



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

**DISEÑO DE PROCESO DE QUESO DOBLE CREMA PARA LA
EMPRESA “LÁCTEOS AMANECER” DEL CANTÓN HUACA
PROVINCIA DEL CARCHI**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO DE ALIMENTOS**

MARCEL ADRIAN MENA LOOR

DIRECTOR: ING. XIMENA ROJAS

Quito, Febrero 2016

© Universidad Tecnológica Equinoccial, 2016

Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

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

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

Marcel Adrian Mena Loor

C.I. 1725618928

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Diseño de proceso de queso doble crema para la empresa lácteos amanecer del cantón Huaca provincia del Carchi**”, que, para aspirar al título de Ingeniero de Alimentos fue desarrollado por **Marcel Adrian Mena Loor**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.

Ing. Ximena Rojas
DIRECTORA DEL TRABAJO
C.I. 1715238521

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme la oportunidad de encontrarme en este maravilloso juego llamado vida.

A mi familia que siempre me supo dar apoyo incondicional en momentos difíciles y sobre todo a mi madre que con su esfuerzo, amor, sacrificio y constante ejemplo me motiva cada día a ser una mejor persona.

A mis amigos y profesores mil gracias por acompañarme en este extraordinario viaje que llega nostálgicamente a su fin, pero dejando experiencias y recuerdos inolvidables.

Sin olvidar darle las gracias Ingeniera Ximena Rojas, que no solo me guio con excelencia durante este proceso si no también durante sus clases me brindo una infinidad de conocimientos y valores que me llevo.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a la mejor familia del mundo, con todo el cariño a mi madre, quien es la única responsable de que me encuentre en estas instancias y siempre estuvo cuando la necesité, a mis hermanas que las amo con todo el corazón y quiero demostrar que las metas no tienen por qué ser difíciles y a mi abuela por todo su apoyo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 MATERIA PRIMA	4
2.1.1 LECHE	4
2.1.2 LA LECHE EN LA ALIMENTACIÓN	4
2.1.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA LECHE	6
2.1.4 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE	7
2.1.5 TIPOS DE LECHE	8
2.1.6 PROCESOS TÉRMICOS DE LA LECHE	9
2.1.7 PRODUCCIÓN LECHERA EN ECUADOR	10
2.1.8 DERIVADOS LÁCTEOS	12
2.1.8.1 La crema o nata	12
2.1.8.2 La mantequilla	12
2.1.8.3 La Cuajada	12
2.1.8.4 El queso	13
2.1.8.5 El yogurt	13
2.1.8.6 Los helados	14
2.2 INOCUIDAD ALIMENTARIA EN PRODUCTOS LÁCTEOS	14
2.2.1 HAZARD ANALYSIS AND CRITICAL CONTROL POINTS - HACCP	14
2.2.2 BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA	15
2.2.3 NORMAS TÉCNICAS ECUATORIANAS PARA QUESOS FRESCOS	17
2.3 PRODUCTO Y SUS CARACTERÍSTICAS	17
2.3.1 PRODUCCIÓN DE QUESO	17
2.3.2 CLASIFICACIÓN DE QUESOS	18
2.3.3 CLASIFICACIÓN SEGÚN LA CONSISTENCIA DE LA PASTA	18
2.3.4 CLASIFICACIÓN SEGÚN EL CONTENIDO DE MATERIA GRASA	19

2.3.5	CONSUMO DE QUESO EN EL ECUADOR	19
2.4	INGENIERÍA DE PROCESOS PRODUCTIVOS	20
2.4.1	TIPOS DE PROCESOS	20
2.4.2	DIAGRAMA DE PROCESOS	21
2.5	PROCESO PRODUCTIVO DE QUESO DOBLE CREMA	21
2.5.1	CLASIFICACIÓN Y ORIGEN	21
2.5.2	REQUISITOS TÉCNICOS PARA QUESOS FRESCOS	22
2.5.2.1	Límites permitidos de humedad y grasa	22
2.5.2.2	Límites microbiológicos permitidos	23
2.5.3	REQUISITOS PARA QUESO MOZZARELLA SEGÚN EL CODEX ALIMENTARIUS	24
2.5.3.1	Materia Prima:	24
2.5.3.2	Proceso:	24
2.5.3.3	Ingredientes permitidos:	25
2.5.3.4	Límites permitidos de grasa	25
2.5.3.5	Aditivos permitidos	25
2.5.3.6	Reguladores de acidez permitidos	26
2.5.4	REQUISITOS PARA QUESO MOZZARELLA SEGÚN LA NORMA INEN	27
2.5.4.1	Requisitos generales	27
2.5.4.2	Materia Prima	27
2.5.4.3	Límites permitidos de grasa	28
2.5.4.4	Proceso:	28
2.5.5	OPERACIONES DERIVADAS PARA LA FABRICACIÓN DEL QUESO DOBLE CREMA	29
2.5.5.1	Caracterización de operaciones	31
2.5.5.1.1	Recepción de materia prima	31
2.5.5.1.2	Filtrado	31
2.5.5.1.3	Maduración de la leche	31
2.5.5.1.4	Estandarización de la acidez	31
2.5.5.1.5	Adición del cuajo	32
2.5.5.1.6	Corte del coágulo	32
2.5.5.1.7	Calentamiento y desuerado	32
2.5.5.1.8	Maduración de la cuajada	32
2.5.5.1.9	Salado de la cuajada	33
2.5.5.1.10	Hilado	33
2.5.5.1.11	Moldeado	33
2.5.5.1.12	Empacado y almacenamiento	33
2.5.6	BALANCES DE MASA Y ENERGÍA	34
2.5.6.1	Balance de masa	34
2.5.6.2	Balance de energía	36
2.5.7	MAQUINARIA NECESARIA PARA LA PRODUCCIÓN	36
2.5.7.1	Marmitas	36

2.5.7.2	Caldero industrial	37
2.5.7.3	Bomba de fluidos	37
2.5.7.4	Cuarto frío	38
2.6	DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	38
2.6.1	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	38
2.6.2	PROBLEMAS EN DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	39
2.6.3	MOVIMIENTO DE MATERIALES	39
2.6.4	NECESIDADES Y DISPONIBILIDAD DE ESPACIO	40
3.	METODOLOGÍA	40
3.1	DEFINIR LA LÍNEA DE PROCESAMIENTO Y LAS DIFERENTES ETAPAS DEL QUESO DOBLE CREMA	41
3.1.1	ESTUDIO DE MERCADO	41
3.1.1.1	Determinación del target	42
3.1.1.2	Determinación de la muestra	42
3.1.1.3	Encuesta por muestreo	43
3.1.1.4	Tabulación y análisis de datos	43
3.1.1.5	Concepto del producto	43
3.1.2	DEFINICIÓN DE ETAPAS DE PROCESAMIENTO	43
3.2	REALIZAR EL BALANCE DE MASA Y ENERGÍA PARA EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO DOBLE CREMA	44
3.2.1	BALANCE DE MASA Y ENERGÍA	44
3.3	DEFINIR LA CAPACIDAD DE LA MAQUINARIA REQUERIDA PARA ALCANZAR EFICIENCIA EN LOS PROCESOS.	45
3.4	DISEÑAR EL LAYOUT DE LA PLANTA PARA LA PRODUCCIÓN DE QUESO DOBLE CREMA.	46
3.4.1	DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	46
3.4.1.1	Localización	46
3.4.1.2	Distribución general de conjunto	46
3.4.1.2.1	Obtención de datos	47
3.4.1.2.2	Relación de actividades	47
3.4.1.2.3	Diagrama de relaciones	47
3.4.1.2.4	Requerimientos de espacio	48
3.4.1.3	Presentación del diseño final	48
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	48
4.1	DEFINIR LA LÍNEA DE PROCESAMIENTO Y SUS DIFERENTES ETAPAS DEL QUESO MOZZARELLA DOBLE CREMA.	49
4.1.1	ESTUDIO DE MERCADO	49

4.1.1.1	Determinación del target	49
4.1.1.2	Determinación de la muestra	50
4.1.1.3	Encuesta por muestreo	50
4.1.1.5	Concepto del producto	59
4.1.1.5.1	Materia Prima:	60
4.1.1.5.2	Aditivos alimentarios	60
4.1.1.5.3	Composición de queso doble crema	60
4.1.1.5.4	Envasado	61
4.1.1.5.5	Prototipo	61
4.1.2	DEFINICIÓN DE ETAPAS DE PROCESAMIENTO	61
4.2	REALIZAR EL BALANCE DE MASA Y ENERGÍA PARA EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO DOBLE CREMA.	63
4.2.1	BALANCE DE MASA	63
4.2.1.1	Balance en 17	65
4.2.1.2	Balance en 16	65
4.2.1.3	Balance en 15	66
4.2.1.4	Balance en 14	66
4.2.1.5	Balance en 13	66
4.2.1.6	Balance en 12	67
4.2.1.7	Balance en 11	67
4.2.1.8	Balance en 10	68
4.2.1.9	Balance en 9	69
4.2.1.10	Balance en 8	69
4.2.1.11	Balance en 7	69
4.2.1.12	Balance en 6	70
4.2.1.13	Balance en 5	70
4.2.1.14	Balance en 4	71
4.2.1.15	Balance en 3	71
4.2.1.16	Balance en 2	72
4.2.1.17	Balance en 1	72
4.2.1.18	Resumen de los balances másicos	72
4.2.2	BALANCE DE ENERGÍA	74
4.2.2.1	Balance de energía en caldero	74
4.2.2.1.1	Balance en 4	74
4.2.2.1.2	Balance en 8	75
4.2.2.1.3	Balance en 12	76
4.2.2.1.4	Masa total de vapor saturado empleada	78
4.2.2.2	Balance de energía para cámara de refrigeración	78
4.2.2.2.1	Balance en 17	78
4.2.2.3	Balance de energía para bomba centrífuga	78
4.2.2.3.1	Balance en 1	78
4.3	DEFINIR LA CAPACIDAD DE LA MAQUINARIA REQUERIDA PARA ALCANZAR EFICIENCIA EN LOS PROCESOS	80

4.3.1 EQUIPOS EN LA ETAPA 1 “RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA”	80
4.3.2 EQUIPOS EN LA ETAPA 2 “FILTRADO”	81
4.3.3 EQUIPOS EN LA ETAPA 3 “ESTANDARIZACIÓN”	81
4.3.4 EQUIPOS EN LA ETAPA 4 “CALENTAMIENTO”	82
4.3.5 EQUIPOS EN LA ETAPA 5 “CUAJADO”	82
4.3.6 EQUIPOS EN LA ETAPA 6 “CORTE”	83
4.3.7 EQUIPOS EN LA ETAPA 7 “REPOSO”	83
4.3.8 EQUIPOS EN LA ETAPA 8 “CALENTAMIENTO”	84
4.3.9 EQUIPOS EN LA ETAPA 9 “AGITACIÓN”	84
4.3.10 EQUIPOS EN LA ETAPA 10 “REPOSO”	85
4.3.11 EQUIPOS EN LA ETAPA 11 “DESUERADO”	85
4.3.12 EQUIPOS EN LA ETAPA 12 “FUNDICIÓN”	86
4.3.14 EQUIPOS EN LA ETAPA 14 “PESADO”	86
4.3.15 EQUIPOS EN LA ETAPA 15 “MOLDEADO”	87
4.3.16 EQUIPOS EN LA ETAPA 16 “EMPAQUETADO”	87
4.3.17 EQUIPOS EN LA ETAPA 17 “ALMACENAMIENTO”	88
4.3.18 RESUMEN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	88
4.4 DISEÑO DEL LAYOUT DE LA PLANTA PARA LA PRODUCCIÓN DE QUESO DOBLE CREMA.	91
4.4.1 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	91
4.4.1.1 Localización	91
4.4.1.2 Relación de actividades	91
4.4.1.3 Diagrama de relaciones	92
4.4.1.4 Requerimientos de espacio	93
4.4.1.5 Presentación del diseño final	94
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	94
5.1 CONCLUSIONES	95
5.2 RECOMENDACIONES	96
BIBLIOGRAFÍA	97
ANEXOS	102

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Producción mundial de leche por especie.	6
Tabla 2. Características físicas de la leche en condiciones normales.	7
Tabla 3. Composición química global de la leche.	7
Tabla 4. Porcentaje de componentes en los diferentes tipos de leche.	8
Tabla 5. Tipos de tratamientos térmicos.	10
Tabla 6. 7 principios básicos del HACCP.	15
Tabla 7. Política de plazos para el cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura.	16
Tabla 8. Clasificación de quesos según su contenido de humedad.	18
Tabla 9. Clasificación de quesos según su contenido graso.	19
Tabla 10. Características de los tipos de proceso.	20
Tabla 11. Descripción de las operaciones de un diagrama de proceso.	21
Tabla 12. Requisitos mínimos a cumplir en quesos frescos no madurados	23
Tabla 13. Requisitos microbiológicos para quesos frescos no madurados.	23
Tabla 14. Requisitos generales del queso mozzarella según el CODEX Alimentarius.	24
Tabla 15. Composición de grasa según su contenido de humedad	25
Tabla 16. Aditivos alimentarios para queso mozzarella	26
Tabla 17. Principales Reguladores de acidez permitidos	27
Tabla 18. Requisitos generales para queso mozzarella	28
Tabla 19. Requisitos de humedad y grasa para el queso mozzarella.	28
Tabla 20. Determinación del mercado objetivo.	49
Tabla 21. Utilización del queso doble crema en elaboración de productos.	50
Tabla 22. Presentación de queso doble crema.	51
Tabla 23. Sub presentación que el cliente prefiere.	52
Tabla 24. Tamaño que los clientes prefieren.	53
Tabla 25. Factores más importantes para el cliente.	53
Tabla 26. Empaque que el cliente prefiere.	54

PÁGINA

Tabla 27. Frecuencia de consumo.	55
Tabla 28. Preferencia de adquisición.	56
Tabla 29. Consistencia preferida por el cliente.	56
Tabla 30. Precio preferido por el cliente.	57
Tabla 31. Contenido graso preferido.	58
Tabla 32. Contenido de sal preferido.	59
Tabla 33. Concepto del producto.	60
Tabla 34. Composición de queso doble crema.	61
Tabla 35. Codificación del diagrama de caja negra.	64
Tabla 36. Composición nutricional de las entradas y salidas.	68
Tabla 37. Energías empleadas en el proceso	79
Tabla 38. Equipos necesarios en la etapa 1.	80
Tabla 39. Equipos necesarios en la etapa 2.	81
Tabla 40. Equipos necesarios en la etapa 3.	81
Tabla 41. Equipos necesarios en la etapa 4.	82
Tabla 42. Equipos necesarios en la etapa 5.	82
Tabla 43. Equipos necesarios en la etapa 6.	83
Tabla 44. Equipos necesarios en la etapa 7.	83
Tabla 45. Equipos necesarios en la etapa 8.	84
Tabla 46. Equipos necesarios en la etapa 9.	84
Tabla 47. Equipos necesarios en la etapa 10.	85
Tabla 48. Equipos necesarios en la etapa 11.	85
Tabla 49. Equipos necesarios en la etapa 12.	86
Tabla 50. Equipos necesarios en la etapa 14.	86
Tabla 51. Equipos necesarios en la etapa 15.	87
Tabla 52. Equipos necesarios en la etapa 16.	87
Tabla 53. Equipos necesarios en la etapa 17.	88
Tabla 54. Resumen de equipos necesarios en el proceso.	88
Tabla 55. Cálculo de espacio para área de producción	93
Tabla 56. Requerimientos de espacios por área	94

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Consumo per cápita de leche alrededor del mundo.	5
Figura 2. Porcentaje de producción diaria por regiones.	11
Figura 3. Destino de la leche en la industria en porcentajes.	11
Figura 4. Porcentajes de consumo mensual de queso por kg	19
Figura 5. Operaciones básicas para la elaboración del queso mozzarella.	29
Figura 6. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del queso doble crema	30
Figura 7. Balance de materia y energía	34
Figura 8. Balance de masa en una operación de mezclado	35
Figura 9. Utilización del queso doble crema en elaboración de productos.	51
Figura 10. Presentación de queso doble crema.	51
Figura 11. Sub presentación que el cliente prefiere.	52
Figura 12. Tamaño que los clientes prefieren.	53
Figura 13. Factores más importantes para el cliente.	54
Figura 14. Empaque que el cliente prefiere.	54
Figura 15. Frecuencia de consumo.	55
Figura 16. Preferencia de adquisición.	56
Figura 17. Consistencia preferida por el cliente.	57
Figura 18. Precio preferido por el cliente	57
Figura 19. Contenido graso preferido.	58
Figura 20. Contenido de sal preferido.	59
Figura 21. Prototipo de queso doble crema.	61
Figura 22. Diagrama de proceso de queso doble crema.	63
Figura 23. Diagrama de caja negra para el proceso.	64
Figura 24. Representación gráfica de la operación 17.	65
Figura 25. Representación gráfica de la operación 16.	65
Figura 26. Representación gráfica de la operación 15.	66
Figura 27. Representación gráfica de la operación 14.	66

	PÁGINA
Figura 28. Representación gráfica de la operación 13.	66
Figura 29. Representación gráfica de la operación 12.	67
Figura 30. Representación gráfica de la operación 11.	67
Figura 31. Representación gráfica del balance de masa 10.	68
Figura 32. Representación gráfica del balance de masa 9.	69
Figura 33. Representación gráfica del balance de masa 8.	69
Figura 34. Representación gráfica del balance de masa 7.	69
Figura 35. Representación gráfica del balance de masa 6.	70
Figura 36. Representación gráfica del balance de masa 5.	70
Figura 37. Representación gráfica del balance de masa 4.	71
Figura 38. Representación gráfica del balance de masa 3.	71
Figura 39. Representación gráfica del balance de masa en 2.	72
Figura 40. Representación gráfica del balance de masa en 1.	72
Figura 41. Diagrama de proceso, detallando entradas y salidas.	74
Figura 42. Representación gráfica del balance de energía en 4.	74
Figura 43. Representación gráfica del balance de energía en 8.	75
Figura 44. Representación gráfica del balance de energía en 12.	77
Figura 45. Representación gráfica del balance de energía en 1.	78
Figura 46. Tabla de relaciones	92
Figura 47. Diagrama de relaciones	93

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO I	103
Tablas de vapor	
ANEXO II	104
Encuesta aplicada	
ANEXO III	106
Posición geográfica del terreno	
ANEXO IV	107
Línea de fábrica del terreno	

RESUMEN

El diseño de procesos representa un pilar fundamental en la ingeniería, ya que se enfoca en definir la secuencia de operaciones a llevarse a cabo para conseguir un producto o servicio deseado, estudiando las transformaciones físicas o químicas por las cuales pasa la materia prima. En el presente trabajo se diseñó un proceso que se adapte a las necesidades de producción de queso mozzarella doble crema, de la empresa Lácteos Amanecer ubicada en el Cantón San Pedro de Huaca de la provincia del Carchi, que requiere construir una planta de procesamiento lácteo para suprimir la dependencia de productores terciarios de la zona para satisfacer las necesidades de sus clientes. Para el diseño de proceso de queso doble crema se evaluó la situación actual, que consideró como se encontraba la empresa, un estudio de mercado que buscó identificar las características del producto, más un análisis de la normativa vigente, se sumó a esto que con ayuda bibliográfica se determinó la línea de procesamiento correcta para este producto, luego se hizo un balance másico y energético donde se consiguió definir entradas, salidas y caracterizar cada etapa. Partiendo de los balances se determinó la maquinaria y utensilios necesarios para llevar a cabo el procesamiento de queso mozzarella en la cantidad y condiciones deseadas por la empresa. Utilizando todos los datos resultantes se procedió a definir la distribución en planta tanto de operaciones como de maquinaria siguiendo las pautas dadas por las principales entidades de control, tomando en cuenta tamaño, relaciones existentes entre áreas, conveniencia y salubridad. Con la ayuda del programa AutoCAD 2016, se culminó el trabajo plasmando todos los estudios previamente mencionados en un layout a escala de la planta de procesamiento requerida para cumplir con las exigencias de la empresa y sus clientes aportando con la seguridad alimentaria según las reglamentaciones actuales. El resultado final de todo esto es el diseño de la línea de procesamiento adaptado a las condiciones identificadas en el mercado.

ABSTRACT

The design process is a fundamental pillar in engineering, as it focuses on defining the sequence of operations to be performed for a desired product or service, studying the physical or chemical transformations through which passes the raw material. In this paper a process that meets the needs of producing double cream cheese mozzarella, Dawn Dairy Company located in San Pedro de Huaca Canton province of Carchi, which requires building a milk-processing plant was designed for break dependency on tertiary producers in the area to meet the needs of its customers. For the design process of double cream cheese the current situation I consider the company a market study that sought to identify the characteristics of the product plus an analysis current regulations, he joined this was assessed with bibliographic assistance was determined correct processing line for this product, then made a mass and energy balance was achieved define where inputs, outputs and characterize each stage. Based on the balances machinery and utensils it was determined to carry out the processing of mozzarella cheese on the amount and conditions desired by the company. Using all the resulting data proceeded to define the physical layout of both operations and machinery following the guidelines given by the main control entities, taking into account size, relations between areas, convenience and health. With the help of the program AutoCAD 2016, work was completed translating all the studies mentioned above on a scale layout of the processing plant needed to meet the demands of the business and its customers by providing food security under current regulations. The end result of all this is the design of the processing line adapted to the conditions identified in the market.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La empresa “Lácteos Amanecer” ubicada en el canto San Pedro de Huaca en la provincia del Carchi, se ha venido desempeñando al cabo de los últimos años en funciones de producción artesanal y comercialización de queso mozzarella doble crema, que gracias a una buena aceptación del mercado en ciudades grandes como Quito ha experimentado un rápido crecimiento en su demanda. Por lo cual la empresa se ha visto en la necesidad de fortalecer sus actividades productivas e identificar nuevos parámetros de operación sustentados en bases bibliográficas.

Para esto la empresa tiene destinado un recurso financiero que proyectará para la compra de maquinaria y construcción de las nuevas instalaciones con el fin de lograr un incremento en su producción basado en una línea de operación estandarizada y alineada a la demanda del mercado.

En la actualidad toda empresa busca obtener competitividad empresarial, lo que lleva a los productores alimenticios a buscar generación de nuevos productos acarreado el diseño o rediseño de sus operaciones productivas para tener como resultado la satisfacción del mercado (Cuatrecasas, 2009).

Desde hace varias décadas las líneas de producción se han convertido en un requisito de vital importancia para empresas manufactureras que se dedican a fabricar una cantidad considerable de productos idénticos o similares, y su importancia reside en que indica la secuencia del proceso, las unidades involucradas y los responsables de su ejecución, lo cual ayuda a mantener un control constante (Groover, 2007).

Todo diseño de proceso parte de un balance de masa y energía mediante el cual se logrará tener una contabilidad exacta de toda la materia y energía que entra, sale, se acumula o se agota en una operación. Tomando como base la ley de conservación o la ecuación de la continuidad que propone que la masa y la energía no se pierde, solo se transforma (Herráez, 2006).

Esta determinación cuantitativa concluirá con la definición de la capacidad de la maquinaria requerida para el proceso planteado, lo cual ayudará a determinar las especificaciones técnicas necesarias por parte de los equipos, los mismos que serán adquiridos o fabricados a partir de las recomendaciones técnicas resultantes de los estudios (Patiño, 2005).

La distribución de la planta o layout busca ordenar físicamente las maquinarias que participan en el proceso productivo de la empresa, teniendo en cuenta tanto el espacio necesario para: materia prima, productos en proceso y terminados; como el espacio que ocuparán las maquinarias y equipos que intervengan en la producción y movimiento de: materia prima y operarios (García, 2008).

La empresa tiene como objetivo inicial una producción mayor de queso doble crema que satisfaga la creciente demanda, necesita urgentemente realizar el: diseño, estandarización e implementación de la planta láctea. El presente estudio se centrará en el primer paso que comprende el diseño de proceso, el mismo que englobará: diseño de la línea de procesamiento y sus etapas, balance de masa y energía de flujos, definir capacidades requeridas de la maquinaria y de un layout completo de la distribución de la planta (Jiménez, 2003).

La construcción de la planta se encuentra planificada para abril de 2016, requiere con urgencia definir esta primera instancia del diseño del proceso, lo cual tendrá un papel importante en la toma de decisiones de la empresa en cuanto a comprar y distribuir la maquinaria adecuada (Jiménez, 2003).

El presente estudio se ha planteado los siguientes objetivos:

Diseñar el proceso de queso doble crema para la empresa “Lacteos Amanecer”, con el soporte de los siguientes objetivos secundarios:

- Definir la línea de procesamiento y sus diferentes etapas del queso doble crema.
- Realizar el balance de masa y energía para el proceso de elaboración de queso doble crema.

- Definir la capacidad de la maquinaria requerida para alcanzar eficiencia en los procesos.
- Diseñar el layout de la planta para la producción de queso doble crema.

2. MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1 MATERIA PRIMA

Las principales materias primas para la elaboración de quesos y derivados lácteos son los diferentes tipos de leche y aditivos alimentarios.

