



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE TECNOLOGIAS DE LA INFORMACIÓN,  
TELECOMUNICACIONES E INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE  
AUTOMATIZACIÓN**

**TEMA:**

---

“LEAN MANUFACTURING PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN DE QUESOS, EN LA EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS BENITES “PROLACBEN” DE LA CIUDAD DE AMBATO”

---

Trabajo de Graduación. Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo la obtención del título de Ingeniero en Industrial en Procesos de Automatización.

**SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Sistema de administración de la productividad y competitividad empresarial

**AUTOR:** Rubén Gabriel Benites Cunalata

**TUTOR:** Ing. Franklin Geovanny Tigre Ortega

Ambato - Ecuador

Julio-2019

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema: “LEAN MANUFACTURING PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN DE QUESOS, EN LA EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS BENITES “PROLACBEN” DE LA CIUDAD DE AMBATO”, elaborado por el señor Rubén Gabriel Benites Cunalata, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Tecnologías de la información, Telecomunicaciones e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Julio 2019

Tutor,



---

Ing. Franklin Geovanny Tigre Ortega

## **AUTORÍA DEL TRABAJO**

El presente proyecto de investigación titulado: “LEAN MANUFACTURING PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN DE QUESOS, EN LA EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS BENITES “PROLACBEN” DE LA CIUDAD DE AMBATO”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Julio 2019

Autor,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Rubén Gabriel Benites Cunalata', is written over a horizontal line. The signature is contained within a light blue rectangular box.

Rubén Gabriel Benites Cunalata

CI. 1804960043

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación,

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato, Julio 2019

Autor,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Rubén Gabriel Benites Cunalata', is written over a horizontal line.

Rubén Gabriel Benites Cunalata

CI. 1804960043

## **APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA**

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes calificadores, revisó y aprobó el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “LEAN MANUFACTURING PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN DE QUESOS, EN LA EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS BENITES “PROLACBEN” DE LA CIUDAD DE AMBATO”, presentado por el señor Rubén Gabriel Benites Cunalata de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.



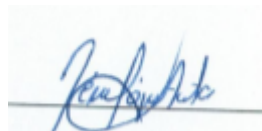
---

Ing. Mg. Pilar Urrutia



---

Ing. Msc. Israel Naranjo



---

Ing. Msc. Jessica López

## **DEDICATORIA**

*Dedico el presente trabajo de investigación principalmente a Dios por brindarme salud, sabiduría, y las fuerzas necesarias para nunca desistir en el anhelo de cumplir esta meta en mi vida.*

*A mis padres quienes, con su amor, su apoyo incondicional y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir cada una de mis metas, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía y de no tener miedo a las adversidades.*

*A mi ángel en el cielo que, aunque físicamente ya no se encuentre, yo sé que en todo momento al desarrollar este trabajo estuvo conmigo, por eso a ti VERIFER hermana querida te dedico mi esfuerzo.*

*Rubén Gabriel Benites Cunalata*

## **AGRADECIMIENTO**

*Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad para seguir luchando por esta gran meta.*

*A mis padres quienes, con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.*

*A mi tutor el Ing. Franklin Tigre por haberme guiado, no solo en la elaboración del trabajo de titulación sino a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo y sus conocimientos para el desarrollo del presente trabajo.*

*A la empresa PROLACBEN por permitirme realizar sin ningún impedimento el trabajo de titulación.*

*Rubén Gabriel Benites Cunalata*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO .....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA.....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
INTRODUCCIÓN .....	xx
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>EL PROBLEMA</b> .....	<b>1</b>
1. 1 Tema.....	1
1.2 Planteamiento del Problema.....	1
1.3 Delimitación del Problema.....	2
1.3.1 De Contenido .....	2
1.3.2 Espacial .....	2
1.3.3 Temporal .....	2
1.4 Justificación.....	3
1.5 Objetivos .....	4
1.5.1 Objetivo General .....	4
1.5.2 Objetivos Específicos.....	4
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>5</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
2.1 Antecedentes Investigativos .....	5
2.2 Fundamentación Teórica .....	8
2.2.1 Evolución Histórica Lean Manufacturing .....	8
2.2.2 Estudio de tiempos .....	12



Cronómetro .....	12
Número de observaciones .....	13
Valoración del ritmo de trabajo.....	13
Suplementos del estudio de tiempos .....	14
Cálculo del tiempo estándar .....	15
2.2.3 VSM: Mapa del flujo de valor (Value Stream Mapping).....	16
Indicadores relevantes de un Mapa de Valor .....	17
2.2.4 Tiempo TAKT.....	17
Simbología básica de un Mapa de Valor (VSM) .....	18
Pasos para construir un Mapa de Flujo de Valor.....	20
2.2.5 Las 5´S .....	21
2.2.6 Estandarización .....	23
2.2.7 Pilares De Lean Manufacturing.....	24
2.2.7.1 Kaizen .....	24
LOS 7+1 DESPERDICIOS DE LEAN MANUFACTURING .....	34
2.3 La industria láctea .....	36
2.4 Propuesta de solución.....	36
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>37</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>37</b>
3.1 Modalidad de la Investigación .....	37
3. 2 Población y Muestra.....	37
3.3 Recolección de Información.....	38
3.4 Procesamiento y Análisis de Datos .....	38
3.5 Desarrollo del Proyecto.....	39
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>40</b>
<b>DESARROLLO DE LA PROPUESTA</b> .....	<b>40</b>
4.1 Introducción a la empresa .....	40
Antecedentes de la Empresa.....	40
Datos de la Empresa.....	40
Reseña Histórica.....	41

4.2 Proceso Productivo de la fábrica Productos Lácteos Benites “PROLACBEN” .....	42
Proceso general de la producción de queso fresco: .....	42
4.2.1 Descripción de las áreas de trabajo .....	44
Área de recepción de materia prima.....	44
Área de pasteurización .....	44
Área de Enfriamiento de leche .....	48
Área de cuajado de leche.....	49
Área de Preparación de la cuajada .....	52
Área de Moldeo de queso.....	54
Área de Prensado del queso .....	56
Área de Salado del queso .....	60
Área de Enfundado del queso.....	61
Área de Empacado de queso .....	64
Área de Almacenamiento .....	65
4.2.2 Selección del área de trabajo para estudio.....	65
Diagrama de flujo del área de producción de queso fresco.....	65
4.2.3 Método actual de trabajo en el área de producción de queso fresco .....	67
4.2.4. Diagrama de ensamble del método actual.....	67
Análisis del proceso productivo en el área de producción de queso fresco .....	67
4.2.5 Cursograma analítico método actual .....	74
4.2.6 Layout actual del área de producción de queso fresco de la fábrica “PROLACBEN” ..	80
4.2.7. Diagrama de recorrido actual .....	80
4.3 Descripción de las Actividades. ....	87
4.4 Estudio de tiempos del proceso .....	91
4.4.1 Cálculo del número de observaciones. ....	91
4.4.2 Tiempo estándar .....	92
Valoración del ritmo de trabajo:.....	92
4.4.3 Clasificación de las actividades de los procesos .....	96

4.5 Datos históricos .....	98
4.6 Mapa de la cadena de valor (VSM).....	99
4.7 Balanceo de Líneas.....	107
Estado actual .....	108
4.8 Balance de líneas propuesto .....	110
4.9 Rediseño de planta .....	114
Criterios para realizar el rediseño de planta .....	114
<b>CAPÍTULO V</b> .....	<b>118</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>118</b>
5.1 Conclusiones .....	118
5.2 Recomendaciones.....	120
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>121</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>124</b>
ANEXO 1 Layout Actual.....	124
ANEXO 2 Estudio de tiempos .....	125
ANEXO 3 Tiempos de transporte en el proceso de la empresa PROLACBEN .....	152
ANEXO 4 Layout del rediseño de planta propuesto.....	153

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Símbolos Del VSM .....	19
Tabla 2 Diagrama de ensamble .....	70
Tabla 3 Cursograma analítico del proceso de producción de queso fresco.....	75
Tabla 4 Actividades recepción materia prima.....	87
Tabla 5 Actividades de pasteurización de leche.....	87
Tabla 6 Actividades de enfriamiento de leche .....	88
Tabla 7 Actividades cuajado de leche .....	88
Tabla 8 Actividades moldeo de quesos .....	89
Tabla 9 Actividades prensado de quesos.....	89
Tabla 10 Actividades salado de quesos.....	90
Tabla 11 Actividades enfundado de quesos .....	90
Tabla 12 Actividades almacenamiento de quesos .....	90
Tabla 13 Estudio de tiempos de las actividades de pasteurización de leche .....	91
Tabla 14 Número recomendado de observaciones para pasteurización.....	92
Tabla 15 Valoración del ritmo de trabajo de las actividades de pasteurización de leche.....	93
Tabla 16 Estudio de tiempos completo de las actividades de pasteurización de leche .....	94
Tabla 17 Suplementos por descanso en el área de pasteurización de leche .....	95
Tabla 18 Tiempo estándar actividad pasteurización de leche .....	95
Tabla 19 Resultados estudio de tiempos para todas las subáreas de la empresa .....	96
Tabla 20 Tiempos de transporte del proceso.....	97
Tabla 21 Datos históricos de la demanda de la empresa .....	98
Tabla 22 Tiempo por unidad producida .....	99
Tabla 23 Demanda mes de mayo 2019 .....	100
Tabla 24 Datos del proceso de producción de quesos.....	101
Tabla 25 Selección de herramientas de Lean Manufacturing .....	106
Tabla 25 Selección de herramientas de Lean Manufacturing (continuación) .....	107
Tabla 26 Tabla de precedencia actual del proceso .....	108
Tabla 27 Propuesta de estaciones de trabajo .....	111
Tabla 28 distancias reducidas con el rediseño de planta.....	115
Tabla 29 plan de mejoras de productividad.....	117
Tabla 30 Estudio de tiempos de las actividades de recepción de materia prima.....	125
Tabla 31 Número recomendado de observaciones para recepción de materia prima .....	125
Tabla 32 Valoración del ritmo de trabajo de las actividades de recepción de materia prima ...	125

Tabla 33 Estudio de tiempos completo de las actividades de recepción de materia prima .....	126
Tabla 34 Suplementos por descanso en el área de recepción de materia prima .....	127
Tabla 35 Tiempo estándar actividad recepción de materia prima .....	127
Tabla 36 Estudio de tiempos de las actividades de enfriamiento de leche.....	128
Tabla 37 Número recomendado de observaciones para enfriamiento de leche .....	128
Tabla 38 Valoración del ritmo de trabajo de las actividades de enfriamiento de leche .....	129
Tabla 39 Estudio de tiempos completo de las actividades de enfriamiento de leche.....	130
Tabla 40 Suplementos por descanso en el área de enfriamiento de leche.....	131
Tabla 41 Tiempo estándar actividad enfriamiento de leche.....	131
Tabla 42 Estudio de tiempos de las actividades de cuajado de leche.....	132
Tabla 43 Número recomendado de observaciones para cuajado de leche .....	133
Tabla 44 Valoración del ritmo de trabajo de las actividades de cuajado de leche .....	133
Tabla 45 Estudio de tiempos completo de las actividades de cuajado de leche.....	134
Tabla 46 Suplementos por descanso en el área de cuajado de leche.....	135
Tabla 47 Tiempo estándar actividad cuajado de leche.....	135
Tabla 48 Estudio de tiempos de las actividades de moldeo de quesos.....	136
Tabla 49 Número recomendado de observaciones para moldeo de quesos .....	136
Tabla 50 Valoración del ritmo de trabajo de las actividades de moldeo de quesos .....	137
Tabla 51 Estudio de tiempos completo de las actividades de moldeo de quesos.....	138
Tabla 52 Suplementos por descanso en el área de moldeo de quesos.....	139
Tabla 53 Tiempo estándar actividad moldeo de quesos.....	139
Tabla 54 Estudio de tiempos de las actividades de prensado de quesos .....	140
Tabla 55 Número recomendado de observaciones para prensado de quesos.....	140
Tabla 56 Valoración del ritmo de trabajo de las actividades de prensado de quesos.....	141
Tabla 57 Estudio de tiempos completo de las actividades de prensado de quesos .....	141
Tabla 58 Suplementos por descanso en el área de prensado de quesos .....	142
Tabla 59 Tiempo estándar actividad prensado de quesos .....	142
Tabla 60 Estudio de tiempos de las actividades de salado de quesos .....	143
Tabla 61 Número recomendado de observaciones para salado de quesos .....	143
Tabla 62 Valoración del ritmo de trabajo de las actividades de salado de quesos .....	144
Tabla 63 Estudio de tiempos completo de las actividades de salado de quesos.....	144
Tabla 64 Suplementos por descanso en el área de salado de quesos.....	145
Tabla 65 Tiempo estándar actividad salado de quesos.....	145
Tabla 66 Estudio de tiempos de las actividades de enfundados de quesos .....	146

Tabla 67 Número recomendado de observaciones para enfundados de quesos .....	146
Tabla 68 Valoración del ritmo de trabajo de las actividades de enfundados de quesos .....	147
Tabla 69 Estudio de tiempos completo de las actividades de enfundados de quesos .....	147
Tabla 70 Suplementos por descanso en el área de enfundados de quesos .....	148
Tabla 71 Tiempo estándar actividad enfundados de quesos .....	148
Tabla 72 Estudio de tiempos de las actividades de almacenamiento de quesos.....	149
Tabla 73 Número recomendado de observaciones para almacenamiento de quesos .....	149
Tabla 74 Valoración del ritmo de trabajo de las actividades de almacenamiento de quesos ....	149
Tabla 75 Estudio de tiempos completo de las actividades de almacenamiento de quesos.....	150
Tabla 76 Suplementos por descanso en el área de almacenamiento de quesos.....	151
Tabla 77 Tiempo estándar actividad almacenamiento de quesos.....	151
Tabla 78 Resultados estudio de tiempos para todas las áreas de la empresa.....	151
Tabla 79 Tiempos de transporte del proceso.....	152

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Evolución Del Lean Manufacturing [13].	11
Fig. 2 Estructura de lean manufacturing [8].	11
Fig. 3 Número de Observaciones por ciclo de trabajo [15].	13
Fig. 4 Valoración del ritmo de trabajo [16].	14
Fig. 5 Sistema de suplementos por descanso [16].	15
Fig. 6 Tiempos del VSM [18].	18
Fig. 7 Significado de Kaizen [10].	25
Fig. 8 Características Kaizen e Innovación [22].	26
Fig. 9 Seis Preguntas del Kaizen [22].	27
Fig. 10 Ciclo Kaizen [23].	27
Fig. 11 Herramientas Kaizen [26].	31
Fig. 12 Símbolos utilizados en diagramas de flujo [27].	34
Fig. 13 Silos de Almacenamiento	44
Fig. 14 Colocar de agitador en la olla de cocción	45
Fig. 15 Abrir la llave de desfogue	45
Fig. 16 Llave de entrada de vapor	46
Fig. 17 Llave de retorno de condensado	46
Fig. 18 Colocar el termómetro en la olla de cocción.	47
Fig. 19 Encendido del agitador	47
Fig. 20 Llave de retorno de agua fría	48
Fig. 21 Cerrar la llave de desfogue	48
Fig. 22 Llave de agua fría.	49
Fig. 23 Diluir cloruro de calcio	49
Fig. 24 Adición del cloruro de calcio a la leche.	50
Fig. 25 Medición de cuajo.	50
Fig. 26 Adición de cuajo a la leche	51
Fig. 27 Batido de leche con cuajo	51
Fig. 28 Reposo de leche con cuajo	52
Fig. 29 Corte de cuajada.	52
Fig. 30 Maduración de cuajada	53
Fig. 31 Desuerado 1	53
Fig. 32 Cuajada en los moldes	54
Fig. 33 Reposo de cuajada en los moldes.	54

Fig. 34 Desuerado 2 .....	55
Fig. 35 Volteo de moldes .....	55
Fig. 36 Desuerado Final .....	56
Fig. 37 Enmallado de quesos.....	56
Fig. 38 Moldes en tableros .....	57
Fig. 39 Transporte de los quesos a la prensa.....	57
Fig. 40 Colocar tacos en los quesos .....	58
Fig. 41 Peso en los moldes .....	58
Fig. 42 Peso retirado de los moldes.....	59
Fig. 43 Retirar moldes.....	59
Fig. 44 Retirar mallas de los quesos.....	60
Fig. 45 Transporte queso a la salmuera.....	60
Fig. 46 Colocar sal en los quesos .....	61
Fig. 47 Reposo del queso en la salmuera .....	61
Fig. 48 Retirar queso de la salmuera .....	62
Fig. 49 Mesa de acero para colocar el queso.....	62
Fig. 50 Estilar el queso.....	63
Fig. 51 Enfundar el queso .....	63
Fig. 52 Sellado de queso .....	64
Fig. 53 Empacado de queso.....	64
Fig. 54 Almacenamiento de queso .....	65
Fig. 55 Diagrama de flujo del área de producción de queso fresco .....	66
Fig. 56 Diagrama de recorrido recepción de materia prima.....	81
Fig. 57 Diagrama de recorrido pasteurización, enfriamiento, cuajado y preparación de cuajada.....	82
Fig. 58 Diagrama de recorrido de moldeo.....	83
Fig. 59 Diagrama de recorrido prensado.....	84
Fig. 60 Diagrama de recorrido del salado .....	85
Fig. 61 Diagrama de recorrido del enfundado y empacado .....	86
Fig. 62 Clasificación de las actividades del proceso de elaboración de quesos .....	97
Fig. 63 Mapa de la Cadena de valor actual - PROLACBEN .....	102
Fig. 64 Producción estándar por día.....	103
Fig. 65 Tiempo de espera entre lotes de producción.....	104
Fig. 66 Diagrama Causa-Efecto para Transporte .....	104
Fig. 67 Diagrama Causa- Efecto para Esperas .....	105



Fig. 68 Diagrama Causa- Efecto para Defectos .....	105
Fig. 69 Diagrama de precedencia actual .....	108
Fig. 70 Diagrama precedencia propuesto .....	111
Figura 71 Mapa de la Cadena de valor futuro - PROLACBEN .....	116
Fig. 72 Layout actual de la empresa PROLACBEN .....	124
Fig. 73 Layout de rediseño de planta propuesto.....	153

## RESUMEN

El presente proyecto busca a través de las herramientas de Lean Manufacturing determinar los hechos de la producción actual y las causas que provocan inconvenientes en los procesos productivos de la empresa "PROLACBEN", que se dedica a la elaboración de productos lácteos, con el fin de proponer mejoras considerables en el proceso de producción de queso fresco, por medio del estudio de tiempos, balanceo de líneas, mapa de flujo de valor (VSM) y redistribución de planta que permita a la empresa controlar la producción y a su vez aumentar la productividad.

Mediante el uso de fuentes bibliográficas primarias y documentos válidos, así como información secundaria recopilada de libros, revistas, artículos científicos, internet, entre otras se profundiza sobre el tema y se compara los enfoques de distintos autores la problemática a tratar. A través de visitas a la empresa "PROLACBEN" se asocia con la realidad del proceso en donde se llevará a cabo el proyecto con el fin de recabar la información necesaria, se entrega una propuesta de solución para los problemas encontrados dentro del proceso productivo especialmente en el área de producción de queso para el mejoramiento de la calidad final del producto y para mejorar la productividad de la empresa.

A través del desarrollo de las propuestas planteadas se determina que la empresa obtendrá resultados favorables, aplicando en primer lugar la redistribución de planta que permitirá reducir las distancias de transporte que en la actualidad es de 69 metros a una distancia de 30 metros, seguido de un balanceo de líneas que permitirá a la empresa aumentar su eficiencia inicial de 23,57% a un 70,71% lo que ayudará reducir el tiempo de producción de cada unidad y le permitirá a la empresa aumentar su producción diaria, para cumplir con la demanda de sus clientes y por consiguiente incrementar su productividad.

## **ABSTRACT**

The present project seeks through the tools of Lean Manufacturing to determine the facts of the current production and the causes that cause inconveniences in the productive processes of the company "PROLACBEN", that is dedicated to the elaboration of dairy products, in order to propose considerable improvements in the process of production of fresh cheese, through the study of times, rolling lines, value flow map (VSM) and redistribution of plant that allows the company to control production and in turn increase productivity.

Through the use of primary bibliographic sources and valid documents, as well as secondary information compiled from books, journals, scientific articles, internet, among others, the subject is discussed in depth and the approaches of different authors are compared to the problematic to be treated. Through visits to the company "PROLACBEN" is associated with the reality of the process where the project will be carried out in order to gather the necessary information, a solution proposal is delivered for the problems encountered in the production process especially in the area of cheese production for the improvement of the final quality of the product and to improve the productivity of the company.

Through the development of the proposed proposals it is determined that the company will obtain favorable results, applying in the first place the redistribution of the plant that will allow to reduce the distances of transport that at present is 69 meters at a distance of 30 meters, followed by a rolling of lines that will allow the company to increase its initial efficiency from 23, 57% to 70.71% which will help reduce the production time of each unit and allow the company to increase its daily production, to meet the demand of your customers and therefore increase your productivity.

## INTRODUCCIÓN

Una de las alternativas que permite adoptar cada una de estas características es la del modelo de producción muy útiles en la ingeniería, son las herramientas de Lean Manufacturing (filosofía japonesa), la cual ayuda a las empresas a reducir costos de producción, obteniendo así una notable mejora en los procesos en los que actúa, reduciendo así desperdicios y obtener productos de mejor calidad, con mayor satisfacción de los clientes.

Existen 7 tipos de desperdicios que afectan directamente a la productividad de las empresas siendo los más negativos el del inventario y transporte ya que el exceso de los mismos generan otros tipos de desperdicios que se pueden presentar a lo largo de la cadena de producción de cualquier producto, este es un problema muy evidente que se presenta en la mayoría de las empresas del sector lácteo como la del presente estudio, debido al sistema tradicional de producción por lotes que se maneja en todas las empresas del sector.

Es por ello que la presente investigación inicia con el análisis de cada uno de los procesos que forman parte de la elaboración del queso fresco de la empresa PROLACBEN, para luego proceder con el cálculo del tiempo estándar y las capacidades de producción actuales, a continuación se analiza la actual cadena de valor mediante la teoría de los 7 desperdicios mortales, lo que permite establecer que herramientas se pueden implementar, finalmente se elabora un balanceo de líneas y un rediseño de planta con el fin de mejorar los tiempos de producción y el aumento de la productividad de la empresa.

En el capítulo I El problema, se visualizará el tema, el planteamiento del problema, la delimitación espacial, temporal, justificación y objetivos de la investigación general y específicos describiendo así la problemática de la investigación.

En el capítulo II El marco teórico, incluye los antecedentes investigativos, la fundamentación teórica, y la propuesta de solución representando así la bibliografía sobre los temas en los que se basara la propuesta.

En el capítulo III Metodología, se representa la modalidad de la investigación, se describe población y muestra, recolección de información, procesamiento y análisis de datos y las actividades que estarán involucradas en el desarrollo del proyecto.

En el capítulo IV Desarrollo de la propuesta, se describe la introducción a la empresa, proceso productivo, descripción de las áreas de trabajo, selección del área de estudio, diagrama de ensamble, cursograma analítico, diagramas de recorridos, estudio de tiempos, value stream mapping (VSM), balanceo de líneas, rediseño de planta, actividades con las que se cumplen los objetivos.

En el capítulo V conclusiones y recomendaciones obtenidas del análisis de la información del proyecto.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1 Tema

LEAN MANUFACTURING PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN DE QUESOS, EN LA EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS BENITES “PROLACBEN” DE LA CIUDAD DE AMBATO.

### 1.2 Planteamiento del Problema

El panorama de la industria láctea latinoamericana ha dado indicios de que el volumen de exportaciones se ha incrementado. En este aspecto, es espectacular la expansión que han registrado la leche en polvo y el queso. Algunas regiones persiguen el objetivo de transformar al Mercosur en un polo regional de producción de lácteos, apuntando al mercado internacional [1].

El precio internacional de la leche y sus principales derivados vienen creciendo sostenidamente desde fines de 2003. Según el índice de precios de la FAO, el valor de los productos lácteos se ha duplicado en tres años, al pasar de poco más de 80 puntos a 165, que fue el registro en septiembre de 2005 [1].

La industria láctea de Ecuador actualmente está influenciada por la tendencia de consumo de la leche UHT en funda de polietileno multicapas de larga vida “Tipo Sachet”, que no requiere cadena de frío, pero a su vez se necesita maquinaria más sofisticada la cual garantiza un producto de mejor calidad y a su vez de mayor durabilidad.

Son alrededor de seis empresas las que se pueden considerar grandes en la industria láctea en Ecuador. La mayor de ellas es Nestlé DPA con una producción de 300 mil litros de leche diaria. Otras empresas grandes son: Andina, con una producción de 110 mil litros de leche diarios; Nutrileche, empresa del Sur de Ecuador, con una producción de 140 a 160 mil litros de leche diaria; Reyleche y Pasteurizadora Quito que producen de 160 a 180 mil litros de leche diaria cada una; y Tony Yogurt ubicada en Guayaquil y especializada en la elaboración de yogurt y bebidas [2].

También el mal mantenimiento de la maquinaria junto con el descuido por parte de los propietarios y operadores de las mismas es una razón suficiente para que el producto final

de las industrias tengan un calidad deficiente y la acogida por parte del consumidor no es la esperada, provocando la disminución considerable en la producción lo que no permite a la empresa tener réditos económicos y tener un crecimiento sustentable dentro del mercado nacional [3].

La empresa Productos Lácteos Benites “PROLACBEN”, creada en el año 1995 mediante el desarrollo de sus actividades busca ser una de las firmas más importantes en el mercado de lácteos en Ecuador.

La empresa Productos Lácteos Benites “PROLACBEN”, se dedica a la elaboración de productos lácteos, con procesos de producción que tienden a la mejora continua, está situada en el Cantón Ambato, parroquia Cunchibamba, Barrio El Centro.

Dentro de la empresa existe imprevistos de producción y se debe a la falta de concentración de los trabajadores, dentro del área de producción de quesos.

### **1.3 Delimitación del Problema**

#### **1.3.1 De Contenido**

**Área académica:**

Industrial y Manufactura

**Línea de investigación:**

Industrial

**Sub-línea de investigación:**

Sistema de Administración de la productividad y competitividad empresarial.

#### **1.3.2 Espacial**

La investigación se realizará en la empresa Productos Lácteos Benites “PROLACBEN” ubicada en el Cantón Ambato, parroquia Cunchibamba, barrio el Centro.

#### **1.3.3 Temporal**

El presente proyecto de investigación se realizará en los 6 meses posteriores a su aprobación por el Honorable Consejo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

#### **1.4 Justificación**

La realización de este proyecto es importante debido a que todas las empresas en la actualidad están enfocadas en la productividad de las mismas, por tanto dentro de la empresa “PROLACBEN” al ser manufacturera estarán involucrados directamente los trabajadores, razón por la cual es necesario tomar medidas correctivas para la realización de los procedimientos y actividades que se realizan dentro del proceso productivo del área de producción de quesos de la empresa con el fin de mejorar la calidad de sus productos y a su vez mejorar la productividad de la empresa.

El desarrollo del presente trabajo, se realiza principalmente para dar a conocer tendencias muy útiles en la ingeniería, como son las herramientas de Lean Manufacturing (filosofía japonesa), la cual ayuda a las empresas a reducir costos de producción, obteniendo una notable mejora en los procesos de producción en los que actúa, reduciendo así desperdicios y obtener productos de mejor calidad, con mayor satisfacción de los clientes.

La realización del proyecto es posible debido a que se posee recursos necesarios, tanto en conocimientos con respecto al tema de calidad y por el fácil acceso a información proveniente directamente desde la empresa, el proyecto además cuenta directamente con el apoyo de los propietarios de la empresa al igual que con sus trabajadores, los cuales serán los principales beneficiarios, debido a que la empresa busca cumplir con procesos y actividades que les permita desarrollar sus productos con mejor calidad siempre buscando el reconocimiento por parte del consumidor y a su vez buscando una mejor productividad para la empresa.

En la empresa Productos Lácteos Benites “PROLACBEN” no se han realizado ningún tipo de estudios acerca de calidad y mejoramiento de sus procesos productivos específicamente para el área de producción de quesos, el trabajo se justifica debido a que ciertas actividades que no generan valor están incluidas dentro del proceso de producción lo que provoca que el producto final tenga mayor costo de producción.



## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo General**

Desarrollar un sistema de control de la producción de quesos, basado en la filosofía lean manufacturing, para la empresa Productos Lácteos Benites “PROLACBEN” de la ciudad de Ambato.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- Evaluar los problemas existentes en el área de producción de quesos en la empresa Productos Lácteos Benites “PROLACBEN”.
- Identificar los principales desperdicios que afectan la productividad en el área de producción de quesos en la empresa Productos Lácteos Benites “PROLACBEN”.
- Seleccionar las herramientas de Lean Manufacturing, que se ajustan al proceso productivo dentro del área de producción de quesos de la empresa Productos Lácteos Benites “PROLACBEN”.
- Proponer un plan de mejoras productivas que le permita a la empresa obtener resultados económicos importantes durante la producción del queso.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes Investigativos

Existe muy poca información acerca de empresas de alimentos que hayan adoptado la filosofía de Lean Manufacturing para sus procesos, pero la mayoría de empresas alimentarias que se han dedicado a esto y que se tiene evidencias teóricas, se encuentran en España.

En el estudio realizado de “Manufactura esbelta en la PYME. Pequeños cambios, grandes resultados” publicada por Pérez, Cardozo, Infante & Ugueto determinan que las empresas con mayor enfoque para la aplicación e implementación de la filosofía Lean son: sectores de confección, muebles, metalmecánica y que en un bajo porcentaje están las empresas de alimentos observando claramente las áreas de Planificación y Control de la Producción, Calidad, Mantenimiento, Innovación, Desarrollo de Productos y Procesos, Almacenamiento y Manejo de Materiales y el área de Suministros [4].

García en su estudio “La gestión del mantenimiento. Un estudio multisectorial”, destaca que el sector Mobiliario tiene un 77,8% de empresas que afirman haber iniciado el camino de la mejora continua bajo los enfoques de Lean; sigue, el sector de Piedra con un 60% de empresas direccionadas al planteamiento Lean; a continuación, el sector Textil con el 44,4% con la aplicación actual o futura de la filosofía mencionada anteriormente; y finalmente, con sólo 23,28% de las empresas del sector Alimentario declaran haber iniciado acciones bajo los enfoques considerados [5].

ICE detalla que la filosofía Lean Manufacturing tuvo éxito en el área de alimentos con la empresa GEDESCO MAHESO, empresa especialista en la fabricación de alimentos de calidad, platos preparados y productos precocinados, congelados y refrigerados. Este grupo está conformado por tres empresas: GEDESCO (Barcelona), DIMALCO (Madrid) y MAHESO SUR (Sevilla). En el mercado actual, con un alto nivel de competitividad, mantener el liderazgo en el sector conlleva a reevaluar, optimizar y en algunos casos rediseñar procesos de negocio. Por lo que, MAHESO llegó a reflexionar sobre las oportunidades de mejora que existían y se lanzaron a desarrollar un nuevo proyecto que

radicaba principalmente en la mejora de los siguientes parámetros a identificar y cuantificar como puntos de partida: niveles de mermas en las líneas, eficiencias iniciales en pasta rellena y frituras, productividad en Kg/h/operario; y se lo desarrolló de la siguiente manera [6]:

- El Análisis y Diagnóstico. - En lo cual se identificaron los puntos de partida, observaciones en planta, identificación de ineficiencias y puntos de merma, identificación de actividades de valor no añadido, etc.
- Diseño. - Se diseñaron hojas estándar de operaciones, diseño del protocolo de arranque y fin de la producción, diseño de los procesos estandarizados de cambios de producción, diseño de soluciones para la minimización de las mermas, acciones de mantenimiento correctivo y preventivo sobre la maquinaria de clave acceso al proceso productivo, etc.
- Soporte a la implementación. - En la que se implementó y evaluó todo lo que se había logrado con el fin de ayudar a consolidar el pensamiento de Lean con la búsqueda de la mejora continua.

ICE determina que los beneficios que obtuvo MAHESO desde la implementación de la filosofía Lean Manufacturing han sido relevantes como se puede citar [6]:

- Mejora de la eficiencia de sus líneas de pasta y frituras en un 10%.
- Incremento de la productividad en más de 15% en pasta rellena y frituras.
- Disminuyeron la merma en la pasta rellena en un 60%.
- Disminuyeron los costos de producción.
- Existió mejor control y gestión de la planta.
- Hubo procesos más robustos de fabricación.
- Se implementaron indicadores para la obtención de acciones de mejora continua.
- Se permitió una mayor involucración del personal de planta y de la dirección de los resultados.

Un estudio se dio con el propósito de identificar los principios de Lean Manufacturing en PYME'S en empresas de producción alimentaria que tuvo origen en la Red Artesanal de Productores de Quesos Guayanés Telita en el estado de Bolívar en Venezuela. El análisis llevó a darse cuenta que todos los operarios que trabajaban para hacer este queso (proceso

totalmente artesanal) y en el que muchas veces no se hacían los controles de calidad necesarios en todo proceso alimentario; para lo cual se vio la necesidad de implementar progresivamente sistemas de Lean Manufacturing en cuanto al diseño organizacional, el diseño de los cargos, prácticas operativas utilizando las herramientas del mismo, que en este caso fueron las 5'S, Kanban, Cadena de Flujo de Valor, Jidoka, Justo a tiempo; con lo que se logró conseguir que la rentabilidad de estos pequeños artesanos incremente y así se evidencia en sus resultados con un aumento del 8% [7].

Según Edgar Toapanta la filosofía de Lean Manufacturing en el Ecuador, actualmente es muy conocido. Tuvo sus inicios en conocerse acá en el Ecuador en el año 2000, 99 incluso, en el cual empresas como por ejemplo empresas Cónдор empezaron a trabajar en esta filosofía; dentro del Ecuador actualmente creo que ya se ha popularizado bastante, y, cabe recalcar que una de las empresas más pioneras en esto, ha sido la industria automotriz, concretamente entre ellas General Motors.

En el estudio realizado por Black & Hunter, Manufacturing es un término económico para producir bienes y servicios que estarán disponibles para satisfacer necesidades humanas; además, crea valor mediante la aplicación de trabajo mental y físico, lo que refiere a la conversión de materias primas en productos finales demandados por los consumidores [8], por otra parte “Lean Manufacturing” es la combinación de sistemas de fabricación que toman en cuenta la entrada de bienes para producir productos para los clientes” por lo tanto, refiere al total de actividades que tiene la empresa, reduciendo al máximo las mermas producidas y brindando siempre a sus clientes los productos a tiempo [8].

Por otra parte diferentes autores como, Magnusson, Kroslid & Barba, citan que, Lean Manufacturing es llamada también producción esbelta por consumir menos recursos en comparación con la producción en masa, lo cual significa que necesita menos inversiones, la mitad del espacio físico para la producción, menos horas de ingeniería en desarrollar un nuevo producto con la mitad de tiempo que se acostumbra utilizar [9].

