



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO
MOZZARELLA DE LA MICROEMPRESA LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.**

**PLAN DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

Autores:

Alexis David Guanopatin Jaramillo
María Fernanda Guaygua Vega

Tutor:

Ing. MSc. Cristian Iván Eugenio Pilliza

LATACUNGA – ECUADOR

MARZO 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Guanopatin Jaramillo Alexis David y Guaygua Vega María Fernanda declaramos ser autores del proyecto de titulación “Optimización del proceso de elaboración del queso mozzarella de la microempresa LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.”, siendo el Ing. Cristian Iván Eugenio Pilliza MsC., tutor del presente trabajo de titulación; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo de titulación, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, febrero de 2025



Guanopatin Jaramillo Alexis David
C.C. 1723405849



Guaygua Vega María Fernanda
C.C. 1751367218

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título: “Optimización del proceso de elaboración del queso mozzarella de la microempresa LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.”, propuesto por los estudiantes Guanopatin Jaramillo Alexis David y Guaygua Vega María Fernanda de la Carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho proyecto de titulación cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos al tribunal de lectores.

Latacunga, febrero de 2025



Ing. Cristian Iván Eugenio Pilliza MSc.

C.C. 1723727473

TUTOR


AVAL DE APROBACIÓN DE LECTORES

Cumpliendo con el Reglamento de Titulación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de Lectores de Tribunal de Proyecto de Investigación con el Título “Optimización del proceso de elaboración del queso mozzarella de la microempresa LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.”, propuesto por los estudiantes Guanopatin Jaramillo Alexis David y Guaygua Vega María Fernanda de la Carrera de Ingeniería Industrial, me permito indicar que los estudiantes han concluido todas las observaciones y realizado las correcciones señaladas por el Tribunal de Lectores, por lo cual presentamos el Aval de aprobación del Proyecto de Titulación correspondiente a la modalidad Proyecto de Investigación en virtud de lo cual los postulantes pueden presentarse a la Defensa de su Proyecto de Titulación.

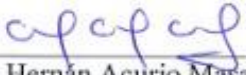
Particular que pongo en su conocimiento para los fines legales pertinentes.

Atentamente,

Latacunga, febrero de 2025



Ing. Edison Patricio Salazar Cueva MsC.
CC: 0501843171
Lector 1 (Presidente)



Ing. Jaime Hernán Acurio Masabanda MsC.
CC: 0502574247
Lector 2



Ing. Josue Jonnatan Constante Armas MsC.
CC: 0502034564
Lector 3



LACTEOSAMYRO CIA.LTDA
RUC. 1792188881001

AVAL DE LA EMPRESA

El Murco, 21 de febrero de 2025

Ing. Jéssica Criollo
Jefe de Producción

Presente. -

En calidad de Jefe de Producción de la microempresa LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA., avalo que el Proyecto de Investigación con el título "Optimización del proceso de elaboración del queso mozzarella de la microempresa LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.", de autoría de los postulantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi; Guanopatin Jaramillo Alexis David, con cédula de identidad N°1723405849 y Guaygua Vega María Fernanda con cédula de identidad N°1751367218, de la carrera de Ingeniería Industrial, cumple con los requerimientos metodológicos y aportes que requiere la empresa para la ejecución del proyecto de investigación.

Sin otro particular, agradezco la atención que se digne dar a la presente.

Atentamente,

LACTEOSAMYRO
CIA. LTDA.
RUC. 1792188881001

Ing. Jéssica Criollo
CC:1723332357
Jefe de Producción

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a Dios, fuente de sabiduría y guía divina, por iluminar mi camino y concederme la fortaleza necesaria para culminar este proyecto. Su amor incondicional y bendiciones han sido el sustento que me ha permitido alcanzar esta meta.

A Alison, por su apoyo y aliento constante. Tu presencia en mi vida ha sido una fuente de motivación y alegría, y valoro profundamente cada momento compartido en este camino.

Agradezco de corazón a mis amigos Luis, Richard, Fernanda, Victoria y Mikaela por su constante ánimo y comprensión a lo largo de esta etapa tan desafiante. Gracias por todos los momentos vividos, las risas compartidas y por su apoyo incondicional que ha sido fundamental para llegar hasta aquí.

