



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**MEJORA Y AUTOMATIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE
LÁCTEOS, EN UNA EMPRESA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE
SANTA CRUZ VERAPAZ, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**

Ana Gabriela Pineda Paz

Asesorado por la Inga. Yocasta Ivanobla Ortiz del Cid

Guatemala, agosto del 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORA Y AUTOMATIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE
LÁCTEOS, EN UNA EMPRESA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE
SANTA CRUZ VERAPAZ, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ANA GABRIELA PINEDA PAZ

ASESORADO POR LA INGA. YOCASTA IVANOBLA ORTIZ DEL CID

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

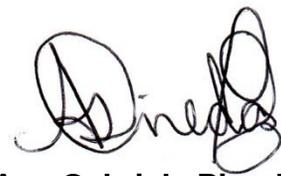
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**MEJORA Y AUTOMATIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE
LÁCTEOS, EN UNA EMPRESA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE
SANTA CRUZ VERAPAZ, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 27 de noviembre del 2012.



Ana Gabriela Pineda Paz

Guatemala 17 de julio del 2013

Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Director de Escuela
Escuela de Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería

Distinguido Ingeniero:

Por medio de la presente me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que he tenido a la vista el trabajo de graduación, con el título: "Mejora y automatización de la línea de producción de lácteos, en una empresa ubicada en el municipio de Santa Cruz Verapaz, departamento de Alta Verapaz", desarrollado por la estudiante Ana Gabriela Pineda Paz, el cual cumple con mis expectativas y encuentro satisfactorio.

En tal virtud lo doy por aprobado, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, suscribo.

Atentamente


Inga. Yocasta Ivanobla Cruz del Cid
Asesora
Colegiado No.9988

Escuela de Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Código 9988



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MEJORA Y AUTOMATIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LÁCTEOS, EN UNA EMPRESA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SANTA CRUZ VERAPAZ, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**, presentado por la estudiante universitaria **Ana Gabriela Pineda Paz**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Edwin Giovanni Tobar Guzmán
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, julio de 2013.

/mgp



REF.DIR.EMI.212.013

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de **MEJORA Y AUTOMATIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LÁCTEOS, EN UNA EMPRESA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SANTA CRUZ VERAPAZ, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**, presentado por la estudiante universitaria **Ana Gabriela Pineda Paz**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, agosto de 2013.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 560.2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **MEJORA Y AUTOMATIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LÁCTEOS, EN UNA EMPRESA UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SANTA CRUZ VERAPAZ, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ,** presentado por la estudiante universitaria **Ana Gabriela Pineda Paz,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 13 de agosto de 2013.

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por permitirme concluir esta etapa tan importante en mi vida y guiar mi camino.
San Judas Tadeo	Por ser mi intercesor en momentos importantes de mi vida.
Mi madre	Bertha Odilia Paz López, por su apoyo incondicional, sus consejos y por ser un gran ejemplo de superación y perseverancia para mí.
Mi padre	Jaime Antonio Pineda Requena, por su apoyo.
Mi hermano	Jaime Salvador Pineda Paz, quién me motiva a darle un buen ejemplo.
Mis tíos	Dora Paz, Carlos Paz, Rosendo Paz y en especial a Milvia Paz quienes con su ejemplo y apoyo me inspiraron a alcanzar mis metas.
Mis abuelos	Brigida López por su ejemplo de fortaleza y sus valiosos consejos, Hilda Requena y Antonio Pineda por su apoyo.

AGRADECIMIENTOS A:

Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala	Por brindarme los conocimientos y herramientas necesarias para desenvolverme como profesional.
Administración de la empresa	Por permitirme desarrollar mi trabajo de graduación en dicho establecimiento.
Mi asesora	Inga. Yocasta Ortiz, por compartir sus conocimientos y guiar el desarrollo del presente trabajo de graduación.
Familia y amigos	Por brindarme su apoyo, compañía y cariño.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. La empresa.....	1
1.1.1. Historia	1
1.1.2. Ubicación	2
1.1.3. Visión.....	3
1.1.4. Misión	3
1.1.5. Descripción	4
1.1.6. Productos que se elaboran	5
1.1.7. Estructura organizacional	5
1.1.7.1. Descripción de la estructura	5
1.2. Proceso de elaboración de lácteos.....	7
1.2.1. Descremado	8
1.2.2. Pasteurización	8
1.2.3. Coagulación.....	9
1.2.4. Corte de cuajada	9
1.2.5. Desuerado	9
1.2.6. Molido	9
1.2.7. Moldeado	10

1.2.8.	Empaque	10
1.3.	Planeación de procesos	10
1.3.1.	Diagrama de flujo	11
1.3.2.	Diagrama de recorrido.....	11
1.4.	Distribución de planta.....	12
1.4.1.	Distribución según el proceso	13
1.4.2.	Distribución según el producto	13
1.4.3.	Distribución de punto fijo	14
2.	SITUACIÓN ACTUAL	15
2.1.	Descripción de los procesos actuales	16
2.1.1.	Producción de queso fresco	16
2.1.1.1.	Estudio de tiempos.....	16
2.1.1.2.	Diagrama de recorrido.....	18
2.1.1.3.	Diagrama de flujo	20
2.1.2.	Elaboración de queso pita	21
2.1.2.1.	Estudio de tiempos.....	21
2.1.2.2.	Diagrama de recorrido.....	21
2.1.2.3.	Diagrama de flujo	21
2.1.3.	Fabricación de queso seco.....	25
2.1.3.1.	Estudio de tiempos.....	25
2.1.3.2.	Diagrama de recorrido.....	25
2.1.3.3.	Diagrama de flujo	25
2.1.4.	Área de producción de queso mozzarella	29
2.1.4.1.	Estudio de tiempos.....	29
2.1.4.2.	Diagrama de recorrido.....	30
2.1.4.3.	Diagrama de flujo	30
2.1.5.	Sección de elaboración de yogurt	33
2.1.5.1.	Estudio de tiempos.....	33

	2.1.5.2.	Diagrama de recorrido	33
	2.1.5.3.	Diagrama de flujo	36
	2.1.6.	Línea de producción de crema	37
	2.1.6.1.	Estudio de tiempos	37
	2.1.6.2.	Diagrama de recorrido	38
	2.1.6.3.	Diagrama de flujo	38
	2.1.7.	Producción de helado	41
	2.1.7.1.	Estudio de tiempos	41
	2.1.7.2.	Diagrama de recorrido	42
	2.1.7.3.	Diagrama de flujo	44
2.2.		Situación actual de la planta	45
	2.2.1.	Distribución de planta	46
	2.2.2.	Recepción de materia prima	47
	2.2.3.	Área de Producción	47
	2.2.4.	Departamento de Envasado	47
	2.2.5.	Laboratorio.....	48
	2.2.6.	Almacenamiento de producto terminado	48
	2.2.7.	Almacenamiento de insumos y empaques	48
	2.2.8.	Servicio sanitario y duchas	49
	2.2.9.	Área de limpieza	49
2.3.		Buenas Prácticas de Manufactura	49
2.4.		Distribución de producto	51
3.		PROPUESTA DE MEJORA Y AUTOMATIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN.....	53
	3.1.	Producción de lácteos	53
	3.1.1.	Maquinaria y equipo	54
	3.2.	Propuesta de expansión de planta	66
	3.2.1.	Mejora en la distribución de planta	68

3.2.2.	Métodos de recepción de materia prima	71
3.2.3.	Bodega de insumos.....	71
3.2.4.	Almacenamiento de producto terminado.....	72
3.2.5.	Proceso de empaque	73
3.2.6.	Laboratorio	74
3.2.7.	Área administrativa.....	75
3.3.	Procesos a mejorar	75
3.3.1.	Mejora en la producción de queso fresco.....	76
3.3.2.	Innovación en la elaboración de queso pita	79
3.3.3.	Procedimientos a mejorar en la fabricación de queso seco.....	81
3.3.3.1.	Recepción de materia prima	81
3.3.3.2.	Manejo de materia prima.....	81
3.3.3.3.	Empaque.....	82
3.3.3.4.	Almacenamiento de producto terminado	82
3.3.4.	Tecnologías aplicadas al área de producción de queso mozzarella	84
3.3.5.	Técnicas para mejorar la sección del yogurt	86
3.3.6.	Mejoras a realizar en la línea de producción de crema	88
3.3.7.	Métodos actualizados en la producción de helado.....	90
3.4.	Capacitación del personal	92
3.5.	Tiempo de entrega	92
3.6.	Servicio al cliente	98
3.7.	Evaluación económica de la propuesta.....	99

4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	107
4.1.	Organización del proceso.....	107
4.2.	Descripción de las nuevas actividades.....	108
4.3.	Distribución de línea de producción.....	108
4.4.	Señalización industrial.....	110
4.4.1.	Rutas de evacuación.....	111
4.4.2.	Señales de advertencia.....	115
4.4.3.	Rótulos de obligación.....	117
4.4.4.	Extinguidores.....	119
4.5.	Organización de la maquinaria.....	122
4.5.1.	Montaje y desmontaje.....	122
4.5.2.	Distribución de maquinaria existente.....	123
4.5.3.	Colocación de maquinaria nueva.....	125
4.6.	Área de operaciones.....	127
4.6.1.	Uso correcto de las herramientas de trabajo.....	127
4.6.2.	Localización de puestos de trabajo.....	129
4.6.3.	Clasificación.....	131
4.6.4.	Organización.....	131
4.6.5.	Limpieza.....	132
4.6.6.	Higiene.....	132
4.6.7.	Disciplina y compromiso.....	133
5.	SEGUIMIENTO.....	135
5.1.	Área automatizada.....	135
5.1.1.	Acciones preventivas.....	135
5.1.2.	Acciones correctivas.....	136
5.2.	Control de resultados.....	137
5.2.1.	Encuestas.....	137
5.2.2.	Estadísticas.....	137

5.3.	Evaluación de los procesos mejorados	138
5.3.1.	Auditorías internas	139
5.3.2.	Auditorías externas	140
CONCLUSIONES.....		141
RECOMENDACIONES		143
BIBLIOGRAFÍA.....		145
APÉNDICES.....		149
ANEXOS.....		153

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de ubicación	2
2.	Organigrama jerárquico	6
3.	Diagrama de recorrido de elaboración de queso fresco	19
4.	Diagrama de flujo de elaboración de queso fresco	20
5.	Diagrama de recorrido de elaboración de queso pita	23
6.	Diagrama de flujo de elaboración de queso pita	24
7.	Diagrama de recorrido de elaboración de queso seco.....	27
8.	Diagrama de flujo de elaboración de queso seco	28
9.	Diagrama de recorrido de elaboración de queso mozzarella	31
10.	Diagrama de flujo de elaboración de queso mozzarella.....	32
11.	Diagrama de recorrido de elaboración de yogurt	35
12.	Diagrama de flujo de elaboración de yogurt.....	36
13.	Diagrama de recorrido de elaboración de crema	39
14.	Diagrama de flujo de elaboración de crema.....	40
15.	Diagrama de recorrido de elaboración de helado	43
16.	Diagrama de flujo de elaboración helado.....	44
17.	Distribución de planta.....	46
18.	Tina para elaborar queso	54
19.	Homogenizador.....	55
20.	Pasteurizador por placas	56
21.	Mesa de acero inoxidable	56
22.	Dosificador de crema	57
23.	Empacadora al vacío	58

24.	Sellador para bolsas	59
25.	Tanque de recepción de leche	60
26.	Descremadora industrial.....	61
27.	Cuba de cuajo automatizada	62
28.	Hiladora amasadora de queso.....	63
29.	Envasadora automática	64
30.	Envasadora para yogurt	65
31.	Distribución planta baja	69
32.	Distribución planta alta	70
33.	Diagrama de recorrido mejorado, elaboración de queso fresco	78
34.	Diagrama de recorrido mejorado, elaboración de queso pita	80
35.	Diagrama de recorrido mejorado, elaboración de queso seco.	83
36.	Diagrama de recorrido mejorado, elaboración de queso mozzarella.....	85
37.	Diagrama de recorrido mejorado, elaboración de yogurt.....	87
38.	Diagrama de recorrido mejorado, elaboración de crema.....	89
39.	Diagrama de recorrido mejorado, elaboración de helado	91
40.	Distribución de línea de producción.....	109
41.	Componentes de la señalización industrial.....	111
42.	Ejemplo de señal para ruta de evacuación.....	112
43.	Plano de ruta de evacuación	113
44.	Señal de advertencia	115
45.	Plano de señales de advertencia.....	116
46.	Rótulos de obligación	117
47.	Plano de rótulos de obligación.....	118
48.	Extintores.....	119
49.	Plano de extintores	120
50.	Plano de reubicación de maquinaria existente	124
51.	Colocación de maquinaria nueva	126

52.	Localización de puestos de trabajo	130
-----	--	-----

TABLAS

I.	Cantidad de unidades de lácteos producidas con 4 100 litros de leche.....	15
II.	Estudio de tiempos para la producción de queso fresco.....	17
III.	Estudio de tiempos para la producción de queso pita.....	22
IV.	Estudio de tiempos para la producción de queso seco.....	26
V.	Estudio de tiempos para la producción de queso mozzarella.....	30
VI.	Estudio de tiempos para la producción de yogurt.....	34
VII.	Estudio de tiempos para la producción de crema.....	38
VIII.	Estudio de tiempos para la producción de helado	42
IX.	Condición actual de la planta.....	45
X.	Condiciones del nuevo edificio	67
XI.	Equipo para laboratorio de calidad	74
XII.	Tiempos de entrega de línea artesanal versus línea automatizada de queso fresco, queso pita y queso seco.....	93
XIII.	Tiempos de entrega de línea artesanal versus línea automatizada de queso mozzarella, yogurt, helado y crema	94
XIV.	Beneficios obtenidos por la empresa con la automatización de procesos.....	97
XV.	Volumen procesado con el método actual versus volumen procesado y unidades a producir con línea automatizada	98
XVI.	Costos de maquinaria necesaria para automatizar procesos de producción y equipo de laboratorio para control de calidad	100
XVII.	Flujo de caja del proyecto	101

XVIII.	Valor Presente Neto, Valor Presente Neto Beneficios, Valor Presente Neto Costos, Tasa Interna de Retorno, relación beneficio costo del proyecto y del inversionista.....	105
XIX.	Accidentes causados por el uso incorrecto de herramientas de trabajo y medidas de prevención de los mismos.....	128
XX.	Código de colores para tuberías.....	128
XXI.	Herramientas estadísticas útiles para el control de procesos.....	138

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Descripción
	Almacenaje
°C	Centígrado
cm	Centímetro
\$	Dólar
	Inspección
kg	Kilogramo
kw	Kilowatt
L	Litro
m	Metro
min	Minuto
ml	Mililitro



Operación

Q

Quetzal

seg.

Segundo

RPM

Revolución por minuto

V.

Voltio

W.

Watt

GLOSARIO

Automatización	Sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.
Banco de hielo	Almacenamiento de capacidad frigorífica en forma de hielo. Es un tanque donde se sobre enfría agua para realizar el intercambio de calor y bajar la temperatura de la leche a 4° C y mantenerla fría.
Calderín	Maquinaria utilizada para distribuir refrigerante en enfriadores de aire, refrigeradores en seco, evaporadores y condensadores.
Coagulación	Transformación físico-química de la leche, pasando de líquida a tener un aspecto gelatinoso y semisólido.
Coliform	Bacilos de pequeña longitud, anaerobios facultativos, que se encuentran presentes en el intestino, estiércol, suelo y aguas fecales.
Cuajo	Extracto del estómago de ternera, cuyo principio activo es una enzima llamada renina.
Cuarto frío	Nevera que cuenta con mayor capacidad de volumen y donde se almacena producto.

Estandarizar	Recombinación de leche descremada y crema después de la separación, a un contenido graso especificado.
Fosfatasa	Es una enzima normalmente presente en la leche cruda, utilizada para determinar si la leche ha sido pasteurizada de la forma correcta.
Homogenizador	Máquina que se encarga de igualar la cantidad de sustancia que existe en una fórmula de manera proporcional.
Pasteurización	Tratamiento térmico de la leche, que permite eliminar los microorganismos patógenos para su posterior comercialización.
Producción intermitente	La producción intermitente se caracteriza por el sistema productivo en lotes de fabricación. Trabaja con un lote determinado de productos que se limita a un nivel de producción, seguido por otro lote de un producto diferente.
Salmuera	Agua con una alta concentración de sal disuelta.
<i>Top freezing</i>	Superficie de los productos cubierta de hielo.

RESUMEN

Los procesos de elaboración de lácteos involucran cambios físicos y químicos en la materia prima. Dichos procesos se pueden realizar artesanalmente o por automatización.

Los aspectos generales que se involucran en el presente trabajo de graduación engloban términos administrativos relacionados con la empresa (como misión, visión, organigramas, etc), definiciones de los procesos involucrados en la elaboración de lácteos (descremado, pasteurización, coagulación, corte de cuajada, desuerado, molido, etc), herramientas utilizadas en la planeación de procesos (diagramas de flujo y recorrido) y métodos de distribución de planta.

Con la ayuda de herramientas como: estudio de tiempos, diagrama de recorrido y diagrama de flujo; se determinará la situación actual de cada uno de los procesos involucrados en la elaboración de queso fresco, queso pita, queso seco, queso mozzarella, yogurt, crema y helado. Además de describir las circunstancias de cada una de las áreas que conforman la planta.

La descripción técnica del equipo necesario para mejorar y automatizar la línea de producción se realiza en el capítulo 3, en este se incluye el diseño de la ampliación de la planta y la mejora en la distribución de la misma, además se enumeran las funciones que cumplirán las nuevas máquinas en cada uno de los procesos involucrados en la elaboración de lácteos. Otros aspectos a desarrollar son: el tipo de capacitación que se le brindará a los colaboradores

de la empresa, la creación de un método de retroalimentación cliente empresa, mediante el servicio al cliente y la evaluación económica de la propuesta.

Las estrategias que utilizará la empresa tanto en maquinaria y equipo como en personal operativo, para implementar la propuesta de mejora y automatización en la elaboración de lácteos se describirán en el capítulo 4; dichas estrategias incluirán temas relacionados con seguridad e higiene industrial, buenas prácticas de manufactura y la técnica de las 5's entre otras.

La inspección de maquinaria y equipo se realizará mediante acciones preventivas y correctivas, la aplicación de herramientas estadísticas en la producción ayudará a la empresa a llevar registros de la misma; las encuestas serán un medio para determinar cuáles son las expectativas del cliente sobre el producto, las inspecciones realizadas por personal interno y externo a la empresa aportarán llamadas de atención en procesos que no se cumplan a cabalidad, todo esto como plan de seguimiento de los procesos mejorados.

Automatizar los procesos de producción ayudará a aumentar la capacidad de la planta en un 244 por ciento que equivale a 10 000 litros de leche (la capacidad actual es de 4 100 litros), otro aporte importante será el ahorro de tiempo en la elaboración de producto, ya que actualmente se utilizan 10 615,9 minutos y se reducirán a 9 976,09 minutos lo que significa que se utilizará 6 por ciento menos de tiempo.

OBJETIVOS

General

Mejorar y automatizar una línea de producción de lácteos en una empresa ubicada en el municipio Santa Cruz Verapaz, departamento de Alta Verapaz.

Específicos

1. Realizar estudios necesarios sobre el proceso actual de la elaboración de lácteos para proponer mejoras en los mismos.
2. Cuantificar el volumen de producción de lácteos.
3. Reducir el tiempo de elaboración de lácteos.
4. Identificar los problemas potenciales que se puedan presentar durante la automatización de los procesos.
5. Analizar el proceso de recepción y almacenamiento de materia prima actual.
6. Diseñar la distribución de planta que mejore los procesos de producción y almacenamiento de lácteos.
7. Planificar la implementación para las mejoras propuestas.

8. Evaluar económicamente la implementación de las mejoras propuestas.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la empresa donde se realizó el estudio se dedica a la elaboración de lácteos de forma artesanal, es líder en el mercado de Alta Verapaz. Suministra productos a supermercados, tiendas, hoteles y restaurantes. La expansión en el mercado obliga a la empresa a buscar un método más eficiente para cubrir la demanda que no se puede atender actualmente.

Producir artesanalmente proporciona grandes desventajas a la empresa, además de no generar el suficiente producto para abastecer el mercado, puede producir enfermedades contagiosas debido a que se ve involucrada la mano del hombre, posiblemente contaminada, si no se utilizan las medidas de higiene necesarias en el manejo de materia prima, situación que puede causar un descenso en las ventas.

La propuesta de mejora y automatización de la línea de producción de lácteos, representa un aporte significativo puesto que se pretende innovar el método de producir lácteos, así como la ampliación y reorganización del área destinada para la producción y almacenamiento de producto terminado, materia prima e insumos.

El crecimiento de la empresa exige la creación de espacios para el área administrativa (como la recepción y la oficina del administrador), así como un área de comedores y la ampliación del servicio sanitario y duchas; para comodidad de los colaboradores de la empresa.

Reorganizar y ampliar el área de producción implica tomar en cuenta aspectos que corresponden al tema de seguridad e higiene industrial como lo son: las rutas de evacuación, señales de advertencia y rótulos de obligación, además de instruir al personal en la interpretación de las mismas, así como brindarles el conocimiento sobre la distribución de extinguidores y el uso de los mismos.

Para la automatización de los procesos es de suma importancia conocer el área de trabajo con la cual se cuenta, además de los tres elementos básicos de la producción: recursos humanos (notar la capacidad de realizar cierta actividad con mayor eficiencia por parte de los colaboradores de la empresa), materiales (la calidad de la materia prima e insumos) y equipo (la forma de utilizar cada una de las máquinas que se instalarán), para el ordenamiento adecuado y de esta manera operar de forma fluida, evitando incidentes, pérdida de tiempo, optimizando recursos y costos.

Por medio de la evaluación económica se determinará si el proyecto es factible o no, con la ayuda de herramientas como el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR).

Para la implementación de nuevas técnicas en la elaboración de lácteos es necesario que en la empresa exista un alto grado de disciplina, comunicación y compromiso tanto del área administrativa como del área operativa con el fin de mejorar las condiciones de trabajo y llegar al objetivo principal, mejorar la calidad producción.

1. GENERALIDADES

1.1. La empresa

El estudio fue realizado en una planta de lácteos altaverapacense, cuyo objetivo es mejorar la calidad de producción a través de la automatización de procesos.

Por motivos de seguridad el nombre de la empresa se omitirá en el desarrollo del presente trabajo y se utilizará el término “Empresa de Lácteos” para hacer referencia a la misma.

1.1.1. Historia

La industria se encuentra ubicada en Santa Cruz, Alta Verapaz, inició con la producción de leche que suministraba a otra empresa. La idea de que esta empresa iniciara como productora de lácteos surge del rechazo de un pedido de leche. El administrador, como medida de contingencia para no perder las ganancias obtenidas con la venta de leche propone realizar quesos y comercializarlos.

La planta de lácteos empezó a operar con cinco trabajadores, todos de la familia, y en la actualidad emplea a 25 personas en planta y distribución.

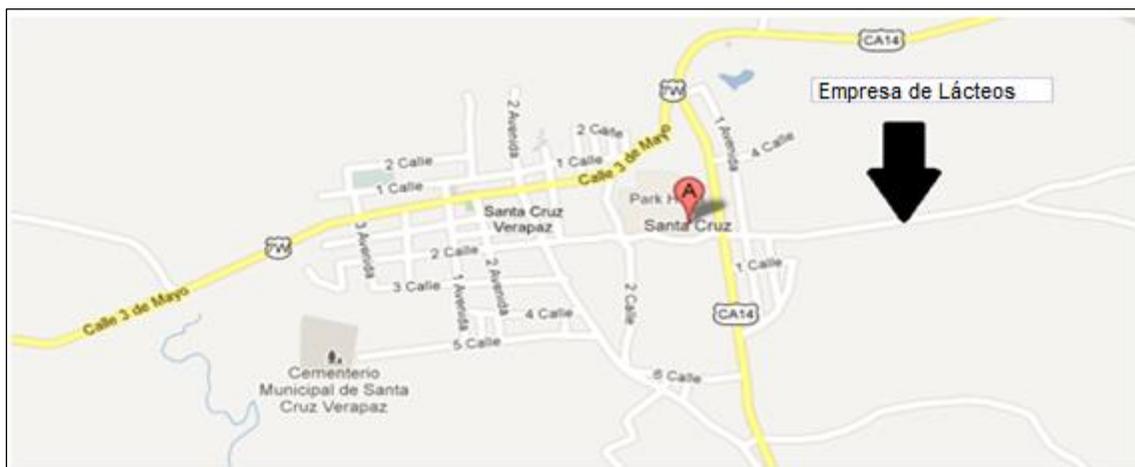
A raíz de poner en marcha esa estrategia, la industria, que es familiar y con más de 20 años de existencia, se ha posicionado junto a grandes multinacionales que se dedican a la elaboración y comercialización de queso, crema y yogurt.

En la actualidad, la marca está presente en Alta Verapaz, y en Antigua Guatemala, donde operan bajo una red de distribución propia exclusiva para hoteles.

1.1.2. Ubicación

La Empresa de Lácteos se encuentra ubicada a 830 metros del municipio de Santa Cruz Verapaz en la carretera que se dirige a la aldea Chijou.¹

Figura 1. Mapa de ubicación



Fuente: www.googlemaps.com. Consulta: 12 de octubre del 2012.

¹ La ubicación de la Empresa de Lácteos según el registro municipal de Santa Cruz Alta Verapaz y el Instituto Nacional de Estadística.

1.1.3. Visión

Mediante la visión se expresa la imagen futura de la organización, indica hacia dónde se dirige la empresa a largo plazo.

El motivo de establecer la visión en una empresa, es utilizarla como guía para enfocar los esfuerzos de todos los miembros de la empresa hacia una misma dirección, lograr que se establezcan objetivos, diseñen estrategias, tomen decisiones y se ejecuten tareas, logrando de esta manera coherencia y orden. También es considerada como fuente de motivación para los empleados, ya que representa una meta a alcanzar.

Desde que fue fundada la Empresa de Lácteos representa sus metas a futuro mediante la visión descrita a continuación:

“Ser la empresa líder productora y distribuidora de productos lácteos guatemaltecos, con cobertura nacional y posicionada en el mercado nostálgico centroamericano en Estados Unidos”.

1.1.4. Misión

La misión es el motivo o razón de existencia de una empresa u organización porque define lo que pretende cumplir en su entorno o sistema social en el que actúa, como lo que pretende hacer, y para quién lo va a hacer; y es influenciada por algunos elementos como: la historia de la organización, las preferencias de la gerencia y/o de los propietarios, los factores externos o del entorno, los recursos disponibles y capacidades.

También describe lo que una compañía trata de hacer en la actualidad por sus clientes además de cómo competir y generar valor al cliente. La Empresa de Lácteos desde su fundación tiene definida su misión de la siguiente manera:

“Somos una empresa guatemalteca dedicada a la elaboración y comercialización de lácteos de alta calidad, inocuos, con un reparto a domicilio eficaz, asegurando la satisfacción de las necesidades y expectativas de nuestros clientes”.

1.1.5. Descripción

Actualmente la empresa cuenta con una línea de producción de tipo artesanal, la cual posee equipo de trabajo sumamente sencillo. Existen distintos medios para reparto de producto, desde una línea a domicilio mediante motocicletas, camionetas tipo panel para entrega a supermercados, tiendas y hoteles, hasta camiones pequeños para la distribución en aldeas o municipios lejanos a Santa Cruz Alta Verapaz.

La planta de producción de lácteos se encuentra instalada en una casa particular adaptada a los requerimientos de la empresa, por lo tanto el tipo de edificio es de primera categoría, de un solo nivel, dicha edificación posee una estructura principal formada por marcos rígidos de concreto armado y relleno de hormigón, los muros exteriores e interiores son de bloque de piedra pómez y cemento. En el capítulo dos, se detallará mediante un estudio de ingeniería de plantas la situación actual de la empresa, dicho estudio hace referencia a la distribución actual de la planta, así como el equipo con el que se cuenta para realizar los procesos.

1.1.6. Productos que se elaboran

La Empresa de Lácteos cuenta con una amplia gama de productos como lo son: queso fresco, queso pita, queso seco, queso mozzarella, yogurt, crema y helado.

1.1.7. Estructura organizacional

Estructura es la coordinación de un conjunto de elementos dispuestos en un cierto orden y con determinadas relaciones entre ellos.

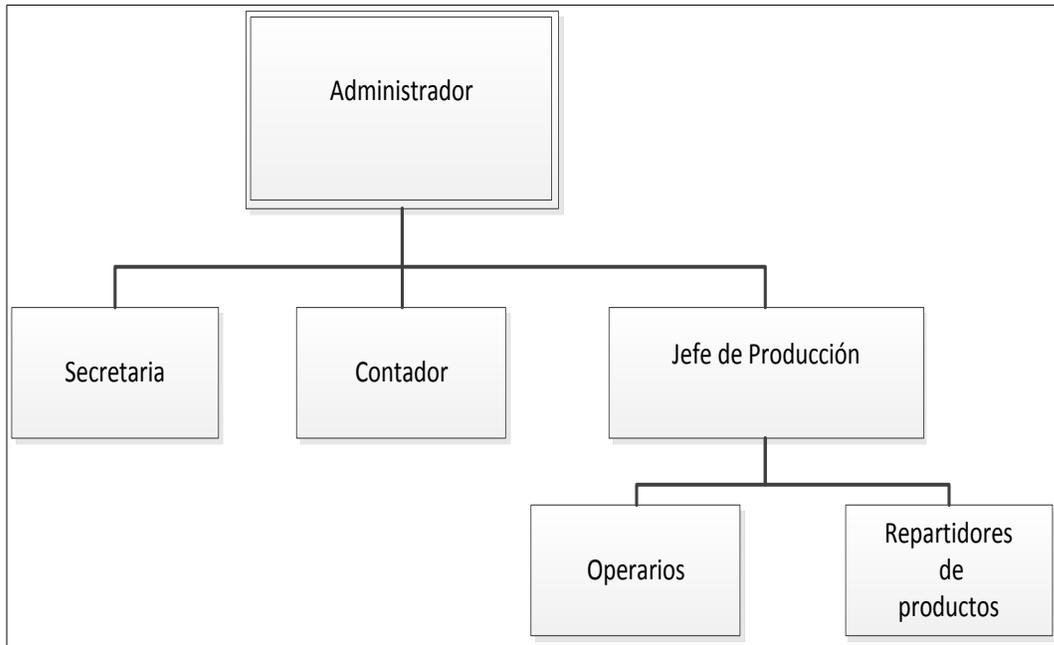
Estructura organizacional es el conjunto de funciones y relaciones que determinan los deberes que cada individuo debe cumplir y el modo de comunicación entre cada puesto de trabajo. Tiene como propósito establecer un sistema de puestos que han de desarrollar los miembros de una institución, para trabajar juntos de forma óptima y de esta forma alcanzar las metas fijadas en la planificación.

La Empresa de Lácteos está conformada por un administrador, un contador, una secretaria, un jefe de producción, trece operarios y doce repartidores de producto.

1.1.7.1. Descripción de la estructura

Se puede observar en el organigrama jerárquico (ver figura 2) como están distribuidos los puestos de trabajo y el orden de los niveles de toma de decisiones en la empresa.

Figura 2. Organigrama jerárquico



Fuente: Empresa de Lácteos.

El administrador se dedica a planificar, dirigir, organizar y coordinar las acciones y decisiones que se toman dentro de la empresa. Para el caso de la Empresa de Lácteos la propietaria funge como administradora.

Dentro de las funciones de la secretaria se encuentran: mantener actualizados archivos físicos, datos de clientes, facturas generadas y facturas anuladas, clasificándolas ordenadamente por tipo de transacción y número correlativo, además de dedicarse a la toma de pedidos tanto a domicilio como a tiendas locales, supermercados, hoteles y restaurantes de la región.

Las funciones del contador dentro de la empresa son: llevar los registros de contabilidad, los movimientos monetarios de bienes y derechos, realizar el cálculo de las planillas de pago de los trabajadores.

Supervisar el ingreso, manejo, transformación de la materia prima, coordinar parámetros de producción, tiempos de entrega, control de producto despachado, realización de planificación de producción, vigilar e instruir a los empleados sobre técnicas para mantener la inocuidad del producto (buenas prácticas de manufactura) y verificar la calidad del producto son las funciones que debe desempeñar el jefe de producción.

Los operarios son los encargados de manipular la materia prima desde su ingreso, transformación y salida (como producto terminado), mantienen y utilizan las buenas prácticas lo que les permite asegurar la inocuidad de los alimentos.

Los repartidores tienen como función principal despachar producto en los distintos medios de transporte que la empresa posee (motocicleta, camión, camioneta tipo panel), así como tomar pedidos si el cliente lo desea.

1.2. Proceso de elaboración de lácteos

Se le conoce como lácteo a todo producto derivado de la leche. Comúnmente la leche utilizada es de vaca; sin embargo, puede ser de cabra o algún otro mamífero. La producción de lácteos inicia en los tiempos en que el hombre deja de ser nómada y se ve en la necesidad de darle una vida útil más larga a la leche. Siendo hasta nuestros días el proceso artesanal la forma más común de producir lácteos.

Los productos lácteos para su elaboración tienen etapas en común como: medir y colar la leche, calentar la leche, descremar, pasteurizar, para la elaboración de quesos se suman procesos como: coagular, corte de cuajada, desuerar, moler, moldear y empacar.

1.2.1. Descremado

El objetivo del proceso de descremado es separar parcialmente la grasa de la leche. Cuando la producción es artesanal se practica el descremado espontáneo, dejando la leche en reposo durante varias horas para que los glóbulos grasos se separen de la leche. En caso de utilizar una producción automatizada se realiza en equipos denominados descremadoras o desnatadoras.

1.2.2. Pasteurización

La pasteurización es el proceso en el cual se aplica calor a la leche a temperaturas suficientes para destruir exclusivamente microorganismos patógenos, ya que dichos microorganismos son los causantes de enfermedades al hombre. Se debe tomar en cuenta que pasteurizar no es lo mismo que hervir, cuando la leche se hierve se altera la estructura de la proteína, tiene menos calcio y su contenido vitamínico disminuye considerablemente. En un proceso de pasteurización la leche no pierde sus propiedades.

1.2.3. Coagulación

Es el proceso de transformación de la leche en queso, en dicho proceso se aplica un agente fermentador mejor conocido como cuajo, para separar del suero la principal proteína de la leche llamada caseína. Este procedimiento se lleva a cabo en el interior de una especie de tanque de acero inoxidable llamado cuba cerrada.

1.2.4. Corte de cuajada

Es la división del coágulo de caseína. El corte de cuajada tiene por objetivo transformar la masa obtenida de la coagulación en cortes de un tamaño determinado, para dejar escapar el suero. El tamaño del corte de cuajada depende del tipo de queso. Por ejemplo, se harán cortes grandes para quesos frescos y cortes pequeños para quesos maduros.

1.2.5. Desuerado

Proceso en el cual se separa el suero atrapado en el corte de cuajada, el modo de realización de este procedimiento es determinante según el tipo de queso que se elabora.

1.2.6. Molido

Es la fuerza que se ejerce con determinada presión sobre el corte de cuajada, dicha presión puede aumentar progresivamente durante el curso de la operación.

El equipo utilizado para este proceso es el molino y puede ser manual para procesos artesanales y eléctrico para procesos automatizados, las condiciones de molido son distintas para cada tipo de queso, variando la presión a aplicar, el desarrollo y duración de la operación, etc.

1.2.7. Moldeado

Mediante el moldeado se le da la forma deseada al queso, es importante que durante este proceso la masa no se enfríe y de esta forma evitar que los granos de la cuajada se unan, dando salida al exceso de suero.