Según Rajadell & Sánchez explican que se entiende por “Lean Manufacturing a la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación de

desperdicios”, se considera desperdicio a todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar [10].

Para Lledó define a Lean Manufacturing de la siguiente manera: “Lean Manufacturing, Lean Thinking, Lean Production, Lean Project Management, o simplemente Lean, es una corriente de pensamiento que considera que cualquier tipo de gasto que no tenga relación con agregar valor al cliente, es un desperdicio que debería ser eliminado; valor es todo aquello por lo que el cliente está dispuesto a pagar” [11].

## **2.2 Fundamentación Teórica**

### **2.2.1 Evolución Histórica Lean Manufacturing**

Lean Manufacturing ha tenido una evolución desde muchos años atrás con grandes mentores, hasta convertirse en una de las filosofías más modernas de la manufactura, con lo que se ha podido obtener las herramientas necesarias para resolver problemas dentro de las empresas.

Ruiz señala que la filosofía Lean Manufacturing tiene origen en el Just in Time (JIT), considerado como el sistema de gestión de la producción más avanzado, porque se basa en llevar a cabo las operaciones de un sistema productivo utilizando los mínimos recursos y adaptado siempre a las necesidades de los clientes [12].

A continuación, se presenta una cronología de la evolución y los autores responsables directos del concepto de Lean Manufacturing de acuerdo a Strategos y son los siguientes [13]:

**Eli Whitney.-** Científico famoso por ser el inventor de la ginebra de algodón (cotton gin), logro menos valioso en comparación de lo que hizo en 1799 al perfeccionar el sistema de cambio rápido de partes (fabricación de piezas intercambiables para mosquetes), con lo que consiguió un contrato con la armada de Estados Unidos para la elaboración de diez mil rifles con un 6 precio de USD 13,40 cada uno; precio considerado para algunos imposible de conseguir [13].

Durante los 100 años posteriores, se desarrollaron sistemas de dibujos de ingeniería, modernas máquinas de herramientas y procesos de gran escala como el proceso de Bessemer para la fabricación de acero.

**Henry Bessemer.-** Ideó el proceso de Bessemer en 1855, el procedimiento consistía en soplar aire a presión en el fondo de la cuchara que contenía arrabio (material fundido que se obtiene en el alto horno mediante reducción del mineral de hierro); el aire hace reaccionar su O<sub>2</sub> con el Si, luego con C, seguido de P; todas ellas son impurezas del Fe en fundición; la reacción del O<sub>2</sub> con el Si es altamente exotérmica, con lo que conseguía que el metal se siguiera fundiendo sin necesidad de gastar más combustible [13].

**Frederick W. Taylor.-** Comenzó a buscar trabajadores individuales y métodos de trabajo a finales de 1890, y, el resultado fue Tiempo de Estudio, con el que también se crea el Trabajo Estandarizado y llamó a sus ideas Gestión de Producción o Gestión Científica [13].

**Frank Gilbreth y Lillian Gilbreth.-** A finales del año 1890 los esposos determinaron varios estudios como:

- **Estudio de movimiento:** inventaron gráficos en los procesos (diagramas de procesos), centrado en todos los elementos de trabajo.
- **Estudio de la psicología:** que se relaciona con la motivación de los trabajadores y la correlación de las actitudes de los trabajadores con la influencia en el resultado de un proceso [13].

**Henry Ford y Charles E. Sorensen.-** Crean la primera estrategia global de fabricación denominada Sistema Ford a partir de 1910, para lo cual tomaron todos los elementos de un sistema de fabricación: personas, máquinas, herramientas, productos y los colocaron en un sistema continuo de fabricación del automóvil modelo T-Ford, por lo que fueron considerados los primeros en practicar el Just in Time y Lean Manufacturing en el mundo, filosofías así llamadas actualmente [13].

**Alfred P. Sloan.-** En 1930 trabajó en General Motors, donde tomó un enfoque más pragmático puesto que desarrolló estrategias de negocio y fabricación para la gestión de empresas grandes, además, tomó la iniciativa de ponerse en frente de la variedad tanto de color, diseños, ingeniería, etc.

Finalizada la Segunda Guerra Mundial los industriales japoneses estudiaron los métodos de la producción de los Estados Unidos, con especial atención a las prácticas productivas

de Ford y el Control Estadísticos de los Procesos desarrollado por el Dr. W. A. Shewart y su equipo en Bell Telephone Laboratories; además pusieron en práctica las enseñanzas de Edward Deming, Joseph Juran, Kaoru Ishikawa y Philip Crosby [13].

Black & Hunter mencionan que Edward Deming considerado un famoso experto en calidad, dijo que la “reducción de la variación es la clave del éxito”. Si lo mencionado por Deming (1982) fuera así, lo dicho sería el objetivo de la mejora continua, siendo la piedra angular de la filosofía de la producción ajustada.

Como lo mencionan los tipos importantes de variación en la organización de manufactura son [8]:

- Calidad (defectos/millón)
- Output (partes/día)
- Throughput time (horas/parte)
- Costo (dólares/parte)

Strategos explica cronológicamente los agentes importantes de Lean:

En Toyota Motor Company, dos ingenieros de la empresa, Taichii Ohno y Shigeo Shingo comienzan a incorporar las técnicas de producción Ford con un nuevo enfoque, designándolo como “Toyota Production System”. Entre 1949 y 1975, se pone a consideración los conceptos y se reconoció la importancia central en inventarios, la motivación para los empleados, la variabilidad en los productos, la configuración de las máquinas y el cambio de herramientas en pocos minutos [13].

En Estados Unidos desde 1980, fabricantes como: Omark Industries, General Electric y Kawasaki fueron alcanzando éxito a través del desarrollo de procesos productivos propios como se menciona en el libro “A brief history of Lean” , los cuales estaban adaptados a cada empresa en particular; y deciden unirse a la campaña Manufactura de Clase Mundial (WCM) con producción sin existencias, Manufactura de flujo continuo (CFM) y muchos otros sistemas que eran esencialmente de la producción Toyota [13].

En 1990, James Womack escribió un libro llamado “La Máquina que cambió el mundo”; relata la historia de fabricación de automóviles en combinación con un estudio comparativo de las plantas de montaje japonesas, estadounidenses y europeas de

automóviles; con lo que conlleva a determinar el Lean Manufacturing como tal, como se muestra en la figura 1 [13].

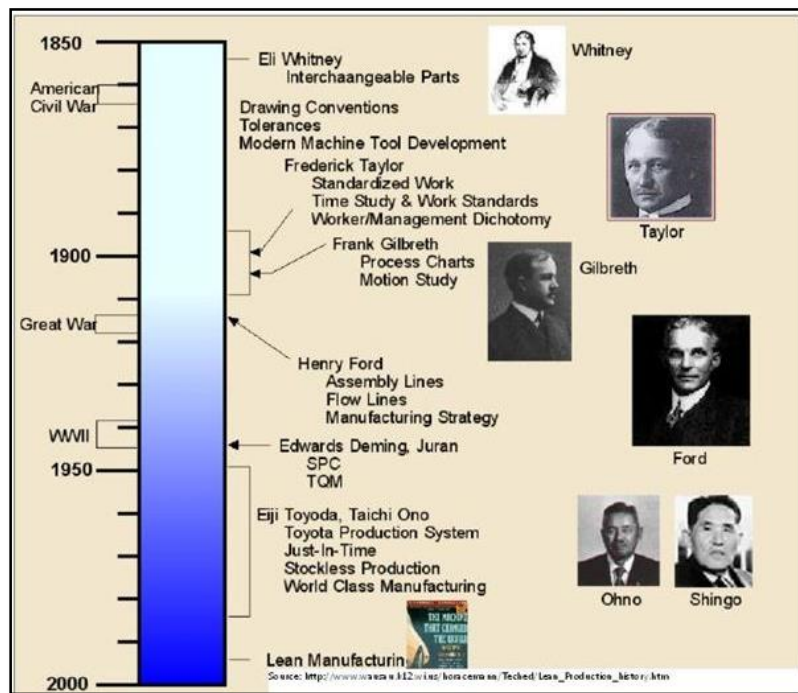


Fig. 1 Evolución Del Lean Manufacturing [13].

### Estructura del Sistema Lean

Para visualizar la filosofía que encierra el Lean y las técnicas disponibles para su aplicación, de forma tradicional se ha recurrido al esquema de la “Casa del Sistema de Producción Toyota” como se muestra en la figura 2.



Fig. 2 Estructura de lean manufacturing [8].



### **2.2.2 Estudio de tiempos**

Es una técnica que permite determinar el tiempo necesario para realizar una determinada tarea con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones. La cual implica establecer un estándar de tiempo permisible para realizar dicha actividad, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables [14].

Para el estudio se tomó en cuenta la elaboración del queso fresco que es el producto más vendido por parte de la empresa “PROLACBEN”, para lo cual se utilizó los elementos:

#### **Cronómetro**

La Oficina Internacional del Trabajo recomienda para efectos del estudio de tiempos dos tipos de cronómetros:

- El mecánico: que a su vez puede subdividirse en ordinario, vuelta a cero, y cronómetro de registro fraccional de segundos.
- El electrónico: que a su vez puede subdividirse en el que se utiliza solo y el que se encuentra integrado en un dispositivo de registro.

Sea cual sea el cronómetro elegido, siempre tenemos que recordar que un reloj es un instrumento delicado, que puede presentar deficiencias si presenta problemas de calibre (en el caso de los mecánicos) o problemas de carga energética (en el caso de los electrónicos). Es recomendado que el cronómetro utilizado para el estudio de tiempos sea exclusivo de estos menesteres, que deben manipularse con cuidado, dejar que se paren en periodos de inactividad y periódicamente se deben mandar a verificar y limpiar. Recuerda que cuando el estudio se aplica sobre ciclos muy cortos que tienen un gran volumen en materia de repeticiones en el proceso, el tener un cronómetro averiado puede afectar de forma muy negativa la labor del especialista [14].

Para el estudio se utilizó un cronometro vuelta a cero que consiste en iniciar la toma de tiempo al momento que inicia la actividad y pausándolo al momento que termina, y después retornarlo a cero para completar el número de observaciones que se requiere para esa actividad.

### Número de observaciones

El tamaño de la muestra o cálculo de número de observaciones es un proceso importante en la etapa de cronometraje, dado que de este depende el nivel de confianza del estudio de tiempos. Este proceso tiene como objetivo determinar el valor del promedio representativo para cada actividad. Algunos autores y ciertas empresas como General Electric han adoptado los valores de la figura 3, pues es una guía convencional para determinar el número de ciclos que cronometrarán, y la guía se basa en el número total de minutos por ciclo.

Tiempo de ciclo en min	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

Fig. 3 Número de Observaciones por ciclo de trabajo [15]

### Valoración del ritmo de trabajo

Este método de valoración considera cuatro (4) factores: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia [15], los valores se toman de la figura 4.

- **Habilidad:** se define como el aprovechamiento al seguir un método dado, el observador debe de evaluar y calificar la habilidad desplegada por el operario: habilísimo, excelente, bueno, medio, regular y malo. Luego, esta clasificación de la habilidad se traduce a su equivalencia porcentual [15].

- **Esfuerzo:** se define como una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia. El esfuerzo es representativo de la velocidad con que se aplica la habilidad y es normalmente controlada en un alto grado por el operario [15].
- **Condiciones:** son aquellas circunstancias que afectan solo al operador y no a la operación. Los elementos que pueden afectar las condiciones de trabajo incluyen: temperatura, ventilación, monotonía, alumbrado, ruido, etc. [15].
- **Consistencia:** es el grado de variación en los tiempos transcurridos, mínimos y máximos, en relación con la media, juzgado con arreglo a la naturaleza de las operaciones y a la habilidad y esfuerzo del operador [15].

HABILIDAD		ESFUERZO		CONDICIONES		CONSISTENCIA	
+0.15	A1	+0.13	A1	+0.06	A - Ideales	+0.04	A - Perfecto
+0.13	A2 - Habilísimo	+0.12	A2 - Excesivo	+0.04	B - Excelentes	+0.03	B - Excelente
+0.11	B1	+0.10	B1	+0.02	C - Buenas	+0.01	C - Buena
+0.08	B2 - Excelente	+0.08	B2 - Excelente	0.00	D - Promedio	0.00	D - Promedio
+0.06	C1	+0.05	C1	-0.03	E - Regulares	-0.02	E - Regular
+0.03	C2 - Bueno	+0.02	C2 - Bueno	-0.07	F - Malas	-0.04	F - Deficiente
0.00	D - Promedio	0.00	D - Promedio				
-0.05	E1	-0.04	E1				
-0.10	E2 - Regular	-0.08	E2 - Regular				
-0.15	F1	-0.12	F1				
-0.22	F2 - Deficiente	-0.17	F2 - Deficiente				

Fig. 4 Valoración del ritmo de trabajo [16].

### Suplementos del estudio de tiempos

Al igual que en la etapa de valoración del ritmo de trabajo, la fase correspondiente a la determinación de suplementos es sumamente sensible en el estudio de tiempos, pues en esta etapa se requiere del más alto grado de objetividad por parte del especialista y una evidente claridad en su sentido de justicia [15].

Incluso cuando se haya ideado el método más práctico, económico y eficaz de trabajo, y cuando se haya efectuado el más preciso proceso de cronometraje y valoración de la cadencia, no podemos olvidar que la tarea seguirá exigiendo un esfuerzo humano, por lo que hay que prever ciertos suplementos para compensar la fatiga y descansar. De igual

manera, debe preverse un suplemento de tiempo para que el trabajador pueda ocuparse de sus necesidades personales y quizá haya que añadir al tiempo básico otros suplementos más [15], para lo cual se pone a consideración en la figura 5 los suplementos a tomar en cuenta.

SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO					
SUPLEMENTOS CONSTANTES	HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER
Necesidades personales	5	7	<b>e) Condiciones atmosféricas</b>		
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de Kata (milicalorías/cm <sup>2</sup> /segundo)		
<b>SUPLEMENTOS VARIABLES</b>	<b>HOMBRE</b>	<b>MUJER</b>			
<b>a) Trabajo de Pie</b>			16	0	
Trabajo de pie	2	4	14	0	
			12	0	
<b>b) Postura anormal</b>			10	3	
Ligeramente incómoda	0	1	8	10	
Incómoda (inclinado)	2	3	6	21	
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	5	31	
			4	45	
<b>c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)</b>			3	64	
Peso levantado por kilogramo			2	100	
2.5	0	1	<b>f) Tensión visual</b>		
5	1	2	Trabajos de cierta precisión	0	0
7.5	2	3	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
10	3	4	Trabajos de gran precisión	5	5
12.5	4	6	<b>g) Ruido</b>		
15	5	8	Continuo	0	0
17.5	7	10	Intermitente y fuerte	2	2
20	9	13	Intermitente y muy fuerte	5	5
22.5	11	16	Estridente y muy fuerte	7	7
25	13	20 (máx.)	<b>h) Tensión mental</b>		
30	17	-	Proceso algo complejo	1	1
33.5	22	-	Proceso complejo o atención dividida	4	4
			Proceso muy complejo	8	8
<b>d) Iluminación</b>			<b>i) Monotonía mental</b>		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo algo monótono	0	0
Bastante por debajo	2	2	Trabajo bastante monótono	1	1
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo muy monótono	4	4
			<b>j) Monotonía física</b>		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Fig. 5 Sistema de suplementos por descanso [16].

### Cálculo del tiempo estándar

Para el cálculo del tiempo estándar se sigue el siguiente procedimiento:

- 1.- Determinación del número de ciclos a ser estudiados por elemento:
- 2.- Cálculo del tiempo promedio por elemento o tiempo observado (TO)

$$TO = \frac{\sum X_i}{L_c} \quad (1)$$

Donde:

TO = Tiempo promedio observado

Xi = Tiempo observado

Lc = Número de ciclos

### 3.- Cálculo del tiempo básico en función de la valoración del ritmo

$$TB = TO * Valoración \quad (2)$$

**Valoración** = valoración del ritmo de trabajo establecida, tomando los valores que se indican en la figura 4.

4.- Adición de suplementos: Se toma en función de cada trabajador suplementos variables y constantes y considerando si es hombre o mujer de acuerdo a los valores que se muestran en la figura 5.

5.- Cálculo del tiempo estándar: Se encuentra mediante la suma del tiempo normal más algunas holguras para las necesidades personales, las demoras inevitables en el trabajo y la fatiga del trabajador.

$$TS = TB * (1 * Suplementos) \quad (3)$$

#### 2.2.3 VSM: Mapa del flujo de valor (Value Stream Mapping)

El VSM o Mapeo de Flujo de Valor es una herramienta que se basa en ver y entender un proceso e identificar sus desperdicios. Con este tipo de herramientas se pueden detectar para desarrollar una ventaja competitiva y evitar fallos en el proceso, además de crear un lenguaje estandarizado dentro de la empresa para una mejor efectividad de los procesos y del personal. Por ello se podrá focalizar los esfuerzos en los procesos en los cuales se produzcan más fallos o simplemente aporten más valor a la producción [16].

Mediante la elaboración de un flujo de valor se establece la secuencia de los procesos que más impacto van a crear sobre el cliente, pues van a ser los que más va a valorar. Es la técnica de dibujar un “mapa” o diagrama de flujo, mostrando como los recursos y la información disponible fluyen por el proceso como outputs e inputs, desde que se reciben por el proveedor hasta que se dan al cliente, buscando en todo momento reducir y eliminar desperdicios [16].

Los mapas de valor, también conocidos como gráficas del flujo de valor VSM (Value Stream Map), son herramientas utilizadas para conocer a profundidad los procesos, tanto dentro de la organización como en la cadena de abastecimiento. El principal objetivo por el que se desarrollan los mapas de valor consiste en que estos nos permiten identificar ampliamente las actividades que no agregan valor al proceso, del mismo modo permiten conocer el tiempo asociado a dichas actividades [17].

En la práctica, el mapeo de valor se ha convertido en una actividad esencial ante la formulación de planes de mejora, de tal manera que forma parte del diagnóstico del proceso (VSM actual) y de la proposición de estrategias de mejoramiento (VSM futuro) [17].

Al realizar un mapa del flujo de valor debemos responder una serie de cuestiones críticas relacionadas con las operaciones [17]:

1. ¿Cuál es la capacidad del sistema de producción?
2. ¿Cuáles son los cuellos de botella del proceso?
3. ¿Cuál es la tasa de compra del cliente?
4. ¿Cuál es la capacidad disponible, y cuál su utilización?
5. ¿Cuáles son las restricciones del proceso? ¿Estas son internas o externas?
6. ¿Cómo podemos mejorar el proceso para cumplir con los objetivos del negocio?

## **Indicadores relevantes de un Mapa de Valor**

### **2.2.4 Tiempo TAKT**

El tiempo takt es un indicador de la frecuencia de compra del cliente. Para muchos expertos se trata de un tiempo objetivo al cual el sistema de producción debe adaptarse para satisfacer las expectativas del cliente. Se calcula de la siguiente manera [17].

$$\text{Tiempo takt} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Demanda}} [17]. \quad (4)$$

### **Tiempo de ciclo individual**

Es el tiempo estándar asociado a cada operación del proceso. Por ejemplo: El tiempo asociado a pintar una pieza, o el tiempo estándar asociado a empacarla [17].

### **Tiempo de ciclo total (Lead Time de fabricación)**

Es el tiempo que duran todas las operaciones, se calcula sumando los tiempos de ciclo individuales [17].

### **Tiempo de previsión de las necesidades del cliente (Lead time GAP)**

En este intervalo de tiempo es cuando se deben realizar las previsiones respecto a los puntos y cantidades de pedido futuras. La magnitud del GAP es directamente proporcional con los errores en las previsiones [17].

### **Tiempo de entrega logística (Lead Time Logistic)**

Comprende el intervalo de tiempo que tarda la organización desde que se abastece de materias primas, materiales e insumos hasta que el producto terminado es distribuido al cliente [17].

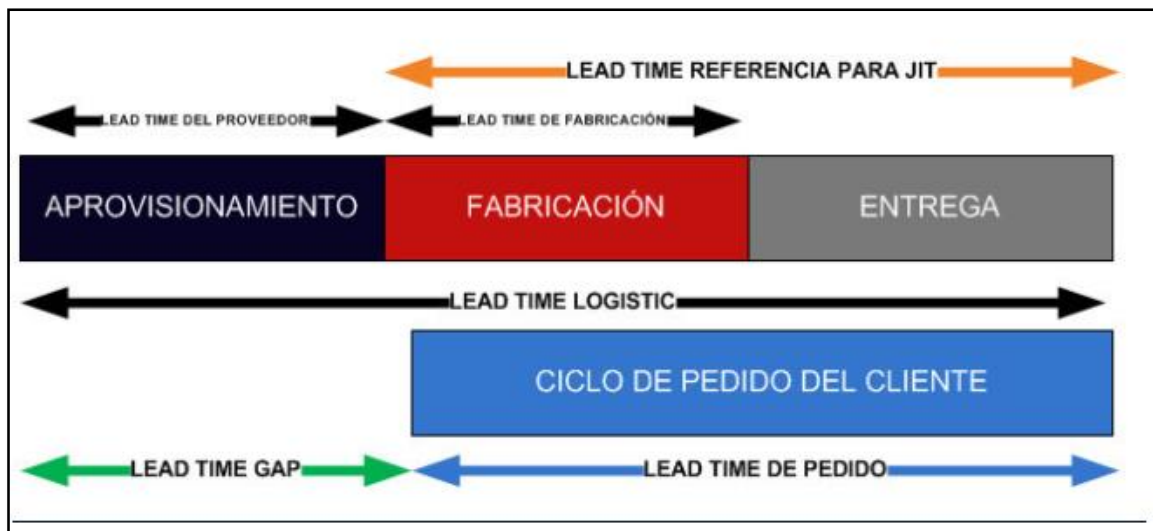


Fig. 6 Tiempos del VSM [18].

### **Simbología básica de un Mapa de Valor (VSM)**

Un mapa de flujo de valor usa símbolos para representar el flujo de información e inventario dentro del sistema y para simplificar esos procesos. Es una herramienta para reducir los desperdicios y mejorar la eficiencia, con el objetivo de brindar un valor óptimo a los clientes en forma de productos o servicios. Los mapas de flujo de valor se asocian con la manufactura esbelta, pero se pueden emplear en varios campos, incluidas las

industrias relacionadas con los servicios, los procesos administrativos y de oficina, y el desarrollo de software. La creación de un mapa que represente visualmente los pasos involucrados en la producción y entrega de productos y servicios a clientes puede ser valiosa para cualquier negocio [17].

Tabla 1 Símbolos Del VSM

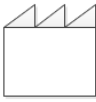


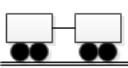













SÍMBOLO	DETALLE
	<b>Fuentes externas:</b> Este símbolo representa clientes y proveedores.
	<b>Flecha de traslado:</b> Este símbolo representa el traslado de materias primas y producto terminado. De proveedor a planta o de planta a cliente.
	Transporte mediante camión de carga.
	Transporte mediante tren.
	Transporte mediante avión.
	Operación del proceso.
	<b>Información:</b> Pronóstico, plan de producción, programación.
	Casillero de datos con indicadores del proceso.
	Flecha de empuje para conectar el flujo de materiales entre operaciones cuándo este se lleva a cabo mediante un sistema push.
	Flecha de arrastre para conectar el flujo de materiales entre operaciones cuándo este se lleva a cabo mediante un sistema pull.



Tabla 1 Símbolos Del VSM (Continuación)

SÍMBOLO	DETALLE
	Flecha para conectar el flujo de materiales entre operaciones cuándo este se lleva a cabo mediante una secuencia: "primeras entradas, primeras salidas".
	<b>Inventario:</b> De materia prima, producto en proceso, producto terminado.
	Información transmitida de forma manual.
	<b>Relámpago Kaizen:</b> Este símbolo representa los puntos dónde deben realizarse eventos de mejora enfocado en implementar la herramienta de Lean Manufacturing expresada.
	Kanban de producción.
	Kanban de transporte.
	<b>Línea de tiempo:</b> Muestra los tiempos de ciclo de las actividades que agregan valor, y los tiempos de las actividades que no agregan valor.

### Pasos para construir un Mapa de Flujo de Valor

Una de las herramientas más útiles para reducir costes y mejorar el rendimiento es un concepto llamado Mapa de Flujo de Valor (Value Stream Mapping), es utilizado por las empresas que deseen implementar el Lean Manufacturing, y en este sentido el Mapa de Flujo de Valor es una manera de identificar y analizar todas las actividades involucradas en la entrega de un producto o servicio al cliente.

El objetivo del Mapa de Flujo de Valores es abordar de forma crítica cada paso en el proceso de fabricación, identificar el trabajo perdido, el tiempo o los materiales y reducir o eliminar su impacto en el proceso, a continuación, se describen los pasos para la construcción de un mapa de flujo de valor:

**1.-** La construcción del mapa inicia colocando el símbolo del cliente en la esquina superior derecha del plano. Luego conectamos el flujo de información (manual o electrónica) por medio del cual se relaciona la demanda del cliente (pronóstico y pedidos reales) con el control de la producción. Acto seguido, se relaciona el control de la producción con los requerimientos enviados al proveedor con las previsiones del material, conectando el flujo de información por medio del cual se relaciona la necesidad de materiales con los proveedores [17].

**2.-** El siguiente paso consiste en representar el transporte desde los proveedores hacia la empresa [17].

**3.-** Dibujamos la secuencia de las operaciones estableciendo el tiempo de cada operación, el tiempo de cambio de producto, la disponibilidad de los equipos, el tiempo disponible y los inventarios en proceso [17].

**4.-** Representamos el programa de producción que indica la cantidad que debe procesar cada operación, así como el flujo de información (manual o electrónica) que relaciona estas operaciones. Además representamos el transporte desde la fábrica hacia los clientes [17].

**5.-** Representamos mediante una escalera los tiempos de ciclo de cada operación (valor agregado) en la parte de abajo de los escalones; y el tiempo que no agrega valor en los escalones superiores. Los inventarios deben registrarse en función del tiempo y forman parte de lo que no agrega valor en el proceso. Para ello podemos dividir la cantidad de cada inventario entre la cantidad diaria requerida por el cliente [17].

**6.-** Calculamos el tiempo takt [17].

### **2.2.5 Las 5'S**

Se inicia en Toyota en el año de 1960 con el objetivo de implantar una sistemática de trabajo para la organización, el orden y la limpieza de los procesos contribuyendo a la mejora de la productividad, la calidad y la seguridad. Este programa se centra en la limpieza, organización y estandarización para mejorar la rentabilidad, la eficiencia y la

seguridad mediante la reducción de los residuos de todo tipo, se ofrecen las cinco claves para un ambiente de calidad total [18].

La Asociación de la Industria Navarra, detalla en su revista “5´S”, que en las empresas es usual hacer ciertas actividades solo por un “estado de visita”, es decir, solamente cuando alguien va a visitar, las instalaciones se encuentran ordenadas, limpias, etc., por lo que presenta la posibilidad de que se aplique esta herramienta a diario, puesto es sencilla de ejecutar. De forma permanente la mejora también se aplica en esta técnica y se añaden 2 eses más, puesto se incorporan dos palabras Sheishoo y Seido [19].

El nombre “7´S” viene de siete palabras japonesas que empiezan con S, y se detallan a continuación:

- **1S: Seiri.-** Clasificar, lo que implica revisar todos los elementos del lugar de trabajo y quitar lo que no sea realmente necesario [20].
- **2S: Seiton.-** Organizar, que implica poner todos los elementos necesarios en su sitio, definidos y determinar su localización exacta [20].
- **3S: Seiso.-** Limpieza, que implica mantener diariamente todo limpio, utilizar la limpieza para inspeccionar el lugar de trabajo y los equipos para encontrar posibles defectos [20].
- **4S: Seiketsu.-** Estandarizar, que implica crear controles visuales y pautas para mantener el lugar de trabajo organizado, ordenado y limpio [20].
- **5S: Shitsuke.-** Disciplina, que implica mantener la formación y la disciplina para asegurar que todos y cada uno sigan las normas establecidas [20].
- **6S: Sheishoo.-** Coordinación en el trabajo, todos deben tratar de participar por las mejoras del ambiente de trabajo, con lo que todos aportan en la calidad y se la hace más intensa [20].
- **7´S: Seido.-** Seguridad para mantener un ambiente positivo de trabajo, importante para los trabajadores como para todos los miembros de la empresa [20].

Esta herramienta debería ser adoptada por todos los niveles del personal de una empresa para que tenga éxito, así se fortalecerá la gestión diaria de la organización, puesto que es una técnica fácil de aplicar y de entender en toda la organización [21].

La problemática de esta herramienta consiste en una cierta cantidad de resistencia que las empresas pueden adoptar por no acostumbrarse al cambio, pero esto debe ser eliminado a través de información, formación de cada uno de los trabajadores de la empresa, demostrando los beneficios actuales y las formas de superar resistencias [21].

Moulding determina que los beneficios tanto para los trabajadores como para la organización son los siguientes [20]:

- Da al personal la oportunidad de hacer aportaciones creativas.
- Hace que el lugar de trabajo sea más agradable para trabajar en él.
- Añade satisfacción en el trabajo.
- Reduce los defectos para mejorar la calidad.
- Reduce los desperdicios para bajar los costos.
- Reduce retrasos para mejorar la fiabilidad de las entregas.
- Promueve la seguridad mediante la reducción de lesiones.
- Mejora la disponibilidad de los equipos mediante la reducción de averías.
- Aumenta la confianza de los clientes, la lealtad y reduce quejas de los clientes.
- Construye una cultura de mejora continua y espíritu de trabajo en equipo en todos los ámbitos de la empresa.

### **2.2.6 Estandarización**

La estandarización está sustentada por un conjunto de instrucciones que definen e ilustran claramente la forma por la cual se realizan las diferentes etapas de una tarea o actividad, implica además, conocer qué es lo que se debe hacer, cómo y a qué velocidad, para de esta manera repetirlo exactamente igual en cada ciclo [22].

Garantiza que las actividades se realicen dentro de los plazos establecidos y con un inventario de proceso definido que permitirá que con un número mínimo de material se pueda mantener el flujo regular del proceso [22].

Sirve para controlar la productividad, la calidad y la seguridad del proceso; con lo que, si existen estándares definidos, se puede conocer si el sistema productivo está bajo control y se podría detectar posibles desviaciones que fomenten el camino hacia la mejora continua. Los objetivos de la estandarización son: establecer las expectativas de productividad, calidad, costo y tiempo de entrega de un producto ó servicio cumpliendo

con las normas de seguridad vigentes y teniendo en cuenta los aspectos humanos como ergonomía, fatiga y condiciones de trabajo [22].

Los beneficios de la estandarización son [18]:

- Reducen la variabilidad de los procesos
- Disminuyen los desperdicios y los costos
- Permiten la formación y el aprendizaje
- Mejoran la calidad y el lead-time

La estandarización consiste en un set de instrucciones que definen e ilustran claramente cómo se debe realizar cada aspecto de un determinado trabajo [23].

El trabajo estándar es un instrumento para mantener la productividad, calidad y seguridad a niveles altos, lo cual, favorece para una sólida estructura para desarrollar el trabajo en los tiempos previstos y para evidenciar las oportunidades de crear mejoras en los procedimientos de trabajo [23].

Sin estándar el sistema productivo es un sistema fuera de control, en el sentido en que no pueden existir actividades específicas y repetitivas en las que se basa una mejora continua [23].

## **2.2.7 Pilares De Lean Manufacturing**

### **2.2.7.1 Kaizen**

Según su creador, Masaki Imai, se define a Kaizen como la conjunción de dos palabras: Kai = cambio y Zen = mejorar; se puede decir por tanto que Kaizen significa “cambio para mejorar”, lo que lleva a que no es solamente un programa de reducción de costos, sino que implica una cultura de cambio constante para evolucionar hacia mejores opciones de trabajo, lo que se conoce como mejora continua. Según Imai, en Familia de productos Mapa situación actual Mapa situación futura Plan de trabajo la empresa, en la profesión, en la vida: “lo que no hace falta sobra; lo que no suma, resta”, como se muestra en la figura 7 [10].

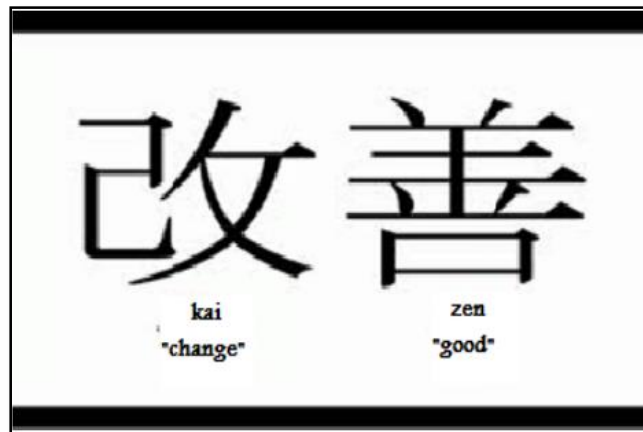


Fig. 7 Significado de Kaizen [10].

Kaizen es un elemento denominado como el que proporciona el dinamismo a la mejora continua y es así que estimula a los individuos a tomar parte en el diseño y la gestión de sus propios trabajos, ayuda para mejorar un trabajo estandarizado proporcionando una maximización de la productividad en cada sitio de trabajo [8].

### **Componentes de Kaizen**

Kaizen comprende tres componentes esenciales que son [8]:

- Percepción (descubrir los problemas)
- Desarrollo de ideas (hallar soluciones creativas)
- Tomar decisiones, implantarlas y comprobar su efecto (para alcanzar un determinado efecto).

### **Kaizen e Innovación**

A continuación, se presenta en la figura 8 las diferentes características entre Kaizen e Innovación:

	<b>KAIZEN</b>	<b>INNOVACIÓN</b>
1. Efecto	Largo plazo y larga duración pero sin dramatismo	Corto plazo pero dramático
2. Paso	Pasos pequeños	Pasos grandes
3.- Itinerario	Continuo e incremental	Intermitente y no incremental
4. Cambio	Gradual y constante	Abrupto y volátil
5. Involucramiento	Todos	Selección de unos pocos
6. Enfoque	Colectivismo, esfuerzos de grupo, enfoque de sistemas	Individualismo áspero, ideas y esfuerzos individuales
7. Modo	Mantenimiento y Mejoramiento	Chatarra y reconstrucción
8. Chispa	Conocimiento convencional y estado del arte	Invasiones tecnológicas, nuevas invenciones, nuevas teorías
9. Requisitos prácticos	Requiere poca inversión pero gran esfuerzo para mantenerlo	Requiere gran inversión y pequeño esfuerzo para mantenerlo
10. Orientación al esfuerzo	Personas	Tecnología
11. Criterios de evaluación	Proceso y esfuerzos para mejores resultados	Resultados para las utilidades
12. Ventaja	Trabaja bien en economías de crecimiento lento	Mejor adaptada para economías de crecimiento rápido

Fig. 8 Características Kaizen e Innovación [22]

Imai determina que la administración occidental rinde un gran compromiso por la innovación, que se mira como grandes cambios en el despertar de los adelantos tecnológicos, o en la introducción de los últimos conceptos administrativos o técnicas de producción; esta innovación es dramática y logra una real atención [24].

