-3: Costo de maquinaria y equipos

MAQUINARIA Y EQUIPOS	VALOR
ÁREA DE PRODUCCIÓN	
MARMITA	4000
TANQUE DE HILADO	1200
LIRA DE CORTE	350
MESA DE MOLDEO	750
BALANZA INDUSTRIAL	650
EMPACADORA AL VACÍO	4415
BALANZA ANALÍTICA	2210
PH-METRO	1653,12
TOTAL	15228

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Tabla 36-3: Costos de mantenimiento y seguros de equipos y maquinaria

EQUIPOS Y MAQUINARIA	VALOR	MANTENIMIENTO 5%	SEGUROS 3%
MARMITA	1500	75	45
TANQUE DE HILADO	750	37,5	22,5
LIRA DE CORTE	80	4	2,4
MESA DE MOLDEO	450	22,5	13,5
BALANZA INDUSTRIAL	80	4	2,4
EMPACADORA AL VACÍO	3000	150	90
BALANZA ANALÍTICA	300	15	9
PH-METRO	500	25	15
TOTAL	6660	216,5	129,9

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Tabla 37-3: Costos de muebles y enseres

MUEBLES Y ENSERES			
AREA DE PRODUCCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
Mesas de trabajo	1	100	100
Estanterías	1	100	100
TOTAL			200

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Tabla 38-3: Costos y gastos de depreciación y seguros

COSTOS Y GASTOS DE DEPRECIACIÓN Y SEGUROS			
RUBRO	VIDA ÚTIL (AÑOS)	INVERSIONES	
		Depreciación	Valor
Activos fijos operativos/producción		Porcentaje %	USD \$
MARMITA	5	20,00%	800
TANQUE DE HILADO	5	20,00%	240
LIRA DE CORTE	5	20,00%	70
MESA DE MOLDEO	5	20,00%	150
BALANZA INDUSTRIAL	5	20,00%	130
EMPACADORA AL VACÍO	5	20,00%	883,008
BALANZA ANALÍTICA	5	20,00%	442
PH-METRO	5	20,00%	330,624
TOTAL			3045,632

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Según la capacidad de producción y trabajando 8 horas diarias, la cantidad a producir por día es de 110 unidades de queso mozzarella en presentaciones de 500 g.

Tabla 39-3: Unidades de queso mozzarella a producir

DETALLE	DIARIO	MENSUAL	ANUAL
UNIDADES A PRODUCIR	110,00	2200	26400

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Considerando que el crecimiento poblacional es de 1,95% y una tasa de inflación de 1,59%, el presupuesto de ventas a 5 años se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 40-3: Presupuesto de ventas a 5 años

PRESUPUESTO DE VENTAS					
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
UNIDADES A PRODUCIR	26400	27439,64	27974,71	28520,22	29076,36

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Tabla 41-3: Costos de permisos de funcionamiento

Categoría 1/Comercio	Mensual	Anual
RISE	10	120
Permiso de funcionamiento		122,4

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Tabla 42-3: Presupuesto de costos a 5 años

DETALLE/PARTIDA PRESUPUESTARIA	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
COSTO DE PRODUCCIÓN					
Materia prima directa	52476	53310,3684	54158,00	55019,12	55893,92
Mano de obra directa	14488,56	14718,9281	14952,96	15190,71	15432,24
Mantenimiento y seguros	6,4	6,50176	6,61	6,71	6,82
Depreciación	3045,632	6091,264	9136,896	12182,528	15228,16
Subtotal	70016,59	74127,06226	78254,46	82399,06	86561,14
GASTOS ADMINISTRATIVOS					
Sueldos	24800	25194,32	25594,91	26001,87	26415,30
Arriendo	0	0	0,00	0,00	0,00
Suministros de oficina	600	609,54	619,23	629,08	639,08
Servicios básicos	4200	4266,78	4334,62	4403,54	4473,56
Impuestos/permisos de funcionamiento	242,4	246,25	250,17	254,15	258,19
Subtotal	29842,40	30316,89	30798,93	31288,64	31786,13
GASTOS DE VENTAS					
Transporte	600	609,54	619,23	629,08	639,08
Publicidad	120	121,91	123,85	125,82	127,82
Subtotal	720	731,45	743,08	754,89	766,90
COSTOS FINANCIEROS					
Intereses Bancarios	100	100	100	100	100
Subtotal					
TOTAL	100678,99	105275,40	109896,47	114542,59	119214,16

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Tabla 43-3: Flujo de caja

	RUBROS	AÑOS					
		0	1	2	3	4	5
+	VENTAS NETAS		112200,00	116618,46	118892,52	121210,93	123574,54
-	COSTOS DE PRODUCCIÓN		70016,59	74127,06	78254,46	82399,06	86561,14
-	COSTOS ADMINISTRATIVOS		29842,40	30316,89	30798,93	31288,64	31786,13
-	COSTOS DE VENTAS		720,00	731,45	743,08	754,89	766,90
-	COSTOS FINANCIEROS		100	100	100	100	100
=	UTILID. ANTES DE REP. UTILID. E. IMPUESTOS		100678,99	105275,40	109896,47	114542,59	119214,16
-	INVERSION EN MAQUINAS Y EQUIPOS	-15228,16					
-	MUEBLES Y ENSERES	-200					
-	INV. TERRENO Y OBRA FISICA	-70000					
-	VEHICULO	-40000					
-	IMPREVISTOS	-13000					
-							
+	CAPITAL SOCIO/PRESTAMO	20000					
	FLUJO DE CAJA	-8428,16	11521,01	11343,06	8996,05	6668,33	4360,38
	FLUJO ACUMULADO	-8428,16	3092,85				

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Tabla 44-3: Indicadores VAN Y TIR

TASA DE RENDIMIENTO DEL MERCADO	12%
VAN	\$ 9.733,10
TIR	126%

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Tabla 45-3: Ingresos y Egresos

Suma Ingresos	\$424.922,70
Suma Egresos	\$392.478,21
Costos de Inversión	384050,05
Relación Costo Beneficio	\$1,11

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

Conforme a los resultados del estudio financiero, tomando en cuenta los costos directos e indirectos y demás factores económicos, se obtiene que los indicadores financieros más importantes son el TIR (Tasa Interna de Retorno con un valor de 126% lo que garantiza que el proyecto es económicamente viable debido a que el TIR es mayor que la tasa de rendimiento del mercado; el VAN (Valor Actual Neto) con \$9.733,10, es aceptable puesto que el VAN es mayor a cero lo que generará ingresos por encima de la rentabilidad exigida; la relación costo beneficio

será de \$1,11 por cada dólar que se invierta y el período de recuperación de lo invertido será de 9 meses. Además, para no generar pérdidas en el proyecto se debe comercializar como mínimo 946 unidades de queso mensualmente y 11352 unidades al año llegando al punto de equilibrio.

3.2.15 Cronograma de actividades

Tabla 46-3: Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	TIEMPO																							
	1° mes				2° mes				3° mes				4° mes				5° mes				6° mes			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Revisión Bibliográfica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Muestreo y caracterización de la leche	■	■	■	■																				
Establecer el diagrama de proceso de elaboración de queso mozzarella, determinar las variables de proceso, cálculos del proceso.					■	■																		
Elaboración de queso mozzarella a escala piloto							■	■	■	■														
Diseño de ingeniería y cálculos											■	■	■	■	■	■	■							
Validación del diseño mediante la caracterización del producto.																		■	■					
Redacción del trabajo final					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Corrección de borradores																					■	■		
Auditoría académica																					■	■	■	
Defensa del trabajo																								■

Realizado por: Marcia Guaila, 2018.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El diseño para la elaboración de queso mozzarella realizado en la planta quesera “SIERRALAC” perteneciente a la COCIHC, tuvo como etapa inicial el muestreo de leche cruda en base a las normas NTE INEN 4 y el instructivo para “Toma de muestras de leche cruda”, publicado por AGROCALIDAD. Posteriormente se efectuó la caracterización de la materia prima, mismos que fueron analizados por el Laboratorio de Control de Calidad de Leche de AGROCALIDAD, en el que se obtuvo que la mayoría de los parámetros se encontraban dentro de los límites permisibles establecidos por la NTE INEN 009:2012, presentando un inconveniente el punto crioscópico ya que tuvo un valor de $-0,5735$ °C, el cual se encontraba fuera del límite establecido, esta anomalía se vio afectada como consecuencia de que la leche podría haber sido adulterada, sin embargo, la leche ha sido considerada apta para el procesamiento ya que esta prueba define en un rango muy pequeño, además este parámetro es irrelevante para nuestro propósito..