También quiero agradecer a mi tutor de tesis, Ing. Cristian Eugenio, cuya sabiduría y apoyo constante fueron fundamentales en cada fase de este proyecto.

Alexis David Guanopatin Jaramillo

AGRADECIMIENTO

A lo largo de esta formación académica, he contado con el apoyo incondicional de personas que han sido fundamentales en mi vida.

En primer lugar, agradezco a Dios, por darme salud, fuerza, perseverancia, y sabiduría necesaria para afrontar cada desafío.

A mi querida familia, con su amor, esfuerzo y sacrificio han sido mi mayor inspiración. Gracias por brindarme su apoyo incondicional y enseñarme el valor del esfuerzo y la dedicación.

A mis amigos Alexis, Luis, Richard, Joel, Mikaela y Victoria, cuya amistad a lo largo de estos años, ha sido un pilar fundamental en este camino. Compartir esta etapa universitaria con ustedes ha sido una experiencia invaluable, llena de aprendizaje, alegrías, tristezas y apoyo mutuo. Gracias por todos los momentos inolvidables.

A mi tutor, lectores y docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, quienes con su guía y conocimientos han contribuido enormemente a mi crecimiento profesional y personal. Sus enseñanzas han sido fundamentales para alcanzar esta meta.

A la empresa LÁCTEOSAMYRO por brindarme la oportunidad de desarrollar esta investigación en sus instalaciones.

Finalmente, a todas aquellas personas que, de una u otra manera, han aportado con su apoyo, consejos y palabras de aliento. A cada uno de ustedes, mi más sincero agradecimiento.

María Fernanda Guaygua Vega

DEDICATORIA

Quiero dedicar este logro a mis queridos padres, Jorge Guanopatin y Amparo Jaramillo. Su sacrificio incondicional y su amor constante han sido la luz que ha guiado mi camino. Cada palabra de aliento, cada consejo sabio y cada momento compartido han sido pilares fundamentales que me han llevado a alcanzar esta meta tan significativa en mi vida.

A mi hermana Elena, te agradezco de corazón por tu inquebrantable apoyo y por nunca dejar de creer en mí, incluso en los momentos más desafiantes. Tu fe en mis capacidades me ha inspirado a seguir adelante ya superar cualquier obstáculo.

A mi hermano Steven, tu constante respaldo y aliento han sido mi roca en los momentos de duda. Gracias por estar siempre a mi lado

Con todo mi amor y cariño, dedico este logro a ustedes, que son mi mayor motivación y mi mayor orgullo.

Alexis David Guanopatin Jaramillo

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis amados padres, Raúl Guaygua y Consuelo Vega, cuyo esfuerzo y sacrificio han sido la base de mi crecimiento y formación académica, desde mi infancia hasta el día de hoy. Gracias por su amor incondicional, por motivarme a superarme cada día y por estar siempre a mi lado con sus sabios consejos y su apoyo inquebrantable. Esta meta alcanzada es también un reflejo de su dedicación y ejemplo. Con todo mi cariño, les agradezco de corazón.

A mis queridos hermanos, Cristian, Mauricio y Estefanía, con quienes compartí una infancia llena de momentos inolvidables. Gracias por su compañía incondicional y por ser siempre una parte fundamental de mi vida. Este logro también es de ustedes.

A mi amada hija, Dania Sofía, quien con su amor y alegría se ha convertido en mi mayor fuente de inspiración. Cada paso en este camino ha estado motivado por el deseo de brindarle un mejor futuro y ser un ejemplo de esfuerzo y dedicación.

A mi compañero de vida, Pedro Chisaguano, por ser mi guía en los momentos difíciles, por brindarme fortaleza cuando más la necesitaba y por recordarme siempre la importancia de seguir adelante sin rendirme. Tu apoyo incondicional y tu compañía han sido fundamentales en este camino. Gracias por creer en mí y por ser mi aliento en cada paso de esta etapa.

Y a todos aquellos que creen en mí y me inspiran a seguir creciendo, esta meta también es de ustedes.

María Fernanda Guaygua Vega

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO MOZZARELLA DE LA MICROEMPRESA LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.”