2.1.1 LECHE

Se entiende por leche a la secreción o líquido biológico segregado por las glándulas mamarias de todo tipo de mamíferos hembra, que tiene como misión principal transmitir eficientemente defensas y nutrientes a sus crías, asegurando su correcta alimentación y crecimiento en sus primeros meses de vida (Castro, 2002).

Por su alto contenido de proteínas y nutrientes estimula a que la cría de dicho mamífero supere esa etapa de su vida tan crítica en el menor tiempo posible, también se puede decir que la leche es una emulsión de grasa, proteínas y carbohidratos en agua, agregado a esto se considera leche como tal a la que se obtiene del ordeño posterior al periodo del parto ya que las secreciones de 10 días antes y diez días después al parto no son aptas para el consumo humano (Teubner, 1992).

2.1.2 LA LECHE EN LA ALIMENTACIÓN

A lo largo de la historia de la humanidad, existen registros muy antiguos que ligan a la leche de varios mamíferos a la alimentación humana e incluso se tienen indicios que las primeras culturas en consumir este producto fueron las babilónicas.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO 2015, el mayor consumo per cápita de leche y derivados se encuentra en los países desarrollados, diferencia que cada año disminuye por el creciente consumo de los países en desarrollo como consecuencia del aumento de ingresos de sus habitantes. Tendencia cada vez más visible en países de Asia oriental y sudoriental como China, Indonesia y Vietnam.

En Ecuador se registra un consumo de 110 l de leche anual per cápita, 50 l menos que las recomendaciones de la OMS y consumo muy por debajo de las recomendaciones por nutricionistas que son 270 l al año per cápita.

Como se puede ver en la Figura 1, Ecuador se ubica por debajo de países sudamericanos como: Uruguay, Argentina, Colombia y Chile.

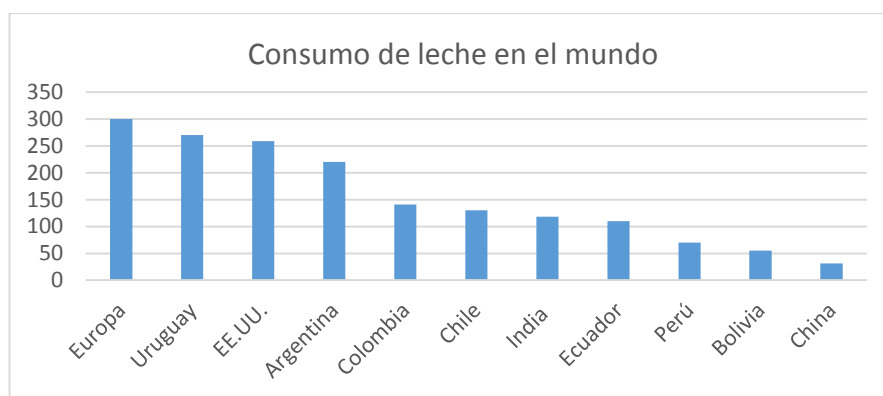


Figura 1. Consumo per cápita de leche alrededor del mundo. (Andes, 2014)

Durante decenas de siglos la leche fue muy importante en la alimentación de los diferentes pueblos, tanto así que se la tenían como símbolo de salud y riqueza. Su consumo se vio mermado dentro de la edad media y sobre todo en la cultura romana y griega ya que los médicos de aquel entonces veían a este nutritivo producto como el principal vehículo de la brucelosis, lo cual fue controlado ya en el siglo XIX con la introducción de tecnología láctea como: pasteurización, implementación de cadena de frío, transporte y manipulación adecuada logrando transformar a la leche en un alimento accesible, seguro y económico, propulsando la industria productora de derivados lácteos en todo el mundo (Aranceta, 2005).

Según la FAO, la producción mundial de leche en su mayoría procede del ganado vacuno, búfalos, cabras, ovejas y camellos. Aunque existen otras especies productoras de leche, su consumo a nivel mundial es tan bajo que no representa un porcentaje significativo como lo son los yaks, caballos, renos y burros. El ganado vacuno se ubica en primer lugar de la lista, ya que su producción mundial representa un 83% prevaleciendo sobre otras especies. En la Tabla 1 se muestra la producción mundial de cada especie.

Tabla 1. Producción mundial de leche por especie.

Especie	Producción (Tn x 10 ⁶)	% sobre leche total
Vaca	578,6	83,4
Búfala	89,6	12,9
Cabra	15,2	2,2
Oveja	9,1	1,3
Camella	1,6	0,2
Total	694,2	100

(FAO, 2008)

Los porcentajes de consumo de leche según la especie de la cual proviene, varían considerablemente entre regiones y países. Esto dependerá de varios factores como: tradiciones gastronómicas de dicha cultura, clima y las características socioeconómicas que presenten (FAO, 2008).

2.1.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA LECHE

La leche presenta una tonalidad blanca y opaca debido a los fenómenos de reflexión y dispersión de luz provocados por las diferentes partículas como glóbulos de grasa y micelas de caseína suspendidas coloidalmente. La leche en un estado natural puede presentar ligeros matices provocados por los carotenos de la grasa láctea (Alais, 2003).

Las constantes más relevantes de la leche se presentan a continuación en la Tabla 2.

Tabla 2. Características físicas de la leche en condiciones normales.

Constantes	Valores normales
pH (a 20 °C)	6,5 – 6,8
Acidez Valorable (°D)	16 – 18
Peso específico (kg/l)	1,028 – 1,036
Punto de congelación (°C)	-0,54 a -0,59
Punto de ebullición (°C)	100,17
Viscosidad (cP)	2

(Gil, 2010)

2.1.4 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE

La proporción en la cual se encuentran los principales componentes de la leche varían considerablemente dependiendo de diferentes factores como la raza del vacuno, edad, clima en el que se desarrolla el animal, alimentación que recibe e incluso dichas proporciones varían entre individuos de la misma raza que se encuentran en condiciones similares. Por lo tanto los datos cuantitativos que se mostrarán en la Tabla 3 son solo aproximaciones al contenido ideal de compuestos.

Tabla 3. Composición química global de la leche.

Componente	Porcentaje	Intervalo
Agua	87 %	85 - 90 %
Proteínas	3,2 %	2,9 - 4 %
Grasa	3,7 %	2,5 - 5 %
Lactosa	4,8 %	4 - 5,5 %
Sales minerales	0,9 %	0,7 - 1 %

(Gil, 2010)

2.1.5 TIPOS DE LECHE

Según García existen varios tipos de leche teniendo en cuenta el origen de la especie de la cual provenga.

Las leches más comunes en la alimentación humana son: leche de vacuno, búfala, oveja, cabra. Estos tipos de leche se diferencian claramente por su composición y características organolépticas, a continuación en la Tabla 4 se observa la comparación entre las mismas.

Tabla 4. Porcentaje de componentes en los diferentes tipos de leche.

Procedencia	Proteínas	Grasa	Lactosa
Vaca	3,4	3,7	4,8
Cabra	2,9	4,5	4,1
Oveja	5,5	7,4	4,8
Búfala	4,4	7,6	4,8

(García, 2014)

Según Martínez 2010, la leche se divide dependiendo el procesamiento por el cual ha pasado la leche entera. Las variedades de leches procesadas son: leche entera, leche condensada, leche en polvo, leche descremada y leche evaporada.

Por leche entera se entiende a la leche que ha pasado ya por uno o varios procesos de térmicos, higienización y en ciertos casos de homogenización que garanticen la ausencia de microorganismos patógenos en el producto sin alterar sus características. La leche entera debe tener un riguroso control de refrigeración entre 4 y 5 °C, ya que su alto contenido de agua la hace muy propensa a ataques bacterianos (INEN 0010, 2012).

La leche descremada o semidescremada tiene previamente un proceso de descremación en el cual mediante una máquina descremadora se retira cierto porcentaje de grasa láctea según el requerimiento del cliente y siempre cumpliendo las normas vigentes a estos productos.

La leche condensada se caracteriza por la deshidratación parcial de la leche entera y la adición de una importante cantidad de azúcar para lograr las características organolépticas requeridas en este producto como son un color amarillento, un sabor muy dulce y una textura semilíquida (INEN 0003, 1984).

La leche en polvo se obtiene mediante la total deshidratación de la leche entera y la posterior pulverización de la misma para lograr el resultado final, gastronómicamente es utilizada mediante la adición de agua para conseguir un ligero parecido a la leche entera o por otro lado también es utilizada en su forma pulverizada para ligar diversos alimentos, tiene muchos beneficios en la industria como mayor tiempo de duración y menor espacio ocupado en comparación con la leche común.

La leche evaporada se distingue por un proceso de deshidratación parcial de leche entera para lograr una leche con sabor mucho más intenso y que normalmente es utilizada en repostería y cremas para lograr un sabor mucho más lácteo (Martínez, 2010).

2.1.6 PROCESOS TÉRMICOS DE LA LECHE

La leche es un líquido muy consumido a nivel mundial debido a sus componentes nutricionales, que a su vez la convierten en un excelente medio de cultivo para una infinidad de microorganismos, lo cual hace necesario el sometimiento a diferentes tratamientos térmicos para eliminar o frenar el crecimiento microbiano. Los tratamientos térmicos difieren en dos variables, las cuales son: duración y temperatura como se puede observar en la Tabla 5 (García, 2004).

Tabla 5. Tipos de tratamientos térmicos.

Tratamiento	Características	Variables del tratamiento	
		Temperaturas	Duración
Pasteurización	Se eliminan todos los microorganismos patógenos y una porción de diferentes microorganismos, posterior al tratamiento se conserva en frío	<ul style="list-style-type: none"> • 72 °C • 15 - 20 s. • Enfriamiento a 6 °C. 	1 semana
Esterilización	Destrucción total de microorganismos presentes en la leche	<ul style="list-style-type: none"> • 105 - 120 °C, durante 15-20 s. • Pre esterilización a 130 - 140 °C, durante 2-15 s. 	6 meses
UHT	Destrucción completa de gérmenes.	<ul style="list-style-type: none"> • Calentamiento en flujo continuo a 140-150 °C. • Durante 2-5 s. • Envasado aséptico en envases estériles 	3 meses

(Fálder, 2007)

2.1.7 PRODUCCIÓN LECHERA EN ECUADOR

Según la Asociación de Ganaderos de la Sierra y el Oriente - AGSO (2014), el crecimiento en la producción lechera de los últimos años se mantiene entre el 25 y 30%. Se produce alrededor de 5 300 000 l de leche diarios que además de abastecer la demanda local dan como restantes 250 000 l de leche al día, por lo cual las organizaciones lecheras tienen como objetivo del 2015 consolidarse como exportadores de leche de alta calidad. En la Figura 2 se observa los porcentajes que produce cada región.

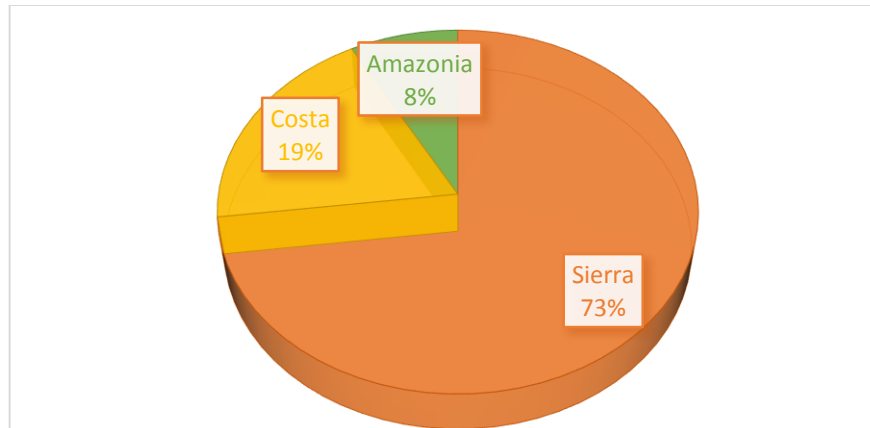


Figura 2. Porcentaje de producción diaria por regiones.
(AGSO, 2014)

Del total de la producción de leche una gran parte es destinada a la industria láctea formal, la misma que se encarga de procesar un promedio de 2 662 560 l de leche diarios en diferentes productos como leche en funda, queso, yogurt, leche en polvo, leche en cartón y otros. En la Figura 3 se especifica los porcentajes.

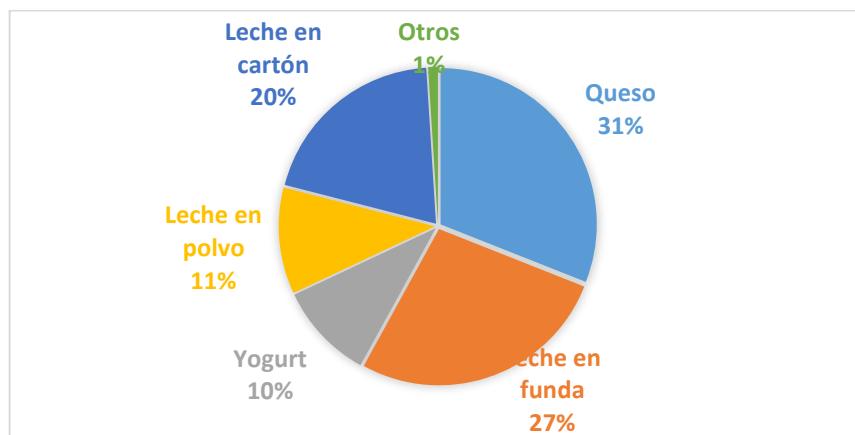


Figura 3. Destino de la leche en la industria en porcentajes.
(Centro de Industria Láctea, 2012)

2.1.8 DERIVADOS LÁCTEOS

Según Rodríguez (2008), el ser humano ha logrado conseguir una amplia gama de derivados a base de leche mediante el sometimiento de la misma a diversos procedimientos tecnológicos. Los cuales modifican las características sensoriales de la leche y en algunos casos le confieren aportes nutricionales. Los derivados lácteos más consumidos son: la crema, la mantequilla, cuajada, queso, yogurt y los helados.

2.1.8.1 La crema o nata

Es un derivado de la leche entera, la misma que es sometida a un proceso de descremado del cual se obtiene como producto a la crema, en la cual se tiene una emulsión fluida de grasa en agua por su considerable contenido de glóbulos grasos. La crema se clasifica en tres grupos que son: crema delgada 12-30%, crema normal 30-50% y doble crema con un contenido superior al 50% (Pardo & Alamanza, 2005).

2.1.8.2 La mantequilla

Es obtenida a partir de crema pasteurizada, la cual es sometida a un proceso de batido el cual produce una fracción grasa que es la mantequilla y otra fracción no grasa que se denomina suero. Este derivado es una emulsión de agua en aceite por su alto contenido graso, color amarillento y una textura unttable (Benítez & Gutiérrez, 2014).

2.1.8.3 La Cuajada

Se da producto del sometimiento de la leche a una temperatura adecuada y la posterior coagulación de la misma por medio de un cuajo permitido que

precipite las proteínas formando de esta manera una masa semi sólida y sin la utilización de fermentos lácticos de cualquier tipo (Bedolla & Dueñas, 2011).

2.1.8.4 El queso

Es uno de los derivados lácteos más antiguos que se conocen para poder conservar la leche y sus propiedades nutricionales, su proceso de elaboración se basa en separar la materia sólida de la leche, del contenido acuoso que esta contiene como suero.

Todos los tipos de queso empiezan su proceso con la formación de cuajada, la cual se puede transformar en queso fresco mediante el corte, desuerado y prensado o un queso maduro mediante el calentamiento de la cuajada que ayudará a un mayor desuerado de la misma lo cual dejará lista esta cuajada para ser posteriormente moldeada, prensada, salada y almacenada por un tiempo prudencial que proporcione las características organolépticas necesarias para su comercialización dependiendo del tipo de que a fabricarse (Beckett, 2006).

2.1.8.5 El yogurt

Es el derivado lácteo acidificado más conocido a nivel mundial, el mismo que parte de leche entera pasteurizada que es sometida a una fermentación bacteriana con cultivos seleccionados que bajaran el pH de la leche, lo cual resultará en un producto con un sabor ligeramente ácido y espeso. Existen tres grandes tipos de yogurt: firme, batido y líquido, sumado a sus diferentes variantes ya que el yogurt se mezcla con diversos tipos de frutas, chocolate, miel, frutos secos, etc (Vásquez, 2005).

2.1.8.6 Los helados

Son un derivado lácteo que se produce mediante la mezcla de distintos ingredientes lácteos que varían ampliamente como lo son: leche entera, crema, mantequilla, leche en polvo y saborizantes naturales o artificiales. Formulación que es batida y homogenizada para su congelación, es válido recalcar que estos dos procesos se dan simultáneamente, siendo así que la congelación se va dando mientras se le da el batido con aire a la formulación.

Las burbujas de aire en el helado son de suma importancia, ya que estas impiden la formación de cristales y una textura arenosa en el producto (Rodríguez, 2008).

2.2 INOCUIDAD ALIMENTARIA EN PRODUCTOS LÁCTEOS

2.2.1 Hazard Analysis and Critical Control Points - HACCP

El HACCP es un proceso sistemático desarrollado para garantizar la inocuidad alimentaria mediante la prevención. Este sistema es utilizado en industrias farmacéuticas, cosméticas y todo tipo de industria que fabrique alimentos o materiales que tendrán contacto con ellos. El HACCP se encarga de identificar, evaluar y prevenir todos los riesgos de contaminación a nivel físico, químico y biológico a lo largo de toda la cadena de suministro. Cuenta con 7 principios básicos que se detallan en la Tabla 6 (Surak & Willson, 2014).

Tabla 6. Siete principios básicos del HACCP.

1	Identificar Peligros	Identificación de posibles peligros en todas las fases desde el cultivo, fabricación y distribución.
2	Identificar puntos críticos de control (PCC)	Identificación en cada etapa del proceso los posible puntos de contaminación.
3	Establecer límites críticos de los (PCC)	Establecimiento de límites críticos en cada PCC que aseguren que estén bajo control.
4	Establecer sistema de vigilancia de los (PCC)	Para asegurar el control de los PCC mediante ensayos u observaciones.
5	Establecer acciones correctivas	Medidas que se adopten cuando la vigilancia o monitoreo indiquen que un PCC no esté bajo control
6	Establecer sistema de verificación	Procedimientos de verificación para comprobar que el sistema HACCP esté trabajando adecuadamente.
7	Crear sistema de documentación	Documentación sobre todos los procedimientos y registros apropiados a estos principios.

(Pro Ecuador, 2014)

2.2.2 BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA

El creciente comercio internacional ha aumentado el riesgo de contaminación fronteriza lo cual representa un importante riesgo para la salud de las poblaciones. La globalización de los alimentos, los acuerdos internacionales de calidad y competitividad, y a esto sumado la premisa de la inocuidad alimentaria, ha llamado la atención de los gobiernos que se han visto en la necesidad de adoptar un sistema de control que se use como base para determinar la equivalencia de las normas sanitarias en los diferentes países (Rodríguez, 2010).

Por lo tanto se desarrolló las buenas prácticas de manufactura por sus siglas BPM, siendo estas un conjunto de principios y recomendaciones técnicas aplicadas en las industrias alimenticias para asegurar su inocuidad y aptitud para el consumo humano (Caballero, 2009).

En el Ecuador según el reglamento de buenas prácticas de manufactura (Decreto Ejecutivo No. 3253 publicado en el R.O No. 696 de 4 de noviembre del 2002) las empresas dedicadas al procesamiento de alimentos deben obtener su certificado.

El Ministerio de Salud Pública mediante el apoyo del Ministerio de Industrias y Productividad, vieron la urgente necesidad de establecer plazos de cumplimiento del reglamento en forma progresiva. Por lo tanto la Resolución del Sistema Nacional de la Calidad establece la política de plazos de cumplimiento de Buenas Prácticas de Manufactura, los cuales se describen a continuación en la Tabla 7.

Tabla 7. Política de plazos para el cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura.

Tipo de Riesgo	Actividad	Categorización	Plazos a partir del 27/11/2012
A Alto Riesgo	1. Lácteos 2. Bebidas no alcohólicas 3. Cárnicos y derivados 4. Alimentos para regímenes especiales 5. Ovoproductos	Industria y mediana industria	1 año
		Pequeña industria y microempresa	2 años
B Mediano Riesgo	1. Cereales y derivados 2. Conservación de frutas, verduras, etc. Y sus derivados. 3. Conservación de pescados, crustáceos y sus derivados 4. Comidas listas y empacadas	Industria y mediana industria	3 años
		Pequeña industria y microempresa	4 años
C Bajo Riesgo	1. Cacao y derivados 2. Salsas, especias y condimentos 3. Caldos y sopas deshidratadas 4. Café, té y derivados 5. Aceites y grasas	Industria, mediana industria, Pequeña industria y microempresa	5 años

(Ministerio de Salud Pública, 2013)

2.2.3 NORMAS TÉCNICAS ECUATORIANAS PARA QUESOS FRESCOS

La norma técnica para la elaboración de quesos frescos no madurados especifica todos los requisitos que los mismos deberán cumplir, incluido el queso fresco, destinado al consumo directo o a posterior elaboración. Es importante mencionar que si existiera una norma específica para un tipo de queso fresco no madurado en particular, será esta la aplicada.

Entre los requisitos específicos que un queso fresco debe cumplir se cita que para la elaboración se pueden utilizar las materias primas autorizadas por las normas del Codex Alimentarius como: leche y/o productos derivados de la leche, cultivos, cuajo, sal, vinagre, etc.

Los análisis microbiológicos correspondientes a quesos frescos no madurados deben dar ausencia de microorganismos patógenos, de sus metabolitos y toxinas. Se pueden utilizar los aditivos permitidos y en las cantidades especificadas en la NTE INEN 2074.

El queso debe cumplir con todos los parámetros propuestos en las tablas publicadas por la norma NTE INEN 10. Como requisitos complementarios los quesos frescos deben mantenerse en una cadena de frío durante el almacenamiento, distribución y comercialización a una temperatura no mayor a 4 °C. La norma también dictamina puntos como la inspección, envasado y embalado, y el rotulado del producto final (INEN, 2012).

2.3 PRODUCTO Y SUS CARACTERÍSTICAS

2.3.1 PRODUCCIÓN DE QUESO

La producción de queso en Ecuador presenta un importante crecimiento dentro del entorno económico del país por su gran aceptación en el medio.

Un 84,3% de los hogares urbanos de las principales 15 ciudades consumen este producto regularmente. Presenta un complejo mercado ya que sus diferentes variedades son comercializadas por más de 300 marcas que compiten por tener una mayor participación dentro del mercado (Lideres, 2015).

2.3.2 CLASIFICACIÓN DE QUESOS

Se conoce una gran diversidad de quesos con características muy diferentes por lo cual surge la necesidad de agruparlos para facilitar su estudio. Ya que no se cuenta con un sistema exclusivo de clasificación, los expertos se basan en diversos criterios para catalogarlos (Aristizábal, 2004).

Entre los criterios más comunes están: proceso de elaboración, periodo de maduración, origen la leche utilizada, porcentaje de grasa y consistencia de la pasta. De los cuales los más aceptados son: el porcentaje de grasa y la consistencia de la pasta, ya que dichos criterios influirán en las características organolépticas del producto final (Hernández, 2006).

2.3.3 CLASIFICACIÓN SEGÚN LA CONSISTENCIA DE LA PASTA

Esta clasificación de quesos, se determina teniendo en cuenta la humedad que contiene el producto, en ausencia de materia grasa. También se suele denominar contenido de humedad sin extracto seco o %HQD, en la Tabla 8 se detalla dicha clasificación con sus porcentajes designados.

Tabla 8. Clasificación de quesos según su contenido de humedad.

Clasificación	% HQD	Características
Extra duro	< 51	Muy firme y resistente al corte
Duro	49 – 56	Muy firme, denso
Semiduro	54 – 63	Firme, elástico
Semiblando	61 – 69	Húmedo, firme y mantiene su forma
Blando	> 67	Suave, fácil de untar

(Aguhob, 1998)

2.3.4 CLASIFICACIÓN SEGÚN EL CONTENIDO DE MATERIA GRASA

Clasificación que únicamente se basa en el contenido de grasa presente en el producto, que se expresa en % de grasa/masa sobre el extracto seco total o %G/ES. En la Tabla 9 se detallan los porcentajes específicos de cada clasificación.

Tabla 9. Clasificación de quesos según su contenido graso.

Clasificación	% G/ES
Extra graso	< 60
Graso	45 – 60
Semi graso	25 – 45
Bajo en grasa	10 – 25
Desnatado	> 10

(Aguhob, 1998)

2.3.5 CONSUMO DE QUESO EN EL ECUADOR

En el Ecuador se consume un promedio de 2 065 250 kg de queso mensual, en sus diferentes presentaciones, de las cuales el queso fresco es el de mayor participación en el mercado. En la Figura 4 se especifica los porcentajes de consumo.