Para elaborar queso mozzarella se llevó a cabo pruebas a nivel de laboratorio, el cual permitió la identificación de las variables que están inmersas en el proceso siendo las siguientes: temperatura de pasteurización a 65°C, tiempo de acidificación de 1 a 3 horas, temperatura de acidificación de 40°C, pH de 5,2 a 5,4, temperatura de hilado a 70°C, tiempo de salado de 3 horas.

La temperatura de pasteurización a 65 °C durante un tiempo de 30 minutos, es un requisito indispensable para asegurar la inocuidad y calidad de la leche, puesto que a mayor temperatura el calcio presente en la leche tiende a precipitar en forma de trifosfato de calcio que es insoluble, generando una coagulación defectuosa y por lo tanto pérdidas en el corte, mayor humedad, bajo rendimiento, maduración rápida y mayor retención de cuajo.

El tiempo de acidificación es de 1-3 horas manteniendo una temperatura de 40 °C, período en el se consigue un pH que varíe entre 5,2 a 5,4, cuyo valor es óptimo para que se dé el hilado, brindando así un aroma y sabor característico al queso, para que se produzca la acidificación se requiere mantener dicha temperatura pues las bacterias termófilas tienen como finalidad formar el ácido láctico y remover el calcio coloidal presente en la cuajada convirtiéndolo en una sal soluble conocido como lactato de calcio, si las temperaturas son mayores si ayudan el crecimiento de los microorganismo pero se obtiene un grano más seco, resultando un queso seco y duro.

El pH ideal para el hilado es de 5,2-5,4, en el caso de que el pH sea mayor a 5,6 la elasticidad es insuficiente, es decir no se puede hilar, mientras que si el pH es menor que 5,0 existirá pérdida de elasticidad. La temperatura de hilado a 70 °C permite que la masa de la cuajada logre fundir y

estirarse sin perder sus características iniciales, considerado como la temperatura ideal debido a que protege la inactivación de la quimosina y pérdida de grasa en el agua.

Por medio de pruebas realizadas a nivel de laboratorio, el proceso se llevó a cabo mediante el método de fermentación enzimática debido a que su rendimiento es muy bueno y mantiene sus propiedades nutritivas, no se ha considerado los otros dos métodos puesto que los productos tanto de fermentación ácida y ácida-enzimática resultan de mala calidad, claro está que el tiempo de producción es corto al agregar un ácido orgánico por ejemplo el ácido cítrico y la combinación de las dos, pero el rendimiento es bajo como consecuencia de que al adicionar el ácido se forman coágulos muy pequeños y por el tamaño que presentan se elimina en el suero, además de ello la cuajada que se forma es frágil, porosa y poco contráctil requiriendo un cuidado y tratamiento adecuado para evitar pérdidas.

Al elaborar queso mozzarella se obtuvo datos, cuyos valores han sido usados para el diseño y cálculos de ingeniería tomando en cuenta que a futuro la microempresa requiere procesar la capacidad de 500 litros para elaborar queso mozzarella, además se consideró los equipos con que cuenta la planta siendo tanque de recepción, caldera, prensa, cuarto frío, de manera que para llevar a cabo la nueva línea de producción se necesita una marmita con sistema de agitación, lira para el corte de la cuajada, tanque de hilado y mesa para moldeo.

La marmita ha sido diseñada para un volumen de 575 litros a fin de evitar pérdidas de materia prima y producto, montado por un sistema de agitación en el eje vertical el cual dispone de un agitador de tipo rejilla de paletas planas inclinadas, consta de 6 palas con un ángulo de inclinación de 45 °C debido que produce flujo axial y radial para conseguir una composición homogénea con el objetivo de evitar que haya zonas muertas al momento de la operación. Todos los equipos diseñados son de material de acero inoxidable 304 excepto los hilos de la lira, puesto que son resistentes a la corrosión y por tratarse de alimentos.

Mediante el análisis financiero se determinó que el proyecto es económicamente viable debido a que el TIR es mayor que la tasa de rendimiento del mercado con un valor de 126%, aceptable porque el VAN es mayor a cero siendo de \$9733,10, y el período en el que se recuperará lo invertido es de 9 meses.

CONCLUSIONES

- La caracterización de la leche cruda se realizó mediante análisis físico-químico y microbiológico en base a la norma NTE INEN 9:2012. Leche cruda. Requisitos, donde se determinó que solo el punto crioscópico se encontraba fuera de límite, siendo un parámetro no tan relevante para nuestro propósito.
- Mediante pruebas realizadas a escala piloto se obtuvo queso mozzarella con un rendimiento del 11 %, durante el proceso se identificó las variables más relevantes siendo las siguientes: temperatura de pasteurización a 65 °C, tiempo de acidificación de 1-3 horas, temperatura para la acidificación de 40 °C, pH de hilado que varía entre 5,2-5,4, temperatura de hilado de 70 °C y tiempo de salado de 3 horas.
- El proceso de elaboración de queso mozzarella permitió obtener datos, el cual sirvió de sustento para realizar el diseño para procesar 500 litros de leche, en base a cálculos, dimensionamiento, tipo de material y presupuesto se diseñó los siguientes equipos: marmita, sistema de agitación, lira vertical, tanque de hilado y mesa de moldeo para la obtención de queso mozzarella a escala industrial, además el material de los equipos es de acero inoxidable AISI 304 por tratarse de un alimento.
- Por medio de la caracterización de queso mozzarella, se validó el diseño en base a la NTE INEN 82: Queso mozzarella. Requisitos, cuyos resultados cumplen y están dentro de los rangos establecidos, donde se determinó grasa, humedad y mediante el análisis microbiológico el producto presenta ausencia de *escherichia coli*, *stafilococcus aureus*, *salmonella*, *listeria* y *enterobacteraceas* con 40 UFC/g pero está dentro de rango y es mínimo.

RECOMENDACIONES

- El control de calidad de la materia prima debe ser permanente y estricto.
- Aplicar buenas prácticas de manufactura (BPM) para obtener un producto que cumpla con los altos estándares de calidad.
- Llevar un control adecuado de pH y temperatura de acidificación para evitar inconvenientes al momento de hilar.
- El medio de cultivo debe conservarse en refrigeración con el objetivo de que no se altere, no usar el cultivo congelado si presenta grumos o en forma de masa.

BIBLIOGRAFÍA

AGROCALIDAD. *Instructivo para toma de muestras de leche cruda.* [En línea] 19 de 01 de 2017. [Consulta:8 de julio 2018]. Disponible en: <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2015/09/instructivo-para-toma-de-muestras-de-leche-cruda-19-01-2017.pdf>.

Alais, Ch. *Ciencia de la leche: Principios de técnica lechera.* 4ª ed. Manuel Company. Barcelona-España : Reverté, S. A., 1985, pp.212-263.

Antezana, C. *Efecto de la hidrólisis enzimática de la lactosa en el perfil de textura de queso fresco normal y bajo en grasa.* [en línea] (Tesis). Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Industrias Alimentarias, Lima, Perú. 2015, pp.15-20. [Consulta: 08 de julio de 2018.]. Disponible en: http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1789/Q04_A558_T%20BAN%20UNALM.pdf?Sequence=1&isallowed=y.

