



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

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN LA  
EMPRESA IMPULSORA LECHERA GUATEMALTECA S. A.**

**Zahachary Michell Solis Castillo**

Asesorado por la Msc. Norma Ileana Sarmiento Zeceña

Guatemala, enero de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN LA  
EMPRESA IMPULSORA LECHERA GUATEMALTECA S. A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**ZAHACHARY MICHELL SOLIS CASTILLO**

ASESORADO POR LA MSC. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, ENERO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Samiento Zeceña
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN LA EMPRESA IMPULSORA LECHERA GUATEMALTECA S. A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 24 de febrero de 2015.



**Zahachary Michell Solis Castillo**



Guatemala, 6 de octubre de 2015.  
REF.EPS.DOC.692.10.15.

Ingeniero  
Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Rodríguez Serrano:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Zahachary Michell Solis Castillo**, Carné No. **200925284** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN LA EMPRESA IMPULSORA LECHERA GUATEMALTECA S.A..**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano

**Asesora-Supervisora de EPS**

Área de Ingeniería Mecánica Industrial



NISZds/ra



Guatemala, 6 de octubre de 2015.  
REF.EPS.D.523.10.15

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN LA EMPRESA IMPULSORA LECHERA GUATEMALTECA S.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Zahachary Michell Solis Castillo** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS

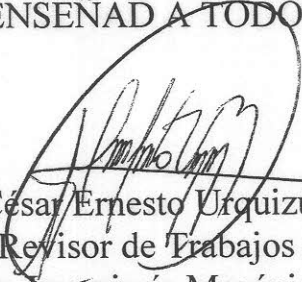


SIRS/ra



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN LA EMPRESA IMPULSORA LECHERA GUATEMALTECA S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Zahachary Michell Solis Castillo**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2015.

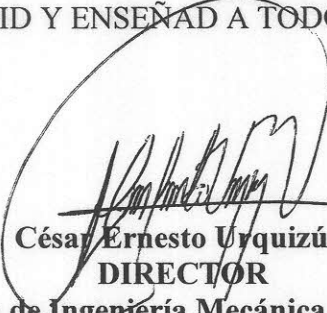
/mgp



REF.DIR.EMI.228.015

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN LA EMPRESA IMPULSORA LECHERA GUATEMALTECA S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Zahachary Michell Solis Castillo**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2015.

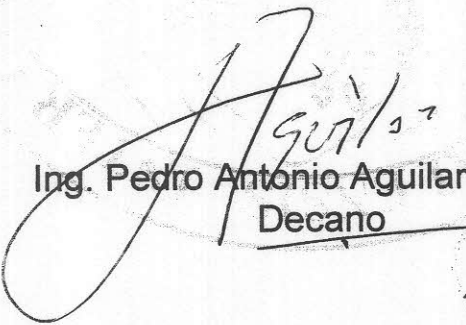
/mgp





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN LA EMPRESA IMPULSORA LECHERA GUATEMALTECA S.A.**, presentado por el estudiante universitario: **Zahachary Michell Solís Castillo**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, enero de 2016

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por estar siempre conmigo y guiar mi camino.
<b>Mis padres</b>	Alma Castillo y Miguel Solis, por su cariño y apoyo en mi vida, en especial a mi madre quien es parte de mi vida.
<b>Mi abuela</b>	Josefina Buitrago (q. e. p. d.), por todos esos años que estuvimos juntos.
<b>Mis hermanos</b>	Mohyses Solís, Tania Solís, Nicol Díaz, Samuel Díaz, José Solis, por su amor incondicional de alguna manera me han ayudado a salir adelante.
<b>Mis primos</b>	Ronal Guido y Nelly Guido, por estar ahí siempre a pesar del tiempo y la distancia.
<b>Mis sobrinos</b>	Deynis Díaz, Agustin Díaz, Sharon Díaz, Carlos Cárdenas, por todos esos momentos tan especiales que convivimos.
<b>Mis amigos</b>	William Cruz, Paolo Dorantes, Javier Díaz, Gerber Quintanilla, por su cariño y gran amistad.

**Mi asesora**

Msc. Norma Ileana Zarmiento Zeceña, por su apoyo, dedicación y paciencia en el proceso de elaboración del presente trabajo de graduación.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por darme la oportunidad de estudiar lo que yo quería.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por darme una educación de calidad.
<b>Mis amigos de la Facultad</b>	Kevin López, Fernando Pineda, André Oquendo, por su apoyo durante mi formación en la Universidad.
<b>Carlos Taracena</b>	Por su amistad sincera y su apoyo en la elaboración de mi informe final.
<b>Iris Chumil</b>	Por su gran apoyo y su amistad incondicional.
<b>Mario Morán</b>	Por su apoyo en la empresa Impulsora Lechera Guatemalteca S. A.
<b>Prospero Morales</b>	Por estar pendiente del proyecto, y por bríndame la oportunidad de ejercer el EPS en su empresa.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA ILGUA S. A.....	1
1.1. Descripción de la empresa .....	1
1.2. Reseña histórica.....	1
1.3. Misión, visión y valores.....	2
1.3.1. Misión .....	2
1.3.2. Visión.....	2
1.3.3. Valores .....	3
1.4. Descripción de los productos Ilgua .....	4
1.5. Estructura organizacional .....	5
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA.....	7
2.1. Situación actual .....	7
2.1.1. Análisis Foda de la empresa.....	7
2.1.1.1. Formulación de estrategias.....	9
2.1.2. Descripción de la maquinaria en el área de Producción.....	11
2.1.2.1. Dimensiones de las máquinas.....	19

2.1.3.	Diagramas de flujo de proceso (DFP) de fabricación .....	25
2.2.	Aplicación de la metodología Seis Sigma .....	70
2.2.1.	Etapa de definir .....	72
2.2.1.1.	Descripción del problema .....	72
2.2.1.2.	Cuadro proyecto.....	72
2.2.1.3.	Diagrama Sipoc (proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes).....	74
2.2.2.	Etapa de medir .....	75
2.2.2.1.	Identificación de las medidas a tomar ..	75
2.2.2.1.1.	Árbol CTQ ( críticas para la calidad).....	76
2.2.2.1.2.	Análisis del árbol CTQ ..	78
2.2.2.2.	Evaluación de medidas .....	78
2.2.2.2.1.	Árbol de evaluación de medidas.....	78
2.2.2.2.2.	Análisis del árbol de evaluación de medidas.....	81
2.2.2.3.	Capacidad del proceso.....	81
2.2.2.3.1.	Número de defectuosos por día.....	81
2.2.2.3.2.	Defectos por millón .....	82
2.2.2.3.3.	Capacidad Sigma del proceso .....	83
2.2.2.3.4.	Cálculo de los costes de mala calidad (CMC).....	84

2.2.3.	Etapa de analizar .....	87
2.2.3.1.	Análisis de causas .....	87
	2.2.3.1.1. Diagrama de Ishikawa ..	88
2.2.3.2.	Análisis de las etapas del proceso.....	91
	2.2.3.2.1. Mapa de proceso interfuncional .....	91
2.2.4.	Etapa de mejora .....	93
2.2.4.1.	Redistribución de la maquinaria.....	93
	2.2.4.1.1. Movimientos e interacciones entre máquinas y estaciones de trabajo ...	95
	2.2.4.1.2. Tabla triangular con la suma de movimientos .....	108
	2.2.4.1.3. Planteamiento de distribución por medio de hexágonos.....	124
	2.2.4.2. Diagrama hombre máquina propuesto.....	132
	2.2.4.3. Matriz de análisis de modo de fallas y efectos (FMEA) .....	138
	2.2.4.4. Prueba piloto.....	139
2.2.5.	Etapa de controlar .....	140
	2.2.5.1. Actividades de control.....	140
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. PLAN DE AHORRO EN EL CONSUMO DE AGUA EN EL AREA DE PRODUCCIÓN.....	147
3.1.	Análisis del consumo de agua .....	147

3.1.1.	Causas del desperdicio del agua .....	148
3.1.2.	Lugares donde se desperdicia el agua.....	149
3.2.	Alternativas para reducir el consumo de agua .....	151
3.3.	Ahorro aproximado del consumo de agua.....	151
3.4.	Costos de implementación .....	152
4.	FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN.....	153
4.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación.....	153
4.2.	Plan de capacitación para el personal.....	154
4.3.	Resultados esperados de la capacitación .....	158
4.4.	Costos de la capacitación .....	159
	CONCLUSIONES.....	161
	RECOMENDACIONES .....	163
	BIBLIOGRAFÍA.....	165
	APÉNDICES.....	167
	ANEXOS.....	169



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa Ilgua.....	6
2.	Tanque mezclador de 2 000 litros de capacidad.....	12
3.	Marmita de capacidad de 800 litros.....	13
4.	Tanque de capacidad de 2 000 litros.....	14
5.	Molino independiente.....	15
6.	Prensas neumáticas.....	16
7.	Tinas redondas.....	17
8.	Homogeneizador de capacidad de 20 hp.....	18
9.	Tanque de capacidad de 8 000 litros.....	19
10.	DFP de la crema comercial.....	27
11.	DFP de la crema especial.....	31
12.	DFP de la ricota.....	34
13.	DFP del quesillo.....	37
14.	DFP del queso de pita.....	41
15.	DFP del queso duro.....	45
16.	DFP del queso <i>mozzarella</i> .....	49
17.	DFP del queso procesado.....	54
18.	DFP del queso súper.....	57
19.	DFP del requesón.....	60
20.	DFP del queso de capas.....	63
21.	DFP del queso crema.....	67
22.	Diagrama Sipoc del proceso de fabricación del queso duro.....	75
23.	Árbol CTQ del queso duro.....	77

24.	Árbol de evaluación de medidas .....	80
25.	Carta de control p de queso duro quebrado .....	88
26.	Diagrama de Ishikawa queso duro quebrado .....	89
27.	Mapa de proceso interfuncional del queso duro .....	92
28.	Tabla triangular del queso súper.....	108
29.	Tabla triangular del queso de capas .....	109
30.	Tabla triangular de la ricota .....	110
31.	Tabla triangular del requesón .....	111
32.	Tabla triangular del queso crema.....	112
33.	Tabla triangular de la crema especial .....	113
34.	Tabla triangular de la crema comercial .....	114
35.	Tabla triangular del quesillo .....	115
36.	Tabla triangular del queso procesado.....	116
37.	Tabla triangular del queso <i>mozzarella</i> .....	117
38.	Tabla triangular del queso duro .....	118
39.	Tabla triangular del queso de pita.....	119
40.	Tabla triangular del queso <i>cheddar</i> .....	120
41.	Planteamiento de distribución por medio de hexágonos.....	125
42.	Medidas del Departamento de Producción .....	126
43.	Distribución del Departamento de Producción.....	127
44.	Distribución final del Departamento de Producción .....	128
45.	Diagrama hombre máquina propuesto prensa neumática .....	136
46.	Diagrama hombre máquina propuesto prensa hidráulica .....	137
47.	Lista de verificación .....	144
48.	Despilfarro del agua en lavado de tanque .....	149

## TABLAS

I.	Foda del Departamento de Producción de la empresa Ilgua.....	8
II.	Estrategias Foda .....	10
III.	Cuadro proyecto.....	73
IV.	Planificación preliminar del cuadro proyecto .....	74
V.	Referencia de interpolación para cálculo de nivel de sigma.....	84
VI.	Numeración de máquinas y estaciones de trabajo.....	94
VII.	Movimientos en la fabricación del queso súper.....	95
VIII.	Movimientos en la fabricación del queso de capas .....	96
IX.	Movimientos en la fabricación de la ricota.....	97
X.	Movimientos en la fabricación del requesón .....	98
XI.	Movimientos en la fabricación del queso crema.....	99
XII.	Movimientos en la fabricación de la crema especial .....	100
XIII.	Movimientos en la fabricación de la crema comercial .....	101
XIV.	Movimientos en la fabricación del quesillo .....	102
XV.	Movimientos en la fabricación del queso procesado .....	103
XVI.	Movimientos en la fabricación del queso <i>mozzarella</i> .....	104
XVII.	Movimientos en la fabricación del queso duro .....	105
XVIII.	Movimientos del queso de pita.....	106
XIX.	Movimientos del queso <i>cheddar</i> .....	107
XX.	Porcentaje de producción de cada producto .....	121
XXI.	Cálculo de movimientos con porcentaje ponderado.....	122
XXII.	Tabla resumen de movimientos .....	123
XXIII.	Tiempo requerido para mover máquinas.....	130
XXIV.	Matriz de análisis de modo de fallas y efectos .....	138
XXV.	Queso duro quebrado en marzo .....	139
XXVI.	Actividades de la fase de control.....	141
XXVII.	Costos de la fase de controlar.....	145

XXVIII.	Consumo de agua en diciembre .....	148
XXIX.	Desperdicio de agua por día .....	150
XXX.	Costo de materiales .....	152
XXXI.	Actividades de capacitación.....	153
XXXII.	Programación de las capacitaciones .....	154
XXXIII.	Temas de capacitación .....	155
XXXIV.	Semanas de capacitaciones .....	157
XXXV.	Costos de capacitadores .....	159
XXXVI.	Costo de materiales .....	160

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>hp</b>	Caballo de fuerza
<b>°C</b>	Grados centígrados
<b>h</b>	Hora
<b>l</b>	Litro
<b>Mpa</b>	Megapascales
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>D</b>	Número de defectuosos
<b>N</b>	Número de unidades producidas
<b>%</b>	Porcentaje
<b>Q</b>	Quetzal



## GLOSARIO

<b>Árbol CTQ</b>	Herramienta para identificar medidas relacionadas con las especificaciones de un producto.
<b>Árbol de medidas</b>	Herramienta para identificar métricas relacionadas con el o los defectos.
<b>Cargar</b>	Fase del proceso de fabricación del queso duro en el que se coloca la materia prima al molino.
<b>Carta de control</b>	Herramienta que se utiliza para controlar procesos.
<b>Caso negocio</b>	Declaración de forma general de un problema en una organización.
<b>Checklist</b>	Herramienta que se utiliza para verificar actividades repetitivas.
<b>CMC</b>	Costos relacionados con la mala calidad de un producto.
<b>Cuajada</b>	Sustancia gelatinosa resultante de agregarle cuajo la leche.

<b>Cuadro proyecto</b>	Síntesis preliminar del proyecto.
<b>Cuajo</b>	Sustancia que separa la mayor parte de las proteínas de la leche en su fase líquida.
<b>Defectuoso</b>	Inconformidad de un producto haciéndolo inservible.
<b>Despilfarro</b>	Consumo de recursos sin agregar valor al proceso.
<b>DFP</b>	Diagrama que muestra el flujo de un proceso.
<b>Lira</b>	Utensilio para realizar cortar la cuajada.
<b>Mapa de proceso</b>	Herramienta para mostrar las etapas de un proceso.
<b>Matriz FMEA</b>	Herramienta que ayuda a prevenir y contrarrestar las fallas en un proceso.
<b>Método <i>layout</i></b>	Método de rediseño basado en interacciones entre departamentos y cantidad de producción.
<b>Métrica</b>	Característica que se puede medir.
<b>Moler</b>	Fase del proceso de fabricación del queso duro en la que se utiliza un molino para reducir a partes más pequeñas.
<b>Molino</b>	Máquina que se utiliza para moler.



<b>Patrocinador</b>	Persona que supervisa el proyecto Seis Sigma.
<b>Rol</b>	Función que tiene cada miembro del equipo en Seis Sigma.
<b>Seis Sigma</b>	Metodología que se utiliza para mejorar procesos.
<b>Software minitab 4</b>	Programa para computadora que contiene varias herramientas estadísticas.
<b>Tabla triangular</b>	Matriz que muestra los movimientos en ambos sentidos entre dos máquinas o estaciones de trabajo.
<b>Tanque</b>	Equipo donde se puede almacenar, mezclar, calentar componentes.



## RESUMEN

La Empresa Impulsora Lechera Guatemalteca S. A. se dedica a la fabricación de productos lácteos y a la comercialización de los mismos, en el mercado interno. La empresa tiene una planta de producción produciendo los productos lácteos de alta calidad, ofreciéndoles a sus clientes una gran variedad de productos, los cuales se comercializan en todo el país diariamente. Generalmente las personas ya conocen la variedad de productos y hacen sus respectivos pedidos en cada centro de distribución en todo el país.

Para la fabricación de los productos se requiere mano de obra calificada y personal con experiencia, ya que la elaboración de los mismos es una gran responsabilidad. Esto debido a las operaciones de transformación para cada tarea en la fabricación de los productos, cada operador se supone que sabe hacer bien su trabajo, pero no hay ningún control acerca de la forma de hacer el trabajo por parte de los supervisores.

En este trabajo de graduación de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) se aplica la metodología de Seis Sigma DMAMC (definir, medir, analizar, mejorar, controlar). El fin es mejorar un proceso de fabricación, en el cual se definen los clientes, la parte del proceso a mejorar, y la aplicación de las mejoras con base en datos reales en la empresa. Se definieron equipos, así como se determinó con base en qué se van tomar las medidas, para luego tomar los datos y calcular la capacidad del proceso, identificar las causas potenciales y aplicar las mejoras. Se identificaron las posibles fallas en el proceso y las soluciones a las mismas.

También se llevó a cabo una propuesta de la redistribución de la maquinaria en la cual se involucran trece diferentes procesos de fabricación. Se toma en cuenta cada máquina o estación de trabajo para cada proceso de fabricación con el fin de que el Departamento este más ordenado.

# OBJETIVOS

## General

Aplicar la metodología Seis Sigma en la empresa Impulsora Lechera Guatemalteca S. A.

## Específicos

1. Diagnosticar la situación actual de la empresa.
2. Calcular el número de defectuosos por millón del queso duro tipo taxisco.
3. Determinar el nivel de sigma del proceso de fabricación del queso duro tipo taxisco.
4. Calcular los costes de mala calidad del proceso de fabricación del queso duro tipo taxisco.
5. Realizar un nuevo diseño de ubicación de las instalaciones y máquinas en el área de Producción.
6. Diseñar una propuesta para reducir el consumo de agua en el área de Producción.

7. Diseñar una propuesta de capacitación dirigido a los operarios del área de Producción.

## INTRODUCCIÓN

El planteamiento de este documento surge mediante horas de observación y análisis en área de Producción en la fábrica de la empresa Impulsora Lechera Guatemalteca S. A, ubicada en el municipio de Palín, departamento de Escuintla, Guatemala. El diagnóstico evidenció las deficiencias que hay en la planta tomando en cuenta la misión y la visión de la empresa, por lo que se detectaron varios factores que afectan la productividad y la calidad de los productos. En el Departamento de Producción se fabrican trece productos diferentes, no se tiene documentación para la realización de los productos, ni se tiene documentado ningún método de trabajo.

Cuando la empresa comenzó operaciones, solamente se contaban con pocas máquinas. Con el tiempo se fueron comprando más máquinas y solamente se acomodaban adentro del Departamento de Producción. Esto actualmente ha provocado desorden en el Departamento.

Este trabajo de graduación consta de cuatro capítulos. En el primer capítulo se presentan las generalidades de la empresa.

En el segundo capítulo se describe el proceso productivo, la implementación de la metodología seis sigma, y la redistribución de la maquinaria.

En el tercer capítulo se aplica la estrategia de producción más limpia, analizando el consumo de agua en el Departamento de Producción en la empresa, proponiendo soluciones y los costos de la aplicación de la misma.

En el capítulo cuatro se presenta un plan de capacitaciones para los operarios del Departamento de Producción incluyendo costos y resultados esperados de las capacitaciones.



# **1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA ILGUA S.A**

## **1.1. Descripción de la empresa**

La empresa Impulsora Lechera Guatemalteca se dedica a la producción y comercialización de productos lácteos. El producto se vende en varios departamentos de Guatemala, tales como: Escuintla, Quetzaltenango, Totonicapán, Huehuetenango, Izabal y Petén, entre otros. La empresa Ilgua es una empresa mediana se encuentra ubicada en el kilómetro 42 Palín, Escuintla, Guatemala.

## **1.2. Reseña histórica**

La empresa inició sus operaciones en 1962 bajo la dirección de su creador y propietario actual. Esta empresa inició sus operaciones en la venta de productos lácteos, los cuales eran elaborados y comercializados en la ciudad por el propietario.

El lugar en donde se comercializaban los productos lácteos se encontraba ubicado en el mercado La Presidenta, zona 1 de la ciudad capital de Guatemala.

Con el transcurrir del tiempo, la participación de la empresa en el mercado fue creciendo. Esto inspiró al propietario a comprar los equipos necesarios para iniciar la producción en serie, diversificando así su línea de productos.

Después que empezara operaciones en la planta de producción, se fueron creando los diferentes departamentos. Estos son Mantenimiento, Recursos Humanos, Calidad, entre otros.

Actualmente la planta de producción se encuentra ubicada en Palín, Escuintla. Diariamente se realiza la fabricación de todos los productos que comercializa la empresa.

La empresa está tratando de crecer más y actualmente se busca la apertura de nuevos departamentos para tener una mejor calidad.

### **1.3. Misión, visión y valores**

Son principios que se ejercen en la empresa diariamente. Los valores los deben aplicar los operadores al realizar su trabajo mientras que la misión y la visión son los sueños de la empresa.

#### **1.3.1. Misión**

Brindar a nuestros clientes un producto de alta calidad a través de nuestros servicios especializados de atención al cliente y haciendo uso de la vanguardia tecnológica en la fabricación de productos lácteos; ofrecer un precio favorable y competitivo llenando las expectativas deseadas en el mercado actual<sup>1</sup>.

#### **1.3.2. Visión**

Ser reconocidos a nivel nacional e internacional como una empresa líder fabricante de productos lácteos elaborados con materia prima de alta calidad cien por ciento guatemaltecos, excediendo las expectativas de nuestros clientes a través del alto potencial de los trabajadores y el interés de nuestros accionistas<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Impulsora Lechera Guatemalteca S. A.

<sup>2</sup> *Ibíd.*

### 1.3.3. Valores

La honestidad es un valor que todos en la empresa deben tener para realizar bien su trabajo. Cada trabajador en cada departamento debe de practicar el valor de la honestidad.

#### Honestidad

- Que la calidad del producto sea la máxima posible para nuestros clientes.
- Respetarse unos a otros en todos los departamentos.
- Que se elaboren nuestros productos lo mejor posible.
- Usar adecuadamente la maquinaria para producir de la mejor manera<sup>3</sup>.

Todos los trabajadores de la empresa deben esforzarse lo mejor posible para cumplir con los requerimientos de cada departamento, por ello es necesario que todas las personas que laboran en la empresa, deben de practicar el valor del esfuerzo.

#### Esfuerzo:

- Mantener la calidad en nuestros productos
- Cumplir con las metas
- Crecimiento constante de la empresa<sup>4</sup>

Cada uno de los trabajadores en la empresa sabe sus obligaciones y el momento que debe hacerlas, por ello todas las personas que laboran en la empresa deben practicar el valor de la responsabilidad.

#### Responsabilidad

- Cada uno sabe y cumple sus obligaciones
- Orientar al personal realizar su trabajo mejor cada día
- Reconocer y corregir los errores<sup>5</sup>.

---

<sup>3</sup> Impulsora Lechera Guatemalteca S. A.

<sup>4</sup> Ibíd

<sup>5</sup> Impulsora Lechera Guatemalteca S. A.

#### 1.4. Descripción de los productos Ilgua

En la empresa Ilgua se producen los siguientes productos:

- Crema comercial
- Crema especial
- Queso fresco
- Queso duro
- Queso crema
- Queso *cheddar*
- Queso *mozzarella*
- Queso procesado
- Queso de pita
- Queso ricota
- Quesillo
- Requesón
- Queso de capas

Cada uno de los productos tiene diferentes presentaciones. Las presentaciones de la crema comercial y la crema especial es en vaso y en bolsa de diferentes tamaños. La presentación de los quesos es en moldes de diferentes tamaños.

El queso crema, la ricota, y el requesón al igual que las cremas, su presentación es en bolsa y de diferentes tamaños.

## **1.5. Estructura organizacional**

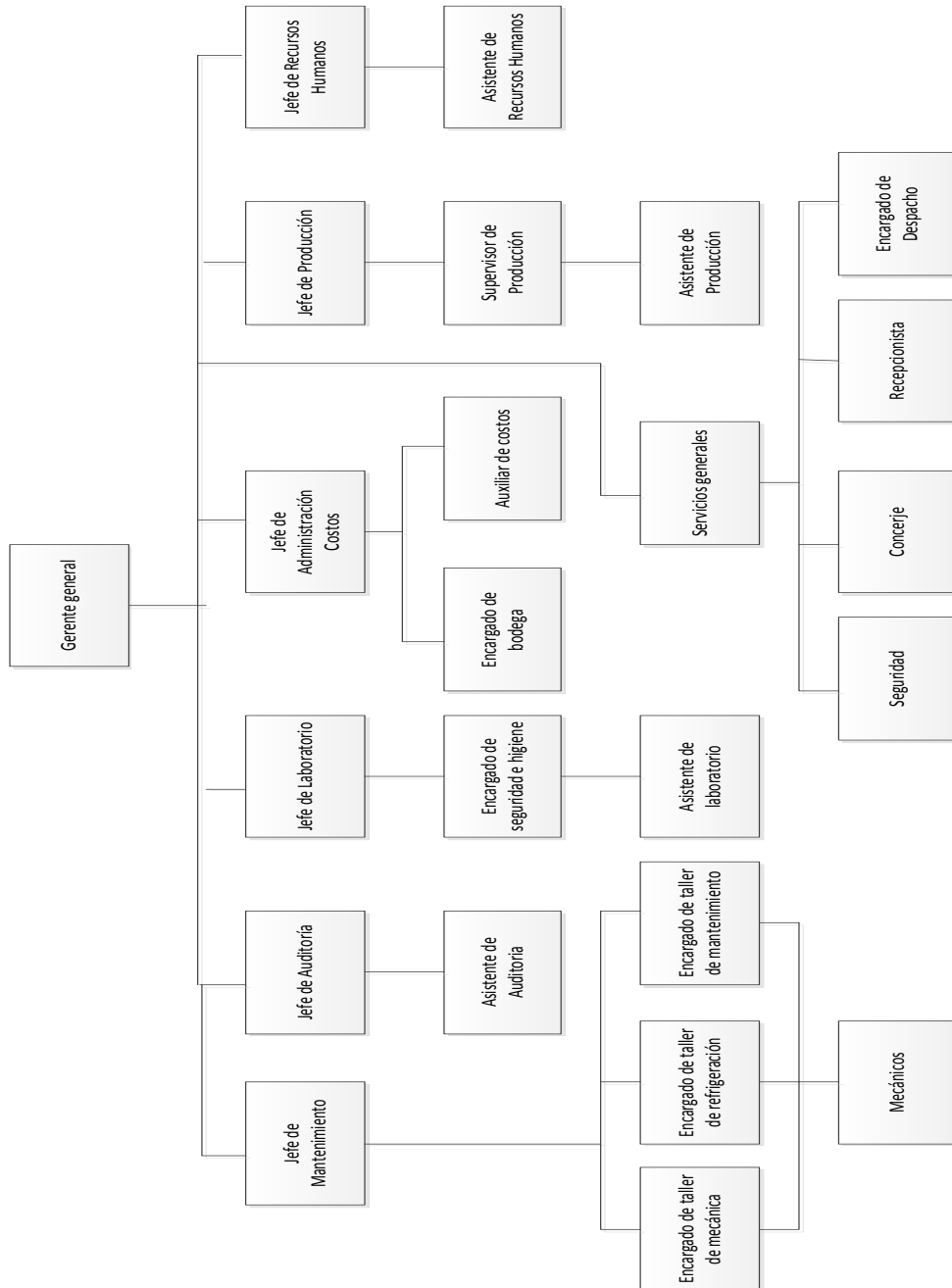
En la empresa Ilgua es de tipo funcional. Esto debido a que todas las decisiones se toman por parte del gerente general, la empresa consta de varios departamentos, cada uno tiene un jefe que se dedica a una especialidad.

Cada jefe puede opinar sobre las decisiones, sin embargo no pueden tomarlas sin autorización del gerente general.

Cada departamento tiene un jefe el cual tiene personas designadas a cargo para cumplir con sus obligaciones en la empresa. (Ver figura 1).

- Comunicación:
  - La comunicación entre jefes y subordinados es directa y sin intermediarios, incluso cualquier trabajador puede comunicarse con el jefe de planta directamente.

Figura 1. Organigrama de la empresa Ilgua



Fuente: Ilgua S. A.

## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA**

### **2.1. Situación actual**

En la planta de producción de la empresa Ilgua se fabrican diversos productos lácteos. Por ello, se cuenta con maquinaria para la fabricación de los mismos y personal capacitado, para la fabricación de cada uno de ellos.

En la actualidad en el Departamento de Producción, las máquinas y lugares de trabajo están desorganizados. También hay alto reproceso de producto según gerencia, y es necesario la reubicación de la maquinaria y la mejora de los procesos de fabricación.

El proceso que tiene mayor cantidad de reproceso es el queso duro tipo taxisco.

#### **2.1.1. Análisis Foda de la empresa**

Para la realización del diagnóstico de la empresa se empleó la técnica Foda. Para obtener la información se realizaron entrevistas no estructuradas a los trabajadores del área, iniciando con la Gerencia. Luego con los mandos medios y por último con los mandos operativos.

El problema radica en el área de Producción.

En factores internos se tomaron como referencia el Departamento de Producción, mientras que los factores externos la empresa. ( Véase tabla I).

Tabla I. **Foda del Departamento de Producción de la empresa Ilgua**

<p><b>FORTALEZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Responsabilidad de los operarios para la realización de su trabajo.</li> <li>b. Experiencia de los operarios para realizar cada una de las tareas designadas.</li> <li>c. Orden en la ejecución de las tareas designadas.</li> <li>d. Comunicación entre operarios para realizar tareas.</li> <li>e. Flexibilidad de operarios para realizar diferentes trabajos.</li> </ul>	<p><b>OPORTUNIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Aumento de la demanda en el mercado.</li> <li>b. Incursionar en nuevos mercados.</li> <li>c. Certificación de la fábrica.</li> <li>d. Aumento de presupuesto de la empresa.</li> </ul>
<p><b>DEBILIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Falta de documentación de los procesos.</li> <li>b. No hay una documentación de los procesos.</li> <li>c. Máquinas ubicadas sin orden.</li> <li>d. No está señalizado el área de circulación.</li> <li>e. Porcentaje de reproceso alto.</li> </ul>	<p><b>AMENAZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Escases de la leche.</li> <li>b. Reducción de presupuesto de la empresa.</li> <li>c. Reducción de personal capacitado en la empresa.</li> <li>d. Reducción de calidad de insumos.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.



### **2.1.1.1. Formulación de estrategias**

Ya teniendo el Foda del Departamento de Producción se procede a formular las estrategias.

La estrategia FO (MAXI-MAXI): a la empresa Ilgua le gustaría estar en una situación en donde pudiera maximizar tanto sus fortalezas como sus oportunidades. Para que la empresa pueda hacerlo es necesario reubicar la maquinaria y estaciones de trabajo de la empresa. Esto para que sea un lugar ordenado y con mejores condiciones de trabajo.

La estrategia DO (Mini- Maxi): la empresa Ilgua podría identificar nuevas oportunidades en el medio ambiente externo. Sin embargo, también es necesario que se reduzca las debilidades internamente en la empresa. Por ello es necesario que se reduzca el reproceso en el Departamento de Producción.

La estrategia FA (MAXI-MINI): una de las fortalezas que tiene la empresa es el personal que opera. Debido a los años de experiencia estos trabajadores saben hacer bien su trabajo, el problema es que cada operario tiene una forma distinta de trabajar. Por ello, se necesitan registrar los procesos, para que ahora y en el futuro haya un registro de cómo se hacen los productos y se mantenga la misma calidad.

La estrategia DA (Mini- Mini): para reducir las amenazas y debilidades de la empresa, primero es necesario controlar la forma de trabajar de los operarios. Además los tipos de errores que se cometen y establecer qué se debe hacer en caso que se cometa uno.

Tabla II. Estrategias Foda

<p><b>Factores internos</b></p> <p><b>Factores externos</b></p>	<p><b>Lista de fortalezas</b></p> <p>F1. Responsabilidad de los operarios para la realización de su trabajo.  F2. Experiencia de los operarios para realizar cada una de las tareas designadas.  F3. Orden en la ejecución de las tareas designadas.  F4. Comunicación entre operarios para realizar tareas.  F5. Flexibilidad de operarios para realizar diferentes trabajos.</p>	<p><b>Lista de debilidades</b></p> <p>D1. Falta de estandarización en el proceso de fabricación del queso duro.  D2. No hay una documentación de los procesos.  D3. Máquinas ubicadas sin orden.  D4. No está señalizada el área de circulación.  D5. Porcentaje de reproceso alto.</p>
<p><b>Lista de oportunidades</b></p> <p>O1. Aumento de la demanda en el mercado.  O2. Incursionar en nuevos mercados.  O3. Certificación de la fábrica.  O4. Aumento del presupuesto al departamento .</p>	<p><b>FO ( MAXI- MAXI)</b>  <b>Estrategia para maximizar tanto las F como las O</b></p> <p>Rediseñar la ubicación de las maquinas en el Departamento de Producción.  (O1,O2,O3,O4,F1,F2,F3,F5)</p>	<p><b>DO (Mini-Maxi)</b>  <b>Estrategias para minimizar las D y maximizar las O</b></p> <p>Mejorar el proceso de fabricación del queso duro.  (O1, O4, D3, D1, D2, D5)</p>

Continuación de la tabla II.

Lista de amenazas	FA (MAXI-MINI) Estrategia para maximizar las F y minimizar las A.	DA (Mini- Mini) Estrategia para minimizar tanto las D como las A.
A1. Escases de la leche. A2. Reducción de presupuesto asignado al Departamento. A3. Reducción de personal capacitado en el Departamento. A4. Reducción de calidad de insumos.	Registrar los procesos.  ( A2,A3, A4, F3, F4, F5)	Establecer un plan de control.  ( A3, D1, D5)

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.2. Descripción de la maquinaria en el área de Producción

Este cuenta con diversas máquinas las cuales se utilizan dependiendo del producto que se va a fabricar. Algunas máquinas son especialmente diseñadas para la fabricación de un solo producto, mientras que otras sirven para la fabricación de múltiples productos.

La empresa cuenta con las siguientes máquinas:

- Tanques mezcladores: el Departamento de Producción cuenta con 4 tanques mezcladores. Estos se utilizan para la fabricación de varios productos: crema comercial, crema especial, queso crema y queso cheddar.

Cada tanque está hecho de acero inoxidable y tiene capacidad máxima en volumen. Las capacidades de los tanques son: 2 400 litros, 2 500 litros, 2 000 litros, y 3 000 litros. Los tanques de capacidad de 2 500 litros y 2 000 litros. Estos contienen un serpentín cada uno, que sirve para calentar el líquido dentro del tanque. (Véase figura 2). Mientras que los tanques de 2 400 litros y 3 000 litros de capacidad contiene dos agitadores cada uno. Estos funcionan a través de un motor incorporado para cada agitador.