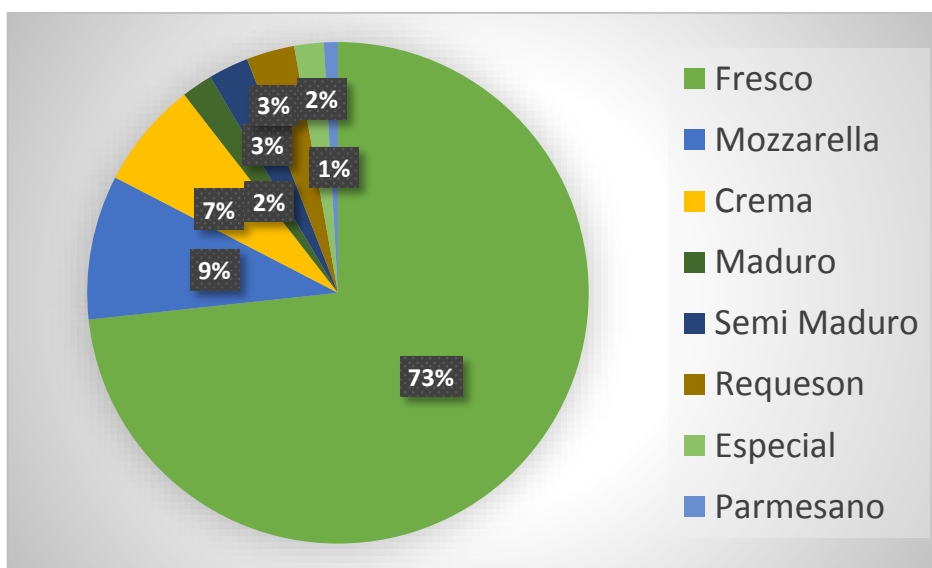


Figura 4. Porcentajes de consumo mensual de queso por kg (MKtrends, 2011)

2.4 INGENIERÍA DE PROCESOS PRODUCTIVOS

Según Suñé (2004), la ingeniería de procesos productivos es una parte importante de la ingeniería industrial que se encarga del diseño, puesta en marcha, gestión y mejora de los procesos productivos que dan como resultado un producto final con las características deseadas.

En la actualidad el enfoque de desarrollo de un producto es la denominada ingeniería simultánea. Desde las primeras fases de definición del producto se trabaja paralelamente definiendo el producto y el proceso productivo, de esta manera se asegura un diseño adecuado a las necesidades (Escorsa, 2003).

2.4.1 TIPOS DE PROCESOS

Según De la fuente, los procesos se pueden clasificar bajo diferentes criterios, a continuación en la Tabla 10 se presentan las características de los más comunes.

Tabla 10. Características de los tipos de proceso.

Característica	Por producto	Por proceso	Grupo	Posición fija
Tiempo de producción	Bajo	Alto	Bajo	Medio
Trabajo en proceso	Bajo	Alto	Bajo	Medio
Nivel de Habilidad	A elección	Alto	Medio-Alto	Variado
Flexibilidad del producto	Bajo	Alto	Medio-Alto	Alto
Utilización mano de obra	Alto	Alto	Alto	Medio
Utilización de maquinaria	Alto	Medio-Bajo	Medio-Alto	Medio
Costo unitario de producción	Alto	Alto	Bajo	Alto


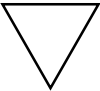


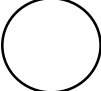
(De la Fuente, 2004)

2.4.2 DIAGRAMA DE PROCESOS

Una de las necesidades más importantes de la ingeniería de procesos es el poder describir de una forma real al proceso con la finalidad de definirlo o diagnosticarlo. El diagrama de procesos es un esquema grafico que sirve para la descripción detallada de un proceso y la secuencia de operaciones necesarias para obtener un determinado producto (Suñé, 2004).

En la Tabla 11 se pueden observar las operaciones aplicadas en el proceso, las mismas que se dividen en cinco categorías.

Tabla 11. Descripción de las operaciones de un diagrama de proceso.

	Transporte.- Cualquier operación dentro del proceso que implique mover el producto
	Almacenamiento.- Deposito del producto en un lugar fijo durante un tiempo definido
	Espera.- Tiempo que el producto espera, de operación en operación
	Control.- Inspecciones que sufre el producto, generalmente por controles de calidad
	Valor añadido.- El producto sufre cierta transformación que le agrega cierto valor.

(Suñé, 2004)

2.5 PROCESO PRODUCTIVO DE QUESO DOBLE CREMA

2.5.1 CLASIFICACIÓN Y ORIGEN

La tecnología del queso doble crema tiene como origen los valles colombianos de Ubaté y Chiquinquirá en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, la cual se ha difundido a todas las regiones colombianas sobre todo a las que cuentan con clima frio y templado. El queso doble crema tipo mozzarella es

un queso fresco, de sabor semi ácido y pasta hilada. Es elaborado tradicionalmente por la mezcla de leche fresca con leche acida (Pardo & Almanza, 2005).

Su nombre se debe al color amarillento que normalmente presenta, lo cual sugiere un alto contenido graso, sin embargo es un queso semigraso que carece de corteza y ojos. Presenta una consistencia firme y textura lisa. Se recomienda consumirlo fresco para apreciar su sabor característico, aunque tiene una duración promedio de 30 días bajo refrigeración (Agrocadenas, 2005).

Este queso se consume principalmente en recetas que requieren gratinar como son: la pizza, lasaña y pastas. Su presentación tradicional es cilíndrica aunque en la actualidad es más común encontrarlo en forma rectangular (Pardo & Almanza, 2005).

2.5.2 REQUISITOS TÉCNICOS PARA QUESOS FRESCOS

Según la norma técnica INEN 1528 que regula en general a todos los quesos frescos no madurados, es aplicable al producto queso doble crema puesto que entra dentro de esta categoría. El tipo o clase de queso fresco no madurado, se determina por medio del contenido de humedad y grasa que el producto presente, en la tabla 12 se detallan los requisitos mínimos de humedad y grasa para cada tipo de queso.

2.5.2.1 Límites permitidos de humedad y grasa

En la Tabla 12 se especifican los requisitos mínimos para cada tipo de queso fresco.

Tabla 12. Requisitos mínimos a cumplir en quesos frescos no madurados

Tipo o clase	Humedad % max NTE INEN 63	Contenido de grasa en extracto seco, % Mínimo NTE INEN64
Semiduro	55	-
Duro	40	-
Semiblando	65	-
Blando	80	-
Rico en grasa	-	60
Graso	-	45
Bajo en grasa	-	20
Magro	-	0,1

(INEN, 2012)

2.5.2.2 Límites microbiológicos permitidos

En la norma técnica INEN 1528 se estipulan los límites microbiológicos permitidos, los cuales no podrán exceder dichos estándares para asegurar la salud del consumidor. Los requisitos microbiológicos establecidos se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13. Requisitos microbiológicos para quesos frescos no madurados.

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
Enterobacteriaceas, UFC/g	5	2×10^2	10^3	1	NTE INEN 1529-13
Escherichia coli, UFC/g	5	<10	10	1	AOAC 991.14
Staphylococcus aureus UFC/g	5	10	10^2	1	NTE INEN 1529-14
Listeria monocytogenes /25g	5	Ausencia	-		ISO 11290-1
Salmonella en 25g	5	Ausencia	-	0	NTE INEN 1529-15

(INEN, 2012)

Donde:

n= Número 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.

2.5.3 REQUISITOS PARA QUESO MOZZARELLA SEGÚN EL CODEX ALIMENTARIUS

El queso doble crema es considerado una variación del queso mozzarella tradicional, por lo tanto se utilizarán normas afines al queso mozzarella, ya que proviene de un método de elaboración similar, con características ligeramente diferentes.

Según el Codex Alimentarius, el queso mozzarella o sus iguales de pasta hilada, deben cumplir con ciertas características básicas, materias primas, procesos, aditivos, etc. para ser considerados como tal, estas características se detallan a continuación en la Tabla 14.

Tabla 14. Requisitos generales del queso mozzarella según el Codex Alimentarius.

Requisitos generales	
Forma	Diversas formas
Corteza	No tiene
Color	Casi blanco
Pasta	Blanda y elástica
Estructura	Fibrosa, de largas hebras en paralelo

(CODEX Alimentarius, 2013)

2.5.3.1 Materia Prima:

Para la fabricación de queso mozzarella se utilizará leche de vaca, búfala o la combinación de ambas.

2.5.3.2 Proceso:

El queso mozzarella se elabora a partir del proceso de “pasta filata” por su nombre en italiano, que se refiere al hilado por el cual pasa la cuajada.

2.5.3.3 Ingredientes permitidos:

- Cultivos iniciadores de bacterias inocuas.
- Cuajo o enzimas coagulantes inocuas e idóneas para el proceso.
- Cloruro de sodio y cloruro de potasio.
- Coadyuvantes de elaboración.
- Vinagre
- Agua potable
- Harinas y almidones de: arroz, maíz, trigo y papa.

2.5.3.4 Límites permitidos de grasa

En la tabla 15 se especifican los porcentajes reglamentarios de grasa teniendo en cuenta su contenido de humedad.

Tabla 15. Composición de grasa según su contenido de humedad

Constituyente lácteo	Contenido mínimo (m/m)	Contenido máximo (m/m)	Nivel de referencia (m/m)
Grasa láctea en el extracto seco:			
Con alto contenido de humedad:	20%	No restringido	40% a 50%
Con bajo contenido de humedad:	18%	No restringido	40% a 50%

(Codex Alimentarius, 2013)

2.5.3.5 Aditivos permitidos

En la Tabla 16 se detallan los aditivos alimentarios permitidos según el Codex Alimentarius.

Tabla 16. Aditivos alimentarios para queso mozzarella

USO JUSTIFICADO				
	Mozzarella con alto contenido de humedad		Mozzarella con bajo contenido de humedad	
Clase funcional de aditivos	Pasta del queso	Tratamiento de la superficie/corteza	Pasta del queso	Tratamiento de la superficie/corteza
Colorantes	X ^(a)	-	X ^(a)	-
Agentes blanqueadores	-	-	-	-
Reguladores de acidez	X	-	X	-
Estabilizadores	X	-	X	-
Espesantes	X	-	X	-
Emulsionantes	-	-	-	-
Antioxidantes	-	-	-	-
Conservantes	X	X	X	
Agentes espumantes	-	-	-	-
Agentes antiaglutinantes	-	X ^(b)	-	

(a) Solo para obtener características de color.

(b) Solo para la superficie de queso rebanado, cortado, desmenuzado o rallado.

X El uso de aditivos que pertenecen a la clase está justificado tecnológicamente.

- El uso de aditivos que pertenecen a la clase no está justificado tecnológicamente.

(Codex Alimentarius, 2013)

2.5.3.6 Reguladores de acidez permitidos

Los reguladores de acidez permitidos por el Codex Alimentarius se enlistan en la Tabla 17 y son limitados directamente por las buenas prácticas de fabricación - BPF.

Tabla 17. Principales Reguladores de acidez permitidos

No de SIN	Nombre del aditivo	Nivel máximo
Reguladores de la acidez		
261	Acetato de potasio	Limitado por las BPF
270	Ácido Láctico	Limitado por las BPF
296	Ácido Málico	Limitado por las BPF
330	Ácido Cítrico	Limitado por las BPF
350	Malato de sodio	Limitado por las BPF

(CODEX Alimentarius, 2013)

2.5.4 REQUISITOS PARA QUESO MOZZARELLA SEGÚN LA NORMA INEN

También se tomará en cuenta la NORMA INEN 0082, que especifica los requisitos y restricciones para elaborar queso mozzarella.

2.5.4.1 Requisitos generales

Las normas INEN citan requisitos generales que deben ser cumplidos por un producto lácteo para ser denominado como queso mozzarella, los mismos detallados en la Tabla 18.

2.5.4.2 Materia Prima

El queso mozzarella deberá ser fabricado a partir de leche de vaca, cabra, oveja o mediante diferentes mezclas entre las mismas.

Tabla 18. Requisitos generales para queso mozzarella

Requisitos generales	
Forma	Ovoide, en forma de pera
Corteza	Semidura, lisa y sin ojos
Color	De blanco a amarillo brillante
Pasta	Blanda y elástica
Sabor	Ligeramente ácido, característico del producto.

(INEN, 2011)

2.5.4.3 Límites permitidos de grasa

Los límites de grasa permitidos para este tipo de productos se detallan en la Tabla 19.

Tabla 19. Requisitos de humedad y grasa para el queso mozzarella.

Requisitos	Mín. (%)	Máx. (%)	Método de Ensayo
Humedad	-	60	INEN 63
Grasa en extracto seco	45	-	INEN 64

(INEN, 2011)

2.5.4.4 Proceso:

El proceso de fabricación de queso mozzarella deberá darse en condiciones sanitarias adecuadas y su elaboración deberá ajustarse a las etapas esenciales descritas en la Figura 5.

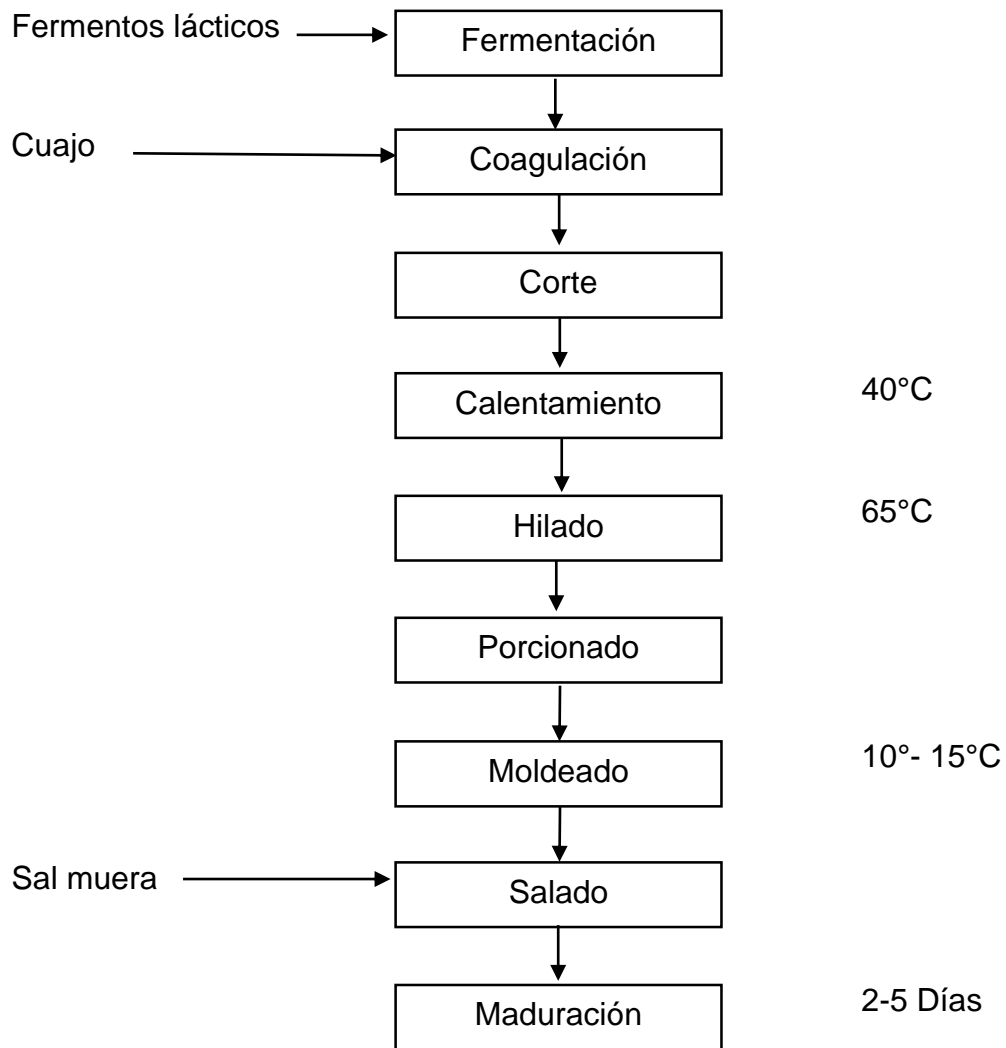


Figura 5. Operaciones básicas para la elaboración del queso mozzarella.
(INEN, 2011)

2.5.5 OPERACIONES DERIVADAS PARA LA FABRICACIÓN DEL QUESO DOBLE CREMA

En la Figura 6 se puede observar el diagrama de flujo para la elaboración de queso doble crema.

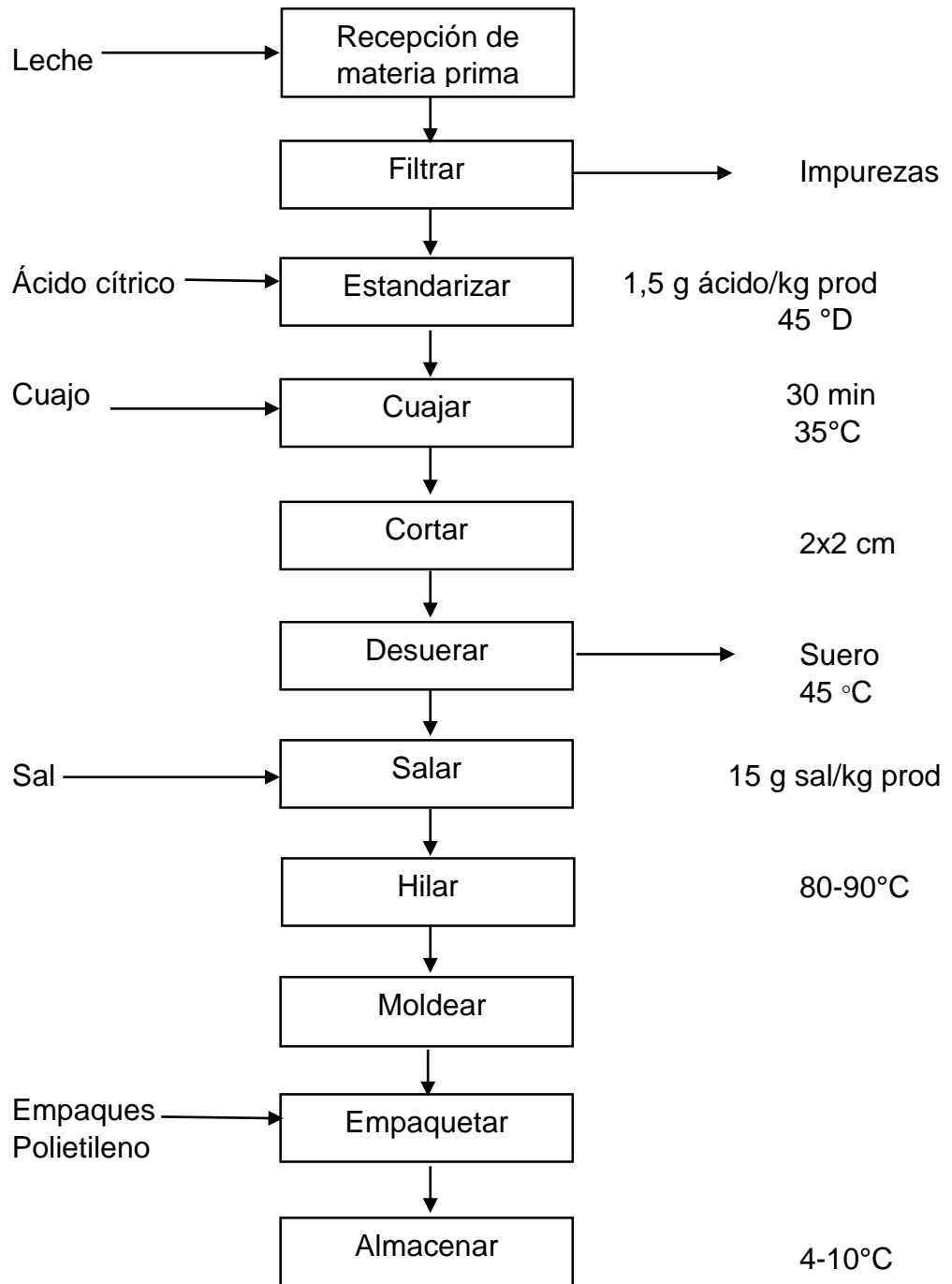


Figura 6. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del queso doble crema (Grajales, 2009)

2.5.5.1 Caracterización de operaciones

2.5.5.1.1 Recepción de materia prima

La leche previamente recolectada bajo la norma técnica INEN 0009 (2008), deberá ser entregada en la planta a una temperatura no mayor a 10 °C, para proceder a realizar pruebas fisicoquímicas que certifiquen una óptima calidad de materia prima como: densidad, grasa, contenido total de agua, acidez, etc.

2.5.5.1.2 Filtrado

En esta etapa mediante la ayuda de un lienzo con poros muy finos se evita que posibles contaminantes físicos entren en el proceso y puedan influir en los resultados finales del producto terminado.

2.5.5.1.3 Maduración de la leche

Etapa previa a la elaboración como tal, ya que un porcentaje de leche que se añadirá en el proceso deberá ser madurada para conseguir reducir el pH de la misma.

2.5.5.1.4 Estandarización de la acidez

Se realizará la mezcla de leche fresca con leche ácida previamente madurada con la finalidad de conseguir la acidez deseada, la cual fluctúa entre 47 y 78 °D a una temperatura de 37 °C. El porcentaje de leche ácida será calculado mediante el cuadro de Pearson en el cual tomando los datos de acidez de la leche fresca y ácida y los grados óptimos de acidez a alcanzarse se resolverán una serie de ecuaciones matemáticas sencillas.

2.5.5.1.5 Adición del cuajo

Tomando en primera instancia la fuerza del cuajo, siendo esta la capacidad para coagular una cierta cantidad de leche bajo condiciones óptimas, se procederá a calcular la cantidad de cuajo a utilizarse en la cantidad de leche que se quiere procesar.

Cuando se tenga la dosis, la leche se calentará a 35 °C y el cuajo se agregará con agitación constante por medio minuto. Se dejará reposar por 15 min hasta que el coágulo tenga consistencia para ser cortado.

2.5.5.1.6 Corte del coágulo

Para comenzar se realiza un corte perpendicular y se levanta la cuajada para comprobar la firmeza, posteriormente se realizan cortes horizontales y verticales con una separación de 2 cm.

2.5.5.1.7 Calentamiento y desuerado

Se inicia un nuevo calentamiento, agitando constantemente hasta llegar a los 45 °C. Se comienza el desuerado con la ayuda de un lienzo y sacando la cuajada a una mesa para eliminar más suero.

2.5.5.1.8 Maduración de la cuajada

Para conseguir mejores características como elasticidad, humedad y brillo, la cuajada se deja reposar en la mesa de trabajo por 15 min.

2.5.5.1.9 Salado de la cuajada

Se pesan de 10 a 15 g de sal tomando en cuenta cada kg de cuajada a procesar. La misma que será añadida homogéneamente durante el hilado de la cuajada.

2.5.5.1.10 Hilado

En una marmita o paila de acero inoxidable se calentará la cuajada y con una pala se agitará y volteará permitiendo que la masa se funda uniformemente lo cual se practicará hasta obtener una masa homogénea, lisa y que no presente desprendimiento alguno de suero o grasa. Esta etapa finalizará cuando se logre estirar la pasta sin que esta se rompa.

2.5.5.1.11 Moldeado

Se coloca la pasta en una mesa de trabajo en la cual se pueda pesar y porcionar dependiendo su presentación para colocarla en moldes de acero inoxidable que le brindaran la forma y tamaño sin necesidad de presión alguna.

2.5.5.1.12 Empacado y almacenamiento

Una vez el queso haya reposado por un tiempo de 12 a 15 h y esté totalmente frío se lo coloca en su respectivo empaque y se almacena en un cuarto frío a no más de 4 °C (Grajales, 2009).

2.5.6 BALANCES DE MASA Y ENERGÍA

Los balances de masa y energía en la actualidad representan una importancia vital en la industria alimentaria ya que son fundamentales para controlar el rendimiento de los productos y reducir el consumo de energía (Orozco, 1998).

En la Figura 7 se puede evidenciar un diagrama que comprende los principios básicos de un balance de masa y energía.