Pero por otra parte, menciona que Kaizen con frecuencia no es dramático ni sutil, y sus resultados rara vez son visibles de inmediato por lo que es, un proceso continuo [24].

### **Seis Preguntas de Kaizen**

Cada una de las actividades organizadas del Kaizen es sometida a lo que se denomina “las seis preguntas”, definidas por Imai y se detallan en la figura 9 con respecto a cada actividad [24]:

¿Quién?	¿Qué?	¿Dónde?
1. ¿Quién lo hace?	1. ¿Qué hacer?	1. ¿Dónde hacerlo?
2. ¿Quién está haciéndolo?	2. ¿Qué se está haciendo?	2. ¿Dónde se hace?
3. ¿Quién debe estar haciéndolo?	3. ¿Qué debe hacerse?	3. ¿Dónde debe hacerse?
4. ¿Quién otro puede hacerlo?	4. ¿Qué otra cosa puede hacerse?	4. ¿En qué otro lugar debe hacerse?
5. ¿Quién otro debe estar haciéndolo?	5. ¿Qué otra cosa debe hacerse?	5. ¿En qué otro lugar debe hacerse?
6.- ¿Quién está haciendo las 3-MU?	6. ¿Qué de las 3-MU se están haciendo?	6. ¿Dónde se están haciendo las 3-MU?
¿Cuándo?	¿Por qué?	¿Cómo?
1. ¿Cuándo hacerlo?	1. ¿Por qué lo hace?	1. ¿Cómo lo hace?
2. ¿Cuándo está hecho?	2. ¿Por qué hacerlo?	2. ¿Cómo se hace?
3. ¿Cuándo debe hacerse?	3. ¿Por qué hacerlo allá?	3. ¿Cómo debe hacerse?
4. ¿En qué otra ocasión puede hacerse?	4. ¿Por qué hacerlo entonces?	4. ¿Puede usarse este método en otras áreas?
5. ¿En qué otra ocasión debe hacerse?	5. ¿Por qué hacerlo así?	5. ¿Existe otra forma de hacerlo?
6. ¿Hay alguna vez 3-MU?	6. ¿Hay alguna de las 3-MU en la forma de pensar?	6. ¿Hay algo de las 3-MU en este método?

Fig. 9 Seis Preguntas del Kaizen [22].

## Ciclo de Kaizen

González, Domingo, Pérez determinan que el ciclo está compuesto por las siguientes etapas que se representa en la figura 10.

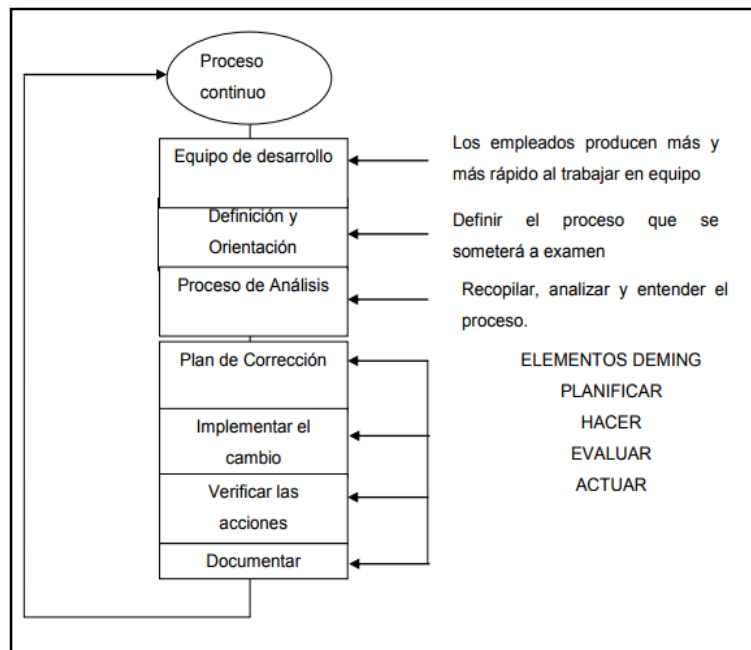


Fig. 10 Ciclo Kaizen [23]



Se definen cada una de ellas así:

### **Planear**

Mejía define que planear se refiere a las acciones de definir políticas, definir objetivos, metas y determinar recursos. Las metas se ubican de acuerdo a las necesidades de los clientes [25].

Cada necesidad o expectativa se define con un cuantificador numérico, que permita medir y elaborar gráficas, a los que se les denomina ítems de control, puesto que ayudan a controlar la marcha de los procesos; para lo cual, es necesario tener estándares con flujogramas para determinar el proceso, luego de esto, se determina el conjunto de materiales necesarios y las actividades críticas de cada proceso, para de esta manera pasar a la siguiente etapa [25].

De acuerdo a Manos planear consiste en tres pasos según el ciclo de Deming [26]:

#### **Paso 1.- Definir el problema:**

Definir el problema en términos de la diferencia entre lo que es y lo que debería ser.

- Documentar por qué es importante trabajar en ese problema en particular: explicar cómo se sabe que es un problema, listar las características claves de calidad de los clientes. Establecer cómo la diferencia beneficiará al cliente en términos de esas características.
- Decidir qué datos utilizará como punto de partida contra lo cual la mejora pueda ser medida. Desarrollar cualquier definición operacional que se necesite para recolectar datos.

#### **Paso 2.- Estudiar la situación actual:**

- Recolectar los datos iniciales y graficarlos. Un gráfico de tendencia o un gráfico de control generalmente se utilizan para mostrar los datos.
- Desarrollar un diagrama de flujo del proceso.
- Proveer formatos o cualquier ayuda visual.
- Identificar cualquier variable que puede tener influencia sobre el problema. Considerar las variables de qué, dónde y quién. Recolectar datos sobre estas variables para localizar el problema.

- Diseñar los instrumentos de recolección de datos.
- Recoger los datos y resumir lo que se ha aprendido acerca de los efectos de las variables sobre el problema.
- Determinar qué información adicional podría ayudar en el momento.

**Paso 3.- Analizar las causas potenciales:**

- Determinar las causas potenciales de las condiciones actuales.
- Utilizar los datos recogidos en el paso 2 y la experiencia de la gente que trabaja en el proceso para identificar condiciones que puedan conducir al problema.
- Construir un diagrama de causa efecto para las condiciones de interés.
- Decidir sobre las causas más probables verificando contra los datos del paso 2 y la experiencia de la gente que trabaja en el proceso.
- Determinar si se necesitan más datos. Si es así se debe revisar los puntos del paso 2.
- Si es posible, verificar las causas por medio de observación o por control directo de las variables

**Hacer**

Se refiere a la acción de ejecutar, actuar y desarrollar una tarea. Involucra una acción de capacitación con el fin de cambiar actitudes y hábitos inadecuados por lo que se debe elaborar un manual de capacitación para el desarrollo de las actividades que se consideren críticas. Estos datos deben ser recogidos periódicamente mediante tablas y gráficos, lo que permite visualizar si el resultado está de acuerdo con lo previsto [25].

El paso “Hacer” de acuerdo al ciclo de Deming comprende [26]:

Implementar la solución:

- Desarrollar una lista de soluciones a ser consideradas.
- Decidir cuáles soluciones deben ser probadas.
- Asegurarse cuidadosamente de la factibilidad de cada solución, la posibilidad de éxito y las consecuencias potenciales adversas.
- Claramente indicar por qué se escoge una solución en particular.

- Determinar ¿cómo la solución escogida será implementada?, ¿Habrá un proyecto piloto?, ¿Quién será responsable de la implementación?, ¿Quién entrenará a los involucrados?
- Implementar las soluciones seleccionadas o la solución seleccionada.

### **Verificar**

Verificar se relaciona con la necesidad de medir, chequear, buscar que lo ejecutado esté de acuerdo con lo programado [25].

Si el proceso no logra los resultados esperados, es necesario pasar a la siguiente etapa, para lo que es necesario conocer las características del problema, para lo cual se debe utilizar lo siguiente 6WH, lo que representa las siglas en inglés de: Qué, Cuándo, Quién, Dónde, Por qué, Cómo; lo que permite establecer un plan de acción definiendo qué se va hacer, cuándo se va hacer, quién lo va hacer, dónde se lo va hacer, por qué se lo va hacer y cómo se lo va hacer [25].

El paso “Verificar” de acuerdo al ciclo de Deming, consiste en [26]:

Verificar los resultados:

- Determinar que las acciones en el paso 4 sean efectivas.
- Recolectar más datos sobre la misma base medida en el paso 1.
- Recolectar cualquier otro dato relacionado a las condiciones iniciales que puedan ser relevantes.
- Analizar los resultados.
- Determinar que las soluciones probadas fueron efectivas.
- Repetir los pasos previos cuanto sea necesario.
- Describir cualquier desviación del plan.

### **Actuar**

Se refiere a ejecutar todo lo mencionado anteriormente y permite hacer un seguimiento con el fin de que se establezca la mejora planteada [25].

El paso “Actuar” de acuerdo al ciclo de Deming, refiere a los siguientes pasos [26]:

### Paso 1.- Estandarizar la mejora:

- Institucionalizar la mejora.
- Desarrollar una estrategia para institucionalizar la mejora y asignar responsabilidades.
- Implementar la estrategia y verificar que ha sido exitosa.
- Determinar que la mejora sea aplicada en otras partes y que se planee su implementación.

### Paso 2.- Establecer futuros planes:

- Determinar planes para el futuro.
- Decidir que la diferencia debe ser más reducida, y si es así, cómo otro proyecto debe ser enfocado y quiénes deben estar involucrados.
- Identificar los problemas relacionados que deban ser estudiados.

### Herramientas de Kaizen

Existen métodos que se usan cuando se dispone de datos y el trabajo consiste en analizarlos para resolver un problema en particular, y, como la mayor parte de los problemas que se presentan en las áreas relacionadas con la producción tienen que ver con las siete herramientas estadísticas, es por eso que, para la resolución analítica de los problemas se puede utilizar algunas herramientas [24].

Las herramientas de Kaizen se presentan en la figura 11 y son las siguientes [27]:

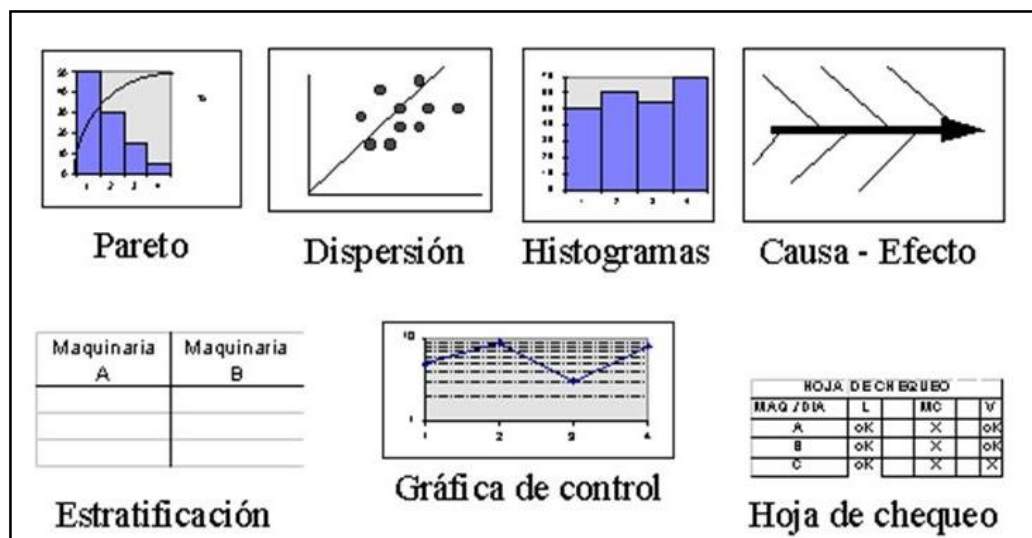


Fig. 11 Herramientas Kaizen [26].

### **Diagrama de Pareto**

Estos diagramas clasifican los problemas de acuerdo con la causa y efecto. Los problemas son diagramas de acuerdo a la prioridad, utilizando un formato de gráfica de barras, con el 100% indicando la cantidad total del valor perdido, el 80% de los resultados totales se origina en el 20% de los elementos [28].

### **Diagramas Causa y Efecto**

Su creador fue Kaoru Ishikawa en 1943 es por esta razón que también se llama este diagrama como el apellido de su creador. Estos diagramas se utilizan para analizar las características de un proceso o situación y los factores que contribuyen a ellas. Los diagramas de causa y efecto también se llaman “gráficas de espina de pescado”. Constan de líneas símbolos que representan determinada relación entre un efecto y sus causas; sirve para saber cuál es el efecto negativo y actuar sobre el mismo para llegar a obtener un efecto positivo en cualquier actividad [28].

### **Distribución de Frecuencias e Histogramas**

Esta herramienta muestra claramente y gráficamente la capacidad de un proceso y la relación que guarda el proceso con las especificaciones y normas. Los datos de frecuencia obtenidos por las mediciones muestran un pico alrededor de determinado valor. A la variación de las características de la calidad se le llama “distribución” y la figura que muestra la frecuencia en forma de estaca se designa como histograma. Se usa principalmente para determinar los problemas revisando la forma de la dispersión, el valor central y la naturaleza de la dispersión [28].

### **Cartas de Control**

Existen dos tipos de variaciones: las variaciones inevitables que ocurren bajo condiciones normales y las que pueden llevar a una causa. Las cartas de control sirven para detectar tendencias anormales con la ayuda de gráficas lineales que presentan líneas de límites de control en los niveles central, superior e inferior. Son excelentes para basar una toma de decisiones, puesto que el esquema en el que se enfoca (gráfica para evaluar las situaciones y tendencias del proceso), determinará si la idea a corregirse es buena, mala o si no tiene efecto alguno en el proceso [28].

## **Diagrama de Dispersión o Correlación**

En un diagrama de dispersión se trazan dos partes de los datos correspondientes. Las diferencias en el trazado de estos puntos muestra la relación entre los datos correspondientes a la causa y efecto [28].

## **Gráficas de Control**

Existen muchas clases de gráficas empleadas, que dependen de la forma deseada y del propósito del análisis. Las gráficas de barras comparan los valores por medio de barras paralelas, en tanto que las gráficas lineales se utilizan para mostrar variaciones durante un periodo. Las gráficas circulares indican la división por categorías de valores y las cartas de radar ayudan al análisis de conceptos previamente evaluados [28].

## **Hojas de chequeo**

Es una planilla de inspección y hoja de control, es un formato generalmente impreso utilizado para recolectar datos por medio de la observación de una situación o proceso específico [28].

## **Diagramas de Flujo**

Estos diagramas muestran la transformación de un producto o de servicio conforme van pasando por las diferentes etapas de producción; se facilita visualizar el sistema total, identificar posibles puntos de dificultad y ubicar las actividades que se debería controlar. Otro diagrama que se utiliza es el diagrama de flujo de proceso que es un esquema o dibujo del movimiento de materiales, productos o personas que ayudan a entender, analizar y comunicar un proceso. Estos diagramas de procesos comprenden símbolos, tiempos y distancias, con la finalidad de ofrecer una forma objetiva y estructurada para analizar y registrar las actividades que conforman un proceso. Permiten centrar la atención en las actividades que agregan valor, ayudan a identificar todas las operaciones que agregan valor (al contrario de inspección, almacenamiento, demoras y transporte, que no agregan valor), permite determinar el porcentaje de valor agregado para todas las actividades, en la figura 12 se muestran los símbolos utilizados [28].







Actividad	Símbolo	Resultado Predominante
Operación		Se produce o se realiza algo.
Transporte		Se cambia de lugar o se mueve un objeto.
Inspección		Se verifica la calidad o la cantidad del producto.
Demora		Se interfiere o se retrasa el paso siguiente.
Almacenaje		Se guarda o se protege el producto o los materiales.
Actividad combinada		Operación combinada con una inspección.

Fig. 12 Símbolos utilizados en diagramas de flujo [27]

## LOS 7+1 DESPERDICIOS DE LEAN MANUFACTURING

De acuerdo a Smith se define como desperdicio a cualquier actividad que no agrega valor al proceso. Se hace una comparación en la cual se dice que si se observa todas nuestras actividades en un día normal, probablemente el 90% de las mismas sean en realidad desperdicio y muchas veces pasa por desapercibido; cosas como caminar en la planta, conseguir herramientas para reparar una máquina o para el proceso en sí, hacer un cambio en el molde, conseguir los insumos necesarios, etc., son actividades que no generan ninguna clase de valor al producto que se está realizando; son cosas que se hacen a diario y requieren de un esfuerzo pero realmente no le hacen nada al producto; para lo cual se han establecido 7+1 desperdicios mortales en la manufactura y son los siguientes:

- **Defectos.** - Se los define como cualquier elemento en la producción que resulte en un día de trabajo. Los defectos en manufactura de principio a fin, pueden provenir de los proveedores, del producto en particular que se esté fabricando, del empaque o en la cantidad de llenado de una botella o puede depender de las cosas que están en el suelo, se puede estar perdiendo producto por derrames que es un defecto y es donde existe pérdida de mucho dinero.

- **Sobreproducción.** - Producir más de lo que se necesita para uso inmediato. La sobreproducción es sólo hacer inventarios sin razón alguna, y se acumula por inventario en proceso o producto terminado 50 y se amontona todo en bodegas; lo que quiere decir que no se produce según la demanda del cliente sino solamente se produce sin ningún tipo de objetivo.

- **Inventario.** - Existe dos tipos de inventario: el que está en proceso y el de producto terminado. El exceso de inventario en proceso sirve para esconder los problemas reales de la planta, como tiempos muertos, problemas de calidad, de mantenimiento; ese exceso encubre la problemática y nunca se llega a solucionar dicho problema.

- **Movimiento Excesivo.** - Movimiento innecesario de las personas, tal como caminar, levantar, alcanzar y estirarse. Cuando se habla de desperdicio por movimiento en lo general resulta obvio cuando se realiza un cambio de modelo porque si se analizaría todo lo que la gente pierde tiempo en buscar herramientas, aditivos, en buscar mesas para la elaboración del producto, etc.; lo que se trata de reducir son tiempos muertos colocando todo al alcance de los trabajadores, y en el momento en el que se necesita para hacer cualquier actividad.

- **Reprocesamiento.** - El reprocesamiento es cuando se le pone al producto más de lo que los clientes estarían dispuestos a pagar; ejemplos para esto: uso excesivo de energía, ya sea para enfriar o calentar más allá de lo necesario según las especificaciones, uso excesivo de agua, lo que se convierte en dinero gastado sin necesidad de haberlo hecho.

- **Transportación.** - Significa movimientos innecesarios de productos, materiales o información. En las fábricas hay transportación de materiales todo el tiempo, desde que se recibe la materia prima hasta el embarque del producto terminado, siempre hay máquinas o montacargas moviendo equipos, artículos, productos, lo que genera un desperdicio más; puesto que si los productos se transportaran mediante una banda que los lleve de un sitio a otro se ahorraría dinero.

- **Esperas.** - Cualquier demora entre el final de un proceso y el inicio de la que sigue, resulta un desperdicio. Las esperas son evidentes en las empresas, siempre existe una persona esperando que se termine una operación, que llegue la documentación, que se prenda el equipo, que salga el producto, etc.; siempre que haya una máquina en reparación hay un desperdicio inevitable para la empresa.

- **Talento Humano.** - No utilizar la creatividad e inteligencia del personal para eliminar desperdicios.



### **2.3 La industria láctea**

La industria láctea es un sector de la industria que tiene como materia prima la leche procedente de animales, la leche es uno de los alimentos más básicos de la humanidad, los productos que se generan en este tipo de industria se consideran como lácteos e incluyen una amplia gama que va desde productos fermentados, como el yoguth, y el queso hasta no fermentados como mantequilla y helados etc.

En la empresa se elaboran quesos frescos que son aquellos que carecen de corteza, este tipo derivado lácteo se utiliza más para la cocina que para servir en una tabla de quesos, son suaves y húmedos en muchas ocasiones con textura de mousse, tienen un periodo de vida útil de entre 1 y 28 días antes de que inicie a formarse la corteza.

### **2.4 Propuesta de solución**

A través de la aplicación de las herramientas de lean manufacturing en el área de producción de queso dentro de la empresa PROLACBEN, se pretende reducir costos y mejorar la productividad de la misma de tal manera que se ayude al crecimiento sustentable de la empresa.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Modalidad de la Investigación**

La modalidad de investigación del presente proyecto es aplicada debido a que se tomara información, y se utilizara cada uno de los conocimientos adquiridos durante toda la carrera y tiene por objetivo la consolidación de conocimientos y busca la solución de un problema específico.

##### **3.1.1 Investigación Bibliográfica – Documental**

Se utilizó este tipo de modalidad por que se acudió a fuente bibliográficas primarias a través de documentos válidos y confiables, así como también a información secundaria recopilada de libros, revistas, artículos científicos, internet, entre otras con el fin de ampliar y profundizar el tema y comparar los enfoques de distintos autores.

##### **3.1.2 Investigación de campo**

Esta modalidad de investigación involucró directamente al investigador a acudir a la empresa en donde se llevó a cabo el proyecto en este caso dentro de la empresa “PROLACBEN”, se realizó investigación de campo para recabar la información necesaria percibiendo directamente la realidad de la empresa.

##### **3.1.3 Investigación aplicada**

Se consideró esta modalidad porque además se dio una propuesta de solución para los problemas encontrados dentro del proceso productivo de la empresa especialmente en el área de producción de queso para el mejoramiento de la calidad final del producto y para mejorar la productividad de la empresa.

#### **3. 2 Población y Muestra**

Para la aplicación de los estudios dentro de la empresa la población fueron todos los obreros que laboran en el área de producción de quesos de la empresa PROLACBEN los cuales son 4.

Los obreros de la empresa, serán los encargados de aportar con la información necesaria sobre el proceso productivo y serán con los cuales se realizó el estudio de tiempos para determinar los parámetros de producción.

Como la población es inferior a 100 individuos, los 4 trabajadores pasan a formar parte de la muestra.

### **3.3 Recolección de Información**

La recolección de la información a los empleados de la empresa “PROLACBEN” se realizó mediante la observación para el levantamiento de los procesos y un conversatorio con el encargado de la empresa.

La observación se llevó a cabo en cada una de las actividades que se desarrollan dentro del área de producción de queso, con el fin de identificar las actividades que no generen valor a la calidad final de producto, realizando visitas continuas a las instalaciones de la empresa, además del uso de un cronometro para la toma de tiempos.

La entrevista estuvo dirigido al jefe de personal de la empresa para obtener mayor información acerca de las actividades que mayor tiempo involucren dentro del proceso productivo, la misma se llevará a cabo las veces que sean necesarias dentro de las instalaciones de la empresa.

### **3.4 Procesamiento y Análisis de Datos**

Los datos obtenidos con la ayuda de las distintas técnicas fueron utilizados y procesados siguiendo unos procedimientos adecuados.

- Revisión exhausta de la información recogida en la empresa es decir separando la información inadecuada.
- Repetir la recolección de información en ciertos casos para evitar fallos en las respuestas.
- Organizar en cuadros la información para entenderla mejor.
- Realizar cuadros estadísticos para la presentación de resultados.
- Analizar cada actividad que se lleva a cabo en el área de producción de queso de la empresa Productos Lácteos Benites “PROLACBEN”.

### 3.5 Desarrollo del Proyecto

Para el presente proyecto investigativo se realizará las siguientes actividades:

- Enlistar las actividades que se realizan en el área de producción de queso de la empresa “PROLACBEN”
- Realizar un diagrama de los procesos realizados en el área de producción de queso de la empresa “PROLACBEN”.
- Realizar un diagrama de flujo de los procesos realizados en el área de producción de queso de la empresa “PROLACBEN”.
- Observar el desarrollo de las actividades dentro del área de producción de quesos de la empresa “PROLACBEN”
- Realizar un estudio de tiempos de las actividades que forman parte del proceso productivo dentro el área de producción de queso de la empresa “PROLACBEN”.
- Analizar las actividades que duren mayor tiempo dentro del área de producción de queso de la empresa “PROLACBEN”
- Realizar una comparación entre las herramientas de lean manufacturing.
- Seleccionar las herramientas de lean manufacturing que se adapten al proceso productivo dentro del área de producción de queso de la empresa “PROLACBEN”.
- Definir la propuesta de control para aumentar la rentabilidad, disminuir costo de producción y aumentar la productividad en el área de producción de queso de la empresa Productos Lácteos Benites “PROLACBEN”.

## CAPÍTULO IV

### DESARROLLO DE LA PROPUESTA

#### 4.1 Introducción a la empresa

##### Antecedentes de la Empresa

“PRODUCTOS LÁCTEOS BENITES”



La fábrica “Productos Lácteos BENITES”, se dedica a la elaboración de productos lácteos, con procesos de producción que tienden a la mejora continua, está situada en la parroquia Cunchibamba, Barrio El Centro.

Su producto está destinado al mercado nacional, en los años que lleva en funcionamiento la empresa ha logrado tener una buena acogida por parte de la población, el mayor mercado que la empresa posee se encuentra ubicado en la región costa.

##### **Datos de la Empresa**

**Razón Social:** Productos Lácteos Benites “PROLACBEN”.

**Actividad:** Elaboración de Productos lácteos y derivados de leche.

**Tipo de Empresa:** Pequeña Empresa Privada.

**Contacto:** Sr. Fausto Benites.

**Dirección:** Panamericana Norte Km 15 vía a Quito Sector Cunchibamba.

**Ciudad:** Ambato-Ecuador.

**Teléfono:** 032476280-0985134951.

**Correo Electrónico:** [prolacben@hotmail.com](mailto:prolacben@hotmail.com)

### **Reseña Histórica**

Creada en el año 1995, la fábrica “Productos Lácteos BENITES”, sus propietarios son personas visionarias que inician sus actividades con el fin de crear un empresa de carácter familiar, utilizando es esa época procedimientos artesanales para la elaboración de sus productos, con el pasar de los años la empresa ha crecido sustentablemente hasta que lograron adquirir maquinaria con altos estándares de tecnología que le permite elaborar productos de calidad y en menor tiempo, mediante el desarrollo de sus actividades busca ser una de las firmas más importantes en el mercado de lácteos en Ecuador.

### **MISIÓN**

Procesar lácteos y otros productos de calidad para satisfacer la demanda del mercado nacional obteniendo rentabilidad con recursos humanos calificados y motivados contribuyendo al desarrollo del país cumpliendo con su eslogan “Alimentos que cuidan de Usted”

### **VISIÓN**

Ser una Empresa competitiva de productividad, de reconocido prestigio y credibilidad, mantener liderazgo en la industrialización de lácteos gracias a la calidad, variedad de productos, a su gestión transparente y a su contribución socio económico del Ecuador.

### **PRODUCTOS**

La empresa productos lácteos Benites “PROLACBEN” cuenta con diferentes líneas de producción que le permiten ofrecer variedad de productos a las mesas de los hogares ecuatorianos.

Posee una gama de productos como:

- Leche enfundada
- Mantequilla
- Yogurt
- Queso fresco

- Queso mozzarella
- Refrescos de agua

#### **4.2 Proceso Productivo de la fábrica Productos Lácteos Benites “PROLACBEN”**

La fabrica Productos Lácteos Benites “PROLACBEN” cuenta con una línea completa de producción de quesos frescos, área en la cual se centra la investigación.

##### **Proceso general de la producción de queso fresco:**

El área, procesos y actividades que se desarrollan para la elaboración de queso fresco se describen a continuación.

1. Recepción de materia prima
  - Análisis de acidez de la leche
  - Análisis de densidad de la leche
  - Análisis de presencia de antibióticos en la leche
  - Análisis de temperatura
2. Pasteurización de leche
  - Colocar el agitador en la olla de cocción
  - Abrir la llave de desfogue de vapor
  - Abrir la llave de entrada de vapor
  - Abrir la llave de retorno del condensado
  - Colocar el termómetro en la olla de cocción
  - Encender el agitador
3. Enfriamiento de leche
  - Abrir la llave de retorno de agua
  - Cerrar la llave de desfogue
  - Abrir la llave de entrada de agua
4. Cuajado de leche
  - Diluir el cloruro de calcio
  - Añadir el cloruro de calcio a la leche
  - Medir la cantidad de cuajo
  - Añadir el cuajo en la leche
  - Batir la leche para obtener una mezcla homogénea con el cuajo
  - Dejar reposar

5. Preparación de la cuajada
  - Cortar la cuajada
  - Madurar la cuajada
  - Desuerado 1
6. Moldeo de queso
  - Colocar la cuajada en moldes
  - Dejar reposar
  - Desuerado 2
  - Volteo de moldes
  - Desuerado final
  - Enmallar los quesos
7. Prensado del queso
  - Colocar en tableros los moldes con los quesos
  - Llevar a la prensa los tableros con los quesos
  - Colocar tacos en los moldes con los quesos
  - Aplicar peso a los moldes para prensar los quesos
  - Retirar el peso a los moldes con los quesos
  - Retirar los moldes de los quesos
  - Retirar las mallas de los quesos
8. Salado del queso
  - Llevar los quesos a la salmuera
  - Colocar sal encima de los quesos
  - Dejar reposar
9. Enfundado del queso
  - Sacar de la salmuera el queso
  - Colocar en una mesa el queso
  - Dejar estilar el queso
  - Enfundar el queso
  - Sellar el queso
10. Empacado
  - Colocar en gavetas el queso



## 11. Almacenamiento

- Llevar las gavetas con el queso a la cámara de refrigeración

### 4.2.1 Descripción de las áreas de trabajo

La descripción de las áreas de trabajo para la elaboración de queso fresco se describe a continuación.

#### Área de recepción de materia prima

En esta área se realizan las actividades más importantes para el proceso productivo dentro de la empresa debido a que en esta área de recepción de materia prima se realiza los análisis de acidez, densidad, temperatura, y presencia de antibióticos en la leche los cuales son de suma importancia dentro del proceso puesto que estos análisis son los que determinan la calidad de materia prima que será utilizada para la elaboración de queso fresco, la materia prima se almacena en tanques silos como se muestra en la figura 13.



Fig. 13 Silos de Almacenamiento

#### Área de pasteurización

En esta área se realizan 6 actividades que son:

- **Colocar el agitador en la olla de cocción**

Esta actividad es de suma importancia dentro del proceso debido a que el agitador será de gran ayuda para el batido de la leche, debido a que el constante batido nos dará una pasteurización homogénea en toda la leche, como se muestra en la figura 14.

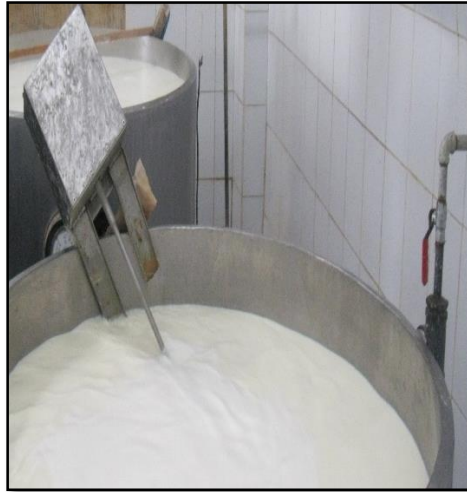


Fig. 14 Colocar de agitador en la olla de cocción

- **Abrir la llave de desfogue de vapor**

Esta actividad es importante debido a que si la llave de desfogue está cerrada podría ocurrir que la olla de cocción se infle o explote, al ser una olla de doble camisa o doble fondo podría llegar a suceder este tipo de accidente por la acumulación de gas en su interior, como se muestra en la figura 15.



Fig. 15 Abrir la llave de desfogue

- **Abrir la llave de entrada de vapor**

Es la actividad más importante dentro del proceso de pasteurización debido a que el vapor será utilizado para calentar la leche hasta llegar a la temperatura optima de pasteurización que en este caso será una temperatura de 85° C, como se muestra en la figura 16.



Fig. 16 Llave de entrada de vapor

- **Abrir la llave de retorno del condensado**

Esta llave es importante debido a que el condensado producido por el vapor al momento de la pasteurización, es decir ser agua caliente retornara a la cisterna en donde se almacena el agua que utiliza el caldero y al tener agua caliente es de mucha ayuda para la producción de vapor para la empresa, como se muestra en la figura 17.



Fig. 17 Llave de retorno de condensado

- **Colocar el termómetro en la olla de pasteurización**

Este instrumento es de mucha ayuda debido a que ayudara a controlar constantemente la temperatura de pasteurización, como se muestra en la figura 18.



Fig. 18 Colocar el termómetro en la olla de cocción

- **Encender el agitador**

Este paso es importante para tener un batido homogéneo durante todo el tiempo de pasteurización, como se muestra en la figura 19.



Fig. 19 Encendido del agitador

### Área de Enfriamiento de leche

En esta área se realizan 3 actividades que son:

- **Abrir la llave de retorno de agua fría**

Esta actividad se realiza para no desperdiciar el agua y lograr que el agua retorne a la cisterna, como se muestra en la figura 20.



Fig. 20 Llave de retorno de agua fría

- **Cerrar la llave de desfogue**

Esta actividad se realiza para evitar que el agua se vaya a los terrenos aledaños de la empresa, como se muestra en la figura 21.



Fig. 21 Cerrar la llave de desfogue

- **Abrir la llave de entrada de agua**

Con esta actividad permite que el agua entre a la olla para el enfriamiento de la leche hasta la temperatura deseada antes del cuajado la cual debe estar en  $56^{\circ}\text{C}$ , como se muestra en la figura 22.



Fig. 22 Llave de agua fría

### **Área de cuajado de leche**

En esta área se realizan 6 actividades que son:

- **Diluir el cloruro de calcio**

Esta actividad se realiza para tener un cloruro de calcio líquido se lo diluye en agua, como se muestra en la figura 23.



Fig. 23 Diluir cloruro de calcio

- **Añadir el cloruro de calcio a la leche**

Esta actividad se realiza obligatoriamente para ayudar a recuperar el calcio que la leche pierde al momento de la pasteurización, como se muestra en la figura 24.



Fig. 24 Adición del cloruro de calcio a la leche

- **Medir la cantidad de cuajo**

Esta actividad debe ser exacta al momento de medir la cantidad de cuajo en cual debe ser 20 ml por cada 400 litros de leche, como se muestra en la figura 25.



Fig. 25 Medición de cuajo



- **Añadir el cuajo en la leche**

Se le añade el cuajo a la leche para su posterior coagulación, como se muestra en la figura 26.



Fig. 26 Adición de cuajo a la leche

- **Batir la leche para obtener una mezcla homogénea con el cuajo**

Se bate la leche durante un tiempo para obtener una mezcla homogénea de la leche con el cuajo y después se procede a dejar la leche estática, como se muestra en la figura 27.



Fig. 27 Batido de leche con cuajo



- **Dejar reposar**

Se deja reposar la leche en conjunto con el cuajo para obtener la cuajada, como se muestra en la figura 28.