Artica, L. *Métodos para el análisis fisicoquímico de la leche y derivados lácteos.* 2ª edición. Perú: @ Libros y editoriales TEIA. Ltd., 2014. [Consulta: 15 de octubre 2018]. Disponible en: <https://luisartica.files.wordpress.com/2011/11/metodos-de-analisis-de-leche-2014.pdf>

Cuichán, R. *Diseño de un plan de análisis de peligros y puntos críticos para el control para queso mozzarella en la empresa la Holandesa.* [en línea] (Tesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias, Riobamba, Ecuador. 2006. pp.47-50. [Consulta: 3 de julio 2018]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/885/1/27T075.pdf>

Eraza, S., & Lata, M. *"Diseño y construcción de una marmita automatizada para la elaboración de queso".* [en línea] (Tesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ingeniería Química, Riobamba, Ecuador. 2012. pp. 65-82. [Consulta: 01 de octubre 2018]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2516/1/96T00198.pdf>

Geankoplis, C. *Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias.* México : Compañía Editorial Continental,S.A.DE.C.V.México, 1998, pp.545-558.

Marín, O. *Planta para la elaboración de queso curado en Haro.* [En línea] 2012. [Citado el: 08 de 07 de 2018.] 2012 https://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/R000001477.pdf

McCabe, W; et al. Smith. *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química.* España : Mc Graw-Hill, 1998, pp.242-257.

MINISTERIO DE TRABAJO. *Salarios mínimos sectoriales 2018.* [En línea]. Managua, Nicaragua. [Consulta: 3 de julio 2018]. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1vtcRZ65pUnIXIaQquWbALaC8o7Hio67z/preview>.

Muriele, R. *Elaboración de queso de capa a partir de leche ganado vacuno con adición de cultivos lácticos para mejorar su calidad y productividad industrial.* [en línea] (Tesis). Universidad de Cartagena, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería de Alimentos, Cartagena de Indias. 2012.pp. 14-17.[Consulta: 8 de julio 2018]. Disponible en: <http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/270/1/TESIS%20RITA%20MARGARITA%20MURIELES%20RICARDO.pdf>.

NTE INEN 9:2012. *Leche cruda. Requisitos.* [En línea] 2012. [Citado el: 09 de 07 de 2018.] <https://ia601905.us.archive.org/26/items/ec.nte.0009.2008/ec.nte.0009.2008.pdf>.

Oviedo, M., & Rodríguez, V. *Diseño y construcción de un sistema para la producción de queso ricota a partir lacto suero de la Planta de Lácteos ESPOCH.* [en línea] (Tesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ingeniería Química, Riobamaba, Ecuador. 2013.p 32.[Consulta: 12 de septiembre 2018]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3202/1/96T00236.pdf>

Patiño, S. *Adaptación tecnológica para la elaboración de queso mozzarella en el cantón Quilanga.* [en línea] (Tesis). Universidad Técnica Particular de Loja, Area Biológica, Loja, Ecuador.2014. pp. 17-21. [consulta: 8 de julio 2018]. Disponible en: <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/10718/1/Patino%20Montano%20Susana%20Judith.pdf>.

Revilla, A. *Tecnología de la leche.* México : Herrero Hermanos, 1985,pp.12-28.

Rivera, R. *Agitación y mezclado.* [En línea] 23 de 10 de 2015. [Citado el: 26 de 05 de 2017.] <http://www.dcne.ugto.mx/Contenido/revista/numeros/41/A4.pdf>. **2015.**

Ruíz, G. *Evaluación de queso mozzarella elaborado con leche de tres especies zootécnicas*. [en línea] (Tesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Zootecnia, Riobamba, Ecuador. 2017. pp.22-25. [Consulta: 3 de julio 2018]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7087/1/17T1460.pdf>. **2017**.

Sémper, B. *Diseño y construcción de un prototipo de amasadora e hiladora semi automática para queso mozzarella en la empresa Riolac*. [en línea] (Tesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias, Riobamba, Ecuador. 2016. pp. 16-17. [Consulta: 3 de Julio 2018] . Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5793/1/27T0306.pdf>.

Serrano, P. *Elaboración de queso mozzarella basado en tres tipos de fermentación: enzimática, ácida y ácido-enzimática*. [en línea] (Tesis). Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas, Carrera de Ingeniería Química, Cuenca, Ecuador. 2017. pp.21-29. [Consulta: 15 de agosto 2018]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27159/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>

Tierra, B. *Diseño de un evaporador de simple efecto para la elaboración de mermelada de tuna para la empresa Vita Tuna*. [en línea] (Tesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ingeniería Química, Riobamba, Ecuador. 2018. [Consulta: 18 de octubre 2018]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8642/1/96T00444.pdf>

Toro, P. *Elaboración de queso mozzarella (utilizando leche de bovino) a partir de cuatro tipos de leche acidulada con un cultivo termófilo (streptococcus thermophilus), ácido cítrico, ácido láctico y suero ácido, utilizando 2 tipos de coagulación*. [en línea] (Tesis). Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Latacunga, Ecuador. 2011. p. 48. [Consulta: 8 de Julio 2018]. Disponible en: <file:///D:/Downloads/T-UTC-0552.pdf>.

Zamorán, D. *Manual de procesamiento lácteo*. [En línea]. Managua, Nicaragua. [Consulta: 3 de julio 2018]. Disponible en: https://www.jica.go.jp/nicaragua/espa%CC%81ol/office/others/c8h0vm000001q4bcatt/14_agriculture01.pdf

ANEXOS

Anexo A: NTE INEN 9:2012. Leche cruda. Requisitos Físico-químicos

NTE INEN 9

2012-01

4.5 Los límites máximos de residuos de medicamentos veterinarios para la leche serán los que determine el Codex Alimentario CAC/MRL 2.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos

5.1.1 Requisitos organolépticos (ver nota 1)

5.1.1.1 *Color.* Debe ser blanco opalescente o ligeramente amarillento.

5.1.1.2 *Olor.* Debe ser suave, lácteo característico, libre de olores extraños.

5.1.1.3 *Aspecto.* Debe ser homogéneo, libre de materias extrañas.

5.1.2 Requisitos físicos y químicos

5.1.2.1 La leche cruda, debe cumplir con los requisitos físico-químicos que se indican en la tabla 1.

TABLA 1. Requisitos fisicoquímicos de la leche cruda.

REQUISITOS	UNIDAD	MIN.	MAX.	MÉTODO DE ENSAYO
Densidad relativa: a 15 °C A 20 °C	-	1,029 1,028	1,033 1,032	NTE INEN 11
Materia grasa	% (fracción de masa) ⁴	3,0	-	NTE INEN 12
Acidez titulable como ácido láctico	% (fracción de masa)	0,13	0,17	NTE INEN 13
Sólidos totales	% (fracción de masa)	11,2	-	NTE INEN 14
Sólidos no grasos	% (fracción de masa)	8,2	-	*
Cenizas	% (fracción de masa)	0,65	-	NTE INEN 14
Punto de congelación (punto crioscópico) **	°C °H	-0,536 -0,555	-0,512 -0,530	NTE INEN 15
Proteínas	% (fracción de masa)	2,9	-	NTE INEN 16
Ensayo de reductasa (azul de metileno)***	h	3	-	NTE INEN 018
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)	Para leche destinada a pateurización: No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 68 % en peso o 75 % en volumen; y para la leche destinada a ultrapasteurización: No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 71 % en peso o 78 % en volumen			NTE INEN 1500
Presencia de conservantes ¹⁾	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de neutralizantes ²⁾	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de adulterantes ³⁾	-	Negativo		NTE INEN 1500
Grasas vegetales	-	Negativo		NTE INEN 1500
Suero de Leche	-	Negativo		NTE INEN 2401
Prueba de Brucelosis	-	Negativo		Prueba de anillo PAL (Ring Test)
RESIDUOS DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS ⁵⁾	ug/l	----	MRL, establecidos en el CODEX Alimentarius CAC/MRL 2	Los establecidos en el compendio de métodos de análisis identificados como idóneos para respaldar los LMR del codex ⁶⁾