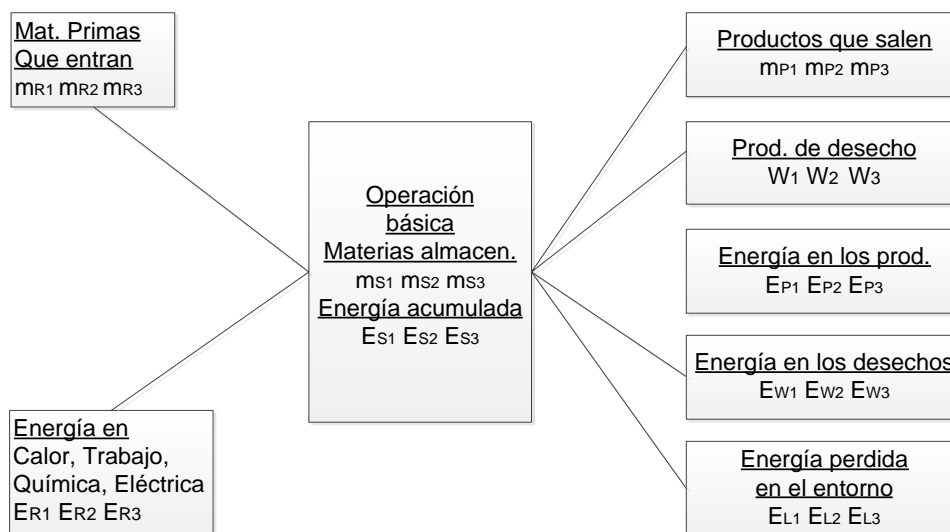


Figura 7. Balance de materia y energía (Sevillano, 1998)

2.5.6.1 Balance de masa

En un proceso industrial, un balance de masa es la contabilidad de los materiales que entran, salen o varían del mismo, ayudando a identificar la cantidad a obtener de producto terminado partiendo de cierta cantidad de materia prima e insumos (Hougen & Wattson, 1982).

Este balance está basado en la ley de conservación de materia en la cual el químico Antoine Lavoisier propuso que la materia no se crea ni se destruye, sólo se transforma (Patiño, 2002).

Se puede realizar balances de masa total o parcial, según se requiera, en el balance de masa total se toma como referencia la masa de la materia que entra y la masa de producto que sale del proceso para obtener un balance general.

Mientras que en el balance de masa parcial se busca contabilizar el balance únicamente de un componente específico, en la industria alimenticia por ejemplo se puede tomar como componente la grasa, proteína, sal, agua, etc (Valiente, 2012).

En la Figura 8 se puede observar un balance de masa en una operación de mezclado y en las fórmulas 1 y 2 se utilizan para balances generales y por componente, respectivamente.

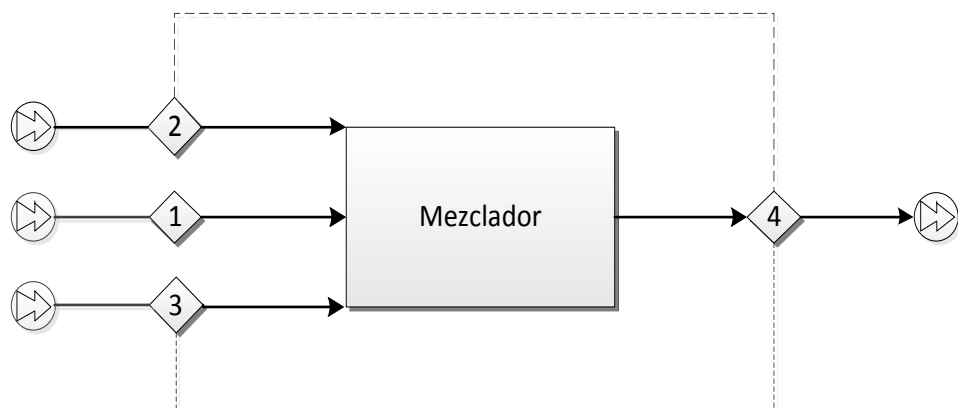


Figura 8. Balance de masa en una operación de mezclado
(Valiente, 2012)

Balance Total

$$M1 + M2 + M3 = M4 \quad [1]$$

Balance parcial de un componente "a"

$$M1 (a) + M2 (a) + M3 (a) = M4 (a) \quad [2]$$

Tomando en cuenta que el subíndice (a), es utilizado para representar el porcentaje del componente a evaluar presente en cada materia prima y el producto terminado (Orozco, 1998).

2.5.6.2 Balance de energía

Según Himmelblau (1997), el balance de energía al igual que el de masa está estrechamente relacionado con la ley de conservación de energía.

Representa un principio físico fundamental ya que es la base para lograr reducir al máximo el desperdicio de energía o aumentar la eficiencia de su utilización. Por lo tanto un balance de energía general en un sistema cerrado, se explica de manera sencilla en la fórmula 3.

$$\begin{aligned} \text{Energía Que entra} &= \text{energía que sale} + \text{energía acumulada} \\ \Sigma ER &= \Sigma EP + \Sigma EW + \Sigma EL + \Sigma ES \end{aligned}$$

Dónde: [3]

$\Sigma ER = ER1 + ER2 + ER3 + \dots =$ Energía total que entra

$\Sigma EP = EP1 + EP2 + EP3 + \dots =$ Energía total que sale con los productos.

$\Sigma EW = EW1 + EW2 + EW3 + \dots =$ Energía que sale con los productos desechados.

$\Sigma EL = EL1 + EL2 + EL3 + \dots =$ Energía total perdida en el entorno.

$\Sigma ES = ES1 + ES2 + ES3 + \dots =$ Energía total almacenada.

El balance de energía y masa son sumamente importantes para el diseño del tamaño y capacidad de la maquinaria requerida para obtener los productos en cantidad y calidad deseada. También proporcionan valiosa información sobre las eficiencias de los procesos estudiados (Himmelblau, 1997).

2.5.7 MAQUINARIA NECESARIA PARA LA PRODUCCIÓN

2.5.7.1 Marmitas

Ollas de grandes proporciones fabricadas en la actualidad para la industria alimenticia de acero inoxidable para cumplir las buenas prácticas de

manufactura en las cuales se procesan un sin número de alimentos como: mermelada, salsas, dulces, chocolate, lácteos, etc.

Existen varios tipos de marmitas, pero para la producción de lácteos en general se utilizan marmitas de chaqueta que se calientan por medio de vapor, tienen forma circular o rectangular dependiendo la necesidad del proceso (Romero, 2004).

2.5.7.2 Caldero industrial

Recipiente metálico en el cual mediante combustible químico o electricidad se obtiene energía térmica que será transmitida a un fluido que generalmente es agua, la misma que por dicha energía térmica se transforma en vapor saturado con una elevada presión. Los principales componentes de un caldero industrial son: quemador, cámara de combustión, sección de convección, chimenea, ventiladores y un panel de control (Esquerra, 1988).

Existen varios tipos de calderos que se diferencian por su orientación que puede ser vertical u horizontal, su capacidad de producir calor es denominada poder calorífico y que tiene como unidad energética el HP, y por la presión de trabajo con la cual operan (Soto, 1996).

2.5.7.3 Bomba de fluidos

Equipo que transforma energía para lograr el movimiento de un líquido de un lugar a otro. Estas bombas son conectadas a dos tuberías las cuales tienen un orificio de entrada y otro de salida. Las bombas pueden ser de varios tipos: monocelulares, multicelulares, horizontales, verticales, sumergidas, etc. Estos dispositivos reciben energía eléctrica para poder funcionar, también se diferencian por su capacidad, la misma que es medida en HP (Álvarez, 2005).

2.5.7.4 Cuarto frío

Es un espacio delimitado por paneles aislantes prefabricados de poliuretano unidos entre si y provistos de diferentes tipos de hojas de metal para el acabado interior y exterior de la pared del panel, el techo y el piso. Además son provistos internamente por un compresor con una capacidad específica determinada por las necesidades de la planta.

Su principal función es proporcionar temperaturas bajas para asegurar la conservación de alimentos perecederos, los cuales serán almacenados y en ocasiones manipulados dentro de su estructura (Romero, 2004).

2.6 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

2.6.1 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

El diseño de la distribución en planta principalmente se basa en establecer la posición de los diferentes componentes de un proceso productivo como: maquinaria, áreas de producción, etc. En una porción de espacio disponible dentro de la planta (De la Fuente, 2005).

Por lo tanto su función es la localización de todos estos componentes, y su complejidad radica en el elevado número de componentes a tener en cuenta y la interacción que existe entre estos. Teniendo siempre en cuenta la forma, extensión de los componentes, información del proceso y equipos e incluso de exigencias ambientales.

Un estudio de distribución de planta se ve necesario por diferentes factores, los mismos que podrán ser: proyecto de una empresa nueva, expansión o traslado de una existente, redistribución o ajustes menores en distribuciones implantadas (Vallhonrat, 1991).

2.6.2 PROBLEMAS EN DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

El problema más común es que toda distribución se diseña eficientemente para una etapa inicial de la empresa en la cual se tiene una base de producción relativamente baja, el problema se presenta cuando la empresa experimenta crecimiento y los volúmenes de producción aumentan a tal punto en que dicho diseño se presenta cada vez menos adecuado hasta que el sistema es totalmente inapropiado y se requiere un cambio (Vaughn, 1990).

Una redistribución de planta se puede justificar por tres factores los cuales son:

- Un volumen mayor requiere un mayor espacio y un mejor aprovechamiento del espacio existente.
- La necesidad de cambiar, modificar o añadir tecnología al proceso productivo para complacer los nuevos objetivos de la empresa.
- Y que el producto requiera modificaciones necesarias para cumplir con normativas vigentes.

Otros problemas que puede presentar una distribución son: congestión de materiales, utensilios y montajes, cantidades excesivas de producto o sobrecarga, utilización deficiente del espacio disponible, largos tramos de transporte, estancamientos de producción, excesiva manipulación, retrasos en fechas de entrega, tensión física o mental de los operarios, infrautilización de la capacidad de las instalaciones (De la Fuente, 2005).

2.6.3 MOVIMIENTO DE MATERIALES

En términos generales se puede definir como la función para manipular y almacenar materiales. Teniendo en cuenta el proceso y el producto se necesitaran equipos para el movimiento de insumos e instalaciones y equipos

adecuados para un almacenamiento correcto del producto terminado y si es necesario también para insumos (Meyers, 2006).

Rara vez las operaciones de movimiento de insumos y utensilios no afectan las demás operaciones vecinas de la empresa y viceversa, por lo tanto es de vital importancia diseñar un buen sistema de movimiento de materiales para evitar el colapso de todas las operaciones del proceso, ya que al actuar sobre un punto en específico de la planta se estará afectando todo su funcionamiento.

También se considera el tiempo y el lugar de los insumos y utensilios para optimizar el funcionamiento de un buen sistema de movimiento. La mano de obra siempre será considerada en este apartado ya que representan una pieza clave en el movimiento de materiales, logrando influir directamente con su correcto funcionamiento (Vallhonrat, 1991).

2.6.4 NECESIDADES Y DISPONIBILIDAD DE ESPACIO

Basándose en el conocimiento del proceso productivo, la demanda inicial con la cual trabajará la organización y la experiencia de los técnicos, se definirá el espacio necesario para una distribución de planta eficiente, tomando en cuenta que el espacio necesario para cierta actividad no será definitivo ya que en la mayoría de los casos dicho espacio se ve condicionado por las diferentes características del proceso en forma global (Gaspar, 2008).

3. METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

3.1 DEFINIR LA LÍNEA DE PROCESAMIENTO Y LAS DIFERENTES ETAPAS DEL QUESO DOBLE CREMA

Para definir la línea de producción, en primera instancia se conoció cuáles son las características y requisitos mínimos que debe cumplir el producto a elaborar y a partir de dichos requerimientos se procedió a alinearlos con las características deseadas por la empresa y sus clientes.

En las normas de regulación ecuatorianas no existe una norma específica para la elaboración del queso doble crema, por tal motivo se tomaron como referencias varias normas nacionales e internacionales para poder determinar los requisitos básicos que este producto debe cumplir para aprobar las reglamentaciones nacionales. Para determinar las características requeridas por el mercado se procedió a realizar un estudio de mercado.

3.1.1 ESTUDIO DE MERCADO

Identificada la oportunidad de venta del queso mozzarella doble crema, se procedió a realizar un estudio de mercado para determinar el grado de factibilidad de lanzar el producto al mercado ecuatoriano y cuáles son las preferencias de consumo.

Tomando en cuenta las bases de datos disponibles en el Instituto Nacional de Estadística y Censos – INEC, de acuerdo al censo económico del 2013 de Quito como fuentes de información, se procedió a definir el target al cual está dirigido el producto.

3.1.1.1 Determinación del target

Para determinar el mercado meta o target se definió un conjunto de personas o fracción de un mercado que comparten ciertas características y que presentan necesidades en común.

3.1.1.2 Determinación de la muestra

Para la determinación de la muestra se realizó un muestreo aleatorio simple, con un margen de error del 10% y un nivel de confianza del 95%. Para lo cual se aplicó la fórmula 4:

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

Dónde: [4]

n = el tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

σ = Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante al 95% de confianza equivale a 1,96

e = Límite aceptable de error muestral 10%

Para la recolección de información se utilizó la encuesta como herramienta principal, la misma que fue aplicada al tamaño de muestra sacada con anterioridad.

3.1.1.3 Encuesta por muestreo

Se diseñó un formato de encuesta ubicada en el Anexo II, en la cual se agregaron preguntas cerradas que indaguen acerca de la información necesaria para definir el concepto del producto. Se recolectó la información de forma personal, esta técnica es aplicada para poblaciones finitas.

3.1.1.4 Tabulación y análisis de datos

Se emplearon distribuciones de frecuencia, estadísticos univariantes y representaciones gráficas para obtener información detallada de cada una de las variables utilizadas en la encuesta (Vidal, 2009).

3.1.1.5 Concepto del producto

Utilizando los resultados obtenidos de la tabulación y análisis de datos de las encuestas por muestreo y contrastándolos con los requisitos mínimos estipulados por el INEN para su aprobación, se procederá a diseñar un concepto de producto final, que presente las características requeridas por el mercado y que cumpla con los requisitos mínimos legales.

3.1.2 DEFINICIÓN DE ETAPAS DE PROCESAMIENTO

Mediante revisión bibliográfica de varios autores y basándose en los parámetros básicos que el producto debe cumplir según la reglamentación nacional se realizó un diagrama de proceso para queso doble crema.

3.2 REALIZAR EL BALANCE DE MASA Y ENERGÍA PARA EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO DOBLE CREMA

3.2.1 BALANCE DE MASA Y ENERGÍA

Para comenzar el balance másico y energético se tomó como referencia un esquema de diagrama de caja negra, a este se le codificó con números y para identificar las entradas y salidas se colocaron letras, la codificación se realizó para poder tener una mejor comprensión de trabajo.

Se tomó como referencia que el mes tienen 4 semanas, de las cuales se trabaja 7 días y 8 h / día.

Para realizar el balance de masa y energía, el estudio se basó principalmente en el método Stivalet-Valiente, el mismo que consiste en cuatro etapas:

1. Diagramar del proceso o la operación a estudiar, empleando la simbología adecuada y los datos que se conocen del proceso.
2. Plantear el problema en el cual se señaló como resolverlo partiendo de conocimientos previos y mediante la resolución de ecuaciones algebraicas planteadas.
3. Solución de cálculos, en el cual se reemplazaron datos en las ecuaciones previamente planteadas y se realizaron los cálculos requeridos.
4. Luego de realizar los cálculos y conseguir los resultados deseados, se los presento aparte y fue necesario se los comentó (Valiente, 2012).

Las fórmulas utilizadas para poder calcular el balance energético fueron:

$$Q_g = - Q_p \quad [5]$$

$$Q_p = \dot{m} * C_p * \Delta t \quad [6]$$

$$\Delta t = t_E - t_D \quad [7]$$

$$Q_p = \dot{m} * \Delta H_\lambda \quad [8]$$

$$\Delta H\lambda = H_v - H_L$$

[9]

3.3 DEFINIR LA CAPACIDAD DE LA MAQUINARIA REQUERIDA PARA ALCANZAR EFICIENCIA EN LOS PROCESOS.

Para definir las especificaciones de la maquinaria y los utensilios es muy importante tener en cuenta los requisitos mínimos a cumplir y las entalpías de vapor que se encuentran en las tablas del Anexo I y los requisitos especificados en el capítulo III, de la Normativa Técnica Sanitaria Sobre Prácticas Correctas de la Higiene – PCH Resolución dada por la Agencia de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria – ARCOSA 057, el mismo que establece los siguientes puntos a tener en cuenta en su Art. 7:

1. Las superficies de trabajo que entran en contacto directo con los alimentos deben ser sólidas, duraderas y fáciles de limpiar, desinfectar y mantener; construidas con material liso, no tóxico y no absorbente.
2. Los equipos y utensilios no deben transmitir sustancias extrañas o tóxicas a los alimentos y deben ser de un material duradero; además, su diseño debe permitir que sea desmontable para facilitar la limpieza y la inspección.
3. Los recipientes y utensilios deben encontrarse en buen estado y ser reemplazadas de acuerdo a su uso;
4. Los equipos deben estar situados y diseñados de manera que sean fáciles de limpiar, desinfectar y mantener según la actividad que se realice.
5. Los equipos utilizados para aplicar tratamientos térmicos deben ser diseñados para alcanzar y mantener las temperaturas óptimas, para proteger la inocuidad y la aptitud de los alimentos.
6. Deben tener un diseño que permita vigilar y controlar las temperaturas, y cuando aplique disponer de un sistema eficaz de control y vigilancia de la

humedad, la corriente de aire y cualquier otro factor que pueda afectar la inocuidad y la aptitud de los alimentos.

7. Los instrumentos de medición deben asegurar la eficacia de las mediciones (ARCOSA, 2015).

3.4 DISEÑAR EL LAYOUT DE LA PLANTA PARA LA PRODUCCIÓN DE QUESO DOBLE CREMA.

3.4.1 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Para realizar la planeación de la distribución en planta se utilizó el método de planeamiento sistémico de distribución, el cual está conformado de cuatro etapas de las cuales se desarrollaron las tres primeras para cumplir con los objetivos planteados. Este método es utilizado tanto en distribuciones nuevas como en existentes.

3.4.1.1 Localización

Para seleccionar la mejor opción de localización se analizaron factores muy importantes como son: mano de obra, costos operativos, disponibilidad, estabilidad, materia prima, disponibilidad de servicios y características del terreno.

3.4.1.2 Distribución general de conjunto

Para obtener una correcta distribución general de conjunto se realizaron los siguientes puntos:

3.4.1.2.1 Obtención de datos

Se recopiló información proporcionada por la dirección de la empresa sobre las políticas, planes y condiciones futuras. Tomando en cuenta puntos como volúmenes de producción, adquisición de maquinarias, calidad y medio ambiente.

3.4.1.2.2 Relación de actividades

Para determinar la relación de actividades se aplicó el diagrama de relación creado por Muther, para precisar la importancia de proximidad entre las áreas (De la Fuente, 2005). Se siguieron los siguientes pasos para realizar el diagrama:

- Enumerar todas las áreas.
- Analizar la importancia con los empleados ejecutivos y obreros encargados del funcionamiento de la planta.
- Establecer un criterio, designar valores a las relaciones.
- Evaluar y analizar la tabla con los implicados en el proyecto.

3.4.1.2.3 Diagrama de relaciones

Se graficó la tabla de relaciones designando la proximidad de las áreas con la valoración designada. El color de las líneas se refiere al valor asignado a las letras: A “Absolutamente necesario”, E “Especialmente importante”, I “Importante”, O “Ordinario”, X “No deseado”. Las mismas que fueron acompañadas por un número que indica qué interacción existe entre áreas: 1 “Flujo de materiales”, 2 “Flujo de información”, 3 “Flujo de desechos”, 4 “Conveniencia” y 5 “Personal”.

3.4.1.2.4 Requerimientos de espacio

Se calcularon los requerimientos de espacio según las necesidades de la empresa, tomando en cuenta parámetros fundamentales como medidas de pasillos, baños, etc. y espacio que ocupa la maquinaria.

3.4.1.3 Presentación del diseño final

Mediante la utilización del programa AutoCAD 2016 se dibujaron los planos de la planta siguiendo los resultados y normativa presentados previamente.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 DEFINIR LA LÍNEA DE PROCESAMIENTO Y SUS DIFERENTES ETAPAS DEL QUESO MOZZARELLA DOBLE CREMA.

4.1.1 ESTUDIO DE MERCADO

4.1.1.1 Determinación del target

El producto está orientado a establecimientos dedicados a la producción y comercialización de alimentos situados en la provincia de Pichincha que utilicen queso mozzarella doble crema en sus actividades, la determinación del mercado objetivo se detalla en la Tabla 20.

Tabla 20. Determinación del mercado objetivo.

REGIÓN		SIERRA	
PROVINCIA		PICHINCHA	
SECTOR ECONÓMICO		SERVICIO DE COMIDA Y ALOJAMIENTO	
NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS		12087	
% DE ESTABLECIMIENTOS DE ALOJAMINETO		% DE ESTABLECIMIENTOS DE SERVICIO DE COMIDA	
45%		55%	
Número de establecimientos	5439	Número de establecimientos	6648

(INEC, 2013)

4.1.1.2 Determinación de la muestra

Según el censo económico del año 2013 realizado por el INEC en la provincia de Pichincha existen 12087 establecimientos dedicados a actividades referentes al servicio de comida y alojamiento. Con un 55% dedicadas al servicio de comida y un 45% al servicio de alojamiento. Por lo cual para el análisis del estudio se utilizó los 6648 establecimientos dedicados al servicio de comida situados en la provincia de Pichincha.

Se reemplazaron los datos y se obtuvo una muestra de 95, utilizando un error máximo del 10%. Por lo tanto se aplicó a 95 personas.

$$n = \frac{6648(0,5)^2(1,96)^2}{(6648 - 1)0,1^2 + 0,5^2(1,96^2)}$$

$$n = 95$$

4.1.1.3 Encuesta por muestreo

Los resultados de la encuesta se encuentran a continuación:

En la Tabla 21 y Figura 9 se presentan los resultados de si es que los clientes utilizan queso mozzarella doble crema en la elaboración de sus productos. De ser la respuesta negativa la encuesta concluye.

Tabla 21. Utilización del queso doble crema en elaboración de productos.

Opciones	Frecuencia	%
SI	80	84%
NO	15	16%
Total	95	100%

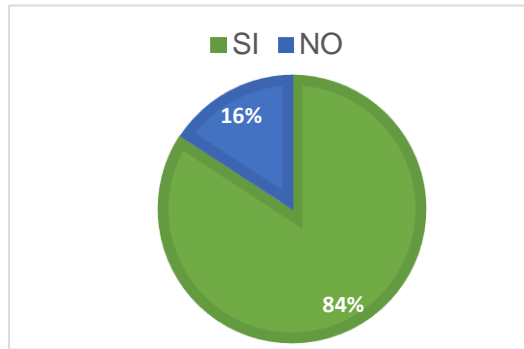


Figura 9. Utilización del queso doble crema en elaboración de productos.

Un 84% de la población encuestada indica que sí utiliza queso mozzarella o doble crema, ya que la encuesta fue aplicada en su totalidad a establecimientos que tienen como objetivo comercializar alimentos elaborados con queso mozzarella o algún sustituto.

En la Tabla 22 y Figura 10 se presentan los resultados de que presentación el cliente considera como la adecuada para el producto.

Tabla 22. Presentación de queso doble crema.

Opciones	Frecuencia	%
cuadrado	6	8%
redondo	9	11%
rectangular	65	81%
Total	80	100%

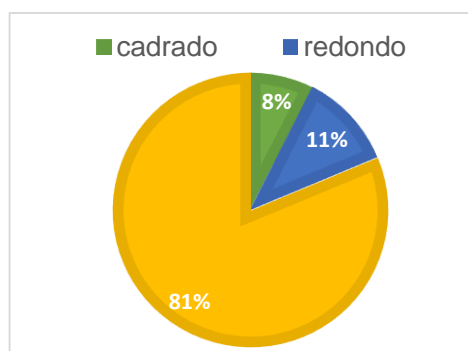


Figura 10. Presentación de queso doble crema.

Los resultados indican que el 81% de los clientes o posibles clientes se inclinan más por la presentación rectangular, ya que esta proporciona un

consumo adecuado del producto y facilita su almacenamiento en proporciones considerables.

En la Tabla 23 y Figura 11 se presentan los resultados de qué sub presentación el cliente prefiere comprar.

Tabla 23. Sub presentación que el cliente prefiere.

Opciones	Frecuencia	%
rallado	18	23%
tajado	56	70%
cubitos	6	8%
Total	80	100%

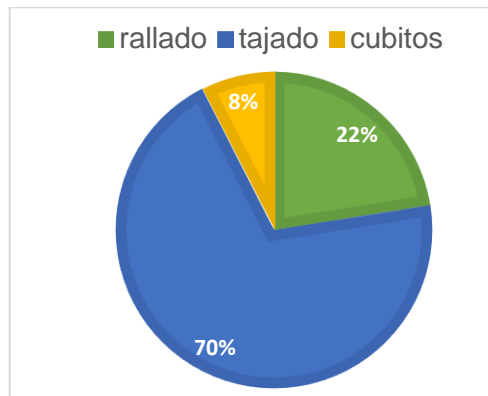


Figura 11. Sub presentación que el cliente prefiere.

Se puede observar que un 70% de los clientes además de la presentación estándar del producto se muestran interesados en adquirir el mismo producto pero tajado, esto se debe a que dentro de la población de clientes existe un porcentaje considerable de establecimientos que se dedican a la comercialización de hamburguesas, lasañas, etc.

En la Tabla 24 y Figura 12 se presentan los resultados sobre en qué tamaño el cliente prefiere adquirir el producto.

Tabla 24. Tamaño que los clientes prefieren.