Figura 2. **Tanque mezclador de 2 000 litros de capacidad**



Fuente: área de Producción, Ilgua S. A.

- Marmitas: sirven para disolver grasa vegetal y cocinar grandes volúmenes de soluciones. Las marmitas se calientan con vapor y son hechas de acero inoxidable. En el área de producción se utilizan para tres procesos de fabricación: queso crema, crema comercial, crema especial.

- Actualmente el área de Producción cuenta con cuatro marmitas de diferentes capacidades: 200 litros, 300 litros, 400 litros y 800 litros. (Véase figura 3).

Figura 3. **Marmita de capacidad de 800 litros**



Fuente: área de Producción, Ilgua S. A.

- Tanques de almacenamiento: sirven para almacenar leche u otras soluciones. Estos son hechos de acero inoxidable y actualmente, en el área de Producción, cuenta con seis tanques de diferentes capacidades: 2 tanques de 10 000 litros, 2 tanques de 12 000 litros y 2 tanques de 2 500 litros. (Véase figura 4).

Figura 4. **Tanque de capacidad de 2 000 litros**



Fuente: área de producción, ILGUA S.A.

- Molinos: se utilizan en los procesos de fabricación de queso duro, queso fresco, queso ricota, requesón y queso procesado. La empresa cuenta con seis molinos eléctricos, cinco de ellos están incorporados en mesas de acero inoxidable y uno es un molino para triturar independiente, cada uno de los molinos tiene un motor de 2 hp de potencia. ( Véase figura 5).

Figura 5. **Molino independiente**



Fuente: área de Producción, Ilgua S. A.

- Prensas: en el área de Producción hay diferentes presas y son utilizadas mayormente en el proceso de fabricación de queso duro, también se usan en el procesos de fabricación de queso crema y queso *cheddar*. Actualmente el área de Producción cuenta con ocho presas de las cuales cinco son hidráulicas y tres son neumáticas. ( Véase figura 6).



Figura 6. **Prensas neumáticas**



Fuente: área de Producción, Ilgua S. A

- Tinas: se utilizan en los procesos de fabricación de queso fresco, ricota, quesillo y queso duro. Las tinas son recipientes hechos de acero inoxidable en los cuales se coloca la leche para transformarla. Las tinas se pueden calentar con vapor, ya que cuentan con una recámara interna para que se pueda circular y mantener el calor. Actualmente en el área de Producción cuentan con: quince tinas y cada una, tiene capacidad de 1 350 litros. (Véase figura 7).



Figura 7. **Tinas redondas**



Fuente: área de Producción, Ilgua S. A.

- Homogeneizadores: son hechos de acero inoxidable y cuentan tres pistones. Se utilizan en los procesos de fabricación para dar color y consistencia a los siguientes productos: crema especial, crema comercial y el queso crema. Actualmente el área de Producción cuenta con: dos homogeneizadores de diferente potencia cada uno, de 20 hp y 40 hp respectivamente. ( Véase figura 8).

Figura 8. **Homogeneizador de capacidad de 20 hp**



Fuente: área de producción, Iguá S. A.

- Tanques: se pueden calentar con vapor. Son hechos de acero inoxidable y cada uno tiene diferente capacidad. Son utilizados en varios procesos de fabricación: requesón, quesillo, queso cheddar, queso de pita, queso mozzarella. Actualmente el área de producción cuenta con cuatro tanques y las capacidades son: 1 400 litros, 600 litros, 5 000 litros y 8 000 litros. ( Véase figura 9).

Figura 9. **Tanque de capacidad de 8 000 litros**



Fuente: área de Producción, Ilgua S. A.

#### **2.1.2.1. Dimensiones de las máquinas**

Se tomaron las medidas de largo, alto y ancho de cada una de las máquinas en el área de Producción, para medir la altura fue necesario utilizar un medidor láser.

- Medidas de las máquinas
  - Tinajas redondas:
    - Las tinajas redondas tienen de largo: 1,8 metros, de ancho: 1,8 m y de altura: 1 m.
  - Tanque de capacidad de 1 400 litros y mesa de desuerar:
    - Se tomaron en cuenta las dos máquinas juntas para medirlas, debido a que es necesario que estén juntas para el proceso que se utilizan.
    - Largo: 2,87 m, ancho: 2,87 m y alto: 1 m
  - Tanque de capacidad de 600 litros:
    - Largo: 1,76 m, ancho: 0,80 m y alto: 0,80 m
  - Marmita de capacidad de 200 litros:
    - Largo: 1,30 m, ancho: 0,80 m, y alto: 2,25 m
  - Molino individual:
    - Largo: 0,50 m, ancho: 0,64 m, y alto: 1,20 m
  - Hiladora :
    - Largo: 1,50 m, ancho: 2,80 m y alto : 1,66 m

- Tina con motor incorporado:
  - Largo: 2,08 m, ancho: 2,08 m, y alto: 1,64 m
- Mesa de desuerar:
  - Largo: 2,28 m, ancho: 1 m, alto: 1,03 m
- Mesas de corte y pesado:
  - Mesa 1
    - ✓ Largo: 2,25 m, ancho: 1,03 m y alto: 0,90 m
  - mesa 2
    - ✓ Largo: 1,20 m, ancho: 1,15 m y alto: 0,90 m
- Molinos con mesas incorporadas:
  - Molino 1
    - ✓ Largo: 3,10 m, ancho: 1,25 m, y alto: 3 m
  - Molino 2
    - ✓ Largo: 3,35 m, ancho: 1,18 m, y alto: 3 m
  - Molino 3
    - ✓ Largo: 3,35 m, ancho: 1,23 m, y alto: 3 m
- Mesa de desuerar para queso duro:
  - Largo: 2,85 m, ancho: 1,30 m, y alto: 0,91 m

- Prensa hidráulica para moldes de queso duro, presentación de 30 libras:
  - Largo: 0,63 m, ancho: 1,55 m y alto: 3 m
  
- Prensa hidráulica para queso *cheddar*:
  - Largo: 0,58 m, ancho: 1,25 m y alto 3 m
  
- Prensa hidráulica para desuerar queso crema:
  - Largo: 1,30 m, ancho: 1,25 m y alto: 3 m
  
- Marmita de capacidad de 300 litros:
  - Largo: 2,10 m, ancho: 1,40 y alto: 2,54 m
  
- Marmita de capacidad de 400 litros:
  - Largo: 2,50 m, ancho: 2,15 m y alto: 2,40 m
  
- Marmita de capacidad de 800 litros:
  - Largo: 2,30 m, ancho: 2,55 m y alto: 3,10 m
  
- Tanque mezclador de capacidad de 2 500 litros:
  - Largo: 4,35 m, ancho: 1,25 m y alto: 2 m

- Tanque mezclador de capacidad de 2 000 litros:
  - Largo: 3,35 m, ancho: 1,55 m y alto: 2 m
- Tanque de almacenaje de 2 000 litros
  - Largo: 2,15 m, ancho: 2,20 m y alto: 3,05 m
- Homogeneizador de capacidad de 20 hp:
  - Para medir el homogeneizador se tomó en cuenta el intercambiador de calor, debido a que las dos máquinas deben estar juntas:
    - ✓ Largo: 2,35 m, ancho: 2 m y alto: 2 m
- Homogeneizador de capacidad de 40 hp:
  - Para medir el homogeneizador se tomó en cuenta el intercambiador de calor, debido a que las dos máquinas deben estar juntas:
    - ✓ Largo: 3,5 m, ancho: 2 m y alto: 2 m
- Tanque mezclador de capacidad de 2 400 litros:
  - Largo: 1,5 m, ancho: 4 m y alto: 2,10 m
- Tanques para suero de capacidad de 8 000 y 5 000 litros:

- Se midieron los dos tanques juntos, debido al tipo de proceso de fabricación en que se utilizan, deben permanecer juntos.
  - ✓ Largo: 5,15 m, ancho: 4,60 m y alto: 3 m
- Prensa hidráulica de madera:
  - Largo: 2,80 m, ancho: 1,55 m y alto: 2 m
- Mesa con dos molinos incorporados:
  - Largo: 4,57 m, ancho: 1,5 m y alto: 3 m
- Prensas neumáticas:
  - Largo: 3,60 m, ancho: 1,55 m y alto: 2,5 m
- Equipo de mezcla:
  - Largo: 3 m, ancho: 4,84 m y alto: 1,5 m
- Tanque mezclador de capacidad de 3 000 litros:
  - Largo: 2,5 m, ancho: 4,75 m y alto: 2,5 m



### **2.1.3. Diagramas de flujo de proceso (DFP) de fabricación**

Para la realización de estos diagramas, se realizaron varias observaciones de cada uno de los procesos previo a la elaboración.

Los diagramas de flujo de proceso se realizaron durante 3 meses, con apoyo del jefe de producción y los operarios..

- Los diagramas se realizaron con base en el método de proceso de fabricación actual.
- Se tomaron en cuenta los materiales a utilizar para los procesos de fabricación. En algunos casos no se va a brindar el nombre los materiales debido a la privacidad de la empresa.

A continuación se describen los procesos de fabricación de cada producto y la realización de cada uno de los diagramas de flujo de proceso DFP.

- Crema comercial

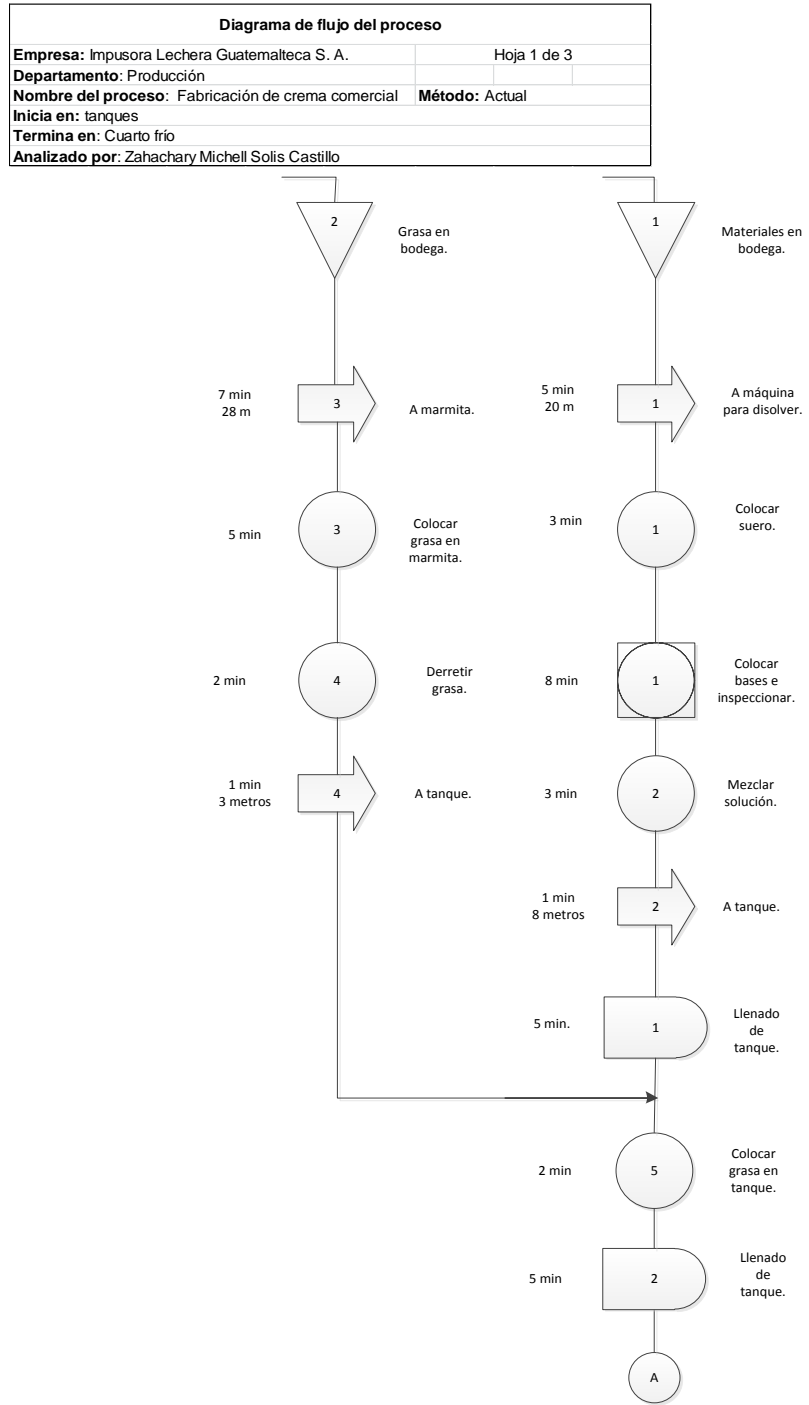
Se transporta la grasa de bodega y los materiales a utilizar hacia marmita en 7 minutos, y se recorren 28 metros. Luego se coloca la grasa adentro de la marmita en 5 minutos. Después se derrite grasa adentro de la marmita, se coloca la grasa derretida en un barril y se transporta al tanque de capacidad 2 400 litros esto se hace en 1 minutos y se recorren 3 m.

Simultáneamente al procedimiento anterior, otro operario se encarga de: transportar de bodega los materiales al equipo de mezcla se tarda 5 minutos, y recorre 20 m. Se coloca suero al equipo de mezcla se tarda 3 minutos, se colocan ingredientes en el equipo de mezcla para preparar base y se inspecciona que se disuelva uniformemente en 8 minutos. Después se mezcla solución 3 minutos, se transporta la base a tanque por medio de mangueras esto toma 1 minuto y se recorre 8 m.

Se espera que se llene la mitad del tanque. Esto demora 5 minutos. Luego se coloca la mitad del barril con grasa derretida en 2 minutos. Posteriormente coloca la mitad restante de la base en el tanque en 5 minutos. Después se coloca ingrediente a barril con grasa para disolver la grasa esto se demora 2 minutos y se mezcla durante 1 minuto. Después se coloca solución en tanque que se demora 3 minutos. Luego se espera que se llegue a la temperatura de 85 °C aproximadamente esto toma 19 minutos, se inspecciona la viscosidad mediante una muestra que se manda al laboratorio 5 minutos. Se coloca colorante durante 0,5 minutos, se homogeniza durante 0,5 min.

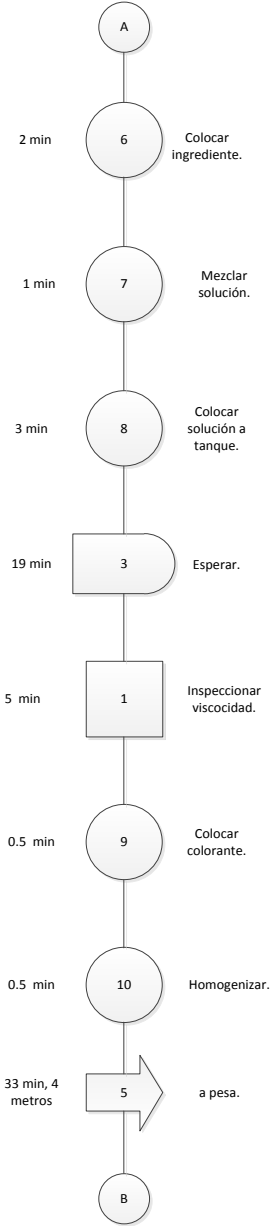
Se transporta por medio de la manguera hacia el área de pesado en 33 minutos y 4 metros, en donde se pesa y se pone en bolsas. Esto se hace en 5 minutos, luego se transporta al cuarto frío en 8 minutos y recorre 10 m en donde se almacena. (Véase figura 10).

Figura 10. DFP de la crema comercial



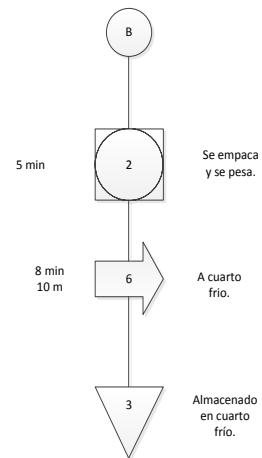
Continuación de la figura 10.

Diagrama de flujo del proceso	
Empresa: Impusora Lechera Guatemalteca S. A.	Hoja 2 de 3
Departamento: Producción	
Nombre del proceso: Fabricación de crema comercial	Método: Actual
Inicia en: tanques	
Termina en: Cuarto frío	
Analizado por: Zahachary Michell Solis Castillo	



Continuación de la figura 10.

Diagrama de flujo del proceso	
Empresa: Impusora Lechera Guatemalteca S. A.	Hoja 3 de 3
Departamento: Producción	
Nombre del proceso: Fabricación de crema comercial	Método: Actual
Inicia en: tanques	
Termina en: Cuarto frío	
Analizado por: Zahachary Michell Solís Castillo	



Resumen				
símbolo	actividad	cantidad	tiempo min	Distancia en m
	operación	10	22	
	transporte	6	55	73
	demora	3	19	
	inspección	1	5	
	combinación	2	13	
	almacenaje	3	0	
<b>total</b>		25	114	73

Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

- Crema especial: la leche se encuentra en los tanques en donde ya se encuentra pasteurizada. Se transporta por a través de tubos ala descremadora en 1 minuto y recorre 15 m. Luego se extrae la grasa de la leche durante 40 minutos, luego se transporta la grasa hacia el tanque mezclador de 2 500 litros en 5 minutos y recorre 6 m. La grasa se coloca en el tanque.

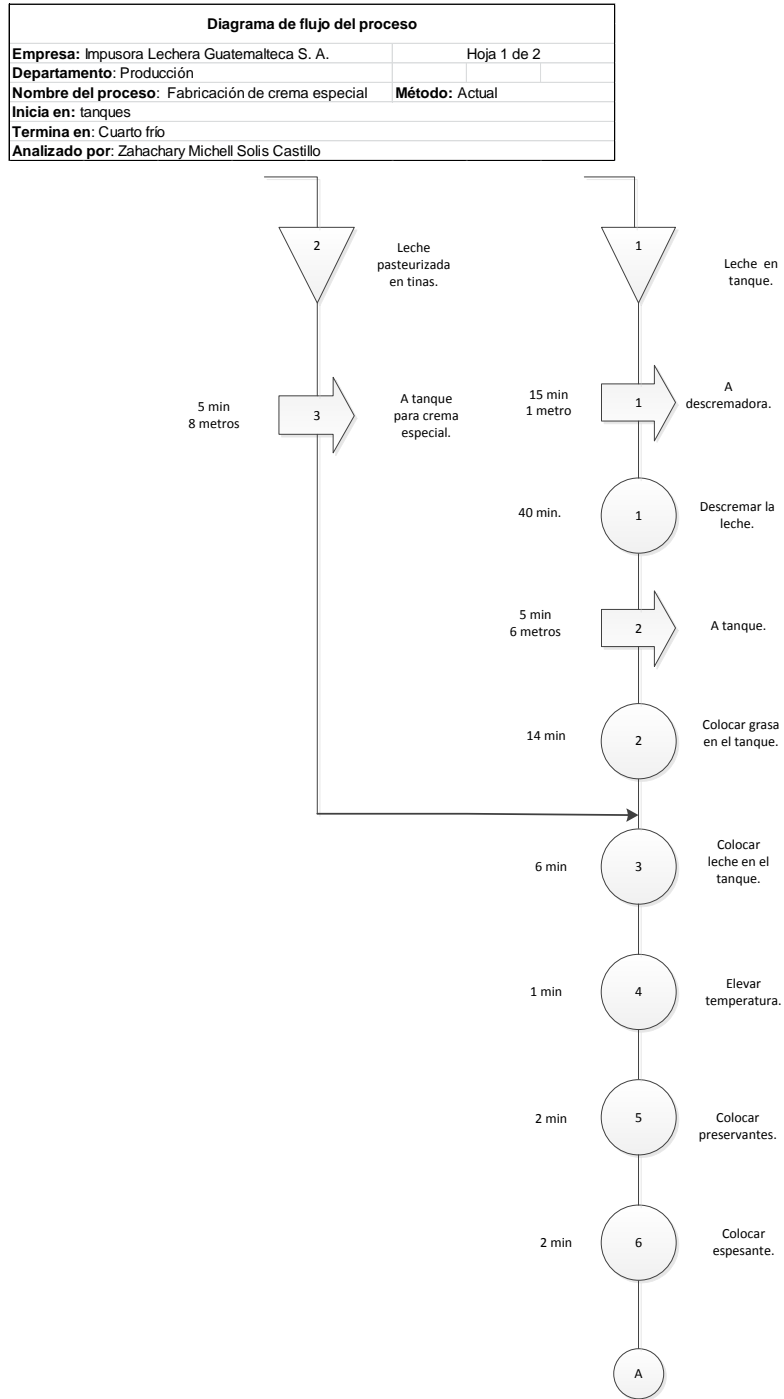
Simultáneamente al procedimiento anterior, se transporta leche pasteuriza hacía el tanque mezclador en 5 minutos y se recorre 8 m.

Se coloca la grasa en el tanque durante 14 minutos y se procede a colocar leche en el tanque durante 6 minutos. Se eleva la temperatura mediante la llave de paso, se colocan preservantes en 1 minuto. Luego se coloca el espesante durante 2 minutos y se procede a esperar a que llegue a temperatura deseada durante 40 minutos. Después se toma la temperatura con un termómetro para verificar en 0,5 minutos, se conecta las mangueras y el homogeneizador de 20 hp en 2 minutos.

Para inspeccionar se manda una muestra al laboratorio para inspeccionar la viscosidad en esto demora 12 minutos. Luego se procede a llenar los barriles y a pesarlos esto toma 60 minutos. Después se procede transportan los barriles a cuarto frío en 10 minutos y recorren 18 metros en donde se almacenan. (Véase figura 11).

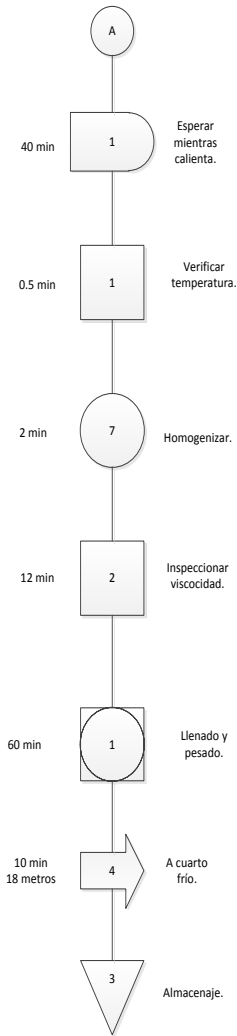
Cada barril debe estar cubierto con una bolsa transparente para envolver la crema.

Figura 11. DFP de la crema especial



Continuación de la figura 11.

Diagrama de flujo del proceso	
Empresa: Impusora Lechera Guatemalteca S. A.	Hoja 2 de 2
Departamento: Producción	
Nombre del proceso: Fabricación de crema especial	Método: Actual
Inicia en: tanques	
Termina en: Cuarto frío	
Analizado por: Zahachary Michell Solis Castillo	



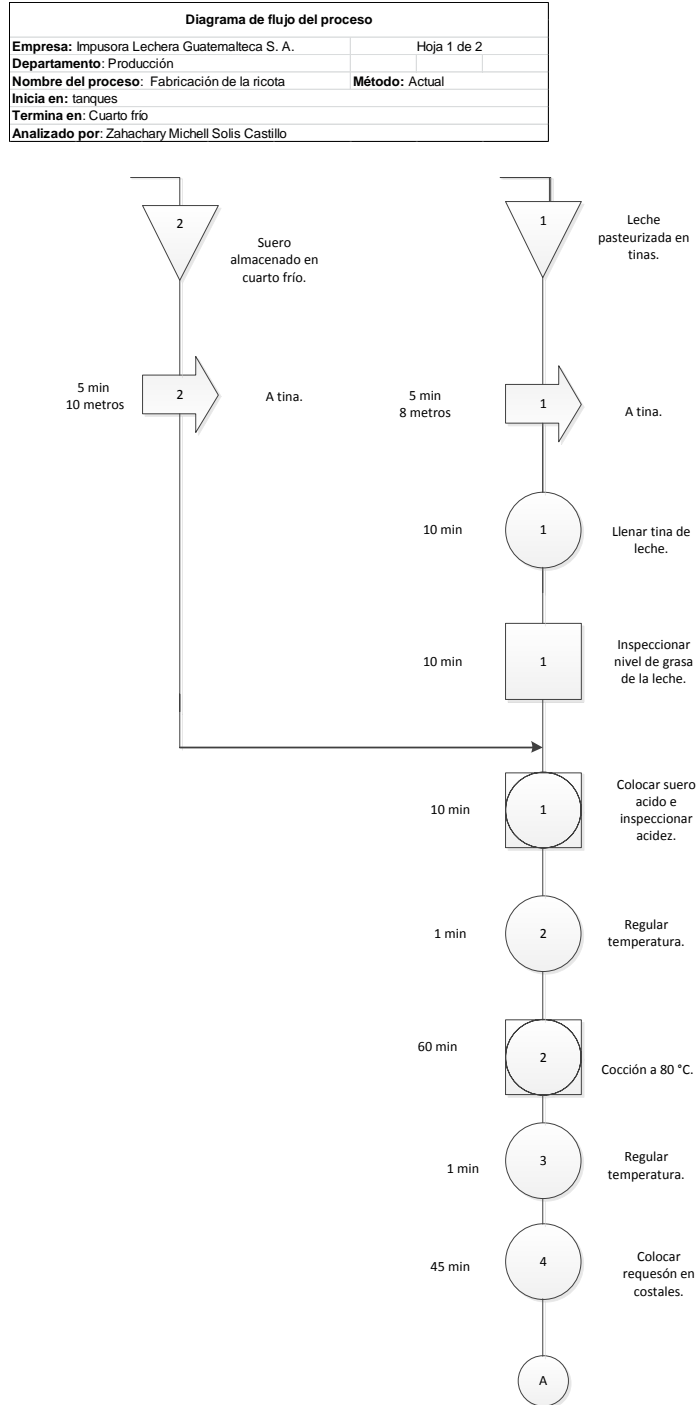
Resumen				
símbolo	actividad	cantidad	tiempo min	Distancia en m
	operación	7	65	
	transporte	4	35	33
	demora	1	40	
	inspección	2	12,5	
	combinación	1	60	
	almacenaje	3		
<b>total</b>		18	212,50	33

Fuente: elaboración propia, empleando Visio.









- Ricota: la leche se encuentra pasteurizada en el tanque o en el área de tinas, usualmente el suero se encuentra en el área de tinas debido a que es suero fresco. La leche pasa del área de Tinas, a la tina con motor, en 5 minutos y recorre 8 metros, simultáneamente otro operario transporta el suero en el área de Tinas hacia la tina redonda en 5 minutos y recorre 10 metros.
- Se llena la tina con motor de leche en 10 minutos, se saca una muestra y se lleva al laboratorio para verificar el nivel de grasa de la lecha lo que demora 10 minutos. Luego se coloca el suero a la tina lo que demora 10 minutos, se regula la temperatura, a través de la llave de paso de vapor, lo que demora 1 minuto, se mueve mientras llega a la temperatura de 80 °C y se inspecciona la temperatura y consistencia de la solución durante 60 minutos. Se baja la temperatura, a través de la llave de paso de agua, durante 1 minuto. Después se coloca el requesón en costales y se coloca en la mesa de desuerado a la par de la tina, lo cual se demora 45 minutos. Al final se coloca hielo sobre los costales.
- Se esperan 300 minutos mientras se desuera los costales, se llevan los costales al cuarto frío demorando 5 minutos y se recorren 10 metros. En el cuarto frío debe permanecer durante 960 minutos y se transportan los costales hacia el molino tardando 4 minutos y se recorre 8 metros. Luego dos operarios muelen la ricotta durante 45 minutos, se transporta al cuarto frío en donde se almacena, esperando 4 minutos y se recorren 8 metros. (Véase figura 12).

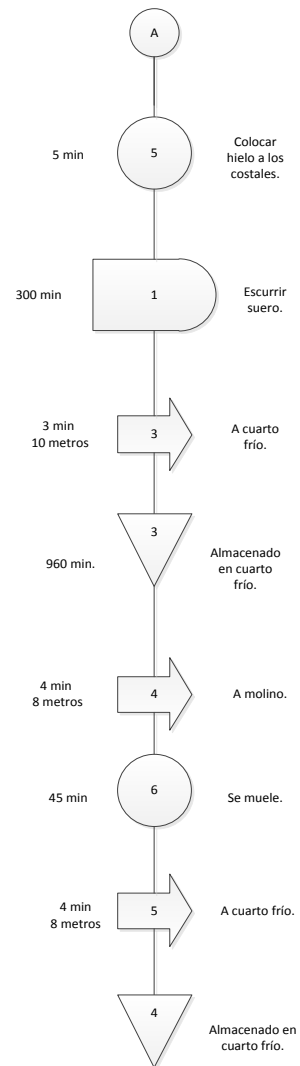
Figura 12. DFP de la ricota



Continuación de la figura 12.

Diagrama de flujo del proceso	
Empresa:	Impusora Lechera Guatemalteca S. A. Hoja 2 de 2
Departamento:	Producción
Nombre del proceso:	Fabricación de la ricota Método: Actual
Inicia en:	tanques
Termina en:	Cuarto frío
Analizado por:	Zahachary Michell Solis Castillo

Resumen				
símbolo	actividad	cantidad	tiempo min	Distancia en m
	operación	6	107	
	transporte	5	21	44
	demora	1	300	
	inspección	1	10	
	combinación	2	70	
	almacenaje	4	960	
<b>total</b>		<b>19</b>	<b>1468,00</b>	<b>44</b>

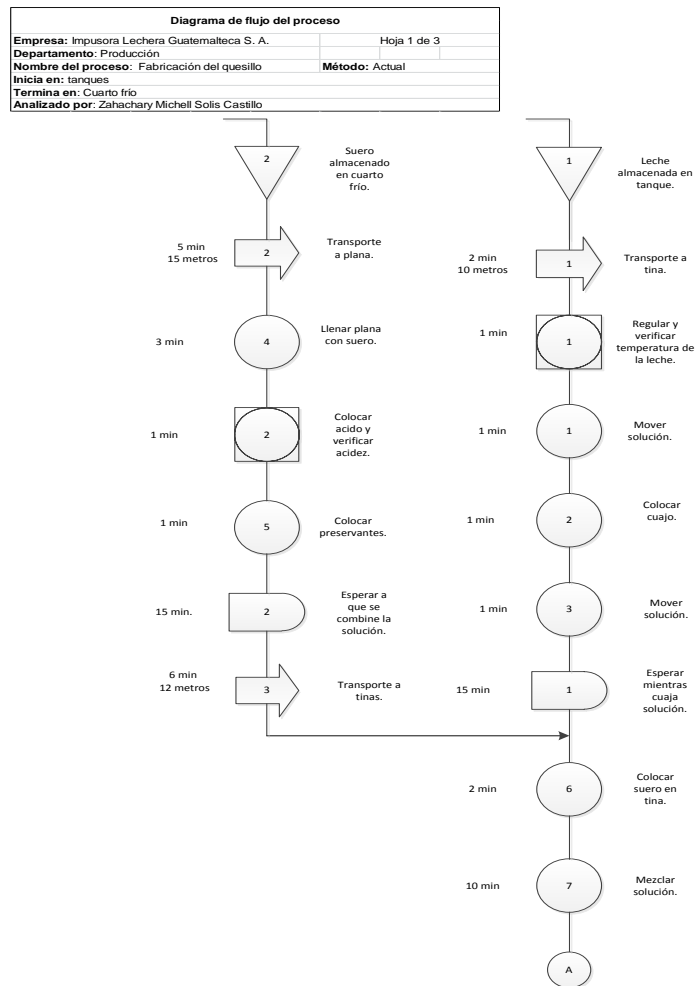


Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

- Quesillo: para la fabricación del quesillo se utiliza suero de un día anterior, el cual se encuentra almacenado en el cuarto frío. Por otra parte la leche se encuentra almacenada en tanques, se transporta hacia Tina, esto demora 2 minutos y recorre 10 metros. Luego se regula y se verifica con termómetro la temperatura de la leche, se mueve la leche y se coloca cuajo, esto demora 2 minutos, después se espera mientras cuaja la solución.
  
- Simultáneamente, el suero se transporta a tanque de capacidad de 600 litros en 5 minutos y recorre 15 metros. Luego se coloca el suero en el tanque en 3 minutos, se coloca ácido y verificar acidez mediante el gusto, demorando 1 minuto. Posteriormente se colocan preservantes y se deben esperar 15 minutos en lo que la solución absorbe la acidez, al final se transporta hacia la tina en 6 minutos y recorre 12 metros.
  
- Se coloca el suero en la tina que contiene el cuajo en 2 minutos, mezclando la solución. Luego se extrae el suero, ya sea con un recipiente o una manguera, lo que demora 5 minutos. Se eleva la temperatura de la tina y se mezcla mientras alcanza los 45 °C durante 10 minutos. Después se transporta la cuajada hacia mesa de desuerado en 7 minutos y se recorre 4 metros. Un operario coloca la cuajada en canastas en 3 minutos y la transporta hacia la máquina hiladora en 2 minutos, y recorre 10 metros.
  
- Se coloca la cuajada en la máquina durante 2 minutos y se esperan 15 minutos mientras la máquina está en operación.

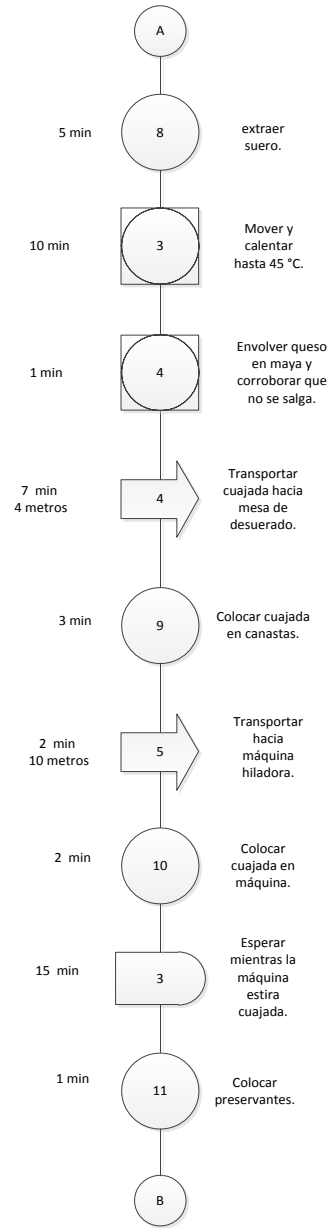
- Luego se colocan preservantes y se esperan 25 minutos, donde la maquina le da consistencia a la cuajada. Se trasporta hacia la mesa la cuajada en 5 minutos y recorre 3 metros. Se coloca en moldes y se pesa, demorando 25 minutos. Después se trasporta a cuarto frío en 5 minutos y se recorren 10 metros, en donde se almacena. (Véase figura 13).