* Diferencia entre el contenido de sólidos totales y el contenido de grasa.
 ** °C= °H · f, donde f= 0,9656
 *** Aplicable a la leche cruda antes de ser sometida a enfriamiento
 1) Conservantes: formaldehído, peróxido de hidrógeno, cloro, hipocloritos, cloraminas, lactoperoxidosa adicionada y dióxido de cloro.
 2) Neutralizantes: orina, carbonatos, hidróxido de sodio, jabones.
 3) Adulterantes: Harina y almidones, soluciones azucaradas o soluciones salinas, colorantes, leche en polvo, suero de leche, grasas vegetales.
 4) "Fracción de masa de B, W_B": Esta cantidad se expresa frecuentemente en por ciento, %. La notación "% (m/m)" no deberá usarse.
 5) Se refiere a aquellos medicamentos veterinarios aprobados para uso en ganado de producción lechera.
 6) Establecidos por el comité del Codex sobre residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos

NOTA 1. Se podrán presentar variaciones en estas características, en función de la raza, estación climática o alimentación, pero estas no deben afectar significativamente las características sensoriales indicadas.

Anexo B: NTE INEN 9:2012. Leche cruda. Requisitos Microbiológicos

5.1.3 *Contaminantes.* El límite máximo para contaminantes es el que se indica en la tabla 2.

TABLA 2. Límites máximo para contaminantes

Requisito	Límite máximo (LM)	Método de ensayo
Plomo, mg/kg	0,02	ISO/TS 6733
Aflatoxina M1, µg/kg	0,5	ISO 14674

5.1.4 *Requisitos microbiológicos.* La leche cruda debe cumplir con los requisitos especificados en la tabla 3.

TABLA 3. Requisitos microbiológicos de la leche cruda tomada en hato

Requisito	Límite máximo	Método de ensayo
Recuento de microorganismos aeróbios mesófilos REP, UFC/cm ³	$1,5 \times 10^6$	NTE INEN 1529-5
Recuento de células somáticas/cm ³	$7,0 \times 10^5$	AOAC – 978.26

5.2 **Requisitos complementarios.** El almacenamiento, envasado y transporte de la leche cruda debe realizarse de acuerdo a lo que señala el Reglamento de leche y productos lácteos del Ministerio de Salud Pública.

6. INSPECCIÓN

6.1 **Muestreo.** El muestreo debe realizarse de acuerdo con la NTE INEN 4.

6.2 **Aceptación o rechazo.** Se acepta el producto si cumple con los requisitos indicados en esta norma, caso contrario se rechaza.

Anexo C: Resultados de la caracterización de leche en el Laboratorio de Agrocalidad.

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LECHE Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAG, Tumbaco - Quito Teléf.: 2372-844/2372-845	PGT/CL/09-F001 Rev. 6
	INFORME DE ANÁLISIS	Hoja 1 de 1

"LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL SAE CON ACREDITACIÓN N° SAE-LEN-16-008"

DATOS DEL CLIENTE

Informe N°: LN-CL-E18-449
 Fecha emisión Informe: 30/07/2018

Persona o Empresa solicitante: Marcia Rocío Guaila Cuji

Dirección: Sicalpa- La Pradera

Teléfono: 0959149335

Correo Electrónico:

marciaguaila1993@gmail.com

Provincia: Chimborazo

Cantón: Colta

N° Orden de Trabajo: 06-2018-01

N° Factura/Memorando: 010-017

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Leche Cruda	Conservación de la muestra: Refrigerada
N° de Muestras: 2	Tipo envase: Apropriado
Propietario: M.G	Lugar de muestreo: Sicalpa-Planta Cocihc
Provincia: Chimborazo	X: X
Cantón: Colta	Y: X
Parroquia: Sicalpa	Altitud: X
Responsable de toma de muestra: Marcia Guaila	Temperatura recepción muestra: 4.9 ° C
Fecha de toma de muestra: 26/07/2018	Fecha de inicio de análisis: 27/07/2018
Fecha de recepción de la muestra: 27/07/2018	Fecha de finalización de análisis: 27/07/2018

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	G (g/100ml)	P (g/100ml)	ST* (g/100ml)	SNG* (g/100ml)	CRIO* (°C)	AGUA AÑADIDA* (ml)	CCS* (x1000/ml)	CBT* (x1000/ml)
CL-18-2342	Muestra1					--	--	276	19136
CL-18-2343	Muestra 2	3.95	3.32	12.59	8.65	-0.5735	0.00	--	--
Norma NTE INEN 9: Leche Cruda Requisitos		Min.3.0	Min.2,9	Min. 11,2	Min.8,2	Min.-0,536 Máx.-0,512	--	Máx. 700.000	--
Métodos		PEE/CL/002 Método Referencia (AOAC 972.16)				PEE/CL/013	PEE/CL/001	PEE/CL/003	

ABREVIATURAS: G= Grasa; P= Proteína; ST= Sólidos totales; SNG= Sólidos no grasos; CRIO= Crioscopia; CCS= Contaje de células somáticas; CBT= Contaje total de bacterias; ml= Mililitros.

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	AC* (g/100ml)	AM1* (pos/neg)	ANT1* (pos/neg)	ANT2* (pos/neg)	CI* (pos/neg)	NE* (pos/neg)	PE* (pos/neg)	SL* (pos/neg)
CL-18-2342	Muestra1	0.17	--	Negativo	--	Negativo	Negativo	Negativo	--
Norma NTE INEN 9: Leche Cruda Requisitos		Mín. 0,13 Máx. 0,17	<0,5	Establecido en el CODEX CAC/MRL2	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Métodos		PEE/CL/012	PEE/CL/009	PEE/CL/010	PEE/CL/011	PEE/CL/014	PEE/CL/005	PEE/CL/008	PEE/CL/020

ABREVIATURAS: AC= Ácidos; AM1= Aftatoxina M1; ANT1= Grupo de antibióticos 1 (β-LACT-SULF-TETRA); ANT2= Grupo de antibióticos 2 (AMINOGLUCOCIDOS); CI = Cloruros; NE= Neutralizantes; PE= Peróxidos; SL= Suero en leche; ml= Mililitros; MRL2= Límite máximo permitido.

Analizado por: Ing. Jenny Flores, Bioq. Patricio García

Observaciones:

- Los ensayos marcados con (*) **NO** están incluidos dentro del alcance de la acreditación SAE.
- Las opiniones/interpretaciones/etc. que se indican en la Norma NTE INEN 9: Leche Cruda Requisitos, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.
- La incertidumbre de medida reportada está basada en una incertidumbre típica multiplicada por el factor (k=2), proporcionando un nivel de confianza el 95%.
- Incertidumbre parámetro grasa: +/- 0.105 (Rango 2.70-4.07) g/100mL
- Incertidumbre parámetro proteína: +/- 0.086 g/100mL (Rango 2.90-3.50) g/100mL
- *Ver alcance específico de acreditación en: www.acreditacion.gob.ec

Anexo Gráficos: NA

Anexo Documentos: NA

30 JUL 2018
 REGISTRO
 TUMBACO - ECUADOR

 **AGROCALIDAD**
 AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO

Bioq. Patricio García
 Responsable Técnico
 Laboratorio de Control de Calidad de Leche
 TUMBACO - ECUADOR

 **AGROCALIDAD**
 DGDA
 01 AGO 2018

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización del laboratorio.