1.2.8. Empaque

Los lácteos por sus características son fácilmente contaminables por lo tanto necesitan un envase protector con el objetivo de que el producto conserve sus propiedades y llegue en óptimas condiciones al consumidor.

1.3. Planeación de procesos

Para mejorar un proceso es importante conocer las actividades realizadas en el mismo, por lo tanto se deben observar todos los detalles y registrarlos, esto obliga a realizar la planeación de procesos que no es más que el estudio de las diferentes técnicas, que sirven para registrar y analizar las tareas involucradas con la elaboración de un producto.

Mediante la planeación de procesos se pretende eliminar las deficiencias en los mismos y mejorar la distribución de maquinaria y equipo dentro de la planta. Para el logro de los propósitos anteriores se utilizan tanto diagramas de flujo como de recorrido.

1.3.1. Diagrama de flujo

El diagrama de flujo proporciona detalles de los eventos ocurridos en la transformación de materia prima y de la secuencia de operaciones de la mano de obra.

Este tipo de diagrama registra operaciones e inspecciones, además de mostrar los movimientos y almacenamientos de un artículo en su paso por la planta, es de suma utilidad para registrar costos ocultos no productivos, distancias recorridas, retrasos y almacenamientos. Dentro de la simbología utilizada en el diagrama de flujo se encuentra: una flecha indica transporte, un círculo indica operación, un triángulo indica almacenamiento, una letra “D” indica demora y un cuadrado indica inspección.

1.3.2. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido ayuda a visualizar áreas de almacenamiento, estaciones de inspección y puntos importantes de trabajo mediante un plano de la planta que posee las líneas de flujo, que indican movimiento de materia prima a la actividad siguiente. En ocasiones mostrar un plano del flujo de trabajo es útil para desarrollar un nuevo método de mejora en la producción.

Al construir un diagrama de recorrido se debe identificar cada actividad con el símbolo y número que le corresponde en el diagrama de flujo.

1.4. Distribución de planta

La distribución de planta es la colocación física ordenada de: maquinaria, equipo, trabajadores, espacios requeridos para el movimiento, almacenaje y recepción de materiales, el diseño del espacio para la mano de obra indirecta y los servicios auxiliares.

Una distribución de planta planeada de la manera correcta pretende mejoras como:

- Reducción de costos
- Minimizar riesgos en el área de trabajo
- Maximización de la utilización de maquinaria, mano de obra y servicios
- Incremento de la producción
- Optimización del empleo del espacio para distintas áreas

El objetivo de la distribución en planta es la organización física de los elementos industriales, tales como equipo, maquinaria, movimiento y almacenaje de materia prima, para mejorar el funcionamiento de las instalaciones, las cuales puedan operar de una forma eficiente. Los tipos básicos de distribución de planta son: distribución según el proceso, distribución según el producto, distribución de punto fijo.

1.4.1. Distribución según el proceso

El tipo de distribución según el proceso es utilizado comúnmente en lugares donde se realiza un gran número de productos similares, las áreas de trabajo se dividen en procesos particulares, por lo tanto la experiencia permite tanto a operarios como a supervisores ser especialistas del área en la que les corresponde trabajar.

Las máquinas utilizadas en este tipo de distribución representan menores inversiones debido a que tienen la capacidad de adaptarse a una gran variedad de productos similares, otra ventaja de este tipo de máquinas es que permiten la eliminación del paro de producción, por ejemplo si una máquina se detiene, otra puede estar preparada para realizar el trabajo.

La secuencia de operaciones en una estación de trabajo se puede cambiar con facilidad.

1.4.2. Distribución según el producto

Conocida también como fabricación continua, la distribución según el producto es utilizada para elaborar un solo producto o de un grupo de productos similares que requieren de una misma herramienta y maquinaria de trabajo, además se caracteriza por ser de bajo costo unitario.

Las ventajas que presenta este tipo de distribución son: menos material de transporte, la inversión monetaria es menor ya que se invierte menos capital en el proceso al mismo tiempo, el espacio para los servicios y almacén junto a las máquinas es menor, el área de producción es simplificada y los obreros son capacitados fácilmente para realizar una tarea simple en la línea.

Es importante considerar las desventajas que presenta la distribución según el producto, tales como: el costo de las máquinas y herramientas necesarias, se debe contar con la certeza de poseer una demanda sustancial del producto.

1.4.3. Distribución de punto fijo

En ocasiones en las cuales el producto no puede ser movido ya sea por su forma, peso, volumen y tamaño, se utiliza la distribución de punto fijo. Es importante mencionar que en este tipo de distribución la mano de obra, materiales y equipo se llevan a un lugar específico y es allí donde la estructura final toma la forma de un producto terminado.

Se requiere menos inversión en equipo y herramientas pero posee un mayor costo la capacitación de la mano de obra, el almacenamiento y el transporte de materiales. Otro inconveniente de este tipo de distribución es que la eficiencia de la mano de obra es menor comparada con la de otros métodos de distribución ya que se pierde mucho tiempo en la localización de herramientas y materiales con los cuales se trabaja.

2. SITUACIÓN ACTUAL

La planta cuenta con la capacidad de procesar diariamente 4 100 litros de leche, de los cuales para fines de este estudio se producen 3 795 unidades de lácteos (ver tabla I).

Tabla I. **Cantidad de unidades de lácteos producidas con 4 100 litros de leche**

Producto	Presentación	Cantidad	Volumen procesado (litros)
Queso fresco	1/2 libra	560	2255
Queso pita	1/2 libra	340	400
Queso seco	1/2 libra	365	375
Queso mozzarella	1/2 libra	50	400
Crema	250 gramos	945	220
Yogurt	125 gramos	435	200
Helado	125 gramos	1100	250
TOTAL		3795	4100

Fuente: Área de Producción, Empresa de Lácteos.

2.1. Descripción de los procesos actuales

Actualmente la Empresa de Lácteos realiza sus productos artesanalmente, lo cual indica que se emplean utensilios sumamente sencillos, el equipo utilizado actualmente es: un molino, cuatro congeladores, tres tinas, un homogenizador, un pasteurizador, cuatro mesas de acero inoxidable, tres pailas, un banco de hielo, un calderín, dos cilindros de gas, un llenador de crema, una empacadora al vacío y un sellador para bolsas.

2.1.1. Producción de queso fresco

La elaboración del queso fresco es sumamente sencilla, pues consiste en cuajar y deshidratar la leche, se debe resaltar que el queso fresco no contiene conservantes adicionales, por lo tanto su tiempo de vida útil es sumamente corto. Se deben conservar en lugares fríos.

2.1.1.1. Estudio de tiempos

A continuación se presenta un estudio de tiempos del proceso de elaboración de queso fresco, este se realizó por medio de la técnica de cronometración tomando cincuenta ciclos por cada operación realizada (ver tabla II), con un total de 2 255 litros procesados.

Es importante tomar en cuenta que actividades como: pasteurización, coagulación y reposo en cuarto frío poseen tiempos obligatorios para su realización, los cuales no pueden ser modificados.

Tabla II. Estudio de tiempos para la producción de queso fresco

ACTIVIDAD	TIEMPO EN MINUTOS													
Recepción de leche	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50
Medir leche	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Colocar leche en paila de recepción	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50
Descremado	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33
Pasteurización	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Agregar calcio	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
Coagulación	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
Corte de cuajada	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30
Desuerado	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05
Agregar sal	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.20	1.20	1.20	1.35	1.35
Molido	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.64	1.64	1.64	1.23	1.23
Amasado	0.02	0.07	0.15	0.06	0.05	0.12	0.09	0.18	0.08	0.05	0.11	0.03	0.05	0.05
Moldeado	0.08	0.07	0.05	0.03	0.05	0.07	0.09	0.05	0.09	0.06	0.07	0.06	0.09	0.09
Reposo en cuarto frío	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00
Empaque	1.53	1.71	1.62	1.58	1.66	1.62	1.57	1.68	1.61	1.65	1.61	1.59	1.64	1.64
Almacenamiento	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50

ACTIVIDAD	TIEMPO EN MINUTOS													
Recepción de leche	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50
Medir leche	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Colocar leche en paila de recepción	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50
Descremado	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33
Pasteurización	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Agregar calcio	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
Coagulación	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
Corte de cuajada	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30
Desuerado	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05
Agregar sal	1.04	1.04	1.04	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Molido	1.90	1.90	1.90	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23
Amasado	0.04	0.07	0.08	0.06	0.07	0.09	0.14	0.12	0.11	0.15	0.05	0.06	0.07	0.07
Moldeado	0.05	0.04	0.06	0.09	0.03	0.07	0.09	0.05	0.10	0.06	0.11	0.05	0.07	0.70
Reposo en cuarto frío	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00
Empaque	1.61	1.59	1.69	1.66	1.57	1.63	1.66	1.60	1.61	1.67	1.63	1.59	1.58	1.58
Almacenamiento	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50

ACTIVIDAD	TIEMPO EN MINUTOS													
Recepción de leche	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50
Medir leche	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Colocar leche en paila de recepción	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50
Descremado	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33
Pasteurización	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Agregar calcio	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
Coagulación	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
Corte de cuajada	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30
Desuerado	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05
Agregar sal	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	1.04	1.04
Molido	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.90
Amasado	0.06	0.05	0.07	0.70	0.30	0.07	0.04	0.07	0.06	0.12	0.06	0.32	0.14	0.14
Moldeado	0.12	0.10	0.09	0.11	0.08	0.06	0.05	0.09	0.12	0.11	0.09	0.04	0.12	0.12
Reposo en cuarto frío	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00
Empaque	1.57	1.72	1.65	1.60	1.65	1.62	1.59	1.61	1.73	1.63	1.66	1.60	1.60	1.60
Almacenamiento	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50

Continuación de la tabla II.

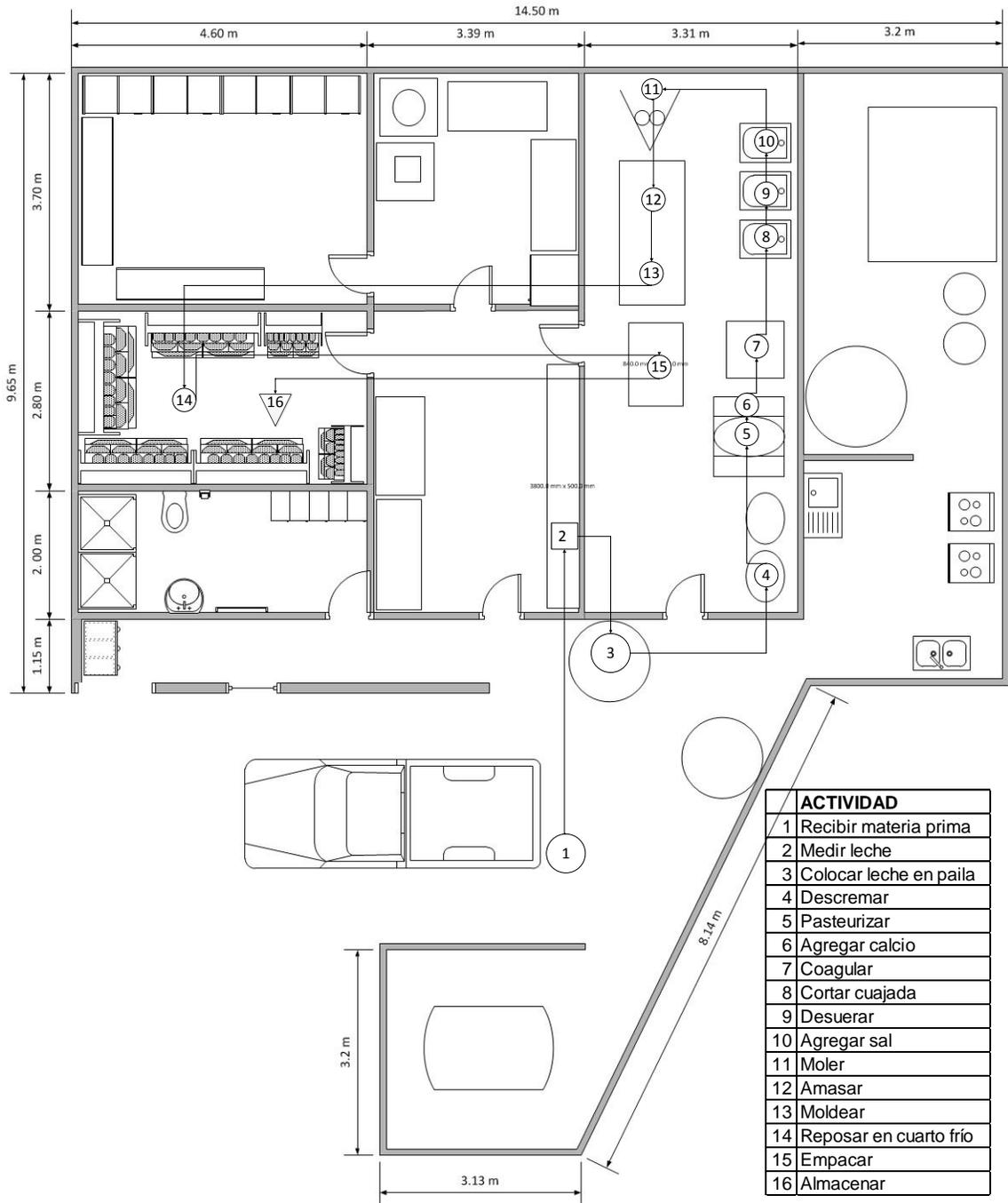
ACTIVIDAD	TIEMPO EN MINUTOS											PROM
Recepción de leche	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50
Medir leche	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Colocar leche en paila de recepción	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50
Descremado	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33	273.33
Pasteurización	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Agregar calcio	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
Coagulación	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
Corte de cuajada	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30
Desuerado	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05	20.05
Agregar sal	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.11
Molido	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.51
Amasado	0.13	0.14	0.11	0.08	0.05	0.01	0.06	0.12	0.11	0.04	0.12	0.10
Moldeado	0.07	0.06	0.03	0.09	0.12	0.15	0.11	0.05	0.06	0.07	0.04	0.09
Reposo en cuarto frío	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00
Empaque	1.67	1.61	1.60	1.68	1.63	1.63	1.63	1.71	1.64	1.60	1.66	1.63
Almacenamiento	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50	20.50
TOTAL												1893.37

Fuente: elaboración propia, con base en información de Área de Producción de la Empresa de Lácteos.

2.1.1.2. Diagrama de recorrido

A continuación se presenta el diagrama de recorrido, en el cual se describen las actividades involucradas en el proceso de elaboración de queso fresco con la ayuda de un plano de la planta (ver figura 3).

Figura 3. Diagrama de recorrido de elaboración de queso fresco

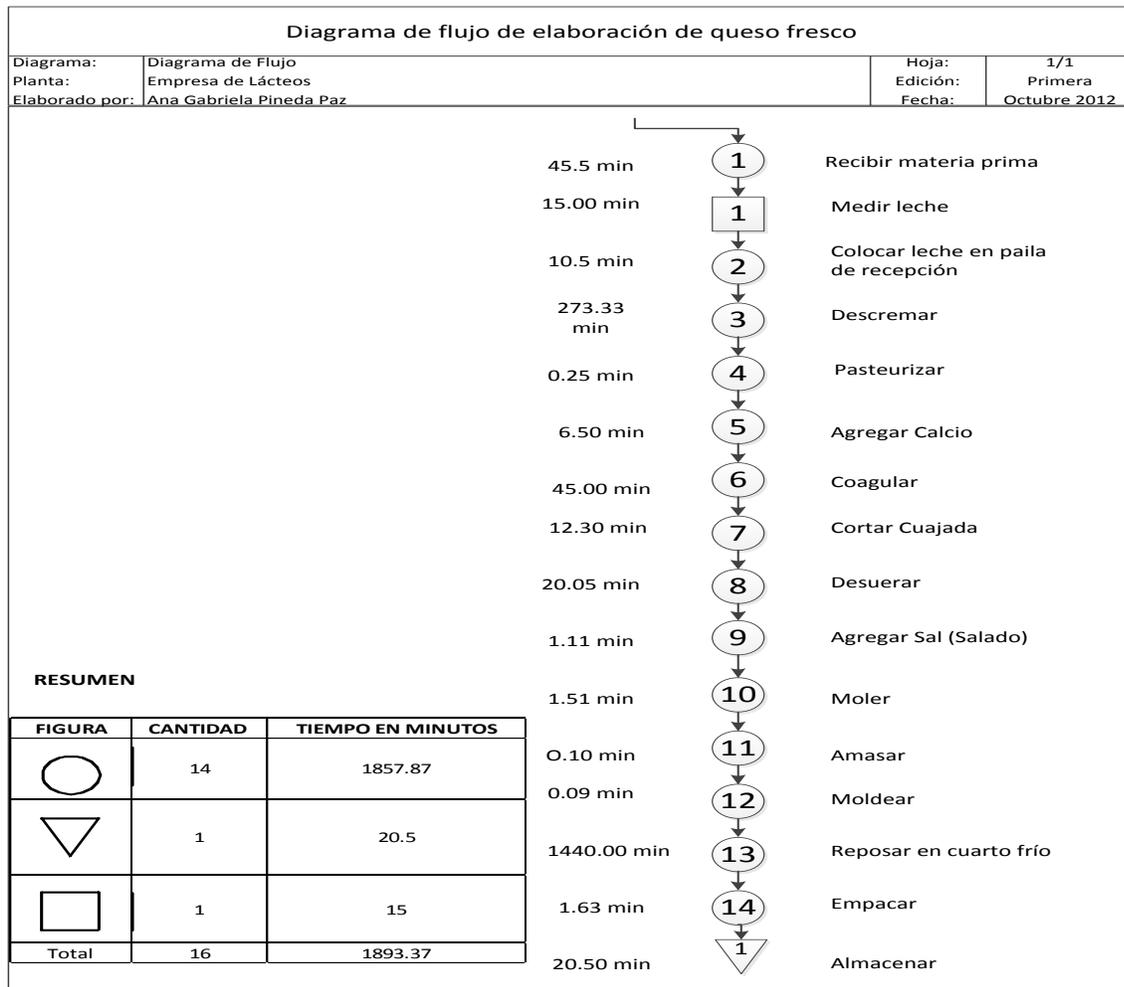


Fuente: elaboración propia, con base en información de Área de Producción de la Empresa de Lácteos.

2.1.1.3. Diagrama de flujo

A continuación se presentan gráficamente las operaciones que involucran el proceso de fabricación de queso fresco mediante un diagrama de flujo (ver figura 4).

Figura 4. Diagrama de flujo de elaboración de queso fresco



Fuente: elaboración propia, con base en información de Área de Producción de la Empresa de Lácteos.

2.1.2. Elaboración de queso pita

Conocido también como queso Oaxaca, está considerado como un queso de pasta blanda, su peculiar característica es la de poseer forma de cuerda y contar con la capacidad de deshilarse en hebras, esto gracias al proceso al cual es sometida la leche con ayuda de cultivos liofilizados (bacterias).

2.1.2.1. Estudio de tiempos

Mediante un estudio cronometrado de tiempos, se pretende medir la eficiencia de los procesos involucrados con la producción de queso pita (ver tabla III). Procesos como: descremado, pasteurización, coagulación, reposo en agua fría y reposo a temperatura ambiente poseen tiempos estandarizados que no se pueden modificar ya que alterarían el resultado final del producto.

2.1.2.2. Diagrama de recorrido

En el diagrama de recorrido se describen las actividades involucradas en el proceso de elaboración de queso pita con la ayuda de un plano de la planta (ver figura 5).

2.1.2.3. Diagrama de flujo

Se presentan gráficamente las operaciones que involucran el proceso de fabricación de queso pita mediante un diagrama de flujo (ver figura 6).

Tabla III. Estudio de tiempos para la producción de queso pita

ACTIVIDAD	TIEMPO EN MINUTOS													
	Recepción de leche	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50
Medir leche	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Colocar leche en paila de recepción	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50
Descremado	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24
Pasteurización	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Agregar calcio	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Coagulación	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
Agregar cultivo	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Corte de cuajada	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00
Desuerado	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06
Agregar sal	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Moldeado	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07
Estirado	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Reposo en agua fría	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Corte	2.24	2.30	2.00	1.59	2.40	2.13	2.00	2.33	2.12	2.14	2.43	1.45	1.59	2.15
Salmuera	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00
Reposo a temperatura ambiente	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Pesado	1.07	1.20	1.50	0.59	1.11	1.50	1.23	0.55	0.59	1.20	1.30	1.11	1.40	0.59
Empaque	1.86	2.00	2.01	1.88	1.89	2.02	2.10	2.03	1.91	1.94	1.94	2.04	1.87	1.89
Almacenamiento	23.45	23.45	23.45	23.45	23.45	23.45	23.45	23.45	23.45	23.45	23.45	23.45	23.45	23.45

ACTIVIDAD	TIEMPO EN MINUTOS														PROM
	Recepción de leche	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	
Medir leche	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Colocar leche en paila de recepción	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50
Descremado	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24
Pasteurización	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Agregar calcio	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Coagulación	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
Agregar cultivo	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Corte de cuajada	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00
Desuerado	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06
Agregar sal	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Moldeado	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07
Estirado	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Reposo en agua fría	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Corte	1.45	1.59	2.15	1.34	1.55	2.22	1.43	2.18	2.10	2.22	2.12	2.16	2.16	2.00	2.00
Salmuera	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00
Reposo a temperatura ambiente	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Pesado	1.11	1.40	0.59	1.43	1.54	1.34	1.11	0.59	1.36	0.58	1.45	1.34	1.34	1.11	1.11
Empaque	2.04	1.87	1.89	2.02	2.06	1.87	1.93	1.89	1.92	1.93	1.87	1.92	1.92	1.95	1.95
Almacenamiento	23.45	23.45	23.45	23.45	23.45	23.45	23.45	23.45	23.45	23.45	23.45	23.45	23.45	23.45	23.45
TOTAL															669.13

Fuente: elaboración propia, con base en información de Área de Producción de la Empresa de Lácteos.

Figura 5. Diagrama de recorrido de elaboración de queso pita

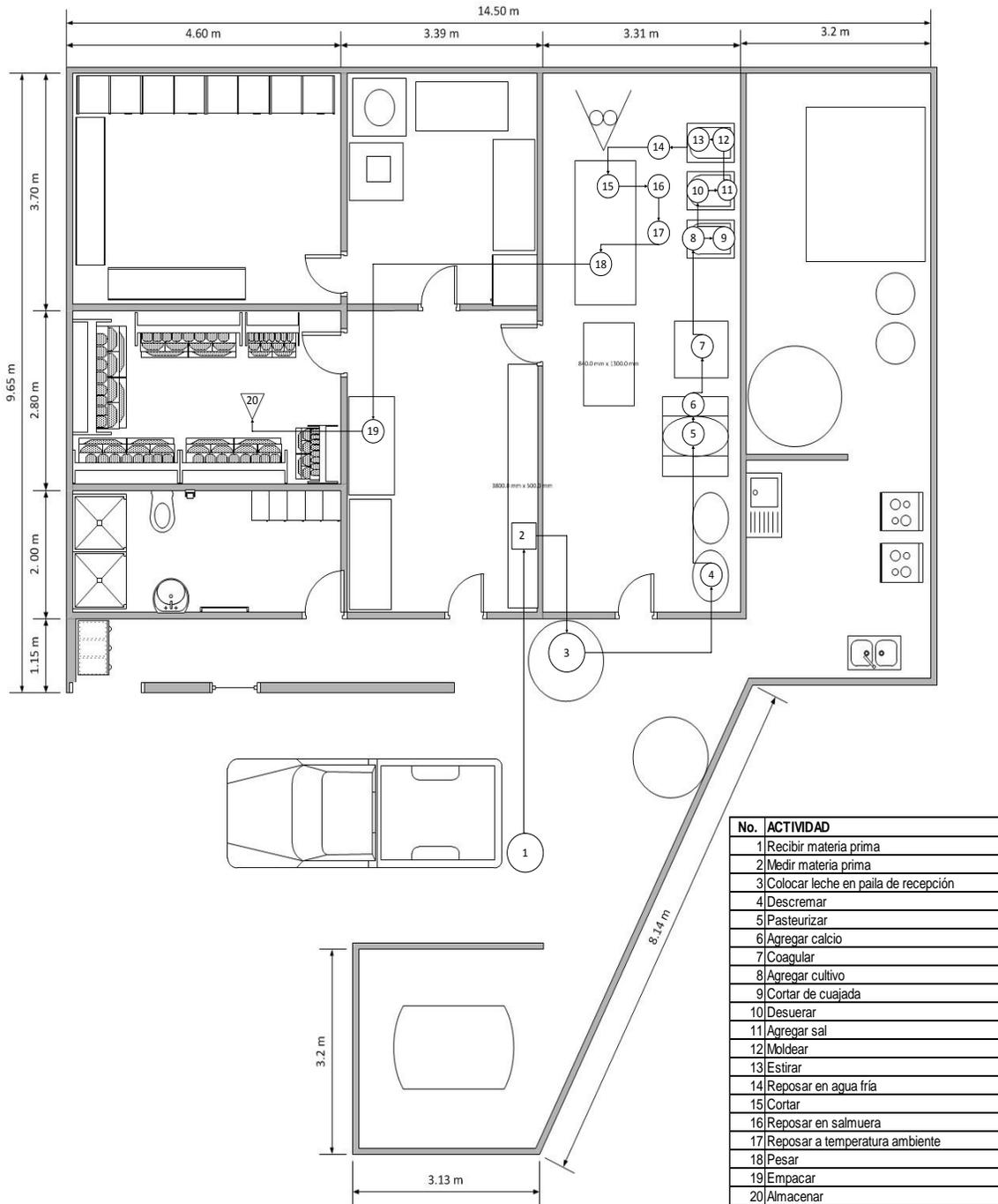
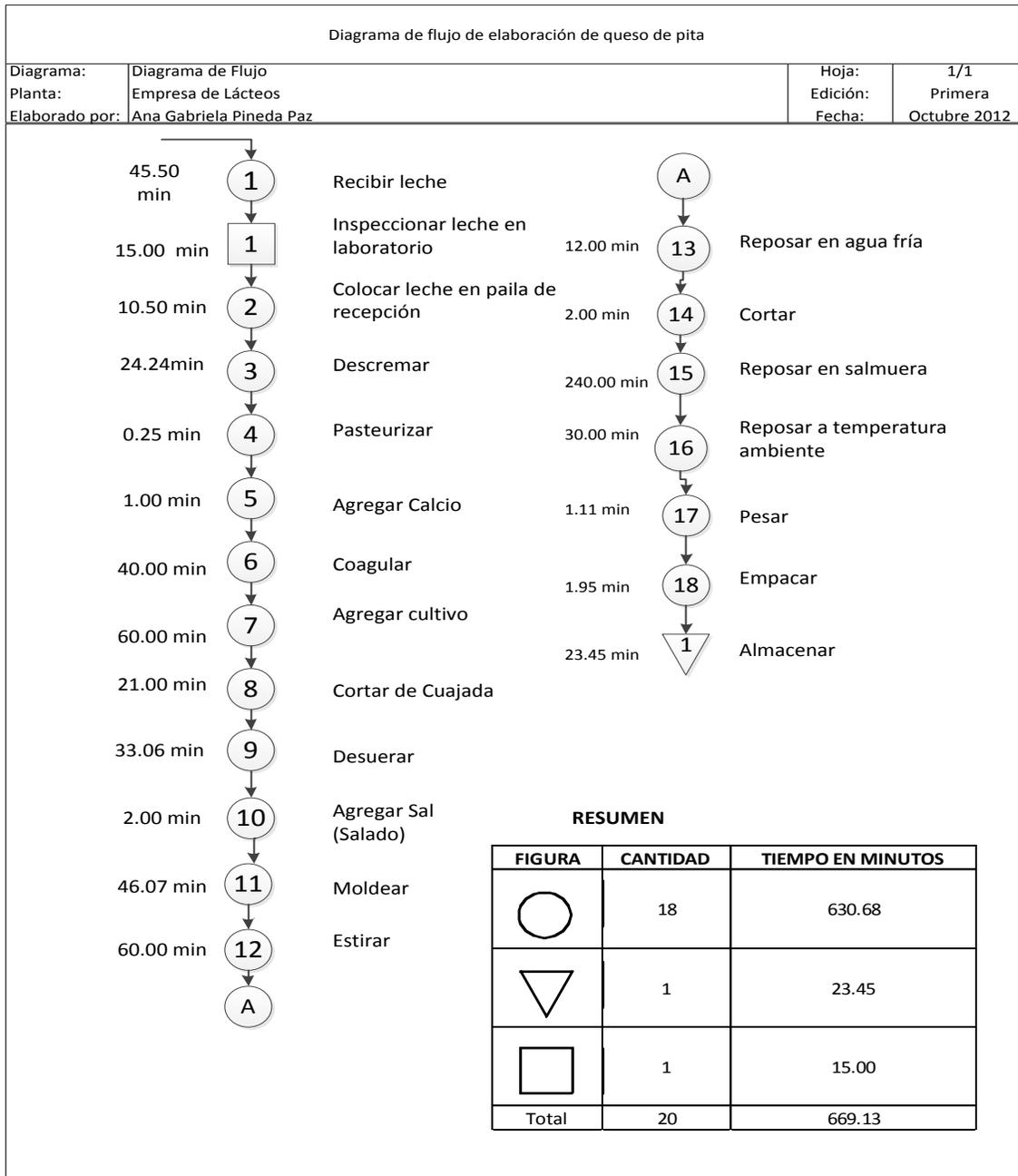


Figura 6. Diagrama de flujo de elaboración de queso pita



Fuente: elaboración propia, con base en información de Área de Producción de la Empresa de Lácteos.

2.1.3. Fabricación de queso seco

El proceso de elaboración del queso seco no difiere en la preparación de los demás, solamente posee una característica que le otorga de “seco” y es que este contiene poca humedad, por lo tanto contiene una menor cantidad de suero lácteo. Este tipo de queso es utilizado comúnmente en la elaboración de reposterías o para utilizar en pastas, tostadas y ensaladas.

2.1.3.1. Estudio de tiempos

Mediante un estudio cronometrado de tiempos, se pretende medir la eficiencia de los procesos involucrados con la producción de queso seco (ver tabla IV).

Procesos como: descremado, pasteurización, coagulación y reposo en cuarto frío, poseen tiempos estandarizados que no se pueden modificar ya que alterarían el resultado final del producto.

2.1.3.2. Diagrama de recorrido

En el diagrama de recorrido se describen las actividades involucradas en el proceso de elaboración de queso seco con la ayuda de un plano de la planta (ver figura 7).

2.1.3.3. Diagrama de flujo

En la figura 8 se presentan gráficamente las operaciones que involucran el proceso de fabricación de queso seco mediante un diagrama de flujo.

Tabla IV. Estudio de tiempos para la producción de queso seco

ACTIVIDAD	TIEMPO EN MINUTOS													
Recepción de leche	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50
Medir leche	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Colocar leche en paila de recepción	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50
Descremado	45.45	45.45	45.45	45.45	45.45	45.45	45.45	45.45	45.45	45.45	45.45	45.45	45.45	45.45
Pasteurización	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Agregar calcio y lipasa	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Coagulación	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
Corte de cuajada	19.07	19.07	19.07	19.07	19.07	19.07	19.07	19.07	19.07	19.07	19.07	19.07	19.07	19.07
Desuerado	41.50	41.50	41.50	41.50	41.50	41.50	41.50	41.50	41.50	41.50	41.50	41.50	41.50	41.50
Agregar sal	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
Moldeado	0.80	0.74	0.83	1.02	0.76	0.78	0.89	0.75	0.98	0.83	1.09	0.89	1.10	1.10
Reposo en cuarto frío	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00
Empaque	0.64	0.87	0.80	0.74	0.77	0.85	0.81	0.86	0.86	0.70	0.80	0.79	0.78	0.78
Almacenamiento	25.08	25.08	25.08	25.08	25.08	25.08	25.08	25.08	25.08	25.08	25.08	25.08	25.08	25.08

ACTIVIDAD	TIEMPO EN MINUTOS														PROM
Recepción de leche	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50
Medir leche	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Colocar leche en paila de recepción	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50
Descremado	45.45	45.45	45.45	45.45	45.45	45.45	45.45	45.45	45.45	45.45	45.45	45.45	45.45	45.45	45.45
Pasteurización	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Agregar calcio y lipasa	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Coagulación	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
Corte de cuajada	19.07	19.07	19.07	19.07	19.07	19.07	19.07	19.07	19.07	19.07	19.07	19.07	19.07	19.07	19.07
Desuerado	41.50	41.50	41.50	41.50	41.50	41.50	41.50	41.50	41.50	41.50	41.50	41.50	41.50	41.50	41.50
Agregar sal	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
Moldeado	0.99	1.07	1.09	0.96	0.98	1.11	1.15	0.90	0.86	0.75	1.00	0.90	0.93	0.93	0.93
Reposo en cuarto frío	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00
Empaque	0.80	0.85	0.69	0.72	0.76	0.75	0.71	0.84	0.72	0.82	0.69	0.84	0.78	0.78	0.78
Almacenamiento	25.08	25.08	25.08	25.08	25.08	25.08	25.08	25.08	25.08	25.08	25.08	25.08	25.08	25.08	25.08
TOTAL															1688.26

Fuente: elaboración propia, con base en información de Área de Producción de la Empresa de Lácteos.