Figura 13. DFP del quesoillo



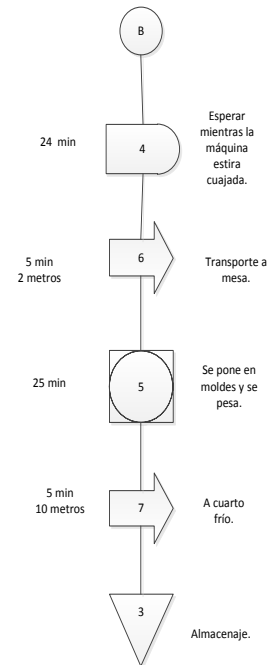
Continuación de la figura 13.

Diagrama de flujo del proceso	
Empresa: Impusora Lechera Guatemalteca S. A.	Hoja 2 de 3
Departamento: Producción	
Nombre del proceso: Fabricación del quesillo	Método: Actual
Inicia en: tanques	
Termina en: Cuarto frío	
Analizado por: Zahachary Michell Solis Castillo	



Continuación de la figura 13.

Diagrama de flujo del proceso	
Empresa: Impusora Lechera Guatemalteca S. A.	Hoja 3 de 3
Departamento: Producción	
Nombre del proceso: Fabricación del quesillo	Método: Actual
Inicia en: tanques	
Termina en: Cuarto frío	
Analizado por: Zahachary Michell Solís Castillo	



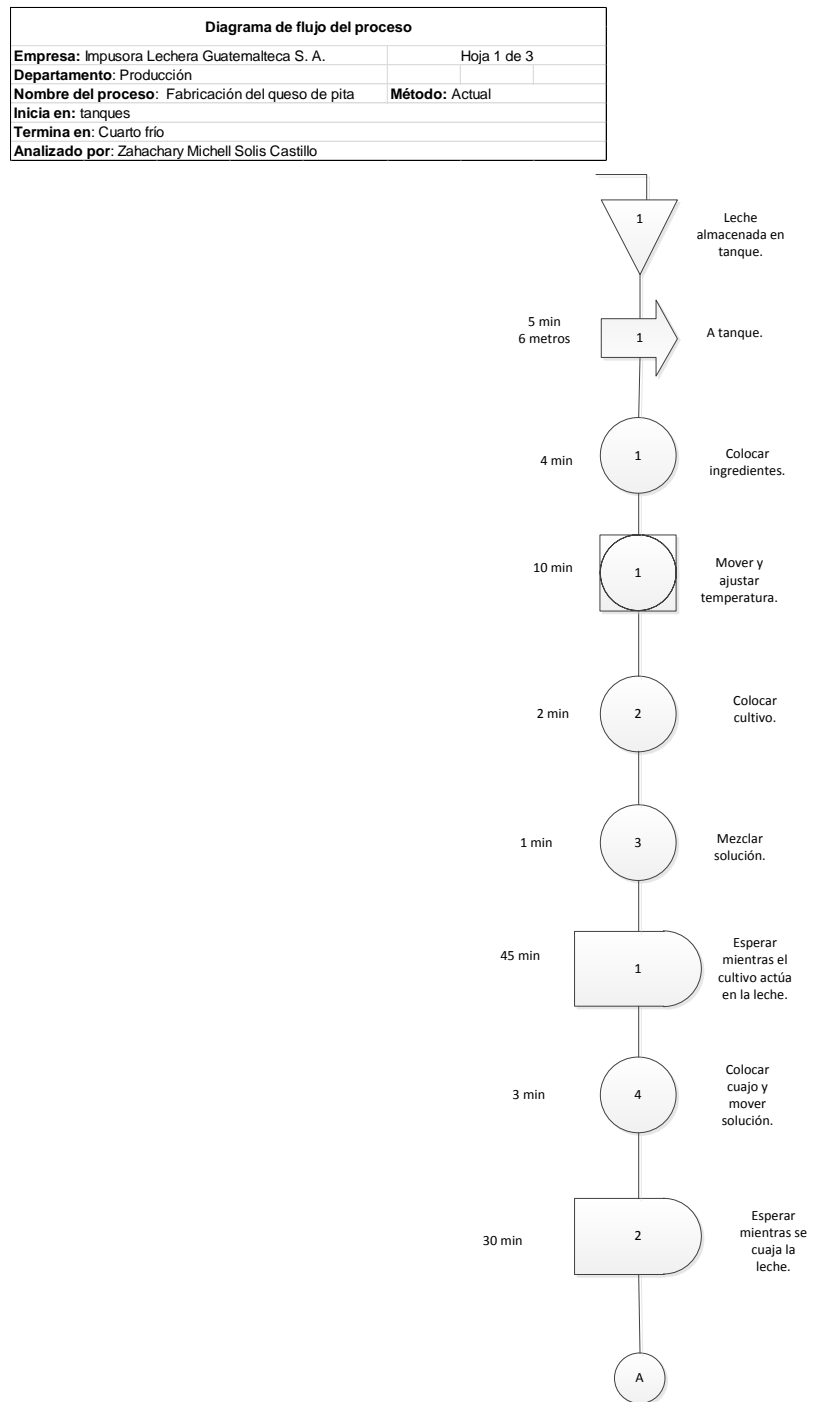
Resumen				
símbolo	actividad	cantidad	tiempo min	Distancia en m
	operación	9	30	
	transporte	7	32	73
	demora	4	69	
	inspección	0	0	
	combinación	5	38	
	almacenaje	3	0	
<b>total</b>		<b>28</b>	<b>169,00</b>	<b>73</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

- Queso de pita: la leche se transporta de los tanques de almacenamiento hacia el tanque de capacidad de 600 litros en 5 minutos, y recorre 10 metros. Luego se colocan ingredientes para que la leche tome consistencia en 4 minutos; un operario ajusta la temperatura con llave de paso y mueve la solución a la misma vez con un agitador. Después se coloca cultivo a la solución y se mezcla en 2 y 1 minuto respectivamente. Se espera durante 45 minutos, mientras actúa el cultivo en la solución, se mueve la solución y se coloca cuajo a la misma vez; se espera 30 minutos mientras cuaja la leche, se corta la cuajada con la lira durante 5 minutos.
  
- Se eleva la temperatura hasta 46 °C durante 30 minutos y se mueve a la misma vez con el agitador. Se separa la cuajada del queso con el agitador en 4 minutos, se extrae el suero en 12 minutos. Luego se corta la cuajada con el cuchillo. Se espera durante 60 minutos en lo que la cuajada toma la acidez necesaria, se toma una muestra de la cuajada y se lleva al laboratorio para verificar acidez. Se procede a cortar y luego moldear el queso con agua caliente en 3 y 15 minutos respectivamente.
  
- Luego se procede a estirar el queso durante 45 minutos, después se coloca en sus respectivos moldes demorando 20 minutos y se recorren 5 metros en 10 minutos para el cuarto frío en donde se almacena durante 960 minutos. Después se lleva a la mesa en donde se le coloca sal durante 50 minutos, y después se lleva al cuarto frío en donde se almacena. (Véase figura 14).

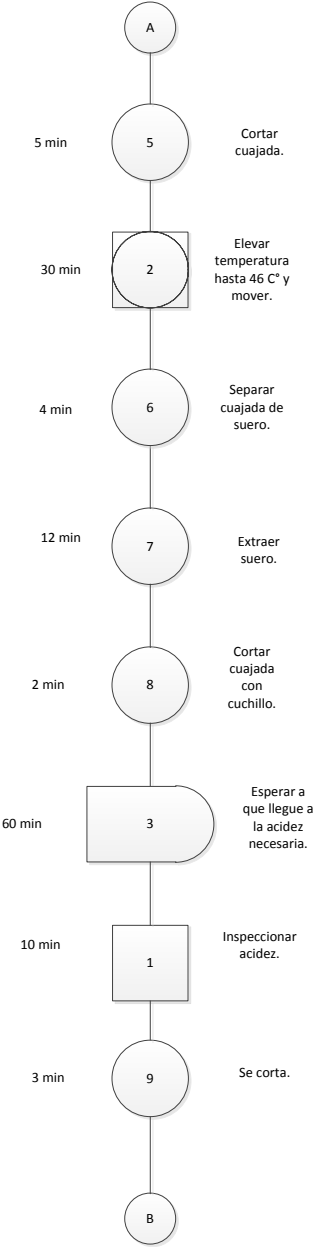


Figura 14. DFP del queso de pita









Continuación de la figura 14.

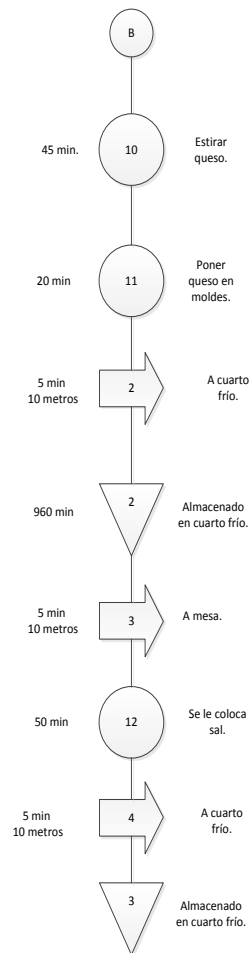
Diagrama de flujo del proceso	
Empresa: Impusora Lechera Guatemalteca S. A.	Hoja 2 de 3
Departamento: Producción	
Nombre del proceso: Fabricación del queso de pita	Método: Actual
Inicia en: tanques	
Termina en: Cuarto frío	
Analizado por: Zahachary Michell Solis Castillo	



Continuación de la figura 14.

Diagrama de flujo del proceso	
Empresa:	Impusora Lechera Guatemalteca S. A. Hoja 3 de 3
Departamento:	Producción
Nombre del proceso:	Fabricación del queso de pita Método: Actual
Inicia en:	tanques
Termina en:	Cuarto frío
Analizado por:	Zahachary Michell Solis Castillo

Resumen				
símbolo	actividad	cantidad	tiempo min	Distancia en m
	operación	12	151	
	transporte	4	20	56
	demora	3	135	
	inspección	1	10	
	combinación	2	40	
	almacenaje	1	960	
<b>total</b>		<b>23</b>	<b>1 316,00</b>	<b>56</b>

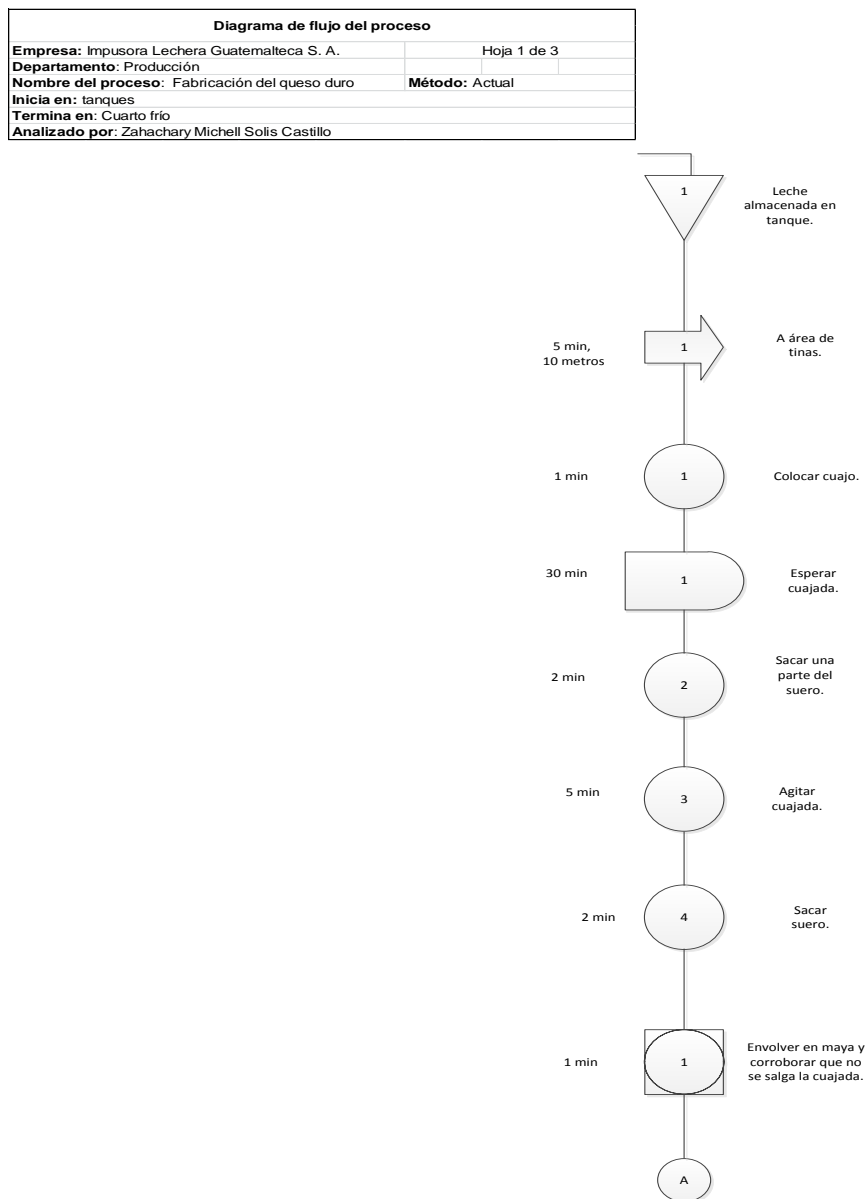


Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

- Queso duro : se transporta la leche del tanque hacia el área de Tinajas y se procede a llenar las tinajas en 5 minutos recorriendo 10 metros. Se coloca cuajo a la leche en 1 minuto, luego se tiene que esperar 30 minutos en lo que se forma la cuajada en la tina, luego se procede a sacar la mitad del suero ya sea con una manguera o con otro recipiente, luego se agita la cuajada durante 3 minutos.
  
- Para sacar la cuajada de la tina se envuelve en una maya y se corrobora que no salga durante 2 minutos. Luego se transporta la cuajada hacia la mesa de desuerado, tardando 3 minutos y se recorren 4 metros. Se procede a colocar las canastas y pesarlas durante 10 minutos. La cuajada se transporta a otra mesa de desuerado y se espera durante 20 minutos. Después se transporta hacia el molino en 3 minutos y se recorren 5 metros en donde se le muele con sal durante 30 minutos.
  
- Mientras se va moliendo con sal se va almacenando en barriles, durante 960 minutos. Luego se saca de los barriles y se lleva hacia los molinos demorando 5 minutos y se recorren 10 metros, en el molino; 2 operarios lo muelen y le colocan sal y queso seco durante 30 minutos. Se envuelve el queso en mantas durante 30 minutos y se lleva hacia la prensa neumática o hidráulica lo que demora 20 minutos y se recorren 6 metros, después se prensa el queso durante 540 minutos y se lleva a los molinos lo que demora 5 minutos y se recorren 8 metros.

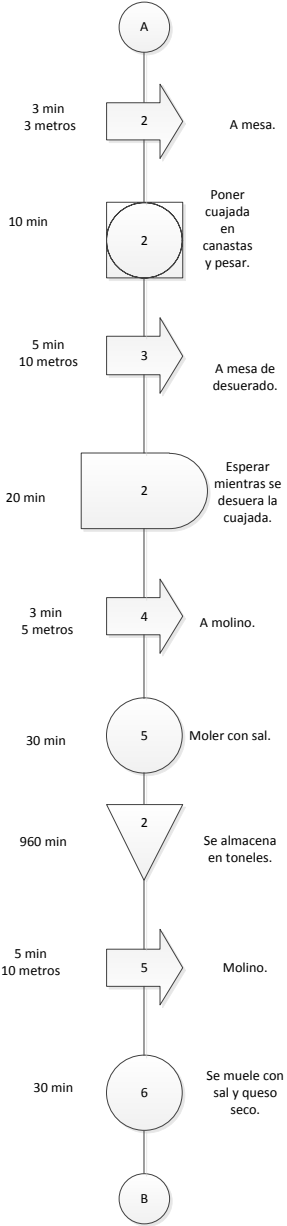
- Se le quitan las mantas (durante 10 minutos) y se llevan al área de Empaque (5 minutos y se recorren 10 metros), donde lo cortan, pesan en 120 minutos y lo llevan al cuarto frío (se demora 10 minutos y se recorren 20 metros) a almacenar. (Véase figura 15).

Figura 15. DFP del queso duro









Continuación de la figura 15.

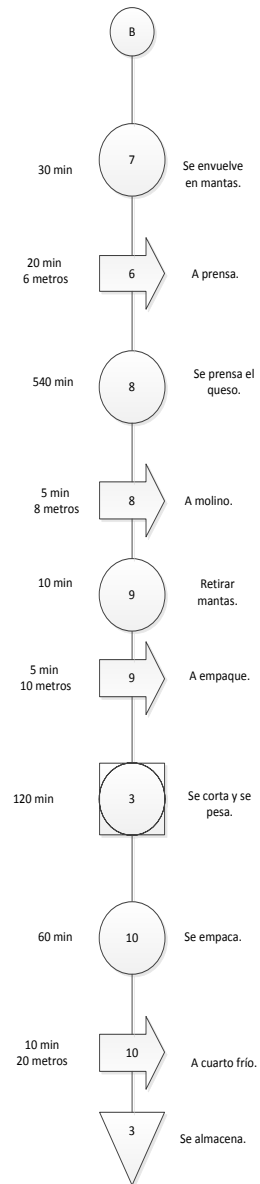
Diagrama de flujo del proceso	
Empresa: Impusora Lechera Guatemalteca S. A.	Hoja 2 de 3
Departamento: Producción	
Nombre del proceso: Fabricación del queso duro	Método: Actual
Inicia en: tanques	
Termina en: Cuarto frío	
Analizado por: Zahachary Michell Solis Castillo	



Continuación de la figura 15.

Diagrama de flujo del proceso	
Empresa: Impusora Lechera Guatemalteca S. A.	Hoja 3 de 3
Departamento: Producción	
Nombre del proceso: Fabricación del queso duro	Método: Actual
Inicia en: tanques	
Termina en: Cuarto frío	
Analizado por: Zahachary Michell Solis Castillo	

Resumen				
símbolo	actividad	cantidad	tiempo min	Distancia en m
	operación	10	710	
	transporte	10	61	72
	demora	2	50	
	inspección	0	0	
	combinación	3	131	
	almacenaje	3	960	
<b>total</b>		<b>28</b>	<b>1 912,00</b>	<b>72</b>



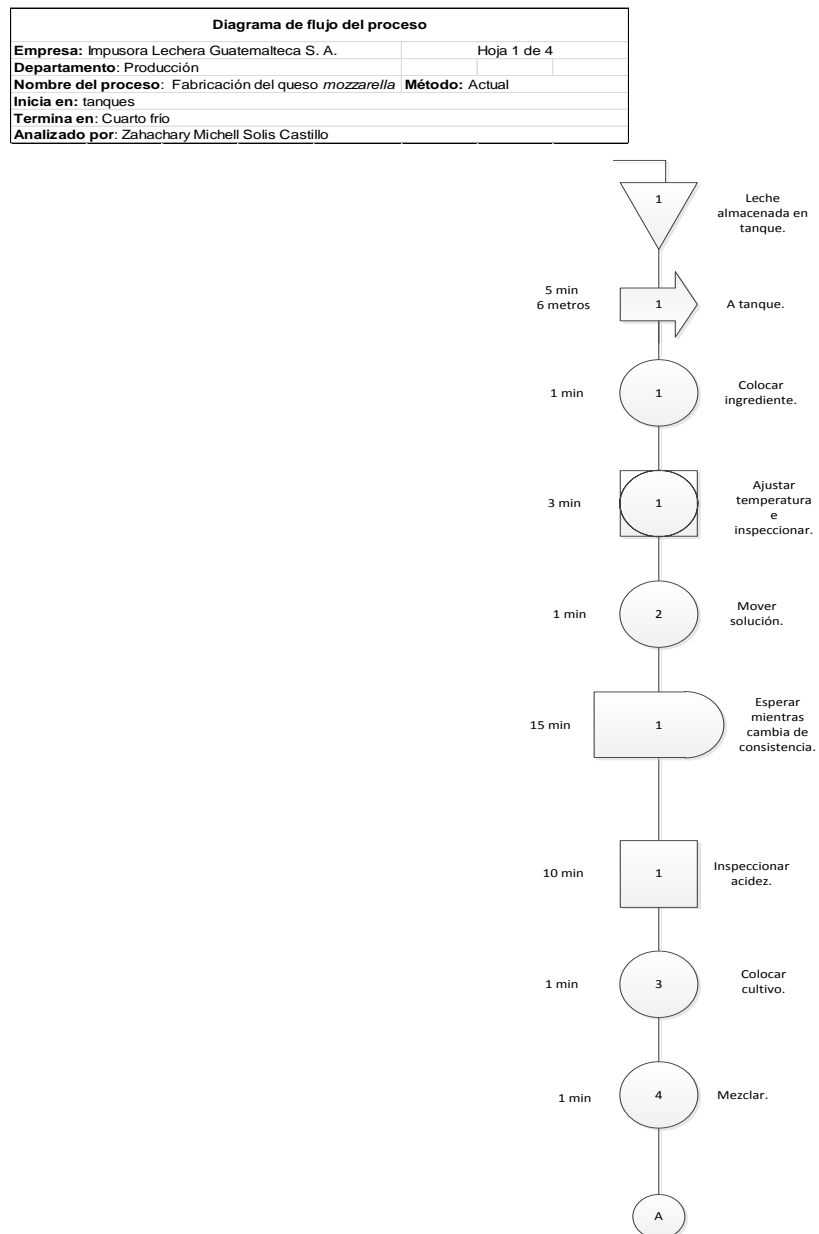
Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

- Queso *mozzarella*: la leche se transporta hacia el tanque capacidad de 600 litros en 5 minutos y recorre 6 m. Luego se le coloca un ingrediente en 1 minuto, un operador ajusta la temperatura e inspecciona durante 3 minutos. Un operario mueve solución con el agitador durante 3 minutos, se espera durante 15 minutos mientras absorbe acidez la leche, se le coloca cultivo mientras se mezcla durante 2 minutos. Después se esperan 60 minutos que son requeridos para que el cultivo haga efecto sobre la leche.
  
- Se mueve agita la solución durante 2 minutos, se verifica la temperatura de la solución con un termómetro y se ajusta durante 5 minutos, se coloca cuajo en un minutos y se esperan 60 minutos en lo que se separa el suero de la leche. Luego se corta la cuajada durante 3 minutos, se mueve con el agitador durante 1 minuto. Se ajusta la temperatura hasta llegar a 46 °C durante 15 minutos, se saca el suero y se acomoda la cuajada. En esto se demora 16 minutos, y luego se corta con el cuchillo tardando 2 minutos.
  
- Un operario comprime la cuajada con la ayuda de un agitador durante 10 minutos. Luego se verifica la acidez de la cuajada, llevando una muestra al laboratorio demorando 10 minutos; se transporta a la máquina hiladora en 2 minutos y 3 m recorridos, en donde se coloca la cuajada en la máquina hiladora (se demora 5 minutos).



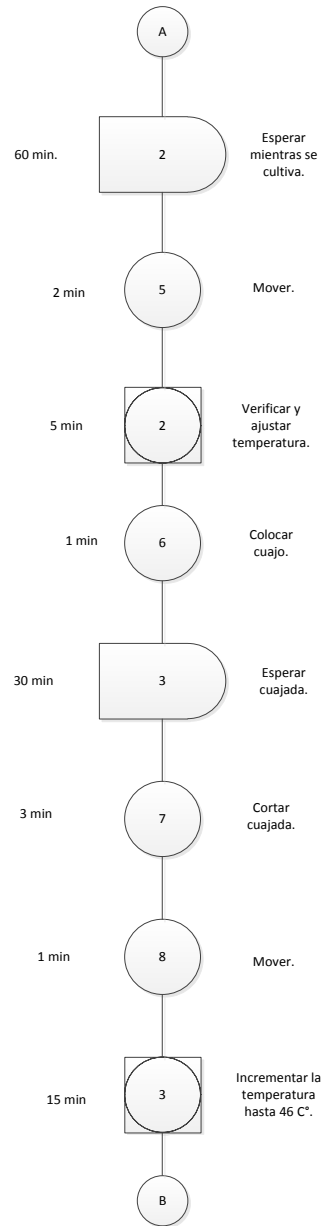
- Se coloca el queso en moldes y se pesa, por lo que se demora 20 minutos. Luego se transportan al cuarto frío (en 5 minutos y se recorren 10 metros) en donde se almacenan. (Véase figura 16).

Figura 16. DFP del queso *mozzarella*



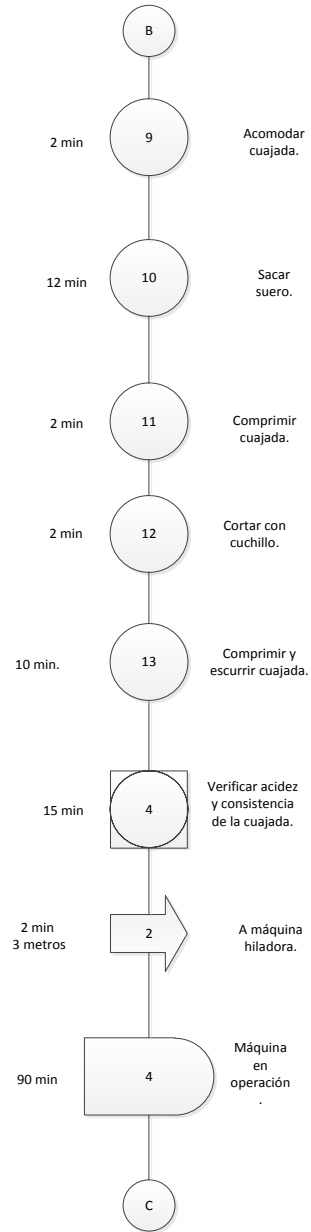
Continuación de la figura 16.

Diagrama de flujo del proceso	
Empresa: Impusora Lechera Guatemalteca S. A.	Hoja 2 de 4
Departamento: Producción	
Nombre del proceso: Fabricación del queso <i>mozzarella</i>	Método: Actual
Inicia en: tanques	
Termina en: Cuarto frío	
Analizado por: Zahachary Michell Solis Castillo	



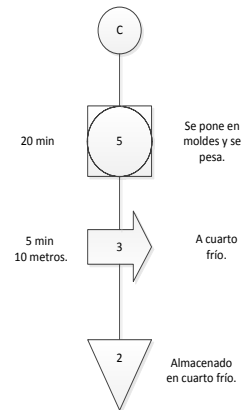
Continuación de la figura 16.







Diagrama de flujo del proceso	
Empresa: Impusora Lechera Guatemalteca S. A.	Hoja 3 de 4
Departamento: Producción	
Nombre del proceso: Fabricación del queso <i>mozzarella</i>	Método: Actual
Inicia en: tanques	
Termina en: Cuarto frío	
Analizado por: Zahachary Michell Solis Castillo	



## Continuación figura 16

Diagrama de flujo del proceso	
Empresa:	Impusora Lechera Guatemalteca S. A. Hoja 4 de 4
Departamento:	Producción
Nombre del proceso:	Fabricación del queso <i>mozzarella</i> Método: Actual
Inicia en:	tanques
Termina en:	Cuarto frío
Analizado por:	Zahachary Michell Solis Castillo



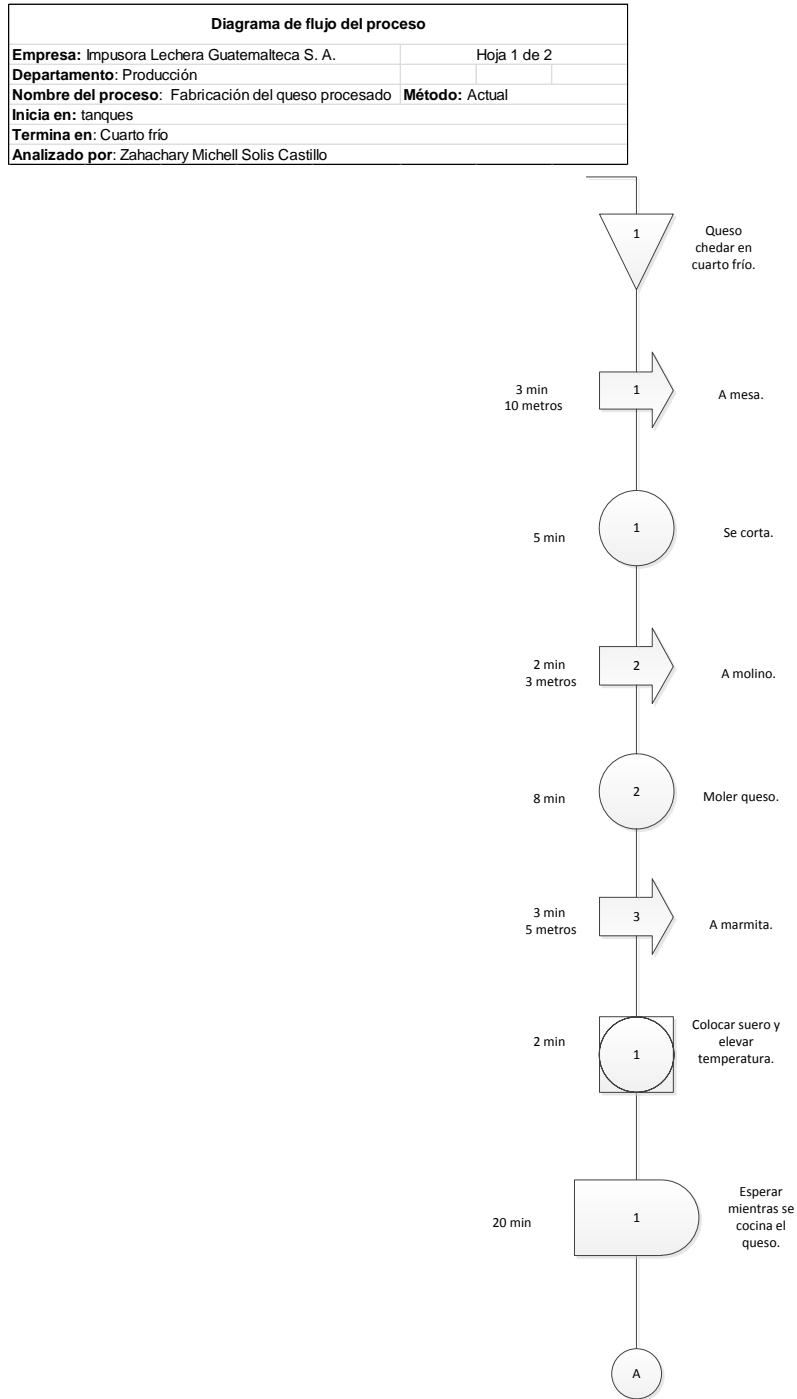
Resumen				
símbolo	actividad	cantidad	tiempo min	Distancia en m
	operación	13	39	
	transporte	3	12	19
	demora	4	195	
	inspección	1	10	
	combinación	5	58	
	almacenaje	2	0	
<b>total</b>		28	314,00	19

Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

- Queso procesado: este al final del proceso se pone en moldes de metal.
- Para la elaboración del queso procesado, la empresa utiliza queso cheddar el cual se encuentra almacenado en el cuarto frío. Un operario lo traslada a una mesa en 3 min y recorre 10 m, en donde se corta con un cuchillo en 5 minutos. Luego se transporta al molino individual en 2 minutos y se recorren 3 m.
- Un operario muele el queso durante 8 minutos y lo traslada y coloca en la marmita de 200 litros de capacidad. Luego se coloca suero, lo que demora.
- Se calienta la marmita de 200 litros con vapor y se espera durante 20 minutos. Luego se colocan preservantes y otros ingredientes demorando 5 minutos. El operario inspecciona el color y sabor en 1 minuto, después se transporta el queso hacia la mesa (se demora 3 minutos y recorre 5 metros) en donde se pone en moldes de metal y se empacan (se demora 6 minutos).
- Luego se transporta (se demora 3 minutos y recorre 10 m) al cuarto frío en donde se almacena.

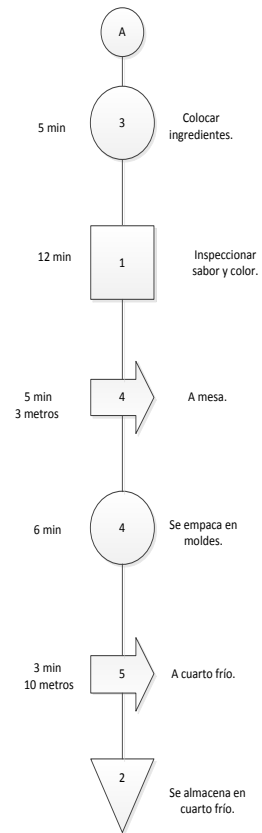
En la figura 17 se muestra una descripción gráfica del proceso.

Figura 17. DFP del queso procesado



Continuación de la figura 17.