Fig. 28 Reposo de leche con cuajo

### **Área de Preparación de la cuajada**

En esta área se realizan 3 actividades que son:

- **Cortar la cuajada**

Se procede a cortar la cuajada con la ayuda de una lira la cual se corta en cuadrados del porte de un haba, como se muestra en la figura 29.



Fig. 29 Corte de cuajada

- **Madurar la cuajada**

Para realizar esta actividad se bate la cuajada lentamente hasta tener una textura dura de la cuajada para evitar la desintegración de la misma, como se muestra en la figura 30.



Fig. 30 Maduración de cuajada

- **Realizar el desuerado 1**

Se retira una cantidad de suero para proceder al moldeo, como se muestra en la figura 31.



Fig. 31 Desuerado 1

### Área de Moldeo de queso

En esta área se realizan 6 actividades que son:

- **Colocar la cuajada en moldes**

Con la ayuda de unos baldes se coloca la cuajada desde la tina de cuajado en los moldes que están colocados en una mesa de moldeo, como se muestra en la figura 32.



Fig. 32 Cuajada en los moldes

- **Dejar reposar**

Se deja reposar un tiempo hasta que se compacte la cuajada en los moldes, como se muestra en la figura 33.



Fig. 33 Reposo de cuajada en los moldes

- **Desuerado 2**

Se desuera una cierta cantidad de suero para evitar el derrame del mismo por encima de los filos de la mesa de moldeo, como se muestra en la figura 34.



Fig. 34 Desuerado 2

- **Volteo de moldes**

Se voltean los moldes para tener una compactación homogénea de la cuajada, como se muestra en la figura 35.



Fig. 35 Volteo de moldes

- **Desuerado final**

Se desuera en su totalidad para posteriormente proceder al enmallado de los moldes, como se muestra en la figura 36.



Fig. 36 Desuerado Final

- **Enmallar los quesos**

Se colocan las mallas en los moldes para darle una mejor apariencia al queso, como se muestra en la figura 37.



Fig. 37 Enmallado de quesos

### **Área de Prensado del queso**

En esta área se realizan 7 actividades que son:

- **Colocar en tableros los moldes con los quesos**

En esta parte se colocan 18 moldes en los tableros para proceder al prensado, como se muestra en la figura 38.



Fig. 38 Moldes en tableros

- **Llevar a la prensa los tableros con los quesos**

Se transporta los tableros con los moldes a la prensa, como se muestra en la figura 39.



Fig. 39 Transporte de los quesos a la prensa

- **Colocar tacos en los moldes con los quesos**

Una vez colocado los tableros en la prensa se procede a colocar los tacos en cada uno de los moldes, como se muestra en la figura 40.



Fig. 40 Colocar tacos en los quesos

- **Aplicar peso a los moldes para prensar los quesos**

Se coloca un peso para compactar de manera definitiva los quesos y quedan listos para retirar los moldes, como se muestra en la figura 41.



Fig. 41 Peso en los moldes



- **Retirar el peso a los moldes con los quesos**

Una vez que están compactos los quesos se retiran los pesos, como se muestra en la figura 42.



Fig. 42 Peso retirado de los moldes

- **Retirar los moldes de los quesos**

Al estar compactos los quesos se evitan su deformación y se procede a retirar los moldes de los mismos, como se muestra en la figura 43.



Fig. 43 Retirar moldes



- **Retirar las mallas de los quesos**

Seguidamente se retiran las mallas que ayudaron a darle una mejor apariencia al queso, como se muestra en la figura 44.



Fig. 44 Retirar mallas de los quesos

### **Área de Salado del queso**

En esta área se realizan 3 actividades que son:

- **Llevar los quesos a la salmuera**

Una vez retirados los quesos de la prensa se los transporta a la salmuera para su salado, como se muestra en la figura 45.



Fig. 45 Transporte queso a la salmuera

- **Colocar sal encima de los quesos**

Se coloca una cantidad considerable de sal encima de los quesos que ayudara por una parte a endurecer el queso y por otra parte a darla un sabor salado al mismo, como se muestra en la figura 46.



Fig. 46 Colocar sal en los quesos

- **Dejar reposar**

Se deja reposar el queso por un tiempo hasta que este lo más compacto posible, como se muestra en la figura 47.



Fig. 47 Reposo del queso en la salmuera

### **Área de Enfundado del queso**

En esta área se realizan 5 actividades que son:

- **Sacar de la salmuera el queso**

El primer paso para el enfundado del queso es retirar el queso de la salmuera tratando de retirar todos los residuos de sal de la superficie del mismo, como se muestra en la figura 48.



Fig. 48 Retirar queso de la salmuera

- **Colocar en una mesa el queso**

Se coloca todos los quesos sobre una mesa de acero inoxidable para su reposo, como se muestra en la figura 49.



Fig. 49 Mesa de acero para colocar el queso

- **Dejar estilar el queso**

Una vez que el queso esta sobre la mesa se deja estilar para evitar que el queso tenga residuos de agua en superficie, como se muestra en la figura 50.



Fig. 50 Estilar el queso

- **Enfundar el queso**

Una vez que el queso está prácticamente seco se procede a enfundar el queso, como se muestra en la figura 51.



Fig. 51 Enfundar el queso

- **Sellar el queso**

Una vez que el queso está enfundado se procede al sellado para evitar el ingreso de contaminantes externos al interior del producto enfundado, como se muestra en la figura 52.



Fig. 52 Sellado de queso

### Área de Empacado de queso

- **Colocar en gavetas el queso**

Se coloca el queso en gavetas cerradas para su almacenamiento, como se muestra en la figura 53.



Fig. 53 Empacado de queso

## Área de Almacenamiento

- **Llevar las gavetas con el queso a la cámara de refrigeración.**

Una vez que el queso se encuentra empacado en gavetas se procede a transportarlo a la cámara de refrigeración para su conservación, como se muestra en la figura 54.



Fig. 54 Almacenamiento de queso

### 4.2.2 Selección del área de trabajo para estudio

El estudio se enfoca directamente al área de producción de queso fresco dentro de la empresa productos lácteos Benites “PROLACBEN” de manera que la información recopilada y el análisis va a estar dirigido a los procesos de manufactura del área en cuestión.

Se selecciona el área de producción de queso fresco dentro de la empresa por pedido de la gerencia debido a que esta área de producción posee una gran cantidad de procesos que son necesarios para obtener el producto final y es en la cual se utilizan un mayor número de recursos como: energía, combustible, personas y maquinaria, además que éste proceso forma parte esencial para los productos que ofrece la empresa.

### Diagrama de flujo del área de producción de queso fresco

EL diagrama de flujo que a continuación se presenta en la figura 55 nos ayuda a visualizar de manera clara las actividades de cada uno de los procesos, y su vez tener una perspectiva general del área de estudio.

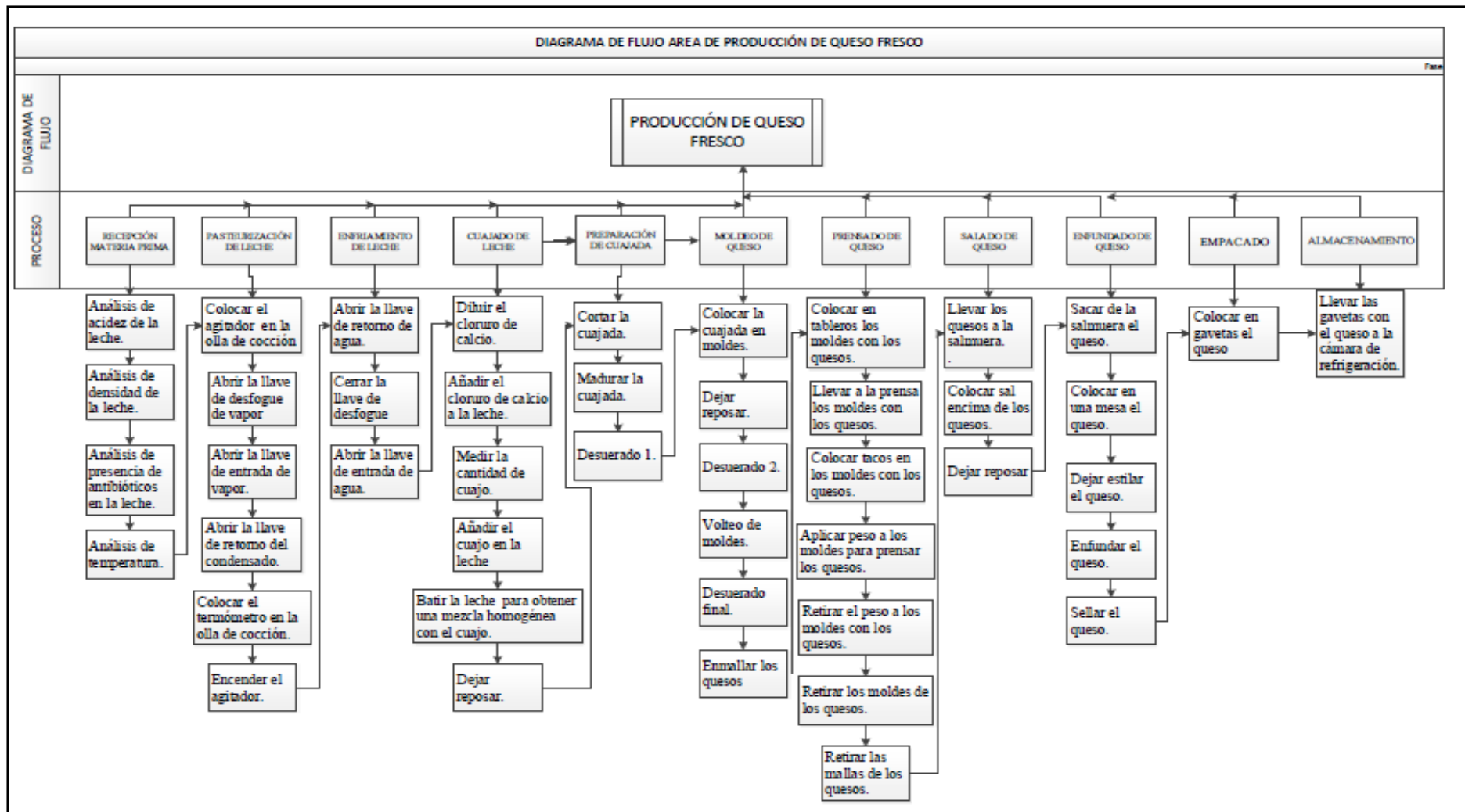


Fig. 55 Diagrama de flujo del área de producción de queso fresco



### **4.2.3 Método actual de trabajo en el área de producción de queso fresco**

Para la descripción del método que la empresa emplea dentro de área de producción de queso fresco, se utiliza una serie de diagramas cuya finalidad es, dar a conocer información detallada, concisa y clara de todos los procedimientos que actualmente se realizan para la producción de queso fresco. Los principales diagramas utilizados son: diagrama de ensamble o proceso, cursograma analítico, layout del área de producción de queso fresco y diagrama de recorrido.

### **4.2.4. Diagrama de ensamble del método actual**

El diagrama de ensamble actual describe de forma íntegra el proceso de producción de queso fresco de la fábrica Productos Lácteos Benites “PROLACBEN”, en este diagrama se establecen las operaciones principales, inspecciones, transportes, almacenamientos y demoras que se desarrollan en el transcurso del proceso productivo, además permite detallar los componentes y actividades que intervienen en la producción y el orden en el cual actúa cada uno de ellos. Para esta área de producción de la empresa el componente principal del diagrama es la leche fluida proveniente de los carros recolectores que entregan en la fábrica, en base a esta materia prima se va a establecer la relación con los demás procesos y actividades involucradas en procesos de producción, a continuación, se detalla todas las operaciones, inspecciones, transportes y almacenamientos.

### **Análisis del proceso productivo en el área de producción de queso fresco**

El diagrama de ensamble inicia con la recepción de materia prima es decir leche, a esta operación se la considera como principal puesto que, en base a los análisis realizados se determinada la calidad de la misma y por consiguiente la calidad el producto final, además con la cantidad de materia prima recibida se destinan los recursos necesarios para el desarrollo de todos los procesos. A continuación, se describe en orden jerárquico cada una de las operaciones, inspecciones, transportes y almacenamientos que forman parte del diagrama de ensamble.

**Almacenamiento 1:** Recepción y almacenamiento de materia prima.

**Transporte 1:** La leche es transportada a la olla de pasteurización.

**Operación 1:** Se coloca el agitador en la olla de pasteurización.

**Operación 2:** Se abre la llave de desfogue de vapor en la olla de pasteurización.



**Operación 3:** Se abre la llave de entrada de vapor en la olla de pasteurización.

**Operación 4:** Se abre la llave de retorno de condensado de la olla de pasteurización.

**Operación 5:** Se coloca el termómetro en la olla de pasteurización.

**Operación 6:** Se enciende el agitador para tener un batido constante de la leche.

**Inspección y Operación 1:** Se inspecciona el termómetro para constatar que la temperatura llegue a 85°C.

**Operación 7:** Se abre la llave de retorno de agua fría.

**Operación 8:** Se cierra la llave de desfogue de la olla.

**Operación 9:** Se abre la llave de entrada de agua fría a la olla.

**Inspección y Operación 2:** Se inspecciona el termómetro para constatar que la temperatura llegue a 56°C.

**Operación 10:** Diluir el cloruro de calcio.

**Operación 11:** Colocar el cloruro de calcio en la leche que se encuentra a 56°C.

**Operación 12:** Se mide la cantidad de cuajo que será de 20 ml por cada 400 litros de leche.

**Operación 13:** Se añade el cuajo a la leche.

**Operación 14:** Se agita la leche hasta tener una mezcla homogénea del cuajo con la misma.

**Operación 15:** Se deja reposar para obtener la cuajada.

**Inspección y Operación 3:** Se inspecciona la consistencia de la cuajada.

**Operación 16:** Se corta la cuajada con la ayuda de una lira, el corte se lo realiza en cuadrados.

**Operación 17:** se madura la cuajada hasta tener una textura dura de la misma.

**Operación 18:** se realiza el desuerado 1.

**Transporte 2:** Se transporta la cuajada a la mesa de moldeo.

**Operación 19:** Se coloca la cuajada en moldes que están ubicados en la mesa de moldeo.

**Inspección y Operación 4:** Se deja reposar un tiempo la cuajada sobre los moldes.

**Operación 20:** Se realiza el desuerado 2 para evitar el derrame del suero por encima de los filos de la mesa de moldeo.

**Operación 21:** Se voltea los moldes para una compactación homogénea de la cuajada.

**Operación 22:** Se realiza el desuerado final se retira en su totalidad el suero.

**Operación 23:** se enmalla los quesos para una mejor apariencia del mismo.

**Operación 24:** colocar en tableros los moldes de los quesos.

**Transporte 3:** Se transporta los tableros a la prensa.

**Operación 25:** Se coloca tacos en cada uno de los moldes.

**Operación 26:** Se aplica pesos en los moldes para la compactación definitiva.

**Operación 27:** Se retira el peso de los moldes.

**Operación 28:** Se retira los moldes de los quesos.

**Operación 29:** Se retira las mallas de los quesos.

**Transporte 4:** Se transporta los quesos a la salmuera para su salado.

**Operación 30:** Se coloca sal sobre los quesos.

**Inspección y Operación 5:** Se deja reposar hasta que tengan una textura dura los quesos.

**Operación 31:** Se retiran los residuos de sal de los quesos.

**Transporte 5:** Se transporta los quesos de la salmuera a la mesa de enfundado.

**Operación 32:** Se deja estilar el queso para evitar que tengan agua en su superficie.

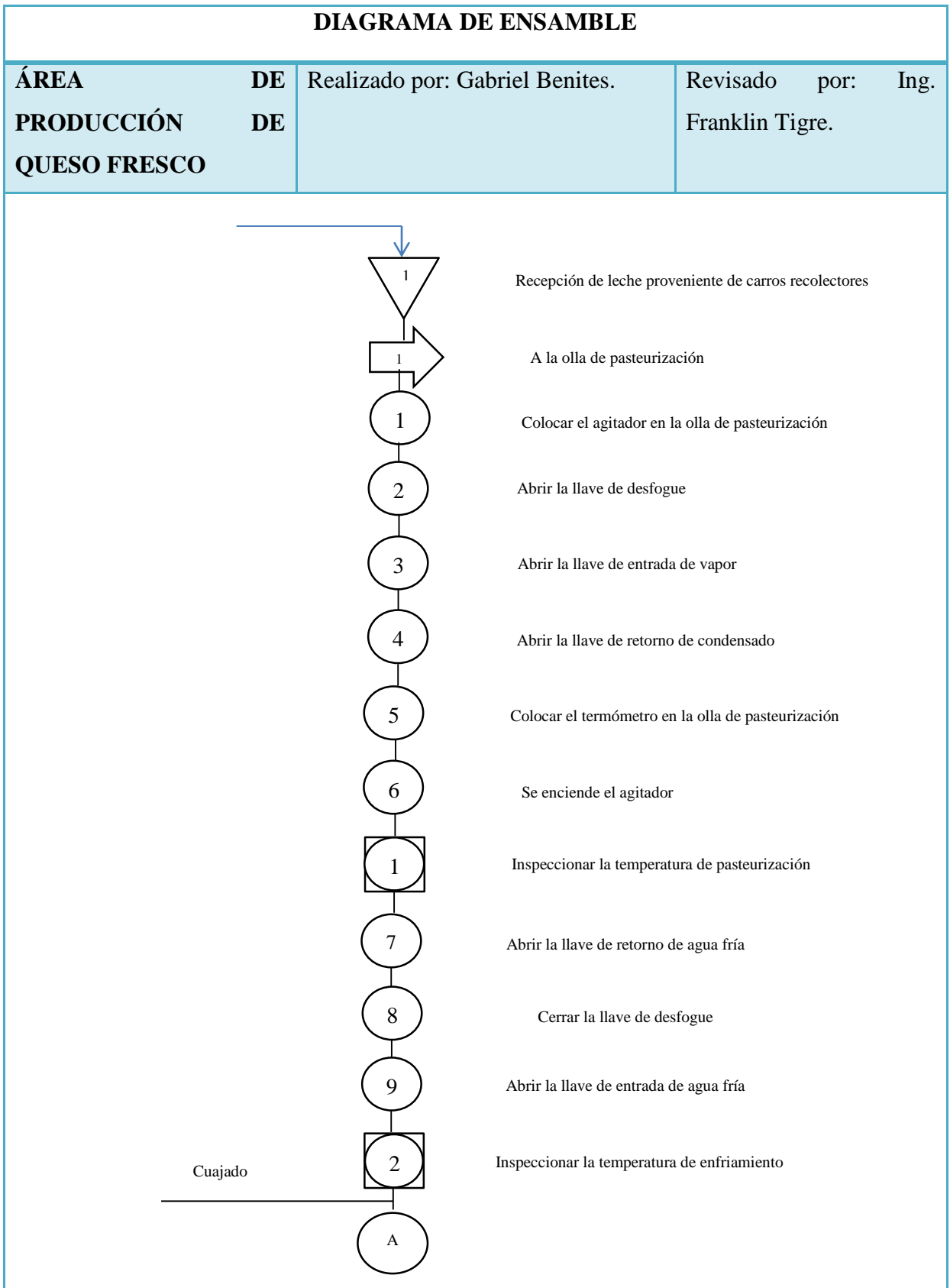
**Operación 33:** Se enfunda el queso.

**Operación 34:** Se sella el queso.

**Operación 35:** Se coloca el queso en gavetas cerradas para su almacenamiento.

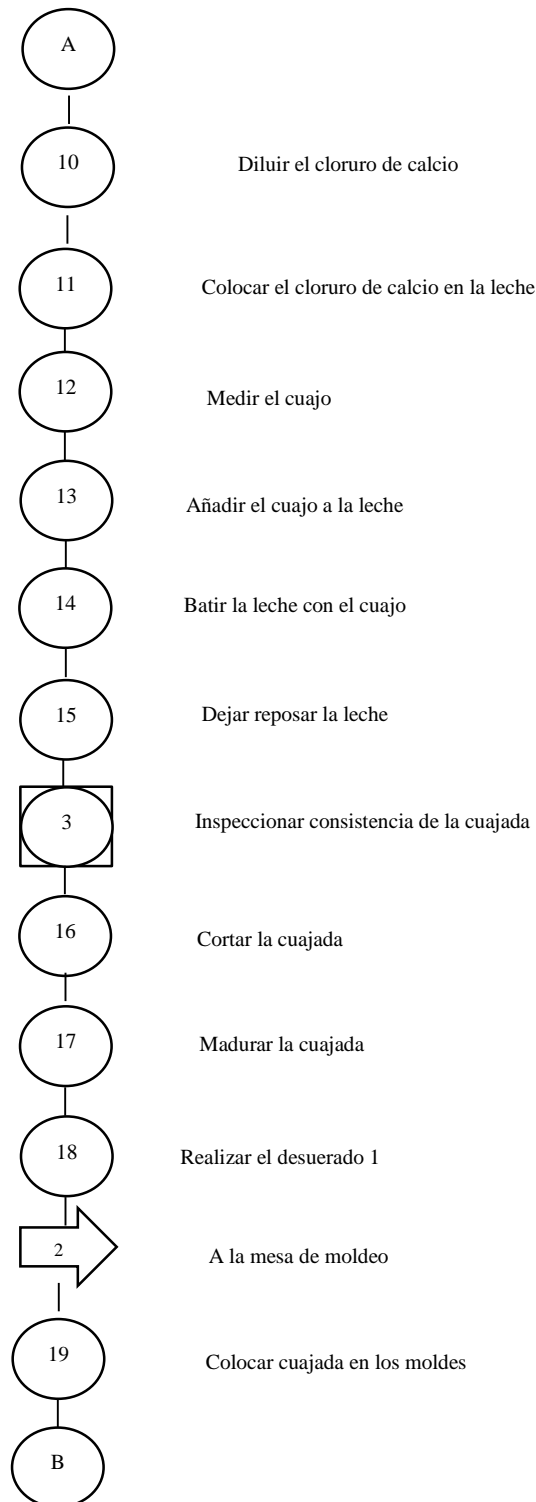
**Transporte 6:** Se transporta las gavetas a la cámara de refrigeración.

Tabla 2 Diagrama de ensamble



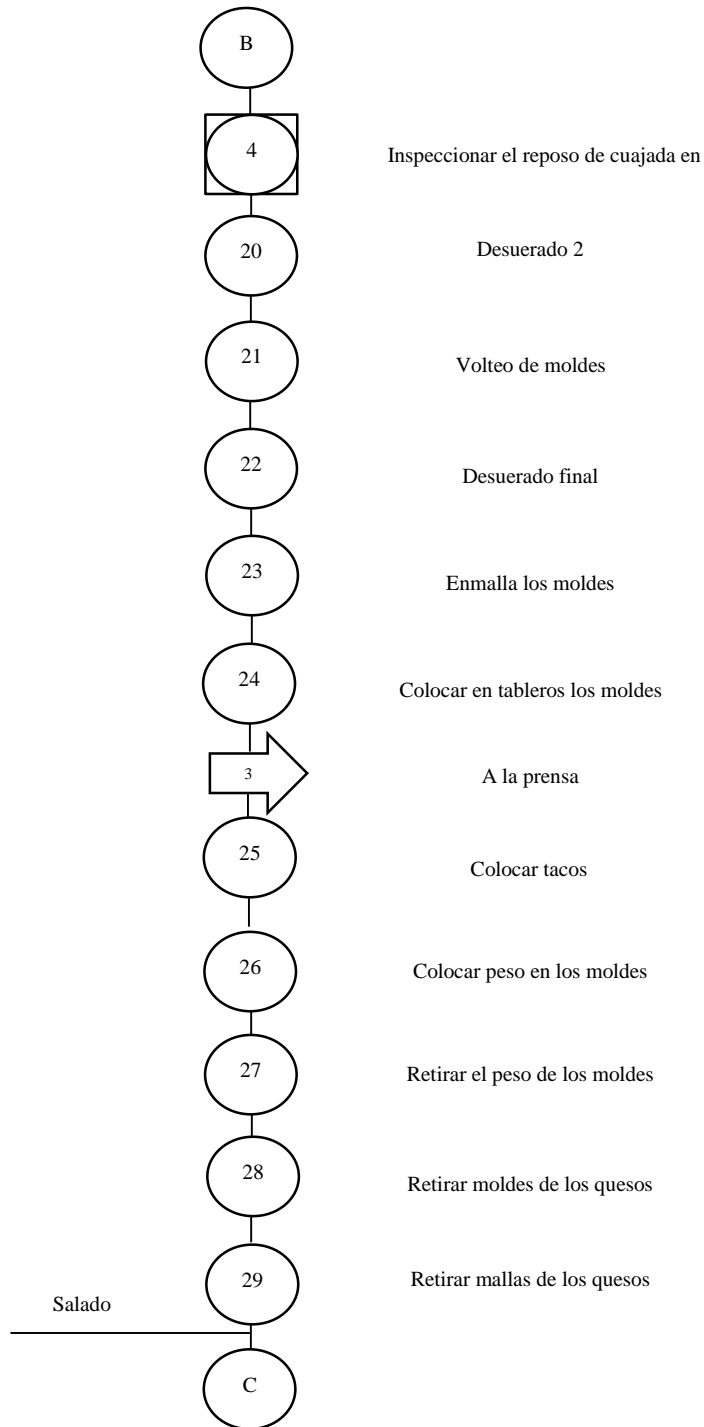
## DIAGRAMA DE ENSAMBLE

<b>ÁREA PRODUCCIÓN QUESO FRESCO</b>	<b>DE DE</b>	Realizado por: Gabriel Benites.	Revisado por: Ing. Franklin Tigre.
		Continuación 1	



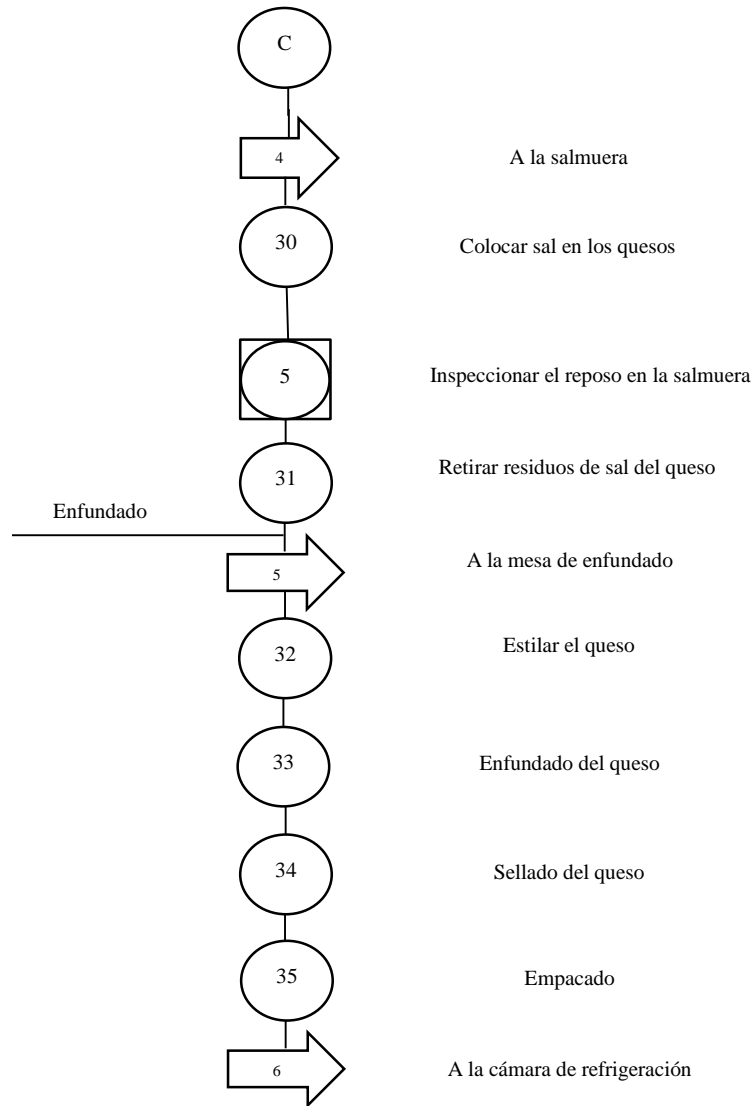
### DIAGRAMA DE ENSAMBLE

<b>ÁREA</b>	<b>DE</b>	Realizado por: Gabriel Benites.	Revisado por: Ing.
<b>PRODUCCIÓN</b>	<b>DE</b>		Franklin Tigre.
<b>QUESO FRESCO</b>		Continuación 2	



### DIAGRAMA DE ENSAMBLE

<b>ÁREA</b>	<b>DE</b>	Realizado por: Gabriel Benites.	Revisado por: Ing.
<b>PRODUCCIÓN</b>	<b>DE</b>		Franklin Tigre.
<b>QUESO FRESCO</b>		Continuación 3	



#### **4.2.5 Cursograma analítico método actual**

El cursograma analítico es un diagrama que muestra de forma más detallada el proceso de producción de queso fresco, este diagrama tiene similitud con el diagrama de ensamble ya que se muestran las actividades fundamentales como: operaciones, inspecciones, transportes, almacenamientos y demoras que ocurren durante el proceso productivo en los cuales se introducen detalles relativos como la cantidad de material, distancias y tiempos empleados para cada actividad.

En la tabla 3 se presenta el cursograma analítico del proceso de producción de queso fresco, en la cual se observan todas las actividades inherentes a este proceso, e información detallada que se emplean para el desarrollo de los mismos.

Tabla 3 Cursograma analítico del proceso de producción de queso fresco

Cursograma analítico del proceso de producción de queso fresco				Operario/ Material/ Equipo						
Diagrama N°1	Hoja N° 1 de 5	Actividad			Actual	Propuesto				
<b>Producto</b>	Producción de queso	Operación	○	35						
		Transporte	➔	6						
<b>Actividad</b>	Proceso de producción	Espera	∩	0						
		Inspección	◻	5						
<b>Lugar</b>	Productos lácteos Benites "PROLACBEN"	Almacenamiento	▽	1						
		Distancia ( metros )			69					
<b>Método</b>	Actual	<b>Tiempo (minutos)</b>			210.39					
<b>Operarios</b>		<b>Total</b>								
Descripción	Cantidad	Distancia (m.)	Tiempo (min.)	Símbolos					OBSERVACIONES	
				○	➔	∩	◻	▽		
Almacenar la materia prima proveniente de los carros recolectores	400	-	5.33							manualmente
Transportar la leche a la olla de pasteurización	400 lt,	40	5.19							Por medio de tubería
Colocar el agitador en la olla de pasteurización	-	-	0,14							manualmente
Abrir la llave de desfogue	-	-	0,04							Manualmente
Abrir la llave de entrada de vapor	-	-	0,06							Manualmente
Abrir la llave de retorno de condensado	-	-	0,03							Manualmente



Cursograma analítico del proceso de producción de queso fresco				Operario/ Material/ Equipo						
Diagrama N°1		Hoja N° 2 de 5			Continuación 1					
Descripción	Cantidad	Distancia (m.)	Tiempo (min.)	Símbolos					Observaciones	
				○	➔	D	◻	▽		
Colocar el termómetro en la olla	-	-	0.08	●						Manualmente
Encender el agitador			0.05	●						Manualmente
Inspeccionar la temperatura de pasteurización	-	-	25.76					●		Manualmente
Abrir la llave de retorno de agua fría	-	-	0.04	●						Manualmente
Cerrar la llave de desfogue	-	-	0.04	●						Manualmente
Abrir la llave de entrada de agua	-	-	0.05	●						Manualmente
Inspeccionar la temperatura de enfriamiento	-	-	12.78					●		Manualmente
Diluir el cloruro de calcio	-	-	0,80	●						Manualmente
Colocar el cloruro de calcio en la leche	-	-	0,14	●						Manualmente
Medir el cuajo	25ml	-	0,14	●						Manualmente
Añadir el cuajo a la leche	-	-	0,03	●						Manualmente

Cursograma analítico del proceso de producción de queso fresco				Operario/ Material/ Equipo					
Diagrama N°1		Hoja N° 3 de 5			Continuación 2				
Descripción	Cantidad	Distancia (m.)	Tiempo (min.)	Símbolos					Observaciones
				○	➔	⤵	◻	▽	
Batir la leche con el cuajo	-	-	0,25	●					Manualmente
Reposo de leche	-	-	12,14	●					Manualmente
Inspeccionar la consistencia de la cuajada	-	-	0,07					●	Manualmente
Cortar la cuajada	-	-	0,77	●					Manualmente
Madurar la cuajada	-	-	2,84	●					Manualmente
Realizar el desuerado 1	-	-	2.08	●					Manualmente
Transportar la cuajada a la mesa de moldeo	-	4	2.14					●	Manualmente depende la capacidad de carga del operario
Colocar la cuajada en los moldes	100	-	3.02	●					Manualmente
Inspeccionar el reposo de la cuajada en los moldes	100	-	1,51					●	Manualmente
Realizar el desuerado 2	-	-	0,67	●					Manualmente

Cursograma analítico del proceso de producción de queso fresco				Operario/ Material/ Equipo						
Diagrama N°1		Hoja N° 4 de 5			Continuación 3					
Descripción	Cantidad	Distancia (m.)	Tiempo (min.)	Símbolos					Observaciones	
				○	➔	⤵	◻	▽		
Voltear los moldes	100	-	3.55	●						Manualmente
Realizar el desuerado final	-	-	0.74	●						Manualmente
Enmallar los moldes	100	-	8.87	●						Manualmente
Colocar en tableros los moldes	100	-	3.24	●						Manualmente
Transportar los tableros a la prensa	100	3	4.42		●					Manualmente
Colocar tacos en los moldes	100	-	2.59	●						Manualmente
Aplicar peso a los moldes	100	-	8.19	●						Manualmente
Retirar el peso a los moldes	100	-	0.52	●						Manualmente
Retirar los moldes de los quesos	100	-	4.74	●						Manualmente
Retirar las mallas de los quesos	100	-	2.1	●						Manualmente
Transportar los quesos a la salmuera	100	5	9.1		●					Manualmente

Cursograma analítico del proceso de producción de queso fresco				Operario/ Material/ Equipo					
Diagrama N°1		Hoja N° 5 de 5			Continuación 4				
Descripción	Cantidad	Distancia (m.)	Tiempo (min.)	Símbolos					Observaciones
				○	➔	D	◻	▽	
Colocar sal sobre los quesos	100	-	1.22	●					Manualmente
Inspeccionar la consistencia dura en el queso	100	-	26.27				●		Manualmente
Retirar los residuos de sal del queso	100	-	1.51	●					Manualmente
Transportar el queso a la mesa de enfundado	100	7	5.58		●				Manualmente
Estilar el agua de la superficie del queso	100	-	6.01	●					Manualmente
Enfundar el queso	100	-	7.73	●					Manualmente
Sellar el queso	100	-	7.61	●					Manualmente
Colocar el queso en gavetas cerradas	100	-	1.37	●					Manualmente
Transportar las gavetas con el queso a la cámara de refrigeración	100	10	5.44		●				Manualmente
<b>TOTAL</b>		<b>69</b>	<b>210.39</b>	<b>35</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	

#### **4.2.6 Layout actual del área de producción de queso fresco de la fábrica “PROLACBEN”**

El layout del área de producción de queso fresco permite visualizar e identificar cada una de las sub áreas involucradas en el proceso productivo, en este diagrama se observa la delimitación de cada sub área, la disposición de la maquinaria, puestos de trabajo y sitios de almacenamiento.