Figura 7. Diagrama de recorrido de elaboración de queso seco

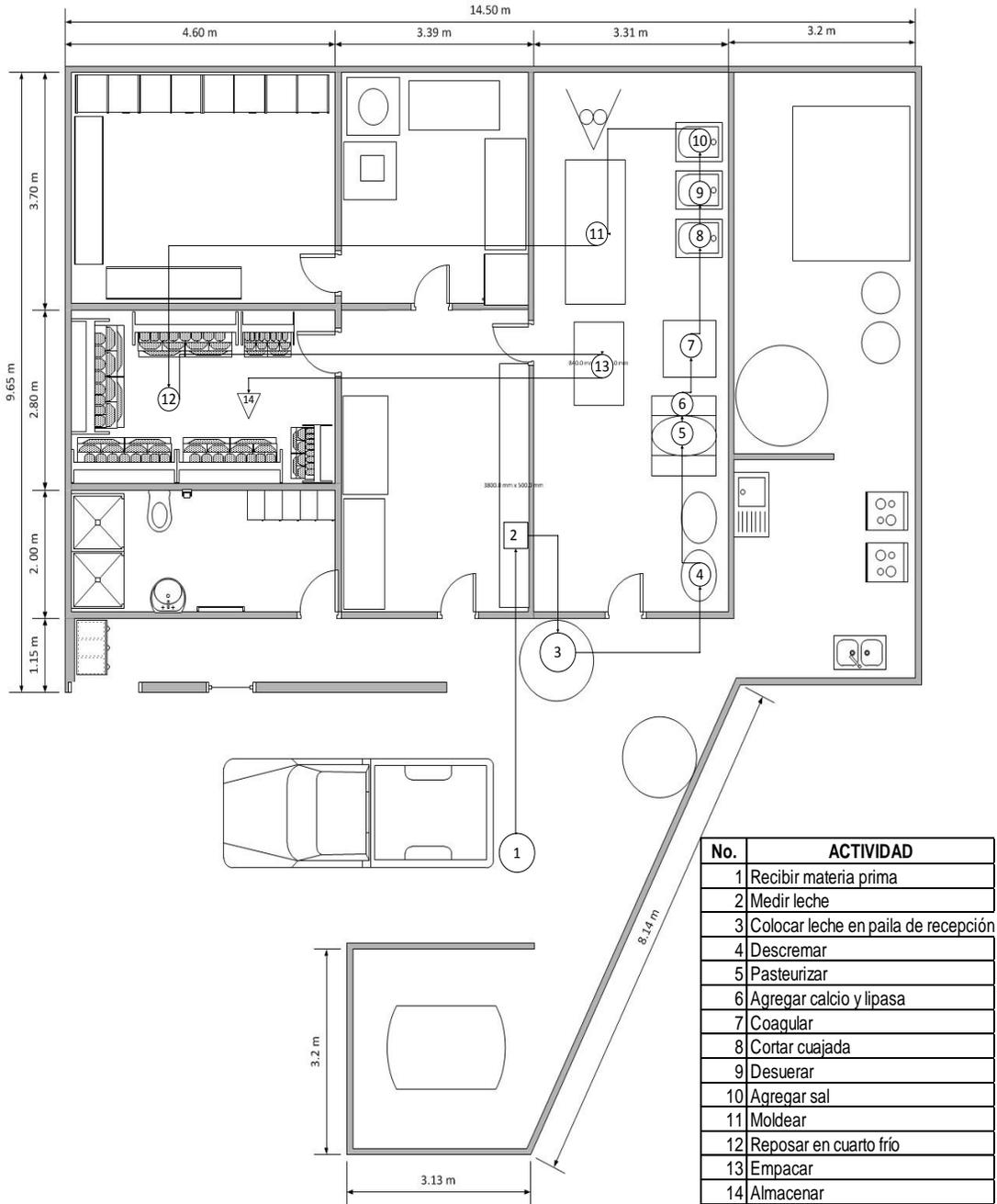
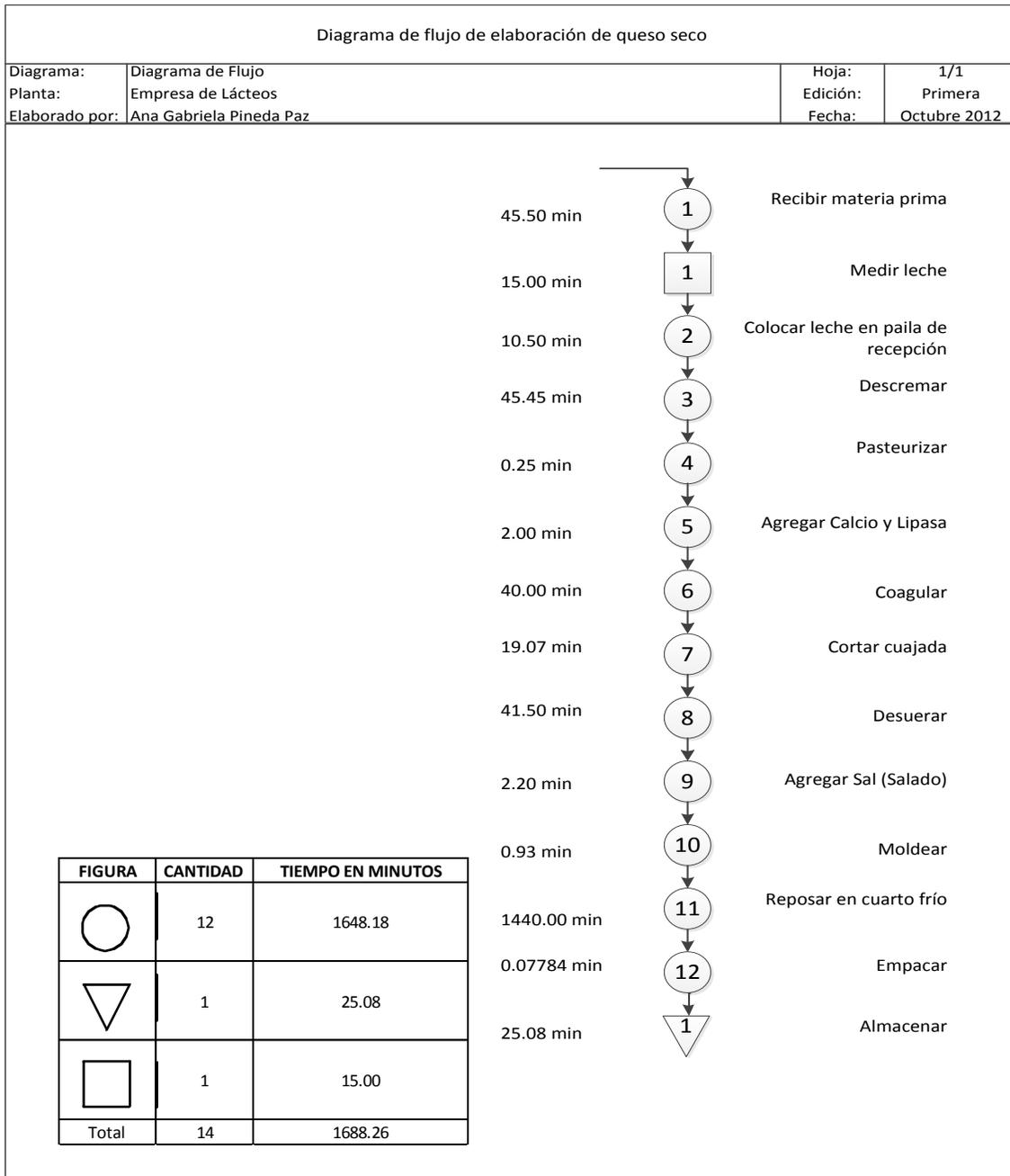


Figura 8. Diagrama de flujo de elaboración de queso seco



Fuente: elaboración propia, con base en información de Área de Producción de la Empresa de Lácteos.

2.1.4. Área de producción de queso mozzarella

El queso mozzarella se obtiene por hilado de una masa acidificada, producto intermedio obtenido por coagulación de la leche por medio del cuajo y otras enzimas coagulantes apropiadas, complementada por la acción de bacterias específicas. Las bacterias del ambiente cultivadas en la leche son las que intervienen en el proceso de fabricación artesanal del queso mozzarella, la adición de cultivos bacterianos purificados logra un queso de sabor consistente.

En la fabricación industrial se utilizan máquinas que se encargan de hilar la masa de la mozzarella, evitando así los riesgos para las manos de los operarios. La consistencia del queso mozzarella es semidura a semiblanda según el contenido de humedad, su textura es fibrosa, elástica y cerrada, el color es blanco amarillento, uniforme, sabor láctico, poco desarrollado a ligeramente picante. El queso mozzarella es utilizado comúnmente en pizzas, pastas y ensaladas.

2.1.4.1. Estudio de tiempos

A continuación se presenta un estudio de tiempos del proceso de elaboración de queso mozzarella, este se realizó por medio de la técnica de cronometración (ver tabla V).

Es importante tomar en cuenta que actividades como: descremado, pasteurización, coagulación y reposo en agua fría poseen tiempos obligatorios para su realización, los cuales no pueden ser modificados.

Tabla V. Estudio de tiempos para la producción de queso mozzarella

No.	ACTIVIDAD	TIEMPO EN MINUTOS														PROMEDIO
1	Recepción de leche	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50	45.50
2	Medir leche	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
3	Colocar leche en paila de recepción	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50
4	Descremado	48.48	48.48	48.48	48.48	48.48	48.48	48.48	48.48	48.48	48.48	48.48	48.48	48.48	48.48	48.48
5	Pasteurización	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
6	Agregar calcio	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	Coagulación	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
8	Agregar cultivo	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
9	Corte de cuajada	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00
10	Desuerado	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06	33.06
11	Salmuera	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00
12	Moldeado	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07	46.07
13	Reposo en agua fría	12.34	12.34	12.34	12.34	12.34	12.34	12.34	12.34	12.34	12.34	12.34	12.34	12.34	12.34	12.34
14	Pesado	1.34	1.54	1.53	1.40	1.55	1.43	1.45	1.50	1.09	1.12	1.35	1.76	1.78	1.43	1.45
15	Empaque	1.78	1.81	1.80	1.74	1.77	1.83	1.81	1.83	1.86	1.70	1.74	1.74	1.73	1.76	1.78
16	Almacenamiento	12.59	12.59	12.59	12.59	12.59	12.59	12.59	12.59	12.59	12.59	12.59	12.59	12.59	12.59	12.59
TOTAL																589.02

Fuente: elaboración propia, con base en información de Área de Producción de la Empresa de Lácteos.

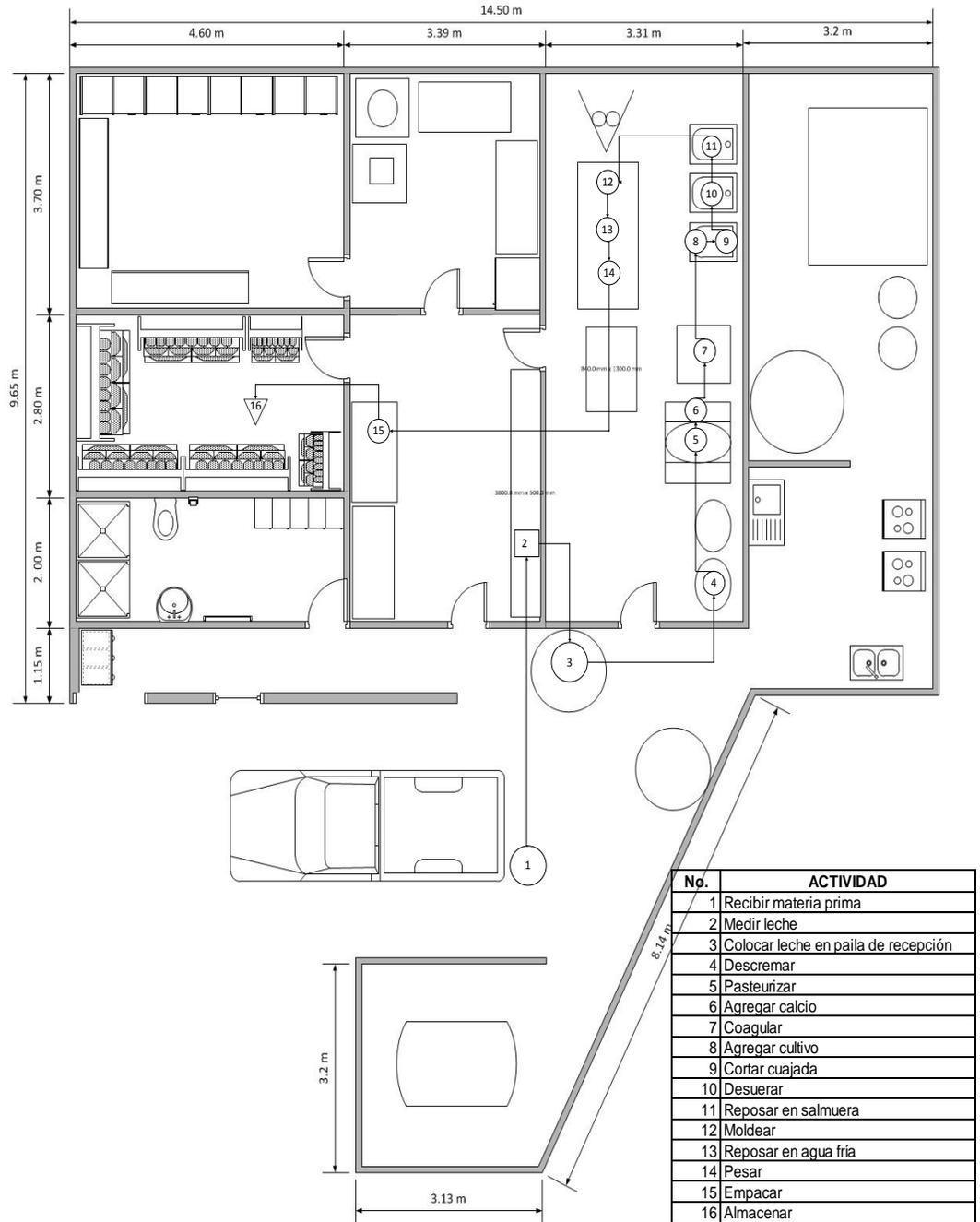
2.1.4.2. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido representa la descripción de las actividades involucradas en el proceso de elaboración de queso mozzarella con la ayuda de un plano de la planta (ver figura 9).

2.1.4.3. Diagrama de flujo

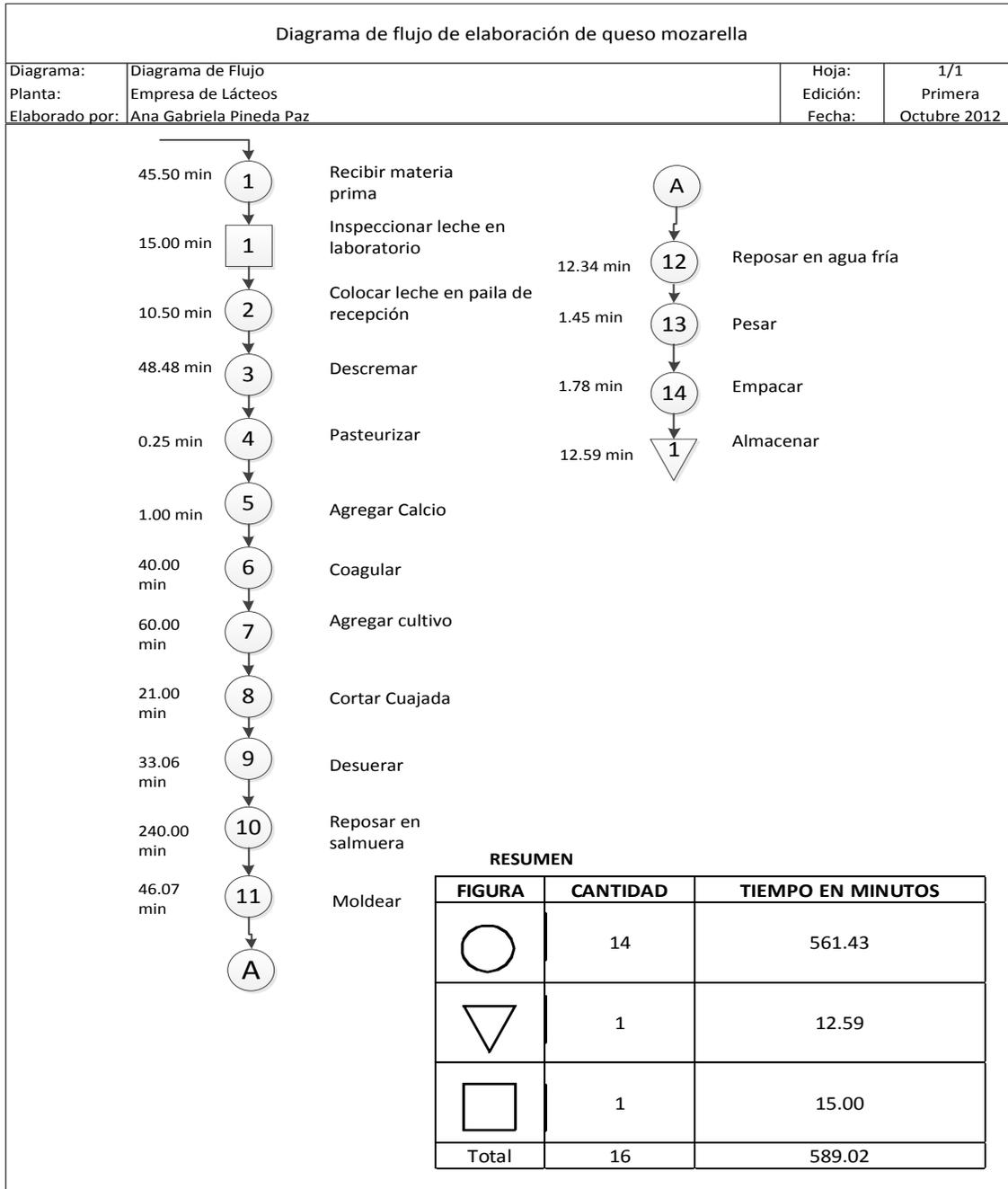
En la figura 10 se presentan gráficamente las operaciones que involucran el proceso de fabricación de queso mozzarella mediante un diagrama de flujo.

Figura 9. Diagrama de recorrido de elaboración de queso mozzarella



Fuente: elaboración propia, con base en información de Área de Producción de la Empresa de Lácteos.

Figura 10. Diagrama de flujo de elaboración de queso mozzarella



Fuente: elaboración propia, con base en información de Área de Producción de la Empresa de Lácteos.

2.1.5. Sección de elaboración de yogurt

El yogurt se produce de la leche fermentada, dicho fermento se obtiene de dos clases de microorganismos: el *lactobacillus bulgaricus* y el *streptococcus thermophilus*, también son conocidas como bacterias lácteas, es importante resaltar que estas bacterias no son peligrosas para el organismo humano.

En el yogurt procesado industrialmente se emplean conservantes, colorantes y saborizantes artificiales para prolongar la vida del producto, y en un proceso artesanal todos los ingredientes son naturales, no contiene conservantes, por lo cual la vida del producto es más corta.

2.1.5.1. Estudio de tiempos

En la tabla VI se presenta un estudio de tiempos del proceso de elaboración de yogurt, este se realizó por medio de la técnica de cronometración.

Es importante tomar en cuenta que actividades como: descremado, pasteurización, coagulación inoculación, incubación y reposo en cuarto frío poseen tiempos obligatorios para su realización, los cuales no pueden ser modificados.

2.1.5.2. Diagrama de recorrido

En el diagrama de recorrido se describen las actividades involucradas en el proceso de elaboración de yogurt con la ayuda de un plano de la planta (ver figura 11).

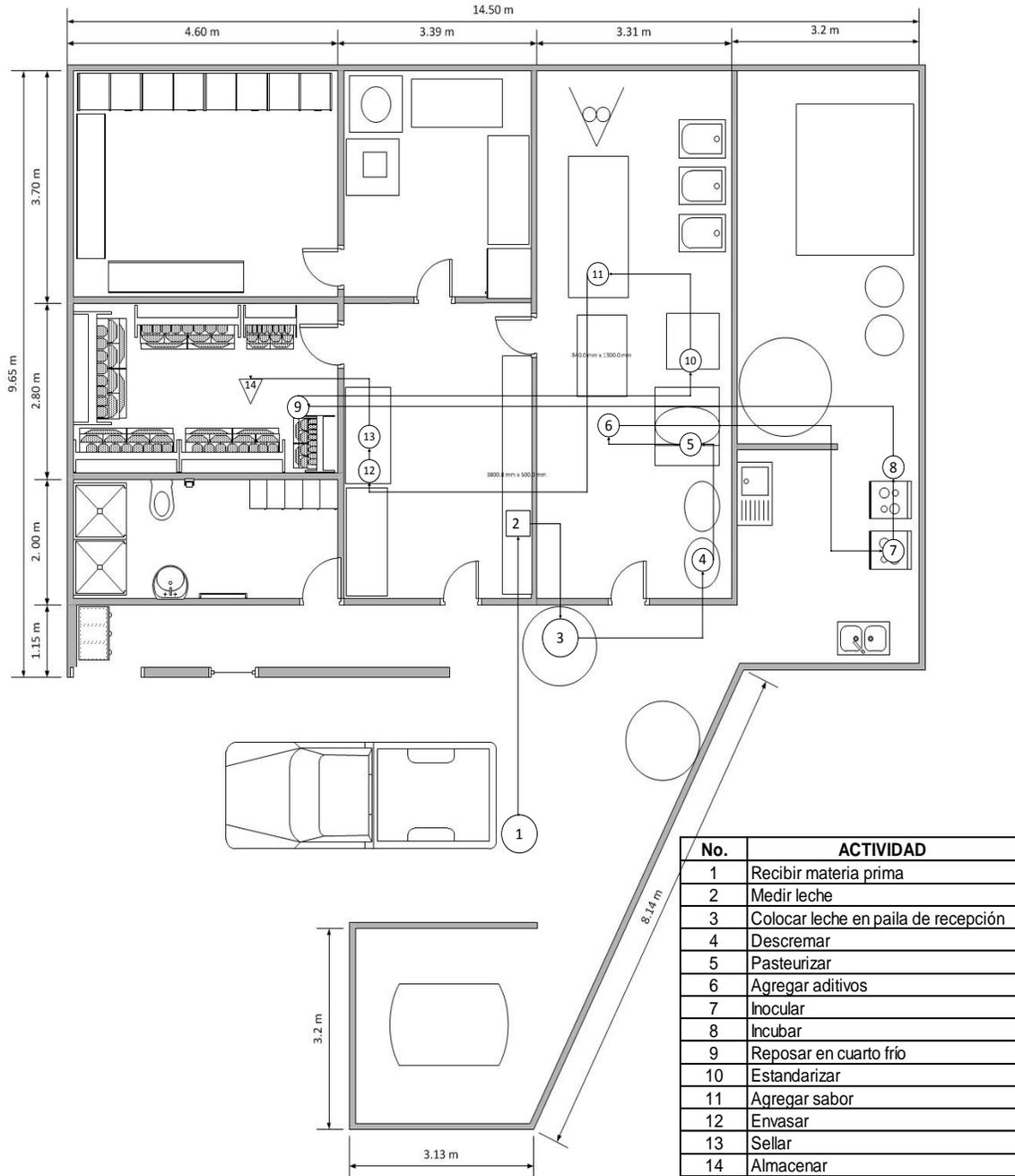
Tabla VI. Estudio de tiempos para la producción de yogurt

ACTIVIDAD	TIEMPO EN MINUTOS															
	Recepción de leche	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70
Medir leche	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03
Colocar leche en paila de recepción	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32
Descremado	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67
Pasteurización	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00
Agregar aditivos	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
Inoculación	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Incubación	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00
Reposo en cuarto frío	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00
Estandarizar	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Agregar sabor	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
Envasado	0.20	0.13	0.50	0.14	0.20	0.09	0.14	0.15	0.15	0.13	0.15	0.16	0.28	0.20	0.19	0.24
Sellado	0.38	0.43	0.38	0.63	0.43	0.49	0.42	0.49	0.42	0.40	0.45	0.42	0.42	0.56	0.56	0.45
Almacenamiento	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29

ACTIVIDAD	TIEMPO EN MINUTOS																PROMEDIO
	Recepción de leche	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	
Medir leche	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03
Colocar leche en paila de recepción	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32
Descremado	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67
Pasteurización	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00
Agregar aditivos	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
Inoculación	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Incubación	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00
Reposo en cuarto frío	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00
Estandarizar	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Agregar sabor	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
Envasado	0.30	0.31	0.25	0.29	0.23	0.29	0.23	0.25	0.22	0.19	0.19	0.24	0.22	0.15	0.21	0.21	0.21
Sellado	0.39	0.43	0.45	0.50	0.43	0.47	0.50	0.63	0.40	0.60	0.55	0.39	0.54	0.49	0.47	0.47	0.47
Almacenamiento	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29	19.29
TOTAL																	2604.55

Fuente: elaboración propia, con base en información de Área de Producción de la Empresa de Lácteos.

Figura 11. Diagrama de recorrido de elaboración de yogurt

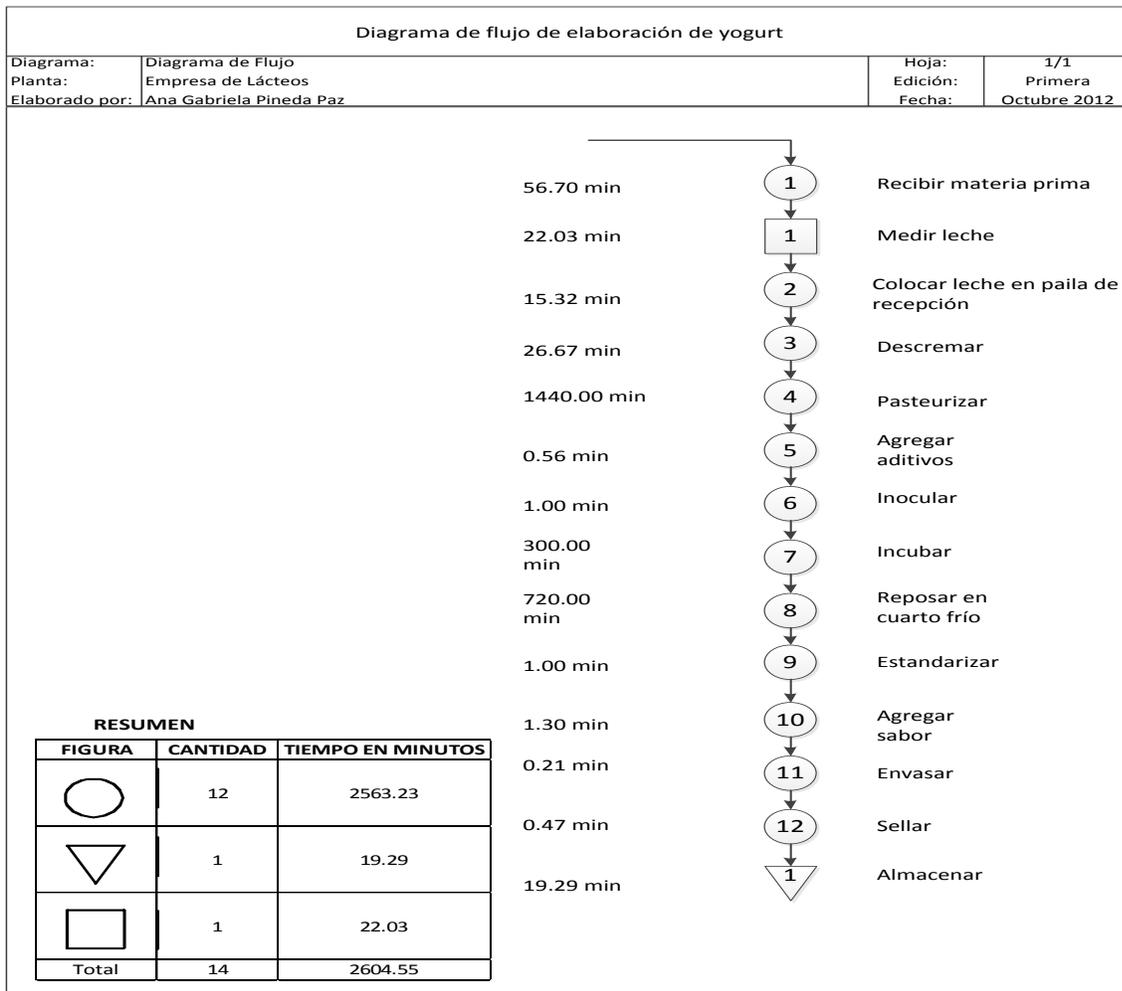


Fuente: elaboración propia, con base en información de Área de Producción de la Empresa de Lácteos.

2.1.5.3. Diagrama de flujo

A continuación se presentan gráficamente las operaciones que involucran el proceso de fabricación de yogurt mediante un diagrama de flujo (ver figura 12).

Figura 12. Diagrama de flujo de elaboración de yogurt



Fuente: elaboración propia, con base en información de Área de Producción de la Empresa de Lácteos.

2.1.6. Línea de producción de crema

La crema, también conocida en otros países como nata de leche (y no se debe confundir el término nata, con la nata que desprende la leche en su cocción).

La elaboración de crema inicia con el descremado, proceso por el cual se remueve parcialmente la grasa de la leche; se realiza para obtener la crema y la leche descremada a partir de leche entera. El descremado se efectúa ya sea por la separación espontánea (para un proceso artesanal) o por la centrifugación de la leche (para un proceso industrializado).

El glóbulo graso en buen estado contenido en la crema permite que a pesar de su procesamiento y envasado, el producto pueda ser batido y no perder ciertas propiedades.

2.1.6.1. Estudio de tiempos

A continuación se presenta un estudio de tiempos del proceso de elaboración de crema, este se realizó por medio de la técnica de cronometración (ver tabla VII).

Es importante tomar en cuenta que actividades como: descremado, y maduración en cuarto frío poseen tiempos obligatorios para su realización, los cuales no pueden ser modificados.

Tabla VII. Estudio de tiempos para la producción de crema

ACTIVIDAD	TIEMPO EN MINUTOS															
	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70
Recepción de leche	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70
Medir leche	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03
Colocar leche en paila de recepción	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32
Descremado	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Maduración en cuarto frío	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00
Estandarizado	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Envasado	0.41	0.58	0.53	0.78	0.67	0.63	0.66	0.46	0.35	0.48	0.50	0.39	0.44	0.35	0.67	0.43
Almacenamiento	25.06	25.06	25.06	25.06	25.06	25.06	25.06	25.06	25.06	25.06	25.06	25.06	25.06	25.06	25.06	25.06

ACTIVIDAD	TIEMPO EN MINUTOS															PROMEDIO
	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	
Recepción de leche	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70
Medir leche	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03
Colocar leche en paila de recepción	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32
Descremado	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Maduración en cuarto frío	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00
Estandarizado	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Envasado	0.32	0.48	0.52	0.42	0.73	0.55	0.32	0.40	0.34	0.52	0.40	0.40	0.50	0.42	0.49	0.49
Almacenamiento	25.06	25.06	25.06	25.06	25.06	25.06	25.06	25.06	25.06	25.06	25.06	25.06	25.06	25.06	25.06	25.06
TOTAL																1590.60

Fuente: elaboración propia, con base en información de Área de Producción de la Empresa de Lácteos.

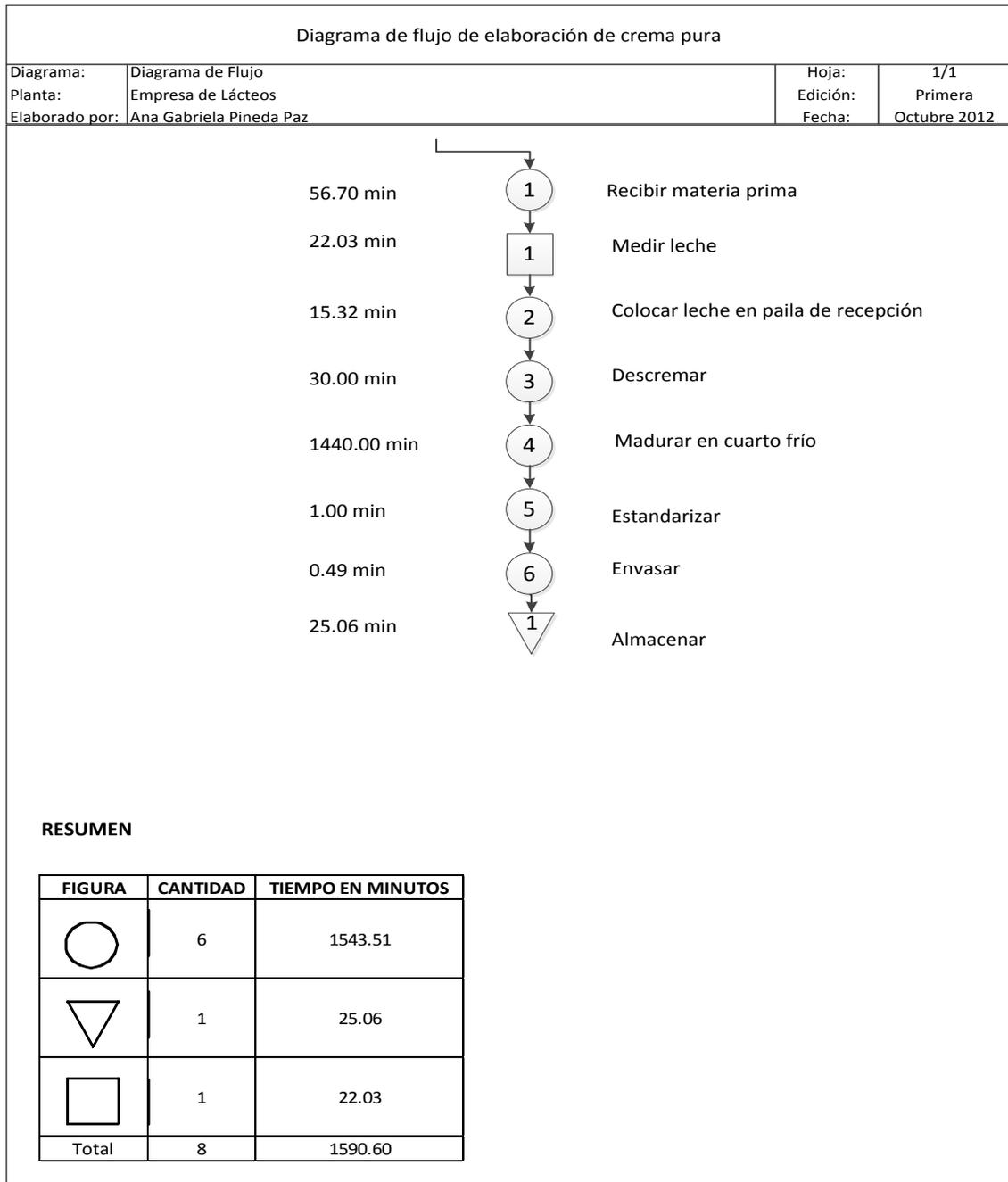
2.1.6.2. Diagrama de recorrido

En la figura 13 se presenta el diagrama de recorrido, en el cual se describen las actividades involucradas en el proceso de elaboración de crema con la ayuda de un plano de la planta.

2.1.6.3. Diagrama de flujo

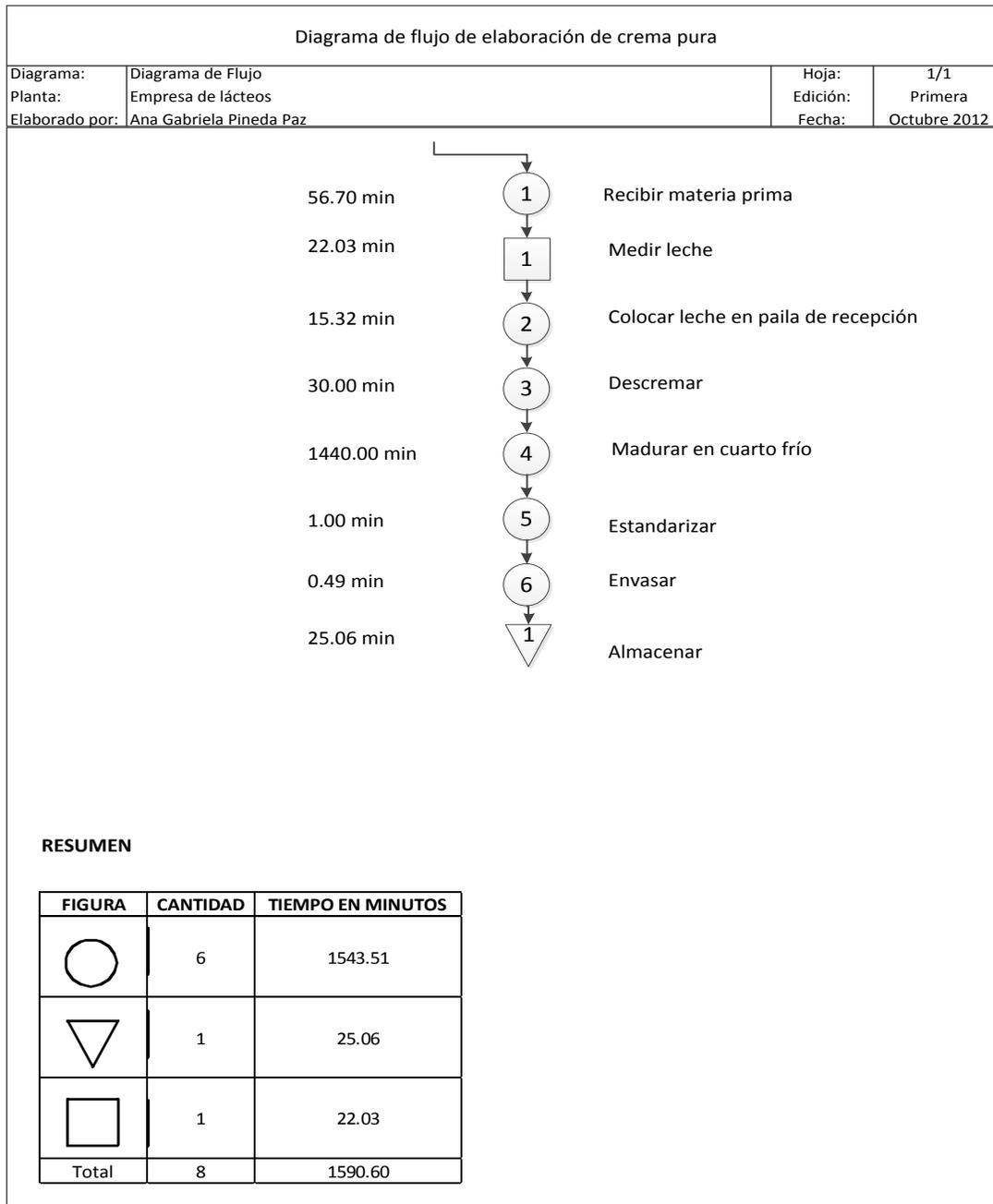
En la figura 14 se presentan gráficamente las operaciones que involucran el proceso de fabricación de crema mediante un diagrama de flujo.