Diagrama de flujo del proceso	
Empresa: Impusora Lechera Guatemalteca S. A.	Hoja 2 de 2
Departamento: Producción	
Nombre del proceso: Fabricación del queso procesado	Método: Actual
Inicia en: tanques	
Termina en: Cuarto frío	
Analizado por: Zahachary Michell Solis Castillo	



Resumen				
simbolo	actividad	cantidad	tiempo min	Distancia en m
	operación	4	24	
	transporte	5	16	31
	demora	1	20	
	inspección	1	12	
	combinación	1	2	
	almacenaje	2	0	
<b>total</b>		14	74,00	31

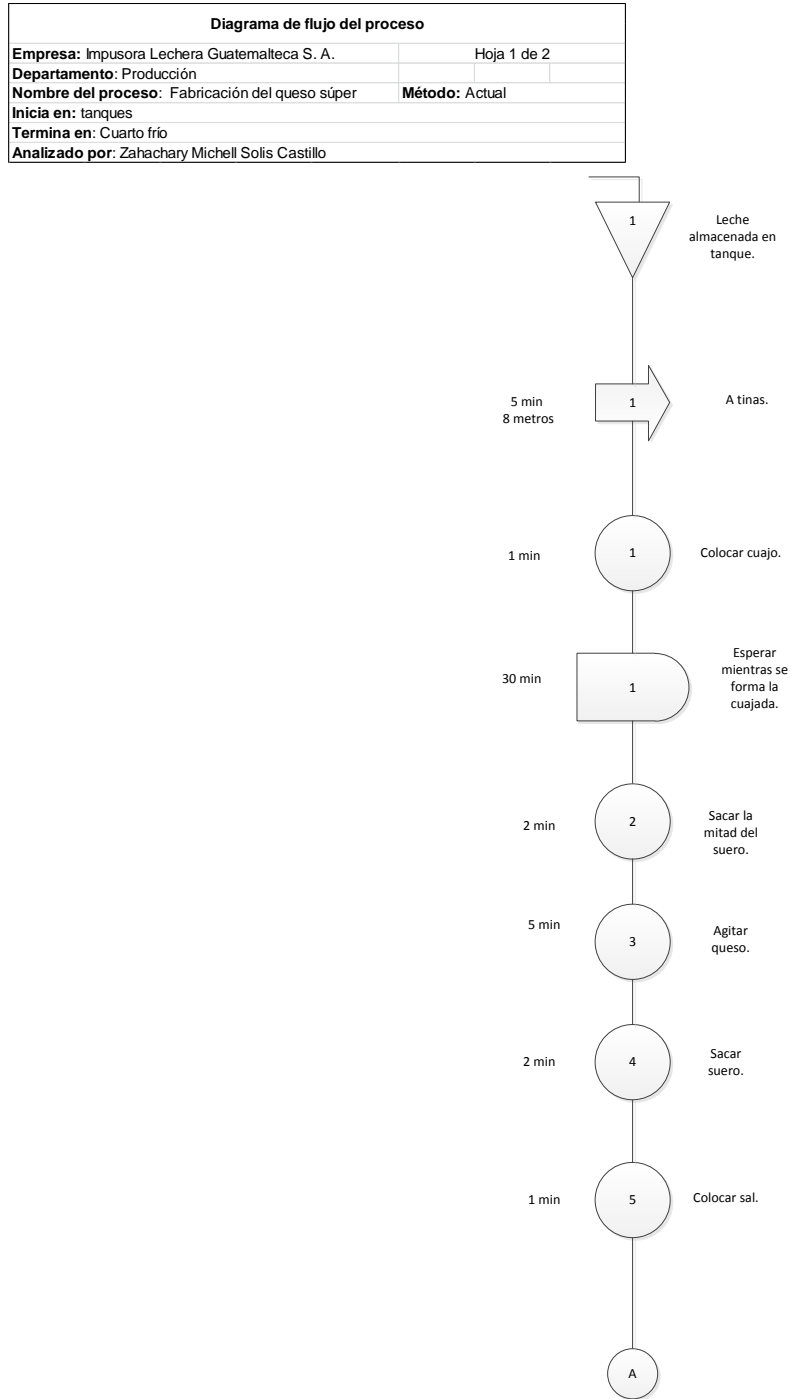
Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

- Queso súper: se transporta por medio de tubos la leche hacia el área de Tinajas, en donde un operario coloca la leche, en las tinajas, durante 5 minutos y la tubería recorre 15 m. Luego se coloca cuajo en 1 minuto y se espera 30 minutos en lo que se separa el suero de la leche, el operario saca el suero durante 2 minutos. Después se mueve la solución con la ayuda del agitador durante 5 minutos se saca el resto del suero y se le coloca sal demorando 2 y 5 minutos respectivamente.
  
- Un operador mezcla la solución con el agitador y se envuelve en una maya la cuajada, esto demora 2 minutos. Luego se transporta hacia la mesa de desuerado en 5 minutos y recorre 5 m.
  
- Se escurre la cuajada en 5 minutos, se coloca en canastas y se pesa en 7 minutos. Luego se transporta hacia el molino con la ayuda de una plataforma rodante en 2 minutos y se recorren 10 metros. Se muele durante 20 minutos, y 4 operarios colocan en moldes el queso en 60 minutos. Después se transporta a cuarto frío en donde se almacena, lo que demora 5 minutos y se recorre 8 m.

En la figura 18 se muestra gráficamente la descripción del proceso.



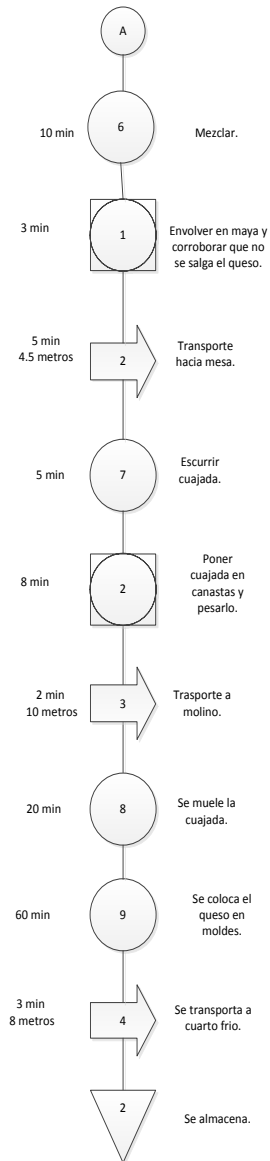
Figura 18. DFP del queso súper



Continuación de la figura 18.

Diagrama de flujo del proceso	
Empresa: Impusora Lechera Guatemalteca S. A.	Hoja 2 de 2
Departamento: Producción	
Nombre del proceso: Fabricación del queso súper	Método: Actual
Inicia en: tanques	
Termina en: Cuarto frío	
Analizado por: Zahachary Michell Solis Castillo	

Resumen				
símbolo	actividad	cantidad	tiempo min	Distancia en m
	operación	9	106	
	transporte	4	15	31.5
	demora	1	30	
	inspección	0	0	
	combinación	2	11	
	almacenaje	2	0	
<b>total</b>		<b>18</b>	<b>162,00</b>	<b>31.5</b>

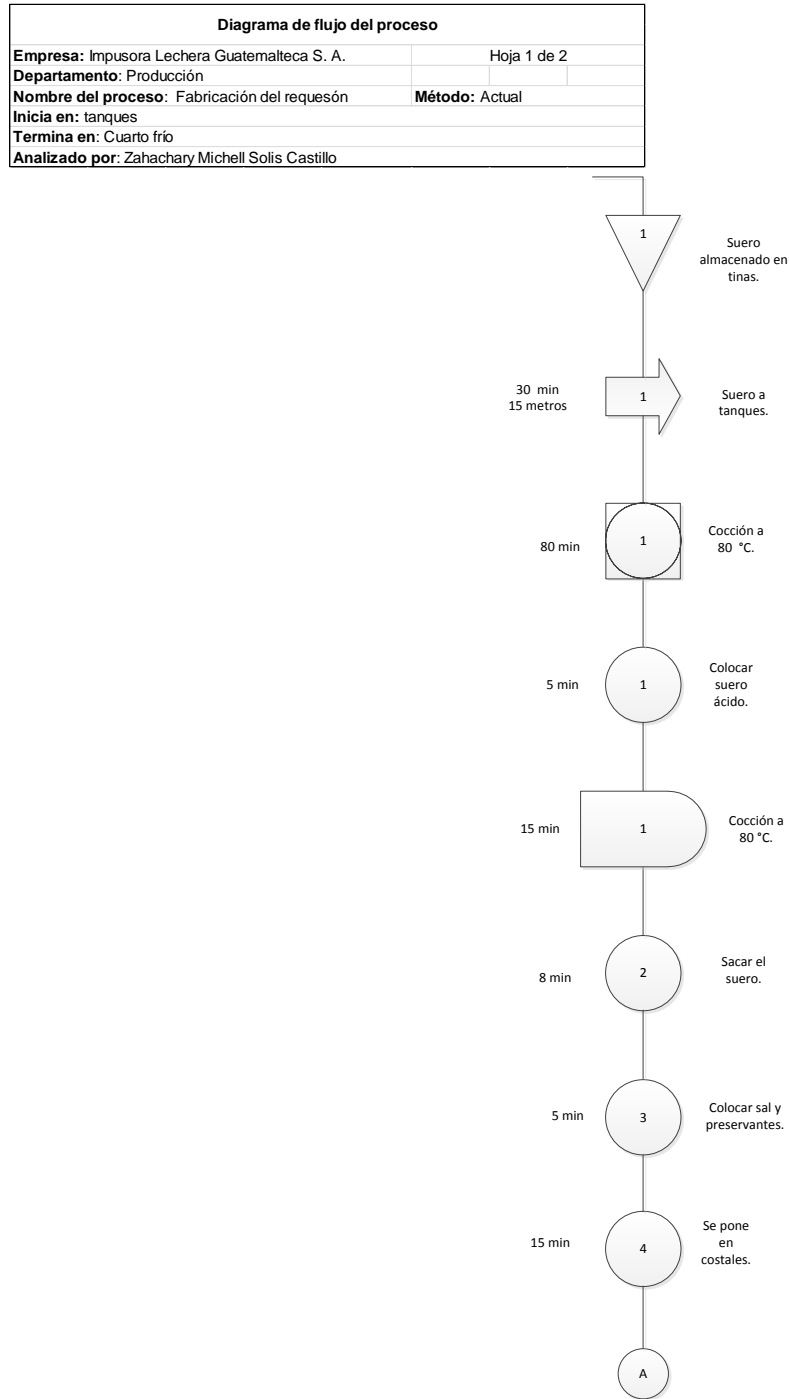


Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

- Requesón: el suero se encuentra almacenado en las tinas y se transporta hacia los tanques de capacidad de 5 000 y 8 000 litros a través de tubos en 30 minutos y recorre 15 metros. Se eleva la temperatura con vapor hasta 80 °C en 80 minutos, se coloca suero ácido en 5 minutos y se espera 15 minutos.
- Después se saca el suero con una manguera en 8 minutos. Se le coloca sal y preservantes en 5 min, se coloca en costales el requesón, en 15 minutos.
- Se transportan los costales hacia una plataforma rodante (2 minutos y 6 metros) en donde se desuera durante 10 minutos. Luego se cuelgan los costales en la plataforma (en 8 minutos) y se transporta al cuarto frío (en 3 minutos y se recorre 15 metros) en donde se almacena durante 960 minutos.
- Se transporta el requesón hacia los molinos con motor incorporado (en 4 minutos y se recorre 8 metros) en donde se muele (se demora 45 minutos). Se transporta de regreso al cuarto frío en donde se almacena.

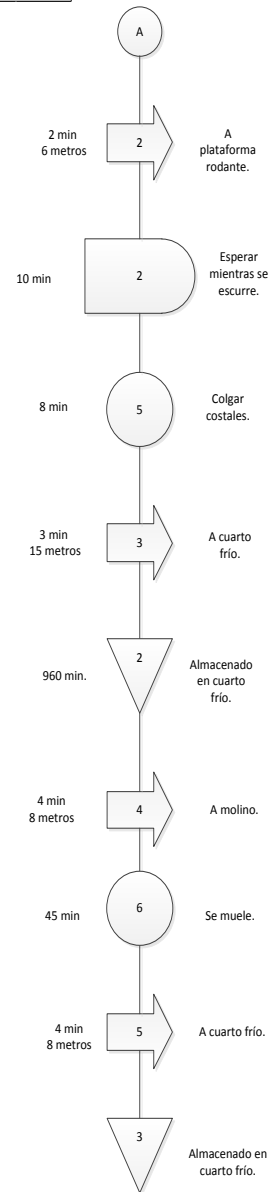
En la figuras 19 se muestra la descripción gráfica del proceso de fabricación del requesón.

Figura 19. DFP del requesón



Continuación de la figura 19.

Diagrama de flujo del proceso	
Empresa: Impusora Lechera Guatemalteca S. A.	Hoja 2 de 2
Departamento: Producción	
Nombre del proceso: Fabricación del requesón	Método: Actual
Inicia en: tanques	
Termina en: Cuarto frío	
Analizado por: Zahachary Michell Solís Castillo	



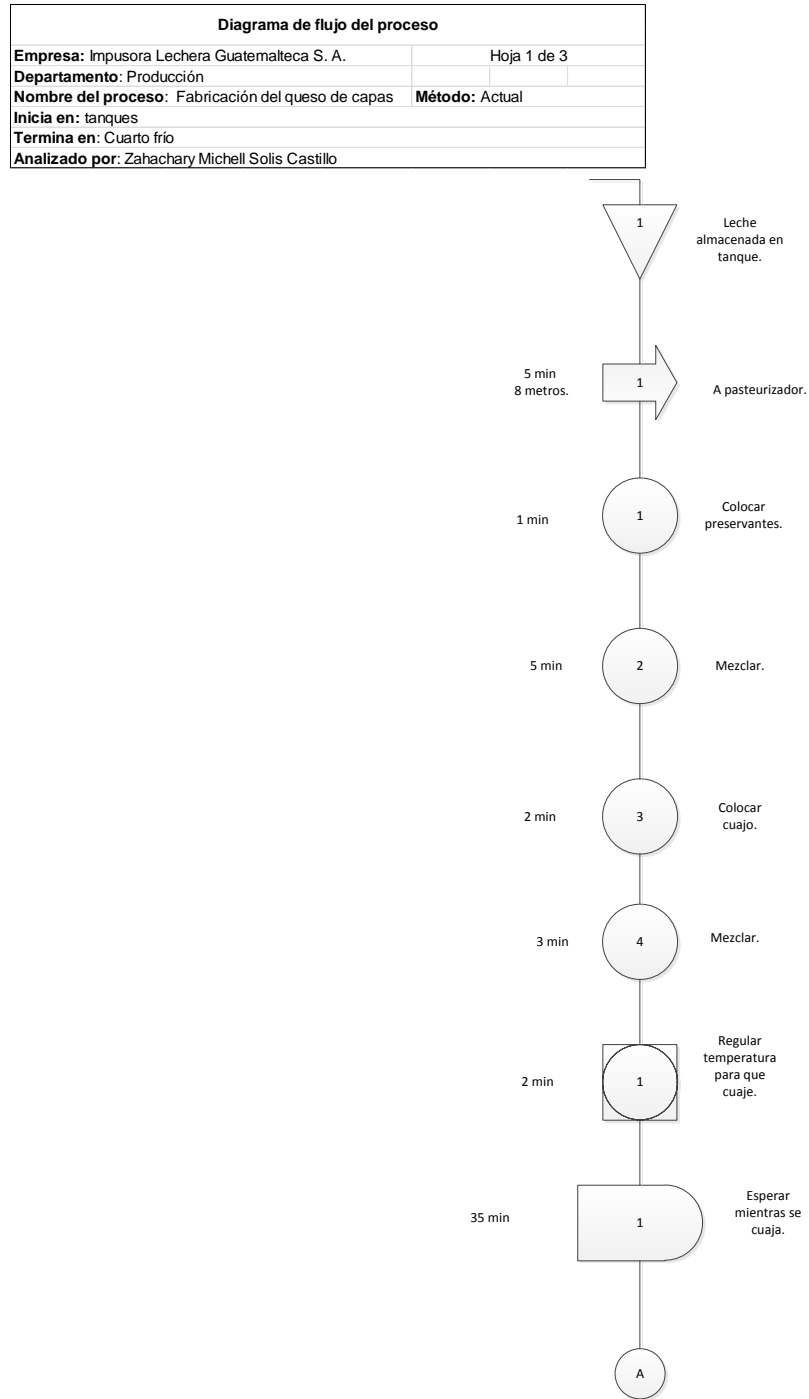
Resumen				
símbolo	actividad	cantidad	tiempo min	Distancia en m
	operación	6	86	
	transporte	5	43	52
	demora	2	25	
	inspección	0	0	
	combinación	1	80	
	almacenaje	3	960	
<b>total</b>		17	1 194,00	52

Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

- Queso de capas: se transporta la leche de los tanques de almacenaje hacia el tanque de capacidad de 1 400 litros (en 5 minutos y recorre 8 metros). Se colocan preservantes (en 1 minuto) y se mezcla durante 5 minutos. Luego se coloca el cuajo (2 minutos) y se mezcla durante 3 minutos. Después se regula la temperatura y se verifica con termómetro durante 2 minutos.
- Se espera 35 minutos en lo que el suero se separa de la leche, después se corta el queso con la lira (en 4 minutos); se mueve el queso con el agitador durante 3 minutos. Se espera durante 18 minutos para que se termine de separar el suero de la leche, se extrae el suero durante 3 minutos, se coloca sal uniformemente (toma 2 minutos) y se mezcla durante 3 minutos. Después se saca la cuajada y se coloca en la mesa de desuero (toma 11 minutos sacar la cuajada) y se espera durante 12 minutos, mientras se desuera la cuajada.
- Se pone la cuajada en moldes y luego se coloca en bolsas (80 y 50 minutos respectivamente). Luego se transporta a cuarto frío (en 6 minutos, y se recorre 15 metros) y se almacena.

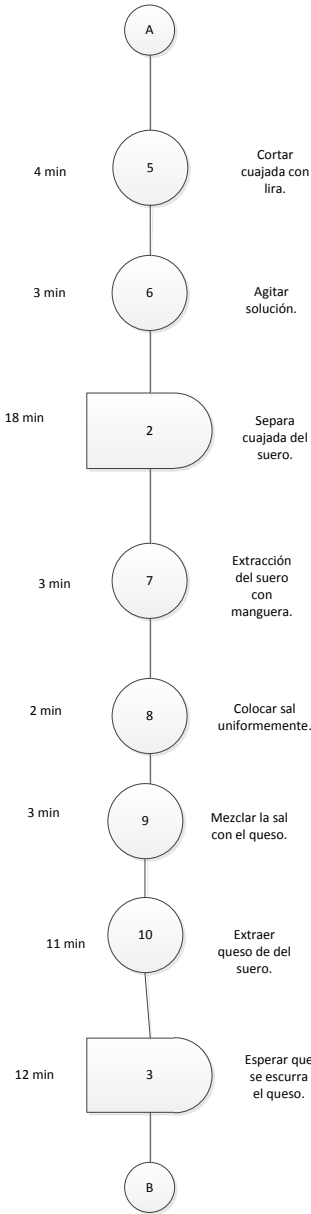
En la figura 20 se muestra gráficamente el proceso.

Figura 20. DFP del queso de capas



Continuación de la figura 20.

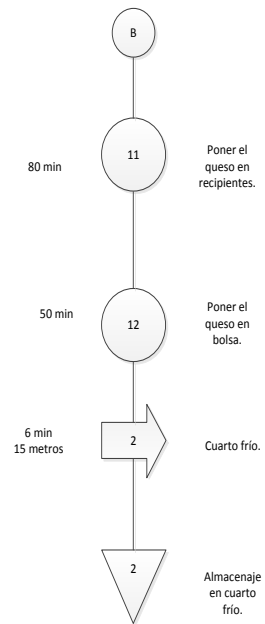
Diagrama de flujo del proceso	
Empresa: Impusora Lechera Guatemalteca S. A.	Hoja 2 de 3
Departamento: Producción	
Nombre del proceso: Fabricación del queso de capas	Método: Actual
Inicia en: tanques	
Termina en: Cuarto frío	
Analizado por: Zahachary Michell Solis Castillo	





Continuación de la figura 20.

Diagrama de flujo del proceso	
Empresa: Impusora Lechera Guatemalteca S. A.	Hoja 3 de 3
Departamento: Producción	
Nombre del proceso: Fabricación del queso de capas	Método: Actual
Inicia en: tanques	
Termina en: Cuarto frío	
Analizado por: Zahachary Michell Solis Castillo	

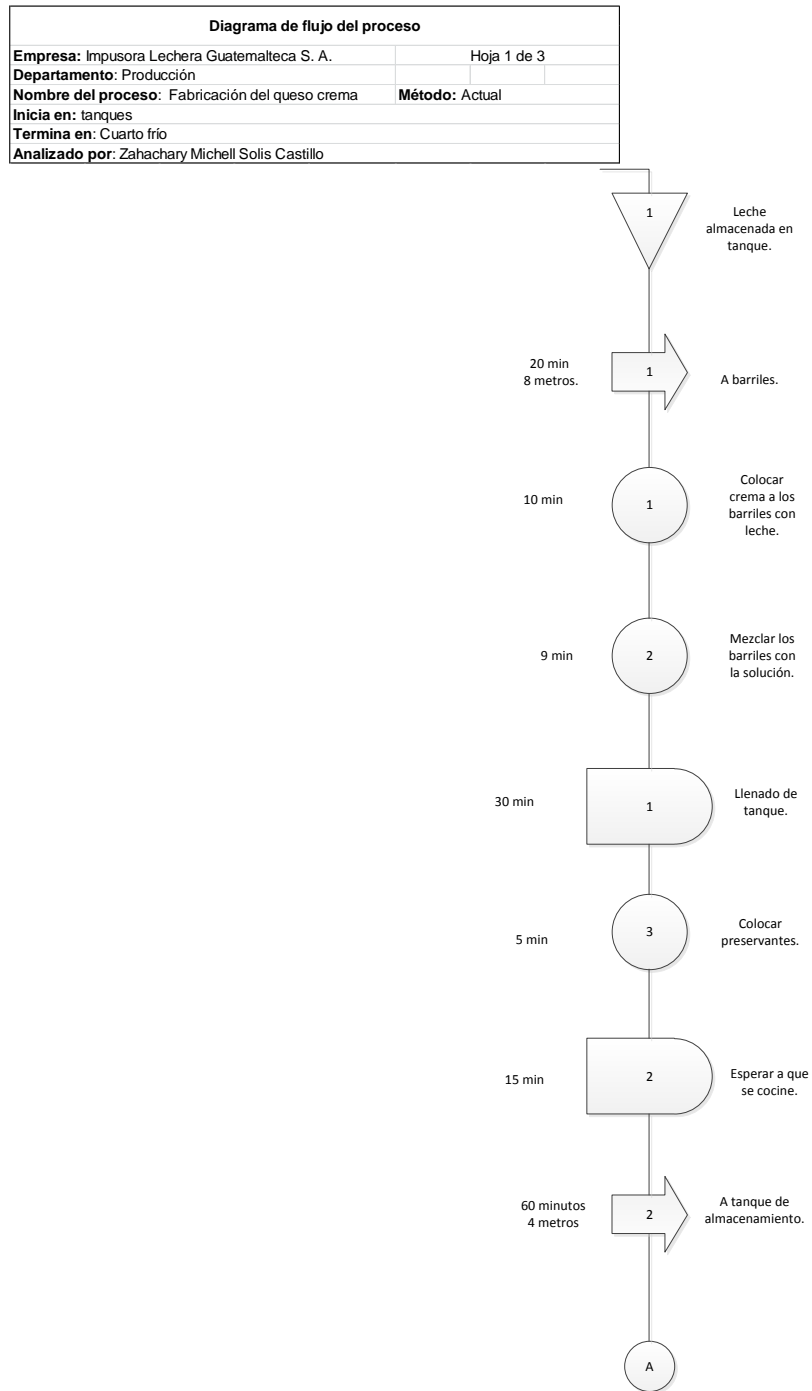


Resumen				
símbolo	actividad	cantidad	tiempo min	Distancia en m
	operación	12	167	
	transporte	2	11	23
	demora	3	65	
	inspección	0	0	
	combinación	1	2	
	almacenaje	2	0	
<b>total</b>		<b>20</b>	<b>245,00</b>	<b>23</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

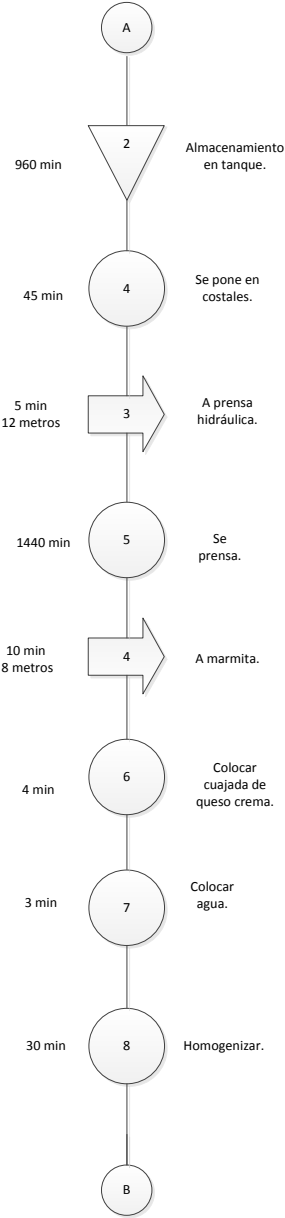
- Queso crema: la leche se transporta del tanque de almacenamiento hacia barriles que se encuentran ubicados enfrente del tanque mezclador de capacidad de 2 500 litros (20 minutos y recorre 8 metros). Luego se coloca crema a los barriles con leche (en 10 minutos) y se mezcla la solución durante 10 minutos.
- La solución de crema y leche se coloca en el tanque mezclador de capacidad de 2 500 litros (se demora 30 minutos). Se coloca preservantes (5 minutos) y se enciende el motor del tanque, se deja la solución durante 15 minutos dentro del tanque encendido. Se transporta hacia el tanque de almacenamiento de capacidad de 2 500 litros mediante el homogeneizador (este proceso se tarda 60 minutos) donde se almacena durante 960 minutos.
- Se coloca en costales la solución (toma 45 minutos) y se transporta hacia la prensa hidráulica (en 5 minutos y se recorre 12 metros) en donde se prensa durante 1 440 minutos. Se transporta hacia marmita (10 minutos, y recorre 8 metros) de capacidad de 800 litros en donde se coloca la cuajada (en 4 minutos). Después se colocan los preservantes, se conecta al homogeneizador de capacidad de 20 hp y se transporta por medio de una manguera al área de pesado( durante 30 minutos).
- Se coloca en bolsas el requesón y se verifica el peso (en 30 minutos). Luego se transporta hacia el cuarto frío (10 minutos, 8 metros). (Véase figura 21).

Figura 21. DFP del queso crema



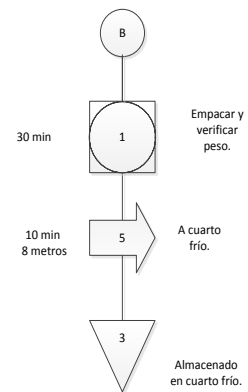
Continuación de la figura 21.

Diagrama de flujo del proceso	
Empresa: Impusora Lechera Guatemalteca S. A.	Hoja 2 de 3
Departamento: Producción	
Nombre del proceso: Fabricación del queso crema	Método: Actual
Inicia en: tanques	
Termina en: Cuarto frío	
Analizado por: Zahachary Michell Solis Castillo	



Continuación de la figura 21.

Diagrama de flujo del proceso	
Empresa: Impusora Lechera Guatemalteca S. A.	Hoja 3 de 3
Departamento: Producción	
Nombre del proceso: Fabricación del queso crema	Método: Actual
Inicia en: tanques	
Termina en: Cuarto frío	
Analizado por: Zahachary Michell Solis Castillo	



Resumen				
símbolo	actividad	cantidad	tiempo min	Distancia en m
	operación	8	1 545	
	transporte	105	95	40
	demora	2	45	
	inspección	0	0	
	combinación	5	30	
	almacenaje	3	960	
<b>total</b>		123	2 675,00	40

Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

## 2.2. Aplicación de la metodología Seis Sigma

Esta se aplica para reducir los defectos a casi cero, y se divide en cinco fases: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Lo que busca Seis Sigma es cumplir o exceder las expectativas del cliente hacia la calidad de un producto o servicio.

- Roles de Seis Sigma: en Seis Sigma no solamente se calculan los defectos, ni se limita a formar grupos de trabajo. Para ejecutar un proyecto Seis Sigma es necesario que se designen responsabilidades y roles de cada persona, según su puesto en la empresa o actividad a desarrollar durante su implementación. Por ello se identificaron los roles de Seis Sigma en el proyecto de la empresa.
  - Rol 1: El patrocinador: es el responsable de supervisar un proyecto Seis Sigma. Es la persona que ayuda a desarrollar el proyecto y muestra el camino que el proyecto debe llevar en el momento en el que se esté ejecutando. En la empresa Ilgua S. A. el patrocinador es: Prospero Morales, gerente general de la empresa.

- Rol 2: El responsable de la implantación: es la persona que tiene que asegurarse de implementar la metodología Seis Sigma día con día. Debe documentar el progreso de la implementación e informar a los directivos. El responsable de la implementación es: Zahachary Solis, estudiante de ingeniería industrial.
- Rol 3: El jefe de proyecto: es la persona que es responsable del trabajo y los resultados del proyecto, usualmente está directamente involucrada en el proceso que se va a mejorar. Debe ayudar a implementar las mejoras si se diera algún obstáculo, el jefe de proyecto es: Mario Guillermo Morán, jefe de Producción.
- Rol 4: El tutor de Seis Sigma: Es la persona que enseña o resuelve dudas acerca de herramientas estadísticas, de calidad, diseños de procesos. El tutor debe aconsejar y tratar de no interferir con los equipos de mejora. El tutor de Seis Sigma es: Inga. Norma Sarmiento.
- Rol 5: Los miembros del equipo: son las personas que recogen datos del proceso a mejorar para su análisis, generalmente los miembros del equipo no utilizan mucho tiempo para recoger los datos del proceso. Por ello, no se dedican al proyecto a tiempo completo, la encargada de recoger los datos es Iris Chumil, asistente de auditoría.

### **2.2.1. Etapa de definir**

Luego de organizar los equipos Seis Sigma, en la etapa de definir, se debe declarar: el problema, plantear los objetivos del proyecto, identificar a los clientes del proyecto, definir los requisitos de los clientes que se puedan medir. Lo primero que se debe hacer es revisar alguna anomalía o problema que la empresa ha tenido o alguna oportunidad de mejora que se podría hacer para la empresa.

#### **2.2.1.1. Descripción del problema**

Según la Gerencia de la empresa, en los dos últimos años ha habido mucho producto para reprocesar. Por lo que la empresa quiere reducir el mismo, se presume que es por la rotación de personal y la falta de control en los procesos de fabricación, pero no se ha determinado si estas son las causas potenciales que causa el elevado número de inconformes reproceso que actualmente se fabrica.

El proceso en el cual se reprocesa más, es el proceso de fabricación del queso duro tipo taxisco. En Gerencia este producto tiene más reproceso que los otros, por consiguiente ha pedido mejorar el proceso de fabricación del queso duro tipo taxisco.

#### **2.2.1.2. Cuadro proyecto**

Cada uno de los elementos del cuadro proyecto, se basa en datos reales que el patrocinador y la empresa debe proporcionar.



En el cuadro proyecto se planifica un resultado con sus fechas, aunque estas puedan cambiar mediante se desarrolle el proyecto.

Tabla III. **Cuadro proyecto**

<b>Título del proyecto:</b> Plan para la reducción del número de unidades rechazadas de queso duro tipo duro.	
<b>Jefe de proyecto:</b> Mario Guillermo Morán González, jefe de producción.	<b>Miembros del equipo:</b>
<b>Caso negocio:</b> En los últimos dos años se han tenido un alto número de unidades para reprocesar de cada uno de los productos, lo que implica un costo que actualmente se desconoce.	Prospero Morales, patrocinador. Zahachary Solis, responsable de la implantación. Guillermo Morán, jefe de proyecto. Inga. Norma Sarmiento, tutora. Iris Chumil, recolectora de datos.
<b>Declaración del problema u oportunidad:</b> en los últimos meses el producto queso duro tipo taxisco es el que tiene mayor número de unidades para reprocesar. Se estima que el coste que incurre reprocesar es el más alto.	<b>Objetivo:</b> reducir el número de unidades rechazadas de queso duro tipo taxisco en un 7 % antes del 1 de mayo.
<b>Alcance del proyecto, restricciones y compromisos:</b> no se disponen de recursos para adquirir maquinaria nueva. El equipo puede implementar cualquier solución que esté basada en datos después de debatirla con el jefe de proyecto o si es necesario con el gerente general.	<b>Partes interesadas:</b> jefe de proyecto, empacadores, operadores, gerente general.

Fuente: elaboración propia.

El cuadro proyecto debe ir acompañado con una posible planificación. Esto debido a que es necesario, tener una idea y estipulado en cuanto tiempo se implementará el proyecto y arrojará los resultados. (Véase tabla IV).

Tabla IV. **Planificación preliminar del cuadro proyecto**

PLANIFICACIÓN PRELIMINAR	Fecha objetivo	Fecha real
Fecha de comienzo:	1 de octubre	1 de octubre
Etapa de definir	3 de octubre	
Etapa de medir	5 de noviembre	
Etapa de analizar	6 de diciembre	
Etapa de mejorar	2 de enero	
Etapa de controlar	13 de marzo	
Fecha de finalización	29 de abril	

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.1.3. Diagrama Sipoc (proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes)**

Luego de haber definido el problema, se procede a identificar y documentar el proceso mediante el diagrama Sipoc. El diagrama muestra cómo funciona el proceso desde un alto nivel, para su realización se deben identificar los proveedores, las entradas del proceso, el proceso, salidas y los clientes. Los clientes pueden ser internos y externos, de la misma manera con los proveedores, en el caso del proceso de fabricación del queso duro tipo taxisco, los proveedores y los clientes son internos. (Véase figura 22).

Figura 22. **Diagrama Sipoc del proceso de fabricación del queso duro**

Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
Administración	Pedido	Recibir materiales y materia prima	Queso duro seco	Departamento de empaque
Producción	Requisición	Preparar la cuajada		
Bodega	Materia prima y materiales	Desuerar cuajada		
Recepción de leche	Leche	Moler cuajada		
		Preparar queso en moldes		
		Presar el queso		

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.2. Etapa de medir

Es la segunda etapa de la metodología Seis Sigma. En general consiste en identificar lo que se va a medir del producto o servicio para no medir por gusto o tomar datos erróneamente.

#### 2.2.2.1. Identificación de las medidas a tomar

Para identificar las medidas a tomar del proceso de fabricación, del queso duro tipo taxisco, se utilizaron dos herramientas las cuales son el árbol CTQ y el árbol de evaluación de medidas.

### 2.2.2.1.1. **Árbol CTQ ( críticas para la calidad)**

Su objetivo es relacionar las medidas con una salida importante del proceso. Con base en el diagrama Sipoc se identificó que la salida importante del proceso: queso duro, y la crítica de la calidad es la cantidad de queso quebrado. Para identificar los datos, para la realización del árbol CTQ, se hace una lluvia de ideas para obtener los diferentes datos de la salida.