En el anexo 1 se muestra el layout del área producción de queso fresco actual de la empresa “PROLACBEN”

#### **4.2.7. Diagrama de recorrido actual**

Mediante el uso de esta herramienta se complementa la información registrada en el cursograma analítico; este consiste en un plano de la planta o sección donde se desarrolla el proceso objeto del estudio.

En este diagrama se registran todos los diferentes movimientos del material, indicando con su respectivo símbolo y numeración cada una de las diferentes actividades, y el lugar donde estas se ejecutan.

El diagrama de recorrido actual, presenta el proceso productivo de queso fresco, este diagrama permite establecer de manera visual el movimiento del producto por cada una de las sub áreas, estaciones de trabajo y maquinaria que conforman esta área, además se observa cada una de las operaciones, inspecciones, transportes y almacenamientos descritos en el diagrama de ensamble y el cursograma analítico.

A continuación, en las figuras 56 a la 61 se presenta el diagrama de recorrido de recepción de materia prima; pasteurización, enfriamiento, cuajado y preparación de cuajada; moldeo; prensado; salado; enfundado y empaclado del queso respetivamente.

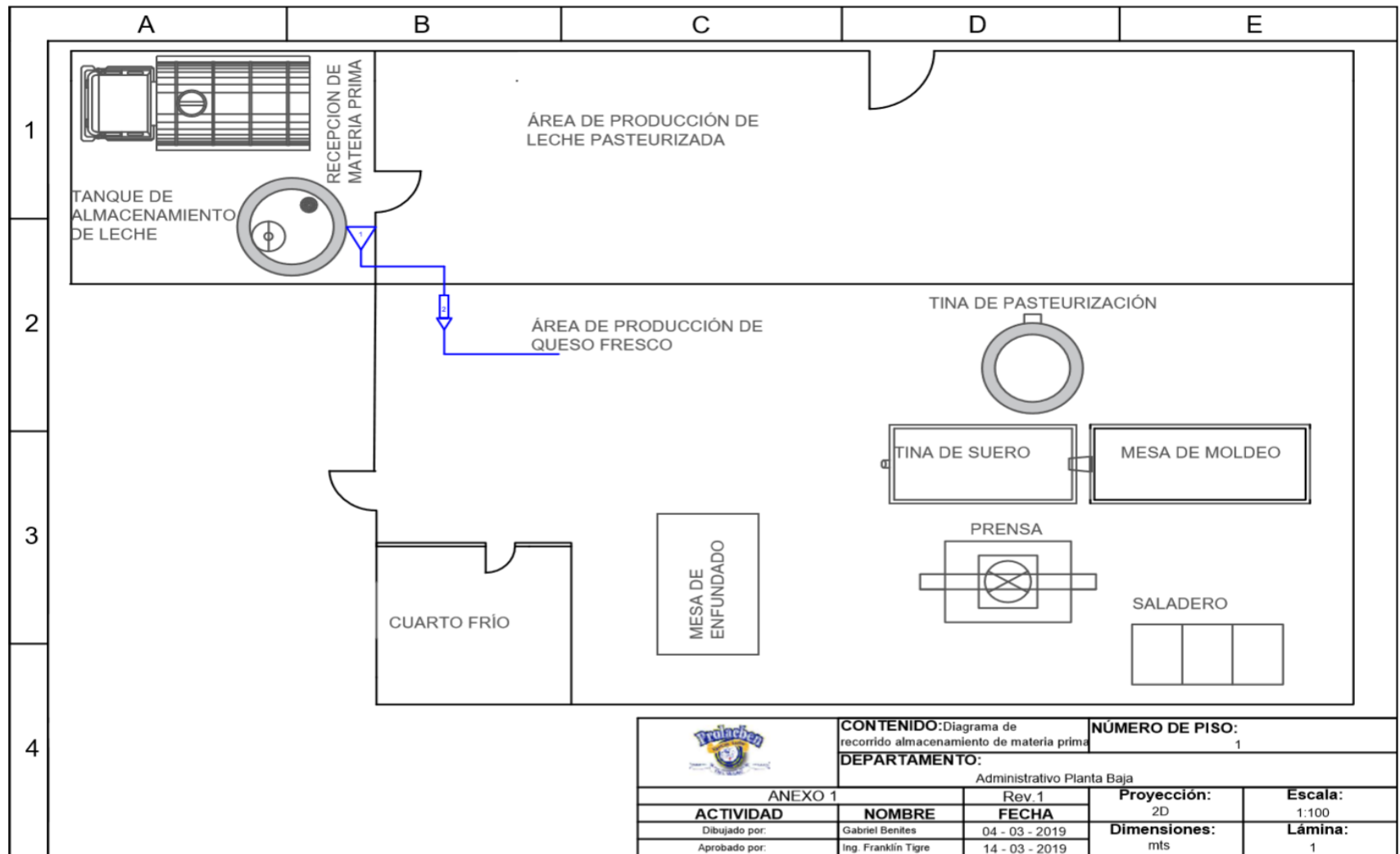


Fig. 56 Diagrama de recorrido recepción de materia prima.

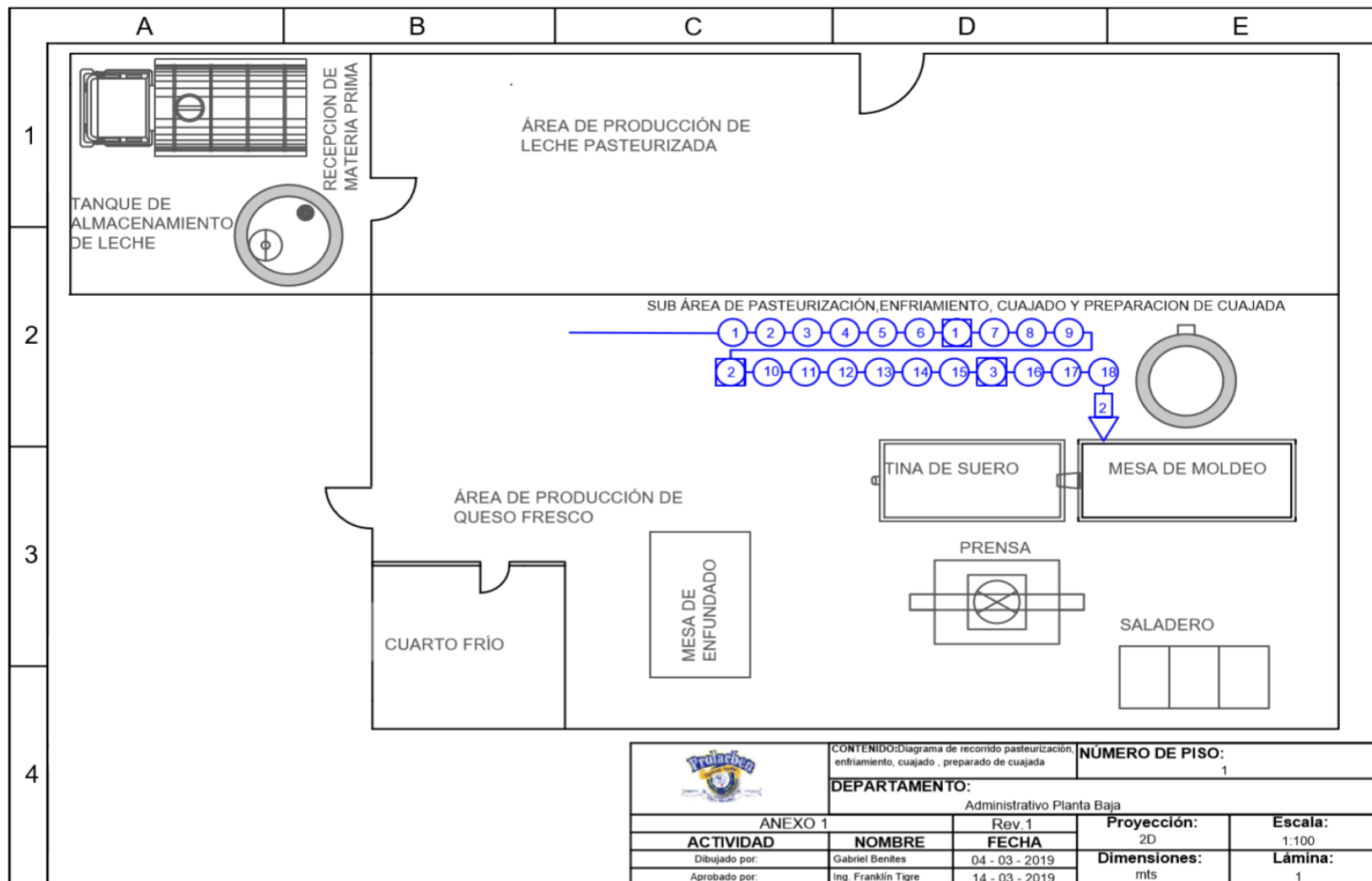


Fig. 57 Diagrama de recorrido pasteurización, enfriamiento, cuajado y preparación de cuajada

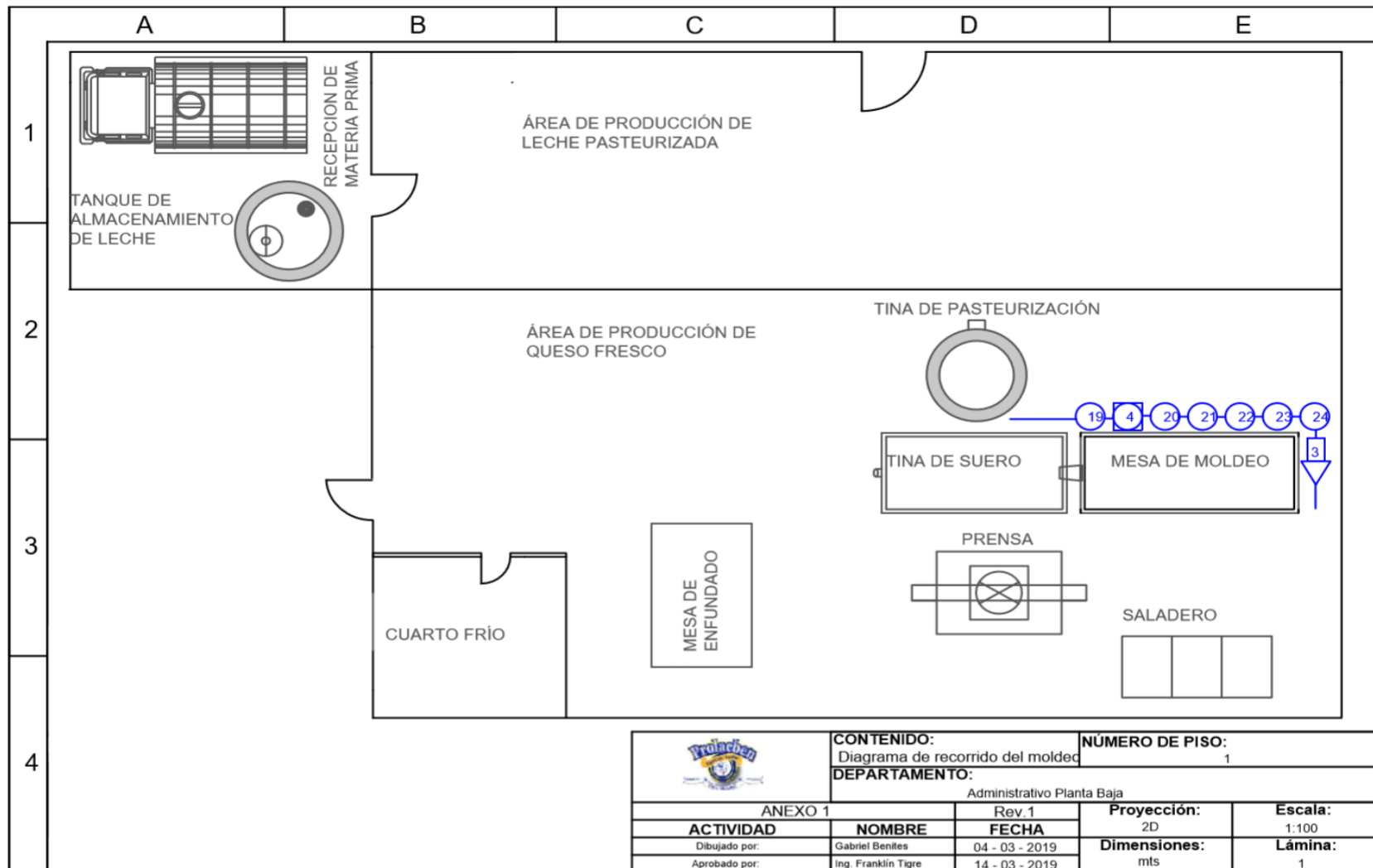


Fig. 58 Diagrama de recorrido de moldeo



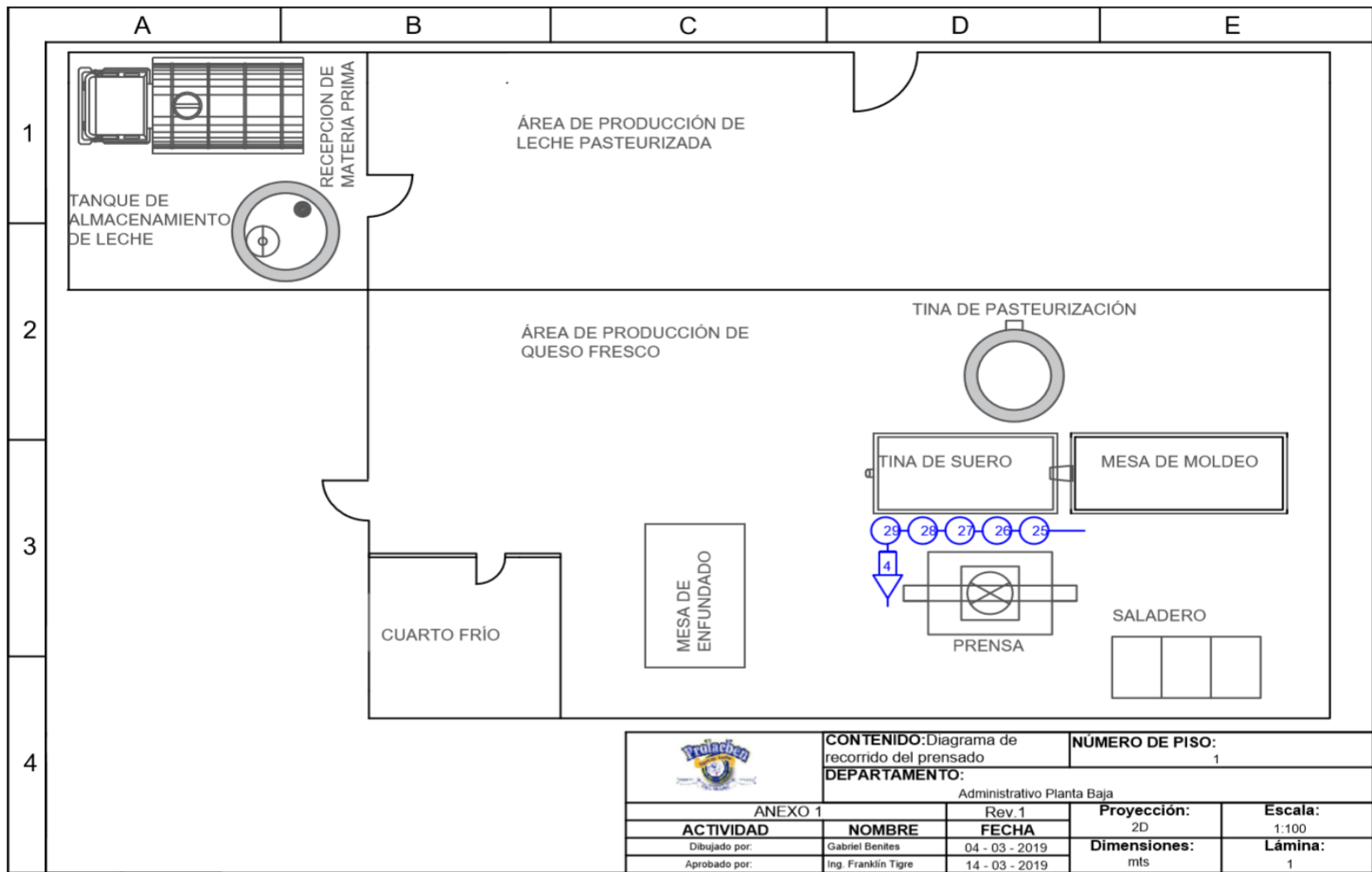
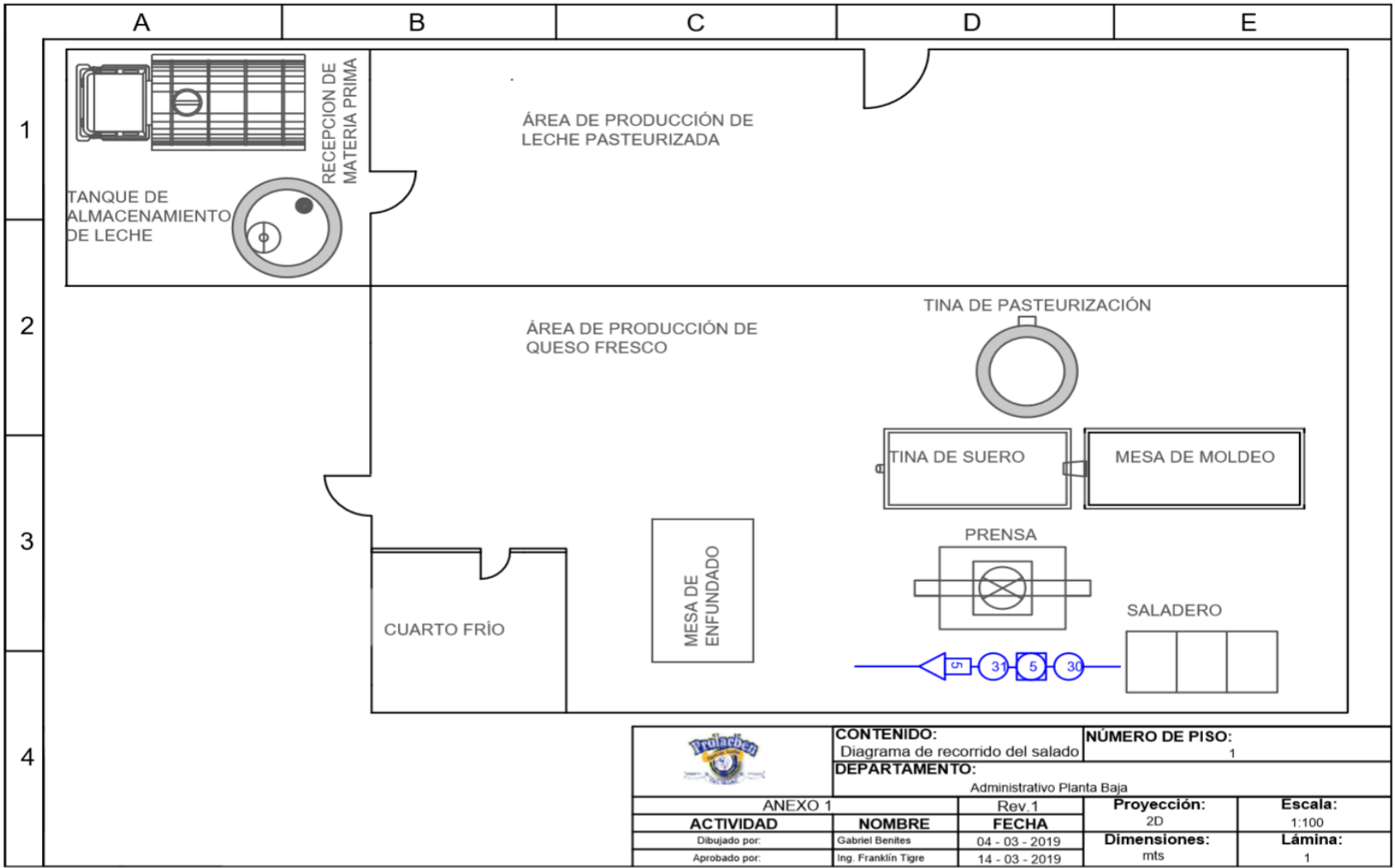


Fig. 59 Diagrama de recorrido prensado



	<b>CONTENIDO:</b> Diagrama de recorrido del salado		<b>NÚMERO DE PISO:</b> 1	
	<b>DEPARTAMENTO:</b> Administrativo Planta Baja			
	ANEXO 1		Rev. 1	
	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>FECHA</b>	<b>Proyección:</b> 2D
Dibujado por:	Gabriel Benites	04 - 03 - 2019	<b>Dimensiones:</b> mts	<b>Lámina:</b> 1
Aprobado por:	Ing. Franklín Tigre	14 - 03 - 2019		

Fig. 60 Diagrama de recorrido del salado

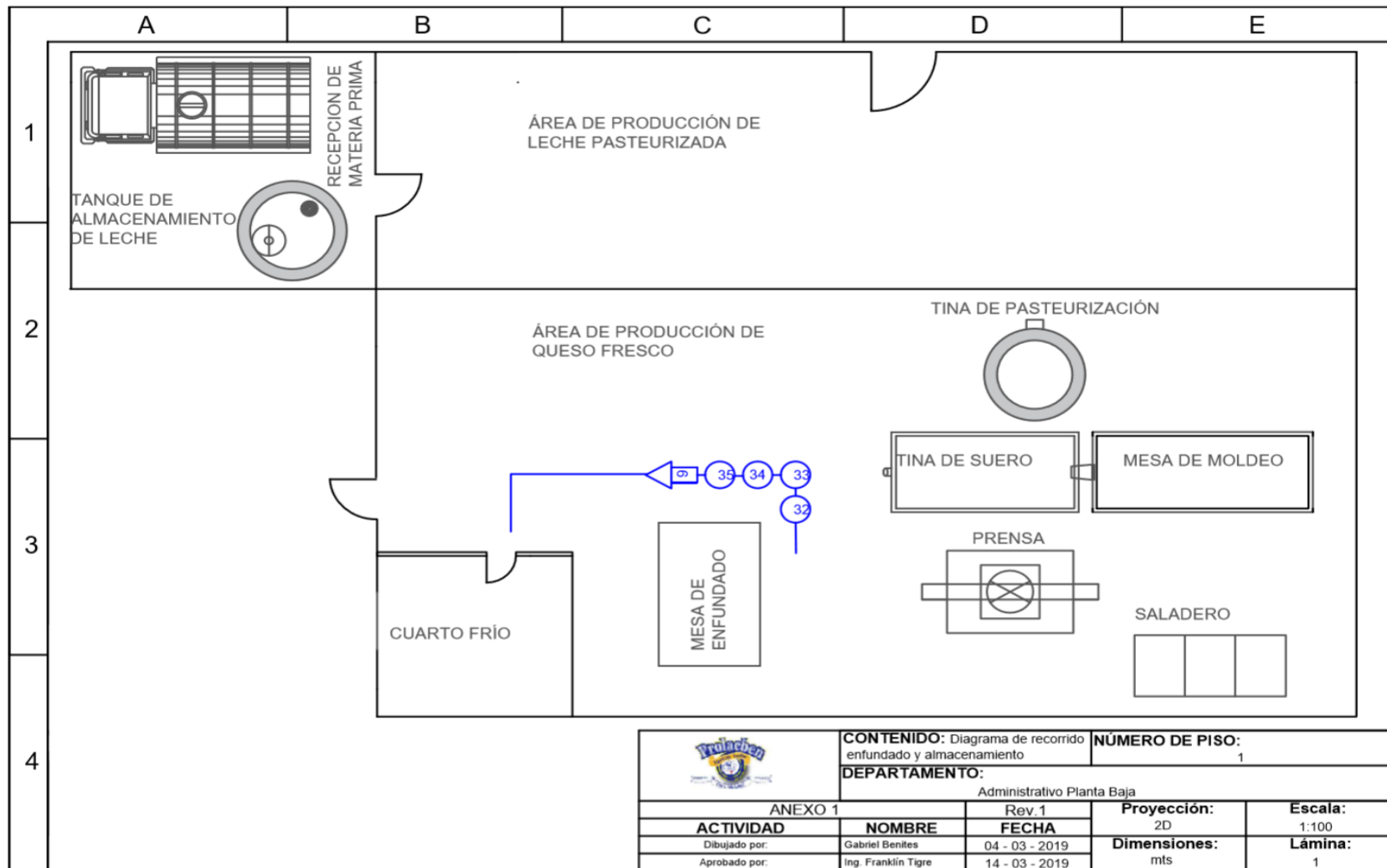


Fig. 61 Diagrama de recorrido del enfundado y empacado

### 4.3 Descripción de las Actividades.

A continuación, desde la tabla 4 a la tabla 12 se describen con mayor detalle cada una de las actividades y subprocesos del proceso general, esto es necesario para detectar los cuellos de botella existentes en el sistema.

Para realizar el estudio de tiempos el primer paso es delimitar las operaciones que se realizan en el proceso productivo del queso fresco, a continuación, se muestra el desglose de las actividades.

Tabla 4 Actividades recepción materia prima


 <b>DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES</b> <b>Estudio N°1</b>			
<b>Operación:</b>	Recepción materia prima	<b>Subárea:</b>	
<b>Producto:</b>	Análisis materia prima	<b>Material:</b>	Leche fluida
<b>Maquinaria:</b>	-----	<b>Herramientas:</b>	Lactodensímetro
<b>DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS</b>			
<b>LETRA</b>	<b>DETALLE</b>		
A	Descarga de leche a los tanques de almacenamiento.		

Tabla 5 Actividades de pasteurización de leche


 <b>DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES</b> <b>Estudio N°1</b>			
<b>Operación:</b>	Pasteurización	<b>Subárea:</b>	Pasteurización
<b>Producto:</b>	Leche analizada	<b>Material:</b>	Leche fluida
<b>Maquinaria:</b>	-----	<b>Herramientas:</b>	Olla de cocción
<b>DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS</b>			
<b>LETRA</b>	<b>DETALLE</b>		
A	Transportar la leche al área de pasteurización		
B	Colocar el agitador en la olla de pasteurización		
C	Abrir la llave de desfogue		
D	Abrir la llave de entrada de vapor		
E	Abrir la llave de retorno de condensado		
F	Colocar el termómetro en la olla		
G	Encender el agitador		
H	Pasteurizar la leche		

Tabla 6 Actividades de enfriamiento de leche


 <b>DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES</b> <b>Estudio N°1</b>			
<b>Operación:</b>	Enfriamiento de leche	<b>Subárea:</b>	Enfriamiento
<b>Producto:</b>	Leche pasteurizada	<b>Material:</b>	Leche fluida
<b>Maquinaria:</b>	-----	<b>Herramientas:</b>	Olla de cocción
<b>DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS</b>			
<b>LETRA</b>	<b>DETALLE</b>		
A	Abrir la llave de retorno de agua fría		
B	Cerrar la llave de desfogue		
C	Abrir la llave de entrada de agua		
D	Enfriar la leche		

Tabla 7 Actividades cuajado de leche


 <b>DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES</b> <b>Estudio N°1</b>			
<b>Operación:</b>	Cuajado de leche	<b>Subárea:</b>	Cuajado
<b>Producto:</b>	Leche enfriada	<b>Material:</b>	Leche fluida
<b>Maquinaria:</b>	-----	<b>Herramientas:</b>	Olla de cocción
<b>DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS</b>			
<b>LETRA</b>	<b>DETALLE</b>		
A	Diluir en cloruro de calcio		
B	Colocar el cloruro de calcio en la leche		
C	Medir el cuajo		
D	Añadir el cuajo a la leche		
E	Batir la leche con el cuajo		
F	Reposar la leche		
G	Revisar consistencia de la cuajada		
H	Cortar la cuajada		
I	Madurar la cuajada		
J	Realizar desuerado 1		

Tabla 8 Actividades moldeo de quesos

 <b>DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES</b> <b>Estudio N°1</b>			
<b>Operación:</b>	Moldeo	<b>Subárea:</b>	Moldeo
<b>Producto:</b>	Cujada	<b>Material:</b>	Cujada
<b>Maquinaria:</b>	-----	<b>Herramientas:</b>	Mesa de moldeo
<b>DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS</b>			
<b>LETRA</b>	<b>DETALLE</b>		
A	Transportar la cuajada a la mesa de moldeo		
B	Colocar la cuajada en los moldes		
C	Reposar la cuajada en los moldes		
D	Realizar el desuerado 2		
E	Voltear moldes		
F	Realizar desuerado final		
G	Enmallar los moldes		
H	Colocar en tableros los moldes		

Tabla 9 Actividades prensado de quesos


 <b>DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES</b> <b>Estudio N°1</b>			
<b>Operación:</b>	Prensado	<b>Subárea:</b>	Prensado
<b>Producto:</b>	Queso	<b>Material:</b>	Queso
<b>Maquinaria:</b>	-----	<b>Herramientas:</b>	Prensa
<b>DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS</b>			
<b>LETRA</b>	<b>DETALLE</b>		
A	Transportar los tableros a la prensa		
B	Colocar tacos en los moldes		
C	Aplicar peso en los moldes		
D	Retirar el peso de los moldes		
E	Retirar los moldes los quesos		
F	Retirar las mallas de los quesos		

Tabla 10 Actividades salado de quesos


 <b>DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES</b> <b>Estudio N°1</b>			
<b>Operación:</b>	Salado	<b>Subárea:</b>	Salado
<b>Producto:</b>	Queso	<b>Material:</b>	Queso
<b>Maquinaria:</b>	-----	<b>Herramientas:</b>	Salmuera
<b>DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS</b>			
<b>LETRA</b>	<b>DETALLE</b>		
A	Transportar los tableros con los quesos a la salmuera para su salado		
B	Colocar sal sobre los quesos		
C	Revisar consistencia del queso		
D	Retirar residuos de sal del queso		

Tabla 11 Actividades enfundado de quesos



 <b>DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES</b> <b>Estudio N°1</b>			
<b>Operación:</b>	Enfundado	<b>Subárea:</b>	Enfundado
<b>Producto:</b>	Queso	<b>Material:</b>	Queso
<b>Maquinaria:</b>	-----	<b>Herramientas:</b>	Fundas plásticas
<b>DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS</b>			
<b>LETRA</b>	<b>DETALLE</b>		
A	Transportar el queso a la mesa de enfundado		
B	Estilar el agua de la superficie del queso		
C	Enfundar el queso		
D	Sellar el queso		
E	Colocar el queso en gavetas cerradas		

Tabla 12 Actividades almacenamiento de quesos

 <b>DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES</b> <b>Estudio N°1</b>			
<b>Operación:</b>	Almacenamiento	<b>Subárea:</b>	Empacado
<b>Producto:</b>	Queso	<b>Material:</b>	Queso
<b>Maquinaria:</b>	-----	<b>Herramientas:</b>	-----
<b>DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS</b>			
<b>LETRA</b>	<b>DETALLE</b>		
A	Transportar las gavetas con el queso a la cámara de refrigeración		

#### 4.4 Estudio de tiempos del proceso

El estudio de tiempos es una técnica de medición empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo que interviene en el desarrollo de una actividad previamente definida, efectuada en ciertas condiciones definidas, y para analizar los datos con el fin de encontrar el tiempo necesario de realización de cada actividad.

Se debe considerar que, en el área de recepción de materia prima, pasteurización de leche, enfriamiento de leche y cuajado las unidades que manejaremos son el litro (l.), y para las áreas de moldeo, prensado, salado, enfundado y almacenamiento se hablara de unidades (u).

##### 4.4.1 Cálculo del número de observaciones.

Como se menciona en la fundamentación teórica para la determinación del tamaño de la muestra se utiliza la tabla de la empresa General Electric, para lo cual se tomaron 5 muestras preliminares para el cálculo que a continuación se describe en la tabla 13.

Tabla 13 Estudio de tiempos de las actividades de pasteurización de leche

N°		Actividades	Ciclos					Total	X	V	TB
			1	2	3	4	5				
1		A	5.12	5.02	5.08	5.06	5.15	25.43	5.09		
2		B	0.14	0.12	0.14	0.13	0.15	0.68	0.14		
3		C	0.03	0.04	0.03	0.04	0.05	0.19	0.04		
4		D	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.27	0.05		
5		E	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.13	0.03		
6		F	0.08	0.07	0.07	0.09	0.08	0.39	0.08		
7		G	0.04	0.05	0.06	0.04	0.05	0.24	0.05		
8		H	24.1	23.56	24.03	23.6	24.02	119.3	23.86		
			<b>TIEMPO DE CICLO</b>						24.24		
<b>Nota: X= Promedio V= Valoración de trabajo TB= Tiempo básico</b>											



Una vez realizado las cinco observaciones preliminares se calcula el tiempo de ciclo el cual nos da un valor de 24,24 minutos, con el tiempo de ciclo calculado nos dirigimos a la tabla de la general electric para verificar el número correcto de observaciones que debemos realizar para esta actividad.

Tabla 14 Número recomendado de observaciones para pasteurización

Tiempo de ciclo en min	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o mas	3

Una vez que verificamos el número de observaciones que se debe realizar según la tabla 14 procedemos a completar el estudio de tiempos calculando el tiempo básico incluyendo la valoración de trabajo y los suplementos que intervienen en la realización de las actividades de pasteurización de leche.

#### 4.4.2 Tiempo estándar

El tiempo estándar es el tiempo total de ejecución de una tarea al ritmo tipo. Se encuentra mediante la suma del tiempo básico más las holguras por necesidades personales, fatiga del trabajador y las demoras inevitables en el momento de la realización del trabajo.

A continuación, se realiza un detalle completo del estudio de tiempos tomado para una actividad, y para las demás actividades se consideran parámetros similares, las mismas que se detallan en el anexo 2 para el ejemplo se toma las actividades de la pasteurización de leche.

**Valoración del ritmo de trabajo:** En el ejemplo realizado para el estudio de tiempos se tomó el área de pasteurización de leche, para lo cual se otorga los valores que se muestran en la figura 4 dependiendo la valoración del ritmo de trabajo para cada una de las actividades, las mismas que se detallan a continuación en la tabla 15.