Figura 13. Diagrama de recorrido de elaboración de crema



Fuente: elaboración propia, con base en información de Área de Producción de la Empresa de Lácteos.

Figura 14. Diagrama de flujo de elaboración de crema



Fuente: elaboración propia, con base en información de Área de Producción de la Empresa de Lácteos.

2.1.7. Producción de helado

El helado es un producto lácteo que posee ciertas características de la crema, con la diferencia que este se encuentra a bajas temperaturas. Desde el punto de vista químico el helado es un candidato fuerte para portar bacterias patógenas, debe ser vigilado en extremo por la industria heladera.

Las temperaturas bajas no permiten el crecimiento de bacterias, sin embargo sí permiten el transporte de las mismas al estómago del consumidor, si la producción de helados no es vigilada y manipulada convenientemente puede causar contaminaciones alimentarias.

El helado industrial se produce con la ayuda de maquinaria, en su elaboración se emplean saborizantes, conservantes y colorantes, para realzar su sabor, aspecto y consistencia. Una de las características de éste helado es la gran cantidad de aire incorporado en su consistencia y su costo de producción relativamente bajo. El helado artesanal, se caracteriza por ser de alta calidad, ya que se emplean insumos frescos, como frutas y no utilizan conservantes, saborizantes ni colorantes, además de poseer un aspecto más cremoso.

2.1.7.1. Estudio de tiempos

A continuación se presenta un estudio de tiempos del proceso de elaboración de helado, este se realizó por medio de la técnica de cronometración (ver tabla VIII).

Es importante tomar en cuenta que actividades como: descremado y pasteurización poseen tiempos obligatorios para su realización, los cuales no pueden ser modificados.

Tabla VIII. **Estudio de tiempos para la producción de helado**

ACTIVIDAD	TIEMPO EN MINUTOS														
	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70
Recepción de leche	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03
Medir leche	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32
Colocar leche en paila de recepción	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24
Descremado	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00
Pasteurización	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
Agregar aditivos	0.43	0.39	0.55	0.51	0.56	0.54	0.43	0.40	0.33	0.60	0.50	0.54	0.53	0.46	0.49
Envasado	22.05	22.05	22.05	22.05	22.05	22.05	22.05	22.05	22.05	22.05	22.05	22.05	22.05	22.05	22.05
Almacenamiento															

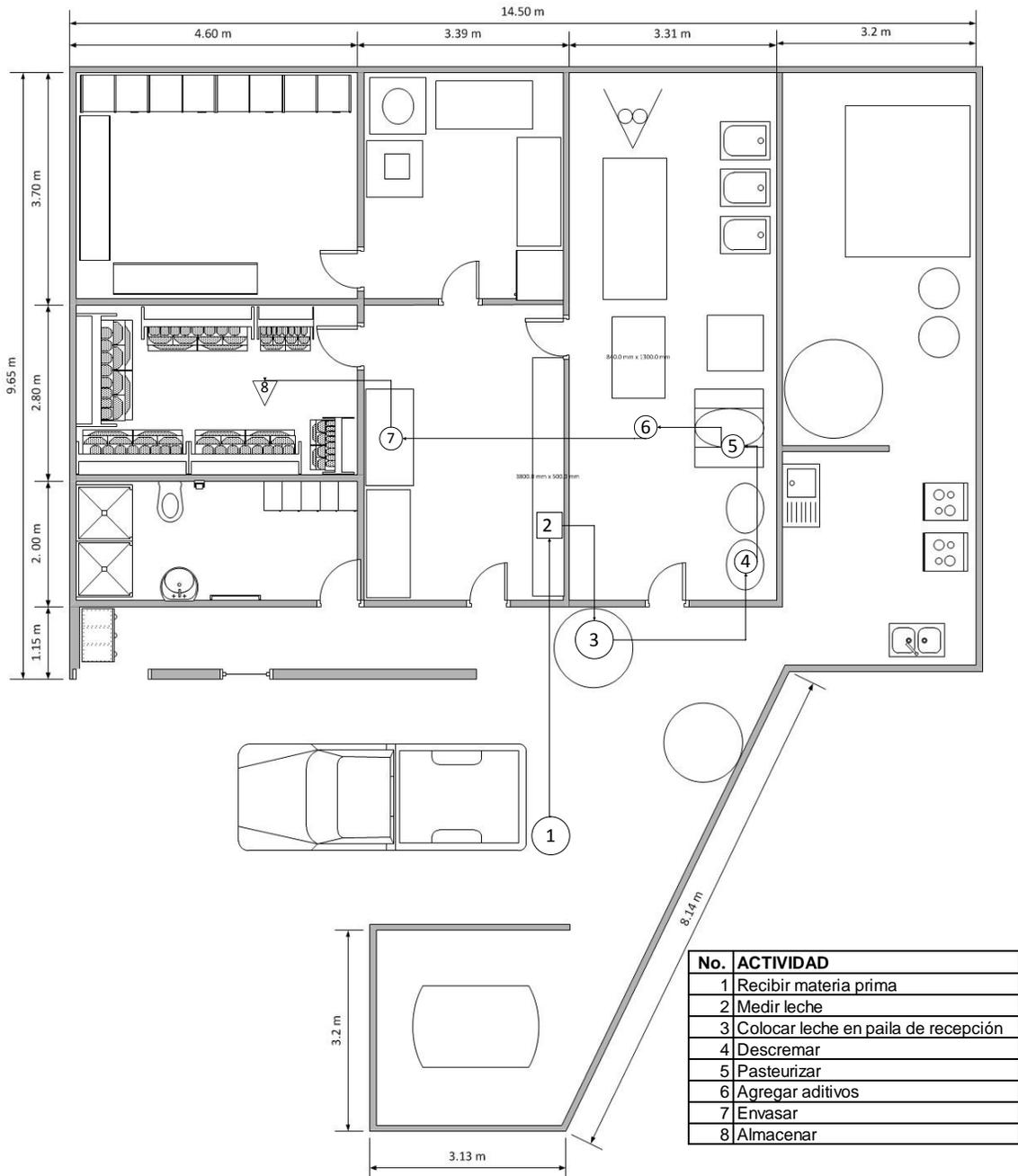
ACTIVIDAD	TIEMPO EN MINUTOS															PROMEDIO
	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	
Recepción de leche	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03
Medir leche	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32	15.32
Colocar leche en paila de recepción	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24
Descremado	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00	1440.00
Pasteurización	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
Agregar aditivos	0.45	0.43	0.54	0.58	0.43	0.47	0.55	0.50	0.50	0.44	0.48	0.56	0.34	0.60	0.49	0.49
Envasado	22.05	22.05	22.05	22.05	22.05	22.05	22.05	22.05	22.05	22.05	22.05	22.05	22.05	22.05	22.05	22.05
Almacenamiento																
TOTAL																1581.98

Fuente: elaboración propia, con base en información de Área de Producción de la Empresa de Lácteos.

2.1.7.2. Diagrama de recorrido

A continuación se presenta el diagrama de recorrido, en el cual se describen las actividades involucradas en el proceso de elaboración de helado con la ayuda de un plano de la planta (ver figura 15).

Figura 15. Diagrama de recorrido de elaboración de helado

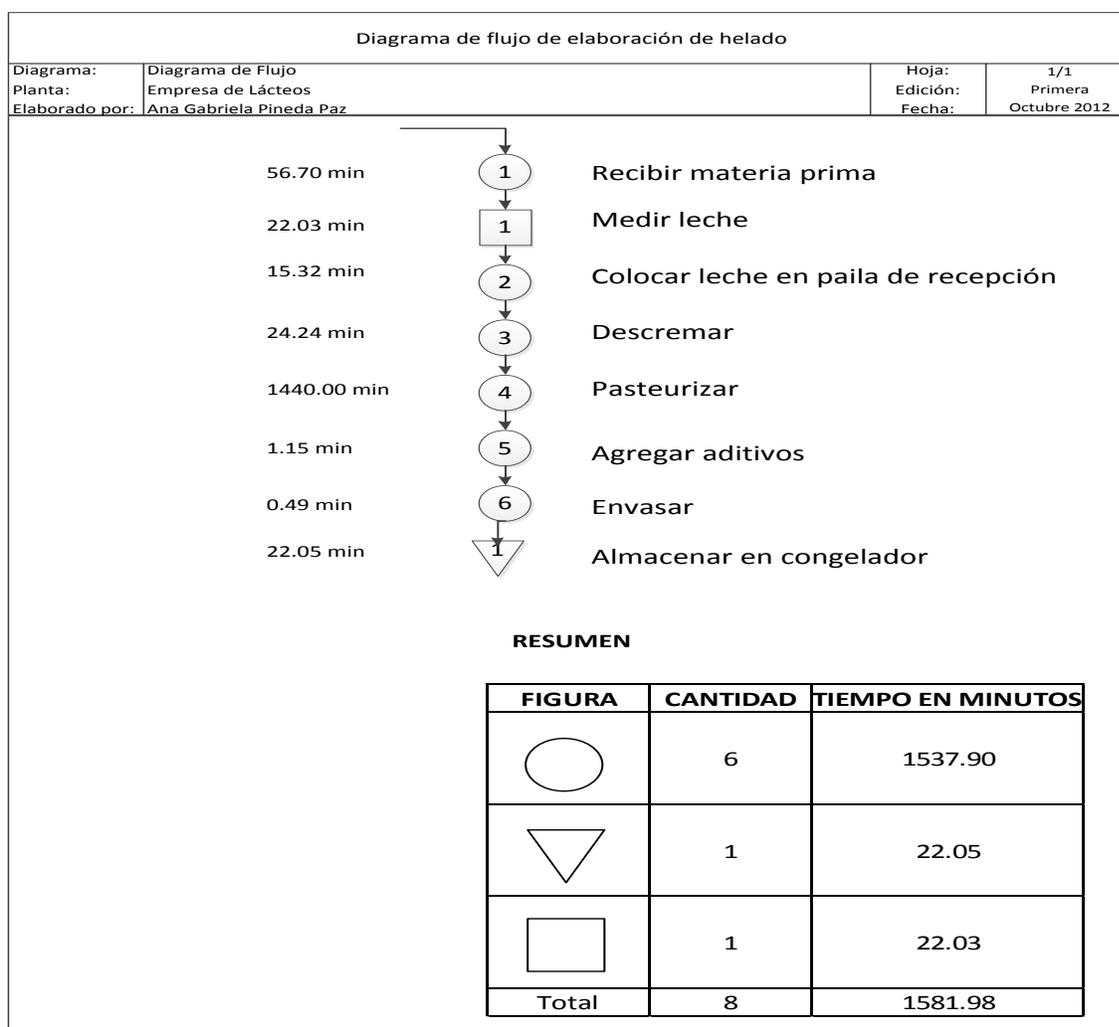


Fuente: elaboración propia, con base en información de Área de Producción de la Empresa de Lácteos.

2.1.7.3. Diagrama de flujo

A continuación se presentan gráficamente las operaciones que involucran el proceso de fabricación de helado mediante un diagrama de flujo (ver figura 16).

Figura 16. Diagrama de flujo de elaboración helado



Fuente: elaboración propia, con base en información de Área de Producción de la Empresa de Lácteos.

2.2. Situación actual de la planta

Las condiciones físicas en las que se encuentra la planta de producción de lácteos en la actualidad se detalla a continuación (ver tabla IX).

Tabla IX. **Condición actual de la planta**

	Descripción
Pisos	Por el tipo de producto que se maneja, los pisos son de granito color blanco.
Paredes	Las paredes del área de producción se encuentran revestidas de azulejo, ya que el azulejo se presta para facilitar la limpieza de las paredes. Las paredes de las áreas restantes son mitad revestidas de azulejo y la otra mitad son cubiertas con repello y pintadas con pintura de agua.
Iluminación	La planta cuenta con quince lámparas fluorescentes de forma circular, las cuales proporcionan 875 lúmenes.
Ventilación	La ventilación es de tipo natural.
Ruido	El ruido es de tipo ambiente, puesto que no se utilizan herramientas que generan mayor sonido.

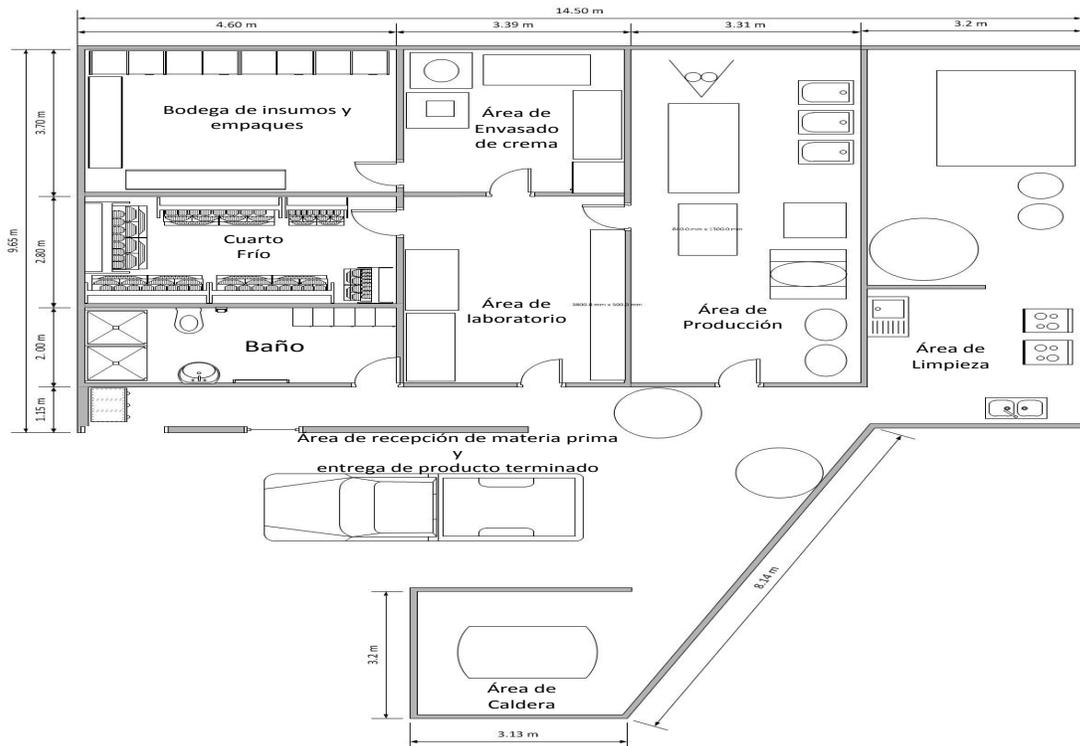
Fuente: elaboración propia, con base en información de Área de Producción de la Empresa de Lácteos.

2.2.1. Distribución de planta

Para mejorar un proceso se deben conocer a detalle todas las acciones contenidas en el mismo, una herramienta útil para este fin es la distribución de planta.

Mediante la distribución de planta que a continuación se presenta, se describirá y analizará cada área de trabajo que se involucra directa e indirectamente en la elaboración de lácteos.

Figura 17. Distribución de planta



Fuente: elaboración propia, con base en información de Área de Producción de la Empresa de Lácteos.

2.2.2. Recepción de materia prima

En esta área inicia el proceso de elaboración de lácteos con la recepción de su principal materia prima, la leche. En la actualidad el área de recepción de materia prima de la empresa es un pequeño parqueo frente a la planta, en el cual los proveedores descargan tanques o barriles que contienen la leche, cuyas muestras serán analizadas posteriormente en el laboratorio.

2.2.3. Área de Producción

El lugar donde la materia prima se transforma hasta convertirse en producto terminado, es la denominada área de producción. Es en este espacio se realizan los distintos productos ofrecidos por la empresa, debido a que este departamento es muy pequeño solamente se pueden elaborar dos productos simultáneamente.

2.2.4. Departamento de Envasado

El departamento de envasado cuenta con una llenadora manual de crema, un sellador de bolsas termocontraíbles y una pequeña empacadora al vacío para los quesos, los productos restantes se empacan manualmente, es importante resaltar que por falta de espacio no se pueden empacar más de dos productos simultáneamente, lo cual retrasa los procesos.

2.2.5. Laboratorio

El laboratorio que posee la empresa tiene como función analizar que la leche cumpla con las características necesarias para la elaboración de lácteos, sin embargo dicho laboratorio no se utiliza para el control de calidad del producto terminado por carecer del equipo necesario para dicha operación.

2.2.6. Almacenamiento de producto terminado

Los lácteos por ser productos sumamente delicados, necesitan almacenarse en espacios con determinada temperatura para conservar sus características, dichos espacios son denominados cuartos fríos, actualmente la empresa utiliza el cuarto frío para almacenar producto terminado, materia prima (leche) e involucrar acciones contenidas en la elaboración de algún producto como el reposo del queso fresco terminado, razón que limita el volumen de producción para evitar el riesgo de no poder almacenar todo el producto.

2.2.7. Almacenamiento de insumos y empaques

El almacenamiento de insumos como: azúcar, sal, empaques y cajas; se realiza en una bodega, en dicha bodega también se encuentra un congelador que almacena producto terminado como helado, crema y algún lácteo que se encuentre en alguna etapa de elaboración, carecer de estantes adecuados para almacenar los insumos, puede provocar pequeños incidentes.

2.2.8. Servicio sanitario y duchas

Actualmente la sección de aseo personal es a la vez el servicio sanitario de la planta que cuenta con una ducha y un área de casilleros para que los operarios almacenen sus pertenencias. Es importante por razones de higiene que la empresa cuente con secciones de aseo personal exclusivas para hombres y mujeres.

2.2.9. Área de limpieza

El área de limpieza consta de dos pilas, de las cuales una es utilizada para lavar los utensilios empleados en la elaboración de lácteos y la otra es utilizada para lavar los elementos como trapeadores, cepillos y escobas; con los cuales se limpian los pisos, paredes y botas.

2.3. Buenas Prácticas de Manufactura

A continuación se enumeran las normas y reglas que la empresa ejerce para el buen manejo de equipo y materia prima en la elaboración de lácteos.

- Equipo: el equipo utilizado en la elaboración de lácteos se somete a un proceso minucioso de limpieza y se desinfecta 15 minutos antes de ser utilizado, para evitar riesgos de contaminación, además de se almacena en un lugar limpio y libre de polvo.

- Vestimenta: toda persona que ingrese a la planta (operario o no) debe portar: botas de hule color blanco, éstas tienen que ser debidamente desinfectadas en el área de ingreso, bata manga corta color blanco, mascarilla en la boca y una redecilla en la cabeza. Es importante mencionar que la vestimenta se lava dentro de la planta para evitar la contaminación de la misma y la de la materia prima.
- Manipulación de materia prima: un elemento de suma importancia en la recepción de la materia prima es el filtro, cuya función es eliminar cualquier impureza y materia extraña que contenga la leche, antes y después de su análisis en el laboratorio. El operario antes de tener contacto directo con la materia prima para la elaboración de lácteos debe lavar sus manos con jabón antibacterial neutro.
- Control de plagas: la planta en la actualidad cuenta con diez estaciones de monitoreo para prevención y control de roedores, dos lámparas contra insectos y cuatro cortinillas de plástico en las entradas principales donde se maneja materia prima y producto terminado.
- Orden: la falta de espacio en el área de almacenamiento y cuarto frío, obliga a los operarios a dejar ciertos productos en distintas partes de la planta, lo cual genera desorden y puede provocar un accidente.
- Limpieza: los utensilios empleados para la elaboración de lácteos siempre se desinfectan 15 minutos antes de ser utilizados, los pisos del área de producción deben ser lavados y desinfectados antes y después del proceso de producción.

2.4. Distribución de producto

Para la carga de producto terminado dentro de la planta, se utiliza el área de descarga de materia prima. La empresa cuenta con distintos vehículos para la distribución de productos, entre los que destacan: motocicletas utilizadas para la entrega de producto a domicilio, camiones empleados para repartir producto en otros municipios y camioneta tipo panel para la entrega a supermercados y tiendas cercanas a la planta.

Los contenedores de los vehículos empleados para entregar productos deben poseer: una sonda termostática de soplado de aire para mantener fresco el producto, además de evitar que la superficie de los productos se hiele (*top freezing*), una serie de estantes para colocar el producto y cortinillas o persianas de plástico, para evitar la contaminación del producto al abrir las puertas del contenedor.

3. PROPUESTA DE MEJORA Y AUTOMATIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

El crecimiento de una empresa genera actividades que requieren precisión especial en su realización, las deficiencias que se pueden presentar mediante la producción artesanal obligan a implementar un sistema automatizado que permita mejorar los procesos de producción.

El sistema o proceso que opera por medio de recursos mecánicos con mínima intervención del hombre, se conoce como automatización.

3.1 Producción de lácteos

La necesidad de brindarle una mayor vida útil a la leche obliga al hombre a crear los productos lácteos, en la actualidad surgen necesidades como transformar procesos y métodos de trabajo para mejorar la calidad, tiempo de entrega y volumen de producción en la elaboración de lácteos, dichas necesidades pueden satisfacerse mediante la introducción de equipo especializado en cada estación de trabajo que lo requiera.

En el inciso 3.1.1 se mostrarán las especificaciones de la maquinaria y equipo necesario para automatizar los procesos de elaboración de lácteos.

3.1.1. Maquinaria y equipo

La capacidad de la maquinaria y equipo utilizado para elaborar lácteos dependerá de la cantidad de materia prima (leche), suministrada diariamente y de la modalidad de abastecimiento de la misma.

Las funciones del equipo con el que cuenta actualmente la empresa, se describirán a continuación.

- Molino: utilizado para triturar la leche posteriormente de haber sido cuajada cuando esta ha alcanzado un nivel de acidez deseable.
- Tinas: las tinas son utilizadas para coagular y cuajar la leche que será empleada para hacer queso.

Figura 18. **Tina para elaborar queso**



Fuente: <http://www.interlactea.com>. Consulta: 12 de diciembre del 2012.

- Homogenizador: su función es reducir los glóbulos grasos de la leche a través de la ruptura de los mismos por medio de la presión que estos manejan ($250 \cdot 10^4 \text{ kg/m}^2$).

Figura 19. **Homogenizador**



Fuente: www.es.alibaba.com. Consulta: 12 de diciembre 2012.

- Pasteurizador por placas: como su nombre lo indica la función de esta máquina es pasteurizar la leche (eliminar cualquier bacteria presente en la leche), lo cual implica darle tratamiento térmico de manera continua a una temperatura de $72 \text{ }^\circ\text{C}$ a $74 \text{ }^\circ\text{C}$ y la retiene durante 15 segundos, después la leche es enfriada mediante el intercambio de calor con agua helada en el mismo pasteurizador.

Figura 20. **Pasteurizador por placas**



Fuente: <http://www.interlactea.com>. Consulta: 13 de diciembre del 2012.

- Mesa de acero inoxidable: Utilizada para colocar el molino, amasar, empacar, moldear y desmoldar los distintos tipos de queso.

Figura 21. **Mesa de acero inoxidable**



Fuente: <http://www.interlactea.com>. Consulta: 13 de diciembre del 2012.

- Dosificador de crema: este aparato permite al operario de forma fácil introducir crema en el empaque (bolsa termocontraíble), es manejado por un pedal que permite abrir una boquilla en la cual es expulsada la crema, este método de llenado es un tanto impreciso ya que cabe la posibilidad que no todas las bolsas sean llenadas homogéneamente, se recomienda cambiar este aparato por un dosificador automático y de mayor precisión.

Figura 22. **Dosificador de crema**



Fuente: Área de Empaque, Empresa de Lácteos.

- Empacadora al vacío: está construida de acero inoxidable, su función es extraer el aire almacenado en el empaque y de esta forma darle mayor vida útil al producto.

Figura 23. **Empacadora al vacío**



Fuente: Área de Empaque, Empresa de Lácteos.

- Sellador para bolsas: ejerce presión en las mismas mediante el uso de pedal y la aplicación de calor.

Figura 24. **Sellador para bolsas**



Fuente: Área de Empaque, Empresa de Lácteos.

A continuación se describe una serie de máquinas necesarias para automatizar los procesos de producción.

- Tanque de recepción de leche: es un depósito utilizado para enfriar o mantener la leche a temperatura ambiente antes de que esta sea procesada.

El tanque de recepción está elaborado de acero inoxidable (material exigido por las normas que regulan el almacenamiento de productos lácteos), consiste en una tina interior y otra exterior las cuales están separadas por espuma de poliuretano.

Está equipado de un agitador para lograr un enfriado rápido y homogéneo de la leche, la tina exterior se encuentra mínimamente

inclinada para permitir la evacuación de leche, posee un termómetro el cual proporciona la temperatura interior del tanque, en lo alto del tanque cerrado hay un visor para inspeccionar y visualizar la limpieza manual, existen dos aberturas de las cuales una se utiliza para aireación y la otra para introducir la leche.

Mediante la caja de comandos el operario puede poner en marcha el tanque, controlar la agitación y temperatura de la leche.

La capacidad del tanque será de 5 000 litros, de estructura horizontal (ver figura 25) con 5 metros de largo, 2 metros de ancho, 2,2 metros de alto, poder de mezcla de 1,1 * 2 kw y 43 RPM de velocidad de mezcla.

Figura 25. **Tanque de recepción de leche**



Fuente: www.lactocyex.com. Consulta: 20 de diciembre del 2012.

- **Descremadora:** Su función principal es separar los glóbulos grasos de la leche obteniendo crema y leche baja en grasa, mediante un sistema de flujo que se alimenta bajo presión.

Fabricada de acero inoxidable, posee: un sistema automático de expulsión, conjunto de estandarización previsto con garantía de control preciso de la estandarización de la leche y la concentración de la crema, manómetro para control de presión de salida, equipado con cuadro eléctrico y panel de descarga, soporta redes monofásicas o trifásicas y cuenta con la opción de autolimpieza.

Dimensiones: alto: 0,97 m, ancho: 0,79m, profundidad: 0,94 m; capacidad para procesar: 5 000 litros de leche por hora.

Figura 26. **Descremadora industrial**



Fuente: www.lactocyex.com. Consulta: 20 de diciembre del 2012.

- Cuba de cuajo automatizada: Utilizada para el cuajado, corte, salado y desuerado de la leche. Elaborada de acero inoxidable, con capacidad para procesar 1 000 litros de leche, sus dimensiones son: 0,5 m de ancho, 2,5 m de largo.

Cuenta con entrada y drenado de agua, caja de control para verificar: los procesos de corte, salado, desuerado, la velocidad del mecanismo de agitación para producir el movimiento que origina la cuajada y la temperatura.

Figura 27. **Cuba de cuajo automatizada**



Fuente: www.spanish.alibaba.com. Consulta: 13 de diciembre del 2012.

- Hiladora amasadora de queso: está diseñada para realizar la cocción y el hilado de quesos de pasta hilada como: mozzarella, queso pita y quesillo.

La máquina cuenta con un equipo de hilados de doble cinta, una caja de comandos para manejar la variación de la velocidad y medir la temperatura interior, elaborada de acero inoxidable, desarmable para ser limpiada, con capacidad para procesar 500 kg de producto, dimensiones: 1,00 m ancho, 1,75 m largo, 1,45 m alto.

Figura 28. **Hiladora amasadora de queso**



Fuente: www.lactocyex.com. Consulta: 13 de diciembre del 2012.

- **Envasadora automática:** de uso exclusivo para llenar bolsas de leche o crema de 150 a 200 ml a una velocidad de 40 bolsas/min. Control electrónico de temperatura de sellado, control mecánico de dosificación de bolsa.

Elaborada de acero inoxidable, con dimensiones de 0,7 m de largo, 0,85 m de ancho. Voltaje 220/380 y de 3 fases, potencia de 3,5 kw.

Figura 29. **Envasadora automática**



Fuente: www.spanish.alibaba.com. Consulta: 25 de julio de 2013.

- Envasadora de yogurt: con capacidad de envasar 2 400 recipientes por hora, colocar automáticamente los envases de plástico (con un volumen máximo de 500 cm³), dosificar volumétricamente el yogurt en los envases, colocar tapas de aluminio, cerrar por autosellado, colocar fecha de caducidad del producto.

Elaborada de acero inoxidable, consumo eléctrico de 2,5 Kw, caja de control, dimensiones de 0,8m x 0,85m x 1,5 m.

Figura 30. **Envasadora para yogurt**



Fuente: www.spanish.alibaba.com. Consulta: 13 de diciembre del 2012.

Para el funcionamiento de las máquinas mencionadas anteriormente se requiere de una serie de equipo que a continuación se describirá.

- Caldera: su función consiste en generar vapor necesario para todas las labores y procesos térmicos que se realizan en la planta.
- Banco de hielo: tanque donde se enfría agua para realizar el intercambio de calor y bajar la temperatura de la leche a 4 °c y mantenerla fría.

- Bomba de agua helada: lleva el agua del banco de hielo a través del pasteurizador, refrigera la leche y la regresa para enfriarla nuevamente en el banco de hielo.
- Bomba de agua caliente: lleva agua caliente a través del pasteurizador y transfiere calor a la leche y la retorna a la caldera.

3.2. Propuesta de expansión de planta

La introducción de maquinaria nueva en la planta de producción requiere la expansión física de la misma, para maximizar las operaciones relacionadas con la producción de lácteos. Cabe mencionar que la expansión no será únicamente en el área de producción, también se crearán espacios para el área administrativa.

El edificio que complementará el espacio existente de la empresa poseerá dos niveles y las condiciones se describirán en la tabla X.

Tabla X. **Condiciones del nuevo edificio**

	Descripción
Pisos	Por el tipo de producto que se maneja, los pisos serán de granito color blanco.
Paredes	Las paredes del área de producción, recepción de materia prima, laboratorio, área de refrigeración, área de empaque, entrega de producto terminado; se revestirán de azulejo, ya que el azulejo facilita la limpieza de las paredes. Las paredes de las áreas restantes se cubrirán con repello.
Iluminación	Para la jornada diurna será natural y para la jornada mixta y nocturna de tipo artificial (540 luxes en todos los puntos de inspección, 300 luxes en las áreas de trabajo, 50 luxes en otras áreas).
Ventilación	La ventilación será de tipo natural, con ventanas en la parte superior del área de producción y ventanas en el área administrativa.

Fuente: elaboración propia.

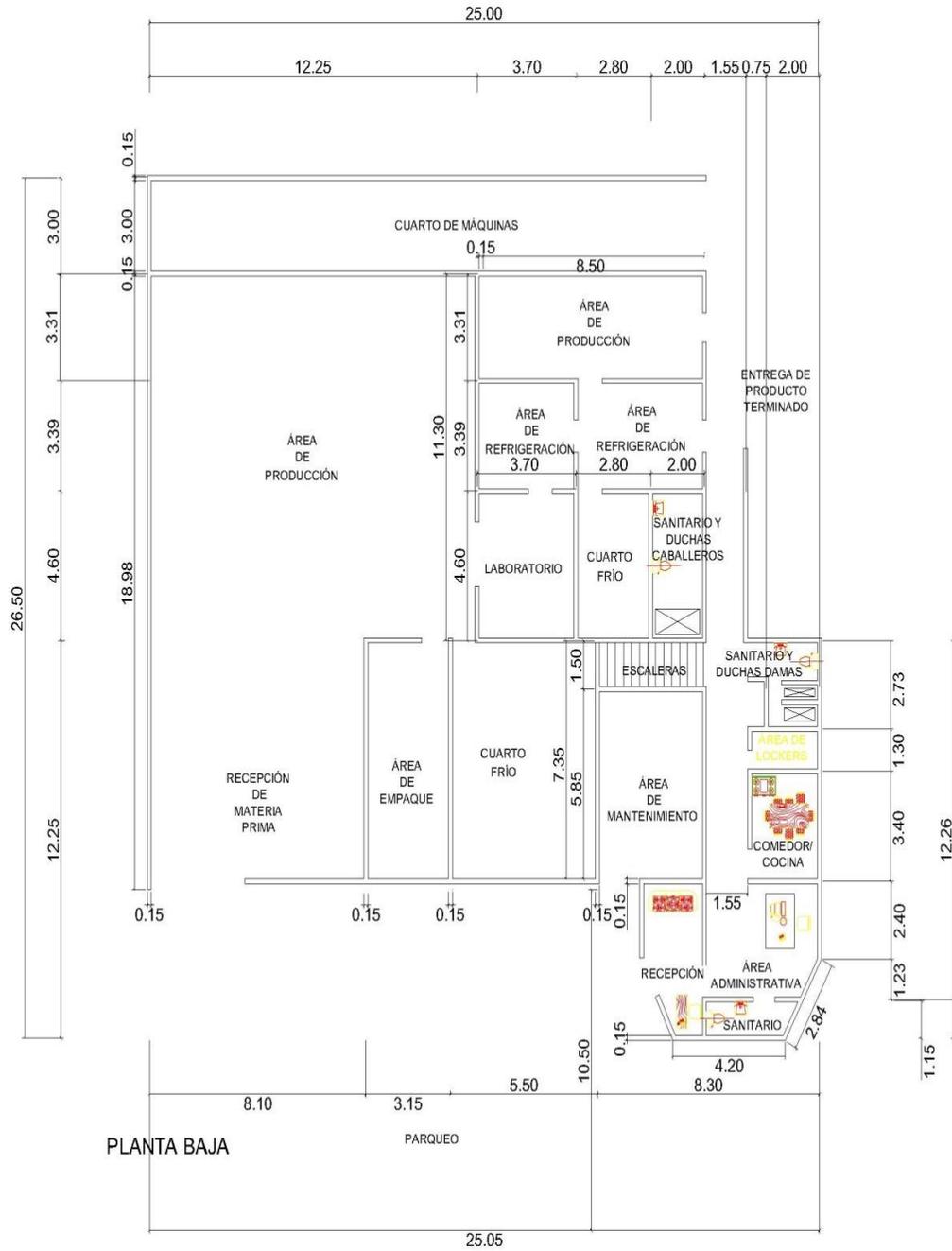
3.2.1. Mejora en la distribución de planta

La Empresa de Lácteos posee el tipo de producción intermitente, en el cual se realizan distintos tipos de producto con el mismo equipo, por lo tanto para la distribución de planta se utilizó el método de acuerdo al proceso.