- Lluvia de ideas para la realización del árbol CTQ

A continuación se presentan los posibles datos a medir:

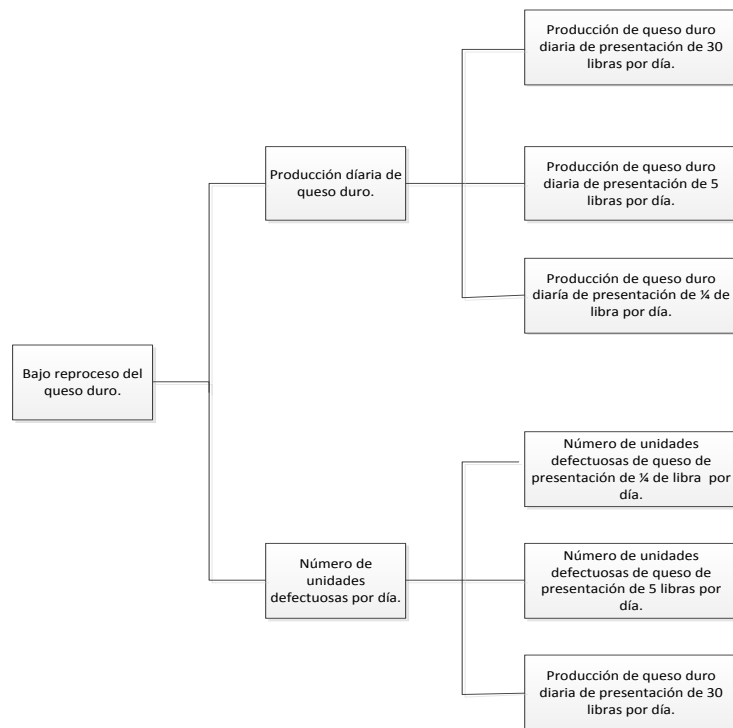
- Producción de queso duro, presentación de 30 libras por día.
- Producción de queso duro, presentación de 5 libras por día.
- Producción de queso duro, presentación de  $\frac{1}{4}$  de libra por día.
- Número de unidades defectuosas de queso, presentación de  $\frac{1}{4}$  de libra por día.
- Número de unidades defectuosas de queso, presentación de 5 libras por día.
- Producción de queso duro, presentación de 30 libras por mes.
- Número de unidades defectuosas de queso, presentación de 30 libras por día.
- Número de unidades defectuosas de queso, presentación de 30 libras por mes.
- Producción de queso duro, presentación de 5 libras por mes.
- Producción de queso duro, presentación de  $\frac{1}{4}$  de libra por mes.

Las ideas 1,6 se refieren a un periodo determinado. En ese caso es mejor tomar esos datos por día que por mes, debido al análisis de los datos. Entonces la idea se descarta, con el mismo criterio se descarta las ideas 9, 10, así tomando se toma en cuenta las ideas 2 y 3.

Las idea 4,5 y 7 se toman en cuenta debido a que se necesita saber el número de unidades de queso duro defectuosas en un periodo, y cómo está tomado con base en días.

Con base en lo anterior se procede a la elaboración del árbol: (Veáse figura 23).

Figura 23. **Árbol CTQ del queso duro**



Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.2.1.2. Análisis del árbol CTQ**

La salida importante en el proceso de fabricación del queso duro es con base en el diagrama Sipoc. Luego se entrega para que se corte y empaque manualmente.

El árbol CTQ realizado, plantea recoger los datos que se podrían adquirir y que servirán. En el árbol se identificaron que hay varios datos los cuales tienen que ver directamente con el proceso. Se puede observar que sí es posible recoger cada uno de los datos, que en el árbol fueron planteados, ya que sí se tiene el control de las unidades que se producen, para cada presentación del queso duro.

#### **2.2.2.2. Evaluación de medidas**

Debido a que el proceso de fabricación tiene varias medidas, es necesario evaluarlas para relacionar los datos a recoger. Estos son de mayor ayuda para ejecutar la metodología.

##### **2.2.2.2.1. Árbol de evaluación de medidas**

A diferencia del árbol CTQ, en el árbol de evaluación de medidas se plantea un defecto que afecte una salida del cliente. En el caso del proceso de fabricación del queso duro es el queso quebrado, el cual va a reproceso. Se realizó una lluvia de ideas para obtener preguntas relacionadas con el defecto a evaluar, que es el queso duro quebrado.

- Lluvia de ideas para la realización de las preguntas acerca del proceso

A continuación se presentan una lista de preguntas relacionadas con el queso duro quebrado

- ¿Cuántos quesos duros defectuosos se producen?
- ¿Cuál es el porcentaje de quesos duros quebrados?
- ¿Cuál es la frecuencia que se hacen los quesos quebrados?
- ¿Cuántos quesos quebrados se hacen al día?
- ¿Cuántos quesos quebrados se hacen por mes?
- ¿En cuál presentación ocurre más frecuentemente este defecto?
- ¿Cuánto está costando el reproceso del queso duro?

De la idea 1: es importante saber cuántos quesos duros se producen defectuosos con base en ello se obtiene los datos. Las ideas 2, 4, 5 y 3 son parte de la idea 1 ya que saber cuántos quesos duros se producen. Mientras que las ideas 6 y 7 son independientes, ya que se necesita saber cuál presentación es en la que incurre más el defecto. El factor dinero es uno de los más importantes a tomar en cuenta, no se sabe el costo del reproceso actualmente.

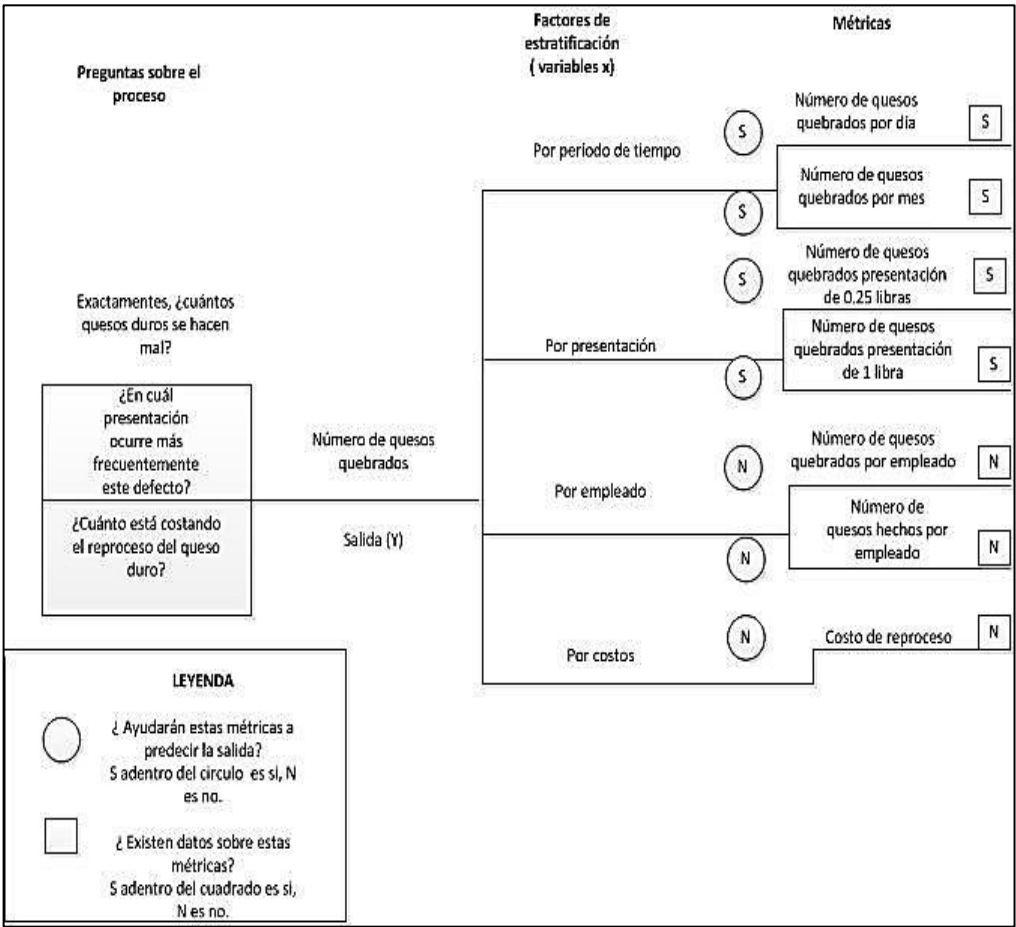
Los factores de estratificación ayudan a precisar la causa de los defectos, se refieren a: quién, cuándo, qué, y otros. (ver anexo 3).

Luego de identificar los factores de estratificación más importantes en el proceso, se procede a plantear las medidas que puedan afectar su salida.

Con base en el diagrama Sipoc, al árbol CTQ, y a la lluvia de ideas, se procede a la elaboración del árbol de evaluación de medidas. (Véase figura 24).

El árbol CTQ debe describir las métricas del proceso más importantes, para que se elijan las que se puedan medir y sean de utilidad para la ejecución de la metodología Seis Sigma.

Figura 24. **Árbol de evaluación de medidas**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.



#### **2.2.2.2. Análisis del árbol de evaluación de medidas**

Con la ayuda del árbol de evaluación de medidas se determinó que se tomará el número de quesos quebrados en su presentación de  $\frac{1}{4}$  de libra diariamente. Esto como datos a estudiar, debido a que según el análisis del árbol, estos datos son útiles para desarrollar el proyecto.

#### **2.2.2.3. Capacidad del proceso**

Ya que se tiene bien definido lo que se va a medir, se procede a medir la capacidad inicial del proceso. Primero se procede a recoger los datos del queso duro quebrado. Para la recolección de datos se contabilizó el número de unidades producidas y el número de unidades quebradas en el Departamento de Empaque.

##### **2.2.2.3.1. Número de defectuosos por día**

Para la recolección de datos se contabilizó el número de unidades producidas y el número de unidades quebradas en el Departamento de Empaque.

- Unidades: queso duro de  $\frac{1}{4}$  de libra
- Defecto: queso duro quebrado
- Se recogieron datos en la semana del 1 al 15 de octubre

- Total de defectuosos en los días del 1 al 15 de octubre: 9 688
- Total de unidades producidas en los días del 1 al 15 de octubre 70 224

Para calcular el número de defectuosos, por día, se toma en cuenta que se fabricó queso duro solamente 12 días entonces:

$$Defectuosos = \frac{9\ 688}{12} \approx 808$$

Se tiene que en promedio en el mes de octubre el número de defectuosos en el proceso fue de 808.

#### **2.2.2.3.2. Defectos por millón**

Después de contabilizar los defectos se procede a calcular los defectos por millón.

Para calcular los defectos por millón se calcula con la fórmula siguiente:

$$DPM = \frac{D}{N} * 1\ 000\ 000$$

Donde D = número de defectos, N= número de unidades producidas.

$$DPM = \frac{9\ 688}{70\ 224} * 1\ 000\ 000 \approx 137\ 959$$

### 2.2.2.3.3. Capacidad Sigma del proceso

Para calcular el nivel de sigma del proceso, debido a que es un atributo, se procede a calcular el rendimiento. Luego se utiliza la tabla de conversión sigma.

Para calcular el rendimiento se procede a utilizar la siguiente fórmula:

$$\text{rendimiento} = \left(1 - \frac{D}{N}\right)$$

Donde D= número de defectos y N= número de unidades producidas, entonces se tiene que:

$$\text{rendimiento} = 1 - \frac{9\ 688}{70\ 224} = 0.8620$$

Para calcular el rendimiento en porcentaje se procede a multiplicar el rendimiento por 100 %.

Entonces se tiene un rendimiento de 86,20 %. Para calcular el nivel sigma del proceso, se hace referencia a la tabla de nivel de sigma. (Véase anexo 1).

- El valor sigma del proceso se encuentra entre dos valores, según la tabla de nivel de sigma. Por ello es necesario interpolar para determinar el valor que le corresponde. (Véase la tabla V).

Tabla V. Referencia de interpolación para cálculo de nivel de Sigma

Rendimiento (%)	Sigma
86,97	2.625
86,2	X
84,13	2.5

Fuente: elaboración propia.

Según la tabla de nivel de sigma, para calcular el nivel de Sigma del proceso, se requiere interpolar.

Interpolación:

$$\frac{86,97 - 86,20}{86,97 - 84,13} = \frac{2,625 - x}{2,625 - 2,5}$$

Despejando x de la ecuación:

$$x \approx 2,591$$

Entonces la capacidad en Sigmas del proceso es de 2,591 Sigmas.

#### **2.2.2.3.4. Cálculo de los costes de mala calidad (CMC)**

Los costes de mala calidad involucran todos los costos relacionados a la cantidad de defectos que produce un proceso.

- Costes de mano de obra: número de empleados que trabajan en el área de Fabricación del queso duro: 14.

Horas de trabajo al día: 8

Sueldo por cada hora de trabajo: Q 11,00

Para calcular el costo de mano de obra del proceso por día se utiliza la siguiente fórmula:

$$\frac{D}{N} * \text{No. personas que trabajan en el area} * \text{horas de trabajo al dia} * \text{sueldo por hora}$$

$$\frac{9\ 688}{70\ 224} * 14 \text{ personas} * \frac{8 \text{ horas}}{\text{día}} * \frac{Q\ 11,00}{1 \text{ hora} * \text{persona}} = Q169,96/\text{día}$$

Entonces para calcular los costos, por mes, se procede a multiplicar el coste de mano de obra por 30, de la siguiente manera:

$$\frac{Q169,96}{1 \text{ día}} * \frac{30 \text{ días}}{1 \text{ mes}} = Q5\ 098,95/\text{mes}$$

- Costes de materiales
  - Antes de calcular los costes de los materiales es necesario identificarlos. En el proceso de fabricación de queso duro se utilizan los siguientes materiales:

- Mantas
  - Jabón
  - Desinfectante
- Descripción del uso de los materiales: Para lavar las mantas, en donde se hace el queso duro, los materiales que se usan son: ½ litro de jabón, y medio litro de desinfectante. Esto incurre en un costo de Q 10 por ciclo de lavado. El ciclo de lavado dura 60 minutos (para lavar y tender las matas), así como la capacidad de la lavadora es de lavar 580 mantas por ciclo.

Número de empleados que trabajan en el área de lavandería: 2.

Para sacar el número necesarios de ciclos se procede a dividir el total de defectuosos con el número máximo de ciclo que es de 580 mantas.

El número de ciclos es:  $\frac{9\ 688\ mantas}{580\ mantas/ciclo} \approx 17\ ciclos$

Entonces para calcular el gasto que incurre limpiar las mantas se toman los factores ya mencionados, se tiene:

$$2\ empleados * \frac{Q\ 11}{hora * empleado} * \frac{17\ ciclos}{15\ días} * 10 * \frac{1\ hora}{1\ ciclo} = \frac{Q\ 3\ 740}{15\ días}$$

Se calculó que se gasta Q 3 740 cada quince días en gastos de materiales y lavandería. Por lo que mensual el coste de los mismos es de Q 7 480.

Para calcular los costos de mala calidad, del proceso, se suma el costo de mano de obra, y el costo de mantener limpia las mantas que utiliza el proceso.

Costes de la mala calidad por mes,

$$\text{costes de mala calidad} = \frac{Q 5\ 898,95}{MES} + \frac{Q 7\ 480}{MES} = Q 13\ 378,95/MES$$

El costo hace referencia al costo de materia prima y al costo de mano de obra que incurre reprocesar el queso duro en un mes.

### **2.2.3. Etapa de analizar**

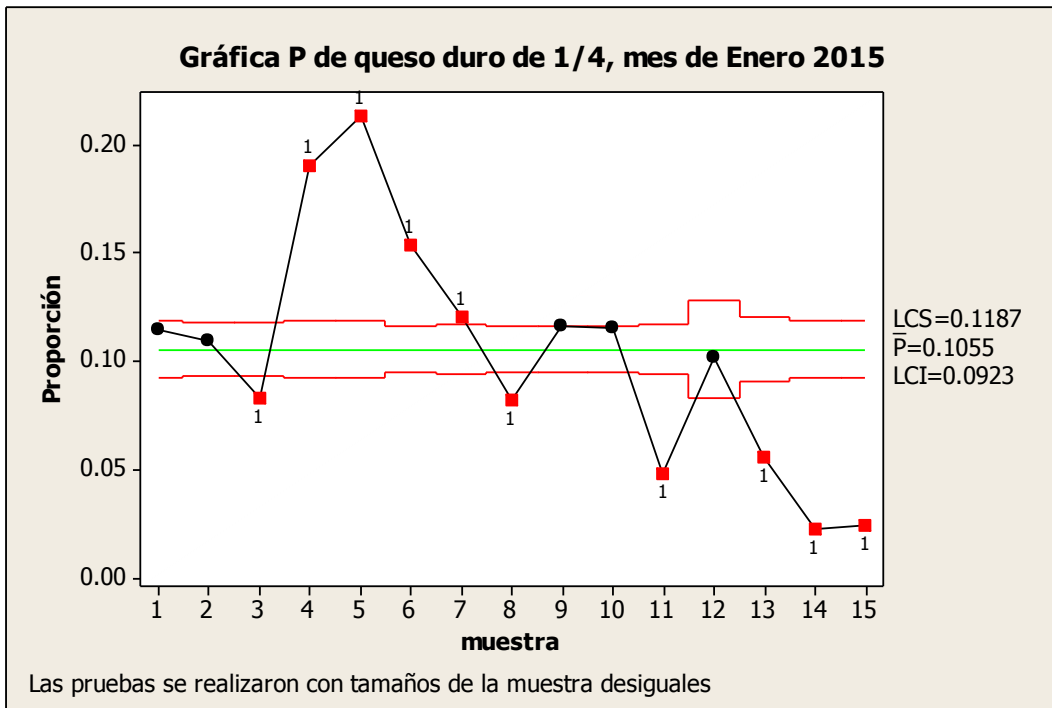
Luego de medir los costos de la mala calidad, en la etapa de analizar se debe estudiar las causas del problema. El objetivo de la etapa de analizar es dar a conocer los síntomas de un problema con datos.

#### **2.2.3.1. Análisis de causas**

Para hacer un análisis de causas primero se procede a realizar la gráfica de control del mes de enero, con la ayuda del software *Minitab* 16. (Véase figura 25).

Para analizar las causas primero es necesario definir los clientes internos en el proceso.

Figura 25. **Carta de control p de queso duro quebrado**



Fuente: elaboración propia, empleando Minitab.

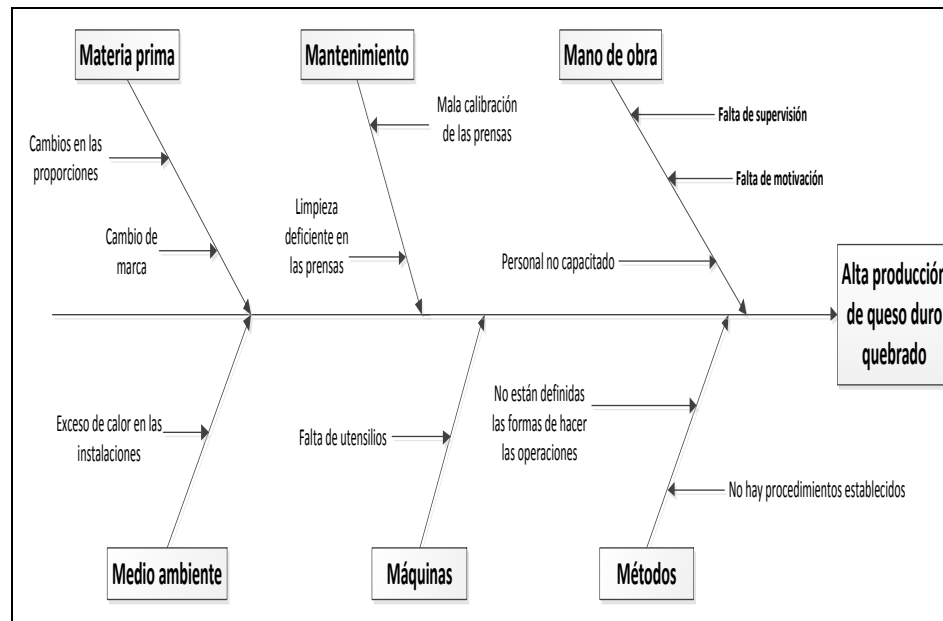
- Clientes Internos
  - Prensistas
  - Moldeadores
  - Personal en tinas
  - Empacadoras

### 2.2.3.1.1. Diagrama de Ishikawa

Se procede a la realización del Diagrama de Ishikawa para localizar las causas potenciales de la alta producción de queso duro quebrado.



Figura 26. Diagrama de Ishikawa queso duro quebrado



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

- Análisis del diagrama de Ishikawa
  - Mano de obra: se observó que a los operadores del molino les hace falta supervisión. Los supervisores solamente dan los pedidos y verifican que se produzcan las cantidades pedidas, pero no se verifican la forma de hacer el trabajo. No hay ningún control establecido por parte de la los supervisores a los operadores.
  - Mantenimiento: el personal de mantenimiento, todo los días se revisa las prensas y si es necesario las reparan. Sin embargo en los días 4 y 5 se observó que la prensa neumática no estaba calibrada.

- Materia prima: la empresa a lo largo del tiempo ha cambiado de materia prima para la fabricación del queso. Sin embargo desde hace varios años se continua usando la misma marca. Para materiales como el cuajo, las proporciones para la fabricación del queso duro tipo taxisco han sido las mismas.
- Máquinas: son para realizar el queso duro tipo taxisco se encuentran en buen estado y en funcionamiento, el problema es que, algunas veces, los operadores no utilizan los utensilios apropiados.
- Medio ambiente: algunos operadores se quejan del exceso de calor en las instalaciones, debido a ello actualmente se están instalando un nuevo extracto de calor en la planta.
- Métodos: no hay ninguna forma para controlar a los operadores que estén haciendo correcto el procedimiento de elaboración.

Se necesita establecer un control en el método de trabajo ya que los operadores muchas veces no siguen el método de fabricación. Con el jefe de producción se llegó al consenso que se necesita establecer el método para la fabricación del queso duro en las fases que se está haciendo mal el trabajo.

Por lo que se procede a analizar más detalladamente el proceso de fabricación del queso duro tipo taxisco.

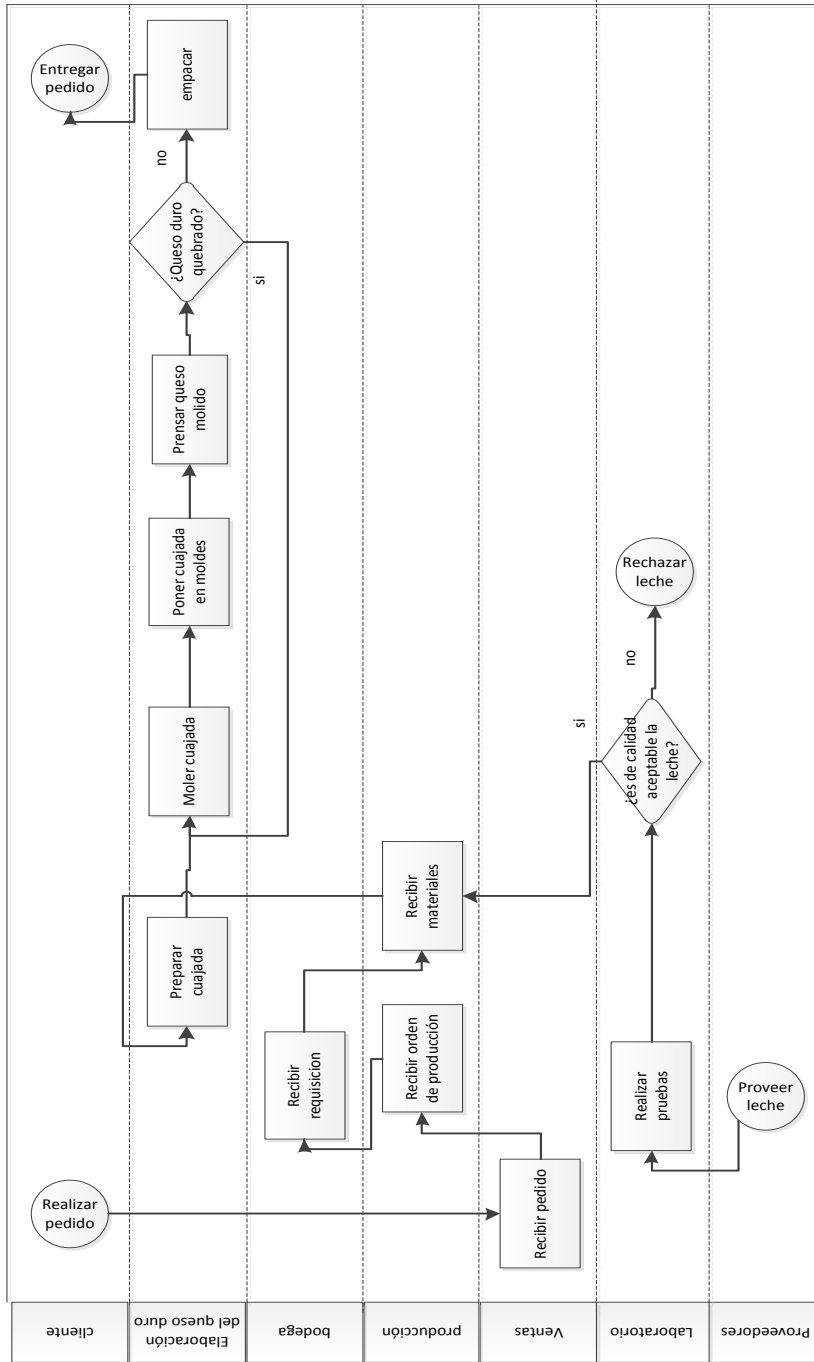
### **2.2.3.2. Análisis de las etapas del proceso**

Cada cliente interno del proyecto tiene una función establecida, pero para fabricar el producto no solamente ellos están involucrados, sino que también hay otras partes involucradas. El diagrama Sipoc muestra el proceso en una forma muy general, es necesario ver cómo funciona el proceso con todas sus partes involucradas.

#### **2.2.3.2.1. Mapa de proceso interfuncional**

Este muestra la secuencia entre un proceso y sus partes involucradas. Esto con el fin de documentar y dibujar el proceso para analizar cada una de las etapas existentes. (Véase figura 27).

Figura 27. Mapa de proceso interfuncional del queso duro



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

- Análisis del mapa de proceso interfuncional: con el jefe de proyecto se discutió acerca de en qué parte del mapa de proceso interfuncional estaba causando el alto nivel de producción de queso duro quebrado. Fue en la parte de moler cuajada hasta el empaque, ya que generalmente en esas fases del proceso es donde hay mayor manipulación del proceso, por parte de los operadores.

#### **2.2.4. Etapa de mejora**

Se divide en dos partes que son: la etapa de mejora es la redistribución de la maquinaria en el departamento de producción.

La segunda parte es para reducir el número de queso quebrado en el proceso de fabricación de queso duro.

##### **2.2.4.1. Redistribución de la maquinaria**

La maquinaria se utilizada para varios procesos diferentes; algunas máquinas son utilizadas para un proceso en específico. Sin embargo la mayoría de la maquinaria se utiliza para la fabricación de los distintos productos en la empresa. La distribución de la maquinaria se realizará mediante el método *layout*.

Conociendo las características y dimensiones de las maquinas, así como la interacción entre ellas, se procede a asignar un número a cada una de las máquinas o estaciones de trabajo del área de Producción.

Tabla VI. **Numeración de máquinas y estaciones de trabajo**

Número	máquina o estación de trabajo
1	Tinas
2	Tanque cap. 1 400 litros y mesa de desuerar
3	Tanque capacidad 600 litros
4	Marmita capacidad 200 litros
5	Molino individual
6	Máquina hiladora
7	Tina con motor incorporado
8	Mesa de desuerar
9	Mesas de corte y pesado
10	Molinos con mesas incorporadas
11	Cuarto frío
12	Bodega de limpieza de cajas
13	Bodega de limpieza de queso fresco
14	Almacén de grasa
15	Mesa de desuerar para queso duro
16	Prensa hidráulica para queso duro 30 libras
17	Prensa hidráulica para queso cheddar
18	Prensa hidráulica para queso crema
19	Marmita capacidad 300 litros
20	Marmita capacidad 400 litros
21	Marmita capacidad 800 litros
22	Tanques mezcladores capacidad de 2 500 litros
23	Tanque de almacenaje capacidad 2 500 litros
24	Homogeneizador 20 hp e intercambiador
25	Homogeneizador 40 hp e intercambiador
26	Tanque capacidad 2 400 litros
27	Tanques de capacidad 5 000 y 8 000 litros
28	Prensa hidráulica para queso de 1/4 libra
29	Mesa con dos molinos incorporados
30	Prensas neumáticas para queso de 1/4 libra
31	Equipo de mezcla
32	Tanque capacidad 3 000 litros

Fuente: elaboración propia.

**2.2.4.1.1. Movimientos e interacciones entre máquinas y estaciones de trabajo**

Con el apoyo de los diagrama de flujo de proceso y con el número correspondiente a cada máquina o estación de trabajo identificado, se procede a tomar nota de los movimientos e interacciones entre máquinas y estaciones de trabajo. A continuación se muestra el número de movimientos e interacciones entre máquinas y estaciones de trabajo, de cada uno de los productos de fabricación. (Véase tablas VII-XIX).

- Movimientos e interacciones entre máquinas y estaciones de trabajo en el proceso de fabricación del queso súper

Tabla VII. **Movimientos en la fabricación del queso súper**

DE/A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1										5				2	
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10	5												2		
11										4					
12															
13															
14															
15															

Fuente: elaboración propia.

- Movimientos e interacciones entre máquinas y estaciones de trabajo en el proceso de fabricación del queso de capas: para la fabricación del queso de capas, el empleado no tiene que moverse a nada más que cuatro máquinas, las cuales están cerca del operador. Para ir a traer materiales lo puede hacer manualmente o mediante la ayuda de transporte.
- El operario usa los materiales sin necesidad de estar yendo a otra parte, el tanque que se utiliza para este proceso y la mesa de desuerado deben estar juntas, debido a que la cuajada del queso de capas debe ser extraído de forma manual hacia la mesa de desuerado.

Tabla VIII. **Movimientos en la fabricación del queso de capas**

DE/A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1																		
2	1												2	1				
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11		4																
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		

Fuente: elaboración propia.



- Movimientos e interacciones entre máquinas y estaciones de trabajo en el proceso de fabricación de la ricotta: la mayor parte del proceso se realiza en la tina redonda como motor, y se necesitan de dos operarios para poner la ricotta en la mesa de desuerado. Por lo que la mesa de desuerado debe ir lo más cercano posible a la tina con motor.

Tabla IX. **Movimientos en la fabricación de la ricotta**

DE/A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7	2																	
8							10											
9																		
10											3							
11								3		3								
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		

Fuente: elaboración propia.

- Movimientos e interacciones entre máquinas y estaciones de trabajo en el proceso de fabricación del requesón.

Tabla X. **Movimientos en la fabricación del requesón**

DE/A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
1																													
2																													
3																													
4																													
5																													
6																													
7																													
8																													
9																													
10											2																		
11										2																	2		
12																													
13																													
14																													
15																													
16																													
17																													
18																													
19																													
20																													
21																													
22																													
23																													
24																													
25																													
26																													
27	4										4	3		2															
28																													

Fuente: elaboración propia.

- Movimientos e interacciones entre máquinas y estaciones de trabajo en el proceso de fabricación del queso crema.

Tabla XI. **Movimientos en la fabricación del queso crema**

DE/A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
1																											
2																											
3																											
4																											
5																											
6																											
7																											
8																											
9																											
10																											
11																									3		
12																											
13																											
14																											
15																											
16																											
17																											
18																								4			
19														1													
20																											
21														4				4	1								
22	3										4		10														
23																										1	
24												2									1	1					
25																											
26																											

Fuente: elaboración propia.

- Movimientos e interacciones entre máquinas y estaciones de trabajo en el proceso de fabricación de la crema especial.

Tabla XII. **Movimientos en la fabricación de la crema especial**

DE/A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1																									
2																									
3																									
4																									
5																									
6																									
7																									
8																									
9																									
10																									
11																								5	
12																									
13																									
14																									
15																									
16																									
17																									
18																									
19																									
20																									
21																									
22	3												7												
23																									
24																							1		
25																									

Fuente: elaboración propia.

- Movimientos e interacciones entre máquinas y estaciones de trabajo en el proceso de fabricación de la crema comercial.

Tabla XIII. **Movimientos en la fabricación de la crema comercial**

DE/A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1																																
2																																
3																																
4																																
5																																
6																																
7																																
8																																
9																																
10																																
11																										8						
12																																
13																																
14																																
15																																
16																																
17																																
18																																
19																																
20														6																		
21																																
22																																
23																																
24																																
25																											1					
26																					1											2
27																																
28																																
29																																
30																																
31																																

Fuente: elaboración propia.

- Movimientos e interacciones entre máquinas y estaciones de trabajo en el proceso de fabricación del queso: en el proceso de fabricación del queso es muy importante que la máquina hiladora se encuentre cerca de las mesas de corte y pesado, debido a que el queso es un producto que se contamina fácilmente.

Tabla XIV. **Movimientos en la fabricación del queso**

DE/A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1			2												
2															
3	2										2				
4															
5															
6	2														
7															
8															
9						5							4		
10															
11									4						
12															
13															
14															
15															

Fuente: elaboración propia.

- Movimientos e interacciones entre máquinas y estaciones de trabajo en el proceso de fabricación del queso procesado: la marmita de capacidad 200 litros y el molino individual se usan exclusivamente para el proceso de fabricación del queso procesado, por lo que deben permanecer cerca. Se debe tomar en cuenta la una mesa de acero inoxidable, en donde se ponen los moldes del queso procesado, mide: 0,90 metros de largo, 1,60 metros de ancho y 1,20 metros de largo.

Tabla XV. **Movimientos en la fabricación del queso procesado**

DE/A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1															
2															
3															
4					6										
5											3				
6															
7															
8															
9															
10															
11					2										
12															
13															
14															
15															

Fuente: elaboración propia.

- Movimientos e interacciones entre máquinas y estaciones de trabajo en el proceso de fabricación del queso *mozzarella*: al igual que en el proceso de fabricación del queso es muy importante que la maquina hiladora se encuentre cerca de las mesas de corte y pesado, debido a que el queso mozzarella es un producto que se contamina fácilmente.

Tabla XVI. **Movimientos en la fabricación del queso *mozzarella***

DE/A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1																	
2																	
3	2																
4																	
5																	
6			3														
7																	
8																	
9						6							2				
10																	
11									2								
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	

Fuente: elaboración propia.



- Movimientos e interacciones entre máquinas y estaciones de trabajo en el proceso de fabricación del queso duro.

Tabla XVII. **Movimientos en la fabricación del queso duro**

DE/A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1																															
2																															
3																															
4																															
5																															
6																															
7																															
8																															
9																															
10															2	5															
11																															
12																															
13																															
14																															
15	5																														
16										20																					
17																															
18																															
19																															
20																															
21																															
22																															
23																															
24																															
25																															
26																															
27																															
28											10																				
29											4																				
30																														25	

Fuente: elaboración propia.

- Movimientos e interacciones entre máquinas y estaciones de trabajo en el proceso de fabricación del queso de pita: en la fabricación del queso de pita se debe de tomar en cuenta que, en el área de Mesas de corte, el operario coloca una olla para calentar el queso que viene del tanque de capacidad de 600 litros, para estirarlas y luego ponerlas en las mesas de corte, para dejarlas enfriar. Por lo que se debe tomar en cuenta en el rediseño el espacio que se ocupa para colocar las ollas en el piso cerca de las mesas de corte y pesado.

Tabla XVIII. **Movimientos del queso de pita**

DE/A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1															
2															
3	3														
4															
5															
6															
7															
8															
9			6								3		2		
10															
11									6						
12															
13															
14															
15															

Fuente: elaboración propia.

- Movimientos e interacciones entre máquinas y estaciones de trabajo en el proceso de fabricación del queso *cheddar*.