Anexo D: Resultados de análisis microbiológico en el laboratorio SAQMIC



Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos
en Aguas y Alimentos

EXAMEN MICROBIOLÓGICO

CÓDIGO 287-18

CLIENTE: Srta. Marcia Guaila	
DIRECCIÓN: La Politécnica	TELÉFONO: 0959149335
TIPO DE MUESTRA: Queso mozzarella	
FECHA DE RECEPCIÓN: 23 de octubre del 2018	
FECHA DE MUESTREO: 23 de octubre del 2018	

EXAMEN FÍSICO QUESO

COLOR: Blanco Característico
OLOR: Característico
ASPECTO: Normal, libre de material extraño

COD. LAB	MUESTRA	PARÁMETROS	MÉTODO	RESULTADO
287	Queso Mozzarella	<i>Escherichia Coli</i> UFC/g	Siembra en masa	Ausencia
		<i>Staphylococcus Aureus</i> UFC/g	Siembra en masa	Ausencia
		Enterobacteraceas UFC/g	Siembra en masa	40
		<i>Salmonella</i> en 25 g	Reveal 2.0 NEOGEN	Ausencia
		<i>Listeria</i> en 25 g	Reveal 2.0 NEOGEN	Ausencia

FECHA DE ANÁLISIS: 23 de octubre del 2018

FECHA DE ENTREGA 30 de octubre del 2018

RESPONSABLE:



Dra. Gina Álvarez R.

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.


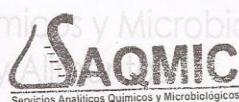
Anexo E: Resultados de análisis bromatológico en el laboratorio SAQMIC



Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos
en Aguas y Alimentos

EXAMEN BROMATOLOGICO DE ALIMENTOS

CÓDIGO 298-18

CLIENTE: Srta. Marcia Guaila		
DIRECCIÓN: La Politécnica		TELÉFONO: 0959149335
TIPO DE MUESTRA: Queso Mozzarella		
FECHA DE RECEPCIÓN: 15 de noviembre del 2018		
FECHA DE MUESTREO: 15 de noviembre del 2018		
EXAMEN FISICO QUESO MOZZARELLA		
COLOR: Blanco		
OLOR: Característico		
ASPECTO: Normal , libre de material extraño		
PARÁMETROS	MÉTODO	RESULTADO
Grasa %	NTE INEN 64	46.32
Humedad %	NTE INEN 63	39.21
OBSERVACIONES:		
FECHA DE ANÁLISIS: 15 de noviembre del 2018		
FECHA DE ENTREGA : 19 de noviembre del 2018		
RESPONSABLE:		
 Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Aguas y Alimentos		
 Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos		
Dra. Gina Álvarez R.		
El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.		
*Las muestras son receptados en laboratorio.		

Anexo F: Muestreo y proceso de elaboración de queso mozzarella




a.	b.	c.						
<p>NOTAS</p> <p>a. Muestreo de leche</p> <p>b. Determinación de densidad</p> <p>c. Recepción de materia prima</p>	<p>CATEGORÍA DEL DIAGRAMA</p> <p><input type="checkbox"/> Certificado</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Aprobado</p> <p><input type="checkbox"/> Por aprobar</p> <p><input type="checkbox"/> Por calificar</p> <p><input type="checkbox"/> Por verificar</p>	<p>ELABORACIÓN DE QUESO MOZZARELLA</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">ESCALA</th> <th style="width: 33%;">FECHA</th> <th style="width: 33%;">LÁMINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1:1</td> <td style="text-align: center;">2018-12-17</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </tbody> </table>	ESCALA	FECHA	LÁMINA	1:1	2018-12-17	1
ESCALA	FECHA	LÁMINA						
1:1	2018-12-17	1						



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

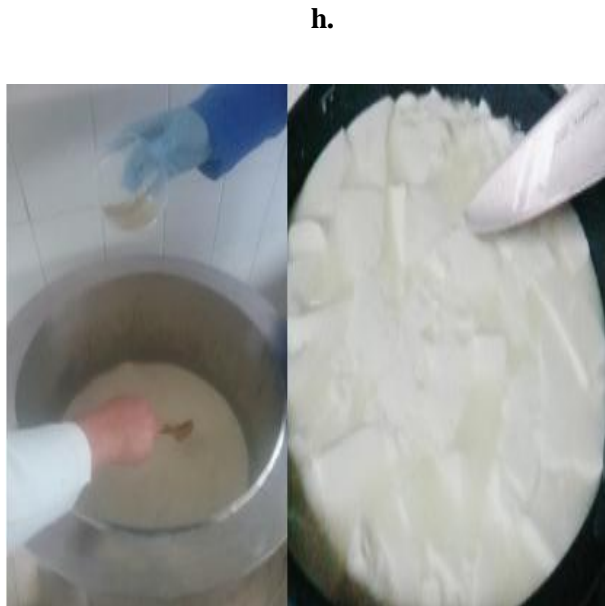
 Marcia Guaila

Anexo G: Proceso de elaboración de queso mozzarella

<p>d.</p> 		<p>e.</p> 		<p>f.</p> 		
NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Marcia Guaila	ELABORACIÓN DE QUESO MOZZARELLA			
d. Filtración de leche e. Pasteurización de leche f. Adición de fermento láctico	<input type="checkbox"/> Certificado <input checked="" type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Por calificar <input type="checkbox"/> Por verificar		ESCALA	FECHA	LÁMINA	
		1:1	2018-12-17	2		

Anexo H: Proceso de elaboración de queso mozzarella

NOTAS		CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ELABORACIÓN DE QUESO MOZZARELLA			
g.	Adición de cloruro de calcio	<input type="checkbox"/> Certificado <input checked="" type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Por calificar <input type="checkbox"/> Por verificar	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Marcia Guaila	ESCALA	FECHA	LÁMINA
h.	Coagulación y corte			1:1	2018-12-17	3
i.	Desuerado parcial y total					



Anexo I: Proceso de elaboración de queso mozzarella

j.



k.

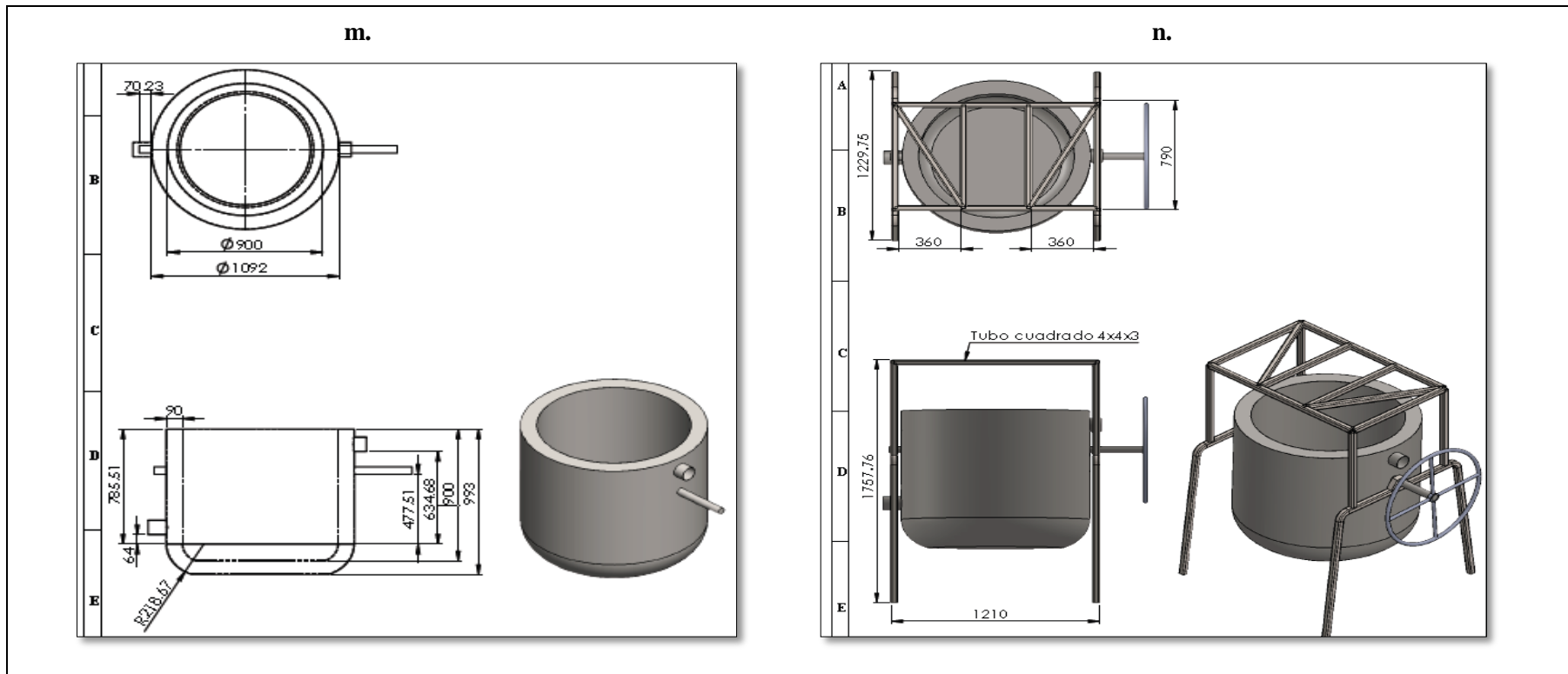


l.