Opciones	Frecuencia	%
menos de 2 kg	4	5%
entre 2 y 3 kg	72	90%
más de 3 kg	4	5%
Total	80	100%

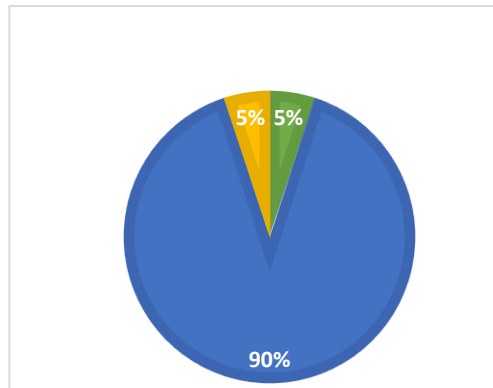


Figura 12. Tamaño que los clientes prefieren.

Un 90% de los entrevistados prefieren que el tamaño del producto oscile entre 2 y 3 kg ya que al ser un producto de consumo industrial facilita al cliente su manipulación, control de inventarios y reducir los costos de adquisición.

En la Tabla 25 y Figura 13 se presentan los resultados sobre qué factor el cliente considera más importante.

Tabla 25. Factores más importantes para el cliente.

Opciones	Frecuencia	%
precio	34	43%
calidad	33	41%
marca	2	3%
accesibilidad	11	14%
Total	80	100%

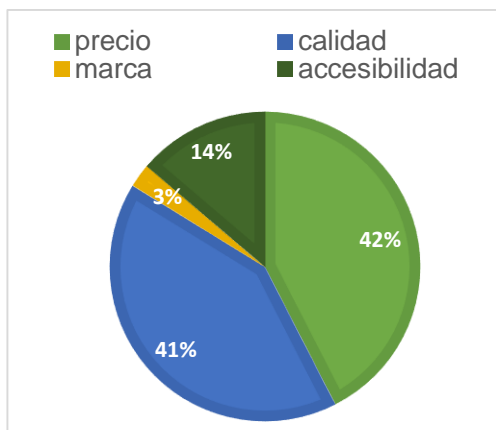


Figura 13. Factores más importantes para el cliente.

Los clientes presentan una gran afinidad hacia el precio y la calidad estando en 42% y 41% respectivamente, al ser un mercado muy competitivo los clientes están acostumbrados a manejar precios bajos y tener productos de una calidad aceptable.

En la Tabla 26 y Figura 14 se presentan los resultados a la sobre qué tipo de empaque prefiere el cliente para este producto.

Tabla 26. Empaque que el cliente prefiere.

Opciones	Frecuencia	%
sellado al vacío	14	18%
funda plástica	65	81%
Cera	1	1%
Total	80	100%

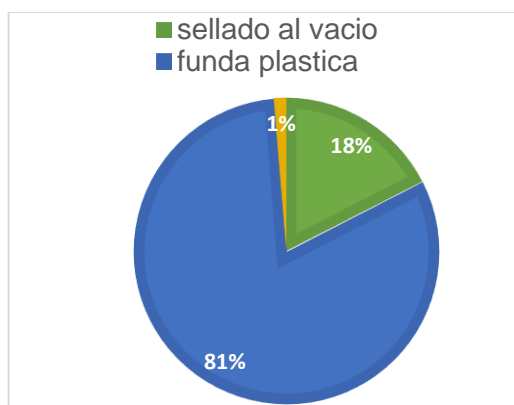


Figura 14. Empaque que el cliente prefiere.

El 81% de los clientes consideran que el empaque adecuado son fundas plásticas, ya que el producto es de consumo inmediato y este empaque facilita su manipulación y representa un costo mucho más bajo que el empackado al vacío el mismo que incrementaría el costo final del producto.

En la tabla 27 y figura 15 se presentan los resultados a la pregunta de la frecuencia de consumo del producto por los clientes.

Tabla 27. Frecuencia de consumo.

Opciones	Frecuencia	%
una vez	15	19%
de 2 a 3 veces	48	60%
de 3 a 4 veces	17	21%
más de 4 veces	0	0%
Total	80	100%

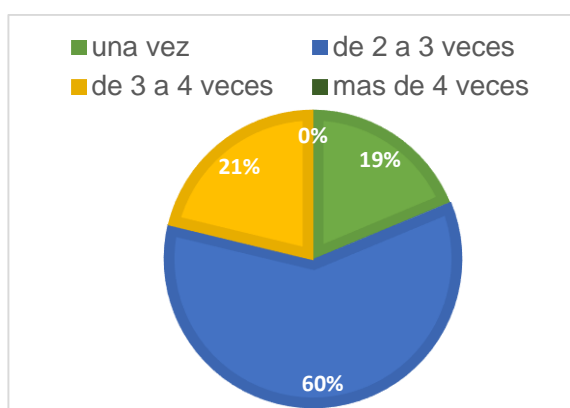


Figura 15. Frecuencia de consumo.

Un 60% de los clientes prefieren adquirir el producto de 2 a 3 veces a la semana, ya que al ser una materia prima perecedera los clientes quieren siempre mantenerla fresca y evitar pérdidas innecesarias en inventario dañado.

En la Tabla 28 y Figura 16 se presentan los resultados sobre cómo el cliente prefiere adquirir el producto.

Tabla 28. Preferencia de adquisición.

Opciones	N. de encuestas	%
supermercados	6	8%
tiendas	4	5%
a domicilio	63	79%
puntos de ventas	7	9%
Total	80	100%

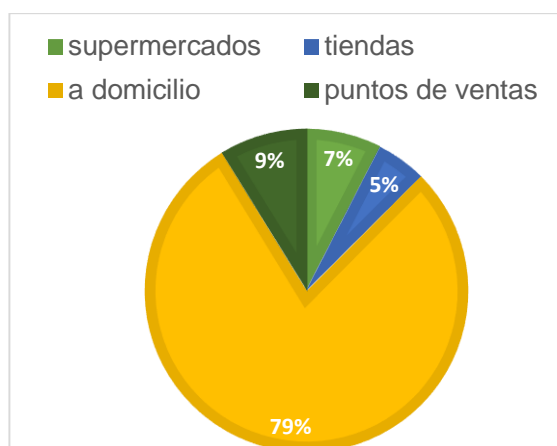


Figura 16. Preferencia de adquisición.

Al 79% de los clientes les gustaría adquirir el producto a domicilio o en este caso directamente en su establecimiento, ya que todos o la mayoría de sus proveedores entregan sus materias primas con el mismo sistema de entrega lo cual proporciona a los clientes comodidad.

En la Tabla 29 y Figura 17 se presentan los resultados a la pregunta de qué consistencia prefiere el cliente en el producto.

Tabla 29. Consistencia preferida por el cliente.

Opciones	Frecuencia	%
blando	0	0%
Semi blando	69	86%
semiduro	7	9%
duro	4	5%
Total	80	100%

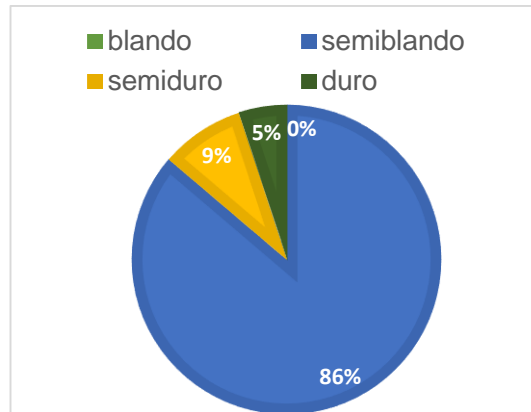


Figura 17. Consistencia preferida por el cliente.

La consistencia que prefieren en el producto los clientes es semi blando, así lo demuestra el 86% que optaron por esta opción ya que por lo general para su uso el queso es previamente rallado, lo cual se dificultaría si tiene una consistencia más compacta.

En la Tabla 30 y Figura 18 se presentan los resultados sobre qué precio estaría dispuesto a pagar el cliente por el producto.

Tabla 30. Precio preferido por el cliente.

Opciones	Frecuencia	%
de 5 a 6 USD	62	78%
de 6 a 7 USD	17	21%
más de 7 USD	1	1%
Total	80	100%

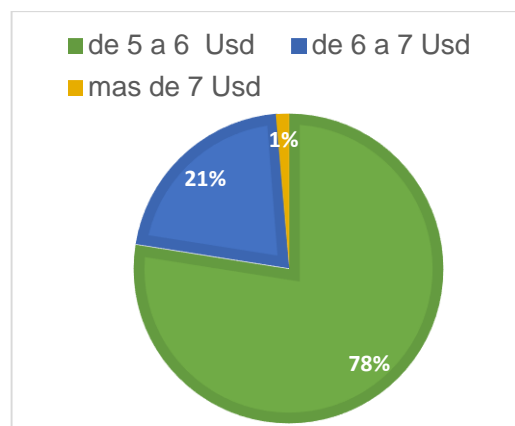


Figura 18. Precio preferido por el cliente

Se pudo evaluar que el precio más aceptado por los clientes encuestados como precio de venta es de 5 a 6 dólares por kg, es evidente que el precio es un factor importante para este mercado ya que los productores buscan reducir sus costos de producción mediante materias primas económicas y así lo demuestra el 78% de los encuestados.

En la tabla 31 y figura 19 se presentan los resultados sobre el contenido graso que consideran adecuado para el producto.

Tabla 31. Contenido graso preferido.

Opciones	Frecuencia	%
graso	4	5%
semigraso	74	92%
bajo en grasa	2	3%
Total	80	100%

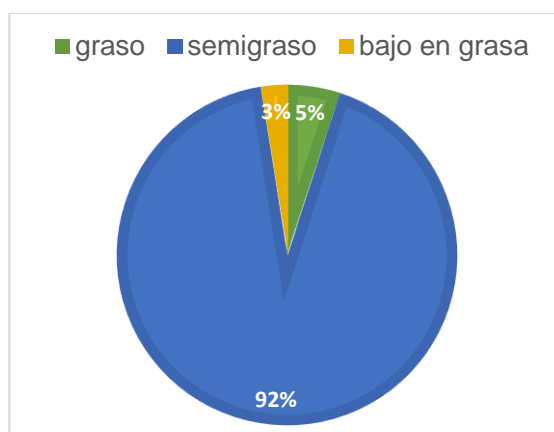


Figura 19. Contenido graso preferido.

El 92% de los encuestados concuerdan con que el producto debe ser “semi graso”, esto se debe a la creciente tendencia que tienen los consumidores finales con respecto a una buena alimentación, la misma que se ve reflejada en el semáforo propuesto por el Ministerio de Salud.

En la Tabla 32 y Figura 20 se presentan los resultados sobre el contenido de sal que consideran el adecuado para el producto.

Tabla 32. Contenido de sal preferido.

Opciones	N. de encuestas	%
alto en sal	0	0%
medio en sal	65	81%
bajo en sal	15	19%
Total	80	100%

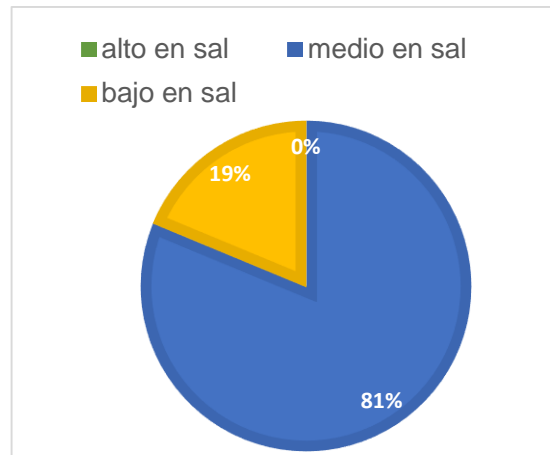


Figura 20. Contenido de sal preferido.

Un 81% del mercado considera que un contenido medio en sal es el apropiado para el producto, al igual que la grasa los clientes exponen su preocupación por una nutrición adecuada ya que este compuesto puede conllevar a largo plazo múltiples riesgos en la salud de sus consumidores.

4.1.1.5 Concepto del producto

En la Tabla 33 se resumen las características deseadas del producto a obtener.

Tabla 33. Concepto del producto.

Requisitos generales	
Forma	Rectangular, en forma de bloque
Presentación	2,5 kg
Corteza	No tiene, superficie lisa
Color	Blanco crema
Pasta	Blanda y elástica
Sabor	Ligeramente ácido, característico del producto.
Consistencia	Semiblando, firme al tacto con textura sólida
Tipo	Queso fresco no madurado
Almacenamiento	Refrigeración 2-4°C
Contenido graso	Semigraso

4.1.1.5.1 Materia Prima:

- La leche a utilizarse para la fabricación del queso doble crema será la leche de vacuno, por su gran aceptación en el mercado Ecuatoriano, a diferencia de otras leches.
- Cuajo líquido
- Sal refinada común

4.1.1.5.2 Aditivos alimentarios

- Ácido cítrico de grado alimenticio como regulador de acidez, con la finalidad de estandarizar la acidez de la leche.

4.1.1.5.3 Composición de queso doble crema

La composición nutricional del queso doble crema se puede observar en la Tabla 34.

Tabla 34. Composición de queso doble crema.

Grasa	23%
Proteína	22%
Humedad	51%
Sal	2%

4.1.1.5.4 Envasado

El producto deberá ser envasado en un empaque resistente y que no altere las características organolépticas. Se utilizará un empaque exterior hecho en su totalidad por polietileno de baja densidad, virgen y atóxico, dicho polímero cumple con las modificaciones de la FDA por lo cual puede ser utilizado para el embalaje de medicamentos y alimentos.

4.1.1.5.5 Prototipo

El modelo a seguir como ejemplar en la fabricación del producto se puede observar en la Figura 21.

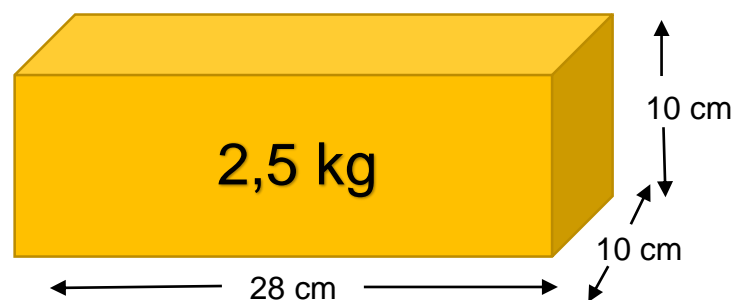
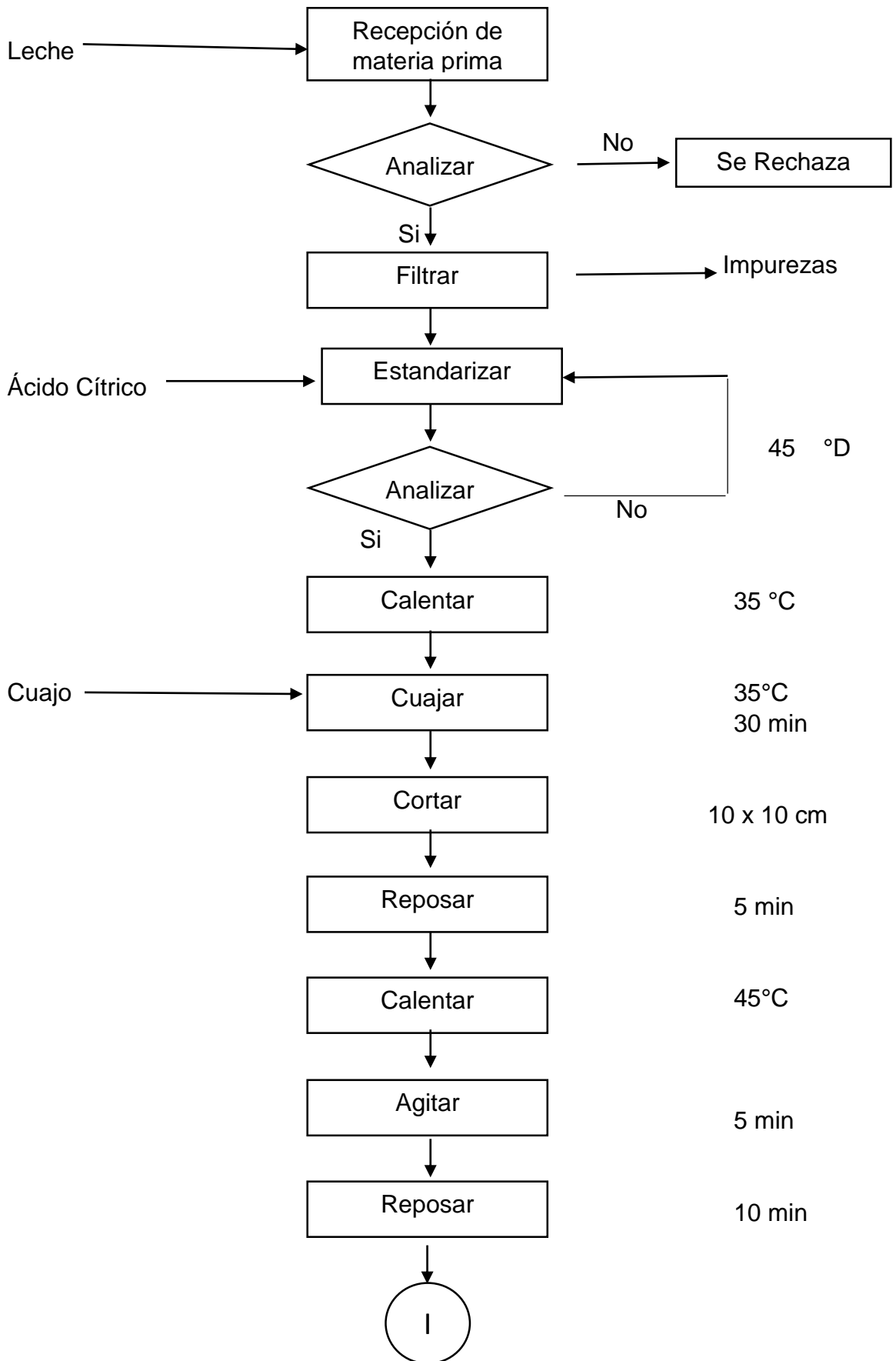


Figura 21. Prototipo de queso doble crema.

4.1.2 DEFINICIÓN DE ETAPAS DE PROCESAMIENTO

Luego de realizar la revisión bibliográfica de varios autores y contrastarlo con la experiencia práctica de los de los fundadores, se logró obtener un diagrama de proceso de queso doble crema muy completo y acorde a las normas exigidas en el país. Diagrama que puede ser visto en la figura 22.



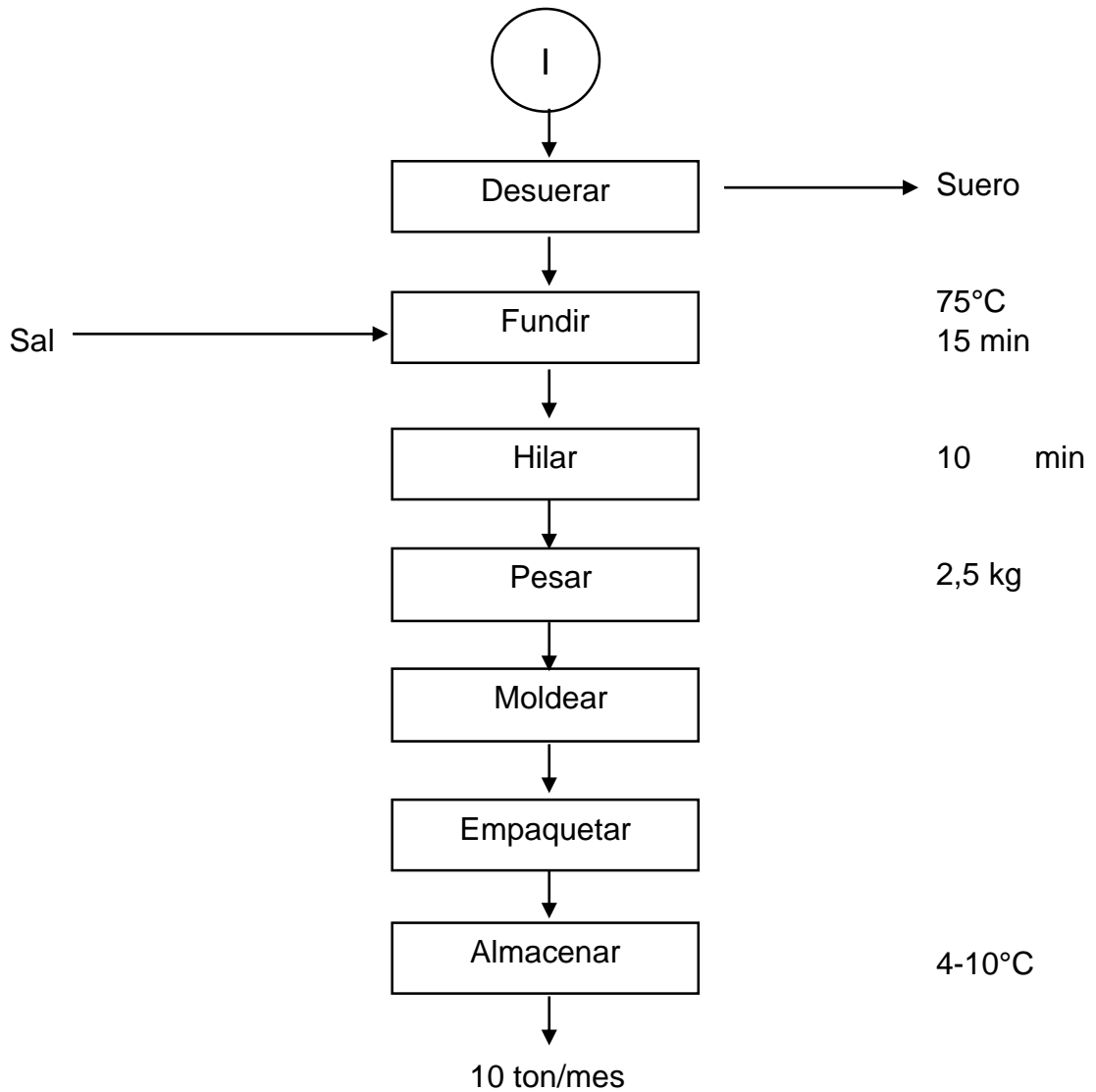


Figura 22. Diagrama de proceso de queso doble crema.

4.2 REALIZAR EL BALANCE DE MASA Y ENERGÍA PARA EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO DOBLE CREMA.

4.2.1 BALANCE DE MASA

En la figura 23 se muestra el diagrama de caja negra realizada para el proceso y en la Tabla 35 se puede ver la codificación correspondiente al diagrama.

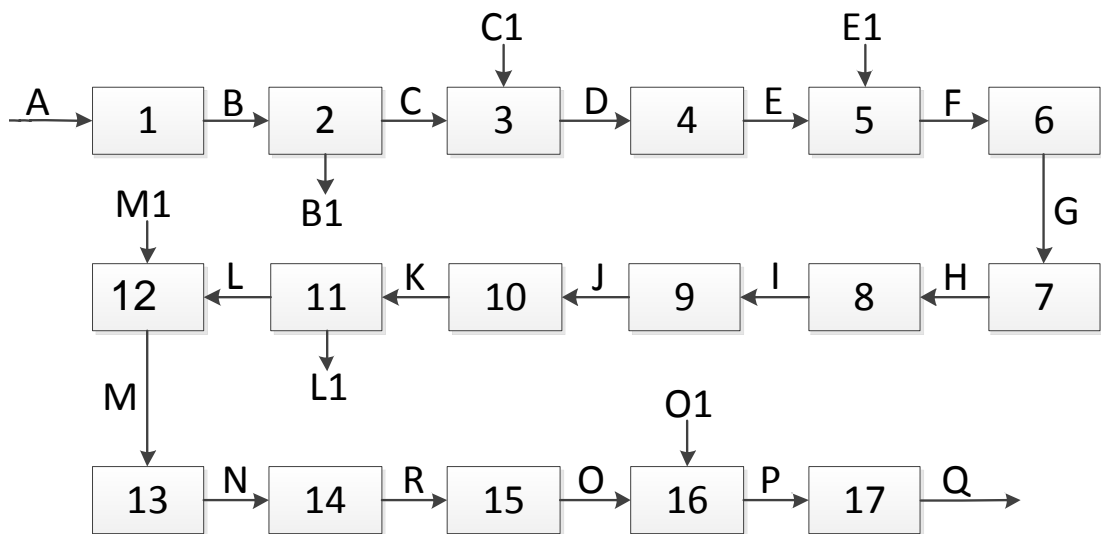


Figura 23. Diagrama de caja negra para el proceso.

Tabla 35. Codificación del diagrama de caja negra.