Como se mencionó en el inciso 3.2, el edificio que se construirá como parte de la expansión física de la planta constará de dos niveles, en los cuales se distribuirán las áreas de trabajo de la siguiente manera:

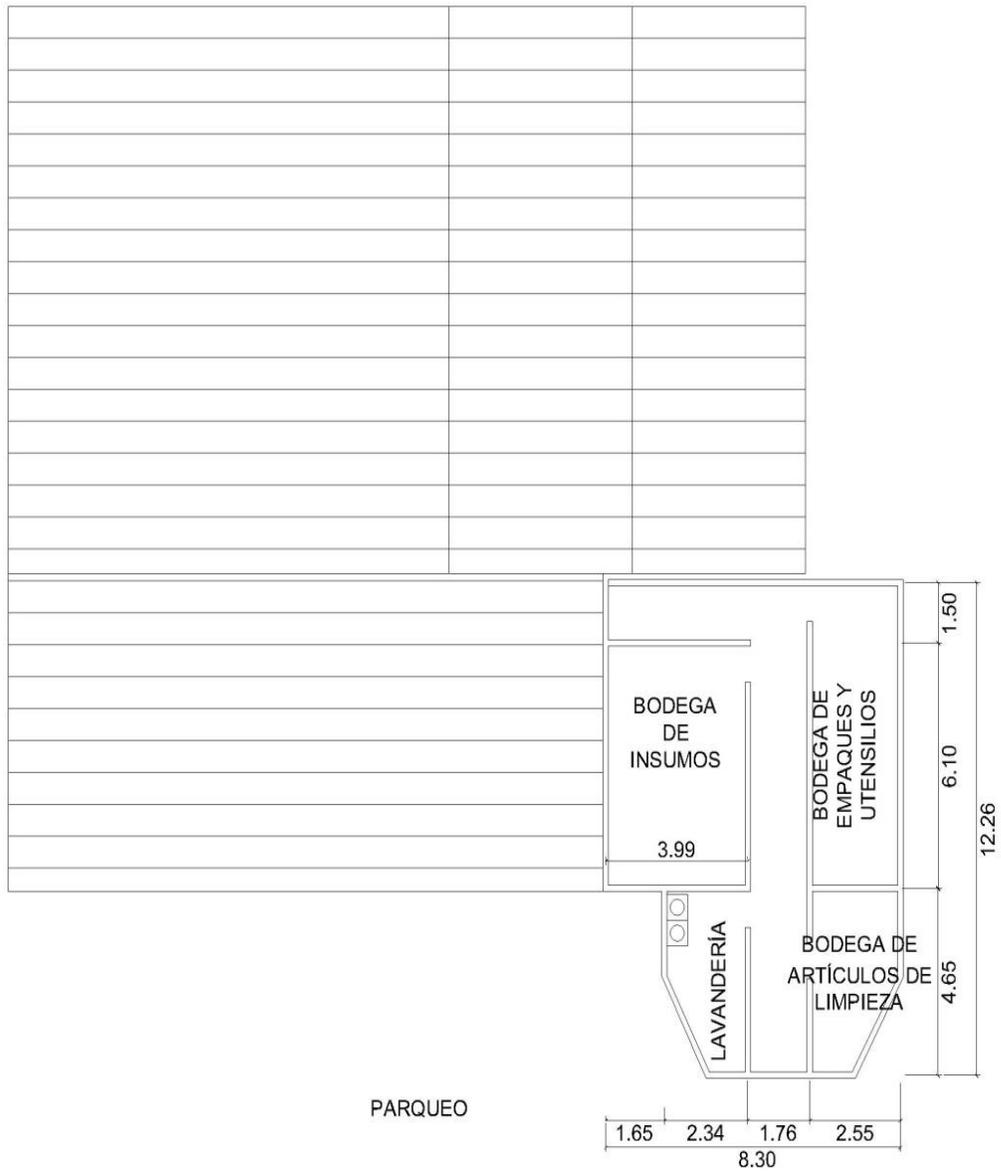
- Planta baja: recepción de materia prima, área de producción, laboratorio, cuarto frío, área de refrigeración (en la cual se colocarán los refrigeradores que almacenarán helados), área de empaque, entrega de producto terminado, sanitarios y duchas de damas, sanitarios y duchas de caballeros, área de *lockers* (para almacenar las pertenencias de los empleados), comedor, cocina, área administrativa, recepción del área administrativa y área de mantenimiento. (ver figura 31).
- Planta alta: bodega de empaques e insumos, lavandería, bodega de utensilios (cubetas, ollas, bandejas, etc), lavandería y bodega de artículos de limpieza (jabones, detergentes, limpiadores, etc). (ver figura 32)

Figura 31. Distribución planta baja



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

Figura 32. **Distribución planta alta**



PLANTA ALTA

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

3.2.2. Métodos de recepción de materia prima

El riesgo de contaminación de materia prima que se sufre durante la recepción es sumamente grande, por tal motivo es necesario utilizar equipo totalmente cerrado como el tanque de recepción de leche descrito en el inciso 3.1.1, la capacidad de dicho tanque es de 5 000 litros, si se desea que la planta procese 10 000 litros es importante poseer dos horarios de recepción de leche, uno en la mañana y otro a medio día.

Una de las ventajas del tanque de recepción es que en este se puede depositar leche tanto de manera automatizada (de un camión cisterna) como de cantaros de leche. Otro aspecto importante para reducir el riesgo de contaminación de materia prima es el manejo de la leche única y exclusivamente por los operarios.

3.2.3. Bodega de insumos

Para la elaboración de lácteos se utilizan insumos como: proteínas, sueros, cultivos, cuajos, colorantes, saborizantes, ácidos, grasas, azúcar y sal; que necesitan ser almacenados en espacios exclusivos, en los cuales no tengan contacto con polvo o algún otro tipo de materia contaminante.

La bodega de insumos poseerá estantes para almacenar elementos a temperatura ambiente y un refrigerador para almacenar insumos que requieran de bajas temperaturas para su conservación.

Según la norma sanitaria para la autorización y control de fábricas procesadoras de leche y productos lácteos No. 001-2003, “no se almacenarán recipientes, equipo, utensilios de trabajo, productos y utensilios de limpieza en las zonas donde se prepare, elabore, manipule envase o almacene leche o productos lácteos expuestos”. Por tal razón se crearán espacios separados para almacenamiento de artículos de limpieza, utensilios de trabajo y empaques (como cajas, bolsas y etiquetas) y de esta manera reducir el riesgo de contaminación de producto además y promover el orden en el área de trabajo.

3.2.4. Almacenamiento de producto terminado

El incremento del volumen de producción al cual se verá sometida la empresa exige la creación de un área adicional para el almacenamiento de producto terminado.

Dicha área de almacenamiento es mejor conocida como cuarto frío y sus especificaciones técnicas son: dimensiones 7,35 m de largo y 5,50 m de ancho; las paredes y el techo se cubrirán con paneles de lámina de acero galvanizado que contienen poliuretano inyectado; una unidad condensadora completamente hermética de alta temperatura con válvula, botella, solenoide, moto ventilador, base, gas refrigerante, control presonstático, evaporador para baja temperatura y termómetro.

Se aplicarán las siguientes disposiciones tal y como lo exige la norma sanitaria para la autorización y control de fábricas procesadoras de leche y productos lácteos No. 001-2003.

La admisión será restringida al personal necesario para efectuar eficazmente las operaciones.

Las puertas serán cubiertas con cortinas plásticas de flecos y no se dejarán abiertas durante períodos de tiempo prolongados, sino que se cerrarán inmediatamente después del uso.

No se apilará leche, productos lácteos, envases o recipientes que los contengan directamente en el suelo. Se colocarán sobre plataformas o sobre tarimas retiradas de la pared 50 cm y del piso 15 cm, de manera tal que se proteja la higiene de los productos y que exista una adecuada circulación de aire.

Los productos calientes se enfriarán antes de colocarlos en grandes recipientes para evitar que se deterioren y los productos deben despacharse siguiendo el sistema primeros en entrar, primeros en salir (PEPS).

3.2.5. Proceso de empaque

Los métodos de empaque que en la actualidad se emplean en la planta no se dan abasto, puesto que son procesos manuales y sumamente lentos.

El propósito de introducir maquinaria como la envasadora de crema y yogurt es agilizar el proceso de envasado y etiquetado así como reducir el número de operarios trabajando en el proceso (y de esta manera intervenir en otros procesos para mejorar la eficacia de los mismos) ya que se necesita solamente de un operario para manejar y supervisar cada máquina.

Para toda la gama de quesos que se fabrican en la empresa los procesos de empaque serán semi-automatizados puesto que el empaque primario y las etiquetas se colocarán de manera manual y el empaque secundario se colocará mediante una empacadora al vacío para extender la vida útil del producto.

3.2.6. Laboratorio

Actualmente la única función del laboratorio es analizar que la leche cumpla con las características necesarias para la elaboración de lácteos, sin embargo es necesario contar con un laboratorio que posea el equipo adecuado para realizar ensayos de control de calidad del producto terminado.

Para el cumplimiento de normas de calidad vigentes en el país es necesario realizar una serie de estudios de tipo fisicoquímico y microbiológico, con el equipo que se detalla en la tabla XI.

Además del equipo mencionado anteriormente, es importante tomar en cuenta cristalería, elementos de soporte, medición y otros componentes básicos en un laboratorio químico.

Tabla XI. **Equipo para laboratorio de calidad**

Equipo	Función
Agitador eléctrico	Dispositivo que se utiliza para mezclar líquidos o preparar disoluciones. En el laboratorio de calidad de lácteos determinará las impurezas macroscópicas del producto.
Autoclave	Para esterilización de material de vidrio, vasos mezcladores, medios de cultivo y diluyentes
Balanza analítica de precisión	Sirve para medir masa, ofrece mayor precisión que otros modelos de básculas. Utilizada para Análisis fisicoquímicos.
Fotocolorímetro	Determinar la fosfatasa residual en quesos.
Fuente de luz y filtro	Determinar la fosfatasa residual. Consiste en una luz fluorescente diurna de 14 a 22 W y un filtro de luz, de vidrio o de plástico, de 10 cm de alto por 30 cm de ancho.
Incubadora	Determinar la fosfatasa residual y otros análisis microbiológicos.

Fuente: SPREER, Edgar. Lactología Industrial.

3.2.7. Área administrativa

En el área administrativa se establecen los objetivos de una organización y como alcanzarlos a través del manejo de recursos humanos, económicos y materiales. El soporte de las áreas restantes de la compañía es el área administrativa.

La creación de un espacio físico dentro de la empresa que represente el área administrativa es vital, ya que en él se encontrarán la recepción y el despacho del administrador (ver figura 33), todo esto con el fin de crear orden.

3.3. Procesos a mejorar

A continuación se describirá la manera en la cual serán mejorados los procesos de elaboración de lácteos con la intervención de la maquinaria y equipo descrito en el inciso 3.1.1.

Recepción de materia prima, descremado y pasteurización; son procesos que tienen en común los productos elaborados en la planta.

La recepción de materia prima como se indicó en el inciso 3.2.2. se realizará mediante un tanque de recepción de leche, para el manejo correcto de dicho tanque el operario debe tener conocimientos sobre el manejo de controles computarizados.

El descremado de la leche se realizará por medio de una descremadora industrial, dicha máquina tiene la capacidad de procesar mayor cantidad de materia prima que la que se procesa con las descremadoras que actualmente

se tienen en la planta, otra característica importante en este proceso es el manejo de la descremadora mediante el control de mando computarizado.

El proceso de pasteurización se realizará mediante un pasteurizador de placas, el cual posee un control de mando que brinda información como: la velocidad con la que se procesa la leche y la temperatura de la misma.

3.3.1. Mejora en la producción de queso fresco

La introducción de una cuba de cuajo automatizada en la producción de queso fresco, implica una reducción y estandarización de tiempos en procesos como: agregar calcio, coagular, cortar cuajada y desuerar; otra ventaja de dicha maquina es la precisión al medir la temperatura y velocidad (factores físicos, químicos y mecánicos que influyen en las características del producto final) con la cual se está manejando la materia prima.

Para el proceso de molido es necesario colocar el molino a una distancia sobre el suelo la cual les permita a los operarios introducir la leche cuajada sin la necesidad de utilizar un apoyo y correr el riesgo de sufrir un accidente.

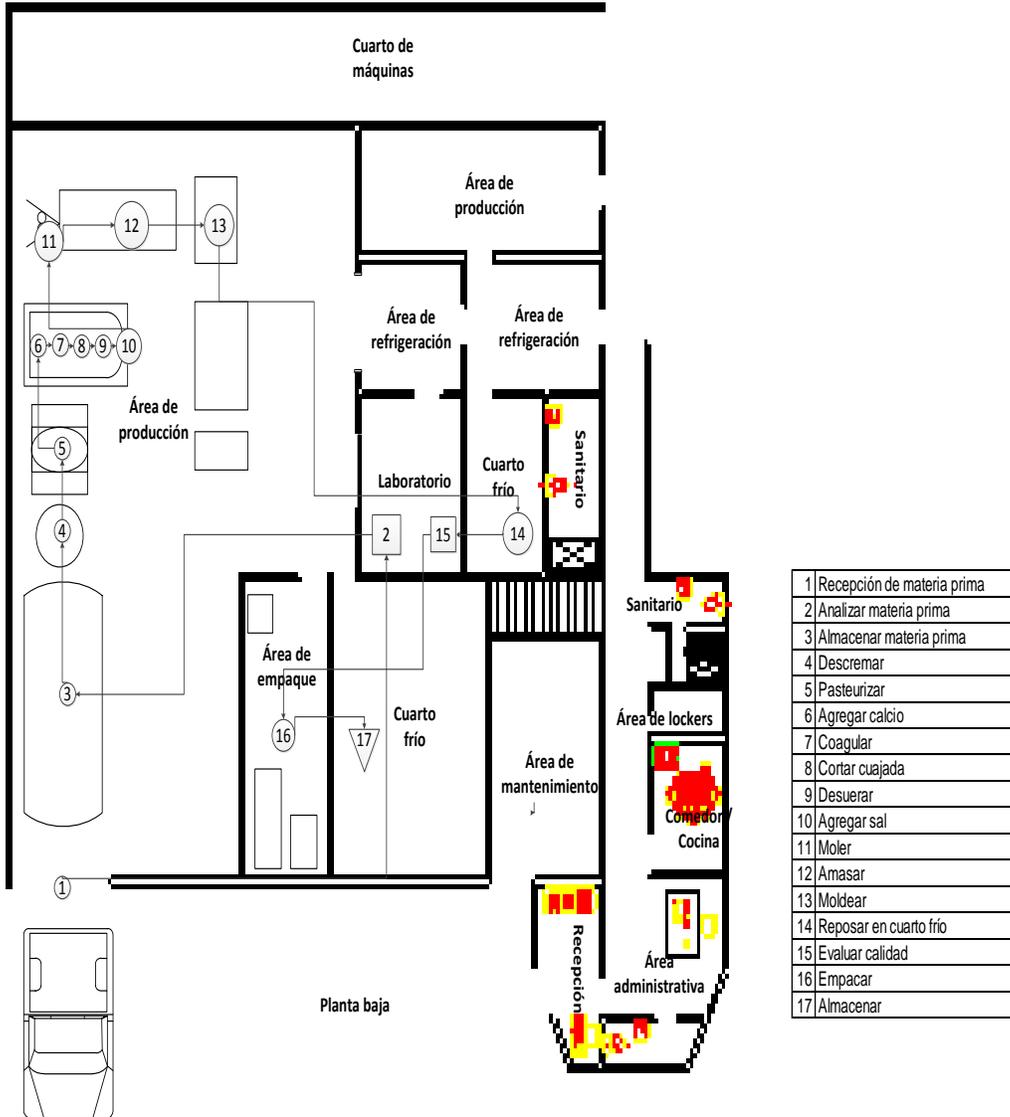
El cuarto frío que actualmente se utiliza para almacenar producto terminado se utilizará únicamente para el reposo de productos en elaboración, esto debido a la ampliación y redistribución de la planta.

Evaluar la calidad del producto terminado será el principal objetivo del nuevo laboratorio, además de realizar el análisis de materia prima que en la actualidad es la única función del mismo.

El moldeado de queso consiste en introducir el cuajo molido a bases cuadradas de madera, dicho proceso no sufrirá cambio alguno, ya que la máquina encargada de realizar este proceso requiere de espacio con el cual la planta no cuenta.

El proceso de empaque no sufrirá cambios mayores tal como fue descrito en el inciso 3.2.5.

Figura 33. Diagrama de recorrido mejorado, elaboración de queso fresco



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

3.3.2. Innovación en la elaboración de queso pita

Procesos como: agregar calcio, coagular, cortar cuajada y desuerar; se realizan de la misma manera que en la producción de queso fresco descritos en el inciso 3.3.1.

Mediante el uso de la hiladora amasadora de queso descrita en el inciso 3.1.1, se obtienen beneficios como: la estandarización de tiempos en los procesos de moldeado y estirado, reducir el riesgo que corren los operarios de sufrir quemaduras ya que en el proceso de amasado y estirado se maneja agua a altas temperaturas, el control de mando de la máquina proporciona la temperatura y la velocidad del proceso para determinar la consistencia del producto final.

El área que actualmente se utiliza para producción, se empleará para procesos como: reposo en agua fría, reposo en salmuera, reposo a temperatura ambiente, corte y pesado.

Los procesos de corte y pesado se realizarán manualmente ya que la maquinaria utilizada requiere espacio que la planta no posee.

La evaluación de la calidad se realizará en el laboratorio. El proceso de empaque fue descrito en el inciso 3.2.5.

Figura 34. Diagrama de recorrido mejorado, elaboración de queso pita



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

3.3.3. Procedimientos a mejorar en la fabricación de queso seco

A continuación se describirán los procedimientos en los cuales se involucrará la automatización.

3.3.3.1. Recepción de materia prima

Como fue descrito en el inciso 3.2.2, la leche será recibida de cántaros, analizada en el laboratorio para verificar que cuente con las características fisicoquímicas y organolépticas necesarias, después de dicha evaluación será depositada en el tanque de recepción.

3.3.3.2. Manejo de materia prima

Después almacenar la leche se procede a activar la descremadora industrial para dar paso al proceso de descremar.

El proceso de pasteurización consiste en la eliminación de bacterias y otro tipo de microorganismos nocivos para la salud, mediante el paso de la leche a través de una serie de placas a temperatura constante. Dicho proceso posee tiempo estandarizado de 15 segundos.

Agregar calcio y lipasa, coagular, cortar cuajada, desuerar y agregar sal; son procesos realizados en la cuba de cuajo automatizada. En la actualidad dichos procesos no cuentan con tiempos estándar, con la introducción de la cuba automatizada se pretende estandarizar dichos tiempos.

El cuarto frío que actualmente se utiliza para almacenar producto terminado y reposar producto en elaboración, será empleado únicamente para reposar producto en elaboración, esto con el fin de mantener el orden en la planta.

El nuevo procedimiento involucrado en la elaboración de queso seco es la evaluación de calidad del producto terminado, que consiste en verificar la composición fisicoquímica de dicho producto.

3.3.3.3. Empaque

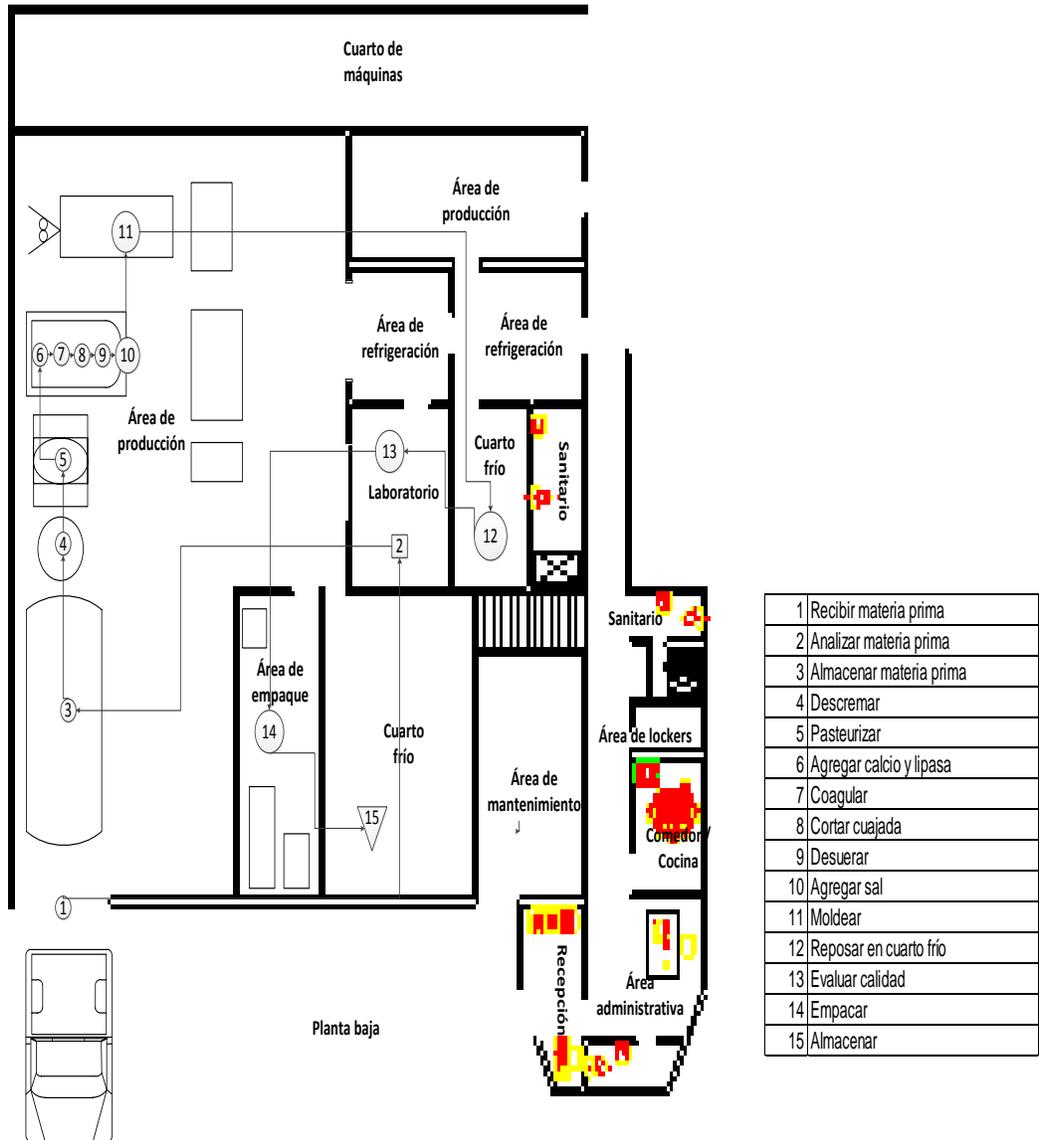
El proceso de empaque se realizará en dos fases, la primera fase consiste en colocar el empaque primario de manera manual y la segunda fase consiste en colocar el empaque secundario con el auxilio de una empacadora al vacío.

El empaque al vacío tiene la característica de extender la vida útil del producto.

3.3.3.4. Almacenamiento de producto terminado

La creación de un cuarto frío (con área de 40,43 m² y las especificaciones técnicas descritas en el inciso 3.2.4), exclusivo para el almacenamiento de producto terminado ayuda a mantener orden y control en el mismo.

Figura 35. Diagrama de recorrido mejorado, elaboración de queso seco



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

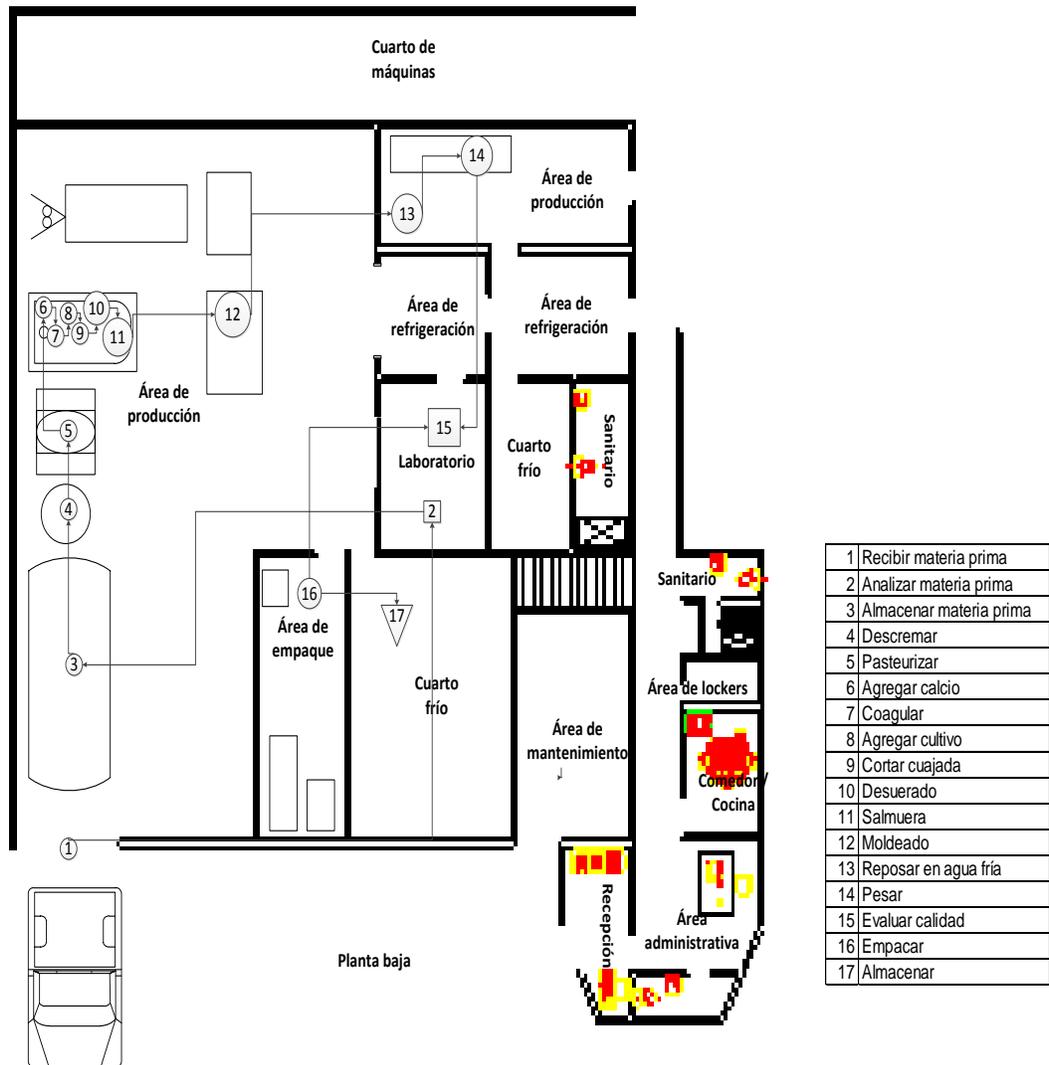
3.3.4. Tecnologías aplicadas al área de producción de queso mozzarella

Procesos como: agregar calcio, coagular, cortar cuajada y desuerar; se realizan de la misma forma que en la producción de queso fresco descritos en el inciso 3.3.1.

La elaboración de queso mozzarella es similar a la de queso pita, a diferencia que en la elaboración de mozzarella no se manejan procesos como: estirado, moldeado, corte, reposo en salmuera y reposo a temperatura ambiente.

En el proceso de moldeado, la introducción de la hiladora amasadora proporcionará estandarización de tiempos, así como reducir el riesgo de quemaduras debido al manejo de materia prima a altas temperaturas.

Figura 36. Diagrama de recorrido mejorado, elaboración de queso mozzarella



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

3.3.5. Técnicas para mejorar la sección del yogurt

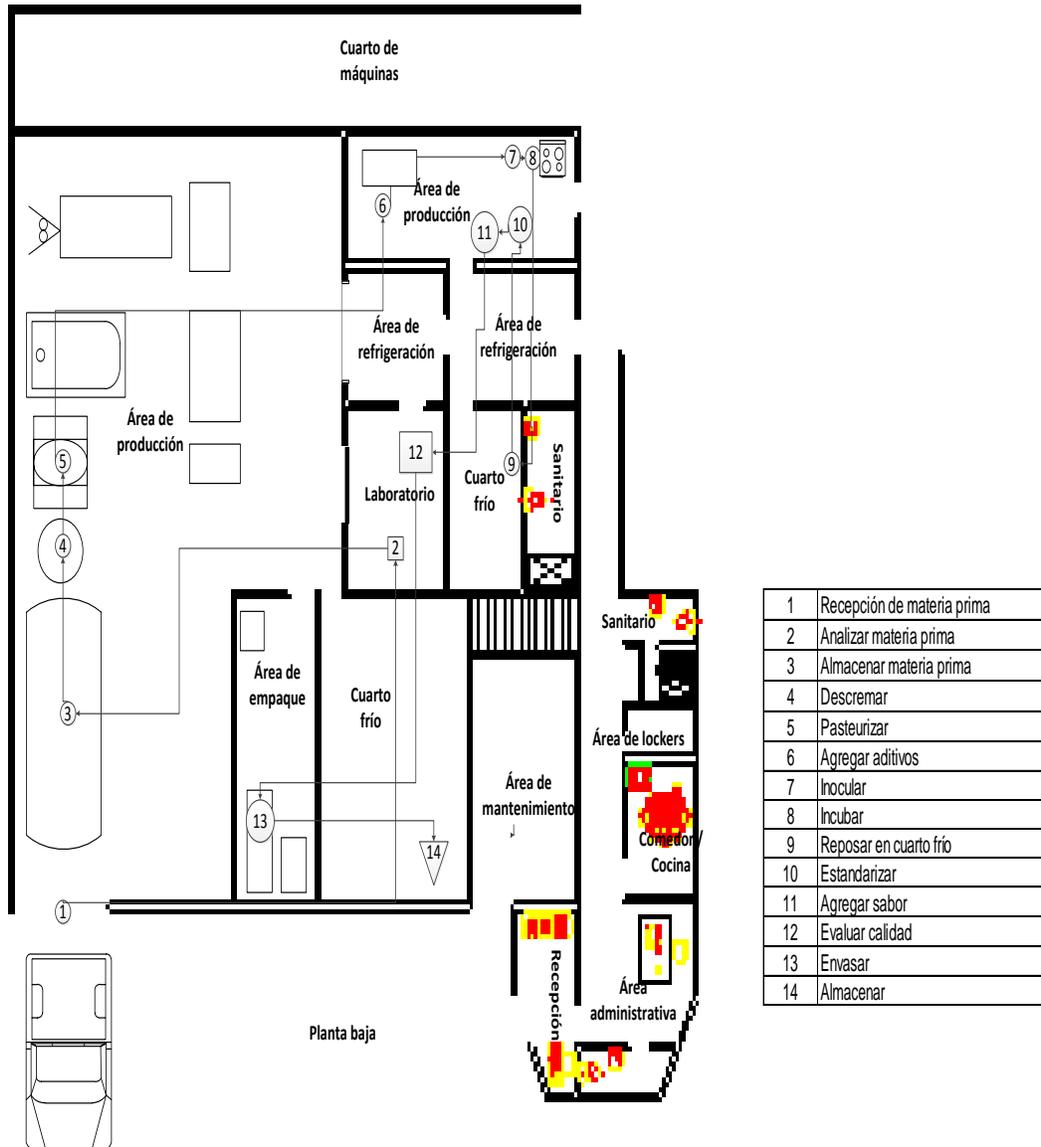
Procesos como: agregar aditivos, inoculación e incubación (efectuados en estufa industrial), estandarizar y agregar sabor; se realizarán en el área que actualmente funciona como área de producción.

Evaluar calidad es un nuevo proceso involucrado en la elaboración de yogurt, que permite a la empresa ofrecerle al cliente la seguridad que el producto que consumirá estará libre de cualquier falla que pueda perjudicar su salud.

La técnica de envasado se innovará mediante la introducción de la envasadora de yogurt, dicha máquina estandarizará los tiempos de envasado, sellado y colocación de fecha de caducidad.

El reposo del producto en elaboración se realizará en el cuarto frío que actualmente se utiliza para almacenar producto terminado.

Figura 37. Diagrama de recorrido mejorado, elaboración de yogurt



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

3.3.6. Mejoras a realizar en la línea de producción de crema

La introducción de la descremadora industrial ayudará a agilizar el descremado puesto que ésta posee mayor capacidad de procesar materia prima, la maduración de la crema se realizará en el cuarto frío donde actualmente se almacena producto terminado, el proceso de estandarización al igual que la estandarización de yogurt se realizará en el área que actualmente se utiliza como área de producción.

Evaluar la calidad es un proceso nuevo en la elaboración de la crema que determinará la presencia de bacterias y otro tipo de microorganismos perjudiciales para la salud. Este proceso se realizará en las nuevas instalaciones del laboratorio.

Por medio de la envasadora de crema se agilizarán acciones como: embolsar, sellar y colocar fecha de caducidad del producto; lo cual indica que sus tiempos se estandarizarán.

Figura 38. Diagrama de recorrido mejorado, elaboración de crema



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

3.3.7. Métodos actualizados en la producción de helado

Los métodos mejorados para la producción de helado serán:

Almacenamiento de materia prima mediante el uso de un tanque de recepción, el cual posee características (descritas en el inciso 3.2.2) que evitarán la contaminación de la leche, entre otros aspectos importantes.

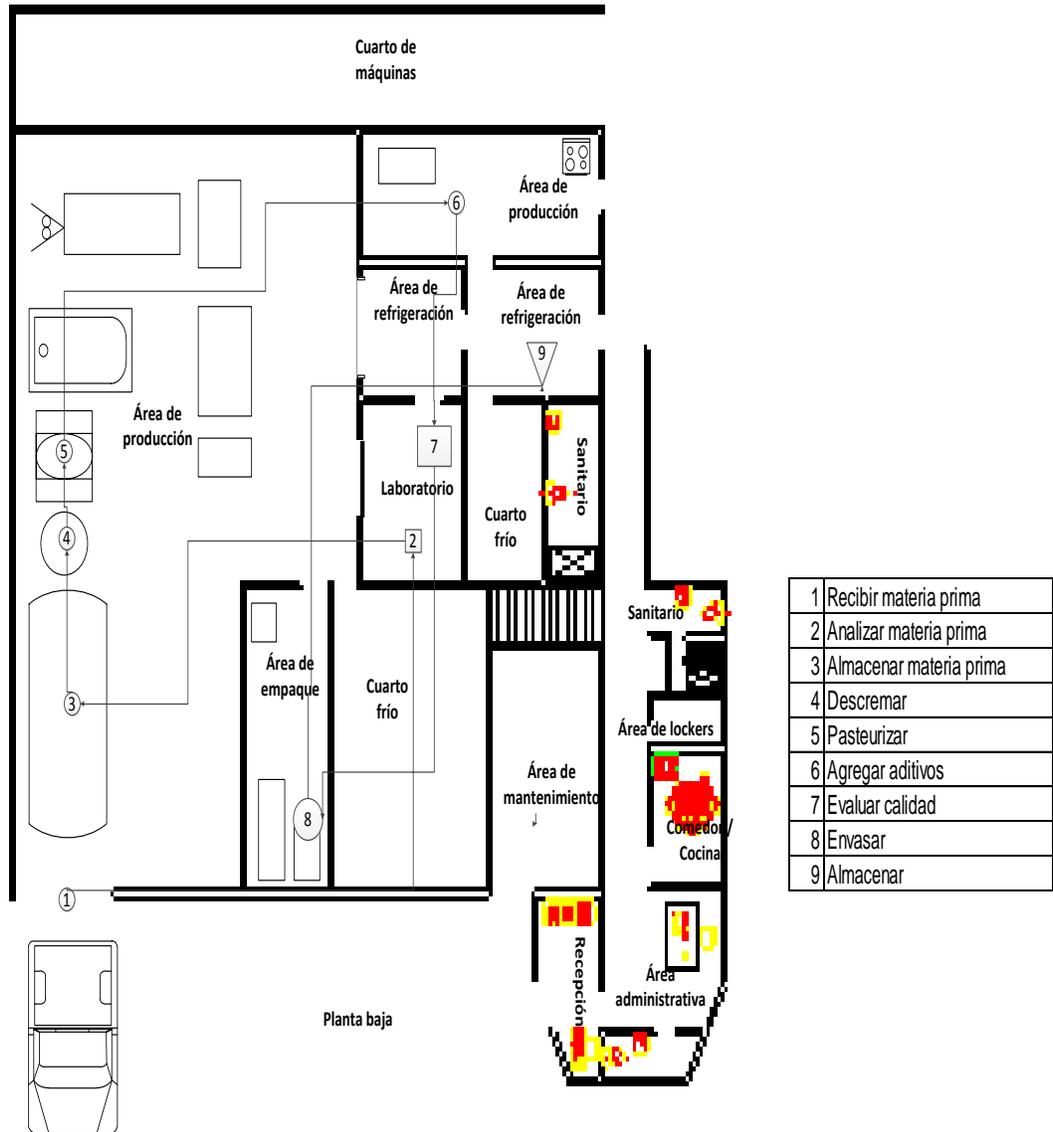
El procedimiento de agregar aditivos se realizará en el espacio que actualmente se utiliza como área de producción, esto para evitar la contaminación de producto en proceso.