Tabla 15 Valoración del ritmo de trabajo de las actividades de pasteurización de leche

VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO					
ACTIVIDAD	HABILIDAD	ESFUERZO	CONDICIONES	CONSISTENCIA	VALORACIÓN
A	0,00	0,00	0,02	0,00	102,00
B	0,00	0,02	0,00	0,00	102,00
C	0,03	0,00	0,00	0,00	103,00
D	0,03	0,00	0,00	0,00	103,00
E	0,03	0,00	0,02	0,00	103,00
F	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
G	0,03	0,00	0,00	0,00	103,00
H	0,03	0,02	0,02	0,01	108,00


Los resultados de la tabla anterior se describen a continuación:

- Para transportar la leche desde los tanques de almacenamiento hacia el área de pasteurización se requiere una condición buena y una habilidad, consistencia y esfuerzo promedio.
- Para colocar el agitador en la olla de pasteurización se requiere un esfuerzo bueno, ya que se debe colocar de manera correcta para evitar que el agitador se caiga dentro de la leche, y una habilidad, condiciones, y consistencia promedio.
- Para abrir la llave de desfogue se requiere de una habilidad buena debido a la incomodidad que se presenta al abrir la llave, y un esfuerzo, condición y consistencia promedio.
- Para abrir la llave de entrada a vapor se requiere de una habilidad buena debido a que existe la posibilidad del contacto con la tubería de vapor, y se requiere de un esfuerzo, condiciones, y consistencia promedio.
- Para abrir la llave de retorno de condensado se requiere de habilidades y condiciones buenas debido a la incomodidad que representa abrir la llave y consistencia y esfuerzo promedio.
- Para colocar el termómetro en la olla de pasteurización se requiere de habilidad, esfuerzo, condiciones, y consistencia promedio debido a que no es difícil la colocación del mismo.

- Para encender el agitador se requiere de una habilidad buena para evitar el riesgo eléctrico que representa la encendida del mismo y un esfuerzo, condiciones, y consistencia promedio.
- Para pasteurizar la leche se requiere de una habilidad buena ya que se debe estar pendiente de las temperaturas, esfuerzo, condiciones, y consistencia buena debido al vapor que genera el proceso.

Las consideraciones detalladas anteriormente se utilizan para todo el estudio. Una vez determinada la valoración del ritmo de trabajo para las actividades del área en estudio, en este caso para la pasteurización de la leche se procede al cálculo del tiempo básico como se muestra en la tabla 16.

Tabla 16 Estudio de tiempos completo de las actividades de pasteurización de leche

 <b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>												
<b>Subárea:</b> Pasteurización							<b>Estudio Num.:</b> 1					
<b>Operación:</b> Realizar Pasteurización							<b>Hoja:</b> 1 de 1					
<b>Producto:</b> Leche pasteurizada							<b>Termino:</b>					
<b>Material:</b> Leche Analizada							<b>Operario:</b>					
							<b>Fecha:</b> 02/05/2019					
<b>Tiempo:</b> Minutos							<b>Observador:</b> Gabriel Benites					
N°	Actividades	Ciclos					Total	X	V	TB	AV	NAV
		1	2	3	4	5						
1	A	5.12	5.02	5.08	5.06	5.15	25.43	5.09	1.02	5.19		X
2	B	0.14	0.12	0.14	0.13	0.15	0.68	0.14	1.02	0.14	X	
3	C	0.03	0.04	0.03	0.04	0.05	0.19	0.04	1.03	0.04	X	
4	D	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.27	0.05	1.03	0.06	X	
5	E	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.13	0.03	1.03	0.03	X	
6	F	0.08	0.07	0.07	0.09	0.08	0.39	0.08	1.00	0.08	X	
7	G	0.04	0.05	0.06	0.04	0.05	0.24	0.05	1.03	0.05	X	
8	H	24.1	23.56	24.03	23.6	24.02	119.3	23.86	1.08	25.76	X	
							<b>TIEMPO DE CICLO</b>	24.24				
							<b>TIEMPO BÁSICO DE CICLO</b>			26.15		

**Nota:** X= Promedio V= Valoración de trabajo TB= Tiempo básico AV= Agregan valor NAV= No agregan valor

En la tabla 17 se presentan los suplementos por descanso establecidos para el área de pasteurización de la leche.

Tabla 17 Suplementos por descanso en el área de pasteurización de leche

<b>SUPLEMENTOS</b>		
<b>Trabajador:</b>	Hombre	
		%
<b>Suplementos Constantes</b>	Necesidades personales	5
	Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	Trabajo de pie	2
	Uso de fuerza	1
	Ruido	2
	Proceso algo complejo	1
	Trabajo bastante monótono	1
<b>TOTAL</b>		<b>16</b>

En la tabla 18 se muestra el tiempo básico para el área de pasteurización de leche que es de 26,15 minutos, los suplementos calculados en la tabla 15 que es del 16%, finalmente el tiempo estándar total que es de 30,33 min. Y adicionalmente se muestra el tiempo estándar del transporte en el área de pasteurización de la leche.

Tabla 18 Tiempo estándar actividad pasteurización de leche

<b>RESUMEN DE TIEMPOS (min)</b>	
<b>TIEMPO BÁSICO</b>	<b>26,15</b>
Tiempo manual	26,15
Tiempo de maquina	-
Suplementos por descanso	0,16
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>	<b>30,33</b>
<i>Tiempo estándar de operaciones</i>	24,31
<i>Tiempo estándar de transporte</i>	6,02

En la tabla 19 se muestran los valores de los tiempos obtenidos para cada una de las subáreas de producción en las que se llevó a cabo el estudio dentro de la empresa “PROLACBEN”

Tabla 19 Resultados estudio de tiempos para todas las subáreas de la empresa

Subáreas	Tiempo Básico (TB) (min)	Tiempo Manual (min)	Tiempo Máquina	Suplementos por Descanso	Tiempo estándar min/lote
Recepción materia prima	5.33	5.33	----	15	6.13
Pasteurización de leche	26.15	26.15	----	16	30.33
Enfriamiento de leche	12.9	12.9	----	13	14.58
Cuajado de leche	19.27	19.27	----	16	22.35
Moldeo de quesos	23.74	23.74	----	17	27.78
Prensado de quesos	22.64	22.64	----	17	26.49
Salado de quesos	38.08	38.08	----	16	44.17
Enfundado de quesos	28.29	28.29	----	14	32.25
Almacenamiento de quesos	5.44	5.44	----	16	6.31
TOTAL	181.34	181.34	-----		210.39

Cada lote de producción consta de 400 litros (l) en las áreas de recepción, pasteurización de leche, enfriamiento de leche, cuajado de leche y para las áreas de moldeo, prensado, salado, enfundado, almacenamiento el lote será de 100 (u), por parte de la empresa se conoce que por cada 4 litros de leche se obtiene 1 (u) de 750 gramos (g) aproximadamente.

#### 4.4.3 Clasificación de las actividades de los procesos

Una vez determinados los tiempos estándar de cada operación, se identificaron las actividades que no agregan valor al producto final, puesto que la manufactura esbelta está enfocada en eliminar esas actividades. En la figura 62 se representan los porcentajes correspondientes a la clasificación de las actividades que intervienen en el proceso de elaboración de queso, de las 47 actividades que el total existen en el proceso las cuales

incluyen transporte, almacenamientos, inspecciones y operaciones, se obtuvo que 41 son actividades que agregan valor y 6 son actividades que no agregan valor.

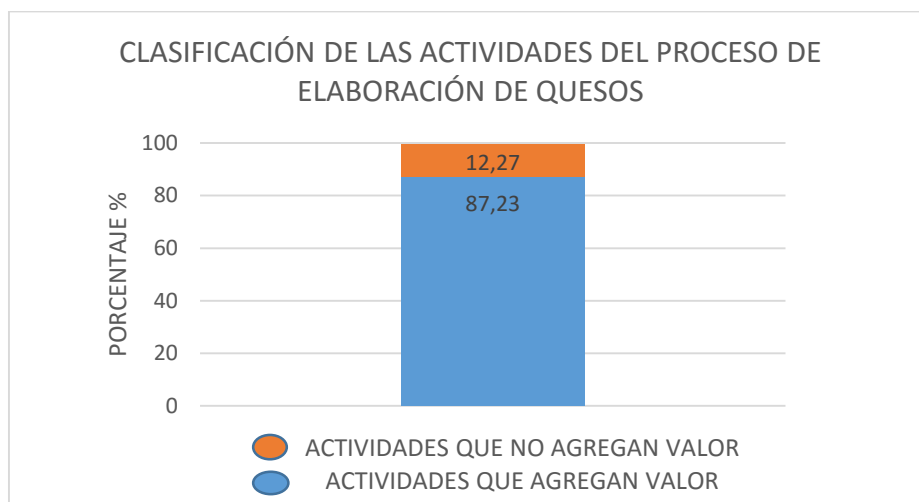


Fig. 62 Clasificación de las actividades del proceso de elaboración de quesos

**Interpretación:** De la clasificación de las actividades se determina que el 12,77% corresponde a las actividades que no agregan valor, y el 87,23% representa las actividades que agregan valor al proceso.

**Análisis:** En la ejecución de los procesos existen las actividades que no agregan valor, además no están estandarizados es decir no está definida la secuencia de operaciones, y esto genera que no se cumplan a tiempo los pedidos de los clientes, también la empresa no cuenta con las herramientas necesarias para reducir los tiempos a través de la eliminación de desperdicios.

En la tabla 20 se muestran los transportes que existen dentro del área de producción de quesos en la empresa “PROLACBEN”, las distancia y a su vez el tiempo que representa cada una.

Tabla 20 Tiempos de transporte del proceso

N°	DESDE	HACIA	TIEMPO POR LOTE (min/lote)	DISTANCIA (m)
1	Recepción	Pasteurización	6,02	40
2	Cuajado	Moldeo	2,50	4
3	Moldeo	Prensado	5,17	3
4	Prensado	Salado	10,56	5
5	Salado	Enfundado	6,36	7
6	Enfundado	Almacenamiento	6,31	10
TOTAL			36,92	69

**Interpretación:** Existe una distancia total recorrida de 69 metros que representan 2.215 segundos, los cuales representan 36,92 minutos es decir el 7,69% del tiempo disponible al día se lo utiliza solo en transporte.

**Análisis:** No existe una adecuada distribución de planta, porque los recorridos que realizan los operadores y materiales disminuyen el tiempo disponible al día para la producción en un 7,69 %, además no existe un flujo continuo por ende se reduce la capacidad y productividad del proceso de elaboración de quesos.

#### 4.5 Datos históricos

En la tabla 21 Se muestran los datos históricos proporcionados por parte del gerente de la empresa PROLACBEN los mismos que son los valores de la demanda mensual, con el fin de determinar el pronóstico de la demanda para los meses siguientes del año en curso, información con la que se desarrollará la propuesta; además se utiliza para determina el TaktTime o ritmo de producción necesario para satisfacer la demanda requerida por el cliente.

Tabla 21 Datos históricos de la demanda de la empresa

DATOS HISTÓRICOS DE LA DEMANDA		
MES	AÑO	DEMANDA PROMEDIO (unidades)
Enero	2018	14230
Febrero	2018	14320
Marzo	2018	14120
Abril	2018	14870
Mayo	2018	14760
Junio	2018	14850
Julio	2018	14690
Agosto	2018	14970
Septiembre	2018	15100
Octubre	2018	15150
Noviembre	2018	15600
Diciembre	2018	15800
Enero	2019	15230
Febrero	2019	14890
Marzo	2019	15690
Abril	2019	14870
$\Sigma$ DEMANDA		239140
PROMEDIO DEMANDA		14946.25

#### 4.6 Mapa de la cadena de valor (VSM)

El mapeo de la cadena de valor es una herramienta que ayuda a ver y entender el flujo del material y la información conforme el producto atraviesa la cadena de valor.

En la tabla 22 se muestra el tiempo de ciclo para una unidad producida dentro de la empresa PROLACBEN.

Tabla 22 Tiempo por unidad producida

TIEMPOS POR UNIDAD		
TIEMPO DE CICLO POR LOTE (min)	CANTIDAD DE LOTE	TIEMPO POR UNIDAD
210.39 min/ lote	100	2.10 min/unidad

Para la elaboración del VSM Inicial se recolectaron datos respecto a los procesos de confección los cuales se describen a continuación:

**Tiempo de Ciclo:** Se realizó un estudio de tiempos considerando los suplementos u holguras, y se obtuvo como resultado el tiempo de ciclo de cada proceso operativo, es decir el tiempo que transcurre entre desde que ingresa la materia prima o sub ensamble hasta que sale de dicho proceso.

**Capacidad del Proceso:** Es la cantidad de productos o sub ensambles que se generan al final de tiempo de ciclo de cada proceso.

**Tiempo de valor agregado:** Se clasificaron las actividades de cada proceso para identificar las que no agregan valor, y las de valor agregado.

**WIP = Producto en Proceso (Work in Process WIP):** Se realizó un inventario físico dentro de la empresa y se registró el producto en proceso en cada área de trabajo, es decir la cantidad de elementos esperando a ser procesados.

**Inventario de Producto final:** Representa la cantidad de quesos terminados para ser despachados o enviados al cliente.

**Tiempo disponible para trabajar:** Es el tiempo de una jornada de trabajo, se considera una jornada de trabajo de 8 horas es decir 480 minutos, como los operarios son solo de esa área no intervienen en las otras áreas de las empresas.

**Producción Real por día:** Es la cantidad de sub ensambles obtenidos en una jornada de trabajo.



**Producción Estándar por día:** Se calculó el número de unidades que se puede producir en una jornada de trabajo, considerando la disponibilidad de mano de obra y con los tiempos estándar establecidos.

**Promedio de la Demanda:** Se determinó el promedio mensual de la demanda para el mes de mayo del año 2019, corresponde a 15000 quesos.

Tabla 23 Demanda mes de mayo 2019

DEMANDA		
AÑO	DEMANDA MES DE MAYO	DÍAS LABORABLES
2019	15000	31

**Tiempo de permanencia del Inventario:** Es el cociente entre la cantidad de inventario y el requerimiento que la empresa necesita para satisfacer la demanda mensual del cliente en este caso se determinó para la demanda del mes de mayo del año 2019. Con los datos antes recolectados y con el fin de realizar una medición del Desempeño del Proceso de producción de la empresa, se definieron los siguientes indicadores:

**Throughput:** Se refiere a la cantidad promedio de productos no defectuosos por unidad de tiempo.

**Eficiencia:** Se determina de la relación entre la Producción Real y la Producción Estándar en cada proceso. En la tabla 24 se muestra el detalle de las datos e indicadores establecidos para conocer el estado actual del proceso, y en la figura 63 se encuentra representado el mapa de la cadena de valor.

Tabla 24 Datos del proceso de producción de quesos

ÁREA	TIEMPO DE CICLO (min)	CAPACIDAD DEL PROCESO	ACTIVIDADES QUE AGREGAN VALOR	ACTIVIDADES QUE NO AGREGAN VALOR	WIP (PRODUCTO EN PROCESO )	PROMEDIO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS AL DÍA (u)	TIEMPO DISPONIBLE AL DÍA (s)	PRODUCCIÓN REAL AL DÍA	PRODUCCIÓN ESTÁNDAR AL DÍA EFICIENCIA	EFICIENCIA %	THROUGHPUT%
Recepción materia prima	6.13	400 (l)	1	0	400	0	28800	1600 (l)	2000 (l)	80	5.55
Pasteurización de leche	30.33	400 (l)	7	1	400	0	28800	1600 (l)	2000 (l)	80	5.55
Enfriamiento de leche	14.58	400 (l)	4	0	400	0	28800	1600 (l)	2000 (l)	80	5.55
Cuajado de leche	22.35	400 (l)	10	0	400	0	28800	1600 (l)	2000 (l)	80	5.55
Moldeo de quesos	27.78	100 (u)	7	1	100	1	28800	400 (u)	500 (u)	80	1.39
Prensado de quesos	26.49	100 (u)	5	1	100	2	28800	400 (u)	500 (u)	80	1.38
Salado de quesos	44.17	100 (u)	3	1	100	1	28800	400 (u)	500 (u)	80	1.39
Enfundado de quesos	32.25	100 (u)	4	1	100	3	28800	400 (u)	500 (u)	80	1.37
Almacenamiento de quesos	6.31	100 (u)	0	1	100	0	28800	400 (u)	500 (u)	80	1.39

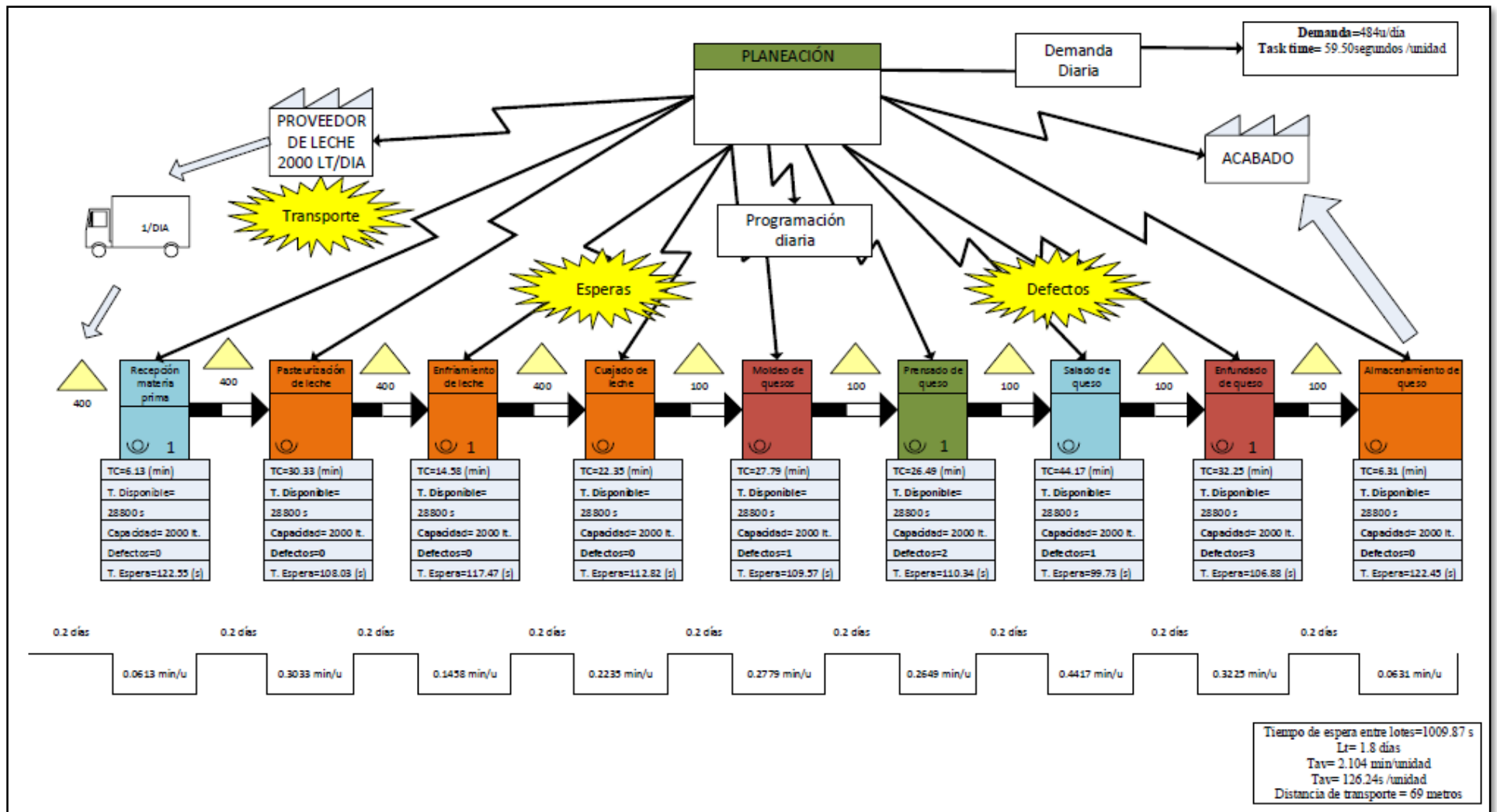


Fig. 63 Mapa de la Cadena de valor actual - PROLABEN

**Interpretación:** Del mapa de la cadena de valor de PROLACBEN, y con los tiempos estándar calculados para cada proceso, se determinó que el tiempo de ciclo para fabricar 1 unidad es de 2,10 minutos, dado que una vez que la última unidad ingresa al almacenamiento se inicia nuevamente el proceso, por lo que en la propuesta de mejora se sugiere hacer una redistribución de actividades.

**Capacidad:** La línea de producción para el queso fresco, cuenta con estaciones de trabajo y operadores asignados para cada área, sin embargo, al calcular la capacidad considerando estos factores y el tiempo estándar establecido, se tiene que, para el área de recepción de materia prima, pasteurización de leche, enfriado de leche y cuajado de leche la capacidad es de 2000 litros/día, y en moldeo, prensado, salado, enfundado y almacenamiento es de 500 unidades/día.

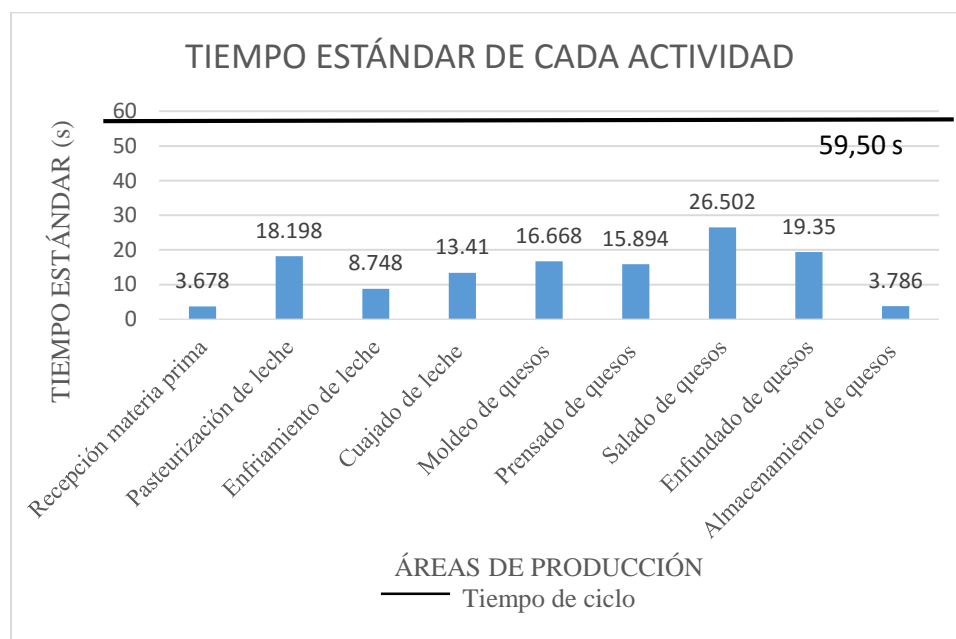


Fig. 64 Producción estándar por día

**Análisis:** El flujo de producción no es por unidad de un proceso sino que se realiza por lotes de producción, el tiempo que se requiere para producir un lote del 100 unidades es de 210,39 minutos, además no existe un adecuado balanceo de línea, es decir no se tiene estaciones de trabajo necesarias para cumplir con la demanda diaria del cliente y se determina que el proceso completo genera retrasos en el cumplimiento de la demanda diaria que tiene la

empresa, debido a que una vez que la última unidad producida en el lote ingresa al área de almacenamiento se inicia la producción del siguiente lote, como se muestra en la figura 65.

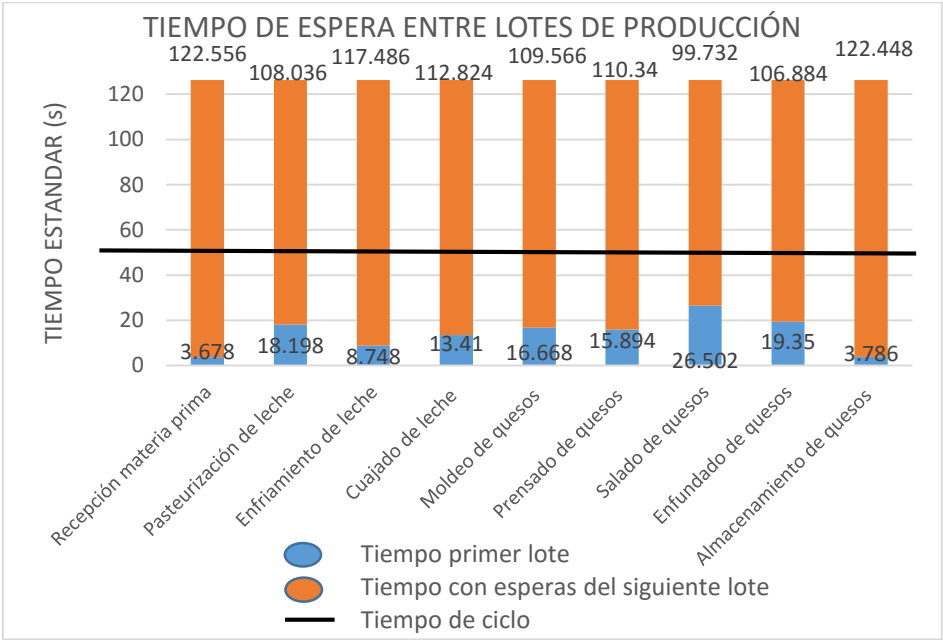


Fig. 65 Tiempo de espera entre lotes de producción

Continuando con el estudio es necesario realizar un diagrama de causa efecto para poder identificar las causas de los desperdicios que se producen en el área de producción de quesos en la empresa PROLACBEN.

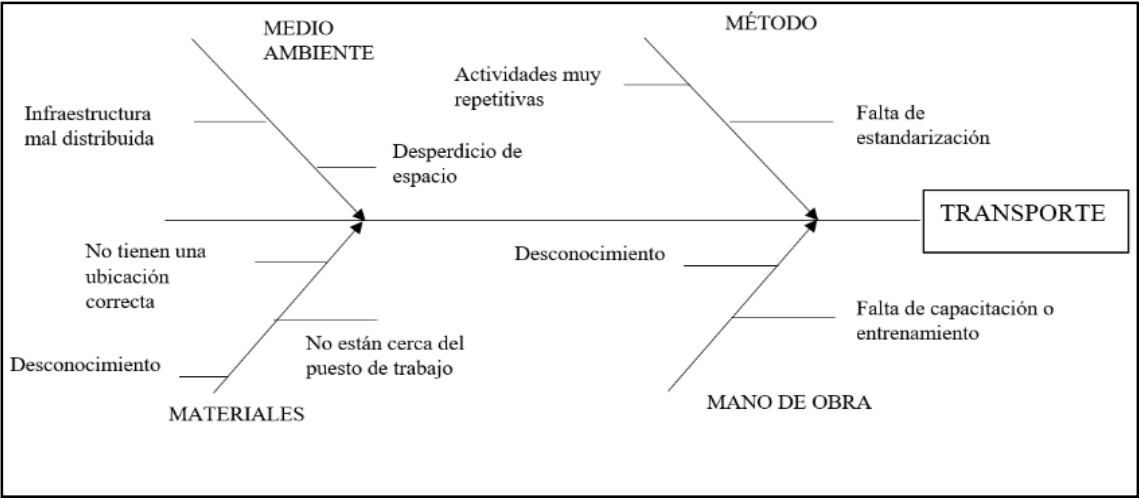


Fig. 66 Diagrama Causa-Efecto para Transporte

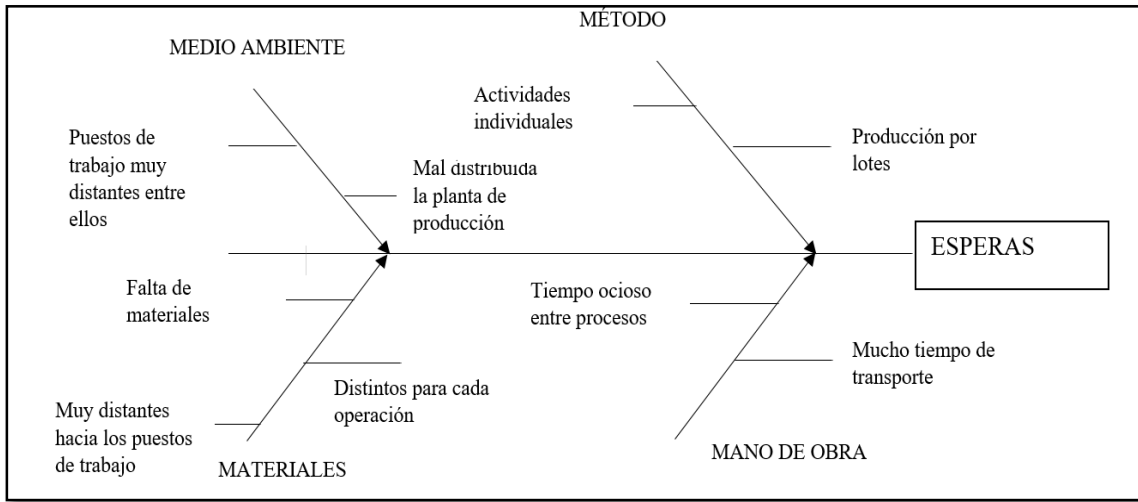


Fig. 67 Diagrama Causa- Efecto para Esperas

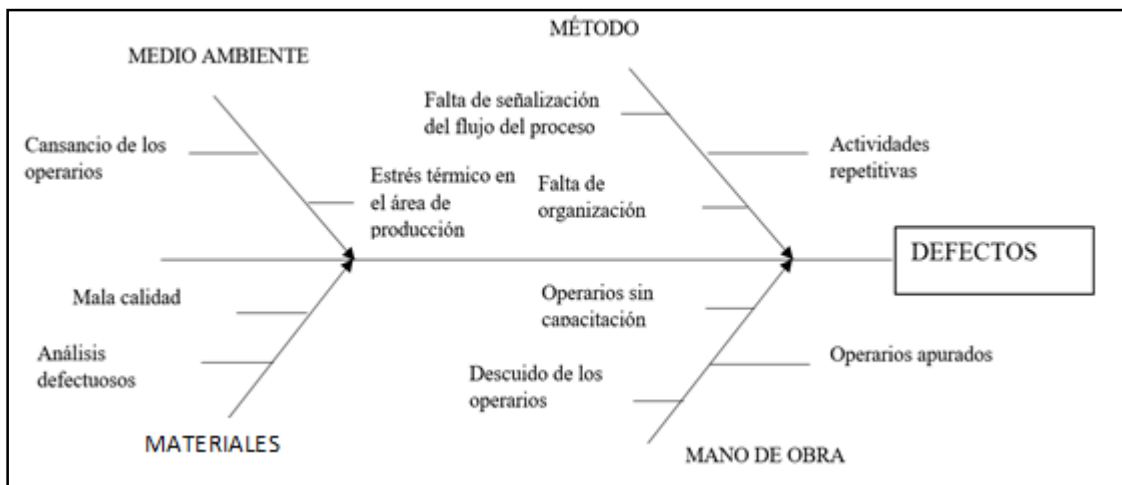


Fig. 68 Diagrama Causa- Efecto para Defectos

Una vez realizados los diagramas de causa-efecto para los desperdicios encontrados en el VSM de la empresa PROLACBEN es necesario seleccionar las herramientas del Lean Manufacturing que nos ayudaran a solucionarlos, como se muestra en la tabla 25.

Tabla 25 Selección de herramientas de Lean Manufacturing

HERRAMIENTAS	DESCRIPCIÓN	BENEFICIOS	TRANSPORTE	ESPERAS	DEFECTOS
VSM (Value Stream Mapping)	Son todas las actividades en un proceso que son necesarias para diseñar y producir un producto y entregarlo al cliente final, Es una herramienta que ayuda a ver y entender el flujo de material e información de cómo se hace un producto a través del Value Stream.	<p>Permite integrar flujo de trabajo y materiales al proceso.</p> <p>Permite ver el estado actual del proceso y mostrando las opciones de posible mejora</p>	X	X	X
SMED	Es una herramienta que busca reducir el tiempo de cambio de máquinas en un entorno productivo.	Para reducir el stock en proceso, incrementando la frecuencia de cambio de las referencias y reduciéndose el tamaño de los lotes.			
Balanceo de líneas	El balanceo de línea es una herramienta muy importante para el control de la producción, dado que una línea de fabricación equilibrada permite la optimización de variables que afectan la productividad de un proceso tales como: los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción. con tiempos mínimos.	<p>Conocidos los tiempos de las operaciones, determinar el número de operarios necesarios para cada operación.</p> <p>Conocido el tiempo de ciclo, minimizar el número de estaciones de trabajo</p> <p>Mayor productividad.</p>	X	X	X

Tabla 25 26Selección de herramientas de Lean Manufacturing (continuación)

HERRAMIENTAS	DESCRIPCIÓN	BENEFICIOS	TRANSPORTE	ESPERAS	DEFECTOS
Rediseño de planta	Es una técnica para mejorar el flujo de los materiales en base a disposición física de las estaciones de trabajo y maquinaria.	Utilizar los espacios disponibles. Flujo continuo.  Reducir los tiempos de recorrido.  Reducción del transporte de materiales	X	X	X
Estandarización	Es la técnica que permite elaborar los instructivos de trabajo y que muestran el método o procedimiento para la ejecución de los procesos. -	Incremento de la calidad en el producto final.  Reducción de reprocesos.  Reducción de los tiempos de los procesos	X		
5'S	Se centra en la limpieza, organización y estandarización.	Reducción de residuos, organización y limpieza de áreas de trabajo.			
Kaizen	Es una metodología para eliminar las actividades innecesarias, y busca la mejora continua de los procesos.	Incremento del compromiso por los operadores.			X

Del análisis realizado en la tabla 25 se seleccionan las herramientas del Lean Manufacturing que más se adaptan al proceso productivo de la empresa PROLACBEN, son el VSM, balanceo de líneas y rediseño de planta.

#### 4.7 Balanceo de Líneas

Para realizar el balance de línea al proceso de fabricación de queso fresco se toma cada uno de los tiempos estándar por unidad elaborada obtenidos previamente, además los operarios fijos actualmente en toda la línea de producción son en total 4.

Por lo tanto, para balancear la línea actual de producción, se decide emplear el balance de línea heurística para combinar tareas a las estaciones de trabajo para esto se necesita como requisito elaborar el diagrama de precedencia, el número de unidades demandadas que lo



consideramos como 484 unidades diarias para cumplir con la demanda mensual que tiene la empresa y además se cuenta con el tiempo disponible para producir la demanda que sería una jornada de 8 horas laborables.

**Método heurístico** este método consiste en trabajar con las condiciones que cuenta la empresa en la actualidad, y con el número de operadores disponibles.

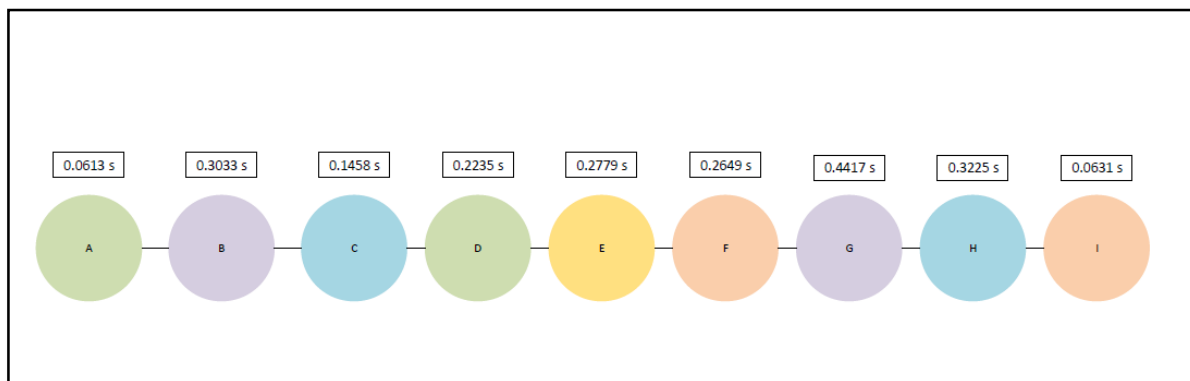


Fig. 69 Diagrama de precedencia actual

### Estado actual

Se calculará la eficiencia del proceso con la realidad actual con la que cuenta la empresa, para lo cual se utilizará los estudios previos realizados en el desarrollo de la propuesta.