Autores:

Guanopatin Jaramillo Alexis David

Guaygua Vega María Fernanda

RESUMEN

La microempresa LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA., ubicada en el barrio El Murco, es una Industria Láctea especializada en la fabricación de diversos quesos entre ellos mozzarella, salsa de queso natural, jalapeño, cheddar, suizo y americano, la empresa enfrenta desafíos significativos, por la falta de documentación técnica que estandarice el proceso de producción del queso mozzarella. Actualmente, las actividades se realizan de manera empírica, lo que genera variabilidad en los procedimientos, cuellos de botella, tiempos muertos y dificultades en el control de calidad. Esta situación genera baja productividad y baja eficiencia operativa de los procesos. El presente estudio se apoyó en herramientas como diagramas de flujo, cursogramas analíticos y Layout, además de la aplicación de un estudio de tiempos con el método Tradicional y Westinghouse. A través de estas metodologías, se logró determinar factores clave como el tiempo normal, tiempo estándar, valoración y los suplementos requeridos para calcular el tiempo de ciclo, lo que permitió establecer la capacidad productiva y eficiencia del operador real de la empresa. Como resultado de la investigación, se propuso optimizar el proceso productivo mediante la unificación de actividades y la estandarización de tiempos, lo que permitió reducir el tiempo de ciclo. En la elaboración de quesos de 1 kg, se evidenció que la producción actual alcanzaba las 804 unidades con un tiempo de ciclo de 877,36 minutos. Sin embargo, con la propuesta de mejora, se proyectó un aumento en la producción a 840 unidades con un tiempo de ciclo reducido a 835,24. Esto representó una disminución de 42,12 minutos en el tiempo de ciclo, un incremento de 36 unidades adicionales de queso por cada 600 litros de leche procesados y un aumento del 1% en la eficiencia del operador.

Palabras claves: Eficiencia de producción, Estandarización, Estudio de tiempos, Industria Láctea, Optimización de procesos.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

THEME: “OPTIMIZATION OF THE MOZZARELLA CHEESE PRODUCTION PROCESS OF THE MICRO-COMPANY LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.”

Authors:

Guanopatin Jaramillo Alexis David

Guaygua Vega María Fernanda

ABSTRACT

The microenterprise LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA. located in the neighborhood of El Murco, is a Dairy Industry specialized in the manufacture of various cheeses including mozzarella, natural cheese sauce, jalapeño, cheddar, Swiss and American, the company faces significant challenges due to the lack of technical documentation that standardizes the production process of mozzarella cheese. Currently, activities are carried out empirically, which generates variability in procedures, bottlenecks, downtime, and difficulties in quality control. This situation generates low productivity and low operational efficiency of the processes. This study was supported by tools such as flow diagrams, analytical flowcharts and Layout, in addition to the application of a time study with the Traditional and Westinghouse methods. Through these methodologies, it was possible to determine key factors such as normal time, standard time, valuation and the supplements required to calculate the cycle time, which made it possible to establish the production capacity and efficiency of the company's real operator. As a result of the research, it was proposed to optimize the production process by unifying activities and standardizing times, thus reducing the cycle time. In the production of 1 kg cheeses, it was found that the current production reached 804 units with a cycle time of 877.36 minutes. However, with the proposed improvement, production was projected to increase to 840 units with a cycle time reduced to 835.24 minutes. This represented a 42.12-minute decrease in cycle time, an increase of 36 additional units of cheese for every 600 liters of milk processed and a 1% increase in operator efficiency.

Keywords: Production efficiency, Standardization, Time study, Dairy industry, Process optimization.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: “**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO MOZZARELLA DE LA MICROEMPRESA LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.**” presentado por: **Guanopatin Jaramillo Alexis David y Guaygua Vega María Fernanda**, egresados de la Carrera de: **Ingeniería Industrial**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, 19 de febrero de 2025

Atentamente,


Mg. Patricia Marcela Chacón Porras
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
C.C: 0502211196



ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AVAL DEL TUTOR DE POYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AVAL DE LA EMPRESA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xii
INFORMACIÓN GENERAL	xxx
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 PROBLEMA.....	2
1.1.1 Planteamiento del problema	2
1.1.2 Formulación del problema.....	3
1.2 BENEFICIARIOS.....	3
1.2.1 Beneficiarios directos	3
1.2.2 Beneficiarios Indirectos.....	3
1.3 JUSTIFICACIÓN	4
1.4 HIPÓTESIS.....	5
1.5 OBJETIVOS	5
1.5.1 Objetivo General.....	5
1.5.2 Objetivos Específicos	5
1.6 SISTEMA DE TAREAS.....	6
2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	8
2.1 ANTECEDENTES	8
2.2 INGENIERÍA DE MÉTODOS.....	12
2.2.1 Características.....	12
2.3 ESTUDIO DEL TRABAJO.....	13
2.4 ETAPAS PARA LA MEDICIÓN DEL TRABAJO.....	13
2.4.1 Estudio de tiempos con cronómetro	13
2.4.2 Muestreo del trabajo	13

2.4.3	Sistemas de tiempos predeterminados	13
2.4.4	Datos históricos o estándares	14
2.5	LÍNEA DE PRODUCCIÓN	14
2.6	DIAGRAMA DE FLUJO	14
2.6.1	Símbolos utilizados en el diagrama de flujo	15
2.7	HERRAMIENTA BIZAGI	16
2.8	CURSOGRAMA ANALÍTICO.....	16
2.8.1	Símbolos utilizados en el cursograma analítico	17
2.9	ESTUDIO DE TIEMPOS	17
2.10	ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETRO.....	18
2.11	ALCANCE DEL ESTUDIO DE TIEMPOS	18
2.12	HERRAMIENTAS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS.....	19
2.12.1	Cronómetro	19
2.12.2	Tablero para formularios	19
2.12.3	Formatos para el registro de la información	19
2.12.4	Formularios para reunir datos.....	19
2.12.5	Formularios para analizar los datos reunidos	19
2.13	CÁLCULO DEL NÚMERO DE OBSERVACIONES.....	19
2.13.1	Método Estadístico	20
2.13.2	Método Tradicional	20
2.14	MÉTODO DE WESTINGHOUSE.....	22
2.15	SUPLEMENTOS	24
2.15.1	Clasificación de los suplementos.....	24
2.15.2	Suplementos por contingencias	24
2.15.3	Suplementos especiales	24
2.16	MATRIZ DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO.....	25
2.17	PROPUESTA DE MEJORA	26
2.17.1	Características.....	26
3	METODOLOGÍA	27
3.1	MODALIDAD O ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
3.1.1	Investigación cualitativa	27
3.1.2	Investigación cuantitativa	27
3.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN	28
3.3	MÉTODO INDUCTIVO	28
3.4	INSTRUMENTOS.....	28