Etapas	Codificación #	Entradas	Salidas
Recepción de MP	1	A	B
Filtrar	2	B	C, B1
Estandarizar	3	C, C1	D
Calentar	4	D	E
Cuajar	5	E, E1	F
Cortar	6	F	G
Reposar	7	G	H
Calentar	8	H	I
Agitar	9	I	J
Reposar	10	J	K
Desuerar	11	K	L, L1
Fundir	12	L, M1	M
Hilar	13	M	N
Pesar	14	N	R
Moldear	15	R	O
Empaquetar	16	O, O1	P
Almacenar	17	P	Q

4.2.1.1 Balance en 17

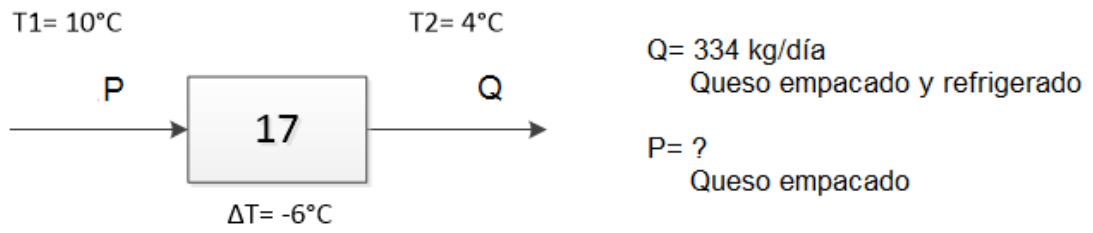


Figura 24. Representación gráfica de la operación 17.

$$Q = P = 334 \text{ kg/día}$$

$$P = 334 \text{ kg/día}$$

4.2.1.2 Balance en 16

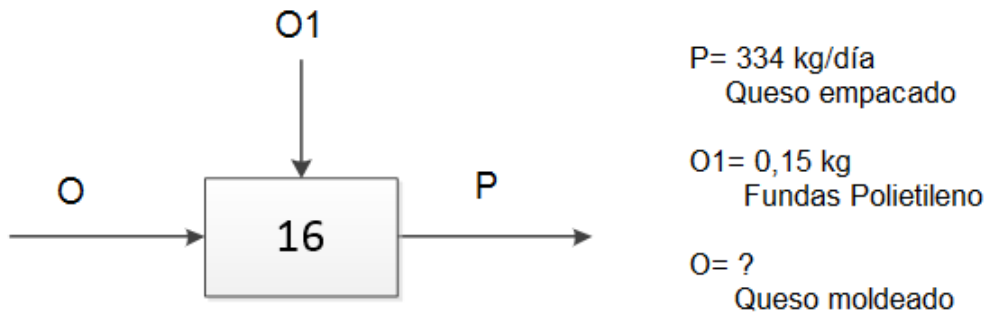


Figura 25. Representación gráfica de la operación 16.

$$O + O_1 = P$$

$$O = P - O_1$$

$$O = 334 - 0,15 \text{ kg/día}$$

$$O = 333,85 \text{ kg/día}$$

4.2.1.3 Balance en 15

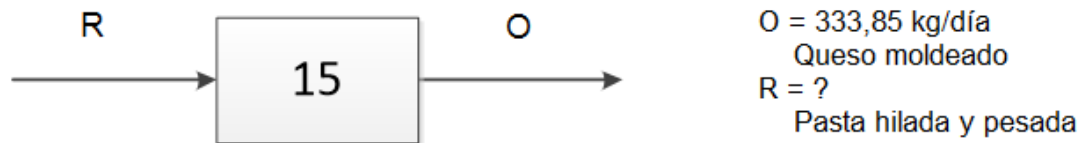


Figura 26. Representación gráfica de la operación 15.

$$O = R = 333,85 \text{ kg/día}$$

$$R = 333,85 \text{ kg/día}$$

4.2.1.4 Balance en 14

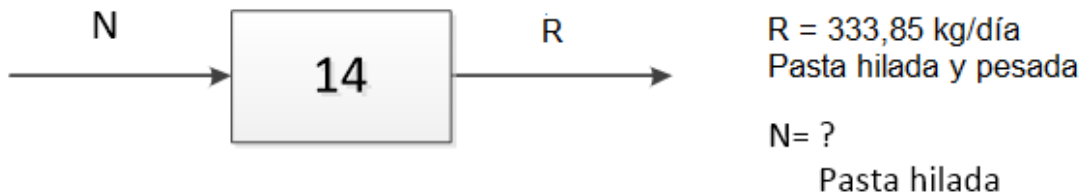


Figura 27. Representación gráfica de la operación 14.

$$R = N = 333,85 \text{ kg/día}$$

$$N = 333,85 \text{ kg/día}$$

4.2.1.5 Balance en 13

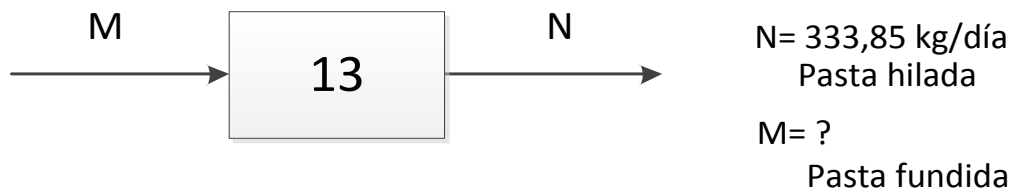


Figura 28. Representación gráfica de la operación 13.

$$N = M = 333,85 \text{ kg/día}$$

$$M = 333,85 \text{ kg/día}$$

4.2.1.6 Balance en 12

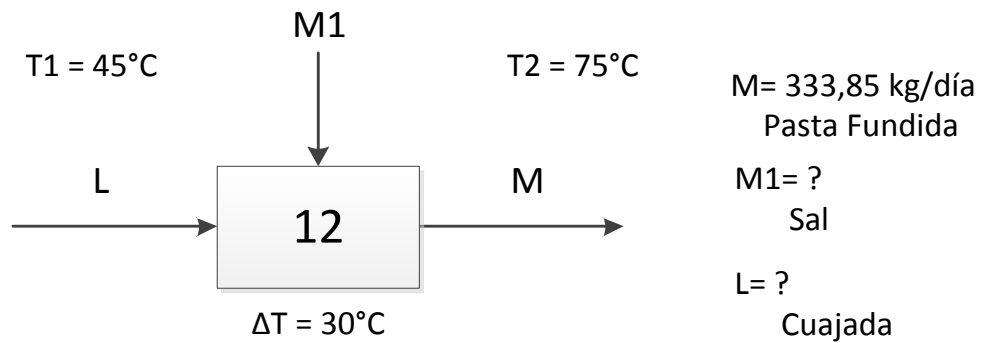


Figura 29. Representación gráfica de la operación 12.

$$L + M_1 = M$$

$$M_1 = M * 0,02$$

$$M_1 = 333,85 * 0,02 = 6,677 \text{ kg/día}$$

$$L = M - M_1$$

$$L = 333,85 - 6,677 \text{ kg/día}$$

$$L = 327,173 \text{ kg/día}$$

4.2.1.7 Balance en 11

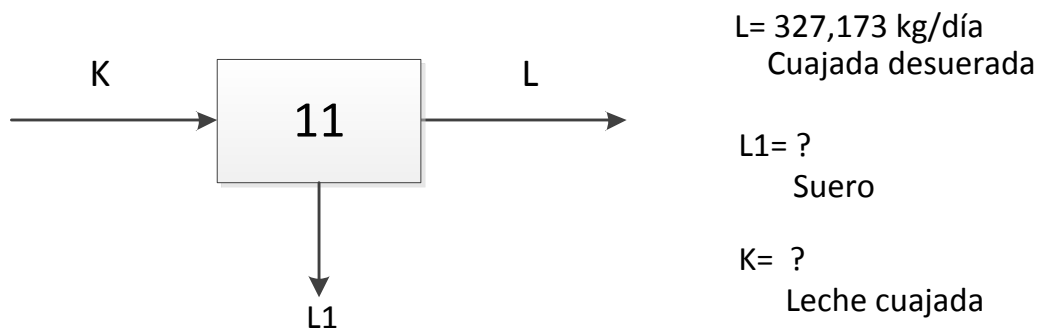


Figura 30. Representación gráfica de la operación 11.

$$K = L + L_1$$

Tabla 36. Composición nutricional de las entradas y salidas.

Composición de K	
Grasa	3,4
Proteína	3,2
H ₂ O	88
Otros	5,4
Total	100

Composición de L	
Grasa	26,5
Proteína	20
H ₂ O	50
Otros	3,5
Total	100

Composición de L1	
Grasa	0,04
Proteína	0,8
H ₂ O	93,5
Otros	5,66
Total	100

Balance general

$$K = L1 + L$$

$$K = L1 + 327,173 \text{ kg/día}$$

$$L = K - L1 = 327,173 \text{ kg/día}$$

Balance específico H₂O

$$0,88 K = 0,935 L1 + 0,5 L$$

$$0,88 (L1 + 327,173) = 0,935 L1 + 0,5 (327,173)$$

$$0,88 L1 + 287,91 = 0,935 L1 + 163,69$$

$$124,32 \text{ kg/día} = 0,055 L1$$

$$L1 = 2260,36 \text{ kg/día}$$

$$K = 2260,36 + 327,173 \text{ kg/día}$$

$$K = 2587,53 \text{ kg/día}$$

4.2.1.8 Balance en 10

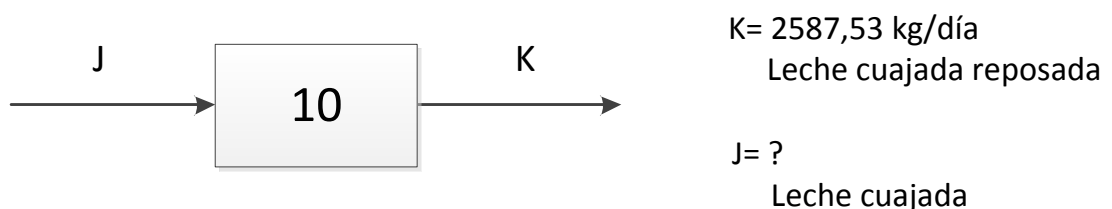


Figura 31. Representación gráfica del balance de masa 10.

$$K = J = 2587,53 \text{ kg/día}$$

4.2.1.9 Balance en 9

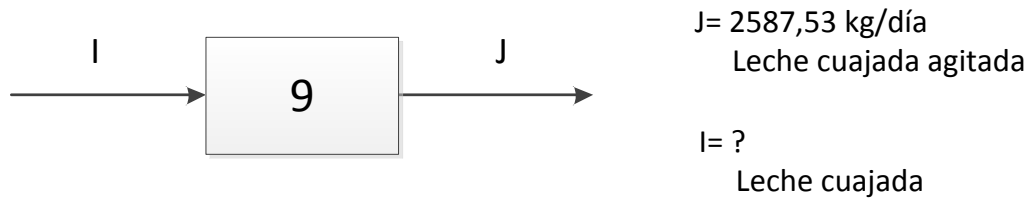


Figura 32. Representación gráfica del balance de masa 9.

$$J = I = 2587,53 \text{ kg/día}$$

4.2.1.10 Balance en 8

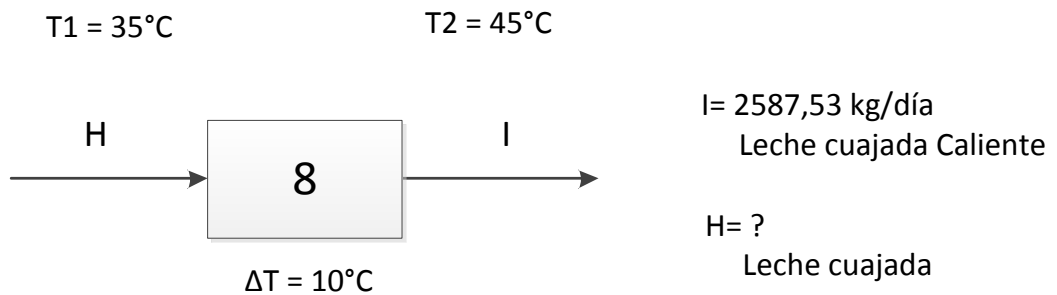


Figura 33. Representación gráfica del balance de masa 8.

$$I = H = 2587,53 \text{ kg/día}$$

4.2.1.11 Balance en 7

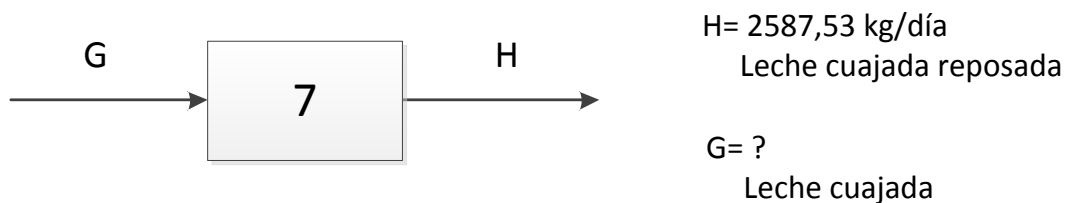


Figura 34. Representación gráfica del balance de masa 7.

$$H = G = 2587,53 \text{ kg/día}$$

4.2.1.12 Balance en 6

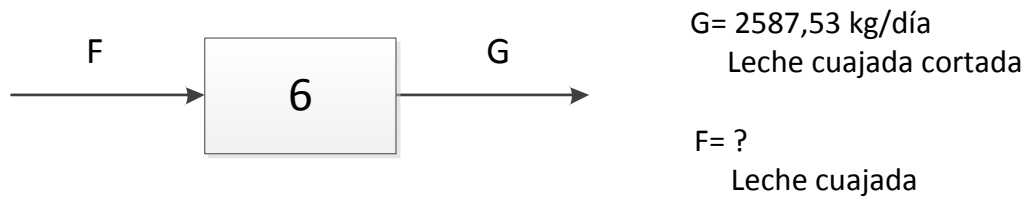


Figura 35. Representación gráfica del balance de masa 6.

$$G = F = 2587,53 \text{ kg/día}$$

4.2.1.13 Balance en 5

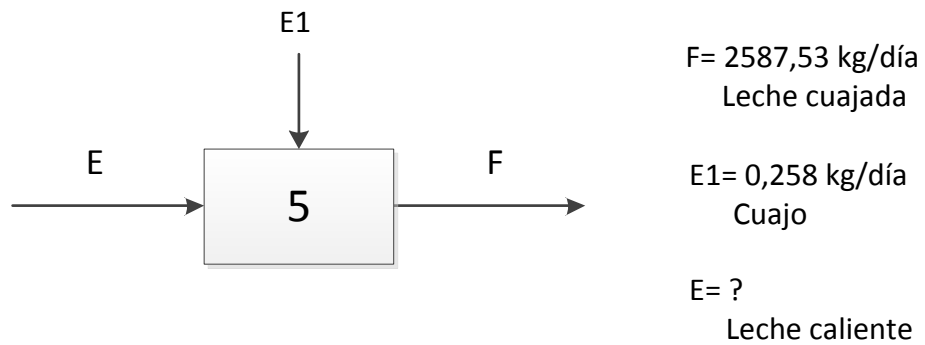


Figura 36. Representación gráfica del balance de masa 5.

$$F = E + E1$$

$$E = F - E1$$

$$E = 2587,53 - 0,258 \text{ kg/día}$$

$$E = 2587,27 \text{ kg/día}$$

4.2.1.14 Balance en 4

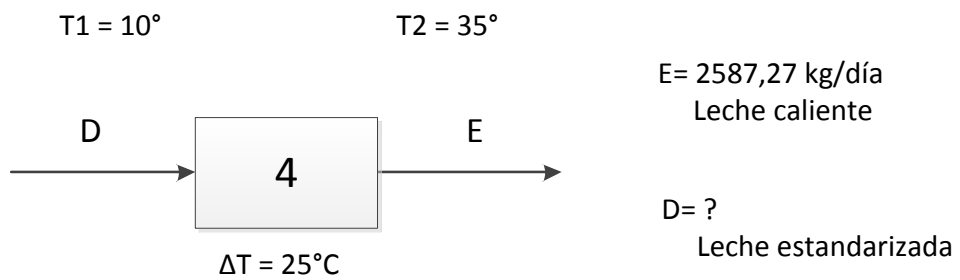


Figura 37. Representación gráfica del balance de masa 4.

$$E = D = 2587,27 \text{ kg/día}$$

4.2.1.15 Balance en 3

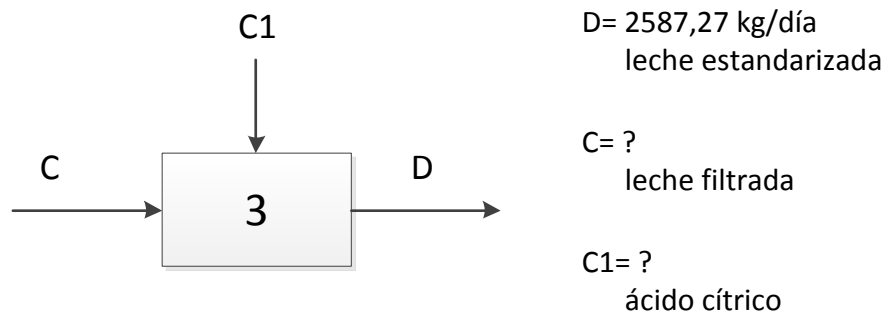


Figura 38. Representación gráfica del balance de masa 3.

$$D = C + C1$$

$$C1 = 3,22 \text{ kg/día}$$

$$C = 2587,27 - 3,22 \text{ kg/día}$$

$$C = 2584,05 \text{ kg/día}$$

4.2.1.16 Balance en 2

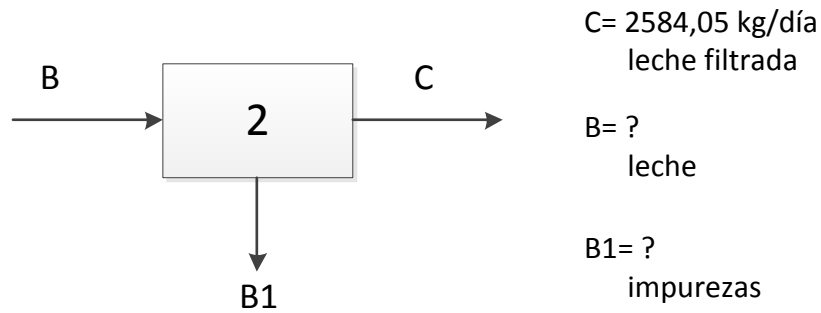


Figura 39. Representación gráfica del balance de masa en 2.

$$C = B + B1$$
$$C = B = 2584,05 \text{ kg/día}$$

4.2.1.17 Balance en 1

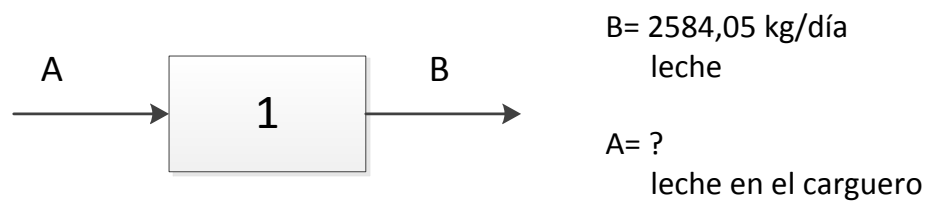
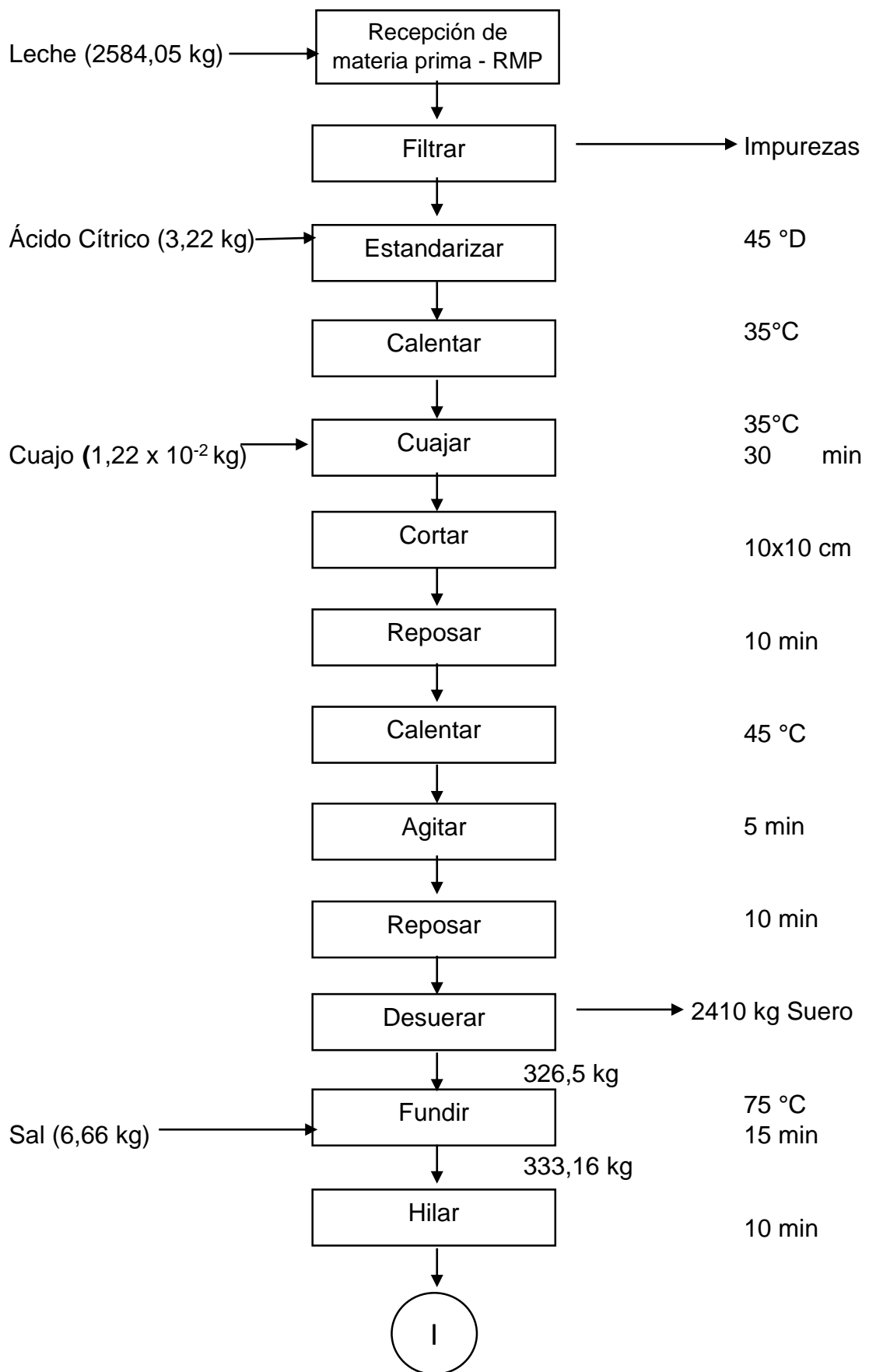


Figura 40. Representación gráfica del balance de masa en 1.

$$A = B = 2584,05 \text{ kg/día}$$

4.2.1.18 Resumen de los balances másicos

Para finalizar los balances másicos se recopilieron los datos obtenidos en un solo diagrama de proceso con sus respectivas entradas y salidas en cada operación, el mismo que se puede observar en la Figura 41.



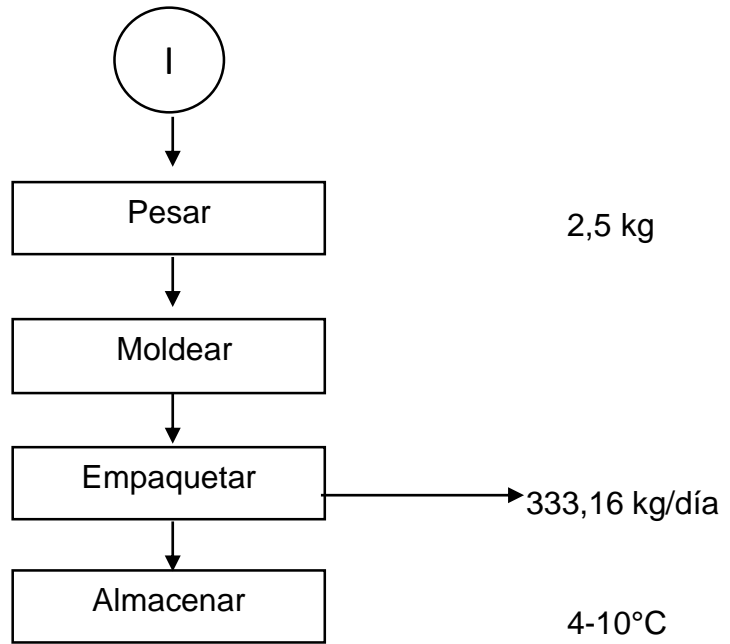


Figura 41. Diagrama de proceso, detallando entradas y salidas.

4.2.2 BALANCE DE ENERGÍA

4.2.2.1 Balance de energía en caldero

4.2.2.1.1 Balance en 4

El balance de energía en la operación 4 se observa en la Figura 42.