Tabla 27 Tabla de precedencia actual del proceso

Nº DE ESTACIONES DE TRABAJO	ESTACIONES DE TRABAJO	DESCRIPCIÓN	TIEMPO ESTÁNDAR (min/u)	PRECEDENCIA
1	A	Recepción materia prima	0,0613	-----
2	B	Pasteurización de leche	0,3033	A
3	C	Enfriamiento de leche	0,1458	B
4	D	Cuajado de leche	0,2235	C
5	E	Moldeo de quesos	0,2779	D
6	F	Prensado de quesos	0,2649	E
7	G	Salado de quesos	0,4417	F
8	H	Enfundado de quesos	0,3225	G
9	I	Almacenamiento de quesos	0,0631	H
Total			2,104	

Transformamos el tiempo que se demora en producir una unidad la empresa el cual está representado en minutos por unidad y es necesario tener este tiempo en segundos por unidad para los próximos cálculos.

$$T = \frac{2,104 \text{ min}}{\text{unidad}} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}$$

$$T = 126,23 \text{ s/unidad}$$

Como siguiente paso es calcular el tiempo de ciclo para 1 unidad el cual será tomado del estudio de tiempos realizado en la empresa, mediante la ecuación 5.

$$TC = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Producción requerida por día (unidades)}} \quad (5)$$

$$TC = \frac{8 * 60 \text{ min} * 60 \text{ s}}{484}$$

$$TC = 59,50 \text{ s/unidad}$$

Con el tiempo de 59,50 s/unidad se calculará la eficiencia actual del proceso dentro de la empresa PROLACBEN, con el número de estaciones actuales que son 9 y un número de operarios igual a 4 se calcula mediante la ecuación 6.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{k * TC} * 100\% \quad (6)$$

k= número de estaciones

$$\text{Eficiencia} = \frac{126,23}{9 * 59,50} * 100\%$$

$$\text{Eficiencia} = 23,57\%$$

Calculamos el retraso del balance para el balance de líneas actual, que es conocido como el porcentaje de mano de obra ociosa, mediante la ecuación (7).

$$RB = 100 - \text{Eficiencia} \quad (7)$$

$$RB = 100 - 23,57$$

$$RB = 76,43\%$$

Producción diaria actual, mediante la ecuación 8.

$$\text{producción} = \frac{\text{tiempo disponible al día}}{TC} \quad (8)$$

$$\text{producción} = \frac{28800}{126,23}$$

$$\text{producción} = 229 \text{ unidades}$$

Con el número actual de estaciones de trabajo actual que son 9 dentro del proceso productivo de la empresa PROLACBEN se tiene una eficiencia del 23.57% la cual es sumamente bajo en relación a la eficiencia que debería tener una empresa para poder ser sustentable, además podemos observar que el porcentaje de retraso de balance es mayor es decir tenemos más tiempo ocioso dentro del proceso.

#### **4.8 Balance de líneas propuesto**

Con el tiempo de ciclo de 59.50 segundos por unidad que es el tiempo necesario para poder cumplir con la demanda diaria se tiene que balancear el trabajo en cada estación que asignemos, es por eso que vamos a encontrar el número de estaciones teóricas que se necesitan en la línea de producción, mediante la ecuación 9.

$$N_T = \frac{\text{Suma del tiempo de las tareas}}{\text{Tiempo de ciclo (TC)}} \quad (9)$$

$$N_T = \frac{126,23 \text{ s}}{59,50 \text{ s}}$$

$$N_T = 2,12 \text{ estaciones}$$

$$N_T \cong 3 \text{ estaciones}$$

Lo que significa que tendremos 3 estaciones mínimas por asignar a toda la línea que sería lo ideal, pero esto no siempre se cumple debido a las restricciones que se rigen en el proceso impidiendo agrupar los procesos. El siguiente paso es ocupar una de las reglas que tiene la distribución heurística para ir asignando las estaciones a cada tarea, para lo cual se realiza utilizando el argumento de elegir la tarea con más tareas subsecuentes.

Tabla 28 Propuesta de estaciones de trabajo

ESTACIÓN	TAREAS	TIEMPO (s)	TIEMPO DE LA ESTACIÓN (s)	TIEMPO NO ASIGNADO (s)
1	A	3,678	44,01	15,49
	B	18,198		
	C	8,748		
	D	13,41		
2	E	16,68	59,06	0,44
	F	15,894		
	G	26,502		
3	H	19,35	23,13	36,37
	I	3,786		

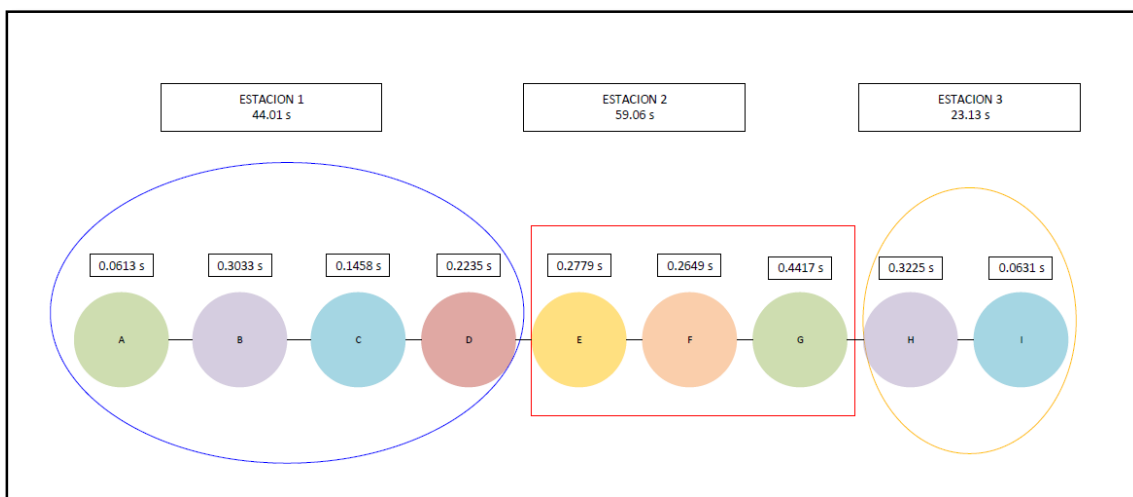


Fig. 70 Diagrama precedencia propuesto

Calculamos el tiempo muerto

$$TM = k * TC - \sum_{i=1}^n ti \quad (10)$$

$$TM = 3 * (59,50) - 126,23$$

$$TM = 52,27 s$$

Calculamos la eficiencia del balanceo de líneas propuestos con 3 estaciones de trabajo

$$Eficiencia = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{k * TC} * 100\% \quad (6)$$

k= número de estaciones

$$Eficiencia = \frac{126.23}{3 * 59.50} * 100\%$$

$$Eficiencia = 70,71\%$$

Con el balanceo de líneas propuesto se puede verificar que la eficiencia del proceso aumentara del 23,57% al 70,71% el balanceo se lo realizo agrupando las tareas en solo 3 estaciones para poder mejorar la eficiencia del proceso.

Calculamos el retraso del balance para el balance de líneas propuesto, que es conocido como el porcentaje de mano de obra ociosa.

$$RB = 100 - Eficiencia \quad (7)$$

$$RB = 100 - 70,71$$

$$RB = 29,29\%$$

El número de operadores por estación de trabajo se calcula mediante la ecuación 8 y 9.

$$N_o = \frac{IP * TE}{Eficiencia} \quad (8)$$

$$IP = \frac{\text{producción esperada}}{\text{tiempo disponible}} \quad (9)$$

Donde:

$N_o$ = número de operarios

TE= Tiempo de la estación

IP= Índice de producción

Para la estación 1

$$IP = \frac{484 (u)}{28800(s)}$$

$$IP = 0.016$$

$$N_o = \frac{IP*TE}{Eficiencia}$$

$$N_o = \frac{0.016*44.01(s)}{0.7071}$$

$$N_o = 0.99$$

$$N_o \cong 1 \text{ operario}$$

Para la estación 2

$$N_o = \frac{IP*TE}{Eficiencia}$$

$$N_o = \frac{0.016*59.06(s)}{0.7071}$$

$$N_o = 1.33$$

$$N_o \cong 2 \text{ operario}$$

Para la estación 3

$$N_o = \frac{IP*TE}{Eficiencia}$$

$$N_o = \frac{0.016*23.13(s)}{0.7071}$$

$$N_o = 0.52$$

$$N_o \cong 1 \text{ operario}$$

Idealmente el retraso del balance debe ser 0 pero con la propuesta realizada notamos una reducción considerable en relación al retraso de balance que actualmente tiene la empresa, redistribuyendo actividades y con el mismo número de trabajadores.

#### **4.9 Rediseño de planta**

En la distribución actual de la planta no posee un flujo continuo debido a la distribución de las áreas de trabajo, la empresa PROLACBEN cuenta con un galpón dividido en la mitad de la planta, en la primera parte se tiene la recepción de la materia prima y los tanques silos de almacenamiento y al otro lado de la planta se tiene las áreas de pasteurización, enfriamiento, cuajado, moldeo, prensado, salado, enfundado y almacenamiento (ANEXO 1).

#### **Criterios para realizar el rediseño de planta**

Para elaborar el queso fresco se requiere de los procesos operativos descritos en la figura 55 del diagrama de flujo, cabe indicar que los procesos son secuenciales y se pasa una sola vez por cada uno de ellos por lo que en base a esto se dispone las áreas del trabajo con el fin de reducir el transporte.

Para lo cual se va a aplicar el criterio de distribución de planta, de acuerdo a la *mínima distancia recorrida*, en igualdad de condiciones se indica que siempre es mejor la distribución que permite que la distancia que el material va a recorrer entre operaciones sea la más corta, por lo que es conveniente ubicar las operaciones sucesivas en lugares adyacentes y de este modo se eliminará el tiempo de transporte, por otra parte la disposición de planta que mostraremos será una distribución por producto que nos indica que el material está en movimiento por cada una de las áreas de trabajo de la empresa, por lo que se recomienda disponer de una operación junto a la siguiente operación debido a que cada una de las unidades que se producen requieren la misma secuencia de las operaciones desde el principio al fin.

El objetivo de un trabajo de rediseño de planta es hallar un orden de las áreas de trabajo y del equipo de manera que el proceso sea lo más eficiente en costos, al realizar un rediseño de planta se obtiene los siguientes beneficios.

**Incremento de la productividad:** Muchos factores que son afectados positivamente por un adecuado trabajo de diseño y distribución logra aumentar la productividad general de la empresa algunos de ellos minimizan movimientos, y a su vez aumentan la productividad de los colaboradores de la empresa.

**Disminuyen los retrasos:** Al balancear las operaciones se evita que los materiales, colaboradores y maquinas si se utilizan tengan que esperar para entrar en el proceso.

**Optimización de espacio:** Al minimizar las distancias de recorrido y distribuir óptimamente los equipos se aprovecha mejor el espacio de la planta.

**Reducción de tiempo de transporte:** Al distribuir de mejor manera cada una de las áreas de trabajo se reduce considerablemente los tiempos de transporte de los materiales de un lugar a otro.

Una vez analizada la distribución actual y optimizando la utilización del espacio de la planta, se plantea el rediseño de planta como se muestra en el anexo 4.

Con el rediseño de planta propuesto se logra reducir las distancias de transporte actual de 69 representado un tiempo de 36,92 min, teniendo una distancia de transporte de recepción de materia prima a pasteurización de 40 metros; cuajado a moldeo 4 metros; moldeo a prensado 3 metros; prensado a salado 5 metros; salado a enfundado 7 metros; y enfundado a almacenamiento 10 metros que representan un tiempo de 36,92 min, a 30 metros teniendo así las distancias de recepción de materia prima a pasteurización 6 metros; cuajado a moldeo 2 metros; moldeo a prensado 3 metros; prensado a salado 5 metros; salado a enfundado 6 metros; enfundado a almacenamiento 8 metros que se tiene con la mejor distribución de planta en la empresa y se reduce el tiempo de transporte a 16,05 min., como se muestra en la tabla 28, el tiempo reducido será utilizado para aumentar la producción diaria de la empresa.

Tabla 29 distancias reducidas con el rediseño de planta

N°	DESDE	HACIA	TIEMPO POR LOTE (min/lote)	DISTANCIA ACTUAL (m)	DISTANCIA PROPUESTA (m)
1	Recepción	Pasteurización	6,02	40	6
2	Cuajado	Moldeo	2,50	4	2
3	Moldeo	Prensado	5,17	3	3
4	Prensado	Salado	10,56	5	5
5	Salado	Enfundado	6,36	7	6
6	Enfundado	Almacenamiento	6,31	10	8
TOTAL			36,92	69	30



VSM Futuro de la empresa

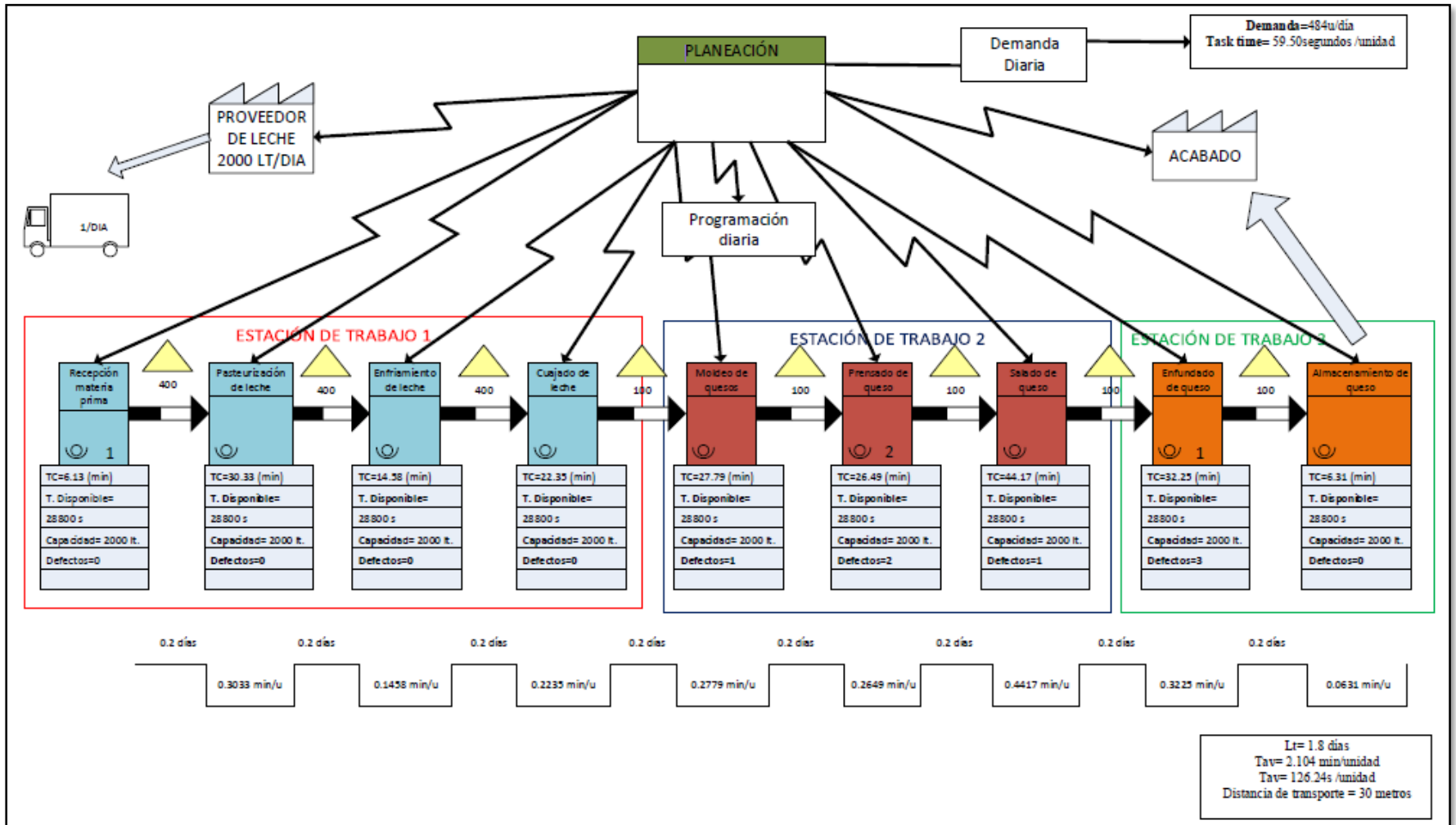


Figura 71 Mapa de la Cadena de valor futuro - PROLACBEN

A continuación, en la tabla 29 se presenta un listado de indicadores para cada perspectiva que serán útiles según el objetivo planteado para el plan de mejoras productivas.

Tabla 30 plan de mejoras de productividad

<b>Perspectiva</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Indicador</b>	<b>Responsable</b>
Financiera	Crecimiento de ingresos	% de clientes nuevos	Gerente de la empresa
		Incremento de ventas	
	Reducción de costos mejoras de productividad	Ingresos / operarios	
	Estrategias de inversión	Periodo de recuperación de inversión	
Clientes	Producción acorde a las necesidades del cliente	Nivel de satisfacción del cliente	Jefe de producción
	Selección del mercado según la rentabilidad esperada	Rentabilidad del segmento	Jefe de ventas
	Crecimiento del mercado	Incremento de clientes	
Procesos	Diversificación de productos en el mercado	% de nuevos productos	Jefe de producción
	Respuesta ágil a las necesidades del mercado	Tiempo para el desarrollo de nuevos productos	
	Producción de calidad	% de productos defectuosos por lote producido	Control de calidad
	Eficiencia en la producción	Tiempo de ciclo	Jefe de producción
Aprendizaje	Cultura participativa	Mejoras a los trabajadores	Recursos humanos
	Personal capacitado	Capacitación	

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Se seleccionó el área de producción de queso fresco dentro de la empresa "PROLACBEN" debido a que esta área de producción posee una gran cantidad de procesos que son necesarios para obtener el producto final y es en la cual se utilizan un mayor número de recursos como: energía, combustible, personas y maquinaria, es por ello que el estudio se centra únicamente en este tipo de producto, para llevar a cabo el estudio se emplearon varias herramientas como el diagrama de flujo, diagrama de ensamble, cursograma analítico, el diagrama de recorrido además se realiza un estudio de tiempos con el objetivo de lograr determinar el tiempo estándar de cada tarea involucrada, datos que sirven de base para conocer la capacidad de producción actual del producto seleccionado.
- Mediante el cálculo de la capacidad de producción se determina que el proceso actual maneja tiempo estándar de 126,23 s/unidad en los cuales se pueden producir 229 unidades por día que representa una eficiencia del 23,57%, se elaboró una primera propuesta para balancear la línea reduciendo el número de estaciones de trabajo y realizando actividades simultáneas con la misma cantidad de colaboradores que posee la empresa, con lo que se romperá el esquema actual de la empresa que nos indica que cuando la última unidad ingrese a la subárea de almacenamiento de quesos se inicia con la producción del siguiente lote, logrando así que la eficiencia del proceso aumente a un 70,71%, lo que permitirá a la empresa aumentar su producción diaria.
- Mediante la creación del mapa de flujo de la cadena de valor (VSM) se observa que el tiempo real que le lleva a la línea de producción confeccionar una unidad es de 126,23 segundos, esto permite evidenciar que la línea presenta inconvenientes por lo que se procede a evaluar a la misma mediante la teoría de los 7 desperdicios de la Manufactura Esbelta, como son las esperas, esto ocasiona que se presenten defectos en el proceso, otro tipo de desperdicio encontrado es el transporte debido a que existen tiempos elevados en llevar los materiales de una subárea a otra.

- Se realizó una comparación de las herramientas del lean manufacturing para seleccionar la que más se adapta al proceso productivo y las que ayuden a eliminar los desperdicios presentes en el proceso de producción de queso fresco en la empresa.
- Una vez detectadas cada uno de los desperdicios de las cuales padece la línea de producción se propuso diseñar una redistribución de las instalaciones actuales de la empresa, la razón principal para realizar el rediseño de planta es hallar un orden en las áreas de trabajo y del equipo de manera que el proceso sea lo más eficiente, para obtener de esa manera beneficios como; el incremento de la productividad, disminución de los retrasos en la producción, optimización de los espacios disponibles de la empresa y de igual manera la reducción del tiempo de transporte.
- Una vez concluidas las herramientas como son el balance de la línea, y la redistribución de planta en las instalaciones de la empresa se determina que para mejorar el actual sistema de producción manteniendo cada uno de los recursos, tanto personal operativo y maquinarias, se tendría que considerar implementar primero el rediseño de planta debido a que las condiciones actuales mantienen elevados tiempos y distancias de transporte, la distancia total de los transportes en el diseño actual de la planta es de 69 metros lo que genera un tiempo de 36,92 minutos por lote de producción, considerando la distribución propuesta se genera una reducción en distancias a 30 metros, se estima que el tiempo nuevo de transporte será de 16,05 minutos, una vez implementada el rediseño de planta, se debe proceder a implementar el balance de líneas considerando la propuesta que en base a la reasignación del número de estaciones las estaciones de trabajo y al realizar actividades simultaneas para reducir los tiempos improductivos de los operarios se lograra incrementar la productividad de la empresa.

## 5.2 Recomendaciones

- Dar capacitaciones constantes al personal que labora en la empresa previamente en los conceptos y beneficios que se dan al implementar herramientas de la Manufactura Esbelta, con el fin de que todo el personal de la organización se involucra a mantener un proceso continuo de producción con lo que se pueda asegurar que los resultados propuestos se puedan llegar a cumplir.
- Acoger cada una de las herramientas establecidas en el estudio realizado principalmente el rediseño de planta debido a que este proceso abarca la mayor parte de los beneficios, que van desde reducir los tiempos y distancias del transporte en el proceso hasta incrementar la producción diaria en el proceso de la empresa y dar seguimiento constante a la eficiencia de la línea de producción, llevando controles sobre el tiempo que tarda cada operario en realizar su respectiva actividad para mantener un buen nivel de producción, evitando retrasos y a su vez incrementando la rentabilidad de la empresa.
- Se recomienda diseñar puestos de trabajo adecuados para proporcionar a cada uno de los operarios que laboran en el área de producción de quesos fresco en la empresa “PROLACBEN” las condiciones de trabajo optimas y seguras con el fin de evitar accidentes de trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Newsletter, «Agro Meat,» 17 09 2011. [En línea]. Available: <http://www.agromeat.com/43226/evolucion-del-sector-lacteo-en-latinoamerica>. [Último acceso: 02 10 2018].
- [2] «Industria Alimenticia,» 01 01 2007. [En línea]. Available: <http://www.industriaalimenticia.com/publications/3>. [Último acceso: 02 10 2018].
- [3] E. Mercurio, «El Mercurio,» 28 04 2013. [En línea]. Available: <https://www.elmercurio.com.ec/378569-siniestralidad-laboral-es-alta-en-el-ecuador/#.VUKfD46qqko>. [Último acceso: 02 10 2018].
- [4] F. C. N. I. C. & U. M. Pérez, «Manufactura esbelta en la PYME. Pequeños cambios, grandes resultados,» de *International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management*, Madrid, 2010.
- [5] J. M. A. F. A. D. D. R. M. & P. C. García, «La gestión del mantenimiento. Un estudio multisectorial,» de *Conference on Industrial Engineering and Industrial Management.*, España, 2008.
- [6] I. C. Europe, «ICE Consultants Europe,» [En línea]. Available: <http://www.ice-consultants.com>. [Último acceso: 11 09 2018].
- [7] E. R. C. & G. W. Cardozo, «Las pequeñas y medianas empresas agroalimentarias en Venezuela y el Desarrollo Sustentable: Enfoque basado en los principios de Manufactura Esbelta,» Información Tecnológica., Bolívar, 2011.
- [8] J. T. & H. S. L. Black, *Lean Manufacturing systems and cell design*. Dearborn Minch: Society Oh Manufacturing Engineers., 2003.
- [9] K. K. D. & B. E. Magnusson, *Seis Sigma: una estrategia pragmática.*, Barcelona: , 2006.
- [10] M. & S. J. L. Rajadell, *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad En Pilares de Lean Manufacturing.*, España: Díaz de Santos, 2010.

- [11] P. Lledó, *Gestión Ágil de Proyectos: Lean Project Management*. En *Pensamiento Lean.*, Estados Unidos: Project Management Insitute, 2012.
- [12] P. Ruiz, *La Gestión de Costes en Lean Manufacturing*. En *Business Pocket*, España: Netbiblo, S.L., 2007.
- [13] S. (2012), « A Brief History of Lean: Just in Time, Toyota Production System and Lean Manufacturing,» 2007. [En línea]. Available: [http://www.strategosinc.com/just\\_in\\_time.html](http://www.strategosinc.com/just_in_time.html). [Último acceso: 08 09 2018].
- [14] G. Jenifer, «Ingenieria Industrial,» 21 03 2016. [En línea]. Available: <http://guayanaindustrial.com/2016/03/estudios-de-tiempos-que-es-objetivos.html>. [Último acceso: 04 03 2019].
- [15] B. Salazar, «Ingenieria Industrial Online,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/valoraci%C3%B3n-del-ritmo-de-trabajo/>. [Último acceso: 05 03 2019].
- [16] «PDCA HOME,» 24 08 2018. [En línea]. Available: <https://www.pdcahome.com/vsm-value-stream-mapping-mapeo-del-flujo-de-valor/>. [Último acceso: 16 09 2018].
- [17] «INGENIERIA INDUSTRIAL ONLINE,» 12 03 2016. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/mapas-del-flujo-de-valor-vsm/>. [Último acceso: 16 09 2018].
- [18] BPC. Productividad/Lean, «BPC. Productividad/Lean,» 23 10 2012. [En línea]. Available: <http://www.bpc.es>. [Último acceso: 11 09 2018].
- [19] A. I. d. Navarra, «5´S (Orden y Limpieza),» 5´S, 2002.
- [20] E. Moulding, *5S a Visual Control System for the Workplace.*, UK: AuthorHouse, 2010.

- [21] B. M., «Estudio para la Aplicación de las Herramientas del Lean Manufacturing en la empresa Sericum Design en la ciudad de Quito,» Quito, 2009.
- [22] A. A. Vincet, *Guide to Lean Manufacturing*, New York:, 2013.
- [23] A. Galgano, *Las Tres Revoluciones. En Caza del desperdicio: Doblar la productividad con la "Lean Production".*, Madrid:: Angelo Guerini e Associati SpA., 2014.
- [24] M. Imai, «Kaizen: La clave de la Ventaja Competitiva Japonesa,» México, Random House, INC..
- [25] B. G. Mejía, «Mejoramiento de los procesos. En Gerencia de Procesos para la Organización,» Ecoe Ediciones, Bogotá, 2006.
- [26] A. Manos, « Lean Kaizen. The Global Voice of Quality,» American Society for Quality, Atlanta, 2008.
- [27] D. Besterfield, «Control de Calidad (4ta ed.),» de *Control de Calidad (4ta ed.)*. , México, Prentice Hall Hispanoamericana, S.A, 1995.
- [28] J. & R. Heizer, «Principios de Administración de Operaciones,» Pearson Educación, Mexico, 2004.
- [29] Unam, «ptolomeo,» [En línea]. Available: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/82/A8.pdf?sequence=8>. [Último acceso: 05 03 2019].



## ANEXOS

### ANEXO 1 Layout Actual

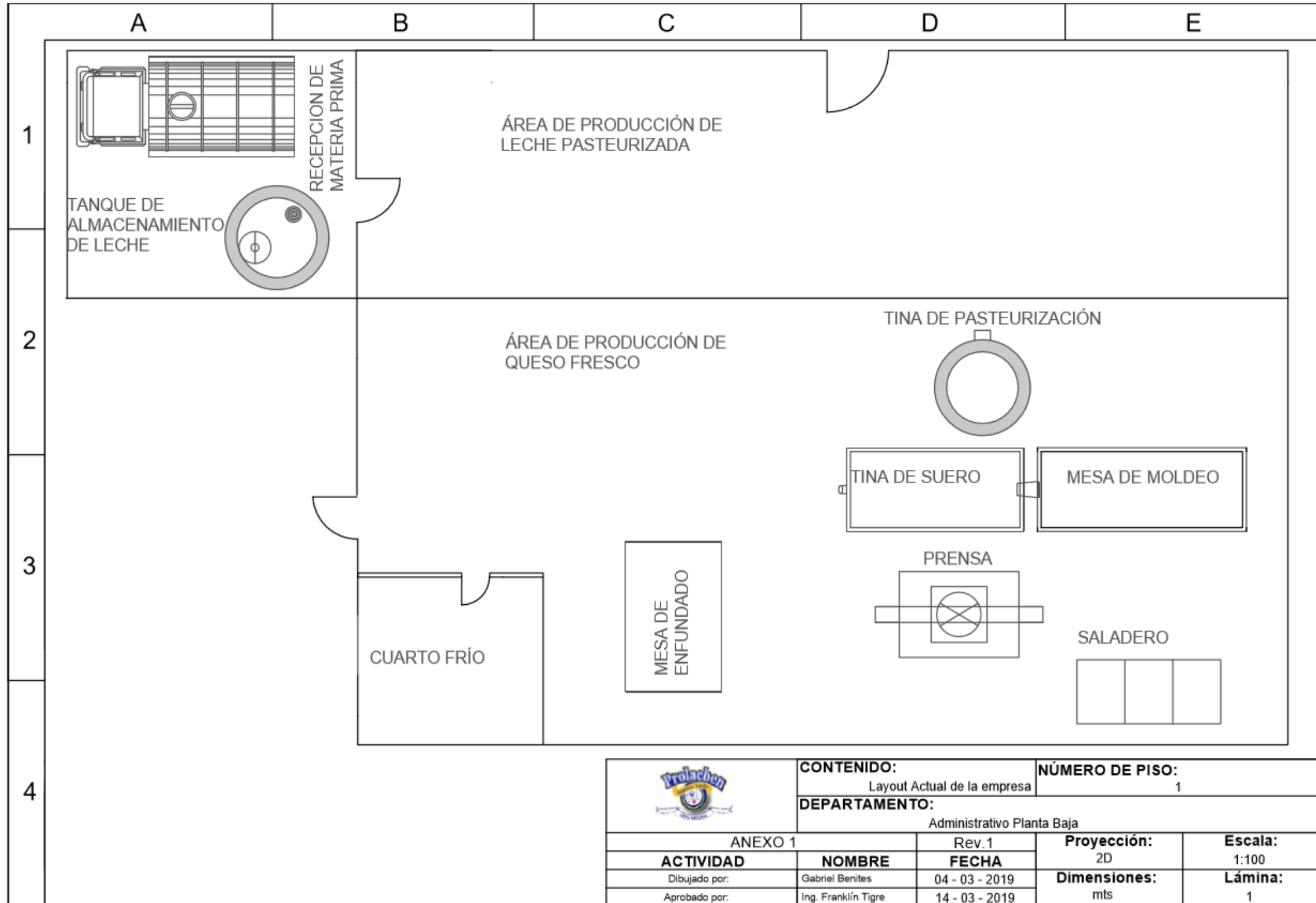


Fig. 72 Layout actual de la empresa PROLACBEN

## ANEXO 2 Estudio de tiempos

Tabla 31 Estudio de tiempos de las actividades de recepción de materia prima


 <b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>											
<b>Subárea:</b> Recepción de materia prima							<b>Estudio Num.:</b> 1				
<b>Operación:</b> Recibir materia prima							<b>Hoja:</b> 1 de 1				
<b>Producto:</b> Análisis materia prima							<b>Termino:</b>				
<b>Material:</b> Leche fluida							<b>Operario:</b>				
							<b>Fecha:</b> 02/05/2019				
<b>Tiempo:</b> Minutos							<b>Observador:</b> Gabriel Benites				
N°	Actividades	Ciclos					Total	X	V	TB	
		1	2	3	4	5					
1	A	5.13	5.15	5.09	5.19	5.10	25.66	5.13			
							<b>TIEMPO DE CICLO</b>		5.13		
<b>Nota:</b> X= Promedio V= Valoración de trabajo TB= Tiempo básico											

Tabla 32 Número recomendado de observaciones para recepción de materia prima

Tiempo de ciclo en min	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
<b>5.00-10.00</b>	<b>10</b>
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

Tabla 33 Valoración del ritmo de trabajo de las actividades de recepción de materia prima

VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO					
ACTIVIDAD	HABILIDAD	ESFUERZO	CONDICIONES	CONSISTENCIA	VALORACIÓN
A	0.00	0.02	0.02	0.00	104.00

Tabla 34 Estudio de tiempos completo de las actividades de recepción de materia prima


 <span style="float: right;">ESTUDIO DE TIEMPOS</span>																	
<b>Subárea :</b> Recepción de materia prima												<b>Estudio Num.:</b> 1					
<b>Operación:</b> Recibir materia prima												<b>Hoja:</b> 1 de 1					
<b>Producto:</b> Análisis materia prima												<b>Termino:</b>					
<b>Material:</b> Leche fluida												<b>Operario:</b>					
<b>Tiempo:</b> Minutos												<b>Fecha:</b> 02/05/2019					
<b>Observador:</b> Gabriel Benites																	
N°	Actividades	Ciclos										Total	X	V	TB	AV	NAV
1	A	5.13	5.15	5.09	5.19	5.10	5.08	5.12	5.15	5.09	5.12	51.22	5.12	1.04	5.33	X	
		<b>TIEMPO DE CICLO</b>										5.12					
		<b>TIEMPO BÁSICO DE CICLO</b>												5.33			
<b>Nota:</b> X= Promedio V= Valoración de trabajo TB= Tiempo básico AV= Agregan valor NAV= No agregan valor																	

Tabla 35 Suplementos por descanso en el área de recepción de materia prima

<b>SUPLEMENTOS</b>		
<b>Trabajador:</b>	Hombre	
		%
<b>Suplementos Constantes</b>	Necesidades personales	5
	Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	Trabajo de pie	2
	Uso de fuerza	2
	Ruido	2
<b>TOTAL</b>		<b>15</b>

Tabla 36 Tiempo estándar actividad recepción de materia prima

<b>RESUMEN DE TIEMPOS (min)</b>	
<b>TIEMPO BÁSICO</b>	5.33
Tiempo manual	5.33
Tiempo de maquina	-
Suplementos por descanso	0.15
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>	<b>6.13</b>
<i>Tiempo estándar de operaciones</i>	6.13
<i>Tiempo estándar de transporte</i>	0.00