3.5	MÉTODOS TÉCNICOS APLICADOS EN LA INVESTIGACIÓN	29
4	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	30
4.1	Actividades del objetivo 1	30
4.1.1	Actividad 1	30
4.1.2	Actividad 2	43
4.1.3	Actividad 3	45
4.2	LAYOUT	50
4.3	Actividades del objetivo 2	52
4.3.1	Actividad 1	52
4.3.2	Actividad 2	65
4.3.3	Actividad 3	79
4.4	Actividades del objetivo 3	81
4.4.1	Actividad 1	81
4.4.2	Actividad 2	85
4.4.3	Actividad 3	86
4.4.4	Actividad 4	89
4.5	EVALUACIÓN TÉCNICA, SOCIAL Y ECONÓMICO	92
4.5.1	Impacto técnico.....	92
4.5.2	Impacto social.....	92
4.5.3	Impacto económico.....	93
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	93
5.1	CONCLUSIONES	93
5.2	RECOMENDACIONES.....	94
6	REFERENCIAS	95
7	ANEXOS.....	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Beneficiarios directos	3
Tabla 1.2 Beneficiarios indirectos	3
Tabla 1.3 Variables.....	5
Tabla 1.4 Cuadro de actividades según objetivos específicos.....	6
Tabla 2.1 Simbología del diagrama de flujo.....	15
Tabla 2.2 Simbología del cursograma analítico	17
Tabla 2.3 Factores de calificación	23
Tabla 3.1 Instrumentos	28
Tabla 4.1 Cursograma del proceso de recepción de materia prima.....	45
Tabla 4.2 Cursograma del proceso de pasteurización	46
Tabla 4.3 Cursograma del proceso de fermentación	46
Tabla 4.4 Cursograma del proceso de adición de cuajo	47
Tabla 4.5 Cursograma del proceso de corte y desuerado	47
Tabla 4.6 Cursograma del proceso de acidificación.....	48
Tabla 4.7 Cursograma del proceso de hilado	48
Tabla 4.8 Cursograma del proceso de moldeado y salado	49
Tabla 4.9 Cursograma del proceso de empaquetado, etiquetado y almacenado	49
Tabla 4.10 Comparación Método Tradicional y Método Estadístico.....	52
Tabla 4.11 Muestras de tiempos del proceso de recepción de materia prima	53
Tabla 4.12 Muestras de tiempos del proceso de pasteurización.....	53
Tabla 4.13 Muestras de tiempos del proceso de fermentación.....	54
Tabla 4.14 Muestras de tiempos del proceso de adición de cuajo.....	54
Tabla 4.15 Muestras de tiempos del proceso de corte y desuerado.....	54
Tabla 4.16 Muestras de tiempos del proceso de acidificación	55
Tabla 4.17 Muestras de tiempos del proceso de hilado.....	55
Tabla 4.18 Muestras de tiempos del proceso de moldeado y salado.....	55
Tabla 4.19 Muestras de tiempos del proceso de empaquetado, etiquetado y almacenado.....	56
Tabla 4.20 Cálculo del proceso de recepción de materia prima	58
Tabla 4.21 Cálculo del proceso de pasteurización	59
Tabla 4.22 Cálculo del proceso de fermentación	59
Tabla 4.23 Cálculo del proceso de adición de cuajo	59
Tabla 4.24 Cálculo del proceso de corte y desuerado	60

Tabla 4.25 Cálculo del proceso de acidificación.....	60
Tabla 4.26 Cálculo del proceso de hilado.....	60
Tabla 4.27 Cálculo del proceso de moldeado y salado.....	61
Tabla 4.28 Cálculo del proceso de empaquetado, etiquetado y almacenado	61
Tabla 4.29 Nuevas muestras del proceso de recepción de materia prima	62
Tabla 4.30 Nuevas muestras del proceso de pasteurización.....	62
Tabla 4.31 Nuevas muestras del proceso de fermentación.....	62
Tabla 4.32 Nuevas muestras del proceso de adición de cuajo.....	63
Tabla 4.33 Nuevas muestras del proceso de corte y desuerado.....	63
Tabla 4.34 Nuevas muestras del proceso de acidificación	63
Tabla 4.35 Nuevas muestras del proceso de hilado.....	64
Tabla 4.36 Nuevas muestras del proceso de moldeado y salado.....	64
Tabla 4.37 Nuevas muestras del proceso de empaquetado, etiquetado y almacenado.....	64
Tabla 4.38 Cálculo del rango, media, desviación estándar y coeficiente de rango del proceso de elaboración de queso mozzarella	67
Tabla 4.39 Tabla para cálculo del número de observaciones	69
Tabla 4.40 Cálculo del nivel de confianza y nivel de precisión del proceso de recepción de materia prima.....	69
Tabla 4.41 Cálculo del nivel de confianza y nivel de precisión del proceso de pasteurización	70
Tabla 4.42 Cálculo del nivel de confianza y nivel de precisión del proceso de fermentación.	70
Tabla 4.43 Cálculo del nivel de confianza y nivel de precisión del proceso de adición de cuajo.....	70
Tabla 4.44 Cálculo del nivel de confianza y nivel de precisión del proceso de corte y desuerado.....	71
Tabla 4.45 Cálculo del nivel de confianza y nivel de precisión del proceso de acidificación .	71
Tabla 4.46 Cálculo del nivel de confianza y nivel de precisión del proceso de hilado.....	71
Tabla 4.47 Cálculo del nivel de confianza y nivel de precisión del proceso de moldeado y salado.....	72
Tabla 4.48 Cálculo del nivel de confianza y nivel de precisión del proceso de empaquetado, etiquetado y almacenado	72
Tabla 4.49 Cálculo de tiempo promedio, valoración, normal y estándar en el proceso de recepción de materia prima.....	74
Tabla 4.50 Suplementos por descanso del proceso de recepción de materia prima.....	75