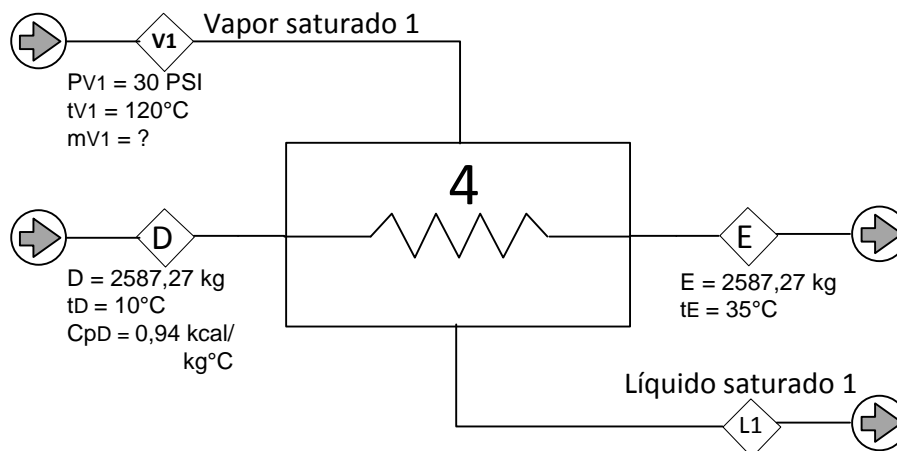


Figura 42. Representación gráfica del balance de energía en 4.

Las fórmulas 5, 6,7 y 8 descritas en la metodología se utilizaron para obtener un balance energético del calor generado por un caldero.

$$Q_g = - Q_p$$

$$Q_p = \dot{m} * C_p * \Delta t$$

$$\Delta t = t_E - t_D$$

$$\Delta t = 35 \text{ }^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C} = 25^\circ\text{C}$$

$$Q_g = 2587,27 \text{ kg/día} * 0,94 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} * 25^\circ\text{C}$$

$$Q_g = 60800,84 \text{ kcal/día}$$

$$Q_p = \dot{m} * \Delta H_\lambda$$

$$\dot{m} = Q_g / \Delta H_\lambda$$

$$\Delta H_\lambda = H_v - H_L$$

$$\Delta H_\lambda = 646 - 120,3 = 525,7 \text{ kcal/kg}$$

$$\dot{m}V1 = 60800,84 \text{ kcal/día} / 525,7 \text{ kcal/kg}$$

$$\dot{m}V1 = 115,7 \text{ kg/día}$$

4.2.2.1.2 Balance en 8

El balance de energía en la operación 8 se observa en la Figura 43.

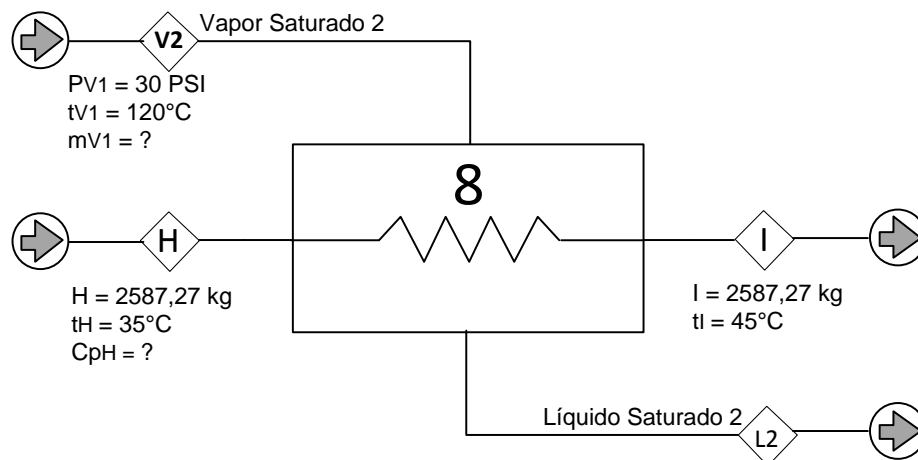


Figura 43. Representación gráfica del balance de energía en 8.

$$H = H1 + H2$$

H = mezcla de cuajada con suero

H1 = cuajada

$$CpH1 = 0,64 \text{ kcal / kg } ^\circ\text{C}$$

H2 = suero

$$CpH2 = 0,96 \text{ kcal / kg } ^\circ\text{C}$$

$$CpH = CpH1 * (\% H1) + CpH2 (\%H2) \text{ kcal / kg } ^\circ\text{C}$$

$$CpH = 0,64 * (0,126) + 0,96 * (0,873) \text{ kcal / kg } ^\circ\text{C}$$

$$CpH = 0,9194 \text{ kcal / kg } ^\circ\text{C}$$

$$Qg = - Qp$$

$$Qg = \dot{m} * Cp * \Delta t$$

$$\Delta t = t_l - t_H$$

$$\Delta t = 45 \text{ } ^\circ\text{C} - 35 \text{ } ^\circ\text{C} = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Qg = 2587,53 \text{ kg} * 0,9194 \text{ kcal / kg } ^\circ\text{C} * 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Qg = 23789,75 \text{ kcal //}$$

$$Qp = \dot{m} * \Delta H\lambda$$

$$\dot{m}V2 = Qp / \Delta H\lambda$$

$$\Delta H\lambda = H_v - H_L$$

$$\Delta H\lambda = 646 - 120,3 = 525,7 \text{ kcal/kg}$$

$$\dot{m}V2 = 23789,75 \text{ kcal} / 525,7 \text{ kcal/kg}$$

$$\dot{m}V2 = 45,25 \text{ kg //}$$

4.2.2.1.3 Balance en 12

El balance de energía en la operación 12 se observa en la Figura 44.

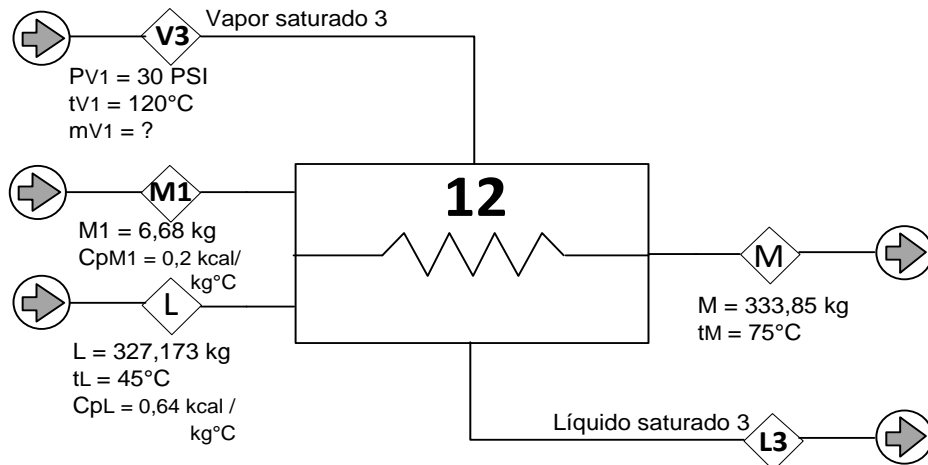


Figura 44. Representación gráfica del balance de energía en 12.

$$CpM1 = 0,2 \text{ kcal / kg } ^\circ\text{C}$$

$$CpL = 0,64 \text{ kcal / kg } ^\circ\text{C}$$

$$CpLM1 = CpL * (\% L) + CpM1 (\%M1)$$

$$CpLM1 = 0,64 * (0,99) + 0,2 * (0,01)$$

$$CpLM1 = 0,636 \text{ kcal / kg } ^\circ\text{C}$$

$$Qg = - Qp$$

$$Qg = \dot{m} * Cp * \Delta t$$

$$\Delta t = tM - tL$$

$$\Delta t = 75 \text{ } ^\circ\text{C} - 45 \text{ } ^\circ\text{C} = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Qg = 333,85 \text{ kg} * 0,636 \text{ kcal / kg } ^\circ\text{C} * 30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Qg = 6369,85 \text{ kcal //}$$

$$Qp = \dot{m} * \Delta H\lambda$$

$$\dot{m}V3 = Qp / \Delta H\lambda$$

$$\Delta H\lambda = H_v - H_L$$

$$\Delta H\lambda = 646 - 120,3 = 525,7 \text{ kcal/kg}$$

$$\dot{m}V3 = 6369,85 \text{ kcal} / 525,7 \text{ kcal/kg}$$

$$\dot{m}V3 = 12,12 \text{ kg //}$$

4.2.2.1.4 Masa total de vapor saturado empleada

$$\dot{M}t = \dot{m}V1 + \dot{m}V2 + \dot{m}V3$$

$$\dot{M}t = 115,7 + 45,25 + 12,12 \text{ kg}$$

$$\dot{M}t = 173 \text{ kg/día}$$

4.2.2.2 Balance de energía para cámara de refrigeración

4.2.2.2.1 Balance en 17

$$Q = \dot{m} * C_{pQ} * \Delta t$$

$$Q = 334 \text{ kg} * 0,7463 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C} * (4 - 10) ^\circ\text{C}$$

$$Q = - 1496 \text{ kcal}$$

4.2.2.3 Balance de energía para bomba centrífuga

4.2.2.3.1 Balance en 1

El balance de energía en la operación 1 se observa en la Figura 45.

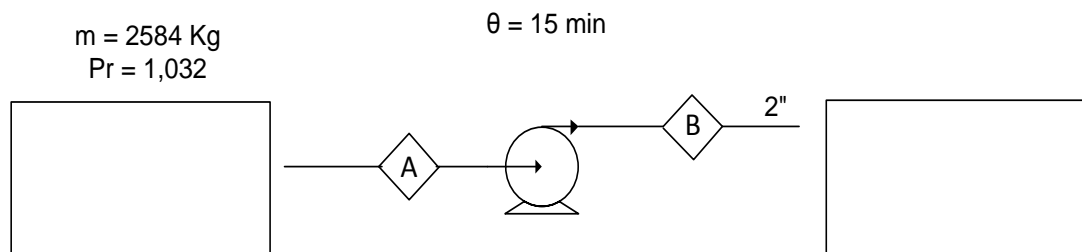


Figura 45. Representación gráfica del balance de energía en 1.

$$Ec = \frac{1}{2} * m * V^2$$

$$\dot{m} = \frac{2584 \text{ Kg}}{15 \text{ min}} \left| \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right| = 2,87 \text{ Kg/s}$$

$$Q = V * A * Pr$$

$$V = \frac{Q}{A * Pr}$$

$$Q = \frac{2504 \text{ L}}{15 \text{ min}} \left| \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right| \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ L}} = 2782 \text{ cm}^3/\text{s}$$

$$A = \pi r^2$$

$$A = 3,1416 * (2,54 \text{ cm})^2 = 20,3 \text{ cm}^2$$

$$V = \frac{2782 \text{ cm}^3/\text{s}}{20,3 \text{ cm} * 1,032} = 132,8 \text{ cm/s} = 1,33 \text{ m/s}$$

$$Ec = \frac{1}{2} * 2,87 \frac{\text{Kg}}{\text{s}} * \left(1,33 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 2,53 \frac{\text{Kg m}^2}{\text{s}^3}$$

$$Ec = 2,53 \text{ W}$$

Tabla 37. Energías empleadas en el proceso

Operación	Clase de energía	Servicio Industrial	Consumo
1 Recepción materia prima	Mecánica	Energía eléctrica	0,621 kw/h
2 Filtrado	Humana	Ninguno	Ninguno
3 Estandarización	Humana	Ninguno	Ninguno
4 Calentar I	Térmica	Vapor	115,7 kg
5 Cuajar	Humana	Ninguno	Ninguno
6 Corte	Humana	Ninguno	Ninguno
7 Reposo I	Ninguno	Ninguno	Ninguno
8 Calentar II	Térmica	Vapor	45,25 kcal
9 Agitar	Humana	Ninguno	Ninguno
10 Reposo II	Ninguno	Ninguno	Ninguno
11 Desuerado	Mecánica	Energía eléctrica	0,746 kw/h
12 Fundido	Térmica	Vapor	12,12 kg
13 Hilado	Humana	Ninguno	Ninguno
14 Pesado	Humana	Ninguno	Ninguno
15 Moldeado	Humana	Ninguno	Ninguno
16 Empaquetado	Humana	Ninguno	Ninguno
17 Almacenado	Térmica		1496 kcal

4.3 DEFINIR LA CAPACIDAD DE LA MAQUINARIA REQUERIDA PARA ALCANZAR EFICIENCIA EN LOS PROCESOS

4.3.1 EQUIPOS EN LA ETAPA 1 “RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA”

Los equipos necesarios en la etapa 1 se encuentran resumidos en la Tabla 38.

Tabla 38. Equipos necesarios en la etapa 1.

Flujo másico	2584,05 kg de leche cruda
Energía	Eléctrica
Mecanismo	Transferencia de fluidos: el equipo por medio de un motor transforma energía eléctrica en energía cinética generando un efecto centrífugo ejercido sobre el líquido. La diferencia de presiones que se obtiene permite el transporte de líquidos de un punto A a un punto B.
Equipo	<ul style="list-style-type: none">• Bomba centrífuga de ½ HP• Manguera de caucho 15m• Tanquero isotérmico

4.3.2 EQUIPOS EN LA ETAPA 2 “FILTRADO”

Los equipos necesarios en la etapa 2 se encuentran resumidos en la tabla 39.

Tabla 39. Equipos necesarios en la etapa 2.

Flujo másico	2584,05 kg de leche cruda
Energía	Manual
Mecanismo	Filtración: las partículas con un mayor tamaño que el de los poros del filtro o cedazo quedan atrapadas en los intersticios del material utilizado, evitando que dichas partículas indeseables entren al proceso.
Equipo	<ul style="list-style-type: none">• Cedazo de tela con micro poros

4.3.3 EQUIPOS EN LA ETAPA 3 “ESTANDARIZACIÓN”

Los equipos necesarios en la etapa 3 se encuentran resumidos en la Tabla 40.

Tabla 40. Equipos necesarios en la etapa 3.

Flujo másico	2584,05 kg de leche filtrada 3,22 kg de ácido cítrico
Energía	Manual
Mecanismo	Agitación: movimiento manual empleado para una correcta homogenización de la mezcla. Acidificación directa: la reducción del pH por medio de la adición de ácido cítrico proporciona una textura suave y elástica, ya que libera caseínas del calcio obtenido como resultado una red proteica mejor hidratada.
Equipo	<ul style="list-style-type: none">• Agitador manual

4.3.4 EQUIPOS EN LA ETAPA 4 “CALENTAMIENTO”

Los equipos necesarios en la etapa 4 se encuentran resumidos en la Tabla 41.

Tabla 41. Equipos necesarios en la etapa 4.

Flujo másico	2587,22 kg de Leche estandarizada
Energía	Térmica
Mecanismo	Conducción y convección.
Equipo	<ul style="list-style-type: none">• Caldero Piro tubular de 15 BHP

4.3.5 EQUIPOS EN LA ETAPA 5 “CUAJADO”

Los equipos necesarios en la etapa 5 se encuentran resumidos en la Tabla 42.

Tabla 42. Equipos necesarios en la etapa 5.

Flujo másico	2587,22 kg de leche caliente 0,135 kg de cuajo
Energía	
Mecanismo	Separación: Consiste en la adición de enzimas coagulantes a la leche para conseguir transformar el fosfato de calcio insoluble consiguiendo separar la parte sólida de la parte líquida de la leche.
Equipo	<ul style="list-style-type: none">• Balanza electrónica• Termómetro para leche

4.3.6 EQUIPOS EN LA ETAPA 6 “CORTE”

Los equipos necesarios en la etapa 6 se encuentran resumidos en la Tabla 43.

Tabla 43. Equipos necesarios en la etapa 6.

Flujo másico	2587,35 kg de leche cuajada
Energía	Manual
Mecanismo	Separación: Consiste en dividir el coágulo en porciones definidas dependiendo del tipo de queso a realizar, con el objetivo de la separación del suero de la cuajada.
Equipo	<ul style="list-style-type: none">• Lira

4.3.7 EQUIPOS EN LA ETAPA 7 “REPOSO”

Los equipos necesarios en la etapa 7 se encuentran resumidos en la Tabla 44.

Tabla 44. Equipos necesarios en la etapa 7.

Flujo másico	2587,35 kg de leche cuajada y cortada
Energía	N/A
Mecanismo	Separación, Decantación: las partículas sólidas de la leche denominadas cuajada, decantan por un breve tiempo, fijándose en la parte inferior de la marmita antes de proceder con su elaboración.
Equipo	N/A

4.3.8 EQUIPOS EN LA ETAPA 8 “CALENTAMIENTO”

Los equipos necesarios en la etapa 8 se encuentran resumidos en la Tabla 45.

Tabla 45. Equipos necesarios en la etapa 8.

Flujo másico	2587,35 kg de leche cruda, cortada y reposada
Energía	Térmica
Mecanismo	Transferencia de calor: mediante un proceso de combustión, se calienta agua a altas temperaturas teniendo como resultado vapor saturado resultante de las altas presiones que se manejan en el sistema. Con la ayuda de aire comburente y a través de una superficie de intercambio se realiza la transferencia de calor.
Equipo	N/A

4.3.9 EQUIPOS EN LA ETAPA 9 “AGITACIÓN”

Los equipos necesarios en la etapa 9 se encuentran resumidos en la Tabla 46.

Tabla 46. Equipos necesarios en la etapa 9.

Flujo másico	2587,35 kg de leche cuajada, cortada y caliente
Energía	Manual
Mecanismo	Separación: Movimientos muy cuidadosos, tratando de no maltratar el grano con el objetivo de evitar la aglutinación del mismo al fondo de la marmita.
Equipo	<ul style="list-style-type: none">• Pala para marmita

4.3.10 EQUIPOS EN LA ETAPA 10 “REPOSO”

Los equipos necesarios en la etapa 10 se encuentran resumidos en la tabla 47.

Tabla 47. Equipos necesarios en la etapa 10.

Flujo másico	2587,35 kg de leche cuajada, cortada y agitada
Energía	N/A
Mecanismo	Separación: Intermisión momentánea del proceso con el fin de lograr un grano más firme y compacto.
Equipo	N/A

4.3.11 EQUIPOS EN LA ETAPA 11 “DESUERADO”

Los equipos necesarios en la etapa 11 se encuentran resumidos en la Tabla 48.

Tabla 48. Equipos necesarios en la etapa 11.

Flujo másico	2587,35 kg de leche cuajada, cortada y reposada
Energía	Eléctrica
Mecanismo	Separación: El equipo por medio de un motor transforma energía eléctrica en energía cinética generando un efecto centrífugo ejercido sobre el líquido. La diferencia entre presiones que se obtiene permite el transporte del suero desde la marmita hacia contenedores.
Equipo	<ul style="list-style-type: none">• Bomba centrífuga de ½ HP

4.3.12 EQUIPOS EN LA ETAPA 12 “FUNDICIÓN”

Los equipos necesarios en la etapa 12 se encuentran resumidos en la Tabla 49.

Tabla 49. Equipos necesarios en la etapa 12.

Flujo másico	326,5 kg de cuajada 6,66 kg de sal
Energía	Térmica
Mecanismo	Conducción y convección: mediante un proceso de combustión, se calienta agua a altas temperaturas teniendo como resultado vapor saturado resultante de las altas presiones que se manejan en el sistema. Con la ayuda de aire comburente y a través de una superficie de intercambio se realiza la transferencia de calor.
Equipo	<ul style="list-style-type: none">• Marmita para hilado

4.3.14 EQUIPOS EN LA ETAPA 14 “PESADO”

Los equipos necesarios en la etapa 14 se encuentran resumidos en la Tabla 50.

Tabla 50. Equipos necesarios en la etapa 14.

Flujo másico	333,16 kg de cuajada hilada
Energía	Manual
Mecanismo	Pesado: la cuajada hilada se pesa según el requerimiento del cliente mediante una balanza mecánica.
Equipo	<ul style="list-style-type: none">• Mesa• Balanza colgante

4.3.15 EQUIPOS EN LA ETAPA 15 “MOLDEADO”

Los equipos necesarios en la etapa 15 se encuentran resumidos en la Tabla 51.

Tabla 51. Equipos necesarios en la etapa 15.

Flujo másico	333,16 kg de cuajada pesada
Energía	Manual
Mecanismo	Moldeado: Se desliza la pasta pesada en los moldes de acero inoxidable, asegurándose que la forma del producto sea la adecuada.
Equipo	<ul style="list-style-type: none">• Mesa• Moldes

4.3.16 EQUIPOS EN LA ETAPA 16 “EMPAQUETADO”

Los equipos necesarios en la etapa 16 se encuentran resumidos en la Tabla 52.

Tabla 52. Equipos necesarios en la etapa 16.

Flujo másico	333,16 kg de cuajada pesada 0,15 kg de fundas de polietileno
Energía	Manual
Mecanismo	Empaquetado: el producto ya moldeado se desliza suavemente por las fundas de polietileno considerando que la etiqueta quede colocada correctamente.
Equipo	<ul style="list-style-type: none">• Mesa• Selladora de calor

4.3.17 EQUIPOS EN LA ETAPA 17 “ALMACENAMIENTO”

Los equipos necesarios en la etapa 17 se encuentran resumidos en la Tabla 53.

Tabla 53. Equipos necesarios en la etapa 17.

Flujo másico	333,31 kg de queso empackado
Energía	Eléctrica
Mecanismo	Transferencia de calor: la cámara aislada proporciona aire con temperaturas bajas, circula sobre superficies y principalmente entra desde el exterior del producto al interior por conducción.
Equipo	<ul style="list-style-type: none"> • Cuarto frío 2 HP • Jabas especiales para lácteos

4.3.18 RESUMEN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Todos los equipos y herramientas necesarias para el procesamiento fueron recopilados en la Tabla 54.

Tabla 54. Resumen de equipos necesarios en el proceso.

Equipo	Función	Cantidad	Capacidad	Características
Bomba centrífuga	Bombear leche durante la recepción de materia prima y para succionar el suero durante el desuerado.	1	2 HP	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo: sanitaria • Construida en acero inoxidable
Manguera de caucho	Conducir la leche desde el tanquero hasta la planta.	15 m	2”	<ul style="list-style-type: none"> • Caucho sintético NBR • Grado alimenticio • Color blanco

Continuación de la **Tabla 54.**

Equipo	Función	Cantidad	Capacidad	Características
Camión	Recolección de leche y transporte de la misma a la planta.	1	0 – 3,5 Ton	<ul style="list-style-type: none"> • Subtipo: Ligero • Cilindraje: 2700 • Tracción: 4x2
Tanquero	Almacenamiento de leche durante la recolección	1	2500 l	<ul style="list-style-type: none"> • Construido en acero inoxidable. • Isotérmico
Pala para marmita	Agitar sustancias, mezclar insumos en la leche.	3	-	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricadas en acero inoxidable
Balanza	Pesar insumos como ácido cítrico, sal, cuajo.	1	15 kg	<ul style="list-style-type: none"> • Electrónica • Bandeja de acero inox. • Sensibilidad de 5 g.
Caldero	Generar energía a manera de vapor saturado para utilizarlo durante el proceso.	1	15 BHP 235 kg/H	<ul style="list-style-type: none"> • Disposición horizontal • Tipo: piro tubular. • Marca: Clayton modelo E - 15
Marmita	Contener la leche, cuajada o suero durante las etapas de producción.	3	1000 L	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricadas en acero inoxidable • Doble fondo
Termómetro para leche	Medir la temperatura de la leche durante el proceso	2	110°C	<ul style="list-style-type: none"> • Recubrimiento de plástico • Sin mercurio • Resistente a la ebullición • Con anillos de suspensión.
Lira	Cortar la cuajada en longitudes medidas y determinadas por el proceso.	1	1,5 cm	<ul style="list-style-type: none"> • Bastidor de acero inox. • Acabados sanitarios • Hilos de nylon templados.
Marmita para hilado	Contener la cuajada mientras la misma se funde y se hila.	1	250 l	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricada en acero inox • Doble fondo

Continuación de la **Tabla 54.**

Equipo	Función	Cantidad	Capacidad	Características
Balanza colgante	Pesar la cuajada hilada lista para ser moldeada.	1	40 kg	<ul style="list-style-type: none"> • Mecánica • Con bandeja de acero inoxidable • Sensibilidad de 10 g
Mesas	Sostener la cuajada fundida y los moldes con el producto terminado	4	1,7 x 0,8 m	<ul style="list-style-type: none"> • Construidas en acero inoxidable • Acabados sanitarios
Moldes	Dar forma a la cuajada fundida hasta que obtenga la consistencia adecuada.	150	29 x 12 cm	<ul style="list-style-type: none"> • Construidos en acero inoxidable • Acabados sanitarios
Selladora	Sellar las fundas con el producto terminado posteriormente a el empaque	1	60 cm	<ul style="list-style-type: none"> • Línea de sellado 3 mm • Voltaje 110 V • Potencia 450W
Cuarto frio	Reducir la temperatura del producto terminado a los estándares permitidos por la ley	4 x 4 m	2 HP	<ul style="list-style-type: none"> • Paredes recubiertas de poliuretano. • Acabados sanitarios en acero inoxidable
Jabas	Facilitar el transporte del producto terminado	40	24 unidades	<ul style="list-style-type: none"> • 59,5 x 40 x 30 cm • Construidas en plástico aséptico

4.4 DISEÑO DEL LAYOUT DE LA PLANTA PARA LA PRODUCCIÓN DE QUESO DOBLE CREMA.

4.4.1 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

4.4.1.1 Localización

Fue previamente adquirida por la empresa tomando en cuenta sobre todo la disponibilidad y la calidad de la materia prima que es la leche, analizando las mejores regiones lecheras del país.