Evaluar la calidad resalta el compromiso que posee la empresa de ofrecerles a sus clientes producto libre de bacterias y microorganismos perjudiciales para la salud.

El método de envasado fue el que sufrió de un cambio sumamente importante ya que mediante la introducción de la envasadora, el llenado y sellado de bolsas será automático y con mayor precisión. Otra ventaja que presenta el introducir ésta máquina es la estandarización de tiempos.

La creación de espacios que alberguen congeladores para almacenar helado, favorecen al orden y limpieza dentro del área de trabajo.

Figura 39. Diagrama de recorrido mejorado, elaboración de helado



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

3.4. Capacitación del personal

El objetivo de capacitar es mejorar el desempeño del personal en el área de trabajo proporcionándole conocimientos que incrementen su capacidad técnica, destreza y habilidad.

El plan de capacitación para los operarios debe suministrar la información necesaria sobre, el manejo y métodos de limpieza de la maquinaria que se introducirá para automatizar los procesos de producción, la importancia de las buenas prácticas de manufactura, el orden y limpieza en el área de trabajo, el manejo y aplicación de extinguidores, interpretación de rutas de evacuación y señalización industrial, primeros auxilios y el manejo de habilidades y destrezas que permitan desenvolverse de manera correcta en el área de trabajo.

La administración será la encargada de evaluar el sistema por el cual se capacitará a los empleados, ya sea enviándolos a tomar cursos a establecimientos como el Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (INTECAP), o contratando a un profesional con experiencia y conocimientos en el área.

3.5. Tiempo de entrega

El tiempo de entrega es un criterio de rendimiento que permite detectar la velocidad y cumplimiento de los pedidos de producto, proporciona información para solucionar y/o prevenir incidencias (como pedidos incompletos o retrasados) que puedan ser reportadas por los clientes.

A continuación se presenta la comparación de los tiempos de entrega de productos realizados artesanalmente e industrialmente, basados en el estudio de tiempos expuesto en el capítulo 2 del presente trabajo de investigación y en las especificaciones de los proveedores de las máquinas a introducir.

Tabla XII. **Tiempos de entrega de línea artesanal versus línea automatizada de queso fresco, queso pita y queso seco**

Queso fresco		
ACTIVIDAD	TIEMPOS EN MINUTOS PARA LINEA ARTESANAL (2255 LITROS DE CAPACIDAD)	TIEMPOS EN MINUTOS PARA LINEA AUTOMATIZADA (2255 LITROS DE CAPACIDAD)
Recepción de leche	45.50	45.50
Medir leche	15.00	15.00
Colocar leche en paila de recepción	10.50	10.50
Descremado	273.33	27.06
Pasteurización	0.25	0.25
Agregar calcio	6.50	6.50
Coagulación	45.00	45.00
Corte de cuajada	12.30	5.00
Desuerado	20.05	7.00
Agregar sal	1.11	1.11
Molido	1.51	1.51
Amasado	0.10	0.10
Moldeado	0.09	0.09
Reposo en cuarto frío	1440.00	1440.00
Empaque	0.63	0.63
Almacenamiento	20.50	20.50
TOTAL	1892.37	1625.75
Queso seco		
ACTIVIDAD	TIEMPOS EN MINUTOS PARA LINEA ARTESANAL (375 LITROS DE CAPACIDAD)	TIEMPOS EN MINUTOS PARA LINEA AUTOMATIZADA (375 LITROS DE CAPACIDAD)
Recepción de leche	45.50	45.50
Medir leche	15.00	15.00
Colocar leche en paila de recepción	10.50	10.50
Descremado	45.45	4.5
Pasteurización	0.25	0.25
Agregar calcio y lipasa	2.00	2.00
Coagulación	40.00	40.00
Corte de cuajada	19.07	5.00
Desuerado	41.50	7.00
Agregar sal	2.20	2.20
Moldeado	0.93	0.93
Reposo en cuarto frío	1440.00	1440.00
Empaque	0.78	0.78
Almacenamiento	25.08	25.08
TOTAL	1688.26	1598.74

Continuación de la tabla XII.

Queso pita		
ACTIVIDAD	TIEMPOS EN MINUTOS PARA LINEA ARTESANAL (400 LITROS DE CAPACIDAD)	TIEMPOS EN MINUTOS PARA LINEA AUTOMATIZADA (400 LITROS DE CAPACIDAD)
Recepción de leche	45.50	45.50
Medir leche	15.00	15.00
Colocar leche en paila de rec	10.50	10.50
Descremado	24.24	4.8
Pasteurización	0.25	0.25
Agregar calcio	1.00	1.00
Coagulación	40.00	40.00
Agregar cultivo	60.00	60.00
Corte de cuajada	21.00	5.00
Desuerado	33.06	7.00
Agregar sal	2.00	2.00
Moldeado	46.07	30.00
Estirado	60.00	30.00
Reposo en agua fría	12.00	12.00
Corte	2.00	2.00
Salmuera	240.00	240.00
Reposo a temperatura ambie	30.00	30.00
Pesado	1.11	1.11
Empaque	1.95	1.95
Almacenamiento	23.45	23.45
TOTAL	669.13	561.56

Fuente: elaboración propia, con base en información proporcionada por proveedores y Área de Producción de la Empresa de Lácteos.

Tabla XIII. **Tiempos de entrega de línea artesanal versus línea automatizada de queso mozzarella, yogurt, helado y crema**

Crema		
ACTIVIDAD	TIEMPOS EN MINUTOS PARA LINEA ARTESANAL (250 LITROS DE CAPACIDAD)	TIEMPOS EN MINUTOS PARA LINEA AUTOMATIZADA (250 LITROS DE CAPACIDAD)
Recepción de leche	56.70	56.70
Medir leche	22.03	22.03
Colocar leche en paila de rec	15.32	15.32
Descremado	30.00	3.00
Maduración en cuarto frío	1440.00	1440.00
Estandarizado	1.00	1.00
Envasado	0.49	0.03
Almacenamiento	25.06	25.06
TOTAL	1590.60	1563.14

Continuación de la tabla XIII.

Queso mozzarella		
ACTIVIDAD	TIEMPOS EN MINUTOS PARA LINEA ARTESANAL (400 LITROS DE CAPACIDAD)	TIEMPOS EN MINUTOS PARA LINEA AUTOMATIZADA (400 LITROS DE CAPACIDAD)
Recepción de leche	45.50	45.50
Medir leche	15.00	15.00
Colocar leche en paila de rec	10.50	10.50
Descremado	48.48	4.80
Pasteurización	0.25	0.25
Agregar calcio	1.00	1.00
Coagulación	40.00	40.00
Agregar cultivo	60.00	60.00
Corte de cuajada	21.00	5.00
Desuerado	33.06	7.00
Salmuera	240.00	240.00
Moldeado	46.07	30.00
Reposo en agua fría	12.34	12.34
Pesado	1.45	1.45
Empaque	1.78	1.78
Almacenamiento	12.59	12.59
TOTAL	589.02	487.21
Yogurt		
ACTIVIDAD	TIEMPOS EN MINUTOS PARA LINEA ARTESANAL (220 LITROS DE CAPACIDAD)	TIEMPOS EN MINUTOS PARA LINEA AUTOMATIZADA (220 LITROS DE CAPACIDAD)
Recepción de leche	56.70	56.70
Medir leche	22.03	22.03
Colocar leche en paila de rec	15.32	15.32
Descremado	26.67	2.64
Pasteurización	1440.00	1440.00
Agregar aditivos	0.56	0.56
Inoculación	1.00	1.00
Incubación	300.00	300.00
Reposo en cuarto frío	720.00	720.00
Estandarizar	1.00	1.00
Agregar sabor	1.30	1.30
Envasado	0.21	0.09
Sellado	0.47	0.08
Almacenamiento	19.29	19.29
TOTAL	2604.55	2580.01

Continuación de la tabla XIII.

Helado		
ACTIVIDAD	TIEMPOS EN MINUTOS PARA LINEA ARTESANAL (200 LITROS DE CAPACIDAD)	TIEMPOS EN MINUTOS PARA LINEA AUTOMATIZADA (200 LITROS DE CAPACIDAD)
Recepción de leche	56.70	56.70
Medir leche	22.03	22.03
Colocar leche en paila de rec	15.32	15.32
Descremado	24.24	2.40
Pasteurización	1440.00	1440.00
Agregar aditivos	1.15	1.15
Envasado	0.49	0.04
Almacenamiento	22.05	22.05
TOTAL	1581.98	1559.69

Fuente: elaboración propia, con base en información proporcionada por proveedores y Área de Producción de la Empresa de Lácteos.

Según la información proporcionada en la tabla XI, el ahorro de tiempo al automatizar la línea para producir queso fresco será de 266,62 minutos, para queso pita 107,57 minutos, queso seco 89,52 minutos.

Los datos que suministra la tabla XII, determina que el tiempo que se economizará la empresa al automatizar la línea para producir queso mozzarella es de 101,81 minutos, para yogurt 24,54 minutos, para helado 22,29 minutos y para crema 27,46 minutos.

Los beneficios que se obtendrán con la industrialización de procesos de elaboración de lácteos se evidencian en el tiempo que se ahorra la empresa en elaborarlos, como se presenta en la tabla XIV.

Tabla XIV. **Beneficios obtenidos por la empresa con la automatización de procesos**

PRODUCTO	VOLUMEN PROCESADO (EN LITROS)	TIEMPO DE ELABORACIÓN PROCESO ACTUAL (EN MINUTOS)	TIEMPO DE ELABORACIÓN PROCESO MEJORADO (EN MINUTOS)	TIEMPO AHORRADO (EN MINUTOS)
Queso fresco	2255	1892.37	1625.75	266.62
Queso pita	400	669.13	561.56	107.57
Queso seco	375	1688.26	1598.74	89.52
Queso mozzarella	400	589.02	487.21	101.81
Yogurt	220	2604.55	2580.01	24.54
Helado	200	1581.98	1559.69	22.29
Crema	250	1590.60	1563.14	27.46
TOTAL	4100	10615.90	9976.09	639.81

Fuente: elaboración propia, con base en información proporcionada por proveedores y Área de Producción de la Empresa de Lácteos.

La empresa ahorrará 639,81 minutos equivalentes a 10,66 horas en procesar 4 100 litros de leche (capacidad actual de la planta) lo cual indica que la empresa tiene grandes posibilidades de aumentar su capacidad de producción después de haber automatizado procesos.

Es importante destacar que los tiempos de elaboración para el proceso mejorado se tomaron en base al tiempo que toma desarrollar las actividades del proceso actual, con la diferencia que en el proceso mejorado se incluyeron los tiempos que tarda la maquinaria nueva en realizar las actividades.

Tabla XV. **Volumen procesado con el método actual versus volumen procesado y unidades a producir con línea automatizada**

PRODUCTO	VOLUMEN DE PRODUCTO CON PROCESO ACTUAL (EN LITROS)	PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA PROCESADO	VOLUMEN DE PRODUCTO CON PROCESO AUTOMATIZADO (EN LITROS)	UNIDADES A PRODUCIR CON LA CAPACIDAD DE 10,000 LITROS DE LECHE
Queso fresco	2255	55	5500	1366
Queso pita	400	10	976	829
Queso seco	375	9	915	890
Queso mozzarella	400	10	976	122
Yogurt	220	5	537	1061
Helado	200	5	488	2683
Crema	250	6	610	2305
TOTAL	4100	100	10000	9256

Fuente: elaboración propia, con base en información proporcionada por proveedores y Área de Producción de la Empresa de Lácteos.

Otro beneficio importante que obtendrá la empresa al automatizar procesos será aumentar el volumen de productos elaborados, como se puede observar a detalle en la tabla XV.

3.6. Servicio al cliente

Los clientes poseen necesidades y expectativas, las necesidades se satisfacen con productos de calidad y las expectativas con el trato. Es importante prestar atención a puntos clave como los clientes, para mantener el crecimiento de la empresa.

Actualmente la empresa cuenta con una línea telefónica en la cual los clientes pueden realizar pedidos, sin embargo es importante mejorar el servicio de atención al cliente para establecer una buena relación con los mismos, además de evaluar el desempeño del producto mediante retroalimentación.

Para mantener la preferencia en los clientes actuales y abrir paso a nuevos clientes, es importante incorporar al servicio características como:

- **Seguridad:** esta característica implica brindarle al cliente cero riesgos tanto en el servicio como en el producto, además de resolver sus dudas.
- **Credibilidad:** crear un ambiente de confianza cliente-empresa es fundamental en el servicio al cliente, además de manejar veracidad y no comprometerse a pedidos que la empresa no puede cumplir.
- **Comunicación:** la característica fundamental del servicio al cliente es la comunicación, su objetivo es informar al cliente utilizando un lenguaje sencillo y mantener una buena relación con los clientes, que permita conocer qué desea el cliente y cuáles son sus expectativas del producto.
- **Accesibilidad:** es importante la creación de nuevas vías de contacto accesibles al cliente como buzones de sugerencias y reclamos en supermercados, lo importante de estas acciones es obtener provecho de las fallas detectadas por los clientes.

3.7. Evaluación económica de la propuesta

El objetivo principal de la evaluación económica es identificar las ventajas y desventajas relacionadas con la inversión en un proyecto antes de que éste sea implementado. En otras palabras la evaluación económica es una herramienta para determinar la factibilidad de un proyecto.

A continuación se presentan los costos implicados en la automatización de procesos así como los correspondientes a la ampliación física de la planta y el acondicionamiento del laboratorio de control de calidad (ver tabla XVI).

Tabla XVI. Costos de maquinaria necesaria para automatizar procesos de producción y equipo de laboratorio para control de calidad

Equipo del área de producción	Precio en dolares estadounidenses	Precio en Quetzales
Tanque de recepción de leche	\$ 4,750.00	Q 37,698.41
Descremadora	\$ 2,370.00	Q 18,809.52
Cuba de cuajo automatizada	\$ 5,000.00	Q 39,682.54
Hiladora amasadora de queso	\$ 3,397.00	Q 26,960.32
Envasadora automática	\$ 8,000.00	Q 63,492.06
Envasadora de yogurt	\$ 5,000.00	Q 39,682.54
Cuarto frío	\$ 13,482.00	Q 107,000.00
Equipo de laboratorio		
Agitador eléctrico	\$ 390.00	Q 3,095.24
Aparato completo de Kjeldah	\$ 1,300.00	Q 10,317.46
Autoclave	\$ 633.00	Q 5,023.81
Balanza analítica de precisión	\$ 100.00	Q 793.65
Fotocolorímetro	\$ 1,550.00	Q 12,301.59
Incubadora	\$ 1,266.00	Q 10,047.62
Ampliación física de la planta		Q 292,275.00
Total	\$ 47,238.00	Q667,179.76

Fuente: cotizaciones obtenidas de proveedores.

Para evaluar la circulación del efectivo durante los primeros diez años de existencia del proyecto, se elaboró un flujo de caja, el cual se detalla en la tabla XVII. Es importante mencionar que el pago de la mano de obra directa, mano de obra indirecta, agua, energía eléctrica, materia prima, insumos, empaque, entrega y las ventas actuales de la empresa son información confidencial de la misma, los cálculos representados en el flujo de caja se realizaron en base a las ventas que se tendrán al implementar el proyecto.

Tabla XVII. Flujo de caja del proyecto

Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Inversión inicial	Q (667,179.76)											
INGRESOS												
Ventas queso fresco		Q 4,589,248.82	Q 4,587,148.10	Q 4,590,761.35	Q 4,590,089.11	Q 4,590,257.17	Q 4,588,996.74	Q 4,590,929.40	Q 4,589,753.00	Q 4,588,576.59	Q 4,590,173.14	
Ventas queso pita		Q 3,817,235.36	Q 3,821,493.62	Q 3,819,767.30	Q 3,819,537.12	Q 3,819,537.12	Q 3,818,616.42	Q 3,823,044.85	Q 3,818,271.16	Q 3,820,112.56	Q 3,822,644.50	
Ventas queso seco		Q 1,922,070.55	Q 1,923,204.71	Q 1,924,770.93	Q 1,924,879.94	Q 1,922,448.61	Q 1,921,368.46	Q 1,925,582.76	Q 1,922,016.55	Q 1,917,317.90	Q 1,922,340.59	
Ventas queso mozzarella		Q 890,919.48	Q 875,520.59	Q 875,340.63	Q 884,158.82	Q 879,119.85	Q 875,340.63	Q 879,479.78	Q 876,600.37	Q 881,819.30	Q 875,700.55	
Ventas yogurt		Q 1,527,429.84	Q 1,527,645.71	Q 1,528,904.99	Q 1,528,890.15	Q 1,526,782.21	Q 1,529,048.90	Q 1,528,833.03	Q 1,528,113.44	Q 1,527,609.73	Q 1,527,142.00	
Ventas helado		Q 1,545,570.71	Q 1,545,469.92	Q 1,545,541.92	Q 1,545,354.72	Q 1,545,282.72	Q 1,545,628.31	Q 1,545,109.93	Q 1,545,239.53	Q 1,545,829.91	Q 1,545,052.33	
Ventas crema		Q 5,975,104.28	Q 5,973,160.42	Q 5,975,667.44	Q 5,975,946.62	Q 5,974,261.94	Q 5,974,132.35	Q 5,973,743.58	Q 5,976,141.01	Q 5,973,484.40	Q 5,973,937.96	
TOTAL INGRESOS		Q 20,257,579.06	Q 20,253,643.06	Q 20,260,774.54	Q 20,266,855.49	Q 20,257,689.63	Q 20,253,131.81	Q 20,264,783.33	Q 20,256,195.04	Q 20,254,750.39	Q 20,256,991.08	
EGRESOS												
Sueldo administrador		Q (79,810.14)										
Sueldo contador		Q (62,768.89)										
Sueldo jefe de producción		Q (88,330.77)										
Sueldo secretaria		Q (54,248.26)										
Sueldo de 12 Repartidores		Q (650,979.12)										
Salario 13 Operarios		Q (521,739.95)										
Electricidad		Q (3,654,132.00)	Q (3,653,483.94)	Q (3,655,058.12)	Q (3,654,828.18)	Q (3,653,664.48)	Q (3,654,004.70)	Q (3,654,429.24)	Q (3,654,051.84)	Q (3,653,142.06)	Q (3,653,326.55)	
Agua		Q (3,192,000.00)	Q (3,191,442.07)	Q (3,192,808.43)	Q (3,192,607.56)	Q (3,191,859.04)	Q (3,191,888.23)	Q (3,192,259.08)	Q (3,191,929.41)	Q (3,191,134.68)	Q (3,191,295.84)	
Insumos		Q (36,276.00)	Q (36,269.66)	Q (36,285.19)	Q (36,282.90)	Q (36,271.35)	Q (36,274.33)	Q (36,276.94)	Q (36,275.20)	Q (36,266.17)	Q (36,268.00)	
Empaque		Q (40,267.20)	Q (40,260.16)	Q (40,277.40)	Q (40,274.86)	Q (40,262.04)	Q (40,265.79)	Q (40,270.47)	Q (40,266.31)	Q (40,256.28)	Q (40,258.32)	
Entrega		Q (1,444,642.92)	Q (1,444,390.67)	Q (1,445,009.06)	Q (1,444,918.15)	Q (1,444,458.09)	Q (1,444,592.59)	Q (1,444,760.43)	Q (1,444,611.23)	Q (1,444,251.55)	Q (1,444,324.49)	
Materia prima		Q (8,640,000.00)	Q (8,638,489.81)	Q (8,642,188.22)	Q (8,641,644.53)	Q (8,638,893.03)	Q (8,639,697.47)	Q (8,640,701.26)	Q (8,639,808.92)	Q (8,637,657.79)	Q (8,638,094.01)	
Otros		Q (1,846,519.52)	Q (1,861,600.11)	Q (1,477,560.28)	Q (1,292,790.33)	Q (1,107,781.03)	Q (923,230.03)	Q (738,663.06)	Q (553,944.60)	Q (369,211.71)	Q (369,228.89)	
TOTAL EGRESOS		Q (20,311,714.77)	Q (20,323,823.54)	Q (19,947,063.92)	Q (19,761,229.65)	Q (19,570,798.18)	Q (19,387,830.67)	Q (19,206,239.61)	Q (19,019,764.63)	Q (18,829,797.37)	Q (18,830,673.22)	
Flujo del proyecto antes ISR		Q (54,135.71)	Q 129,819.52	Q 313,710.72	Q 505,631.84	Q 686,891.44	Q 865,301.14	Q 1,059,543.72	Q 1,237,370.41	Q 1,424,953.02	Q 1,426,317.86	
DEPRECIACIONES												
Maquitaría		Q (67,482.86)										
Edificio		Q (14,613.75)										
TOTAL DEPRECIACIONES		Q (82,096.61)										
Flujo después depreciación		Q (136,232.32)	Q 47,722.91	Q 231,614.11	Q 423,535.23	Q 567,304.36	Q 850,887.39	Q 1,046,929.97	Q 1,222,766.66	Q 1,410,339.27	Q 1,411,704.11	
ISR		Q (136,232.32)	Q 32,928.81	Q 159,813.74	Q 292,239.31	Q 391,440.01	Q 566,974.30	Q 721,001.68	Q 843,702.10	Q 973,134.09	Q 974,075.83	
DEPRECIACIONES		Q 82,096.61										
Flujo neto de operación		Q (667,179.76)	Q (54,135.71)	Q 115,025.42	Q 241,910.35	Q 374,335.92	Q 511,027.09	Q 601,588.05	Q 735,615.43	Q 859,315.85	Q 987,747.84	Q 988,689.58
Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Flujo Proyecto	Q (667,179.76)	Q (54,135.71)	Q 115,025.42	Q 241,910.35	Q 374,335.92	Q 511,027.09	Q 601,588.05	Q 735,615.43	Q 859,315.85	Q 987,747.84	Q 988,689.58	
Flujo Financiamiento	Q 50,000.00	Q (8,849.21)										
Flujo Inversión	Q (617,179.76)	Q (62,984.92)	Q 106,176.21	Q 233,061.14	Q 365,486.71	Q 502,177.88	Q 592,736.84	Q 726,766.22	Q 849,466.64	Q 976,898.64	Q 979,840.38	

Fuente: elaboración propia.

Para el financiamiento del proyecto el banco otorgará un préstamo de Q.617 176,79 para diez años con intereses del 12 por ciento capitalizado anualmente y los Q50 000,00 restantes los aportará el propietario de la empresa.

La evaluación privada de proyectos establece que el dinero constituye el principal interés del inversionista. Para comparar los flujos monetarios se utiliza la tasa de interés que se puede obtener o puede pagarse por los fondos conocida como TMAR o tasa mínima atractiva de rendimiento, dicha tasa es la que un inversionista espera recibir por una inversión rentable y debe ser más alta que la que brinda un banco u otra inversión que presente un mínimo riesgo.

La TMAR se calcula de la siguiente manera:

$$TMAR = i + f + i * f$$

Dónde:

i = premio al riesgo, el rendimiento que el inversionista desea obtener, normalmente se utiliza la tasa de interés pasiva, que es la tasa mínima que podría ganar por su dinero. Actualmente es de 4,16 por ciento.

f = tasa de inflación (la cual se obtiene de la información que proporciona el Banco de Guatemala. En la actualidad es de 9,43 por ciento.

Introduciendo los datos anteriores en la fórmula se tiene que el valor de la TMAR es: 13,98 por ciento.

Para este proyecto es necesaria la participación de una entidad financiera mediante un crédito, por lo que es necesario realizar una evaluación de la inversión tanto desde el punto de vista del proyecto que incluye el capital propio y el ajeno, así como desde el punto de vista del inversionista.

La tasa de interés asociada al flujo del proyecto debe tomar en cuenta la proporción de la deuda así como la proporción de capital propio, dicha tasa se conoce como tasa de costo ponderado y se calcula de la siguiente forma:

$$IP = \frac{(id * D)}{I} + \frac{(io * CP)}{I}$$

I_p = tasa de costo ponderado o tasa del proyecto

i_d = tasa de interés de la deuda (12 por ciento)

i_o = TMAR (13,98 por ciento)

D = monto de la deuda (Q.667 179,76)

CP = monto de capital propio (Q.50 000,00)

I = monto total de la inversión (Q.617 179,76)

Introduciendo los valores anteriores a la ecuación se tiene que la tasa del proyecto es de 13,83 por ciento.

Herramientas como el valor presente neto y la tasa interna de retorno son claves para la toma de decisiones de todo proyecto de inversión.

El valor presente neto toma en cuenta la importancia de los flujos de efectivo en función del tiempo. Consiste en encontrar la diferencia entre el valor actualizado de los flujos de las inversiones y otros gastos de efectivo.

El valor presente se calcula con la siguiente ecuación:

$$vp = vf * \frac{1}{(1+i)^n}$$

El Valor Presente Neto se calcula así:

$$VPN = -I + \frac{B_1C_1}{(1+i)} + \frac{B_2C_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{B_nC_n}{(1+i)^n}$$

Vp = valor presente

Vf = valor futuro

i = tasa de descuento

n = número de períodos

B = ingresos

C = egresos

I = inversión

La tasa interna de retorno es el criterio que distribuye los recursos limitados proporcionalmente a proyectos prioritarios para comparar con la tasa de oportunidad y verificar si el rendimiento de la inversión es suficientemente alto para justificar el proyecto.

La ecuación para calcular la tasa interna de retorno es:

$$TIR = \text{tasa menor} + \text{diferencia entre ambas tasas} * \frac{VPN \text{ tasa menor}}{\sum |VPN \text{ ambas } i|}$$

La relación beneficio costo determina la conveniencia de un proyecto analizándolo en forma individual, es decir, para establecer que un proyecto es bueno, pero no precisamente mejor que otro.

Para el cálculo del VPN y la TIR se utilizaron las herramientas financieras que proporciona el programa Microsoft Excel. Dichos cálculos se pueden observar en la tabla XVIII.

Tabla XVIII. **Valor Presente Neto, Valor Presente Neto Beneficios, Valor Presente Neto Costos, Tasa Interna de Retorno, relación beneficio costo del proyecto y del inversionista**

Punto de Vista de Inversionista				
VPN	VPB	VPC	TIR	B/C
Q1,469,589.95	Q 2,086,769.71	Q (617,179.76)	38.09%	3.38
Punto de Vista de Proyecto				
VPN	VPB	VPC	TIR	B/C
Q 1,465,780.37	Q 2,132,960.13	Q (667,179.76)	37.10%	3.20

Fuente: elaboración propia.

Según los datos representados en la tabla XVIII, el VPN tanto del inversionista como el del proyecto refleja resultados mayores a cero, la relación beneficio costo desde el punto de vista del inversionista indica que por cada quetzal invertido se tienen Q.3,38 de beneficio, la TIR desde el punto de vista del inversionista es 38,09 por ciento y del proyecto es de 37,10 por ciento, siendo estas mayores a la TMAR cuyo valor es 13,98 por ciento, lo cual indica que el rendimiento de la empresa es mayor que el fijado como aceptable, por lo tanto la inversión es económicamente rentable.

Según los datos proporcionados por el flujo de caja del proyecto de la tabla XVII, la inversión se empezará a recuperar a partir del segundo año que se implemente el proyecto.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

A continuación se describirán las medidas a tomarse para la correcta implementación de las mejoras propuestas.

4.1. Organización del proceso

Realizar una buena selección de maquinaria y equipo es el primer paso para implementar mejoras en el proceso de producción, sin embargo la organización del proceso juega un papel importante dentro de la implementación. La organización del proceso consta de: capacitación a los operarios, asignación de responsabilidades, supervisión de los procesos y retroalimentación.

La implementación de los nuevos métodos de producción y la ampliación de la planta implica informar a los operarios sobre los cambios mediante capacitaciones que incluyan temas relacionados con el empleo de controles de mando computarizados como los que poseen las máquinas nuevas, interpretación de señalización industrial, manejo de extintores, buenas prácticas de manufactura y otros temas vinculados con la producción de lácteos.

Como parte de la capacitación, se asignarán responsabilidades a cada operario, ya sea especializándolo en un proceso específico o brindándole la información para manejar todos los procesos dentro de la planta y de esta manera crear operarios versátiles.

Los procesos serán evaluados frecuentemente para verificar si las actividades se están llevando a cabo de manera correcta (acciones preventivas y correctivas que serán expuestas en los incisos 5.1.1 y 5.1.2).

Otro aspecto importante en la organización del proceso son las sugerencias y aportes de los operarios, la retroalimentación es un factor que se debe ejercer constantemente para detectar las deficiencias en el proceso.

4.2. Descripción de las nuevas actividades

Las nuevas actividades se basan en el manejo de controles computarizados para medir temperaturas y velocidades de los procesos.

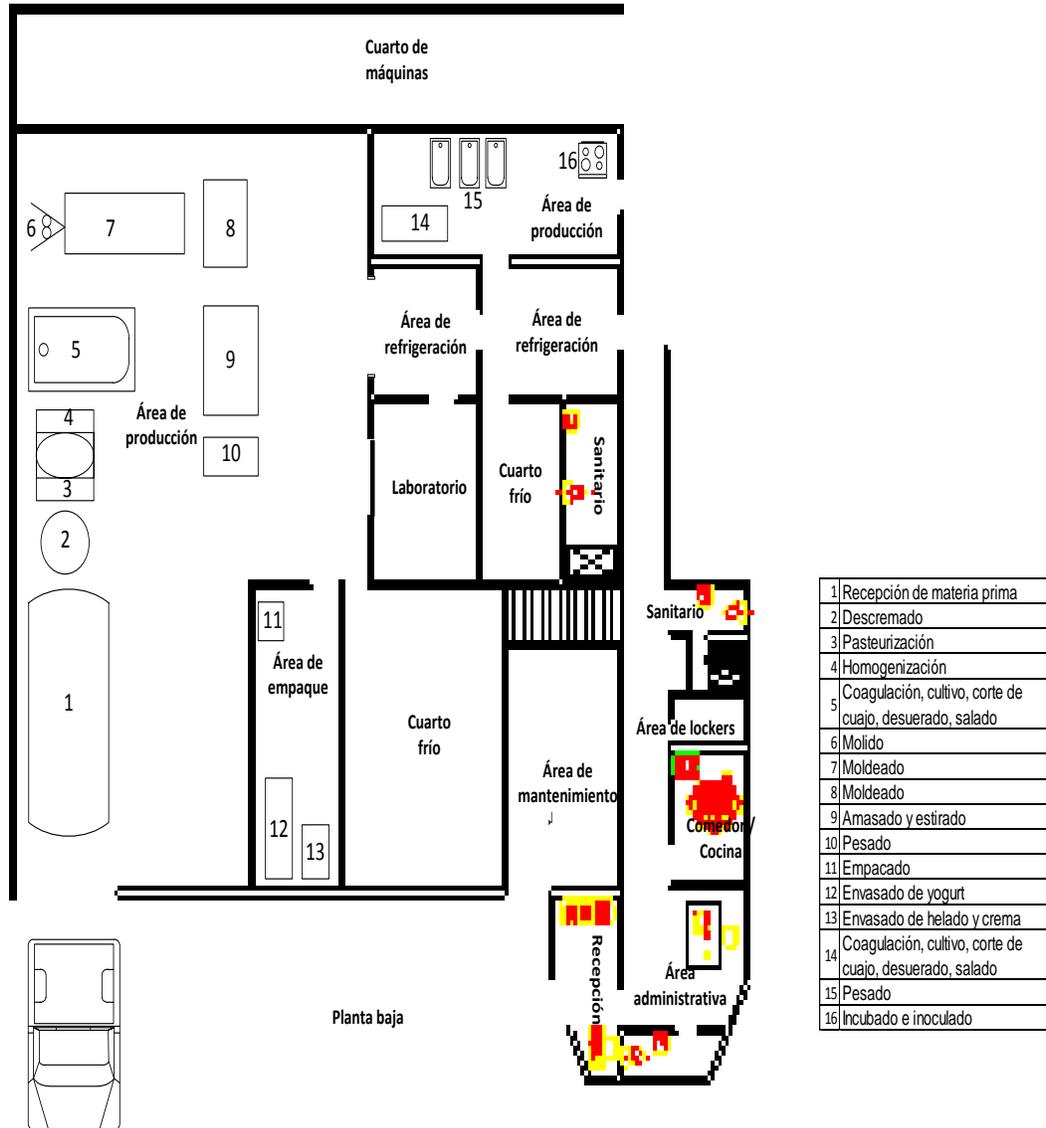
Actividades como: recepción de materia prima, descremado, moldeado, molido, estirado, amasado, empacado, etcétera; fueron descritas detalladamente en el capítulo 3.

4.3. Distribución de línea de producción

Una línea de producción es un conjunto de estaciones de trabajo relacionadas entre sí con el fin de elaborar un producto.

En la figura se puede observar la distribución de la línea de producción de lácteos automatizada, las actividades desarrolladas en cada una de las estaciones de trabajo fueron descritas en el capítulo 3.

Figura 40. Distribución de línea de producción



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

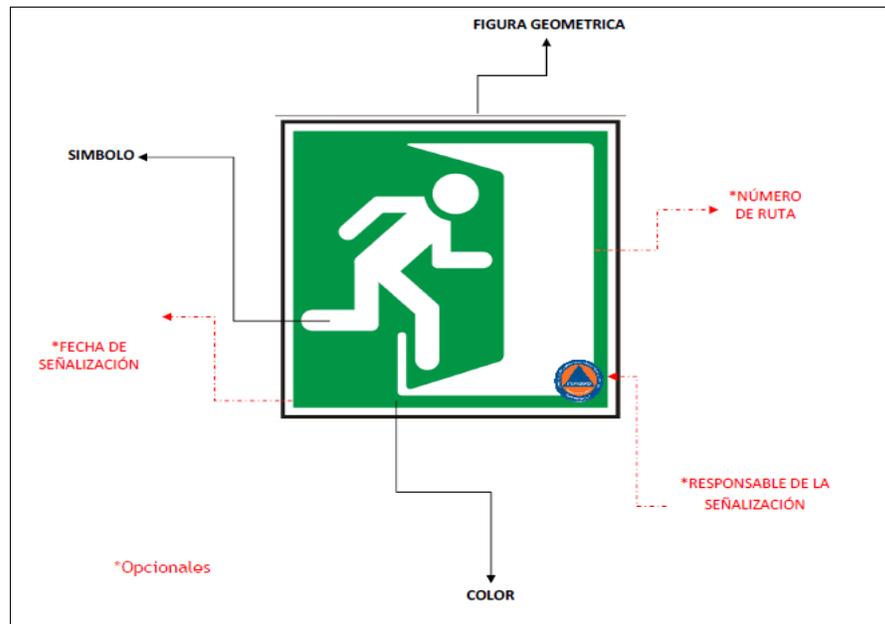
4.4. Señalización industrial

El objetivo de la señalización industrial es facilitar la identificación de los lugares y situaciones de riesgo por medio de señales y símbolos. Las características de las señales son: atraer la atención del usuario, interpretación clara del verdadero riesgo tanto para personas que laboran dentro de la empresa como para terceros, dar a conocer riesgos con suficiente antelación y proporcionar la información sobre qué hacer en casos de emergencia.