Tabla 4.51 Cálculo de tiempo promedio, valoración, normal y estándar en el proceso de pasteurización	75
Tabla 4.52 Cálculo de tiempo promedio, valoración, normal y estándar en el proceso de fermentación	76
Tabla 4.53 Cálculo de tiempo promedio, valoración, normal y estándar en el proceso de adición de cuajo	76
Tabla 4.54 Cálculo de tiempo promedio, valoración, normal y estándar en el proceso de corte y desuerado	76
Tabla 4.55 Cálculo de tiempo promedio, valoración, normal y estándar en el proceso de acidificación.....	77
Tabla 4.56 Cálculo de tiempo promedio, valoración, normal y estándar en el proceso de hilado	77
Tabla 4.57 Cálculo de tiempo promedio, valoración, normal y estándar en el proceso de moldeado y salado	78
Tabla 4.58 Cálculo de tiempo promedio, valoración, normal y estándar en el proceso de empaquetado, etiquetado y almacenado	78
Tabla 4.59 Tabla resumen de tiempo normal y estándar en minutos del proceso de producción del queso mozzarella actual.....	79
Tabla 4.60 Unificación de actividades del proceso de recepción de materia prima.....	82
Tabla 4.61 Unificación de actividades del proceso de pasteurización	82
Tabla 4.62 Unificación de actividades del proceso de fermentación	83
Tabla 4.63 Unificación de actividades del proceso de adición de cuajo	83
Tabla 4.64 Unificación de actividades del proceso de corte y desuerado	83
Tabla 4.65 Unificación de actividades del proceso de acidificación.....	84
Tabla 4.66 Unificación de actividades del proceso de hilado	84
Tabla 4.67 Unificación de actividades del proceso de moldeado y salado	84
Tabla 4.68 Unificación de actividades del proceso de empaquetado, etiquetado y almacenado	85
Tabla 4.69 Cursograma general propuesto	86
Tabla 4.70 Cálculo de promedio, valoración, tiempo normal y estándar del proceso de elaboración de queso mozzarella propuesto	88
Tabla 4.71 Cálculo de suplementos propuesto del proceso de recepción de materia prima. ...	89
Tabla 4.72 Comparación del tiempo normal, estándar actual y propuesto.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Formato de cursograma analítico.	16
Figura 2.2 Valoración de suplementos.	25
Figura 4.1 Visita a la microempresa LACTEOSAMYRO.	31
Figura 4.2 Recepción de materia prima.....	32
Figura 4.3 Pasteurización	33
Figura 4.4 Fermentación.....	34
Figura 4.5 Adición de cuajo	35
Figura 4.6 Corte.....	36
Figura 4.7 Desuerado.....	36
Figura 4.8 Acidificación	37
Figura 4.9 Hilado.....	38
Figura 4.10 Moldeado.....	39
Figura 4.11 Salado.....	40
Figura 4.12 Empaquetado.....	41
Figura 4.13 Etiquetado	42
Figura 4.14 Almacenado.....	42
Figura 4.15 Diagrama de flujo general del proceso de producción del queso mozzarella.	44
Figura 4.16 Layout de la microempresa LACTEOSAMYRO.	51
Figura 4.17 Calculo de suplementos IOT.....	74

INFORMACIÓN GENERAL

Título: Optimización del proceso de elaboración del queso mozzarella de la microempresa LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.

Tipo de Proyecto: Proyecto de Investigación.

Fecha de inicio: Octubre 2024.

Fecha de finalización: Marzo 2025.

Lugar de ejecución: Microempresa “LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.”, ubicada en la Provincia de Pichincha, Cantón Mejía, Parroquia de Tambillo, Barrio El Murco.

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

Carrera que auspicia: Carrera de Ingeniería Industrial.

Proyecto de investigación vinculado: Optimización de procesos productivos utilizando métodos y técnicas para mejoramiento continuo.