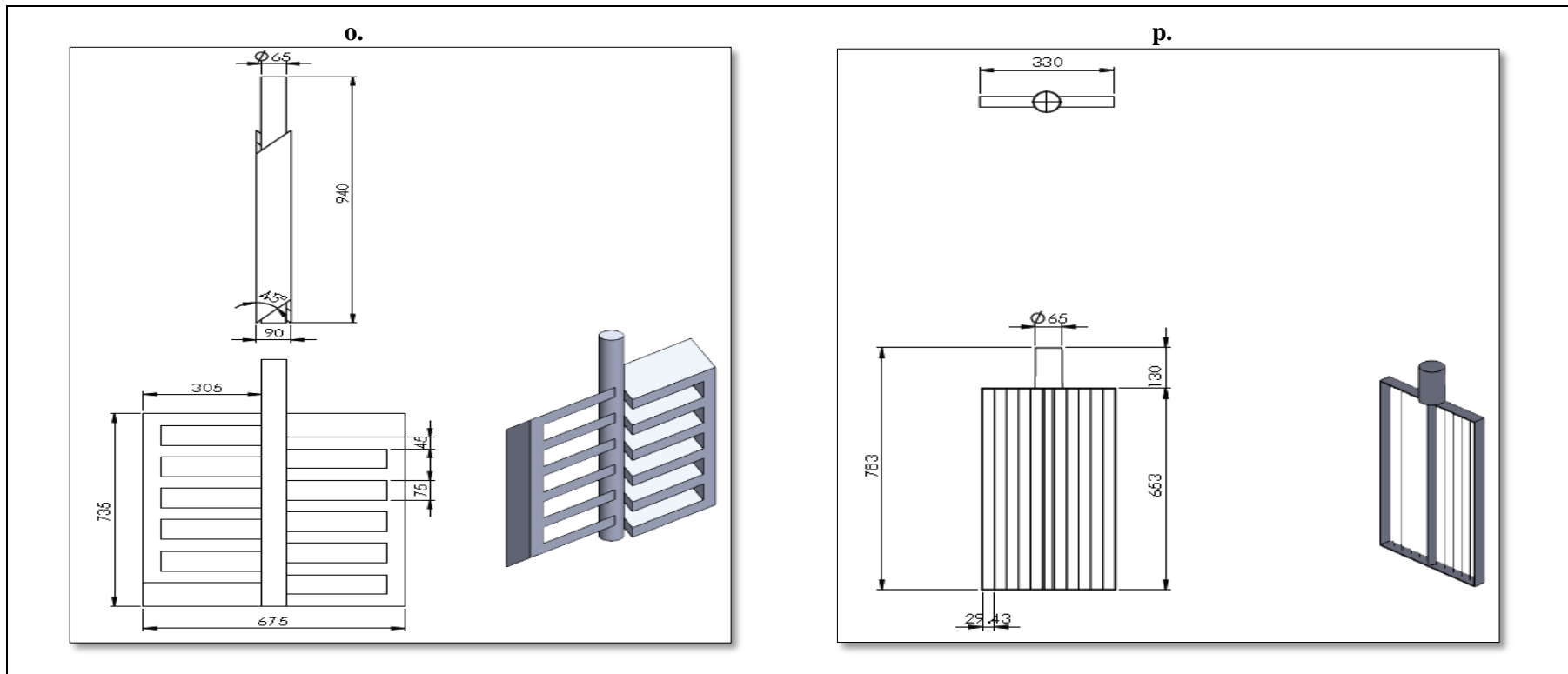
NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	<p style="text-align: center;">ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p style="text-align: center;">Marcia Guaila</p>	ELABORACIÓN DE QUESO MOZZARELLA		
<p>j. Hilado</p> <p>k. Prensado</p> <p>l. Producto final</p>	<p><input type="checkbox"/> Certificado</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Aprobado</p> <p><input type="checkbox"/> Por aprobar</p> <p><input type="checkbox"/> Por calificar</p> <p><input type="checkbox"/> Por verificar</p>		ESCALA	FECHA	LÁMINA
			1:1	2018-12-17	4

Anexo J: Diseño de Marmita



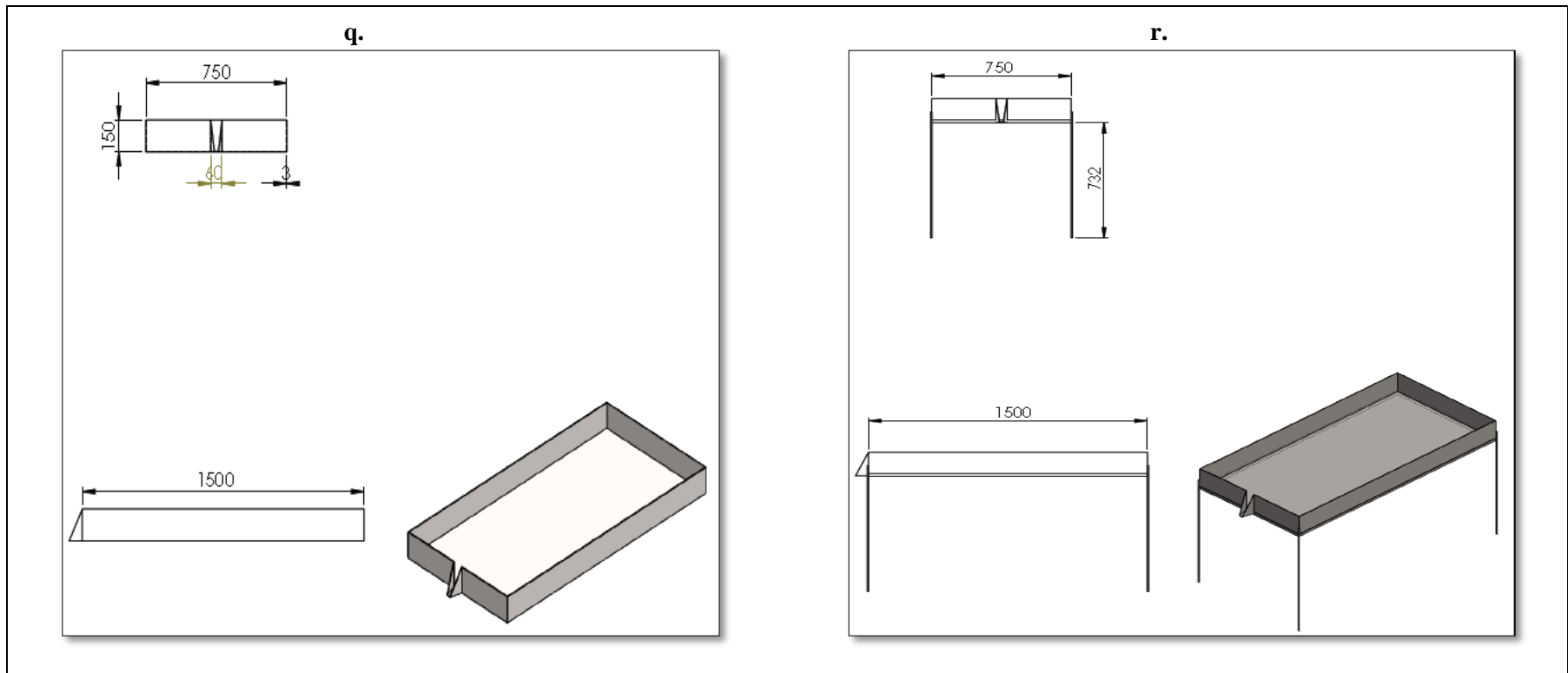
NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	<p style="text-align: center;"> ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Marcia Guaila </p>	DISEÑO DE MARMITA												
m. Diseño de marmita n. Ensamblaje de marmita	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Certificado</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Aprobado</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Por aprobar</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Por calificar</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Por verificar</td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/>	Certificado	<input checked="" type="checkbox"/>	Aprobado	<input type="checkbox"/>	Por aprobar	<input type="checkbox"/>	Por calificar	<input type="checkbox"/>	Por verificar	ESCALA	FECHA	LÁMINA
			<input type="checkbox"/>	Certificado											
<input checked="" type="checkbox"/>	Aprobado														
<input type="checkbox"/>	Por aprobar														
<input type="checkbox"/>	Por calificar														
<input type="checkbox"/>	Por verificar														
		1:1	2018-12-17	5											