Tabla XIX. **Movimientos del queso *cheddar***

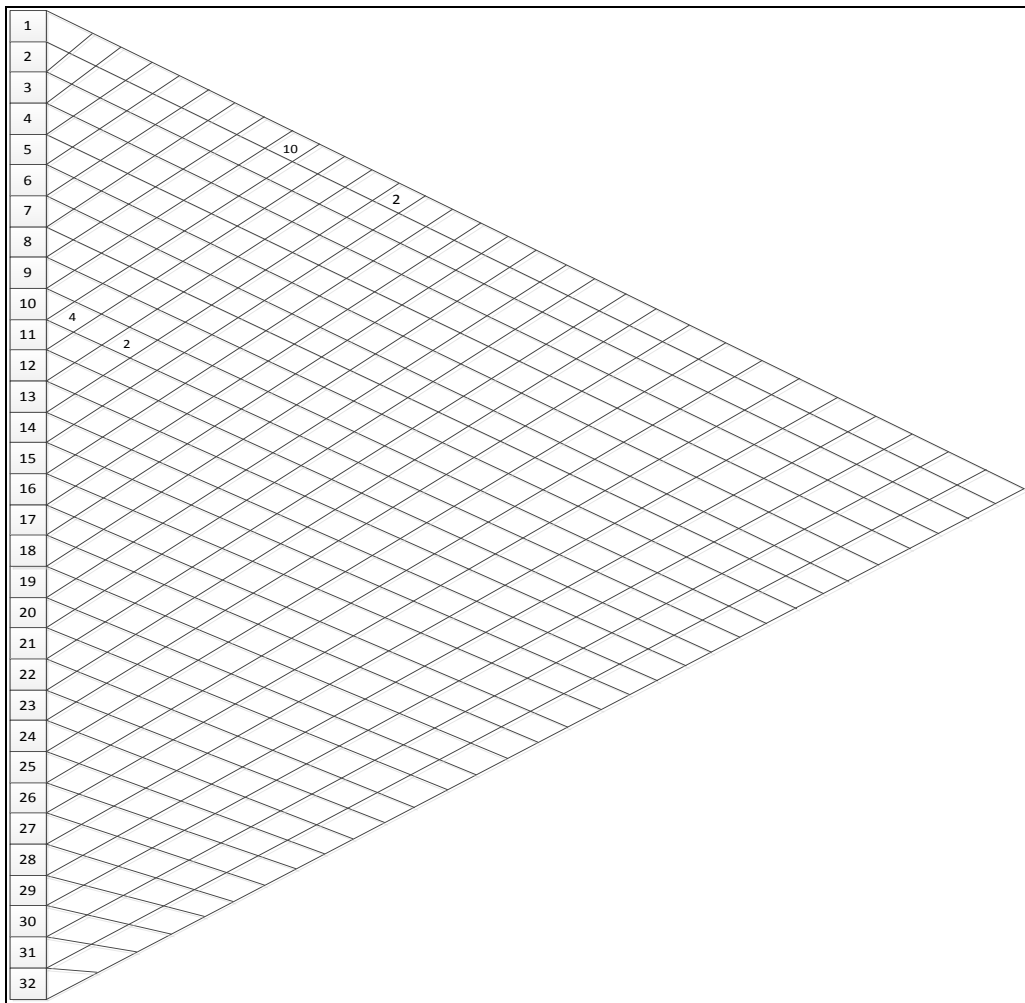
DE/A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
1																																	
2																																	
3																																	
4																																	
5																																	
6																																	
7																																	
8																																	
9																	6																
10																																	
11									3																								
12																																	
13																																	
14																																	
15																																	
16																																	
17																																	6
18																																	
19																																	
20																																	
21																																	
22																																	
23																																	
24																																	
25																																	
26																																	
27																																	
28																																	
29																																	
30																																	
31																																	
32																																	

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.4.1.2. Tabla triangular con la suma de movimientos

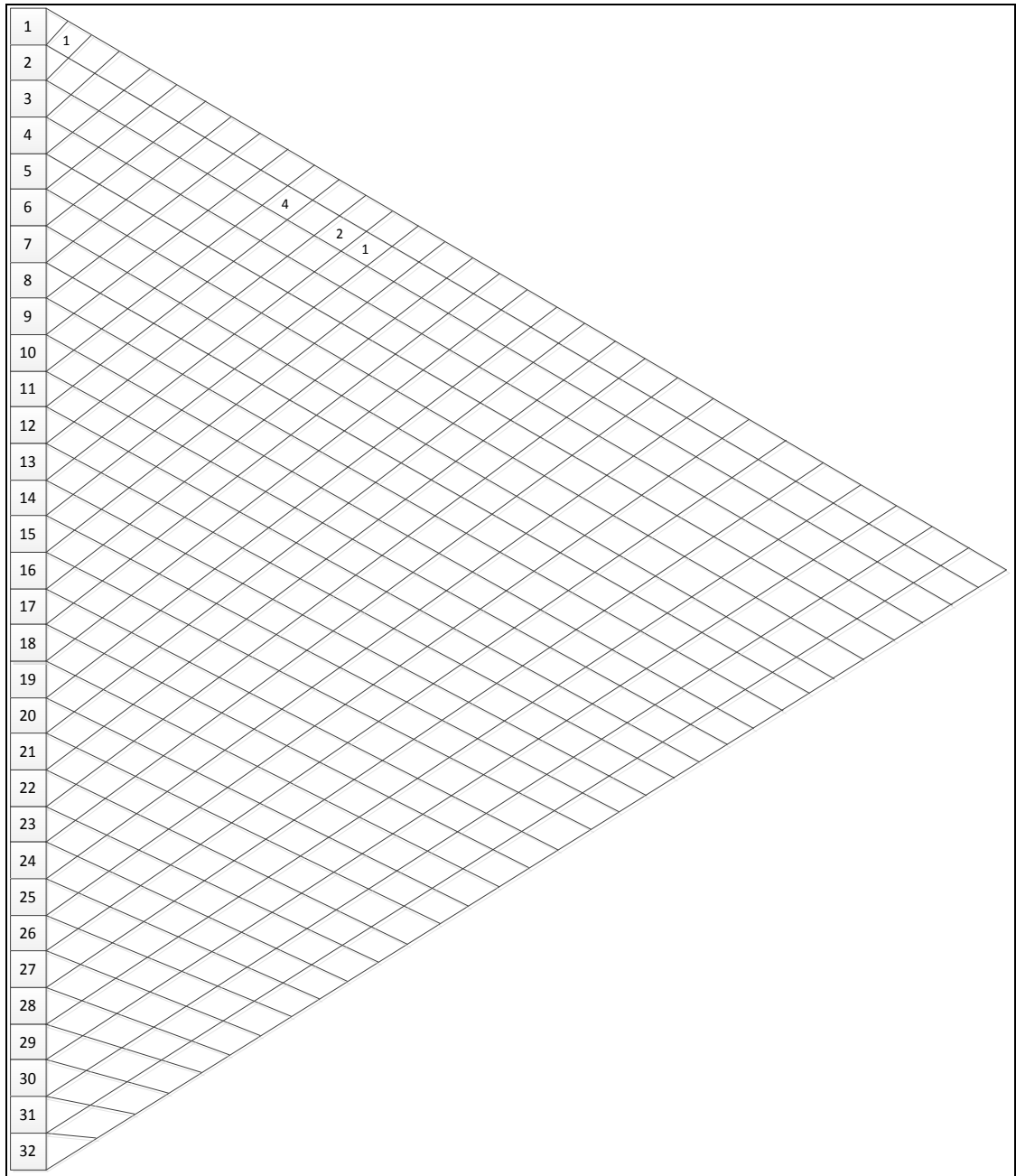
Con los movimientos ya identificados se procede a realizar las tablas triangulares de cada producto, las cuales tienen las sumas de los movimientos en ambos sentidos. ( Véase figuras 28-40).

Figura 28. Tabla triangular del queso súper



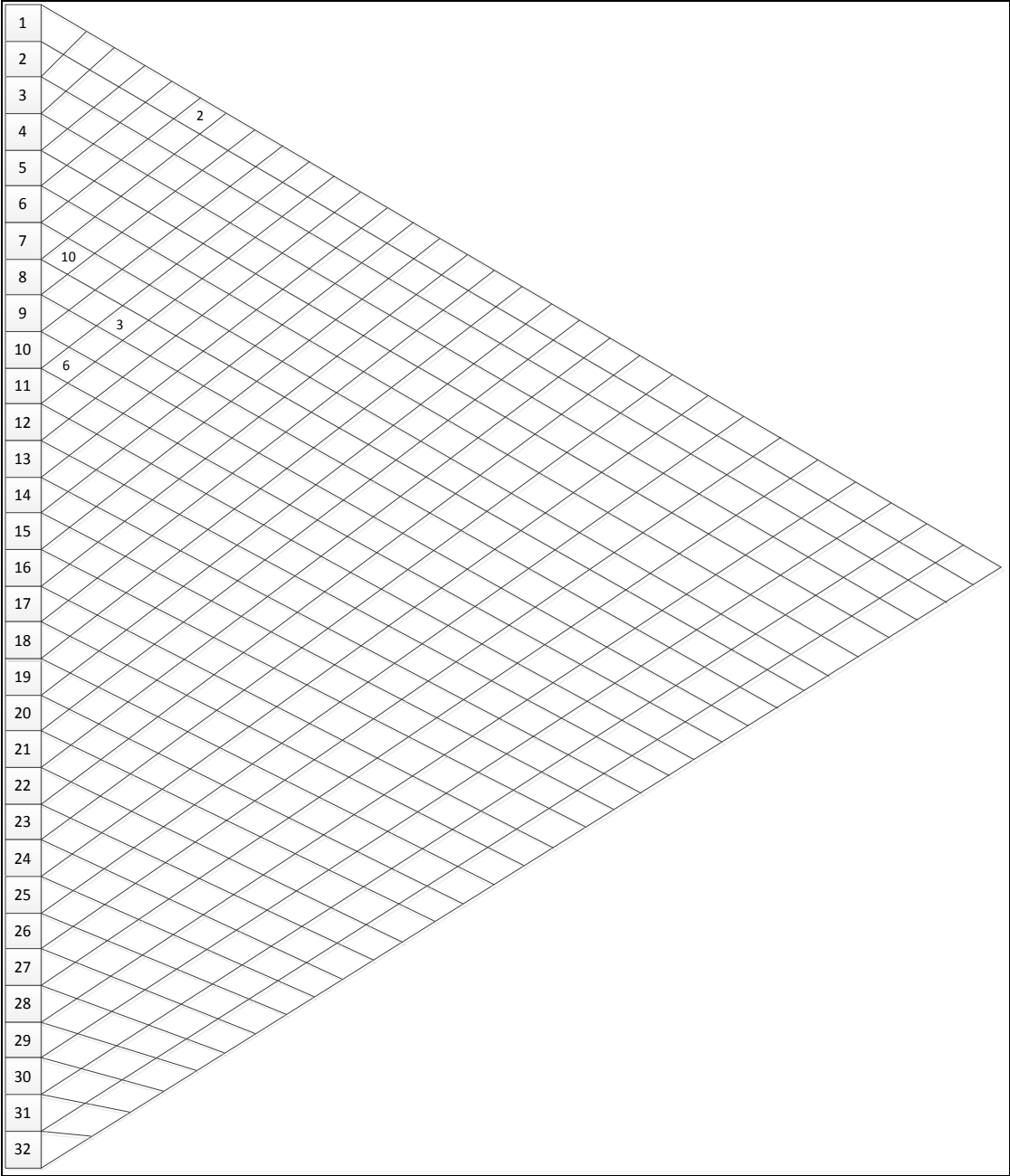
Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

Figura 29. Tabla triangular del queso de capas



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

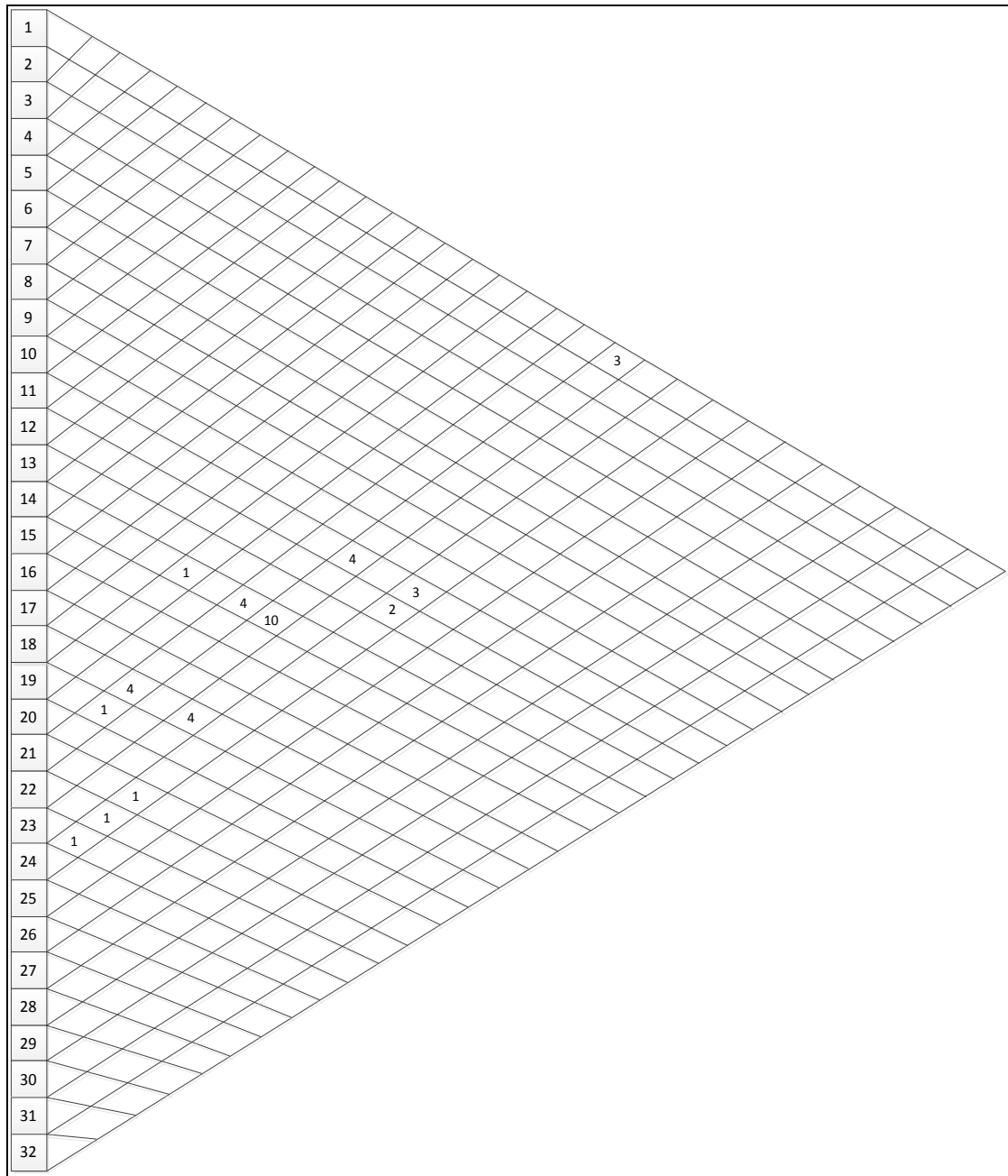
Figura 30. **Tabla triangular de la ricota**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.



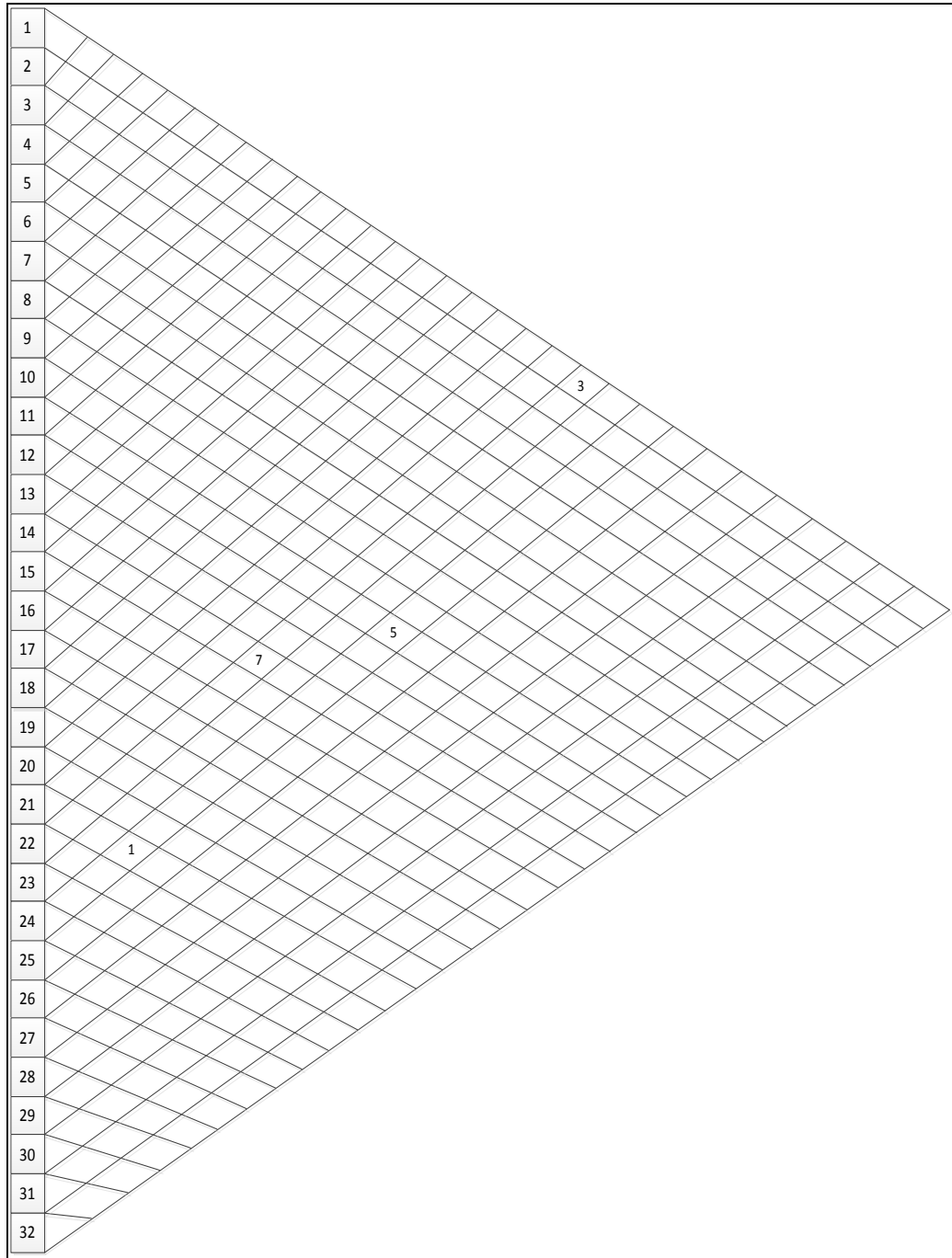
Figura 32. **Tabla triangular del queso crema**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

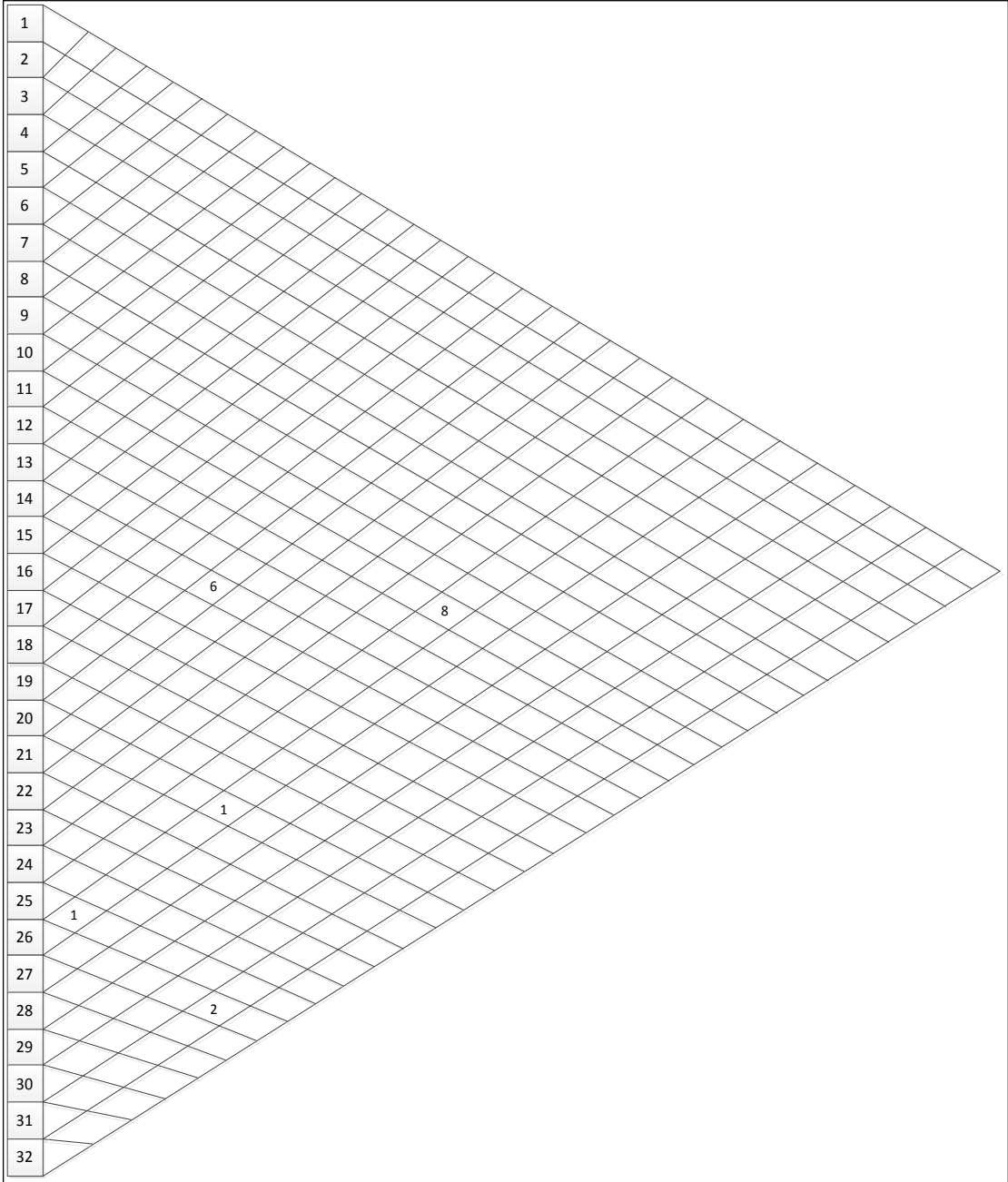


Figura 33. **Tabla triangular de la crema especial**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

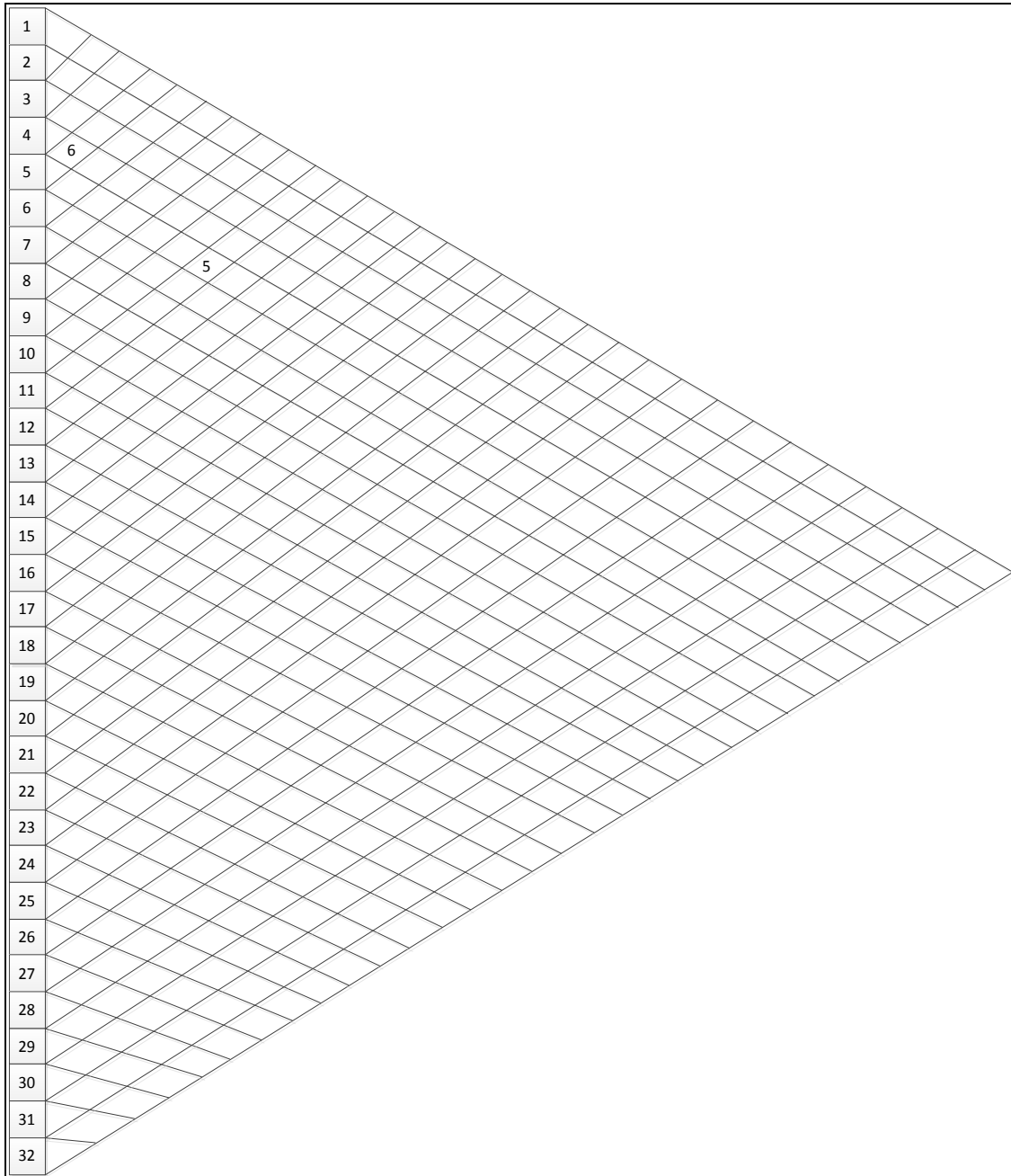
Figura 34. Tabla triangular de la crema comercial



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

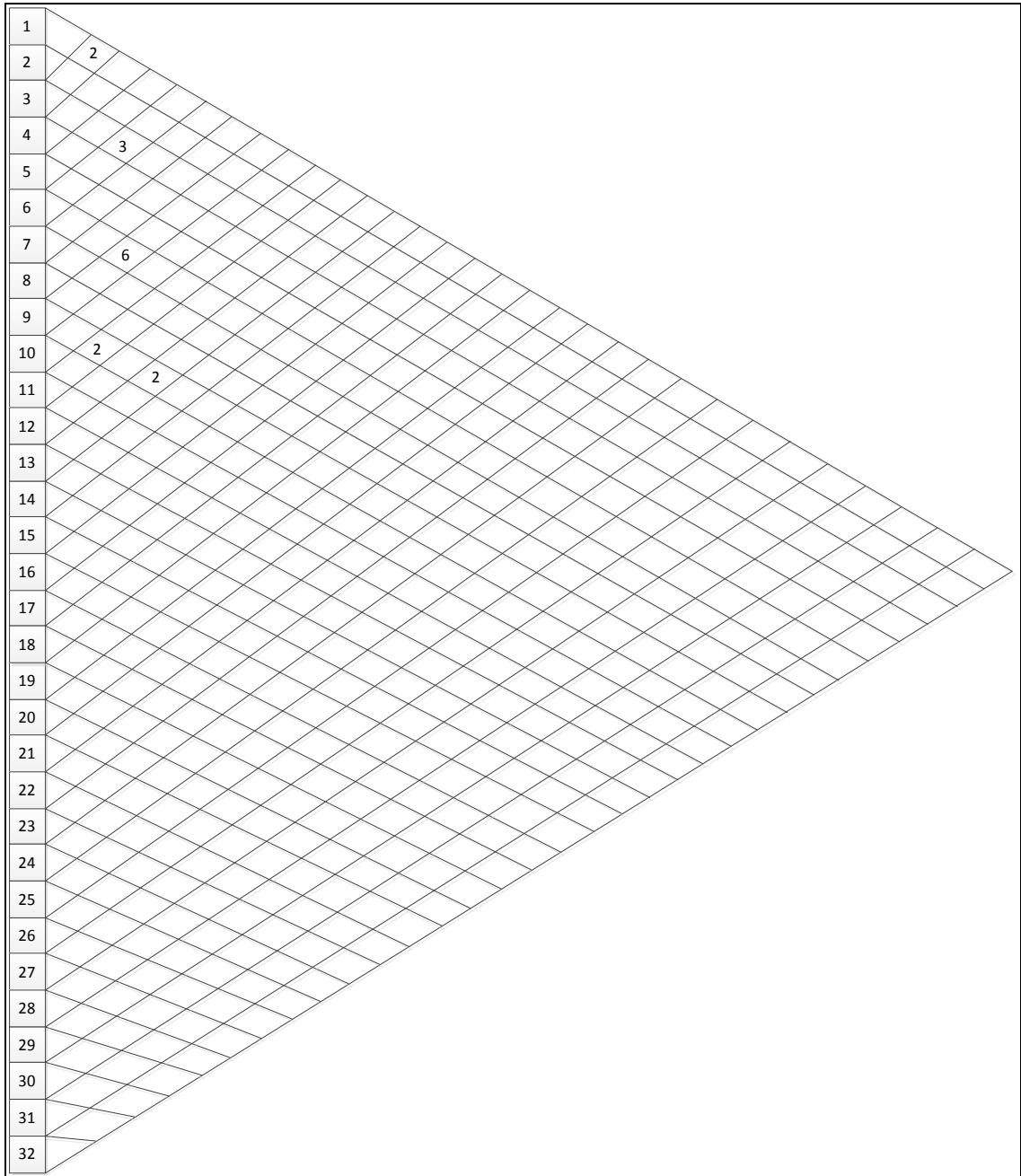


Figura 36. **Tabla triangular del queso procesado**



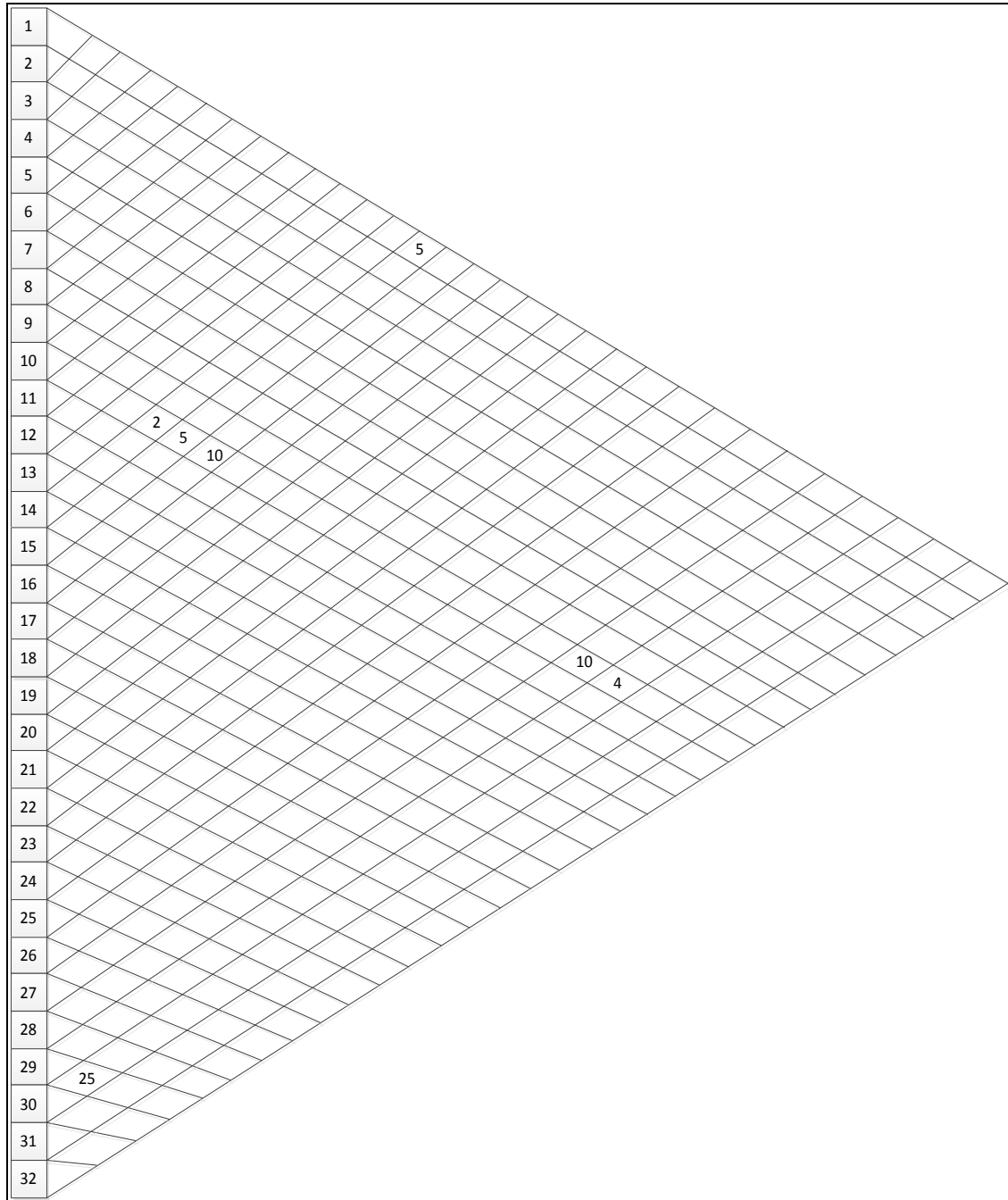
Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