El terreno adquirido por la empresa se encuentra ubicado al norte del Ecuador, en la localidad de Huaca de la provincia del Carchi que se encuentra a una altitud de 2923 metros sobre el nivel del mar, la posición geográfica se puede observar en el Anexo III.

Específicamente está situado en el barrio Picuales Bajo en la calle los Maizales. El terreno consta aproximadamente de 1900 m², tiene una forma rectangular y se puede observar su línea de fábrica en el Anexo IV, tomando en cuenta el área sombreada con dimensiones de 58,3 m de longitud y 33 m de ancho.

4.4.1.2 Relación de actividades

Para determinar las relaciones existentes entre cada área se asignó una simbología que determinó la importancia de que una área este cerca de otra, dependiendo la interacción que existe entre ellas en el proceso. En la Figura 46 se detalla una tabla de relación de actividades.



Figura 46. Tabla de relaciones

Con los datos obtenidos de la tabla de relaciones se puede concluir que las actividades tales como: recepción de materia prima y área de producción que tienen una asignación de A (Absolutamente necesario) estarán necesariamente juntas. A diferencia de las áreas que tienen una asignación de X (No deseado) estarán estrictamente separadas.

4.4.1.3 Diagrama de relaciones

En la figura 48 se puede observar el diagrama de relaciones creado a partir de los datos obtenidos en la Figura 47 Comprobando así que las áreas estén distribuidas según la conveniencia del proceso.

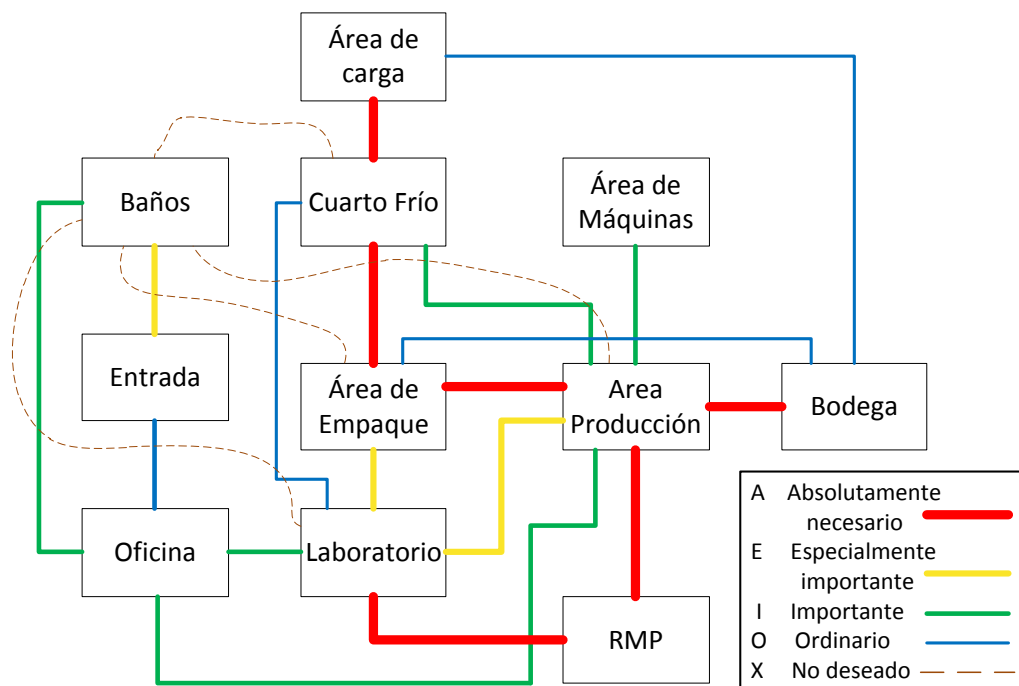


Figura 47. Diagrama de relaciones

En el diagrama de relaciones detallado en la figura 46, la relación de actividades se simbolizó mediante líneas de colores para poder observar gráficamente que las áreas estén distribuidas de manera que faciliten un correcto flujo de información y materiales.

4.4.1.4 Requerimientos de espacio

Los cálculos realizados para obtener el espacio del área de producción se muestran en la tabla 55.

Tabla 55. Cálculo de espacio para área de producción

Estación	Longitud x ancho	= m ²	N. Estaciones	Total m ²
Marmita 1000 l	2,5 x 2,5	6,25	2	12,5
Marmita 800 l	2,35 x 2,35	5,52	1	5,52
Marmita hilado 250 l	1,76 x 1,76	3	1	3
Mesa de pesado	1,7 x 1,7	2,9	1	2,9
	Total	17,7		
	X 150% =	26,55		
	+ 50% de pasillos	39,82		

Se muestra un resumen de los requerimientos de espacios por área en la Tabla 56.

Tabla 56. Requerimientos de espacios por área

# Área	Área	Dimensiones	Unidades
1	RMP	12 + (17)	m ²
2	Entrada principal	3	m ²
3	Área de producción	40	m ²
4	Cuarto Frío	15	m ²
5	Área de carga	21	m ²
6	Oficinas	12	m ²
7	Bodega	9	m ²
8	Área de maquinas	15	m ²
9	Área de empaque	15	m ²
10	Baños y duchas	10	m ²
11	Laboratorio	6	m ²
	Área total requerida	165	m²

4.4.1.5 Presentación del diseño final

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Mediante un estudio de mercado se determinaron las necesidades del mercado y las características que los clientes prefieren en el producto teniendo como resultado un queso mozzarella doble crema con peso de 2,5 kg y rectangular.
- Partiendo de una investigación bibliográfica y de reglamentaciones nacionales e internacionales acordes a la fabricación de queso mozzarella doble crema y productos similares, se logró definir la línea de procesamiento y las diferentes etapas que la conforman, siendo 17 las definitivas.
- Previo al balance de masa y energía, se codificó la línea de procesamiento utilizando números y letras para representar las etapas, entradas y salidas del proceso teniendo como resultado un diagrama de caja negra.
- Utilizando cálculos descritos en la metodología y teniendo en cuenta el diagrama de caja negra se obtuvieron las entradas y salidas de masa y energía teóricas del proceso etapa por etapa, concluyendo con un resumen de las mismas.
- El mercado actual demanda una producción diaria de 333,16 kg por lo cual el requerimiento de leche es de 2584 kg/día y para procesarla se necesita un total de 173 kg de vapor saturado al día.
- Teniendo como referencia la línea de procesamiento obtenida y las consultadas, se determinaron los equipos, herramientas y sus capacidades, necesarios para la producción de queso mozzarella doble crema.

- Para obtener una correcta distribución de planta se definieron: áreas disponibles, relaciones de actividades, diagrama de relaciones y requerimientos de espacios de acuerdo a los espacios reales.
- Con la ayuda del programa modelador Auto CAD 2016 y todos los resultados obtenidos se pudo dibujar un layout a escala para este proceso y la planta.

5.2 RECOMENDACIONES

- Tener varias fuentes de consulta bibliográfica y además contar con referencias de experiencia práctica en el ámbito estudiado para poder definir correctamente la línea de procesamiento.
- Partir de una referencia de cálculo dada por los requerimientos del cliente o la materia prima disponible para realizar los balances de masa y energía.
- Contar con parámetros como temperaturas, presiones, concentraciones, etc. Ya que son de gran utilidad dentro del balance de masa y energía.
- Cotizar con varios proveedores, de varias marcas de cada equipo a adquirir con sus respectivas características técnicas, costos de adquisición, costos de instalación, costos de mantenimiento, etc. Para poder seleccionar la mejor opción a largo plazo.
- Diseñar un layout partiendo del espacio necesario para llevar a cabo todas las operaciones y que el mismo este sujeto a el espacio disponible en un terreno previamente escogido para la construcción.
- Evaluar la calidad del producto a lo largo del proceso es fundamental para asegurar la seguridad alimentaria del mismo a los clientes.
- Contar con proveedores calificados asegura el abastecimiento continuo de materiales e insumos.

- Evaluar permanentemente la satisfacción del cliente en torno al producto que recibe permite el mejoramiento de la planta.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- AGSO. (2014). Asociación de ganaderos de la sierra y el oriente. Recuperado de: <http://agsosite.com/>
- Agrocadenas, (2005). Agroindustria y Competitividad. Editorial IIAC
- Aguhob, S. (1998). Procesamiento de lácteos, tecnologías aplicadas al ciclo alimenticio, Editorial Lima ITDG.
- Alais, C. (2003). Ciencia de la Leche, Principios de técnica lechera. Editorial Reverté S.A.
- Álvarez, J. (2005). Bombas teoría, diseño y aplicaciones. Editorial Limusa
- Andes, (2014). Ecuador registra bajo consumo de lácteos en comparación con los países de Latinoamérica. Recuperado de: <http://www.andes.info.ec/es/noticias/ecuador-registra-bajo-consumo-lacteos-comparacion-paises-latinoamerica.html>
- Aranceta, J. (2005). Leche, Lácteos y Salud. Editorial Médica Panamericana
- Aristizabal, D. (2004). Secretos de los quesos caseros. Editorial Albatros
- Beckett, F. (2006). Queso, de la fondue a el pastel de queso. Editorial Ceac
Tiempo libre
- Bedolla, S. & Dueñas, C. (2011). Introducción a la tecnología de alimentos. Editorial Limusa Noriega
- Benítez, J. & Gutiérrez, A. (2014). Elaboración de leches de consumo y productos lácteos. Editorial ic
- Caballero, D. (2009). Manual de Buenas Practicas de Manufactura en exportaciones ganaderas. Editorial IIAC
- Castro, A. (2002). Ganadería de leche enfoque empresarial. Editorial Universidad Estatal a Distancia EUNED

- Centro de la Industria Láctea del Ecuador. (2012). Recuperado de:
<http://www.cilecuador.org/joomla/>
- CODEX Alimentarius, 2013. Norma del codex para la mozzarella (CODEX STAN 262-2006)
- De la Fuente, D. (2005). Distribución en planta, Servicio de publicaciones de la universidad de Oviedo
- Escorsa, P. (2003). Tecnología e Innovación en la empresa. Editorial Politecn
- Esquerra, P. (1988). Dispositivos y sistemas para el ahorro de energía. Editorial Marcombo
- Fálder, A. (2007). Enciclopedia de los alimentos. Editorial Mercasa.
- Fernandez, M. (1997). Eficacia organizacional: concepto, desarrollo y evaluación. Editorial Díaz de Santos
- García, M. (2004). Biotecnología Alimentaria. Editorial Limusa
- García, M. (2014). Recepción y almacenamiento de la leche y otras materias primas. Editorial IC.
- Gaspar, J. (2008). El plan de continuidad de negocio. Editorial Días de Santos
- Gil, A. (2010). Tratado de nutrición, Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Editorial Médica Panamericana
- Grajales, M. (2009). Estandarización del proceso de elaboración del queso doble crema tipo mozzarella. Universidad tecnológica de Pereira. Escuela de tecnología química. Recuperado de:
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/1831/1/641370218H565.pdf>
- Heizer, J. (2004). Principios de administración de operación, quinta edición. Editorial Pearson.
- Hernández, A. (2006). Microbiología Industrial. Editorial Universidad Estatal a Distancia
- Hernández, E. (2000). La competitividad industrial en México. Editorial Plaza y Valdes

- Himmelblau, D. (1997). Principios básicos y cálculos en ingeniería química, sexta edición, Editorial Prentice Hall Hispanoamericana S.A.
- Hougen, O. & Watson, K. (1982). Principios de los Procesos Químicos. Editorial Reverté
- INEC, (2013). Directorio de empresas 2013. Recuperado de: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/directoriodeempresas/>
- INEN, (2011). NTE INEN 0082: Queso Mozzarella. Requisitos. Disponible online: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0082.2011.pdf>
- INEN, (1984). NTE INEN 0003: Leche, Productos lácteos, Terminología. Disponible online: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0003.1984.pdf>
- INEN, (2012). NTE INEN 0010: Leche Pasteurizada Requisitos. Disponible online: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0010.2012.pdf>
- INEN, (2012). NTE INEN 1528: Norma general para quesos frescos no madurados. Requisitos. Disponible online: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1528.2012.pdf>
- Krajewsky, L. (2000). Administración de operaciones: estrategia y análisis. Editorial Pearson
- Martinez, A. (2010). Pre elaboración y conservación de alimentos. Ediciones Akal S.A.
- Meyers, F. (2006). Diseño de Instalaciones de Manufactura y Manejo de Materiales. Editorial Pearson
- MKTrens. (2011). Store - Audit Quesos - Enero. Quito: MKTrens
- Oke, A. (2005). A framework for analyzing manufacturing flexibility. International Journal of Operations & Production Management
- Orozco, M. (1998). Operaciones unitarias, Editorial Limusa S.A.
- Orozco, M. (2015). Un tercio de la población láctea se dedica a la producción del queso. Editorial Jossey Bass

- Pardo, M. & Almanza, F. (2005). Guía de procesos para la elaboración de productos lácteos. Editorial Siglo del hombre S.A.
- Patiño, A. (2005). Introducción a la Ingeniería Química, Balances de masa y energía. Editorial Universidad Iberoamericana
- Reglamento de buenas prácticas para alimentos procesados, 2002. Decreto Ejecutivo 3253, Registro Oficial 696. Disponible en: <http://www.epmrq.gob.ec/images/lotaip/leyes/rbpm.pdf>
- Rodríguez, D. (2010). Serie Agro Negocios, Buenas Prácticas de Manufactura. Editorial IICA
- Rodríguez, V. (2008). Bases de la alimentación humana. Editorial Netbiblo
- Romero, A. (2004). Guía de equipos básico para el procesamiento agroindustrial rural. Editorial CAB Ciencia y tecnología
- Soto, J. (1996). Fundamentos sobre ahorro de energía. Editorial Universidad Autónoma de Yucatán
- Suñé, A. (2004). Manual práctico de diseño de sistemas productivos. Editorial Diaz de Santos.
- Surak, J. & Willson, S. (2014). The Certified HACCP Auditor Handbook. Editorial ASQ
- Teubner, C. (1992). El gran libro del queso: la cocina práctica del queso y una completa enciclopedia. Editorial Everest
- Trujillo, S. (2014). Optimización de parámetros técnicos en el proceso de elaboración de queso doble crema. Universidad Técnica del Norte. Facultad de ingeniería en ciencias agropecuarias y ambientales. Recuperado de: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4084/1/03%20EIA%20361%20TESIS.pdf>
- Valiente, A. (2012). Problemas de balance de materia y energía en la industria alimentaria 2ª Ed. Editorial Limusa.
- Vallhonrat, J. (1988). Introduction to Industrial Engineering, third edition. Editorial Reverté S.A.

Vallhonrat, J. (1991). Localización, distribución en planta y manutención, Editorial Marcombo S.A.

Vásquez, C. (2005). Alimentación y Nutrición, Manual teórico práctico, Editorial Diaz de Santos

Vaughn, R. (1990). Introducción a la Ingeniería Industrial. Editorial Reverté S.A.

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO I

TABLAS DE VAPOR

Agua saturada. Tabla de temperaturas

Temp., T °C	Pres. sat., P _{sat} kPa	Volumen específico, m ³ /kg		Energía interna, kJ/kg				Entalpía, kJ/kg				Entropía, kJ/kg · K	
		Líqu. sat., v _f	Vapor sat., v _g	Líqu. sat., u _f	Evap., u _{fg}	Vapor sat., u _g	Líqu. sat., h _f	Evap., h _{fg}	Vapor sat., h _g	Líqu. sat., s _f	Evap., s _{fg}	Vapor sat., s _g	
0.01	0.6117	0.001000	206.00	0.000	2374.9	2374.9	0.001	2500.9	2500.9	0.0000	9.1556	9.1556	
5	0.8725	0.001000	147.03	21.019	2360.8	2381.8	21.020	2489.1	2510.1	0.0763	8.9487	9.0249	
10	1.2281	0.001000	106.32	42.020	2346.6	2388.7	42.022	2477.2	2519.2	0.1511	8.7488	8.8999	
15	1.7057	0.001001	77.885	62.980	2332.5	2395.5	62.982	2465.4	2528.3	0.2245	8.5559	8.7803	
20	2.3392	0.001002	57.762	83.913	2318.4	2402.3	83.915	2453.5	2537.4	0.2965	8.3696	8.6661	
25	3.1698	0.001003	43.340	104.83	2304.3	2409.1	104.83	2441.7	2546.5	0.3672	8.1895	8.5567	
30	4.2469	0.001004	32.879	125.73	2290.2	2415.9	125.74	2429.8	2555.6	0.4368	8.0152	8.4520	
35	5.6291	0.001006	25.205	146.63	2276.0	2422.7	146.64	2417.9	2564.6	0.5051	7.8466	8.3517	
40	7.3851	0.001008	19.515	167.53	2261.9	2429.4	167.53	2406.0	2573.5	0.5724	7.6832	8.2556	
45	9.5953	0.001010	15.251	188.43	2247.7	2436.1	188.44	2394.0	2582.4	0.6386	7.5247	8.1633	
50	12.352	0.001012	12.026	209.33	2233.4	2442.7	209.34	2382.0	2591.3	0.7038	7.3710	8.0748	
55	15.763	0.001015	9.5639	230.24	2219.1	2449.3	230.26	2369.8	2600.1	0.7680	7.2218	7.9898	
60	19.947	0.001017	7.6670	251.16	2204.7	2455.9	251.18	2357.7	2608.8	0.8313	7.0769	7.9082	
65	25.043	0.001020	6.1935	272.09	2190.3	2462.4	272.12	2345.4	2617.5	0.8937	6.9360	7.8296	
70	31.202	0.001023	5.0396	293.04	2175.8	2468.9	293.07	2333.0	2626.1	0.9551	6.7989	7.7540	
75	38.597	0.001026	4.1291	313.99	2161.3	2475.3	314.03	2320.6	2634.6	1.0158	6.6655	7.6812	
80	47.416	0.001029	3.4053	334.97	2146.6	2481.6	335.02	2308.0	2643.0	1.0756	6.5355	7.6111	
85	57.868	0.001032	2.8261	355.96	2131.9	2487.8	356.02	2295.3	2651.4	1.1346	6.4089	7.5435	
90	70.183	0.001036	2.3593	376.97	2117.0	2494.0	377.04	2282.5	2659.6	1.1929	6.2853	7.4782	
95	84.609	0.001040	1.9808	398.00	2102.0	2500.1	398.09	2269.6	2667.6	1.2504	6.1647	7.4151	

ANEXO II

ENCUESTA

- Marcar con una X su respuesta

1.- ¿Utiliza queso doble crema o mozzarella en la elaboración de sus productos? Si su respuesta es (no) gracias por su colaboración.

SI () NO ()

- Encierre su respuesta

2.- ¿Qué presentación considera usted que sería la más adecuada para el producto?

a) cuadrado b) redondo c) rectangular

3.- ¿Qué sub presentación de queso doble crema le gustaría comprar?

a) rallado b) tajado c) cubitos

4.- ¿En qué tamaño prefiere adquirir el producto?

a) Menos de 2 kg b) Entre 2 y 3 kg c) más de 3 kg

5.- ¿Cuál de las siguientes opciones considera usted las más importantes en un producto?

a) precio b) calidad c) marca d) accesibilidad

6.- ¿Qué tipo de empaque considera el adecuado?

a) sellado al vacío b) funda plástica c) cera

7.- ¿Con que frecuencia a la semana compra queso doble crema o mozzarella?

a) Una vez b) de 2 a 3 veces c) de 3 a 4 veces d) más de 4 veces

8.- ¿Cómo le gustaría adquirir el producto?

a) supermercados b) tiendas c) a domicilio d) puntos exclusivos de venta

9.- ¿Qué consistencia considera la más adecuada para el producto?

a) Blando b) semiblando c) semiduro d) duro

10.- ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por kilogramo de queso doble crema?

- a) de 5 a 6 b) de 6 a 7 c) más de 7

11.- ¿Qué contenido graso considera que debería tener el producto?

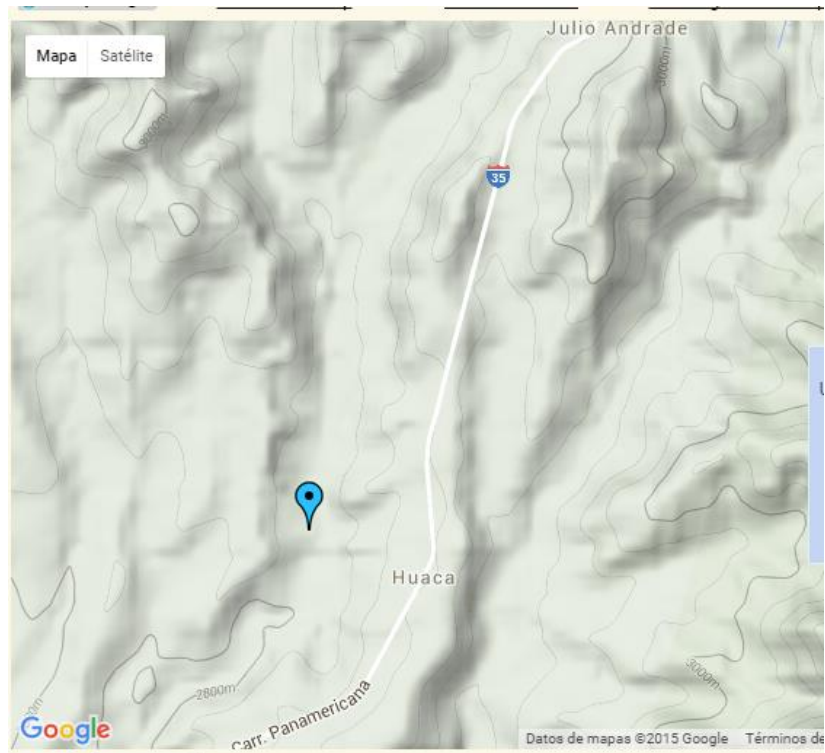
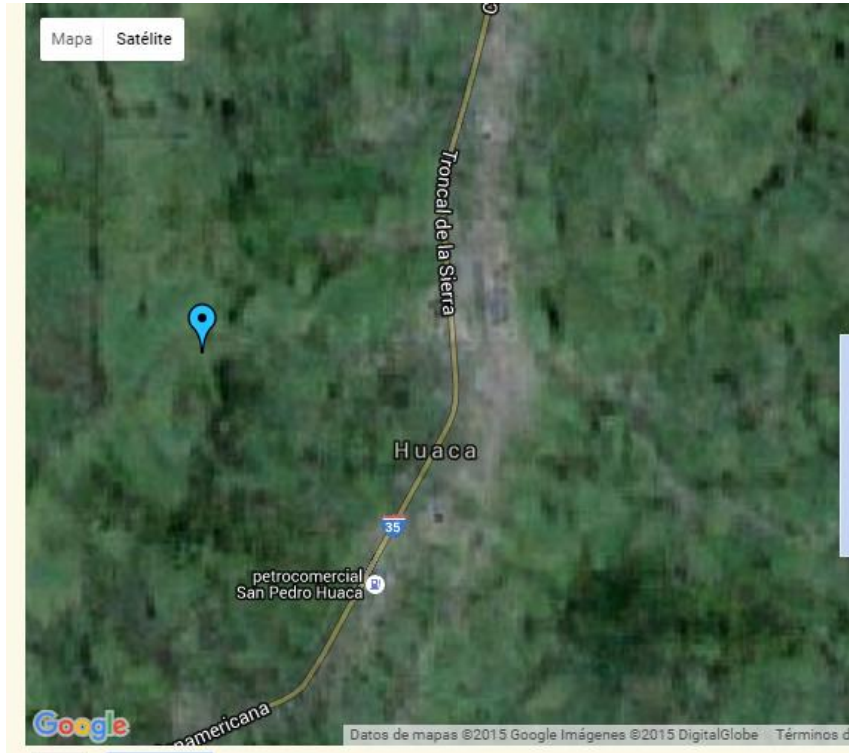
- a) Graso b) semi graso c) bajo en grasa

12.- ¿Qué contenido de sal considera el apropiado para el producto?

- a) alto en sal b) medio en sal c) bajo en sal

ANEXO III

POSICIÓN GEOGRAFICA DEL TERRENO



ANEXO IV

**LÍNEA DE FABRICA DEL TERRENO EN EL CUAL SE
LLEVARÁ A CABO LA CONSTRUCCIÓN**