Anexo K: Diseño de sistema de agitación y lira vertical



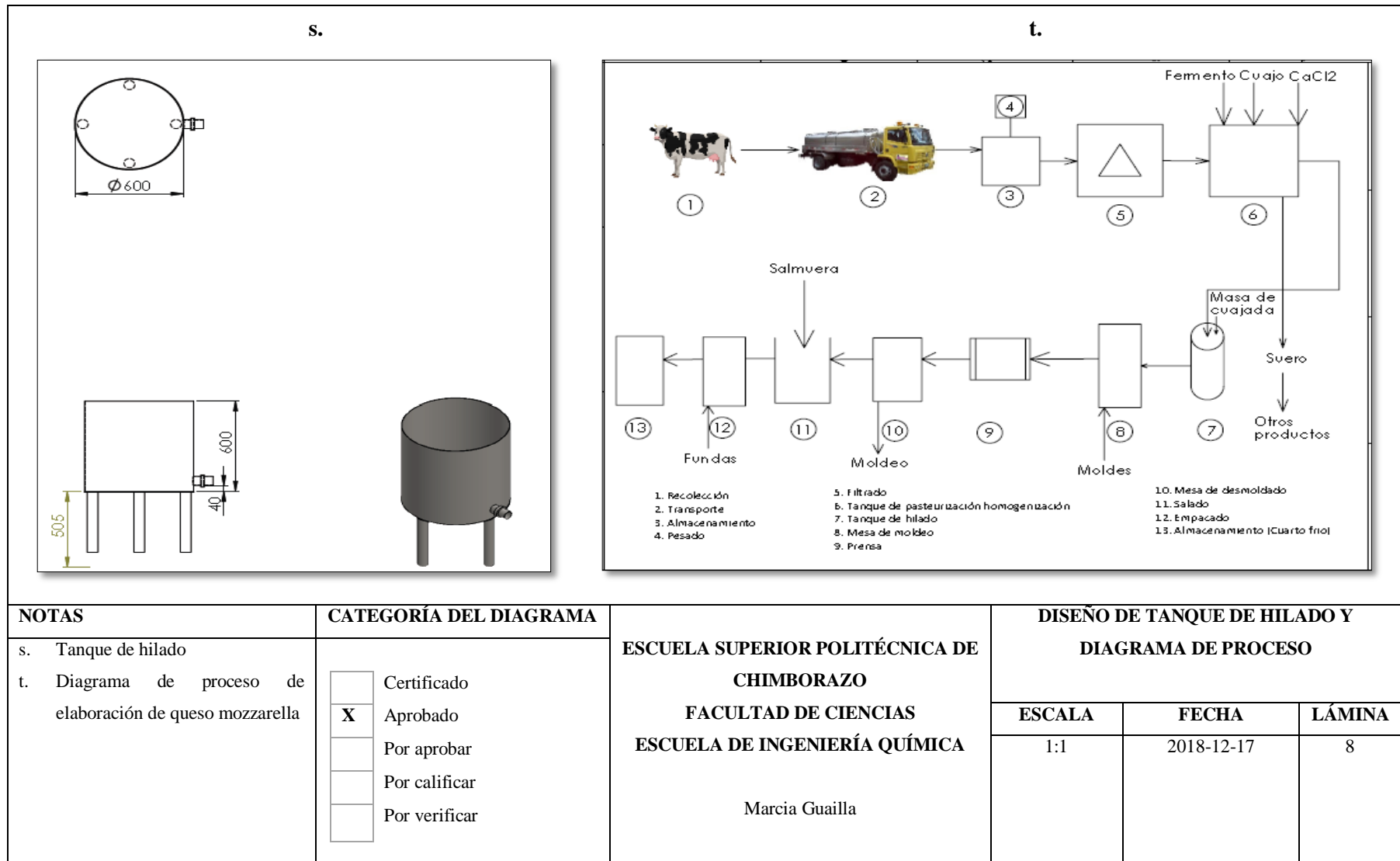
NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	<p style="text-align: center;"> ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Marcia Guaila </p>	DISEÑO DE SISTEMA DE AGITACIÓN Y LIRA VERTICAL												
o. Sistema de agitación p. Lira vertical	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Certificado</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Aprobado</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Por aprobar</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Por calificar</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Por verificar</td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/>	Certificado	<input checked="" type="checkbox"/>	Aprobado	<input type="checkbox"/>	Por aprobar	<input type="checkbox"/>	Por calificar	<input type="checkbox"/>	Por verificar	ESCALA	FECHA	LÁMINA
<input type="checkbox"/>	Certificado														
<input checked="" type="checkbox"/>	Aprobado														
<input type="checkbox"/>	Por aprobar														
<input type="checkbox"/>	Por calificar														
<input type="checkbox"/>	Por verificar														
		1:1	2018-12-17	6											