Figura 37. **Tabla triangular del queso *mozzarella***



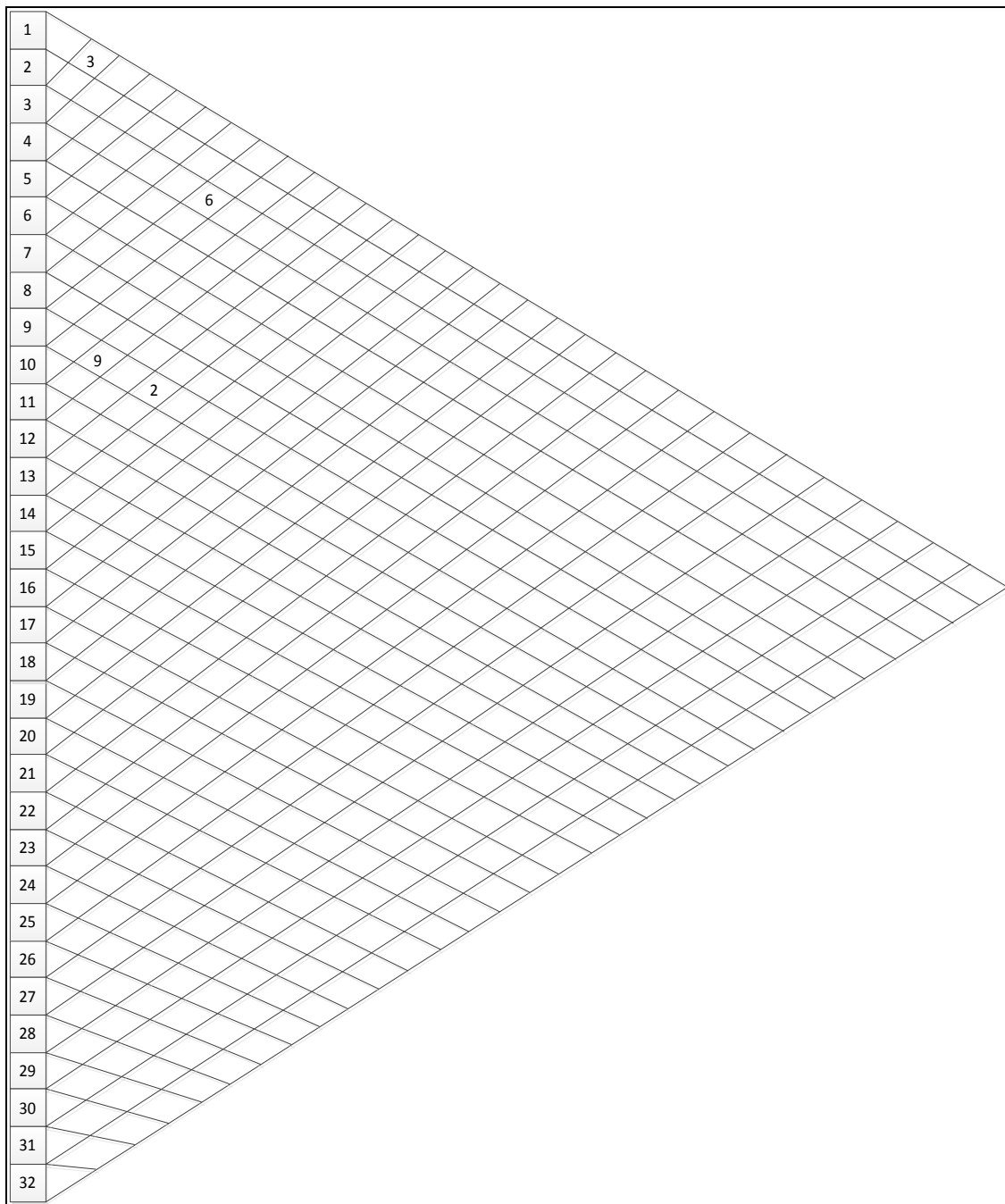
Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

Figura 38. **Tabla triangular del queso duro**



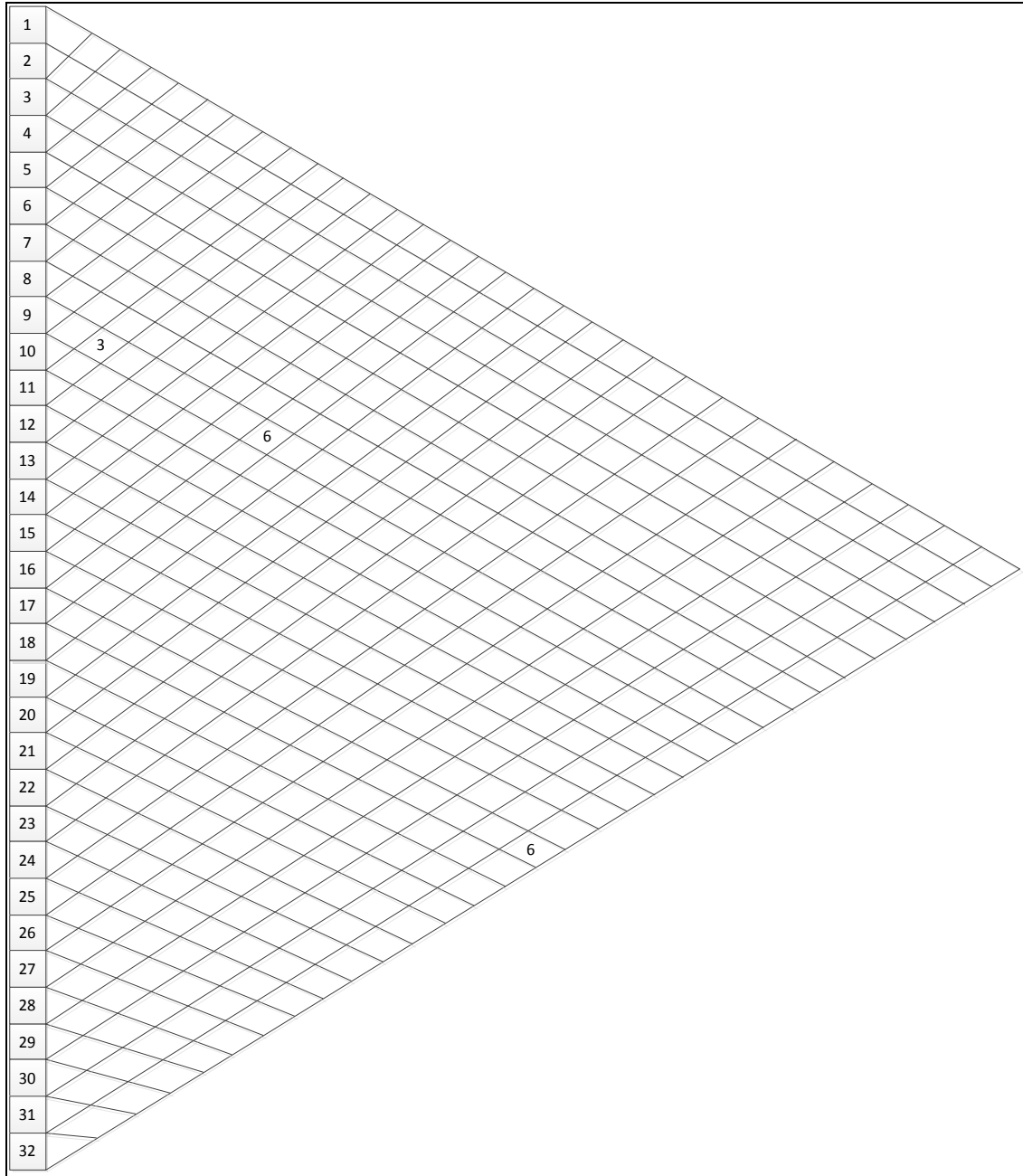
Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

Figura 39. **Tabla triangular del queso de pita**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

Figura 40. **Tabla triangular del queso *cheddar***



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.



- Porcentaje de producción de cada producto: para calcular el porcentaje de producción de cada producto, se realizó con base en el total de la producción del mes de octubre al mes de diciembre. Se toma como referencia las libras producidas de cada producto. ( Véase tabla XX).

Tabla XX. **Porcentaje de producción de cada producto**

Producto	Porcentaje de la producción total
Crema comercial	35,55 %
Requesón	14,90 %
Queso súper	13,95 %
Queso crema	9,43 %
Ricota	9,15 %
Crema especial	8,51 %
Queso duro	5,01 %
Queso de capas	2,65 %
Quesillo	0,48 %
Queso procesado	0,12 %
Queso mozzarella	0,08 %
Queso de pita	0,06 %
Queso cheddar	0,12 %
total	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Luego de conocer el porcentaje de producción de cada producto se procede a calcular el número de movimientos entra cada máquina o estación de trabajo. Se toma en cuenta el porcentaje de cada producto, como se muestra en la tabla XXI.

Tabla XXI. **Cálculo de movimientos con porcentaje ponderado**

núm.	movimientos de:	número De movimientos por porcentaje	total
1	1 a 2	$1*0,1395$	0,139482
2	1 a 3	$4*0,048 + 2*0,008 + 3*0,006$	0,022305
3	1 a 6	$2*0,048$	0,009552
4	1 a 7	$2*0,915$	0,182999
5	1 a 10	$10*0,1395$	1,394819
6	1 a 14	$2*0,1394$	0,278964
7	1 a 15	$5*0,0501$	0,250745
8	1 a 22	$3*0,0851 + 3*0,0943$	0,538047
9	1 a 27	$4*0,1490$	0,595965
10	2 a 11	$4*0,0265$	0,106135
11	2 a 13	$2*0,0265$	0,053068
12	2 a 14	$1*0,0265$	0,026534
13	3 a 6	$3*0,0008$	0,002287
14	3 a 9	$6*0,0006$	0,003353
15	3 a 11	$2*0,0048$	0,009552
16	4 a 6	$4*0,0012$	0,0048
17	5 a 11	$5*0,0012$	0,006
18	6 a 9	$5*0,0048 + 6*0,0008$	0,028454
19	7 a 8	$10*0,0915$	0,914997
20	8 a 11	$3*0,0915$	0,274499
21	9 a 11	$4*0,0048+2*0,0008+9*0,0006+3*0,0012$	0,029258
22	10 a 11	$4*0,1395+6*0,0915+4*0,1490$	1,70289
23	10 a 13	$2*0,1395$	0,278964
24	10 a 14	$2*0,0501$	0,100298
25	10 a 15	$5*0,0501$	0,250745
26	10 a 16	$10*0,0501$	0,50149
27	10 a 28	$10*0,0501$	0,50149
28	10 a 29	$4*0,0501$	0,200596
29	11 a 22	$4*0,0943$	0,377018
30	11 a 24	$5*0,0851+3*0,0943$	0,708236
31	11 a 25	$8*0,355$	2,844182
32	11 a 27	$6*0,1490$	0,893947
33	12 a 24	$2*0,0943$	0,188509

Continuación de la tabla XXI.

34	12 a 27	3*0,1490	0,446974
35	14 a 19	1*0,0943	0,094254
36	14 a 20	6*0,3555	2,133136
37	14 a 21	4*0,0943	0,377018
38	14 a 22	7*0,0851+ 10*0,0943	1,538206
39	14 a 27	2*0,1490	0,297982
40	17 a 32	6*0,0012	0,0072
41	18 a 21	4*0,0943	0,377018
42	18 a 23	4*0,0943	0,377018
43	19 a 21	1*0,0943	0,094254
44	20 a 26	1*0,3555	0,355523
45	21 a 24	1*0,0943	0,094254
46	22 a 24	1*0,0943+1*0,0851	0,179349
47	23 a 24	1*0,0943	0,094254
48	25 a 26	1*0,0851	0,085095
49	26 a 31	2*0,3555	0,711045
50	29 a 30	25*0,0501	1,253724

Fuente: elaboración propia.

Luego de calcular los movimientos tomando en cuenta el porcentaje de cada producto, se ordena de mayor a menor el total de los movimientos ya calculados como a continuación se muestra:

Tabla XXII. **Tabla resumen de movimientos**

Núm.	Relaciones	Núm. De movimientos	Núm.	Relaciones	Núm. De movimientos
1	11 a 25	2,844181547	26	10 a 15	0,25074487
2	14 a 20	2,13313616	27	10 a 29	0,2005959
3	10 a 11	1,702890464	28	12 a 24	0,18850887
4	14 a 22	1.538205904	29	1 a 7	0,18299938

Continuación de la tabla XXII.

5	1 a 10	1,394818524	30	22 a 24	0,17934894
6	29 a 30	1,253724347	31	1 a 2	0,13948185
7	7 a 8	0,914996924	32	2 a 11	0,10613537
8	11 a 27	0,89394735	33	10 a 14	0,10029795
9	26 a 31	0,711045387	34	14 a 19	0,09425444
10	11 a 24	0,708235835	35	19 a 21	0,09425444
11	1 a 27	0,5959649	36	21 a 24	0,09425444
12	1 a 22	0,538046826	37	23 a 24	0,09425444
13	10 a 16	0,501489739	38	25 a 26	0,0850945
14	10 a 28	0,501489739	39	2 a 13	0,05306769
15	12 a 27	0,446973675	40	9 a 11	0,02925754
16	11 a 22	0,377017748	41	6 a 9	0,02845362
17	14 a 21	0,377017748	42	2 a 14	0,02653384
18	18 a 21	0,377017748	43	1 a 3	0,02230502
19	18 a 23	0,377017748	44	1 a 6	0,0095522
20	20 a 26	0,355522693	45	3 a 11	0,0095522
21	14 a 27	0,29798245	46	17 a 32	0,0072
22	1 a 14	0,278963705	47	5 a 11	0,006
23	10 a 13	0,278963705	48	4 a 6	0,0048
24	8 a 11	0,274499077	49	3 a 9	0,00335251
25	1 a 15	0,250744869	50	3 a 6	0,00228656

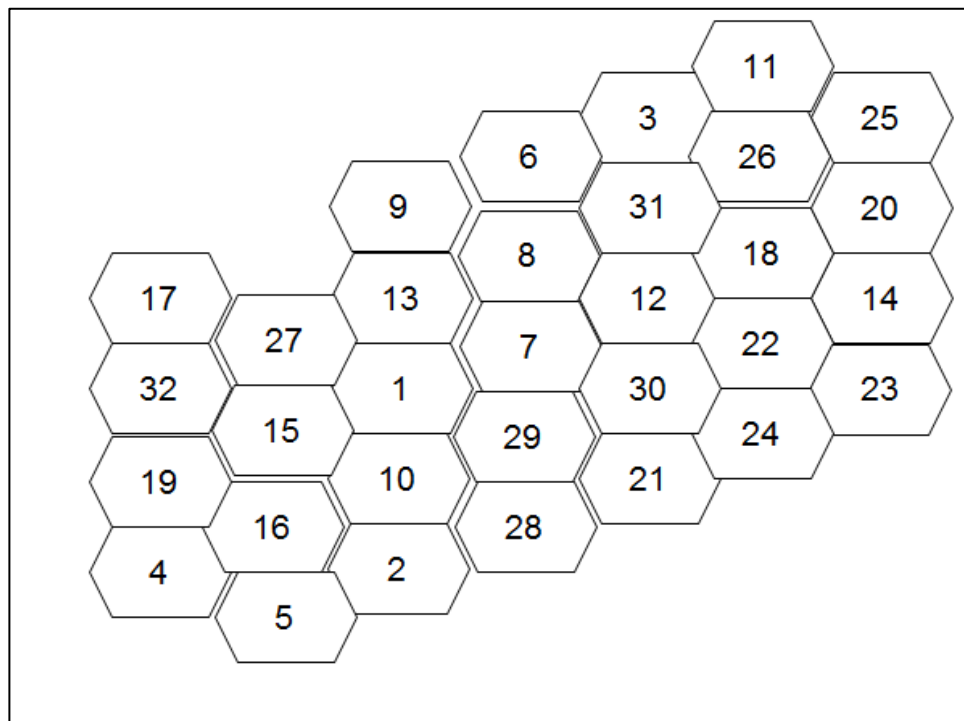
Fuente: elaboración propia.

### **2.2.4.1.3. Planteamiento de distribución por medio de hexágonos**

Se realiza el planteamiento de distribución y se toma como referencia las relaciones que tienen mayor número de interacción de maquinaria o puestos de trabajo.

Cada hexágono representa una máquina o estación de trabajo y se debe tratar la manera de que las máquinas y estaciones de trabajo que tengan mayor número de movimientos queden lo más cerca posible. (Véase la figura 41).

Figura 41. **Planteamiento de distribución por medio de hexágonos**

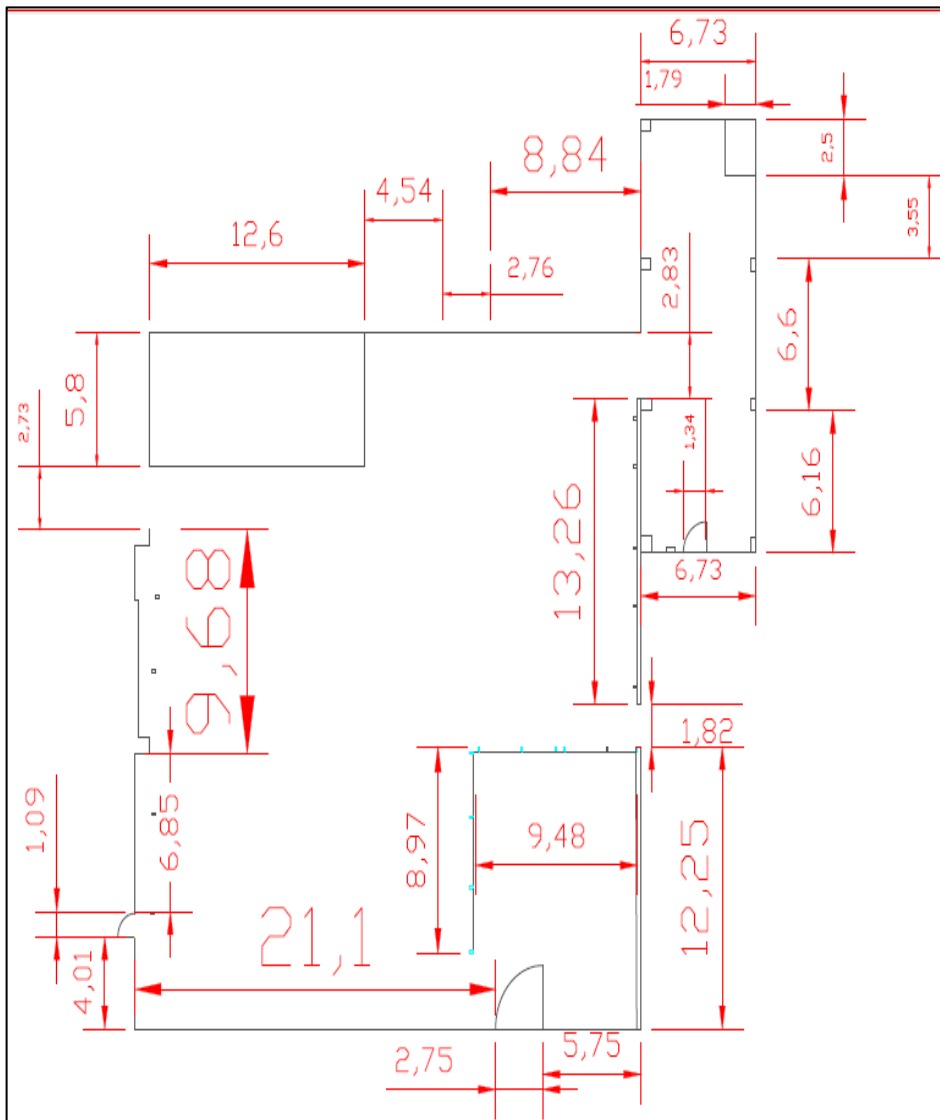


Fuente: elaboración propia.

- Distribución final de la planta: luego de tener la distribución parcial, por medio de hexágonos, se plantea la distribución final a escala y se toma en cuenta los materiales y el flujo del proceso de cada producto.
- Se debe tomar en cuenta no solamente el espacio ocupa la maquinaria o estación de trabajo, sino que también el espacio necesario para trabajar

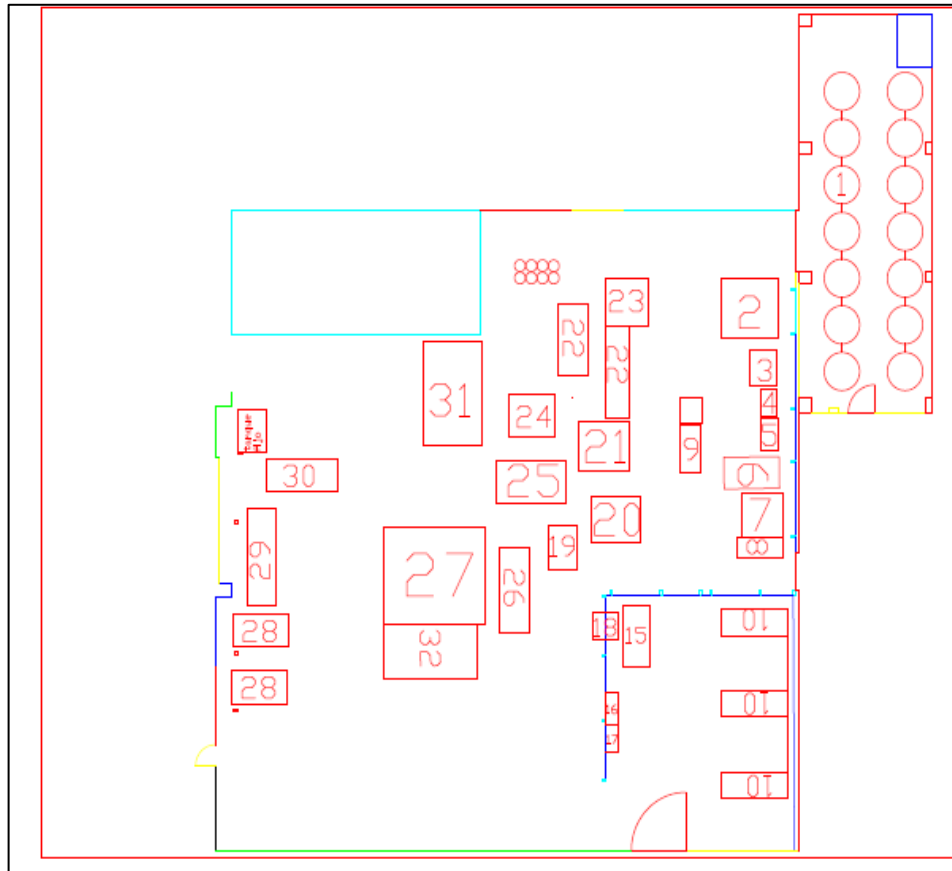
la maquinaria o estación de trabajo. Por lo que se mide el área de trabajo y la maquinaria en metros. (Véase figura 42 y 43).

Figura 42. **Medidas del Departamento de Producción**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

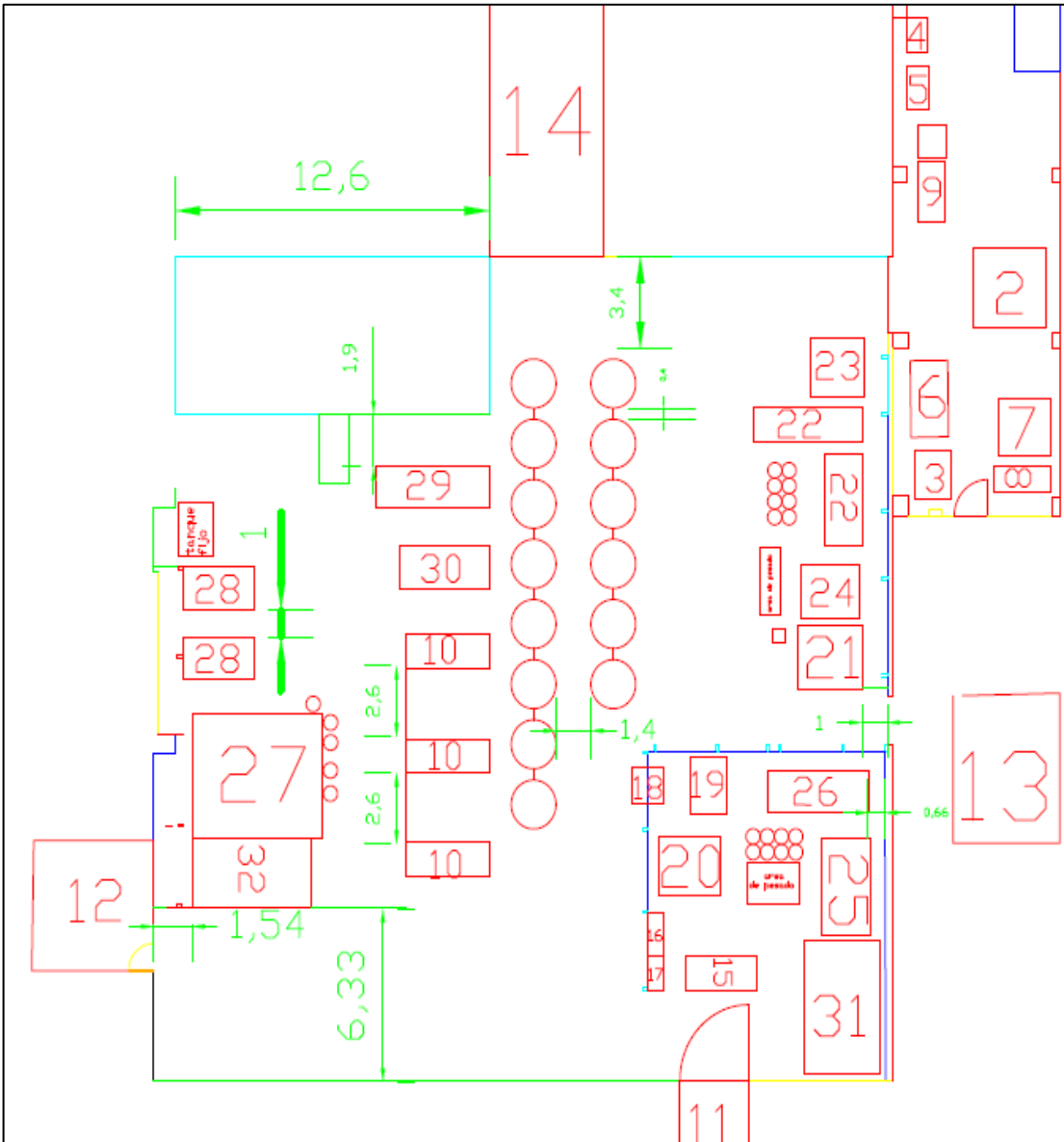
Figura 43. **Distribución del Departamento de Producción**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Después de tener la medida del Departamento de Producción se plantea la distribución de la planta de producción, ya tomando en cuenta las medidas de las maquinas o estaciones de trabajo, así como el espacio necesario para trabajar, limpiar y hacer mantenimiento. (Véase figura 44).

Figura 44. Distribución final del Departamento de Producción



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.



Los procesos de fabricación de la crema comercial, crema especial, y el requesón son los que ocupan más elementos auxiliares para operar. Por ello en el proceso de fabricación de la crema comercial y la crema especial, tienen su propia área de pesado, la cual está representada en la distribución final. En el caso del proceso de fabricación del requesón, las carretillas en donde se desuera, hay espacio para acomodarlas justo a la par de los tanques en donde se fabrica el requesón.

Las tinas redondas están acomodadas tal y como lo estaban antes del rediseño, con la diferencia que en el diseño propuesto pasan justo después del pasteurizador. Esto para evitar que haya tubería de mayor diámetro colgada en el centro de la planta y se despeje a la par del pasteurizador.

- Mejoras en el proceso de fabricación del queso duro: con base en el DFP del queso duro, se redujo la distancia entre el área de Tinas y los molinos de 5 metros a 3,5 metros, y entre el área de Tinas y la mesa de desuerado de 10 metros a 7 metros.
- Costos de implementación: en la empresa se cuenta con un Departamento de Mantenimiento, cada operador sabe el funcionamiento de cada una de las máquinas. Además se cuenta con el equipo necesario para montar y desmontar cualquiera de las máquinas. La empresa también cuenta con un montacargas que funciona con gas, el montacargas es de clase I.

Para trasladar algunas máquinas es necesario usar el montacargas, en algunas máquinas primero es necesario desmontar para su transporte. Se procede calcular un estimado de las horas que se requiere para mover cada máquina, a continuación se clasifica en la tabla XXII.

Se hace referencia de la tabla VI el número de máquina asignado.

Tabla XXIII. **Tiempo requerido para mover máquinas**

<b>Máquina</b>	<b>Movimiento</b>	<b>Tiempo en horas</b>	<b>Uso de montacargas</b>
1	Desmontaje, montaje y traslado	16	Si
2	Desmontaje, montaje y traslado	4	Si
3	Desmontaje, montaje y traslado	2	Si
4	Traslado	2	Si
5	Desmontaje, montaje y traslado	1	No
6	Desmontaje, montaje y traslado	4	Si
7	Desmontaje, montaje y traslado	2	Si
8	Traslado	0.5	No
9	Traslado	0.5	No
10	Traslado	4	Si
15	Traslado	0.5	No
16	Traslado	0.5	Si
17	Traslado	0.5	Si
18	Traslado	0.5	Si
19	Desmontaje, montaje y traslado	4	Si
20	Desmontaje, montaje y traslado	4	Si
21	Desmontaje, montaje y traslado	4	Si
22	Desmontaje, montaje y traslado	8	Si
23	Traslado	4	Si
24	Desmontaje, montaje y traslado	8	Si
25	Desmontaje, montaje y traslado	8	Si
26	Desmontaje, montaje y traslado	8	Si
27	Desmontaje, montaje y traslado	24	Si
28	Desmontaje, montaje y traslado	8	No
29	Traslado	4	Si
30	Desmontaje, montaje y traslado	8	Si
31	Desmontaje, montaje y traslado	24	Si
32	Desmontaje, montaje y traslado	8	Si

Fuente: elaboración propia.

Con base en la tabla XXIII, el número de horas requerido para mover las máquinas es de 162 horas, de las cuales 151,5 horas es necesario el uso del montacargas para transportar las máquinas. La tubería que usa cada máquina, en este caso no se toma en cuenta, debido a que en el Departamento de Mantenimiento hay suficientes tubos para hacer las instalaciones.

- Gastos de mano de obra: Los operadores de mantenimiento devengan Q 11 la hora y se requieren de 4 operadores para realizar el traslado, por lo que el costo total de mano de obra es:

$$\frac{Q 11}{1 \text{ hora} * \text{operador}} * 162 \text{ horas} * 4 \frac{\text{operadores}}{\text{Proyecto}} = \frac{Q 7 128}{\text{Proyecto}}$$

- Gastos del montacargas: el montacargas funciona con gas, el costo del cilindro de gas de 35 lb es de Q 126 y dura aproximadamente 6 horas.

Entonces se calcula el costo que incurre el uso del montacargas para transportar la maquinaria.

$$151,5 \text{ horas} * \frac{1 \text{ cilindro}}{6 \text{ horas}} \approx 26 \text{ cilindros} * \frac{Q 126}{1 \text{ cilindro}} = Q 3 276$$

- Costo total: el costo de mano de obra + los gastos del montacargas:

$$Q 7 128 + Q 3 276 = Q 10 404$$

- Segunda parte de la etapa de mejorar.

#### **2.2.4.2. Diagrama hombre máquina propuesto**

El diagrama hombre máquina muestra la secuencia de la ejecución de las tareas para el proceso de fabricación del queso duro. El diagrama está enfocado en la parte a mejorar que es desde moler la cuajada hasta el empaque.

Es necesario realizar dos diagramas hombre máquina, por la razón que se utilizan dos tipos de prensas: neumáticas e hidráulicas. Las prensas hidráulicas pueden prensar un número mayor de unidades y están a una distancia mayor, por lo general solamente se trabaja con un solo molino. Las prensas hidráulicas están a una distancia menor y por lo general se trabajan con dos molinos.

Previamente a la realización del diagrama hombre maquina propuesto es necesario elaborar instrucciones de cada fase.

Verificar lo siguiente antes de empezar a moler:

- Guacal
- Cubeta de acero inoxidable
- Queso duro para moler
- Que haya suficiente sal
- Cantidad de moldes necesarios que se usarán
- Cantidad de mantas necesarias que se usarán
- Que se haya limpiado la mesa

Instrucciones para cargar molino:

- Colocar 2 cubetas llenas de cuajada en molino con la cubeta de acero inoxidable.
- Colocar agua con guacal.
- Colocar sal con guacal.
- Verificar solución.

Después de cargar el molino se procede a moler la cuajada.

Instrucciones para moldear:

- Verificar que haya suficiente cuajada molida
- Extender manta en molde
- Verificar si la manta está deteriorada
- Apartar mantas deterioradas
- Colocar queso en molde
- Envolver molde con manta
- Elevar molde 20 cm y golpearlo contra mesa
- Acomodar moldes

Instrucciones para prensar con prensa neumática

- Agarrar y transportar como máximo 10 moldes a la vez hacia prensa.
- Verificar que estén limpias las prensas.
- Acomodar moldes cuidadosamente en prensas.
- Verificar que se acomoden 90 moldes, 15 a lo largo y 6 a lo ancho de la plancha de la prensa.
- Acomodar manguera de prensa en drenaje.

- Verificar que la presión de la prensa este a 0,4 Mpa.
- Presionar el botón de encendido de la prensa para acomodar los moldes.
- Presionar el botón de apagado de la prensa y dejar los moldes acomodados.

#### Instrucciones para prensar con prensa hidráulica

- Agarrar y transportar como máximo 10 moldes en la plataforma rodante.
- Verificar que se acomoden 112 moldes en cada canasta, 4 filas de 7 moldes de largo y 4 moldes a lo ancho en cada canasta.
- Transportar como máximo 3 canastas en la plataforma rodante.
- Verificar que estén limpias las prensas.
- Acomodar moldes cuidadosamente en prensas.
- Verificar que se acomoden 403 moldes, 31 a lo largo y 13 a lo ancho de la plancha de la prensa.
- Verificar que la prensa hidráulica no tenga fuga de aceite.
- Verificar que se preense uniformemente.

Ya se tiene especificado cada uno de los procedimientos en cada fase se procede a realizar el diagrama hombre máquina, propuesto para la prensa neumática. (Véase figura 45).

Es necesario tomar en cuenta que, para la realización del diagrama hombre máquina propuesto en la prensa hidráulica, se deben trabajar más moldes. Esto para llenar una plancha de la prensa, ya que se deben acomodar 403 moldes en cada plancha, a comparación en la prensa neumática que son 90 moldes.

Actualmente en el Departamento de Producción, las prensas hidráulicas se encuentran a una distancia de 15 metros del molino a comparación de las prensas neumáticas. Estas se encuentran a una distancia de 2 metros de los molinos.

El diagrama de hombre máquina propuesto del proceso de fabricación del queso duro, usando las prensas hidráulicas, tienen un tiempo de ciclo mayor que si se usan las prensas neumáticas. (Véase figura 46).

Figura 45. Diagrama hombre máquina propuesto prensa neumática

operador 1	tiempo min	operador 2	tiempo min	molino	tiempo min	mesa	tiempo min	prensa	tiempo min
cargar molino	2	cargar molino	2	cargar	2				
		esperar	1						
moler	8			Moler					
		moldear	20						
moldear	18					moldear	25		
		transportar moldes	2						
		cargar moldes	2					cargar moldes	2
acomodar	2	acomodar	3					acomodar	3
								prensar	

Fuente: elaboración propia.