Los materiales para realizar las señales deben ser durables, exceptuando materiales como: vidrio, materiales inflamables y radioactivos. Otro aspecto importante que se debe tener en cuenta son los componentes de las señales, los obligatorios son: color, forma geométrica y símbolo; y también se les puede colocar componentes opcionales como: fechas de señalización, número de rutas, nombre del responsable de la señalización (ver figura 41).

Para fines de este estudio las señales a colocar en la empresa contarán solo con los componentes obligatorios, el material a utilizar será vinil adhesivo y PVC.

Figura 41. **Componentes de la señalización industrial**



Fuente: Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED). Guía de ambientes y equipos de seguridad. 9 p.

4.4.1. **Rutas de evacuación**

Las rutas de evacuación indicarán a las personas que rutas utilizar para trasladarse en caso de emergencia a una zona segura llamada punto de encuentro.

La forma geométrica de las rutas de evacuación es un rectángulo, color verde y debe cubrir como mínimo el 50 por ciento de la superficie del material, los símbolos son color blanco, el área es $591,25 \text{ cm}^2$, con altura de 21,5 cm y 27,5 cm de base (ver figura 42).

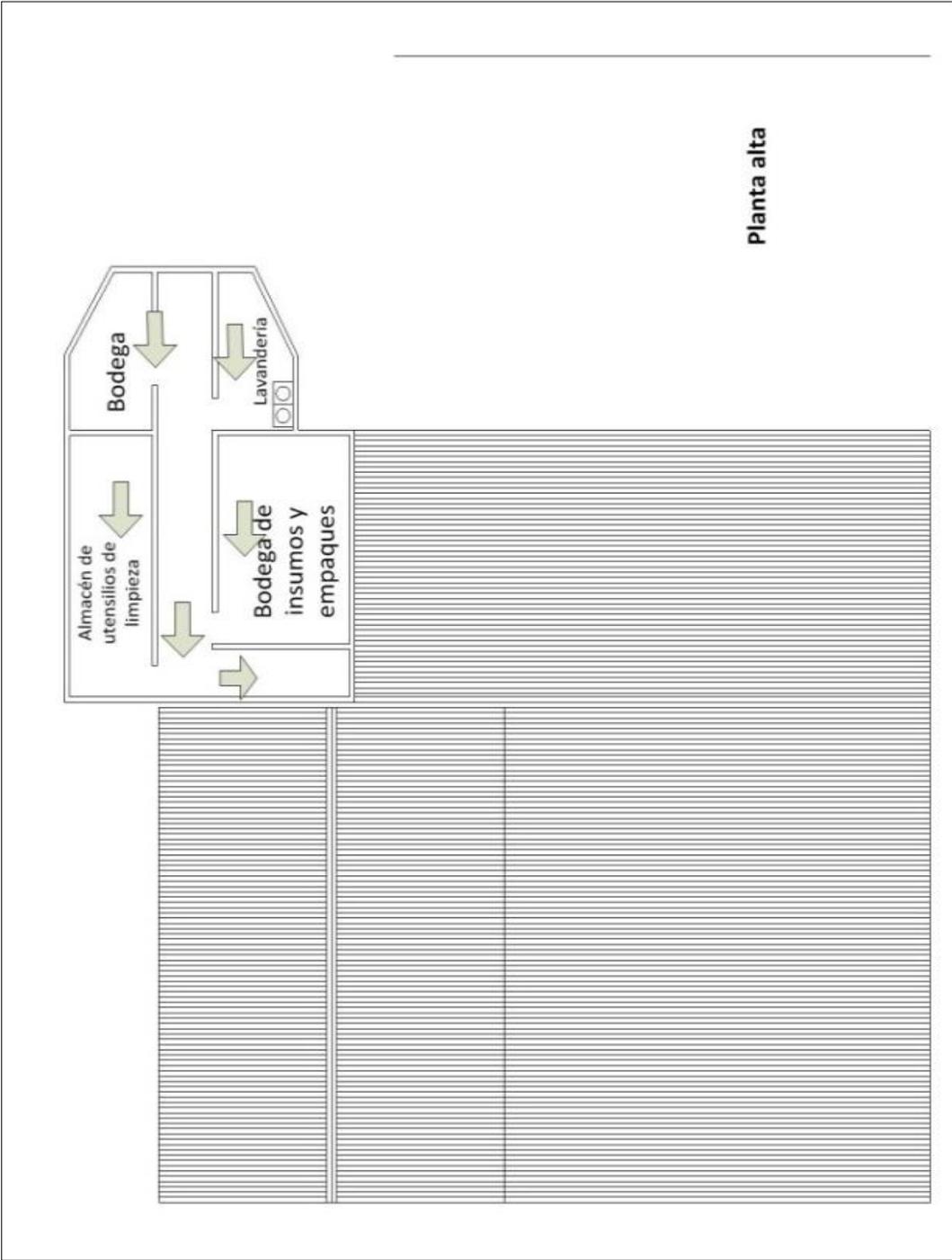
Figura 42. **Ejemplo de señal para ruta de evacuación**



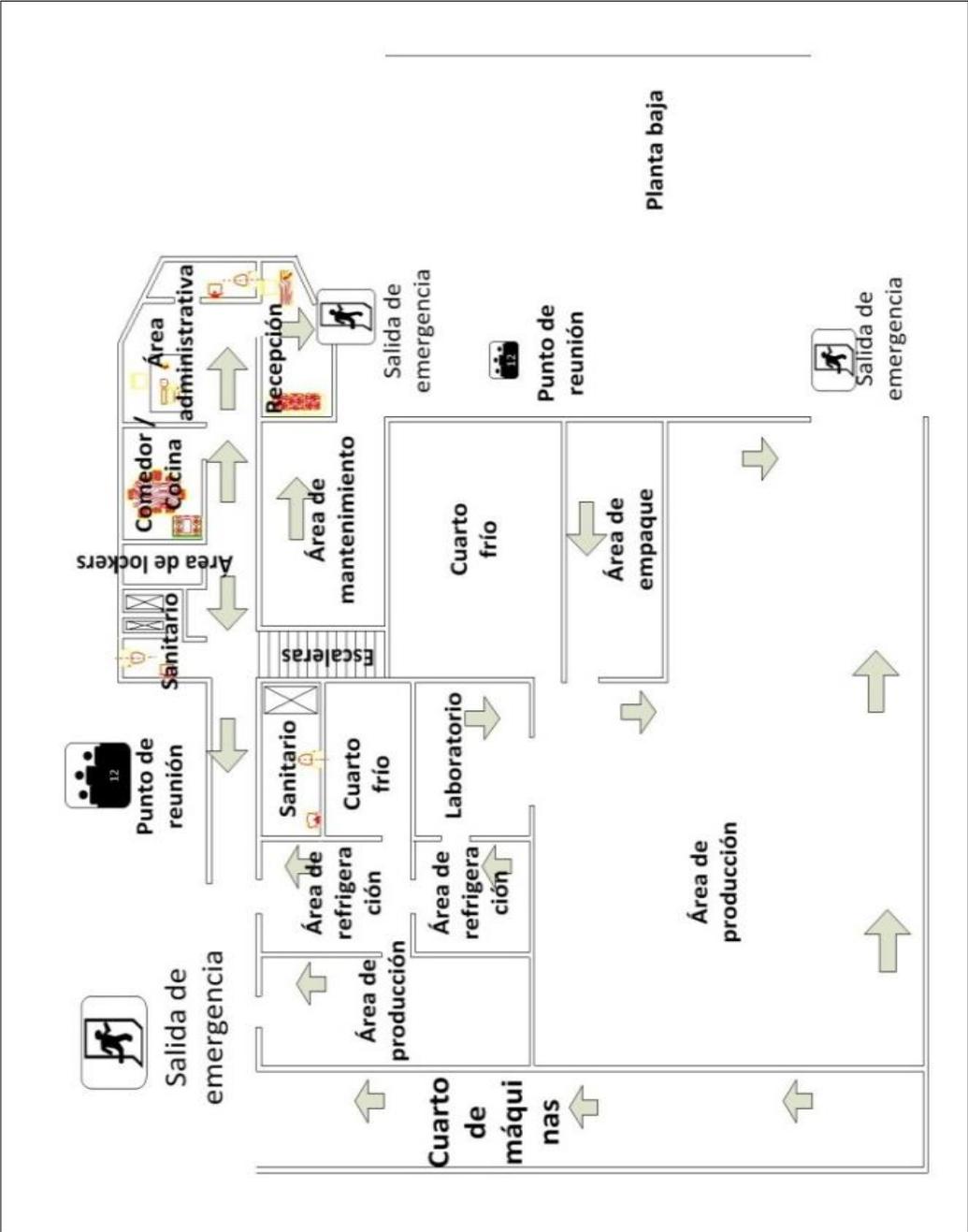
Fuente: www.cartellesseguridadsg.com. Consulta: 4 de enero del 2013.

Las rutas de evacuación se ubicarán de la siguiente forma: la distancia entre una señal y otra, será de 11 metros y la altura de 2 metros al nivel del suelo (ver figura 43).

Figura 43. Plano de ruta de evacuación



Continuación de la figura 43.



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

4.4.2. Señales de advertencia

Estas señales indican los peligros existentes en un área determinada, son de color amarillo y debe de cubrir el 50 por ciento de la superficie, triangular y con pictograma negro (ver figura 44).

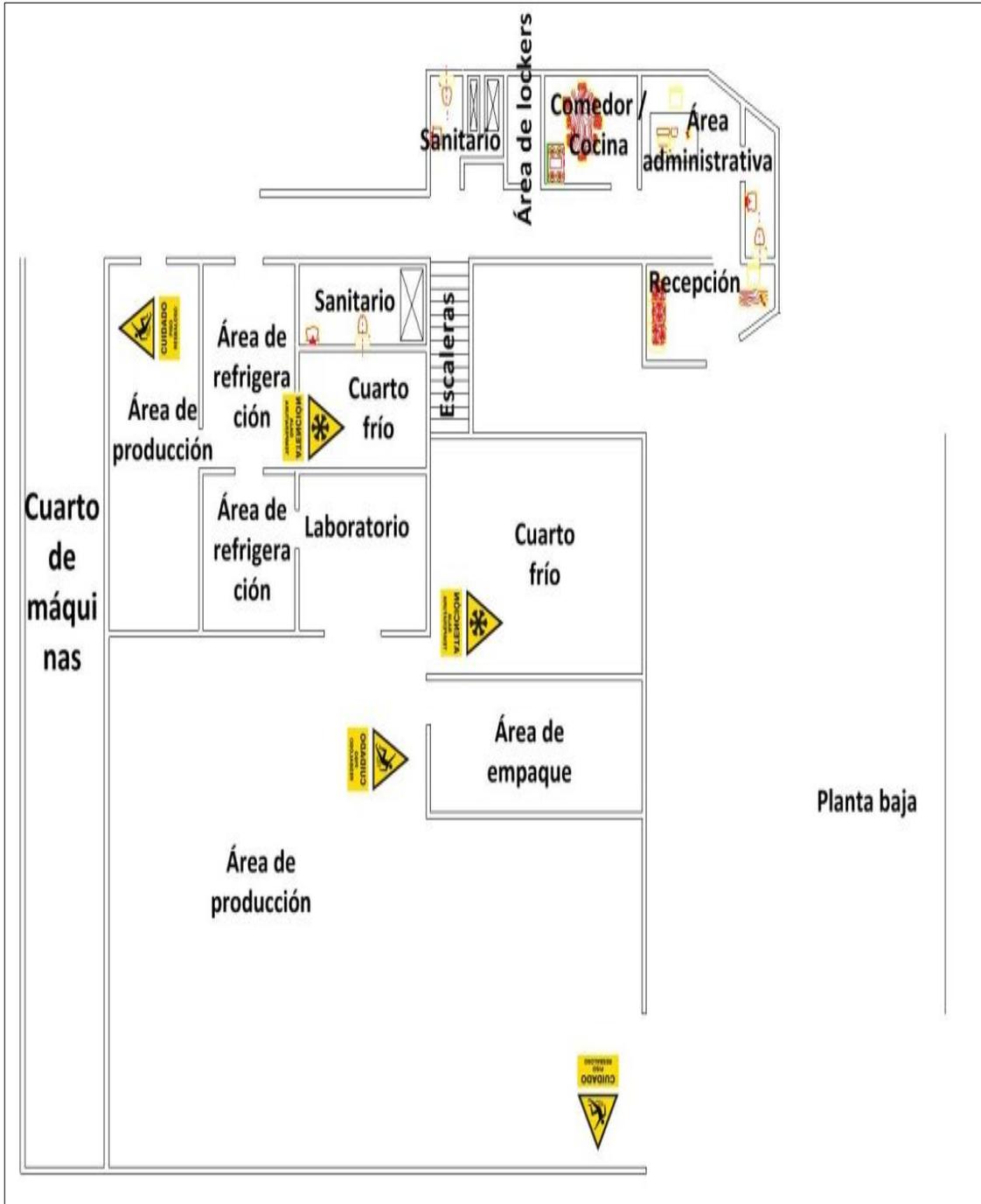
Figura 44. Señal de advertencia



Fuente: www.cartelesseguridadsg.com. Consulta: 4 de enero del 2013.

Las señales se colocarán en áreas como: producción (piso resbaladizo) y en la puerta de cuarto frío (baja temperatura), la señales tendrán 34 cm de cada lado, se ubicarán a la altura de 2 metros al nivel del suelo (ver figura 45).

Figura 45. **Plano de señales de advertencia**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

4.4.3. Rótulos de obligación

Son señales que indican al personal acciones a realizar en determinada área.

Los rótulos de obligación son de forma circular, color azul que debe cubrir el 50 por ciento de la superficie y pictograma blanco (ver figura 46).

Figura 46. Rótulos de obligación



Fuente: www.cartellesseguridadsg.com. Consulta: 4 de enero del 2013.

Se utilizarán rótulos con 25 centímetros de diámetro en las áreas de recepción de materia prima, producción y almacenamiento, se colocarán a la altura de 2 metros al nivel del suelo.

4.4.4. Extinguidores

Es importante contar con herramientas útiles para combatir un incendio, en caso de que éste se presente. Los extintores se colocarán apoyados en la pared con la maneta fija a 1,50 metros del suelo. Se destinarán extintores en las distintas áreas de la empresa, esto según el tipo de fuego que se pueda generar.

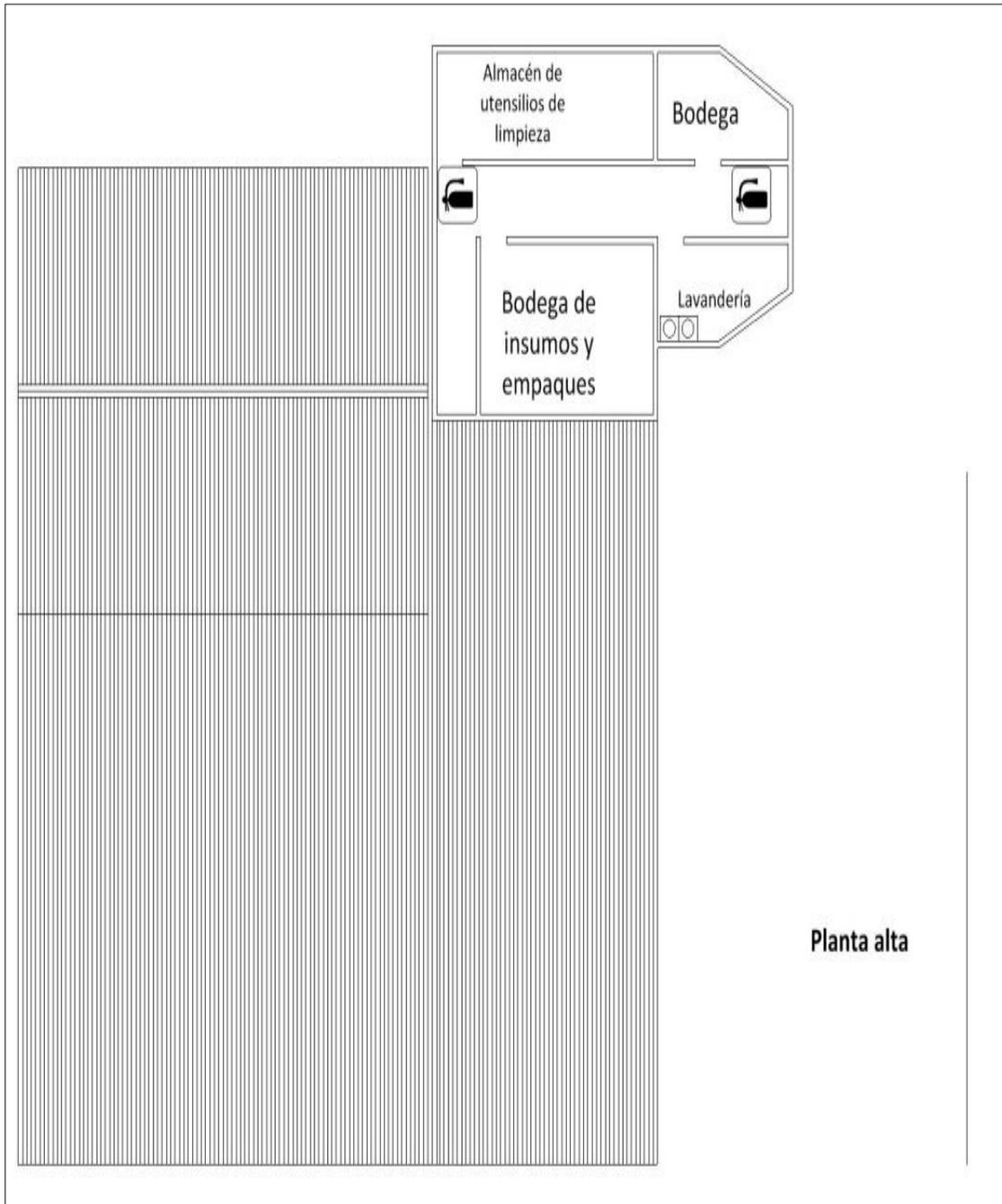
- Extinguidores tipo A: para las oficinas y almacén de insumos, ya que existen posibilidades de generar un incendio por papel.
- Extinguidores tipo C: empleados en el área de motores y caldera.
- Extinguidores tipo ABC: destinados para combatir incendios provocados por papel, cartón, corto circuito causado por las máquinas, etc; estos serán ubicados en el área de producción, recepción de materia prima, almacén de producto terminado y entrega de producto terminado.

Figura 48. Extinguidores

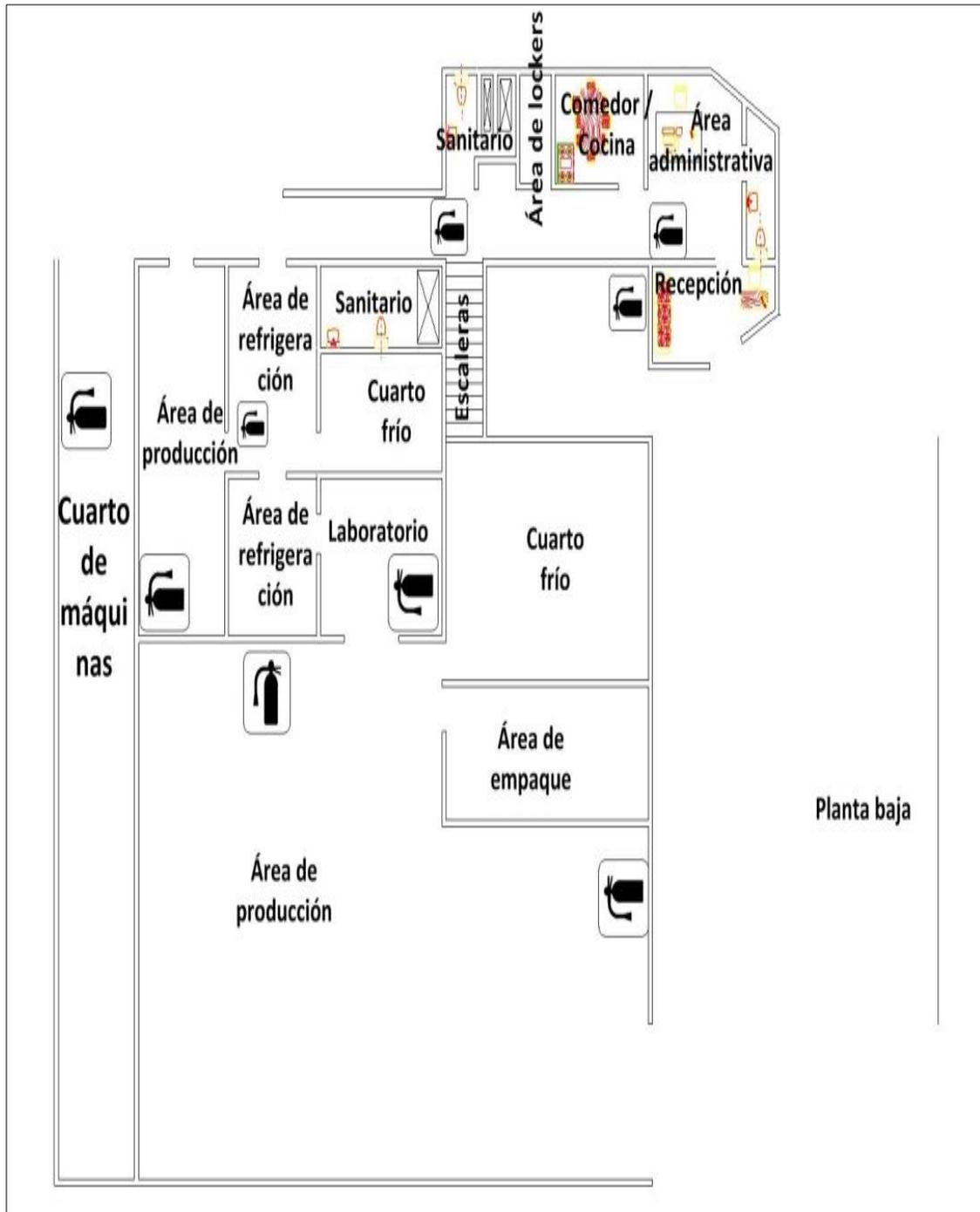


Fuente: www.paccar.com. Consulta: 7 de junio del 2013.

Figura 49. **Plano de extinguidores**



Continuación de la figura 49.



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

4.5. Organización de la maquinaria

La redistribución y ampliación del área de producción implica organizar tanto la maquinaria existente como la nueva maquinaria que se introducirá en los procesos, así como el montaje y desmontaje de la misma (que serán descritos en los incisos 4.5.1, 4.5.2 y 4.5.3).

4.5.1. Montaje y desmontaje

Para el montaje y desmontaje del cuarto de máquinas (área donde se encuentra el calderín, banco de hielo, motores y tambos de gas), la cuba de cuajo automatizada, homogenizador, pasteurizador de placas e hiladora de queso; es importante contar con un técnico especializado en áreas como neumática, mecánica, hidráulica y electricidad.

La envasadora para yogurt y la envasadora para crema el proveedor las proporcionará semiarmadas, y el ensamble de las piezas restantes se puede realizar con la ayuda del manual de usuario de dichas máquinas.

Las normas comunes que poseen los procesos de montaje y desmontaje son: no forzar elementos neumáticos, utilizar las herramientas adecuadas, emplear lubricantes y grasas apropiadas.

4.5.2. Distribución de maquinaria existente

El pasteurizador de placas, homogenizador, y el dosificador de crema serán trasladados e instalados por un técnico especializado (como se mencionó en el inciso anterior).

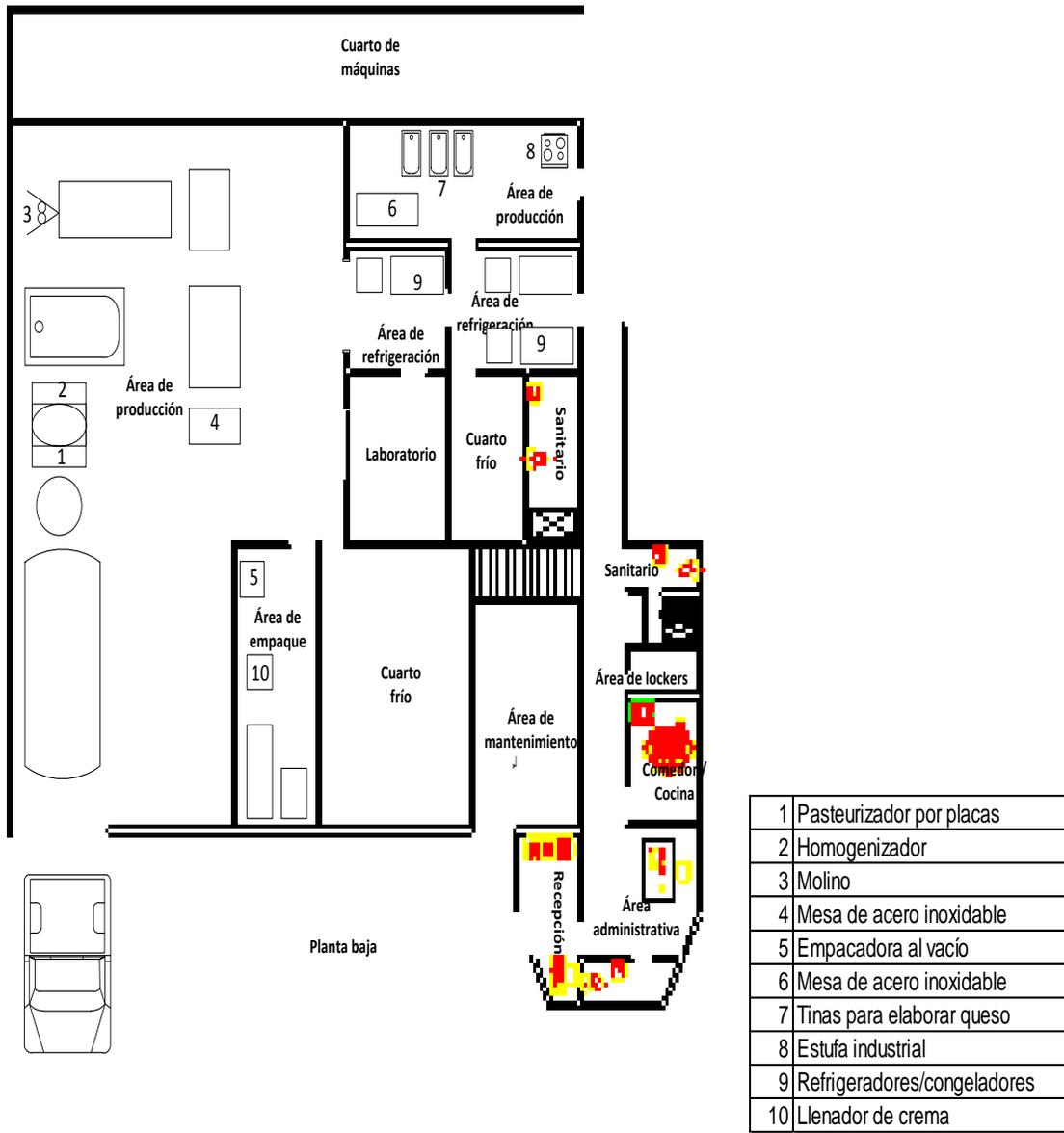
Para trasladar el molino se necesita de la colaboración de dos operarios, ya que éste será desarmado y su peso no afectará la salud de los mismos.

La empacadora al vacío, no necesita ser desarmada ya que posee rodos que facilitan su traslado.

La ubicación de las tinas para elaborar lácteos no cambia, ya que estas se utilizarán como auxiliares cuando se registren cuellos de botella en procesos como: agregar calcio, coagular, cortar cuajada y desuerar.

Desplazar la estufa industrial a un área cerrada reduce la posibilidad de contaminación de materia prima utilizada en la elaboración del yogurt, dicho desplazamiento se realizará con la ayuda de dos operarios, ya que el peso de dicho equipo es mínimo. Los refrigeradores y congeladores no sufren cambios de posición.

Figura 50. Plano de reubicación de maquinaria existente



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

4.5.3. Colocación de maquinaria nueva

Como se mencionó en el inciso 4.5.1, es necesario un técnico especializado para la instalación de las siguientes máquinas: tanque de recepción de leche, descremadora industrial, cuba de cuajo automatizada e hiladora amasadora de queso; dichas máquinas serán ubicadas en la nueva área de producción.

La envasadora para yogurt y la envasadora para crema poseerán un área específica denominada área de empaque, ubicada a un costado del cuarto frío con el fin de reducir distancias recorridas y tiempos de almacenamiento de producto terminado.

Figura 51. Colocación de maquinaria nueva



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

4.6. Área de operaciones

El área de operaciones es mejor conocida como área de producción, tiene como función principal la administración de los recursos (humanos, materiales, tecnológicos, etcétera) requeridos para elaborar productos (lácteos) en la empresa. A continuación se presentan una serie de acciones necesarias para la implementación de la propuesta de automatización de procesos.

4.6.1. Uso correcto de las herramientas de trabajo

Se consideran herramientas de trabajo utensilios de mano como: ollas, paletas, cuchillos, liras de corte, escaleras movibles, etcétera; además de maquinaria y equipo que interviene en el proceso de producción.

Existen múltiples posibilidades de accidentes causados por el uso incorrecto de las herramientas de trabajo.

En la tabla XIX se describen los accidentes causados por el uso incorrecto de las herramientas de trabajo y las soluciones para evitarlos.

Tabla XIX. **Accidentes causados por el uso incorrecto de herramientas de trabajo y medidas de prevención de los mismos**

Actividad	Accidente	Medidas de prevención
Molido de cuajo	Cortes	No distraer al operario
Empacado	Quemadura	No distraer al operario
Envasado	Quemadura	No distraer al operario
Uso de escaleras para colocar producto terminado en estantes	Caidas y lesiones	No distraer al operario e instruirlo para levantar objetos apoyandose en sus piernas y no en su espalda
Transporte de producto terminado	Lesiones	Utilizar estantes con rodillos para evitar que el operario cargue objetos pesados
Inoculación e incubación	Quemadura	No distraer al operario
Procesos realizados en el área de producción	Caidas y lesiones	Utilizar zapatos con suela antideslizante
Liras de corte	Cortes	No distraer al operario

Fuente: elaboración propia.

Las tuberías y conductos forman parte de las herramientas de trabajo, dichas tuberías no se utilizan en el proceso, pero es importante señalar mediante el uso de un código de colores el contenido de las mismas para evitar accidentes (ver tabla XX).

Tabla XX. **Código de colores para tuberías**

Color	Contenido
Tubería de acero inoxidable	Leche
Rojo	Vapor y Agua caliente
Amarillo obscuro	Gas
Verde claro	Agua fría potable

Fuente: TORRES, Sergio. Ingeniería de plantas.

4.6.2. Localización de puestos de trabajo

Los operarios serán distribuidos de acuerdo a la figura 51, y las actividades que desempeñarán se han descrito en el capítulo 3, referentes a procesos como:

- Recepción de materia prima
- Descremado (manejo de control de mando de descremadora)
- Pasteurización
- Control de cuba de cuajo
- Molido
- Moldeado
- Empaque de quesos
- Empaque al vacío
- Control de estirado y moldeado
- Control de envasado de crema y yogurt
- Control de incubación e inoculación
- Control de entrega de producto terminado (manejo de inventarios)

Figura 52. Localización de puestos de trabajo



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

4.6.3. Clasificación

La expansión y reubicación de los puestos y áreas de trabajo requieren de una técnica para ordenar los nuevos espacios y excluir lo que sea inútil. La clasificación tiene como objetivo eliminar los objetos innecesarios del área de trabajo mediante la realización de inventarios. Los aspectos que se deben de tomar en cuenta para realizar un inventario de los utensilios y herramientas empleados en la elaboración de lácteos son:

- Objetos necesarios, organizarlos
- Objetos dañados, evaluar si son útiles y repararlos, de lo contrario desecharlos
- Objetos obsoletos, desecharlos

4.6.4. Organización

Después de realizar el inventario y seleccionar las herramientas útiles para la empresa, se procede a almacenarlas bajo criterios como: seguridad, calidad y eficacia. La seguridad en el almacenamiento implica que las herramientas no se caigan, no estorben y no se muevan. Que las herramientas no se deterioren o sufran daños similares es parte del criterio de calidad.

Minimizar el tiempo de búsqueda de las herramientas, es el objetivo de la eficacia. La creación de espacios para almacenar exclusivamente herramientas y utensilios reducirá la contaminación tanto de materia prima como de producto terminado. Los equipos deben ubicarse con el fin de facilitar la limpieza, desinfección y circulación del personal.

4.6.5. Limpieza

Los procesos automatizados implican un control de limpieza sumamente riguroso en las máquinas, dicho control puede ser realizado de tres formas: inspección visual, inspección bacteriológica y exámenes directos de esponja.

La inspección visual es la más sencilla y menos rigurosa, se sugiere reemplazarla con un monitoreo bacteriológico en las líneas de producción el cuál en conjunto con el examen directo de esponja tiene como objetivo localizar la bacteria coliform, dicha bacteria debe encontrarse una vez cada 100 cm² de superficie inspeccionada para considerarse como aceptable el nivel de limpieza.

Además del control de limpieza en la maquinaria, es necesario un estricto control en la limpieza de pisos, paredes y utensilios para la elaboración de lácteos, con el fin de evitar la contaminación del producto.

4.6.6. Higiene

En la industria alimenticia los hábitos de higiene de los operarios son sumamente importantes, ya que ellos son los responsables de manipular y transformar la materia prima. Es importante cumplir con las normas higiénicas relacionadas con:

- **Vestimenta:** los trabajadores deberán usar gabachas, pantalones de tela, gorros, redecilla en el cabello, mascarilla y botas color blanco. La creación de un área de lavandería permite tomar el control sobre las medidas de higiene en la vestimenta de los operarios.

- Estado de salud: es necesario que el personal se someta a un chequeo médico cada seis meses, para detectar alguna enfermedad respiratoria o de otra índole que ponga en riesgo de contaminación al producto. Si el operario posee heridas éstas deben ser cubiertas.
- Aseo personal: las manos del operario se deben lavar constantemente con jabón neutro, no utilizarán anillos, pulseras, relojes u otros objetos que contaminen el producto; las uñas cortas y sin pintar.

4.6.7. Disciplina y Compromiso

Mejorar la elaboración de lácteos implica modificaciones sustanciales en sus procesos. Mediante la disciplina y el compromiso por parte de los operarios se pretende lograr el hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos planteados previamente, de ésta manera evitar el deterioro de los procesos involucrados en la elaboración de lácteos.

La disciplina y el compromiso son hábitos que van ligados con la innovación, son intangibles y se encuentran en la voluntad de los trabajadores, la conducta es la única forma de demostrar dichos hábitos. Existen factores que influyen en el desarrollo de la disciplina y compromiso, dichos factores son: capacitaciones mínimo dos veces al año sobre la adecuada manipulación de alimentos y equipo, evaluaciones sobre los avances obtenidos gracias al compromiso de los empleados, etc.

5. SEGUIMIENTO

Cuando se realizan mejoras en los procesos de producción es necesario establecer estrategias que permitan: medir el ritmo en que están alcanzando los objetivos planteados y detectar situaciones que impidan cumplir con los mismos.

5.1. Área automatizada

Un área automatizada implica la utilización de maquinaria, la cual para su óptimo funcionamiento y larga vida útil, requiere de un programa de acciones preventivas y correctivas.