Anexo L: Diseño de mesa de moldeo

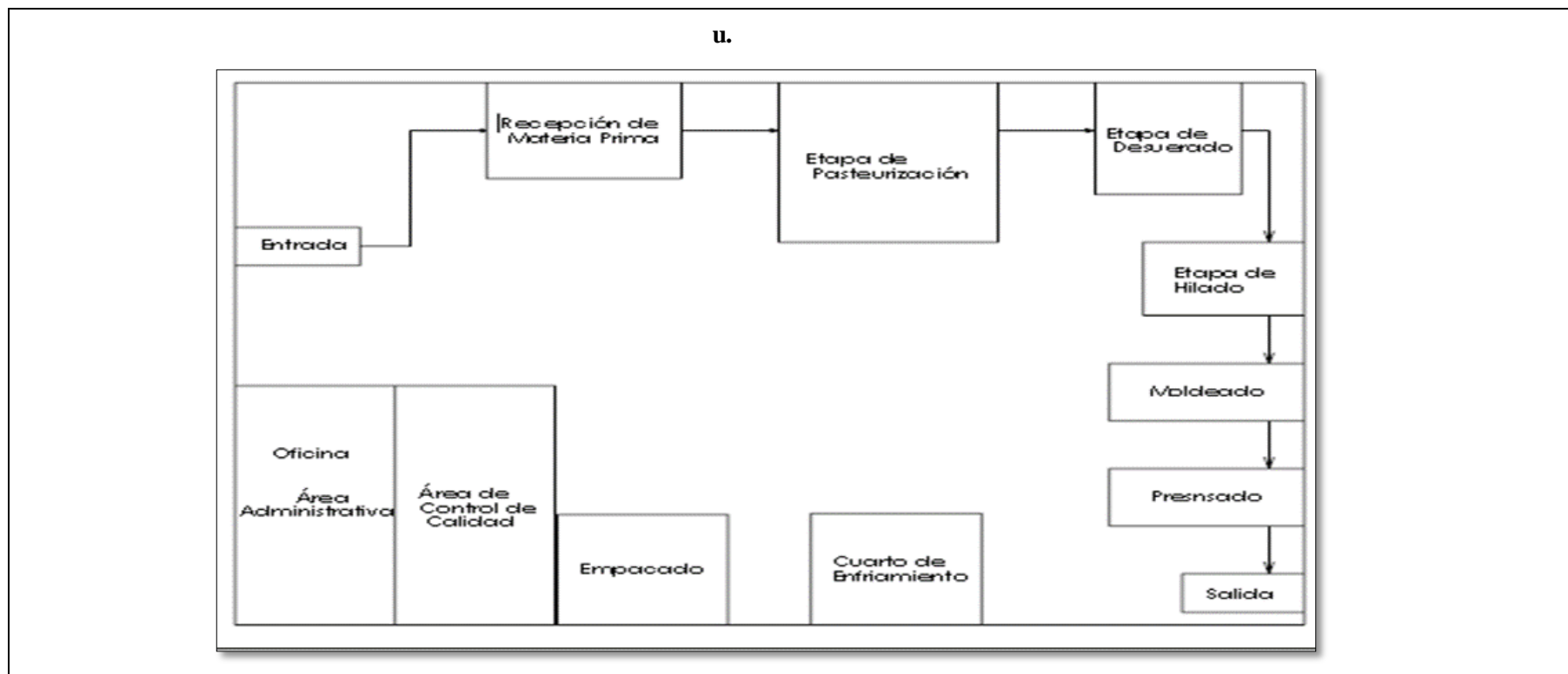


NOTAS		CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Marcia Guaila	DISEÑO DE MESA DE MOLDEO		
				ESCALA	FECHA	LÁMINA
q.	Ensamblaje de porta molde mesa de moldeo	<input type="checkbox"/> Certificado		1:1	2018-12-17	7
r.	Ensamblaje de mesa de moldeo	<input checked="" type="checkbox"/> Aprobado				
		<input type="checkbox"/> Por aprobar				
		<input type="checkbox"/> Por calificar				
		<input type="checkbox"/> Por verificar				

Anexo M: Diseño de tanque de hilado y diagrama de proceso



Anexo N: Diagrama de distribución de planta



NOTAS	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA Marcia Guaila	DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE LA PLANTA		
u. Diagrama de distribución de la planta.	<input type="checkbox"/> Certificado <input checked="" type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Por calificar <input type="checkbox"/> Por verificar		ESCALA	FECHA	LÁMINA
			1:1	2018-12-17	9

ANEXO O: Salarios minimos sectoriales 2018 y costos de equipos

CARGO / ACTIVIDAD	ESTRUCTURA OCUACIONAL	COMENTARIOS / DETALLES DEL CARGO O ACTIVIDAD	CÓDIGO IESS	SALARIO MÍNIMO SECTORIAL 2018
JEFE DE DPTOS. ADMINISTRATIVOS PROPIOS DE LA INDUSTRIA	B1	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS	0504152001075	404,97
JEFE DE DPTOS. TÉCNICOS PROPIOS DE LA INDUSTRIA	B1	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS	0504152001076	404,97
JEFE DE SECCIONES: MANTEQUILLA, PASTEURIZACIÓN, ENVASADORES, FREEZER, BARQUILLEROS, PREPARACIÓN DE FRUTAS, CÁMARA FRÍA; Y, DEMÁS SECCIONES PROPIAS DE LA INDUSTRIA	B2	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS	0504152001082	404,00
LABORATORISTA Y ANALISTA DE CONTROL DE CALIDAD	B3	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS	0504152001083	403,04
OPERADORES TÉCNICOS DE: CONDENSADOR, PULVERIZACIÓN, MANTEQUILLA, HELADO, CLARIFICADOR, DESNATADOR, CALDERO, ENVASADO, PASTEURIZADOR; Y, DEMÁS EQUIPOS ESPECIALIZADOS PROPIOS DE LA INDUSTRIA	C2	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS	0504152001084	401,12
ELECTRICISTA, MECÁNICO, TORNERO DE EQUIPOS ESPECIALIZADOS PROPIOS DE LA INDUSTRIA	C2	EN EL SECTOR DE LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS	0504152001086	401,12
OPERARIO DE YOGURTH / MANIARES	C3	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS	0504152001089	400,34
ASISTENTE DE LABORATORIO, DE CONTROL DE CALIDAD; Y, DE PROCESOS	D2	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS	0504152001092	397,26
ELABORADOR DE QUESOS, DECORADOR, PREPARADOR DE MEZCLA DE HELADOS	D2	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS	0504152001095	397,26
AYUDANTES TÉCNICOS DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS ESPECIALIZADOS PROPIOS DE LA INDUSTRIA	D2	EN EL SECTOR DE LA ELABORACION DE PRODUCTOS LÁCTEOS	0504152001106	397,26
PRENSISTA	E2	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS	0504152001088	393,41
AYUDANTES DE: PULVERIZACIÓN, ENVASADO, HOJALATERO, RECIDOR DE LECHE, CÁMARA FRÍA, PASTEURIZACIÓN, PRENSISTA, FREEZER, PREPARACIÓN DE FRUTAS, QUESERO, BARQUILLERO; Y, DEMÁS SECCIONES PROPIAS DE LA INDUSTRIA	E2	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS	0504152001101	393,41
EMPACADOR DE MANTEQUILLA / QUESOS; Y DEMÁS PRODUCTOS ESPECIALIZADOS	E2	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS	0504152001110	393,41

43	1	BALANZA ANALÍTICA	<p>BALANZA ANALÍTICA: CAPACIDAD MÁXIMA [MAX] 220G CARGA MÍNIMA 10MG LEGIBILIDAD [D] 0,1 MG Capacidad 220g Peso mínimo de 0,0004 g. Resolución 0.0001 g Tamaño de bandeja 80 mm Tiempo estable ≤ 3 s DisplayLCD (luz de fondo blanca con fuente negra) Temperatura de funcionamiento 5 ° C ~ 25 ° C Repetibilidad ± 0.0002 g Trazador de líneas ± 0.0003 g Escudo de calado tamaño 240 x 190 x 265 mm Peso de calibración Calibrado internamente Dimensión interior 415 x 285 x 430 mm. Dimensión exterior 475 x 315 x 485 mm. Peso 10 kgs</p>	2210.00	2210.00
----	---	-------------------	---	---------	---------

Fuente: Facultad de Ciencias. Plan anual de cotizaciones, 2018.

EMPACADORA AL VACÍO	<p>PARA ENTARDELAR EL PRODUCTO TERMINADO, ALIMENTACIÓN 220V/60 HZ, DOS BARRAS DE SELLADO 10x400MM, TIEMPO DE CICLO 10-25 SEG, 9 MEMORIA, ACERO INOXIDABLE, CAPACIDAD DE LA BOMBA DE VACÍO 20M3H, DIMENSIONES DEL EQUIPO 500x500x1050MM.</p>	BIEN	UNIDAD	PAC	2	1971,00	3942,00	4415,04
---------------------	---	------	--------	-----	---	---------	---------	---------

Fuente: Facultad de Ciencias. Plan anual de cotizaciones, 2018.

PH-METRO	<p>RANGOS DE MEDICIÓN: 0...14 PH ± 1999 MV RESOLUCIÓN: 0,01PH 1MV</p>	BIEN	UNIDAD	PAC	1	1476,00	1476,00	1653,12
----------	---	------	--------	-----	---	---------	---------	---------

Fuente: Facultad de Ciencias. Plan anual de cotizaciones, 2018.