Tabla 37 Estudio de tiempos de las actividades de enfriamiento de leche


 <b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>											
<b>Subárea:</b> Enfriamiento de leche							<b>Estudio Num.:</b> 1				
<b>Operación:</b> Enfriamiento de leche							<b>Hoja:</b> 1 de 1				
<b>Producto:</b> Leche enfriada							<b>Termino:</b>				
<b>Material:</b> Leche pasteurizada							<b>Operario:</b>				
							<b>Fecha:</b> 02/05/2019				
<b>Tiempo:</b> Minutos							<b>Observador:</b> Gabriel Benites				
N°	Actividades	Ciclos					Total	X	V	TB	
		1	2	3	4	5					
1	A	0.03	0.04	0.03	0.05	0.03	0.18	0.04			
2	B	0.03	0.03	0.05	0.04	0.04	0.19	0.04			
3	C	0.04	0.05	0.04	0.06	0.04	0.23	0.05			
4	D	12.02	12.05	12.07	12.04	12.06	60.24	12.05			
							<b>TIEMPO DE CICLO</b>		12.17		
<b>Nota:</b> X= Promedio V= Valoración de trabajo TB= Tiempo básico											

Tabla 38 Número recomendado de observaciones para enfriamiento de leche

Tiempo de ciclo en min	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

Tabla 39 Valoración del ritmo de trabajo de las actividades de enfriamiento de leche

VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO					
ACTIVIDAD	HABILIDAD	ESFUERZO	CONDICIONES	CONSISTENCIA	VALORACIÓN
A	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
B	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
C	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
D	0.03	0.00	0.02	0.01	106.00

Tabla 40 Estudio de tiempos completo de las actividades de enfriamiento de leche


 <span style="float: right;">ESTUDIO DE TIEMPOS</span>															
<b>Subárea :</b> Enfriamiento de leche											<b>Estudio Num.:</b> 1				
<b>Operación:</b> Enfriamiento de leche											<b>Hoja:</b> 1 de 1				
<b>Producto:</b> Leche enfriada											<b>Termino:</b>				
<b>Material:</b> Leche pasteurizada											<b>Operario:</b>				
<b>Tiempo:</b> Minutos											<b>Fecha:</b> 02/05/2019				
											<b>Observador:</b> Gabriel Benites				
N°	Actividades	Ciclos								Total	X	V	TB	AV	NAV
		1	2	3	4	5	6	7	8						
1	A	0.03	0.04	0.03	0.05	0.03	0.05	0.03	0.03	0.29	0.04	1.00	0.04	X	
2	B	0.03	0.03	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	0.05	0.31	0.04	1.00	0.04	X	
3	C	0.04	0.05	0.04	0.06	0.04	0.04	0.06	0.05	0.38	0.05	1.00	0.05	X	
4	D	12.02	12.05	12.07	12.04	12.06	12.05	12.06	12.08	96.43	12.05	1.06	12.78	X	
		<b>TIEMPO DE CICLO</b>								12.18					
		<b>TIEMPO BÁSICO DE CICLO</b>											12.90		
<b>Nota:</b> X= Promedio V= Valoración de trabajo TB= Tiempo básico AV= Agregan valor NAV= No agregan valor															

Tabla 41 Suplementos por descanso en el área de enfriamiento de leche

<b>SUPLEMENTOS</b>		
<b>Trabajador:</b>	Hombre	
		%
<b>Suplementos Constantes</b>	Necesidades personales	5
	Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	Trabajo de pie	2
	Ruido	2
<b>TOTAL</b>		<b>13</b>

Tabla 42 Tiempo estándar actividad enfriamiento de leche

<b>RESUMEN DE TIEMPOS (min)</b>	
<b>TIEMPO BÁSICO</b>	12.90
Tiempo manual	12.90
Tiempo de maquina	-
Suplementos por descanso	0.13
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>	<b>14.58</b>
<i>Tiempo estándar de operaciones</i>	14.58
<i>Tiempo estándar de transporte</i>	0.00



Tabla 43 Estudio de tiempos de las actividades de cuajado de leche


 <b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>										
<b>Subárea:</b> Cuajado de leche							<b>Estudio Num.:</b> 1			
<b>Operación:</b> Cuajar la leche							<b>Hoja:</b> 1 de 1			
<b>Producto:</b> Leche cuajada							<b>Termino:</b>			
<b>Material:</b> Leche Enfriada							<b>Operario:</b>			
							<b>Fecha:</b> 02/05/2019			
<b>Tiempo:</b> Minutos							<b>Observador:</b> Gabriel Benites			
N°	Actividades	Ciclos					Total	X	V	TB
		1	2	3	4	5				
1	A	0.80	0.82	0.79	0.81	0.8	4.02	0.80		
2	B	0.14	0.14	0.16	0.13	0.15	0.72	0.14		
3	C	0.14	0.13	0.15	0.14	0.14	0.70	0.14		
4	D	0.02	0.03	0.03	0.02	0.04	0.14	0.03		
5	E	0.25	0.27	0.23	0.25	0.24	1.24	0.25		
6	F	12.12	12.15	12.09	12.14	12.2	60.66	12.13		
7	G	0.08	0.06	0.09	0.07	0.08	0.38	0.08		
8	H	0.72	0.75	0.70	0.72	0.71	3.60	0.72		
9	I	2.70	2.72	2.70	2.69	2.73	13.54	2.71		
10	J	1.93	1.95	1.93	1.92	1.90	9.63	1.93		
				<b>TIEMPO DE CICLO</b>				18.93		
<b>Nota:</b> X= Promedio V= Valoración de trabajo TB= Tiempo básico										


Tabla 44 Número recomendado de observaciones para cuajado de leche

Tiempo de ciclo en min	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

Tabla 45 Valoración del ritmo de trabajo de las actividades de cuajado de leche

VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO					
ACTIVIDAD	HABILIDAD	ESFUERZO	CONDICIONES	CONSISTENCIA	VALORACIÓN
A	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
B	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
C	0.03	0.00	0.00	0.00	103.00
D	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
E	0.00	0.02	0.00	0.00	102.00
F	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
G	0.03	0.00	0.00	0.00	103.00
H	0.03	0.02	0.02	0.00	107.00
I	0.03	0.02	0.00	0.00	105.00
J	0.03	0.02	0.02	0.01	108.00

Tabla 46 Estudio de tiempos completo de las actividades de cuajado de leche

 <b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>																
<b>Subárea:</b> Cuajado de leche											<b>Estudio Num.:</b> 1					
<b>Operación:</b> Cuajar la leche											<b>Hoja:</b> 1 de 1					
<b>Producto:</b> Leche cuajada											<b>Termino:</b>					
<b>Material:</b> Leche enfriada											<b>Operario:</b>					
<b>Tiempo:</b> Minutos											<b>Fecha:</b> 02/05/2019					
											<b>Observador:</b> Gabriel Benites					
N°	Actividades	Ciclos								Total	X	V	TB	AV	NAV	
		1	2	3	4	5	6	7	8							
1	A	0.80	0.82	0.79	0.81	0.8	0.79	0.8	0.82	6.43	0.80	1.00	0.80	X		
2	B	0.14	0.14	0.16	0.13	0.15	0.13	0.12	0.15	1.12	0.14	1.00	0.14	X		
3	C	0.14	0.13	0.15	0.14	0.14	0.13	0.15	0.14	1.12	0.14	1.03	0.14	X		
4	D	0.02	0.03	0.03	0.02	0.04	0.03	0.03	0.05	0.25	0.03	1.00	0.03	X		
5	E	0.25	0.27	0.23	0.25	0.24	0.25	0.22	0.24	1.95	0.24	1.02	0.25	X		
6	F	12.12	12.15	12.09	12.14	12.16	12.16	12.15	12.12	97.09	12.14	1.00	12.14	X		
7	G	0.08	0.06	0.09	0.07	0.08	0.07	0.06	0.07	0.58	0.07	1.03	0.07	X		
8	H	0.72	0.75	0.70	0.72	0.71	0.73	0.74	0.72	5.79	0.72	1.07	0.77	X		
9	I	2.70	2.72	2.70	2.69	2.73	2.68	2.71	2.70	21.63	2.70	1.05	2.84	X		
10	J	1.93	1.95	1.93	1.92	1.90	1.91	1.93	1.92	15.39	1.92	1.08	2.08	X		
										<b>TIEMPO DE CICLO</b>			18.92			
										<b>TIEMPO BÁSICO DE CICLO</b>				19.27		

**Nota:** X= Promedio V= Valoración de trabajo TB= Tiempo básico AV= Agregan valor NAV= No agregan valor

Tabla 47 Suplementos por descanso en el área de cuajado de leche

<b>SUPLEMENTOS</b>		
<b>Trabajador:</b>	Hombre	
		%
<b>Suplementos Constantes</b>	Necesidades personales	5
	Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	Trabajo de pie	2
	Uso de fuerza	1
	Trabajo de precisión	2
	Proceso algo complejo	1
	Trabajo bastante monótono	1
<b>TOTAL</b>		<b>16</b>

Tabla 48 Tiempo estándar actividad cuajado de leche

<b>RESUMEN DE TIEMPOS (min)</b>	
<b>TIEMPO BÁSICO</b>	19.27
Tiempo manual	19.27
Tiempo de maquina	-
Suplementos por descanso	0.16
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>	<b>22.35</b>
<i>Tiempo estándar de operaciones</i>	22.35
<i>Tiempo estándar de transporte</i>	-

Tabla 49 Estudio de tiempos de las actividades de moldeo de quesos


 <b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>											
<b>Subárea:</b> Moldeo							<b>Estudio Num.:</b> 1				
<b>Operación:</b> Realizar Moldeo							<b>Hoja:</b> 1 de 1				
<b>Producto:</b> Queso Moldeado							<b>Termino:</b>				
<b>Material:</b> Cuajada							<b>Operario:</b>				
							<b>Fecha:</b> 02/05/2019				
<b>Tiempo:</b> Minutos							<b>Observador:</b> Gabriel Benites				
N°	Actividades	Ciclos					Total	X	V	TB	
		1	2	3	4	5					
1	A	2.08	2.05	2.04	2.06	2.05	10.28	2.06			
2	B	2.92	2.89	2.90	2.91	2.89	14.51	2.90			
3	C	1.50	1.52	1.54	1.50	1.51	7.57	1.51			
4	D	0.68	0.66	0.65	0.67	0.68	3.34	0.67			
5	E	3.33	3.3	3.31	3.32	3.33	16.59	3.32			
6	F	0.75	0.72	0.76	0.74	0.73	3.70	0.74			
7	G	8.20	8.21	8.23	8.22	8.21	41.07	8.21			
8	H	3.00	3.01	2.98	2.99	3.02	15.00	3.00			
							<b>TIEMPO DE CICLO</b>		22.41		
<b>Nota:</b> X= Promedio V= Valoración de trabajo TB= Tiempo básico											

Tabla 50 Número recomendado de observaciones para moldeo de quesos

Tiempo de ciclo en min	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
<b>20.00-40.00</b>	<b>5</b>
40.00 o más	3

Tabla 51 Valoración del ritmo de trabajo de las actividades de moldeo de quesos

VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO					
ACTIVIDAD	HABILIDAD	ESFUERZO	CONDICIONES	CONSISTENCIA	VALORACIÓN
A	0.00	0.02	0.02	0.00	104.00
B	0.00	0.02	0.02	0.00	104.00
C	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
D	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
E	0.03	0.02	0.02	0.00	107.00
F	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
G	0.03	0.02	0.02	0.01	108.00
H	0.03	0.02	0.02	0.01	108.00

Tabla 52 Estudio de tiempos completo de las actividades de moldeo de quesos


 <span style="float: right;">ESTUDIO DE TIEMPOS</span>													
<b>Subárea:</b> Moldeo							<b>Estudio Num.:</b> 1						
<b>Operación:</b> Realizar moldeo							<b>Hoja:</b> 1 de 1						
<b>Producto:</b> Queso Moldeado							<b>Termino:</b>						
<b>Material:</b> Cuajada							<b>Operario:</b>						
<b>Tiempo:</b> Minutos							<b>Fecha:</b> 02/05/2019						
							<b>Observador:</b> Gabriel Benites						
N°	Actividades	Ciclos					Total	X	V	TB	AV	NAV	
		1	2	3	4	5							
1	A	2.08	2.05	2.04	2.06	2.05	10.28	2.06	1.04	2.14		X	
2	B	2.92	2.89	2.90	2.91	2.89	14.51	2.90	1.04	3.02	X		
3	C	1.50	1.52	1.54	1.50	1.51	7.57	1.51	1.00	1.51	X		
4	D	0.68	0.66	0.65	0.67	0.68	3.34	0.67	1.00	0.67	X		
5	E	3.33	3.3	3.31	3.32	3.33	16.59	3.32	1.07	3.55	X		
6	F	0.75	0.72	0.76	0.74	0.73	3.70	0.74	1.00	0.74	X		
7	G	8.20	8.21	8.23	8.22	8.21	41.07	8.21	1.08	8.87	X		
8	H	3.00	3.01	2.98	2.99	3.02	15.00	3.00	1.08	3.24	X		
							<b>TIEMPO DE CICLO</b>		22.41				
							<b>TIEMPO BÁSICO DE CICLO</b>				23.74		
<b>Nota:</b> X= Promedio V= Valoración de trabajo TB= Tiempo básico AV= Agregan valor NAV= No agregan valor													

Tabla 53 Suplementos por descanso en el área de moldeo de quesos

<b>SUPLEMENTOS</b>		
<b>Trabajador:</b>	Hombre	
		%
<b>Suplementos Constantes</b>	Necesidades personales	5
	Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	Trabajo de pie	2
	Uso de fuerza	4
	proceso algo complejo	1
	trabajo bastante monótono	1
<b>TOTAL</b>		<b>17</b>

Tabla 54 Tiempo estándar actividad moldeo de quesos

<b>RESUMEN DE TIEMPOS (min)</b>	
<b>TIEMPO BÁSICO</b>	23.74
Tiempo manual	23.74
Tiempo de maquina	-
Suplementos por descanso	0.17
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>	<b>27.78</b>
<i>Tiempo estándar de operaciones</i>	<i>25.27</i>
<i>Tiempo estándar de transporte</i>	<i>2.50</i>



Tabla 55 Estudio de tiempos de las actividades de prensado de quesos


 <b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>											
<b>Subárea:</b> Prensado							<b>Estudio Num.:</b> 1				
<b>Operación:</b> Realizar prensado del queso							<b>Hoja:</b> 1 de 1				
<b>Producto:</b> Queso Prensado							<b>Termino:</b>				
<b>Material:</b> Queso Moldeado							<b>Operario:</b>				
							<b>Fecha:</b> 02/05/2019				
<b>Tiempo:</b> Minutos							<b>Observador:</b> Gabriel Benites				
N°	Actividades	Ciclos					Total	X	V	TB	
		1	2	3	4	5					
1	A	4.20	4.21	4.19	4.23	4.20	21.03	4.21			
2	B	2.51	2.53	2.50	2.52	2.51	12.57	2.51			
3	C	8.02	8.05	8.03	8.02	8.03	40.15	8.03			
4	D	0.50	0.48	0.52	0.53	0.51	2.54	0.51			
5	E	4.51	4.53	4.56	4.50	4.49	22.59	4.52			
6	F	2.11	2.12	2.15	2.13	2.10	10.61	2.12			
							<b>TIEMPO DE CICLO</b>		21.90		
<b>Nota:</b> X= Promedio V= Valoración de trabajo TB= Tiempo básico											

Tabla 56 Número recomendado de observaciones para prensado de quesos

Tiempo de ciclo en min	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
<b>20.00-40.00</b>	<b>5</b>
40.00 o más	3

Tabla 57 Valoración del ritmo de trabajo de las actividades de prensado de quesos

VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO					
ACTIVIDAD	HABILIDAD	ESFUERZO	CONDICIONES	CONSISTENCIA	VALORACIÓN
A	0.03	0.02	0.00	0.00	105.00
B	0.03	0.00	0.00	0.00	103.00
C	0.00	0.02	0.00	0.00	102.00
D	0.00	0.02	0.00	0.00	102.00
E	0.03	0.02	0.00	0.00	105.00
F	0.03	0.00	0.00	0.00	103.00

Tabla 58 Estudio de tiempos completo de las actividades de prensado de quesos


 <b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>												
<b>Subárea:</b> Prensado								<b>Estudio Num.:</b> 1				
<b>Operación:</b> Realizar Prensado del queso								<b>Hoja:</b> 1 de 1				
<b>Producto:</b> Queso Prensado								<b>Termino:</b>				
<b>Material:</b> Queso Moldeado								<b>Operario:</b>				
<b>Tiempo:</b> Minutos								<b>Fecha:</b> 02/05/2019				
<b>Observador:</b> Gabriel Benites												
N°	Actividades	Ciclos					Total	X	V	TB	AV	NAV
		1	2	3	4	5						
1	A	4.20	4.21	4.19	4.23	4.20	21.03	4.21	1.05	4.42		X
2	B	2.51	2.53	2.50	2.52	2.51	12.57	2.51	1.03	2.59	X	
3	C	8.02	8.05	8.03	8.02	8.03	40.15	8.03	1.02	8.19	X	
4	D	0.50	0.48	0.52	0.53	0.51	2.54	0.51	1.02	0.52	X	
5	E	4.51	4.53	4.56	4.50	4.49	22.59	4.52	1.05	4.74	X	
6	F	2.11	2.12	2.15	2.13	2.10	10.61	2.12	1.03	2.19	X	
							<b>TIEMPO DE CICLO</b>	21.90				
							<b>TIEMPO BÁSICO DE CICLO</b>			22.64		
<b>Nota:</b> X= Promedio V= Valoración de trabajo TB= Tiempo básico AV= Agregan valor NAV= No agregan valor												

Tabla 59 Suplementos por descanso en el área de prensado de quesos

<b>SUPLEMENTOS POR DESCANSO</b>		
<b>Trabajador:</b>	Hombre	
		%
<b>Suplementos Constantes</b>	Necesidades personales	5
	Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	Trabajo de pie	2
	Uso de fuerza	4
	Proceso algo complejo	1
	Trabajo bastante monótono	1
<b>TOTAL</b>		<b>17</b>

Tabla 60 Tiempo estándar actividad prensado de quesos

<b>RESUMEN DE TIEMPOS (min)</b>	
<b>TIEMPO BÁSICO</b>	22.64
Tiempo manual	22.64
Tiempo de maquina	-
Suplementos por descanso	0.17
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>	<b>26.49</b>
<i>Tiempo estándar de operaciones</i>	21.32
<i>Tiempo estándar de transporte</i>	5.17

Tabla 61 Estudio de tiempos de las actividades de salado de quesos


 <b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>											
<b>Subárea:</b> Salado							<b>Estudio Num.:</b> 1				
<b>Operación:</b> Salado del Queso							<b>Hoja:</b> 1 de 1				
<b>Producto:</b> Queso salado							<b>Termino:</b>				
<b>Material:</b> Queso Prensado							<b>Operario:</b>				
							<b>Fecha:</b> 02/05/2019				
<b>Tiempo:</b> Minutos							<b>Observador:</b> Gabriel Benites				
N°	Actividades	Ciclos					Total	X	V	TB	
		1	2	3	4	5					
1	A	8.50	8.47	8.53	8.49	8.51	42.5	8.50			
2	B	1.21	1.23	1.18	1.24	1.22	6.08	1.22			
3	C	25.5	25.5	25.5	25.51	25.53	127.5	25.50			
4	D	1.51	1.53	1.49	1.47	1.53	7.53	1.51			
							<b>TIEMPO DE CICLO</b>		36.72		
<b>Nota:</b> X= Promedio V= Valoración de trabajo TB= Tiempo básico											

Tabla 62 Número recomendado de observaciones para salado de quesos

Tiempo de ciclo en min	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
<b>20.00-40.00</b>	<b>5</b>
40.00 o más	3

Tabla 63 Valoración del ritmo de trabajo de las actividades de salado de quesos

VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO					
ACTIVIDAD	HABILIDAD	ESFUERZO	CONDICIONES	CONSISTENCIA	VALORACIÓN
A	0.03	0.02	0.02	0.00	107.00
B	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
C	0.03	0.00	0.00	0.00	103.00
D	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00

Tabla 64 Estudio de tiempos completo de las actividades de salado de quesos


 <b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>												
<b>Subárea:</b> Salado								<b>Estudio Num.:</b> 1				
<b>Operación:</b> Salado del Queso								<b>Hoja:</b> 1 de 1				
<b>Producto:</b> Queso Salado								<b>Termino:</b>				
<b>Material:</b> Queso Prensado								<b>Operario:</b>				
<b>Tiempo:</b> Minutos								<b>Fecha:</b> 02/05/2019				
<b>Observador:</b> Gabriel Benites												
N°	Actividades	Ciclos					Total	X	V	TB	AV	NAV
		1	2	3	4	5						
1	A	8.50	8.47	8.53	8.49	8.51	42.5	8.50	1.07	9.10		X
2	B	1.21	1.23	1.18	1.24	1.22	6.08	1.22	1.00	1.22	X	
3	C	25.5	25.47	25.49	25.51	25.53	127.50	25.50	1.03	26.27	X	
4	D	1.51	1.53	1.49	1.47	1.53	7.53	1.51	1.00	1.51	X	
		<b>TIEMPO DE CICLO</b>					36.72					
		<b>TIEMPO BÁSICO DE CICLO</b>								38.08		
<b>Nota:</b> X= Promedio V= Valoración de trabajo TB= Tiempo básico AV= Agregan valor NAV= No agregan valor												

Tabla 65 Suplementos por descanso en el área de salado de quesos

<b>SUPLEMENTOS</b>		
<b>Trabajador:</b>	Hombre	
		%
<b>Suplementos Constantes</b>	Necesidades personales	5
	Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	Trabajo de pie	2
	Uso de fuerza	4
	Proceso algo complejo	1
<b>TOTAL</b>		<b>16</b>

Tabla 66 Tiempo estándar actividad salado de quesos

<b>RESUMEN DE TIEMPOS (min)</b>	
<b>TIEMPO BÁSICO</b>	38.08
Tiempo manual	38.08
Tiempo de maquina	-
Suplementos por descanso	0.16
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>	44.17
<i>Tiempo estándar de operaciones</i>	33.62
<i>Tiempo estándar de transporte</i>	10.56

Tabla 67 Estudio de tiempos de las actividades de enfundados de quesos


 <b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>											
<b>Subárea:</b> Enfundado							<b>Estudio Num.:</b> 1				
<b>Operación:</b> Enfundar el queso							<b>Hoja:</b> 1 de 1				
<b>Producto:</b> Queso Enfundado							<b>Termino:</b>				
<b>Material:</b> Queso salado							<b>Operario:</b>				
<b>Tiempo:</b> Minutos							<b>Fecha:</b> 02/05/2019				
							<b>Observador:</b> Gabriel Benites				
N°	Actividades	Ciclos					Total	X	V	TB	
		1	2	3	4	5					
1	A	5.31	5.33	5.29	5.30	5.32	26.55	5.31			
2	B	6.01	6.00	5.99	6.03	6.01	30.04	6.01			
3	C	7.16	7.13	7.18	7.15	7.16	35.78	7.16			
4	D	7.03	7.05	7.04	7.07	7.05	35.24	7.05			
5	E	1.31	1.33	1.28	1.29	1.30	6.51	1.30			
							<b>TIEMPO DE CICLO</b>		26.82		
<b>Nota:</b> X= Promedio V= Valoración de trabajo TB= Tiempo básico											

Tabla 68 Número recomendado de observaciones para enfundados de quesos

Tiempo de ciclo en min	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
<b>20.00-40.00</b>	<b>5</b>
40.00 o más	3

Tabla 69 Valoración del ritmo de trabajo de las actividades de enfundados de quesos

VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO					
ACTIVIDAD	HABILIDAD	ESFUERZO	CONDICIONES	CONSISTENCIA	VALORACIÓN
A	0.03	0.02	0.00	0.00	105.00
B	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
C	0.03	0.02	0.02	0.01	108.00
D	0.03	0.02	0.02	0.01	108.00
E	0.03	0.02	0.00	0.00	105.00

Tabla 70 Estudio de tiempos completo de las actividades de enfundados de quesos


 <b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>												
<b>Subárea:</b> Enfundado								<b>Estudio Num.:</b> 1				
<b>Operación:</b> Enfundar el queso								<b>Hoja:</b> 1 de 1				
<b>Producto:</b> Queso enfundado								<b>Termino:</b>				
<b>Material:</b> Queso salado								<b>Operario:</b>				
								<b>Fecha:</b> 02/05/2019				
<b>Tiempo:</b> Minutos								<b>Observador:</b> Gabriel Benites				
N°	Actividades	Ciclos					Total	X	V	TB	AV	NAV
		1	2	3	4	5						
1	A	5.31	5.33	5.29	5.30	5.32	26.55	5.31	1.05	5.58		X
2	B	6.01	6.00	5.99	6.03	6.01	30.04	6.01	1.00	6.01	X	
3	C	7.16	7.13	7.18	7.15	7.16	35.78	7.16	1.08	7.73	X	
4	D	7.03	7.05	7.04	7.07	7.05	35.24	7.05	1.08	7.61	X	
5	E	1.31	1.33	1.28	1.29	1.30	6.51	1.30	1.05	1.37	X	
							<b>TIEMPO DE CICLO</b>	26.82				
							<b>TIEMPO BÁSICO DE CICLO</b>			28.29		
<b>Nota:</b> X= Promedio V= Valoración de trabajo TB= Tiempo básico AV= Agregan valor NAV= No agregan valor												



Tabla 71 Suplementos por descanso en el área de enfundados de quesos

<b>SUPLEMENTOS</b>		
<b>Trabajador:</b>	Hombre	
		%
<b>Suplementos Constantes</b>	Necesidades personales	5
	Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	Trabajo de pie	2
	Uso de fuerza	1
	Proceso algo complejo	1
	trabajo bastante monótono	1
<b>TOTAL</b>		<b>14</b>

Tabla 72 Tiempo estándar actividad enfundados de quesos

<b>RESUMEN DE TIEMPOS (min)</b>	
<b>TIEMPO BÁSICO</b>	28.29
Tiempo manual	28.29
Tiempo de maquina	-
Suplementos por descanso	0.14
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>	<b>32.25</b>
<i>Tiempo estándar de operaciones</i>	<i>25.89</i>
<i>Tiempo estándar de transporte</i>	<i>6.36</i>

Tabla 73 Estudio de tiempos de las actividades de almacenamiento de quesos


 <b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>											
<b>Subárea:</b> Almacenamiento							<b>Estudio Num.:</b> 1				
<b>Operación:</b> Empacar queso							<b>Hoja:</b> 1 de 1				
<b>Producto:</b> Queso empacado							<b>Termino:</b>				
<b>Material:</b> Queso enfundado							<b>Operario:</b>				
							<b>Fecha:</b> 02/05/2019				
<b>Tiempo:</b> Minutos							<b>Observador:</b> Gabriel Benites				
N°	Actividades	Ciclos					Total	X	V	TB	
		1	2	3	4	5					
1	A	5.03	5.05	5.04	5.04	5.03	25.19	5.04			
							<b>TIEMPO DE CICLO</b>		5.04		
<b>Nota:</b> X= Promedio V= Valoración de trabajo TB= Tiempo básico											

Tabla 74 Número recomendado de observaciones para almacenamiento de quesos

Tiempo de ciclo en min	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
<b>5.00-10.00</b>	<b>10</b>
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

Tabla 75 Valoración del ritmo de trabajo de las actividades de almacenamiento de quesos

VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO					
ACTIVIDAD	HABILIDAD	ESFUERZO	CONDICIONES	CONSISTENCIA	VALORACIÓN
A	0.03	0.02	0.02	0.01	108.00

Tabla 76 Estudio de tiempos completo de las actividades de almacenamiento de quesos


 <b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>																	
<b>Subárea:</b> Almacenamiento													<b>Estudio Num.:</b> 1				
<b>Operación:</b> Empacar queso													<b>Hoja:</b> 1 de 1				
<b>Producto:</b> Queso empacado													<b>Termino:</b>				
<b>Material:</b> Queso Enfundado													<b>Operario:</b>				
<b>Tiempo:</b> Minutos													<b>Fecha:</b> 02/05/2019				
<b>Observador:</b> Gabriel Benites																	
N°	Actividades	Ciclos										Total	X	V	TB	AV	NAV
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	A	5.03	5.05	5.04	5.04	5.03	5.03	5.05	5.04	5.03	5.03	50.37	5.04	1.08	5.44		X
		<b>TIEMPO DE CICLO</b>										5.04					
		<b>TIEMPO BÁSICO DE CICLO</b>												5.44			
<b>Nota:</b> X= Promedio V= Valoración de trabajo TB= Tiempo básico AV= Agregan valor NAV= No agregan valor																	

Tabla 77 Suplementos por descanso en el área de almacenamiento de quesos

<b>SUPLEMENTOS</b>		
<b>Trabajador:</b>	Hombre	
		%
<b>Suplementos Constantes</b>	Necesidades personales	5
	Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	Trabajo de pie	2
	Uso de fuerza	4
	trabajo bastante monótono	1
<b>TOTAL</b>		16

Tabla 78 Tiempo estándar actividad almacenamiento de quesos

<b>RESUMEN DE TIEMPOS (min)</b>	
<b>TIEMPO BÁSICO</b>	5.44
Tiempo manual	5.44
Tiempo de maquina	-
Suplementos por descanso	0.16
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>	6.31
<i>Tiempo estándar de operaciones</i>	-
<i>Tiempo estándar de transporte</i>	6.31

Tabla 79 Resultados estudio de tiempos para todas las áreas de la empresa

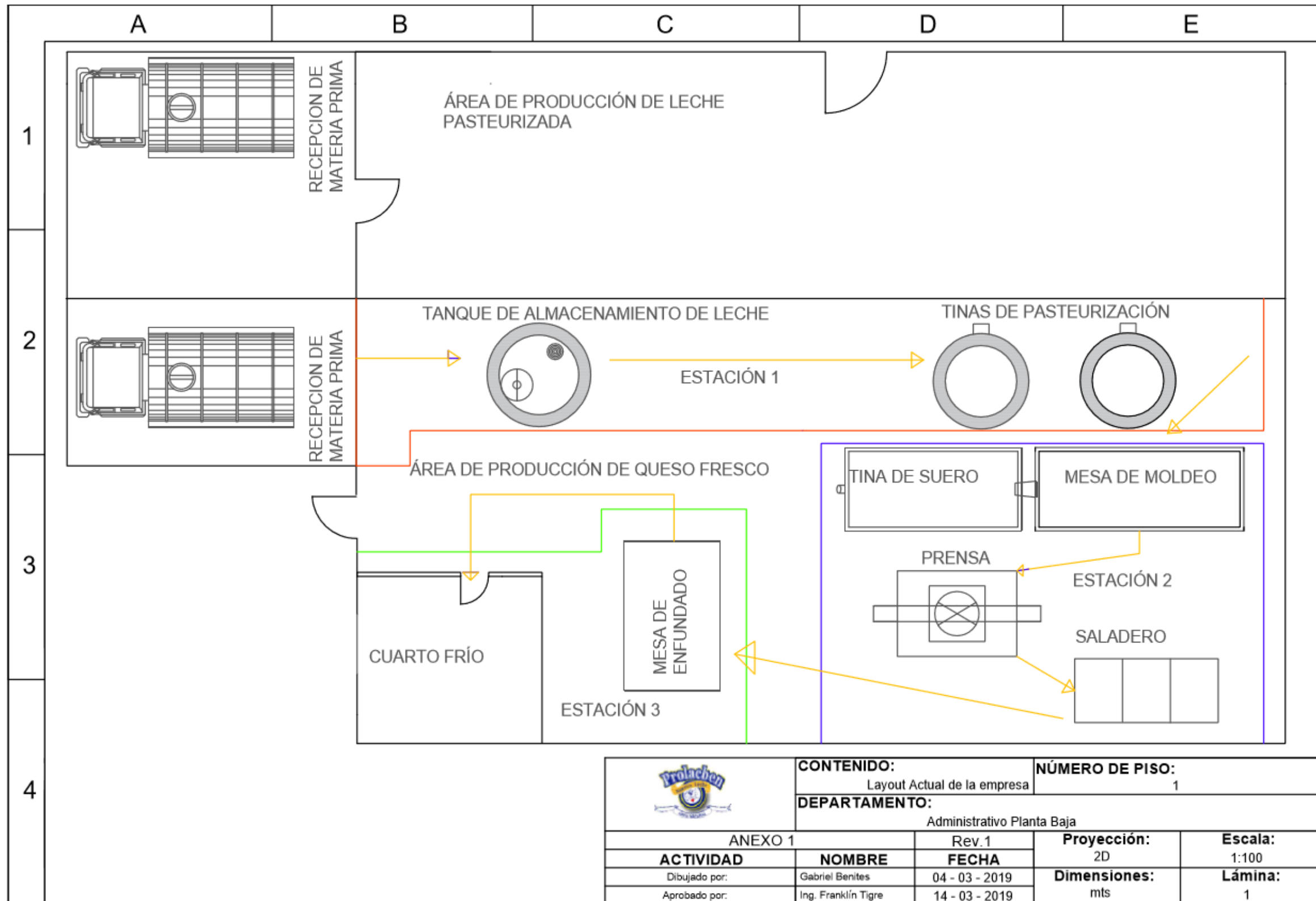
Actividades	Tiempo Básico (TB)	Tiempo Manual	Tiempo Máquina	Suplementos por Descanso	Tiempo estándar min/lote
Recepción materia prima	5.33	5.33	----	15	6.13
Pasteurización de leche	26.15	26.15	----	16	30.33
Enfriamiento de leche	12.9	12.9	----	13	14.58
Cuajado de leche	19.27	19.27	----	16	22.35
Moldeo de quesos	23.74	23.74	----	17	27.78
Prensado de quesos	22.64	22.64	----	17	26.49
Salado de quesos	38.08	38.08	----	16	44.17
Enfundado de quesos	28.29	28.29	----	14	32.25
Almacenamiento de quesos	5.44	5.44	----	16	6.31

### ANEXO 3 Tiempos de transporte en el proceso de la empresa PROLACBEN

Tabla 80 Tiempos de transporte del proceso

DESDE	HACIA	TIEMPO POR LOTE (min/lote)
Recepción	Pasteurización	6.02
Cuajado	Moldeo	2.50
Moldeo	Prensado	5.17
Prensado	Salado	10.56
Salado	Enfundado	6.36
Enfundado	Almacenamiento	6.31

ANEXO 4 Layout del rediseño de planta propuesto




	<b>CONTENIDO:</b> Layout Actual de la empresa		<b>NÚMERO DE PISO:</b> 1	
	<b>DEPARTAMENTO:</b> Administrativo Planta Baja			
ANEXO 1		Rev. 1	<b>Proyección:</b> 2D	<b>Escala:</b> 1:100
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>FECHA</b>	<b>Dimensiones:</b> mts	<b>Lámina:</b> 1
Dibujado por:	Gabriel Benites	04 - 03 - 2019		
Aprobado por:	Ing. Franklin Tigre	14 - 03 - 2019		

Fig. 73 Layout de rediseño de planta propuesto