5.1.1. Acciones preventivas

Las acciones preventivas son todas aquellas actividades involucradas en el mantenimiento que se le debe brindar a la maquinaria utilizada en la planta de producción.

Para llevar a cabo las acciones preventivas es necesario determinar en qué momento necesita la maquinaria un servicio o reparación, para esto es importante que la empresa cuente con registros individuales de procesos de las máquinas o equipos, utilizando técnicas de información adecuadas.

Los registros pueden proporcionar datos como: el tipo y tiempo de mantenimiento requerido por la maquinaria, el encargado de brindarle mantenimiento, los costos de mantenimiento e información sobre los proveedores.

5.1.2. Acciones correctivas

Las actividades relacionadas con la corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan, se denominan acciones correctivas. Existen dos tipos de acciones correctivas: las programadas y las no programadas.

Las acciones correctivas programadas se realizarán cuando se cuente con el personal, herramientas, información y los materiales necesarios. Para realizar una acción correctiva programada es necesario determinar si puede mantenerse el equipo aún con el fallo presente y de esa manera postergar la reparación hasta que llegue el momento más adecuado.

Cuando el equipo no puede trabajar con el fallo presente es necesario aplicar las acciones correctivas no programadas, éstas afectan principalmente a la producción ya que requieren que se detenga inmediatamente y probablemente generará pérdidas. El objetivo de aplicar acciones preventivas es evitar y prever éste tipo de eventos.

5.2. Control de resultados

Una empresa que desea crecer o que se encuentra en proceso de crecimiento, debe evaluar periódicamente sus actividades, la administración en conjunto con el jefe de producción serán los responsables de llevar a cabo el control de las mejoras realizadas con la ayuda de herramientas como: encuestas y estadísticas.

5.2.1. Encuestas

Las encuestas serán útiles para medir el nivel de aceptación del producto por parte de los clientes. Dichas encuestas serán tomadas a los clientes por distintos medios como la línea de servicio al cliente, cuando los repartidores entreguen o tomen pedidos y en supermercados de la región.

5.2.2. Estadísticas

Para mejorar la eficacia y la eficiencia de los procesos, procedimientos y productos, es necesario utilizar técnicas estadísticas que permitan comprender la variabilidad de los mismos. Los procesos de producción por más sofisticados que sean siempre poseen variabilidad (probabilidad), esta se puede presentar por causas comunes y por causas asignables.

Se pueden considerar como causas comunes las siguientes situaciones: variación de materia prima de un proveedor calificado, vibración de la maquinaria, cambios en las condiciones de trabajo y como causas asignables: malos operadores, operadores mal entrenados, malas materias primas y situaciones similares.

Cuando la variabilidad la constituyen las causas comunes y no existen causas comunes, se dice que el sistema está en estado estable y bajo control estadístico.

Existen distintas herramientas estadísticas para el control de procesos de producción, en la tabla XXI se describe la utilidad y aplicación de las mismas.

Tabla XXI. **Herramientas estadísticas útiles para el control de procesos**

Herramienta	Utilidad
Diagramas de dispersión	Relacionados con causas y efectos.
Distribución de frecuencias	Tabular la cantidad de veces que se repite un evento.
Gráficos de control por atributos y variables	Analizar cronológicamente la producción.
Muestreo de aceptación	Para producción continua y producción por lotes. La inspección puede ser al 100 por ciento o por muestreo.
Hoja de control	Mecanismo que permite la recolección de datos y toma de tiempos en procesos de producción, para determinar la existencia de causas de variabilidad.

Fuente: elaboración propia.

5.3. Evaluación de los procesos mejorados

Es importante verificar las acciones que integran los procesos de producción de lácteos así como la calidad de los mismos para poder ofrecer productos que cumplan con las expectativas del cliente.

5.3.1. Auditorías internas

Mediante las auditorías internas se pretende revisar periódicamente si los objetivos de automatizar la producción de lácteos son alcanzados, dichas auditorías puede realizarlas el jefe de producción o asignar a un empleado con conocimientos de los procesos de elaboración de lácteos.

Los registros de producción son herramientas para determinar si hay mejoras en el volumen de producción de la empresa, ya que proporcionarán información sobre los niveles de producción en distintos periodos de tiempo. Las auditorías internas ayudarán a determinar si la maquinaria está distribuida correctamente en la línea de producción o realizar cambios pertinentes para mejorar el funcionamiento de la planta así como la verificación de los programas de limpieza.

Es necesario programar auditorías internas diarias y trimestrales. Las auditorías diarias serán empleadas para inspeccionar todo lo referente a desinfección y limpieza del área de trabajo, maquinaria y equipo utilizado en la producción de lácteos.

El desenvolvimiento de las mejoras realizadas en el área de producción se evalúa mediante las auditorías trimestrales, dichas auditorías comprenderán acciones como: verificar líneas de producción, identificar cuellos de botella, determinar tiempos de ocio e identificar las necesidades en el área de producción (como la correcta distribución de la maquinaria).

5.3.2. Auditorías externas

Las auditorías externas son realizadas por profesionales sin vínculos laborales con la entidad que los contrata, para expresar su opinión profesional con un criterio libre. Es necesario solicitar los servicios de laboratorios especializados en el análisis de alimentos para evaluar la calidad de los productos.

El Ministerio de Salud asigna inspectores, los cuales se encargan de revisar las prácticas sanitarias para verificar el cumplimiento con lo especificado en la Norma Sanitaria para la autorización y control de fábricas procesadoras de leche y productos lácteos No. 001-2003, utilizando la ficha de inspección autorizada para tal efecto.

Al realizar la supervisión en la planta, el inspector revisará la documentación que comprueba la buena calibración y funcionamiento de los equipos de pasteurización, así como los registros de pasteurización por lote. El punto de vista de un técnico especializado en el mantenimiento de maquinaria empleada en la producción de lácteos es considerado como una auditoría externa que ayudará a prolongar la vida útil del equipo.

CONCLUSIONES

1. Por medio de visitas a la planta se detectaron situaciones como: que el área de producción es demasiado angosta para realizar el producto, la capacidad actual de la planta es de 4 100 litros de leche, no existe orden en el área de producción lo cual dificultaba la realización de producto, la señalización industrial no es la adecuada puesto que las pocas señales existentes son de papel, el área de almacenamiento o cuarto de refrigeración no se da abasto para la cantidad de producto que actualmente se elabora y los procesos de producción no cuentan con tiempos estandarizados.
2. La capacidad de producción de la planta al automatizar los procesos será de 10 000 litros de leche, lo cual indica que la planta crecerá en un 244 por ciento.
3. El ahorro de tiempo al automatizar la línea para producir queso fresco será del 6 por ciento (266,62 minutos), para queso pita el 16 por ciento (107,57 minutos), queso seco 5 por ciento del método actual (89,52 minutos), para producir queso mozzarella es de 17 por ciento (101,81 minutos), para yogurt 1 por ciento (24,54 minutos), para helado 1 por ciento (22,29 minutos) y para crema 2 por ciento (27,46 minutos).
4. Es importante tomar en cuenta factores como el uso correcto del equipo nuevo, indicando los posibles accidentes ocasionados por el mismo y las acciones para prevenirlos.

5. La recepción de materia prima en la actualidad se realiza en una paila, que es un recipiente de acero inoxidable descubierto en la parte superior, para el mejorar el proceso se propone incorporar un tanque de recepción el cual reducirá las posibilidades de contaminación de materia prima, actualmente se cuenta con un cuarto frío de 12,88 m² para almacenar producto terminado, la ampliación de la planta permitirá construir un almacén de producto de 40,42 m².
6. El área de producción contará con 197,96 m², lo cual permitirá desarrollar los procesos de manera ordenada, el área que actualmente se utiliza como área de producción con 28,13 m² se utilizará para elaborar yogurt y realizar procesos de estandarización y reposo de materia prima, se creará un área de empaque de producto de 23,15 m², en el laboratorio además de contará con un área de 21,64 m², ya que se desarrollarán nuevas actividades y se necesitará introducir equipo adicional al ya existente, el área de refrigeración tendrá un área de 28,81 m².
7. Con la ayuda de planos de la nueva planta se realizará la organización del proceso, la distribución de las señales industriales y la organización de maquinaria para la implementación de mejoras además de aplicar acciones como: clasificar, organizar y limpiar.
8. La mejora de los procesos de producción, ampliación de la planta y creación de laboratorio de calidad necesitará una inversión de Q.667179,76 que se recuperará a partir del segundo año, con un valor presente neto de Q.1 465 780,37, con una tasa interna de retorno de 37,10 por ciento y una relación beneficio costo de 3,20.

RECOMENDACIONES

1. Crear un comité para evaluar orden y limpieza dentro del área de recepción de materia prima, producción, almacenamiento de producto terminado, envasado, etc.
2. Utilizar control estadístico de la calidad y control de la producción, para medir la eficiencia de los procesos y operarios, crear registros de procesos de producción, etc.
3. Proporcionar a los operarios los conocimientos necesarios sobre el manejo de la nueva maquinaria mediante capacitaciones.
4. Inspeccionar los métodos de recepción de materia prima con la finalidad de mantener la inocuidad en la misma, utilizar primeros en entrar primeros en salir como método de evaluación de inventario de producto terminado.
5. Examinar la situación física de la planta y el equipo para planificar mantenimiento tanto correctivo como preventivo.
6. Establecer un programas de capacitación relacionados con seguridad e higiene industrial y 5's (clasificación, orden, limpieza, normalización, mantener disciplina).
7. Implantar programas cualitativos y fisicoquímicos de control de calidad del producto.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALAIS, Charles. *Ciencia de la Leche: Principios de Técnica Lechera*. 2a ed. España: Reverté, 1985. 873 p. ISBN: 8429118152.
2. BLANK, Leland. *Ingeniería Económica*. 6a ed. México: McGraw-Hill, 2006. 831 p. ISBN: 970-10-5608-6.
3. Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. *Guía de señalización de ambientes y equipos de seguridad*. Guatemala: CONRED 2010. 49 p.
4. GAKO CASTILLO, Wendy Edith. *Proceso de elaboración de queso crema para extender su vida de anaquel en una industria procesadora de lácteos*. Trabajo de graduación Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009. 208 p.
5. GALVAN DÍAZ, María del Pilar. *Proceso básico de la leche y el queso*. Universidad Autónoma de México, Coordinación de Difusión Cultural, Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, 2005. 17 p.
6. GARCIA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del Trabajo*. 2a ed. México: McGraw-Hill Interamericana, 2005. 459 p. ISBN: 9789701046579.

7. Guatemala Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Norma sanitaria para la autorización y control de fábricas procesadoras de leche y productos lácteos*. Acuerdo Gubernativo No. 115-99. 24 p.
8. GUERRERO SPINOLA, Alba Maritza. *Formulación y evaluación de proyectos*. Guatemala: Editorial Universitaria, 2004. 110 p.
9. KJEELL, Zandin. *Manual del Ingeniero Industrial*. 5a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 900 p. Vol. 2. ISBN: 970-10-4795-8.
10. MADRID, Antonio. *Curso de Industrias Lácteas*. España: AMV Ediciones, Mundi Prensa, 1996. 604 p. ISBN: 8487440827.
11. NIEBEL, Benjamin W. *Métodos, tiempos y movimientos*. 9a ed. México: Alfaomega, 1996. 880 p. ISBN: 9701502175.
12. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. *Comisión del Codex Alimentarius: norma general del Codex para el uso de términos lecheros*. 9a ed. Roma: ONU, 1999. 4 p.
13. ROBBINS, Stephen P. *Administración teoría y práctica*. 8a ed. México: Prentice-Hall 2005. 614 p. ISBN: 9702605555.
14. SPREER, Edgar. *Lactología industrial: leche, preparación y elaboración, máquinas, instalaciones y apartados, productos lácteos*. 2a ed. Zaragoza España: Acribia, 1975. 461 p.
15. SLOCUM, John. *Administración, un enfoque basado en competencias*. 10 ed. México: International Thompson, 2005. 592 p. ISBN: 9706864342.

16. TORRES, Sergio Antonio. *Ingeniería de plantas*. Guatemala: Editorial Universitaria, 2008. 178p.
17. VARNAM, Alan. *Leche y Productos Lácteos. Terminología, Química y Microbiología*. Zaragoza: Acribia, 1995. 476 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Propuesta de tabla de control de limpieza para área de producción y empaque

Control de limpieza área de producción y empaque														Fecha:									
ACTIVIDADES	piso	pared	techo	ventanas	cortinas	lavamanos	mesas	utensilios	hieleras/refrigeradores	dosificadora de crema	empacadora al vacío	cuba automatizada de cuajo	hiladora de queso	homogenizador	pasteurizador	mesas de acero inoxidable	tanque de recepción	envasadora de crema	envasadora de yogurt	moldes	molino	estufa	
LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN																							
DESINFECTANTE APLICADO																							
DOSIFICACIÓN (ml)																							
HORA DE APLICACIÓN																							

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Propuesta de tabla de control de limpieza para laboratorio

Control de limpieza laboratorio										Fecha:				
ACTIVIDADES	piso	pared	techo	ventanas	cortinas	lavamanos	mesas	utensilios	equipo	estantes				
LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN														
DESINFECTANTE APLICADO														
DOSIFICACIÓN (ml)														
HORA DE APLICACIÓN														

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Propuesta de tabla de control de limpieza para cuartos fríos**

Control de limpieza cuarto frío		Fecha:				
ACTIVIDADES	piso	pared	techo	ventanas	cortinas	estantes
LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN						
DESINFECTANTE APLICADO						
DOSIFICACIÓN (ml)						
HORA DE APLICACIÓN						

Fuente: elaboración propia.

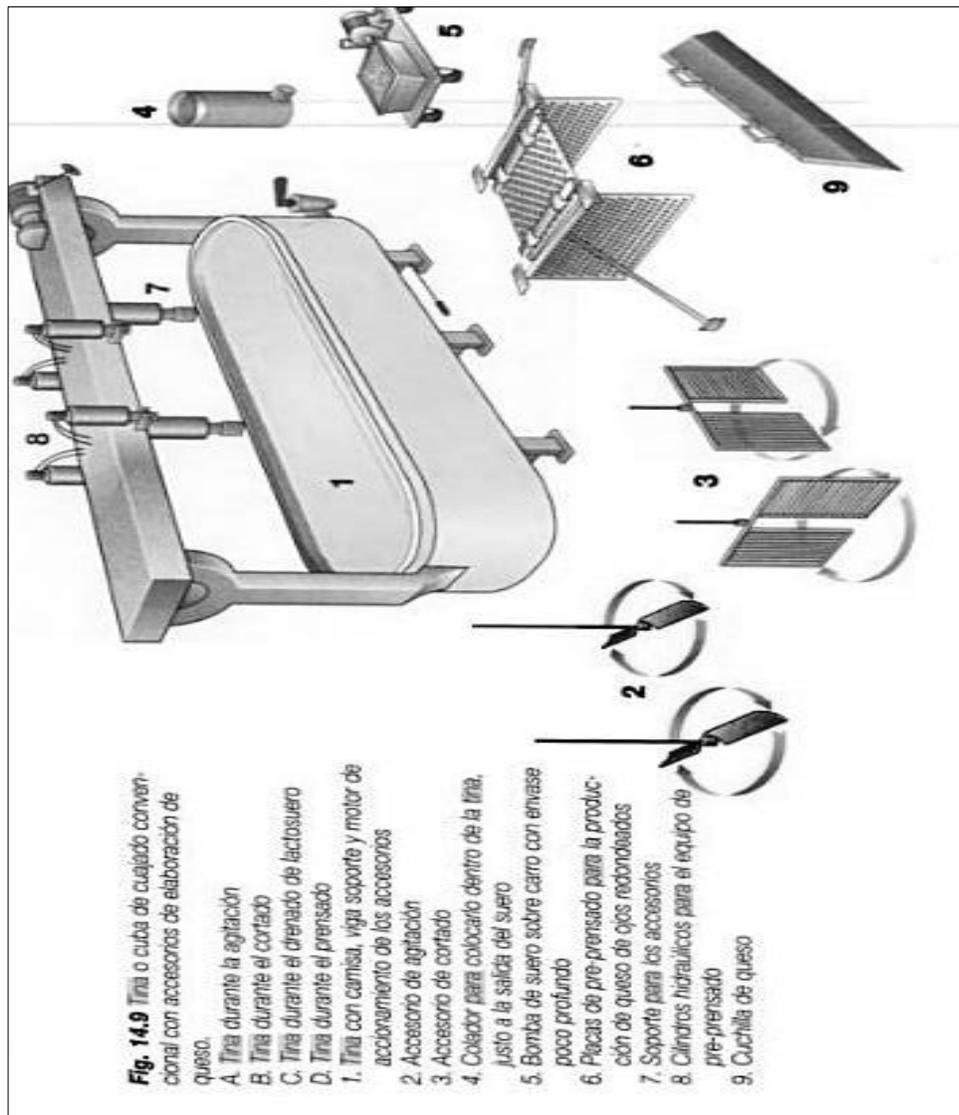
Apéndice 4. **Propuesta de tabla de control de limpieza para bodegas y lavandería**

ACTIVIDADES	Control de limpieza bodega de utensilios					Control de limpieza bodega de artículos de limpieza					Control de limpieza bodega de utensilios y empaques					Control de limpieza de lavandería					Fecha					
	piso	pared	techo	ventanas	cortinas	estantes	piso	pared	techo	ventanas	cortinas	estantes	piso	pared	techo	ventanas	cortinas	estantes	piso	pared	techo	ventanas	cortinas	estantes		
LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN																										
DESINFECTANTE APLICADO																										
DOSIFICACIÓN (ml)																										
HORA DE APLICACIÓN																										

Fuente: elaboración propia.

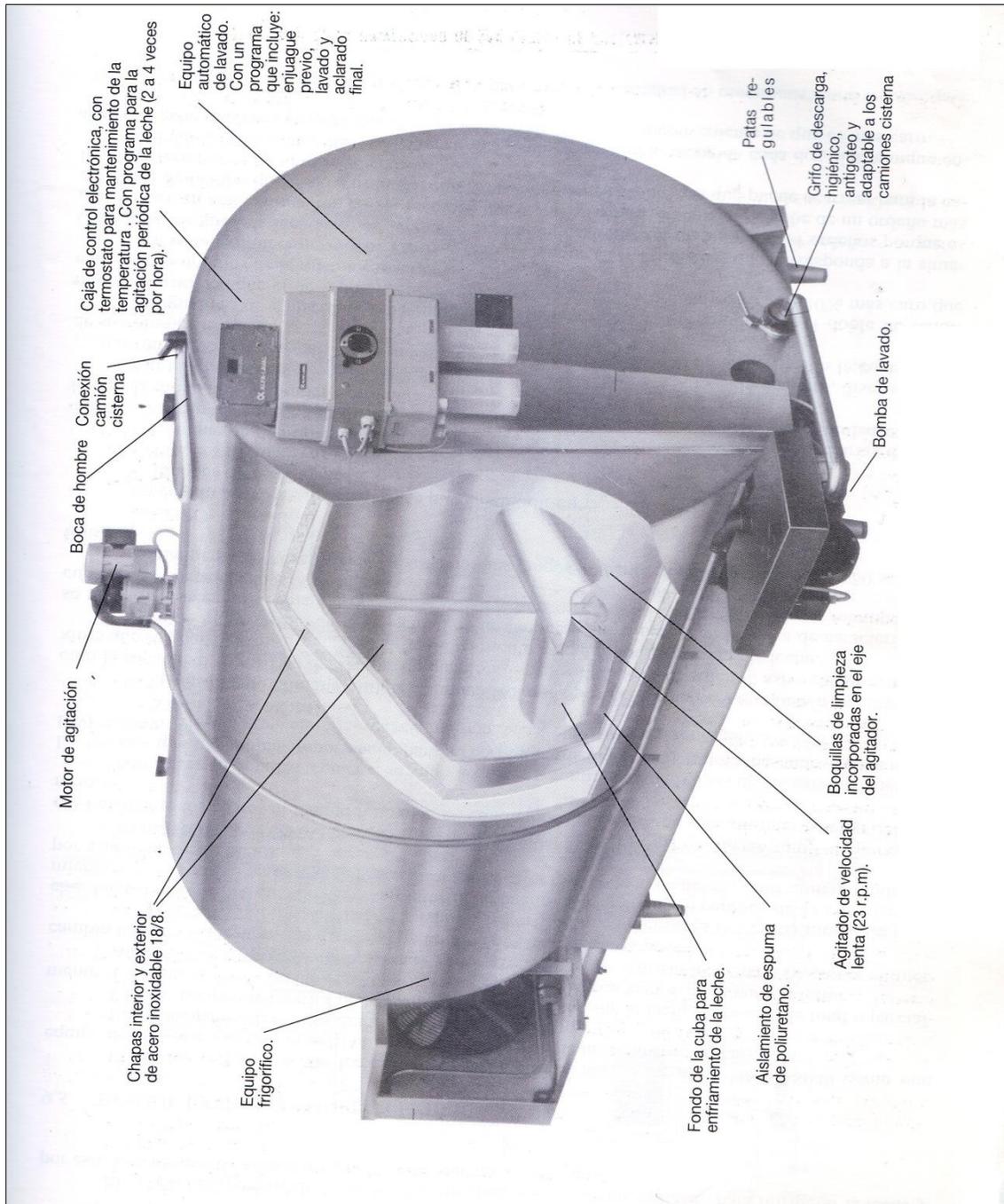
ANEXOS

Anexo 1. Partes de una tina de cuajado convencional con accesorios



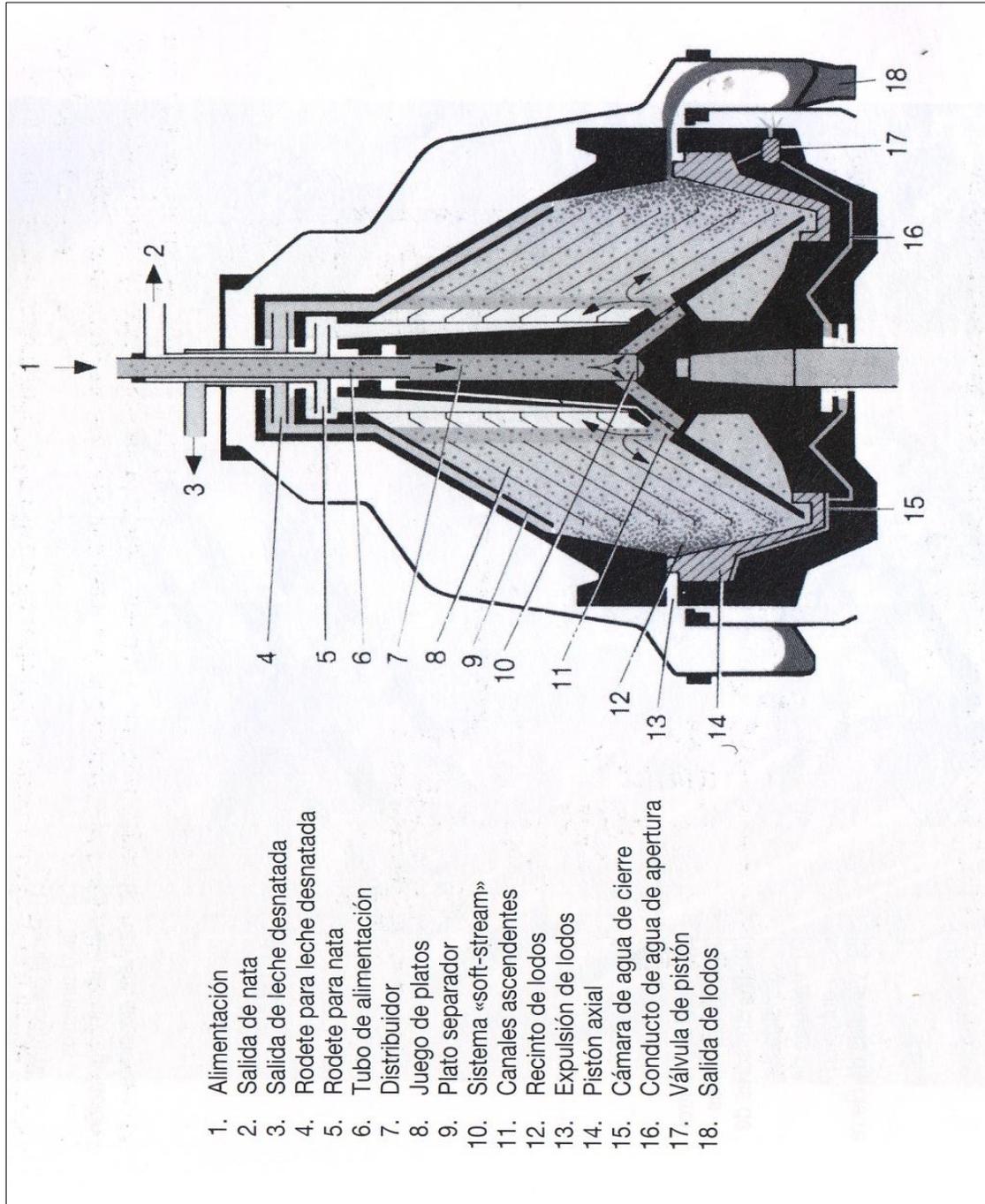
Fuente: LÓPEZ GÓMEZ, Antonio. Manual de Industrias Lácteas. 300 p.

Anexo 2. Partes de un tanque de recepción de materia prima



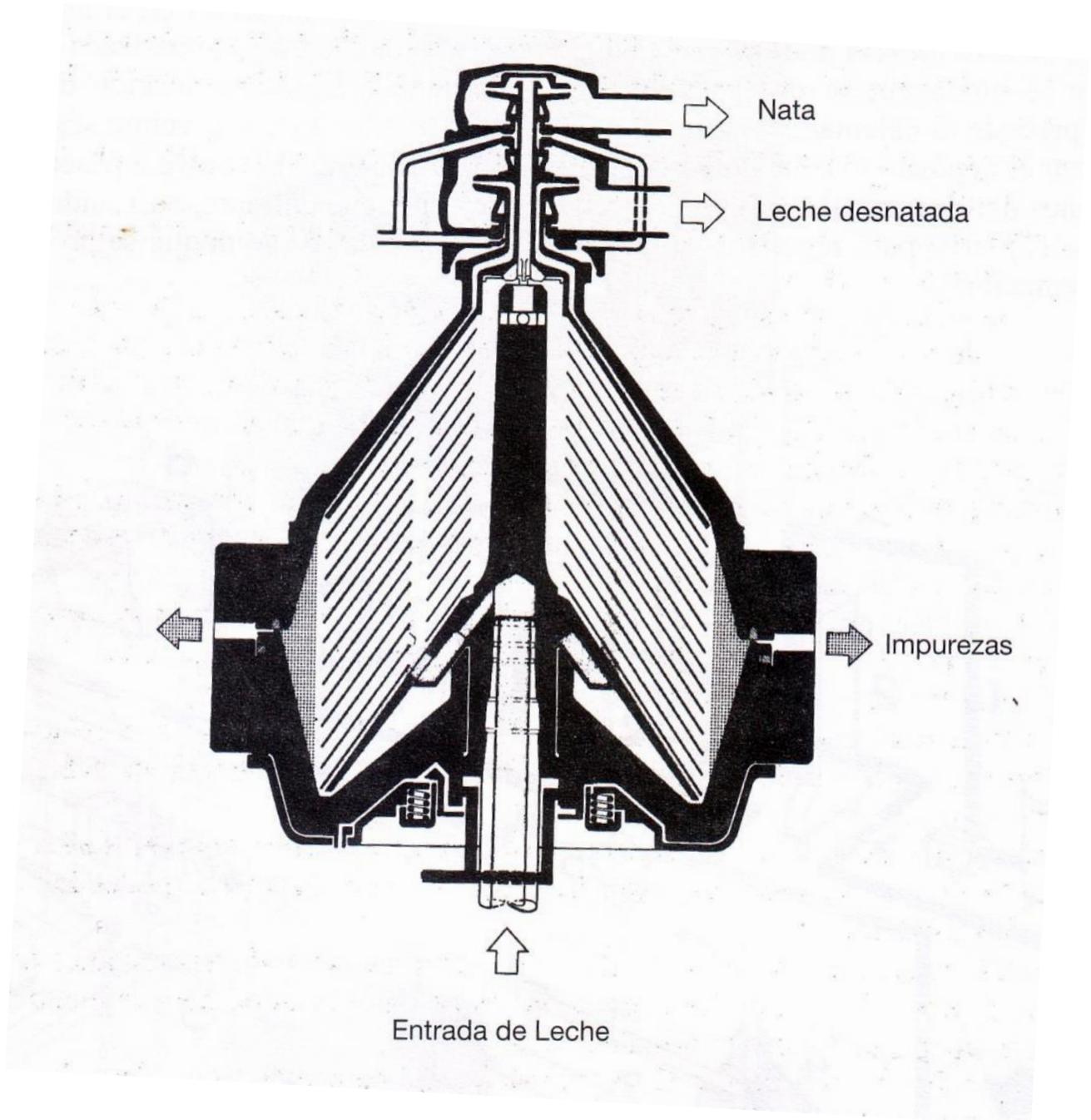
Fuente: MADRID, Antonio. Curso de industrias lácteas. 94 p.

Anexo 3. Piezas que conforman una descremadora



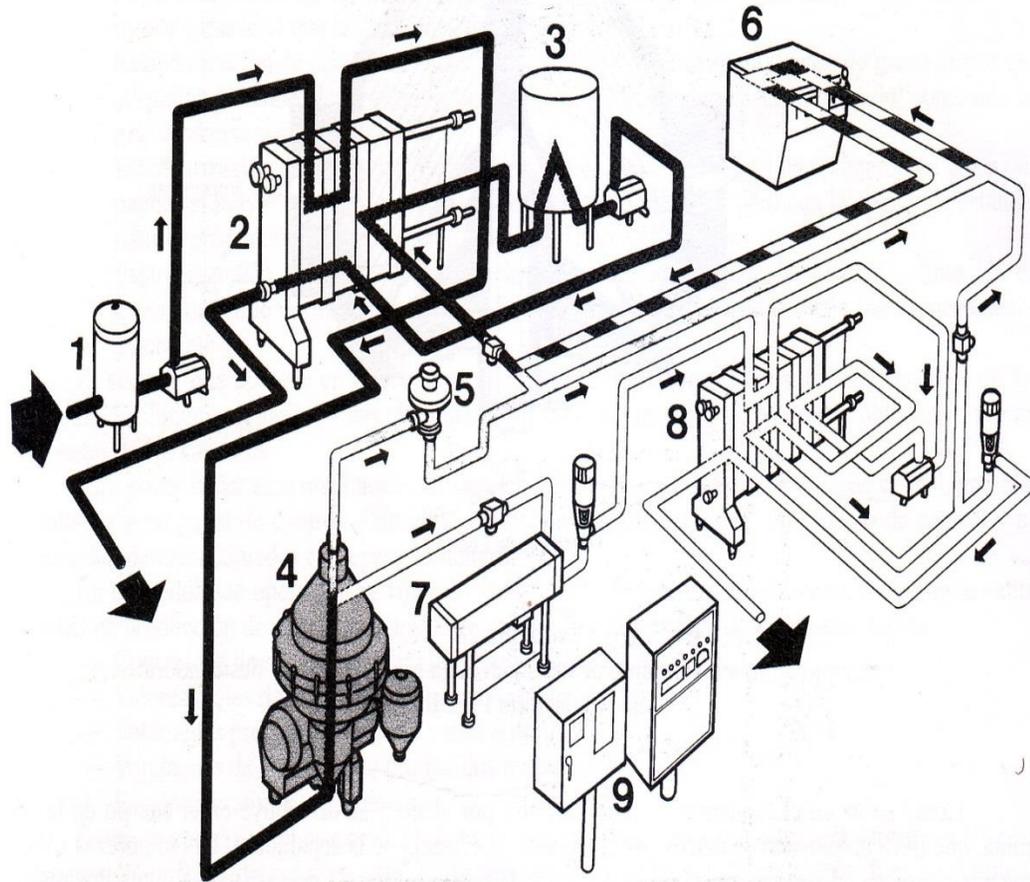
Fuente: MADRID, Antonio. Curso de industrias lácteas. 131 p.

Anexo 4. **Proceso de clarificación y separación de leche en descremadora**



Fuente: MADRID, Antonio. Curso de industrias lácteas. 128 p.

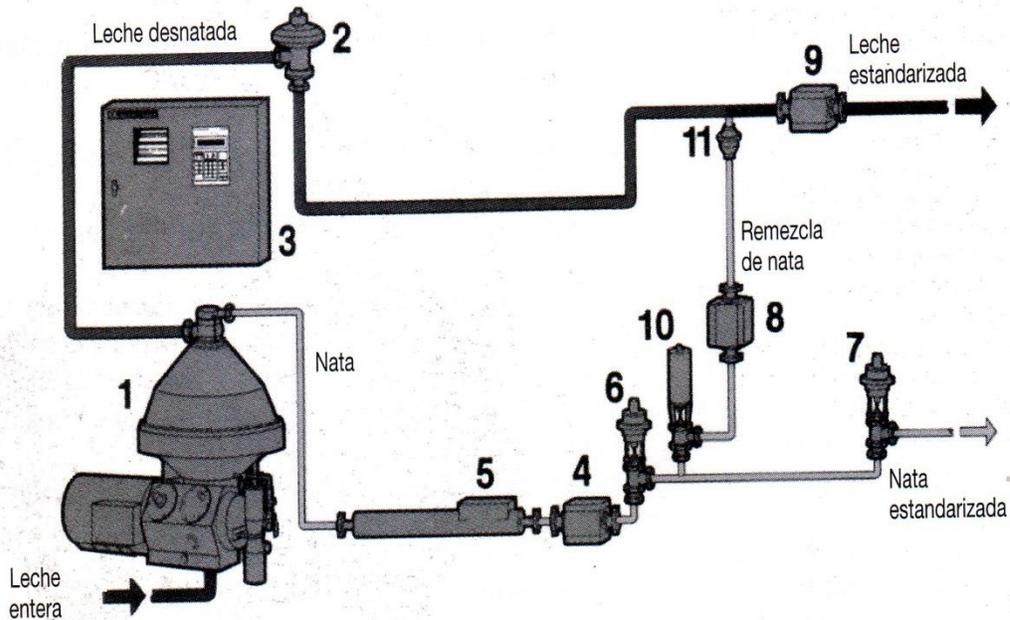
Anexo 5. Proceso de descremado, homogenización y pasteurización de leche



- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| 1. Depósito regulador. | 6. Homogeneizador. |
| 2. Pasterizador de la leche. | 7. Densímetro. |
| 3. Depósito de retención. | 8. Pasterizador de la nata. |
| 4. Centrífuga desnatadora. | 9. Panel de estandarización. |
| 5. Válvula modulante. | |

Fuente: MADRID, Antonio. Curso de industrias lácteas. 127 p.

Anexo 6. Estandarización de contenido graso de la leche



1. Separadora.
2. Válvula de modulación de presión constante para leche desnatada.
3. Panel de control con módulo de operación y registrador.
4. Transmisor de caudal para nata.
5. Transmisor de densidad para nata.
6. Válvula de modulación para nata.
7. Válvula para nata sobrante.
8. Transmisor de caudal para remezcla de nata.
9. Transmisor de caudal para leche estandarizada.
10. Válvula de corte para remezcla de nata.
11. Válvula de retención.

Fuente: MADRID, Antonio. Curso de industrias lácteas. 130 p.

Anexo 7. **Área de producción actual**



Fuente: Área de Producción, Empresa de Lácteos.

Anexo 8. **Área de producción actual**



Fuente: Área de Producción, Empresa de Lácteos.

Anexo 9. **Área de empaque**



Fuente: Empresa de Lácteos, Área de Empaque.

Anexo 10. **Bodega de insumos y empaques**



Fuente: Empresa de Lácteos, Área de Bodega.