Figura 46. Diagrama hombre máquina propuesto prensa hidráulica

operador 1	tiempo min	operador 2	tiempo min	molino	tiempo min	mesa	tiempo min	prensa	tiempo min
cargar molino	5	Cargar molino	4	cargar	5				
		esperar	1						
moler	15			Moler	15				
		moldear	35						
moldear	35					moldear	35		
		acomodar moldes en transporte	6						
		transportar	2						
acomodar moldes en transporte	6	acomodar moldes en prensa	17					acomodar moldes	17
transportar	2								
acomodar moldes	4								

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.4.3. Matriz de análisis de modo de fallas y efectos (FMEA)

Esta tiene como fin anticipar posibles problemas para tomar medidas y contrarrestar o disminuir los riesgos. la matriz tiene que estar definida a qué parte del proceso se va a llevar a cabo. En la parte de analizar se definió que las partes del proceso a mejorar: es de la parte de moler la cuajada hasta empacar el queso en la parte del diagrama de proceso interfuncional, del proceso de fabricación del queso duro.

La matriz se enfoca en las partes del proceso a mejorar que también se pueden observar en el diagrama hombre maquina propuesto en las dos prensas. (Véase tabla XXIV).

Tabla XXIV. **Matriz de análisis de modo de fallas y efectos**

Fase del proceso	Modo de fallo	causa	efecto	respuesta		
				acción	quién	cuándo
Cargar molino	exceso de sal	uso inadecuado de recipientes	aumento de reproceso	capacitación de moldeadores	supervisor	durante operación
Moldear	queso en molde improporcionalmente	procedimiento inadecuado de moldeo	aumento de reproceso	capacitación de modeador	jefe de producción	durante operación
Moldear	queso afuera del molde	mantas rotas	aumento de reproceso	cambio de mantas	encargado debodega	al terminar la jornada
Transportar	botar moldes	transportar más de 12 moldes a la misma vez	aumento de reproceso	llamada de atención verbal	supervisor	durante operación
Preparar prensa	moldes mal prensados	número inadecuado de moldes en prensa	presa descalibrada	capacitación de modeador	jefe de producción	durante operación

Fuente: elaboración propia.

#### 2.2.4.4. Prueba piloto

Luego de tener el nuevo procedimiento y el orden de las operaciones mediante un diagrama hombre máquina se procede a realizar la prueba piloto. El procedimiento y el diagrama hombre- máquina se presentó el 26 de febrero al jefe de producción y se implementaron los cambios el 2 de marzo. En el mes de marzo se hicieron quesos duros 24 días. Los días: 1, 8, 15, 22, 29 de marzo no se fabricó queso y se obtuvieron los datos que muestra la tabla XXV.

Tabla XXV. Queso duro quebrado en marzo

Producción total	Unidades de queso quebrado
6 932	268
3 708	92
8 494	485
6 574	336
6 240	556
5 269	483
4 899	62
3 696	504
6 118	643
5 798	916
6 203	687
7 106	414
7 091	271
6 378	283
6 920	489
7 031	457
7 168	377
7 252	296
6 936	412

Continuación de la tabla XXV.

6 648	398
6 696	337
5 198	311
3 762	218
1 464	36
4 806	246
7 560	314

Fuente: elaboración propia.

Lo que refleja que en el mes de marzo, comparado con octubre, se redujo en un 6 % el reproceso de la producción de queso duro en su presentación de ¼ de libra.

### **2.2.5. Etapa de controlar**

Su finalidad es que las mejoras realizadas se ejecuten diariamente mediante el uso de documentos y otras herramientas para asegurar la calidad en el proceso.

#### **2.2.5.1. Actividades de control**

Para la realización del plan de control, se debe tomar en cuenta las fases a mejorar del proceso de fabricación del queso duro. Por ello, se toma de referencia la matriz de modo de fallo y efectos del proceso de fabricación del queso duro.

Para la realización del plan de control, se realizó una lista de chequeo para cada uno de las fases del proceso de elaboración del queso duro. Se realizó desde la fase de moler cuajada hasta prensar queso. (Véase tabla XXVI).

Tabla XXVI. **Actividades de la fase de control**

<b>Actividades</b>	<b>Personal a quién va dirigido</b>
Verificación recipientes	Operadores de molino
Verificación carga de molino	Operadores de molino
Verificación molido	Operadores de molino
Verificación moldeo	Operadores de molino
Verificación de prensado	Prensista

Fuente: elaboración propia.

- Fase de cargar molino: es necesario que el operador haga bien su trabajo y para hacerlo se realizó una lista de verificación. Este va dirigido a los operarios, y cada supervisor tiene que llevar y llenarla. (Véase figura 47).

La lista de verificación pretende establecer que los empleados, en la fase de colocar ingredientes del proceso de fabricación del queso duro, estén usando los recipientes adecuadamente. Hay algunos que utilizan las manos en vez de los recipientes.

Algunos operadores de molinos no colocan la cantidad suficiente de cuajo y sal con la cubeta, cuando van a moler tiene que seguir colocando sal y eso provoca más trabajo.

Se debe tomar en cuenta lo siguiente en la fase de cargar molino:

- Que se coloque sal y agua con recipiente
- Que se coloque la cantidad de cuajada necesaria
- Que se inspeccione
- Fase de moldear: es necesario que el operador deba moldear bien y para hacerlo se realizó una lista de verificación en el cual va dirigido a los operarios y los 2 supervisores deben. Ellos deben llevarlos para verificar que se estén haciendo bien el moldeo.

La lista de verificación pretende verificar que los empleados, en la fase de moldear durante el proceso de fabricación del queso duro, estén haciendo el procedimiento adecuadamente. Si no se hace correctamente el moldeo para moldear el queso duro pierde consistencia y como consecuencia mayor unidades para reprocesar.

Algunos operadores de molinos no revisan las mantas, solamente las usan aun sabiendo que podrían estar deterioradas.

Se debe tomar en cuenta lo siguiente en la fase de moldear:

- Que se revise la manta
- Que se moldee correctamente
- Que se aparten las mantas deterioradas

- Fase de prensar: esta termina desde que ya están puestos los moldes. Algunos operadores llevan demasiados moldes de la mesa con motor hacia las prensas neumáticas, en el camino botan moldes, debido a que llevan demasiado, eso produce reproceso.


La lista de verificación, para la fase de prensar del proceso de fabricación del queso duro, va dirigida a los operarios prensistas.

Se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Que se inspeccione el número de moldes como máximo a transportar.
- Que se contabilicen los moldes a lo largo y ancho de la prensa.
- Que se prensen los moldes una vez para acomodar y desuerar.
- Que se prensen uniformemente.
- Que se verifique presión de la prensa.
- Que se verifique el número máximo de moldes a prensar.

La fase de prensar, del proceso de fabricación del queso duro, se realiza con dos tipos de prensa distintos. Por ello se debe tomar en cuenta por aparte los procedimientos en la lista de chequeo de cada prensa.

Figura 47. Lista de verificación



**LISTA DE CHEQUEO:**

**Proceso de fabricación del queso duro**

Unidades a fabricar: Queso duro de ¼ de libra	Fecha:
Fase del proceso a chequear: Fase de Moler hasta Prensar	Operador:

**1. Fase de moler**

¿Se está colocando sal y agua con el recipiente?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A
¿Se está colocando 2 cubetas de cuajada por cada molino?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A

**2. Fase de moldear**

¿Se revisó la manta antes de utilizarla?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A
¿Se está moldeando con el procedimiento establecido?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A
¿Se han removido las mantas deterioradas?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A

**3. Fase de prensar en la prensa neumática**

¿Se transportan cómo máximo 10 moldes?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A
¿Se colocan los moldes ordenadamente según procedimiento?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A
¿Se revisó la presión de la prensa?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A

**4. Fase de prensar en la prensa hidráulica**

¿Se transportan cómo máximo 3 canastas hacia la prensa?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A
¿Se coloca trasportan como máximo 10 moldes de la plataforma hacia la prensa?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A
¿Se coloca los moldes ordenadamente según procedimiento?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A
¿Se verifica que no haya fuga de aceite?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A
¿Se prensa uniformemente?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A

**4. Tiempos de producción**

¿Existieron retrasos en la fabricación?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A
¿Hubo máquinas indisponibles?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/P

**Observaciones**

NOTA: N/A = No aplicable. N/P = No presenciado.

Fuente: elaboración propia.



- Costos de implementación de la fase de controlar: se debe hacer diariamente y se debe tener un control de ello y sus debidos registros.

Tabla XXVII. **Costos de la fase de controlar**

<b>Descripción</b>	<b>Precio</b>
Computadora	Q 5 000
Licencia de programas	Q 1 200
Impresora	Q 8 00
Papel	Q 100
Escritorio	Q 600
<b>Total</b>	<b>Q 7,700</b>

Fuente: elaboración propia



### **3. FASE DE INVESTIGACIÓN. PLAN DE AHORRO EN EL CONSUMO DE AGUA EN EL AREA DE PRODUCCIÓN**

#### **3.1. Análisis del consumo de agua**

Para tener una producción más limpia es necesario reducir el consumo de agua en la empresa. Es necesario analizar el consumo de agua, actualmente el abastecimiento de agua en la empresa se da mediante un pozo.

El contador da la lectura del agua que se consume en toda la planta, y no hay manera de saber el consumo exacto en el área de Producción. Las lecturas se realizaron de 5:30 a.m. y a las 5:30 pm. (Véase tabla XXVIII).

En el área de Producción el agua tiene diversos usos que son:

- Lavar las máquinas
- Lavar el piso
- Agua en los baños y lavamanos
- Agua para usar en los procesos de fabricación

Después de finalizar un ciclo en la fabricación de cualquiera de los procesos de fabricación. Se lavan con agua las máquinas, el piso y todos los utensilios o herramientas auxiliares que se usan.

Tabla XXVIII. **Consumo de agua en diciembre**

Fecha	Lectura a las 5:30 a.m. en m <sup>3</sup>	Lectura a las 5:30 p.m. en m <sup>3</sup>	Consumo en el día en m <sup>3</sup>
02/12	381 954	382 201	247
03/12	382 325	382 573	248
04/12	382 695	382 906	211
05/12	383 019	383 255	236
06/12	383 401	383 626	225
07/12	383 756	383 975	219
08/12	384 279	384 483	204
09/12	384 405	384 648	243
10/12	384 780	385 004	224
11/12	385 143	385 372	229
12/12	385 513	385 756	243
13/12	385 896	386 106	210
14/12	386 257	386 468	211
15/12	386 610	386 824	214
16/12	386 957	387 177	220

Fuente: elaboración propia.

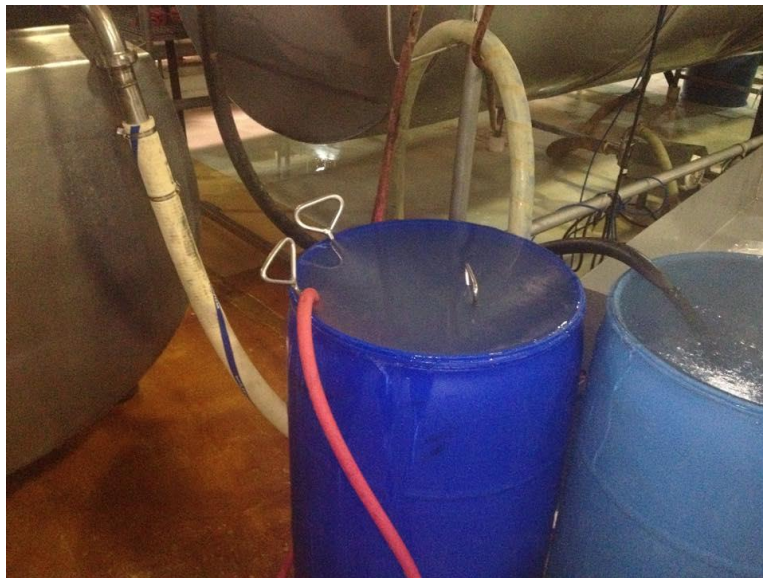
### 3.1.1. Causas del desperdicio del agua

En el mes de febrero se identificaron varias formas de desperdiciar el agua en el Departamento de Producción las cuales fueron las siguientes:

- Fugas
- Despilfarro del agua para lavar piso
- Despilfarro del agua para lavar maquinaria

A continuación en la figura 68 se muestra cómo se desperdicia el agua que sirve para lavar el tanque de 2 400 litros. El operario deja la manguera puesta en el barril de plástico y este se rebalsa.

Figura 48. **Despilfarro del agua en lavado de tanque**



Fuente: Area de Producción, Ilgua S. A.

### **3.1.2. Lugares donde se desperdicia el agua**

Actualmente, en la planta, hay varios lugares donde se desperdicia el agua. Ya sea mediante mal uso por parte de los operarios o por fugas y son los siguientes:

- Área de Marmita de 800 litros
- Área de Tanque de 2 400 litros
- Mangueras ubicadas a lo largo del Departamento

Para calcular el número de litros de agua que se desperdicia, en el Departamento, se procedió a usar una cubeta de capacidad de 10 litros. Esto para llenarla y tomar el tiempo con el fin de calcular el caudal y el desperdicio de agua que se da durante el día como se muestra en la tabla XXXIX.

Tabla XXIX. **Desperdicio de agua por día**

Lugar	Forma en que se desperdicia el agua	Tiempo de desperdicio al día	Caudal aproximado	Litros aproximados al día
Marmita capacidad de 800 litros	Fuga	24 horas	2,22 litros/min	3 196,8
Tanque capacidad 2400 litros	Operario deja llave abierta.	3 horas	23,08 litros/min	4 154,4
Maguera en la bodega limpieza canastas	Uso excesivo de agua para lavar piso.	1 hora	23,08 litros/min	1 384,8
Manguera prensas de madera	Uso excesivo de agua para lavar piso, limpiar prensas y llenar barriles.	1 hora	23,08 litros/min	1 384,8
Manguera molino queso duro	Uso excesivo de agua para limpiar maquinaria.	1 hora	23,08 litros/min	1 384,8
Entrada bodega grasa vegetal	Uso excesivo de agua para limpiar maquinaria.	1 hora	23,08 litros/min	1 384,8
Máquina hiladora	Uso excesivo de agua para limpiar máquinas.	1 hora	23,08 litros/min	1 384,8
2 molinos de queso fresco	Uso excesivo de agua para limpiar máquinas.	1 hora	23,08 litros/min	2 769,6

Fuente: elaboración propia.

### **3.2. Alternativas para reducir el consumo de agua**

Para el despilfarro de lavar los pisos y la maquinaria, una alternativa podría ser capacitando al personal. El problema es que no hay forma de saber los resultados, ya que no hay un contador en el Departamento de Producción.

Otra alternativa es acoplar pistolas ahorradoras de agua en las boquillas de las mangueras. Esto cual ahorraría entre un 40 % de agua a un 60 % en consumo. También se debe cambiar las llaves.

Una tercera alternativa es incorporar un reductor de caudal el cual se pone las boquillas de las mangueras y reduce en un 50 % el caudal del agua. El problema de estas es que el agua aún seguiría desperdiciándose.

Mediante el uso de pistolas ahorradoras de agua, en las boquillas de las mangueras se usaría la menor cantidad de agua. En ningún proceso de fabricación requiere el excesivo de agua, sino que se usa la mayor parte de tiempo para lavar.

### **3.3. Ahorro aproximado del consumo de agua**

Mediante la implementación de pistolas se ahorra un 60 % del agua entonces:

Se tiene 8 mangueras y se les acopla una pistola a cada manguera las cuales ahorran un 60 % de agua. Para cada manguera, entonces se tiene que diariamente se gastan 13 848 litros.

El 60 % es 8 308 litros de agua diariamente y con el cambio de la llave que gasta 3 197 litros, se tiene un ahorro de agua diariamente de 11 506 litros por día.

### 3.4. Costos de implementación

Se toma en cuenta la parte de los materiales ya que en la empresa se cuenta con fontaneros y personal capacitado para instalar dichas herramientas.

Tabla XXX. Costo de materiales

artículo	costo	requerimiento	total
pistolas para manguera	Q 95	8	Q 760
llave de paso	Q 50	1	Q 50
Total			Q 810

Fuente: elaboración propia.

- Costo de mano de obra: la empresa cuenta con un fontanero que trabaja diariamente, y gana por hora Q 11. Se estima que en 1 día laboral de 8 horas pueda poner las pistolas y la llave de paso entonces el costo de mano obra es: Q 88.
- Costo total: el costo total de la implementación es la suma del costo de mano de obra y el costo de los materiales: Q 898.



## 4. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN

### 4.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación

Mediante entrevistas, no estructuradas, a los operadores del área de Producción y Empaque, tienen el fin de encontrar las necesidades de capacitación. Se evidenció que necesitan capacitación en temas con relación a la inocuidad en los alimentos y consumo de agua.

Además, a los operadores, nunca se les ha capacitado acerca de cómo manipular los alimentos, ni los diferentes riesgos que se corren por la manipulación incorrecta de los mismos.

Por lo que se procedió a planificar las actividades de la capacitación. (Véase tabla XXXI).

Tabla XXXI. **Actividades de capacitación**

<b>Número</b>	<b>Actividad</b>
1	Microorganismos en la industria.
2	Tratamientos para matar microorganismos.
3	Enfermedades transmitidas por los alimentos.
4	Inocuidad.
5	Formas de contaminar los alimentos.
6	Higiene y manejo de alimentos.
7	Buenas prácticas de manufactura.
8	Uso correcto y cuidado del agua.

Fuente: elaboración propia.

**4.2. Plan de capacitación para el personal**

Con el número de actividades se procede a signar una fecha para las capacitaciones.

Tabla XXXII. Programación de las capacitaciones

PROGRAMACIÓN											
ACTIVIDAD	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO
1									X		
2								X			
3							X				
4			X								
5						X					
6				X							
7										X	
8											X

Fuente: elaboración propia.

- Cada actividad tiene su duración aproximada como se muestra en la tabla XXXII.

Tabla XXXIII. **Temas de capacitación**

ACTIVIDAD	DURACIÓN
1	2 horas
2	2 hora
3	4 horas
4	4 horas
5	4 horas
6	8 horas
7	4 horas
8	4 horas

Fuente: elaboración propia.

- **Métodos de capacitación:** las capacitaciones se realizarán por medio de conferencias en las cuales se utilizarán varias herramientas de apoyo: cañonera y pizarra. Las capacitaciones las impartirá un experto en el tema.
- El experto deberá exponer cada tema y usar las herramientas de apoyo de la forma que considere conveniente. A el personal se le brindará una libreta y un lapicero para que tome notas de la capacitación.
- **Lugar de capacitación:** las capacitaciones se llevarán a cabo en el salón de juntas, ubicado en la empresa el cual tiene capacidad máxima de 45 personas. El salón de juntas solamente tiene 10 sillas por lo que se necesitan adquirir 35 sillas más.

Las capacitaciones van dirigidas a todo operario y supervisor del Departamento Producción; Elaboración y Empaque.

- Horarios de capacitación: las capacitaciones deben realizarse a las 11:00 a.m y a las 2:00 p.m. A las 11 a.m debe recibirla un grupo y a las 2:00 p.m del mismo día debe recibirla el segundo grupo. Esto debido a que solo caben 45 empleados en el salón, cada capacitación debe durar dos horas para cada grupo, en un día. Los días que se impartirán las capacitaciones serán los miércoles. A continuación, en la tabla XXXIV, se muestra las semanas en las que se impartirán.

Tabla XXXIV. **Semanas de capacitaciones**

ACTIVIDAD	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO		MARZO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1																				
2																				
3																				
4	X																			
5																				
6																				
7																				
8																				

Fuente: elaboración propia.

#### **4.3. Resultados esperados de la capacitación**

- Actividad 1: se espera que los operarios hagan el trabajo de la mejor manera posible, sabiendo los riesgos que se corren al hacer su trabajo de una manera no higiénica.
- Actividad 2: se espera que los operarios se den cuenta de la importancia de la pasteurización y otros tratamientos para matar microorganismos.
- Actividad 3 y 4: se espera que los empleados que botan materia prima, la ingresen en el bote de la basura, que sepan en qué momento deben lavar los utensilios como el cuchillo. Así como las formas en que se pueden contaminar los alimentos, mediante la mala manipulación en los procesos de fabricación.
- Actividad 5 y 6: se espera que los operarios conozcan las enfermedades producidas por la contaminación de la materia prima, que ellos mismos puedan provocar. Esto por la falta de higiene en la manipulación de los alimentos.
- Actividad 7 : se espera que los operadores tengan en mente las buenas prácticas de manufactura siempre que manipulen los alimentos.
- Actividad 8 : se espera concientizar a los operarios acerca de uso del agua y que deben siempre de tratar de hacer la producción más limpia, cada vez que puedan.

#### 4.4. Costos de la capacitación

A continuación se muestra el costo que incurren los capacitadores de cada uno de los temas por hora.

Tabla XXXV. Costos de capacitadores

Tema	Duración	Costo por hora	Costo total por tema
Microorganismos en la industria	2 horas	Q 1 000	Q 2 000
Tratamientos para matar microorganismos.	2 hora	Q 1 000	Q 2 000
Enfermedades transmitidas por los alimentos.	4 horas	Q 1 000	Q 4 000
Inocuidad.	4 horas	Q 1 000	Q 4 000
Formas de contaminar los alimentos.	4 horas	Q 1 000	Q 4 000
Higiene y manejo de alimentos.	8 horas	Q 1 000	Q 8 000
Buenas prácticas de manufactura.	4 horas	Q 1 000	Q 4 000
Usos y cuidados del agua.	4 horas	Q 500	Q 2 000

Fuente: elaboración propia.

- Costos de capacitaciones: se debe tomar en cuenta los costos de los materiales a utilizar en la capacitación, así como los costos de las sillas, ya que el salón de juntas no cuenta con las suficientes. A continuación se muestran los costos de los materiales en el capacitación.

Tabla XXXVI. **Costo de materiales**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio por unidad</b>	<b>Subtotal</b>
2	Resma de papel bond tamaño carta	Q 40	Q 80
90	Libreta de apuntes	Q 8	Q 720
90	Lapiceros color negro	Q 2	Q 180
4	Marcadores para pizarra blanca	Q 10	Q 40
35	Alquiler de sillas por día	Q 5	Q 175
<b>Total</b>			<b>Q1 195</b>

Fuente elaboración propia.

El total de los temas a capacitar es de Q 30 000, pero tomando en cuenta que son 90 operarios, se realizarán dos capacitaciones al día. Por ello el costo se duplica, ya que en el salón solo pueden ser capacitados 45 operarios. El costo total es el costo de los temas y el costo de los materiales que da un total de Q 61 195.



## CONCLUSIONES

1. Se describió la situación inicial del Departamento de Producción, señalando cada proceso con diagramas de flujo, y las partes involucradas en el proceso de producción del queso.
2. Durante octubre se recolectaron los datos del proceso de fabricación del queso duro tipo taxisco. En la etapa de medir de la metodología Seis Sigma que los datos que se debían recolectar era el queso duro en su presentación de  $\frac{1}{4}$  de libra. Con base en ellos se contabilizó el número de defectuosos por día.
3. Con base en los datos recolectados en octubre del proceso de fabricación del queso duro tipo taxisco y con base en el rendimiento se calculó el nivel de Sigmas del proceso de fabricación del queso duro, basándose en la tabla de nivel de sigma y rendimiento.
4. En el proceso de fabricación del queso duro tipo taxisco se identificaron los costos asociados al reproceso que son: el costo de los materiales y el costo de reprocesarlo, y el costo de la mano de obra.
5. Se elaboró una propuesta de rediseño del Departamento de Producción en el cual se tomaron en cuenta los procesos de fabricación y la interacción entre máquinas o estaciones de trabajo. Se tomaron medidas de las máquinas y de las estaciones de trabajo necesarias para trabajar y se elaboró un esquema tomando en cuenta las medidas del Departamento de Producción, se acomodaron las máquinas o

estaciones de trabajo de acuerdo al resultado del método *layout*, tomando en cuenta el flujo del proceso.

6. En la fase de investigación se realizó un diagnóstico con base en lugares en donde se desperdicia el agua, y se plantearon las posibles soluciones, se calculó el ahorro aproximado del agua con la solución elegida y se calcularon los costos de la implementación.
7. Se identificaron los malos hábitos que tiene los operadores para manipular los alimentos y se propuso una serie de capacitaciones con sus resultados esperados, así como el mes de ejecución y el costo de las mismas.

## RECOMENDACIONES

1. Los supervisores deben utilizar siempre los *checklist*, el jefe de producción capacita a los supervisores acerca de cómo deben evaluar a los operadores, de la fase de moler hasta la fase de empacar queso, para que se mantenga controlado el reproceso.
2. Los supervisores deben aprender a manejar los diagramas de flujo de proceso (DFP). Para que cuando se contrate o rote personal se deberían usar para enseñarles los pasos a llevar a cabo el proceso de transformación de la materia prima, enfocado a cada uno de los productos que se realizan en la empresa.
3. El jefe de mantenimiento debe estar presente cuando se realice la redistribución de la maquinaria, y se debe hacer lo más pronto posible, ya que los tanques de capacidades de 5 000 y 8 000 litros. En la posición actual, las tuberías están en el centro de la planta suspendidas en el aire, al igual con los tanques mezcladores de capacidad de 2 500 litros. En el diseño propuesto se propone que estas máquinas estén cercanas a la pared para evitar el desorden de la tubería.
4. El número de unidades para reprocesar el queso duro en su presentación de  $\frac{1}{4}$  de libra debería tener un control por parte de los supervisores, diariamente. Esto para revisar los cambios en el rendimiento del proceso de fabricación de queso duro y estar atento a

los cambios que puedan pasar. Por ello, se deberían capacitar los supervisores para que puedan calcular el rendimiento.

5. A los supervisores se les debería de capacitar acerca de cómo calcular el nivel de Sigma de un proceso para que tengan una mejor idea de cuándo es que se está teniendo un reproceso de queso duro mayor al que se debería de tener.
6. Se debería capacitar a los operadores en el Departamento de Producción acerca de cómo realizar su trabajo y mostrarles los costos que en los que incurre el reproceso de queso duro, para concientizarlos y que puedan hacer su trabajo mejor.
7. Se debería comprar un contador en el Departamento de Producción para contabilizar el ahorro del agua y tener un control del agua que entra al Departamento y el ahorro exacto que se tendría con la implementación propuesta.
8. Que se haga una evaluación en cada tema de las capacitaciones, para evitar que los operadores se queden sin dudas y así puedan estar conscientes en el manejo de alimentos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. CRUELLES RUIZ, José Agustín. *Ingeniería industrial: métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua*. México: Alfaomega, 2013. 830 p. ISBN: 9786077076513.
2. GARCIA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo ingeniería de métodos y medición del trabajo*. Magaña Pantoja, José (revisor técnico). 2a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 459 p. ISBN: 9701046579.
3. GUTIERREZ PULIDO, Humberto. *Calidad total y productividad*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 413 p. ISBN: 970-10-4877-6.
4. S. PANDE, Peter. *Las claves prácticas de seis sigma: Una guía dirigida a los equipos de mejora de procesos*. España: McGraw-Hill, 2004. 382 P. ISBN: 84-481-4037-0.
5. Es.Wikipedia.org. *Seis Sigma* [en línea]. <[http://es.wikipedia.org/wiki/Seis\\_Sigma](http://es.wikipedia.org/wiki/Seis_Sigma)>. [Consulta: 20 de mayo de 2015].



## APÉNDICES

### Apéndice 1. Cuadro proyecto con fechas reales

<b>Cuadro proyecto</b>			
<b>Título del proyecto:</b> plan para la reducción del número de unidades rechazadas de queso duro tipo duro			
<b>Jefe de proyecto:</b> Mario Guillermo Morán González, jefe de producción.		<b>Miembros del equipo:</b>	
<b>Caso negocio:</b> en los últimos dos años se ha tenido un alto porcentaje de unidades defectuosas de cada uno de los productos, lo que implica un costo que actualmente se desconoce.		Prospero Morales, patrocinador.	
		Zahachary Solis, responsable de la implantación.	
		Guillermo Morán: jefe de proyecto.	
		Inga. Norma Sarmiento, tutora.	
		Iris Chumil, recolectora de datos.	
<b>Declaración del problema u oportunidad:</b> en los últimos meses el producto queso duro tipo taxisco es el que tiene mayor número de devoluciones, generando el mayor coste por reprocesos comparado con los demás productos.		<b>Objetivo:</b> reducir el número de unidades rechazadas de queso duro tipo taxisco en un 7 % antes del 1 de mayo.	
<b>Alcance del proyecto, restricciones y compromisos:</b> no se disponen de recursos para adquirir maquinaria nueva, el equipo puede implementar cualquier solución que este basada en datos despues de debatirla con el jefe de proyecto o si es necesario con el gerente general.		<b>Partes interesadas:</b> jefe de proyecto, empacadores, operadores, gerente general.	
<b>PLANIFICACIÓN PRELIMINAR</b>		Fecha objetivo	Fecha real
Fecha de comienzo:		05 de diciembre	08 de diciembre
Etapa de Definir		05 de enero	07 de enero
Etapa de Medir		26 de enero	27 de enero
Etapa de Analizar		16 de febrero	21 de febrero
Etapa de Mejorar		02 de marzo	07 de marzo
Etapa de Controlar		13 de abril	11 de abril
Fecha de finalización		29 de abril	30 de abril

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Lista de chequeo etapa de controlar



### LISTA DE CHEQUEO:

#### Proceso de fabricación del queso duro

Unidades a fabricar: Queso duro de ¼ de libra	Fecha:
Fase del proceso a chequear: Fase de Moler hasta Presar	Operador:

#### 1. Fase de moler

¿Se está colocando sal y agua con el recipiente?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A
¿Se está colocando 2 cubetas de cuajada por cada molino?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A

#### 2. Fase de moldear

¿Se revisó la manta antes de utilizarla?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A
¿Se está moldeando con el procedimiento establecido?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A
¿Se han removido las mantas deterioradas?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A

#### 3. Fase de presar en la prensa neumática

¿Se transportan cómo máximo 10 moldes?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A
¿Se colocan los moldes ordenadamente según procedimiento?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A
¿Se revisó la presión de la prensa?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A

#### 4. Fase de presar en la prensa hidráulica

¿Se transportan cómo máximo 3 canastas hacia la prensa?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A
¿Se coloca trasportan como máximo 10 moldes de la plataforma hacia la prensa?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A
¿Se coloca los moldes ordenadamente según procedimiento?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A
¿Se verifica que no haya fuga de aceite?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A
¿Se prensa uniformemente?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A

#### 4. Tiempos de producción

¿Existieron retrasos en la fabricación?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/A
¿Hubo máquinas indisponibles?	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> N/P

#### Observaciones

NOTA: N/A = No aplicable. N/P = No presenciado.

Fuente: elaboración propia.








## ANEXOS

### Anexo 1. Tabla de conversión Sigma

Rendimiento (%)	DPMO	Sigma
6,68	933200	0
8,455	915450	0,125
10,56	894400	0,25
13,03	869700	0,375
15,87	841300	0,5
19,08	809200	0,625
22,66	773400	0,75
26,585	734050	0,875
30,85	691500	1
35,435	645650	1,125
40,13	598700	1,25
45,025	549750	1,375
50	500000	1,5
54,975	450250	1,625
59,87	401300	1,75
64,565	354350	1,875
69,15	308500	2
73,405	265950	2,125
77,34	226600	2,25
80,92	190800	2,375
84,13	158700	2,5
86,97	130300	2,625
89,44	105600	2,75
91,545	84550	2,875
93,32	66800	3
94,79	52100	3,125
95,99	40100	3,25
96,96	30400	3,375
97,73	22700	3,5
98,32	16800	3,625
98,78	12200	3,75
99,12	8800	3,875
99,38	6200	4
99,565	4350	4,125
99,7	3000	4,25
99,795	2050	4,375
99,87	1300	4,5
99,91	900	4,625
99,94	600	4,75
99,96	400	4,875
99,977	230	5
99,982	180	5,125
99,987	130	5,25
99,992	80	5,375
99,997	30	5,5
99,99767	23,35	5,625
99,99833	16,7	5,75
99,999	10,05	5,875
99,99966	3,4	6

Fuente: S. PANDE. Petter. *Las claves prácticas de seis sigma*, p. 169.

## Anexo 2. Acciones en un proceso

ACTIVIDAD	DEFINICIÓN	SÍMBOLO
<b>Transporte:</b>	<p>Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.</p> <p>Ejemplos: Mover material a mano, en una plataforma en monorriel, en banda transportadora, etcétera. Si es una operación tal como pasteurizado, un recorrido en un horno, etcétera, los materiales van avanzando sobre una banda y no se consideran como transporte.</p>	
<b>Inspección:</b>	<p>Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cualesquiera de sus características.</p> <p>Ejemplos: Revisar las botellas que salen de un horno, pesar un rollo de papel, contar cierto número de piezas, leer instrumentos medidores de presión, temperatura, etcétera.</p>	
<b>Demora:</b>	<p>Ocurre cuando se interfiere el flujo de un objeto o grupo de ellos, con lo cual se retardará el siguiente paso planeado.</p> <p>Ejemplos: Esperar un elevador, o cuando una serie de piezas hace cola para ser pesada o hay varios materiales en una plataforma esperando el nuevo paso del proceso.</p>	
<b>Almacenaje:</b>	<p>Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados.</p> <p>Ejemplos: Almacén general, cuarto de herramientas, bancos de almacenaje entre las máquinas. Si el material se encuentra depositado en un cuarto para sufrir alguna modificación necesaria para el proceso, no se considera almacenaje sino operación; tal sería el caso de curar tabaco, madurar cerveza, etcétera.</p>	
<b>Actividad combinada:</b>	<p>Se presenta cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operador en el mismo punto de trabajo. Los símbolos empleados para dichas actividades (operación e inspección) se combinan con el círculo inscrito en el cuadro.</p>	

Fuente: GARCIA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo ingeniería de métodos y medición del trabajo*, p 43.

### Anexo 3. Factores de estratificación

<b>Estratificación de datos</b>	
<b>Factores</b>	<b>Ejemplos (clasificar los datos por...)</b>
<b>Quién</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Departamento.</li><li>• Persona.</li><li>• Tipo de cliente.</li></ul>
<b>Qué</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tipo de reclamación.</li><li>• Categoría de defecto.</li><li>• Razón para el aumento de llamadas.</li></ul>
<b>Cuándo</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mes, trimestre.</li><li>• Día de la semana.</li><li>• Hora del día.</li></ul>
<b>Dónde</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Región.</li><li>• Ciudad.</li><li>• Localización específica sobre el producto (<i>esquina superior derecha, conmutador de encendido/apagado, etc.</i>).</li></ul>

Fuente: S. PANDE. Petter. *Las claves prácticas de seis sigma*, p. 156.