Equipo de Trabajo:

Tutor: Ing. MSc. Eugenio Pilliza Cristian Iván.

Autores:

- Guanopatin Jaramillo Alexis David.
- Guaygua Vega María Fernanda.

Área de Conocimiento:

Campo Amplio: 07 Ingeniería Industrial y Construcción.

Línea de investigación: Tecnología industrial, gestión de la producción, riesgos y seguridad laboral.

Sub líneas de investigación de la Carrera: Calidad, Diseño de Procesos Productivos e Ingeniería de Métodos.

1 INTRODUCCIÓN

La Industria Láctea en Ecuador es uno de los rubros de la industria agroindustrial, económica y socialmente activos en la producción de productos derivados de la leche. De esta manera, la producción y el consumo de queso mozzarella es versátil en cuanto a su aplicación en la cocina, por lo que se ha establecido como uno de los principales cimientos en el mercado interno y externo gracias a su alta demanda.

En este sentido, la empresa LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA., al ser una microempresa productora de queso artesanal, produce grandes variedades como: mozzarella, queso en salsa natural, jalapeño, cheddar, suizo, queso americano amarillo y blanco. La empresa se destaca por su dedicación a la calidad y sabor característico de sus productos.

Son varios los elementos identificados en el escenario anterior que indican la necesidad de mejorar el proceso de elaboración del queso mozzarella, que es uno de los productos esenciales de la microempresa, para alcanzar una mayor eficiencia y capacidad de producción. Para tal fin, el objetivo de este trabajo es examinar de forma detallada las etapas del proceso de producción, identificar los cuellos de botella, eliminar actividades redundantes, y establecer los estándares cuyo cumplimiento servirá de ayuda promoviendo la eficiencia sin comprometer la calidad del producto.

Se propone alcanzar tales objetivos a través de la aplicación de varias herramientas de ingeniería industrial, como los diagramas de flujo y los cursogramas analíticos, que permiten representar las etapas interrelacionadas del proceso de fabricación. Además, el estudio de tiempos será utilizable en este trabajo, una técnica probada de la ingeniería de procesos para medir los tiempos de cada operación, determinar el ritmo de trabajo, y el tiempo estándar, que involucra muchos factores, incluyendo los tiempos observados, tiempos normales, y los tiempos suplementarios.

Al optimizar el proceso de producción del queso mozzarella, se espera que la microempresa no solo logre una mejora en su desempeño operativo, sino también fortalezca su competitividad en el mercado, satisfaciendo las crecientes demandas de los consumidores y asegurando la sostenibilidad de su modelo de negocio. Este estudio no solo servirá como base para el desarrollo de una producción más eficiente, sino también como una herramienta para generar documentación técnica que guíe y capacite al personal.

1.1 PROBLEMA

1.1.1 Planteamiento del problema

La microempresa LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA. es una empresa dedicada a la producción y comercialización de productos lácteos. La manufactura de su producto principal, el queso mozzarella, representa su mayor desafío. A pesar de ser el mayor porcentaje de las ventas de la empresa, los procesos de producción no están respaldados ni estandarizados mediante documentación técnica. Sin dicha documentación, los cuellos de botella, los tiempos muertos y las demoras han provocado repetidamente problemas de eficiencia operativa y otros problemas durante la producción.

En la actualidad, los procesos de producción se realizan de manera empírica por los operadores de la empresa en base a conocimientos de la experiencia, no cuentan con una metodología técnica que garantice el desarrollo adecuado de cada paso del proceso. No solo son procedimientos inconsistentes, sino que también impactan en la consistencia del producto. Finalmente, sin documentación técnica, la capacitación no se ha podrá realizar correctamente, y, por lo tanto, el proceso no logra ser eficiente.

El procesamiento del queso mozzarella es un proceso de múltiples etapas que comienza con la recepción del material hasta que se obtiene el producto final. Si la documentación técnica adecuada no se prepara, además del análisis de los tiempos en cada una de las fases, se generan ineficiencias que impactan de manera negativa en la productividad. Las ineficiencias que la producción genera, limitan su capacidad de respuesta ante la demanda y la calidad final del producto. Es por ello que resulta importante realizar un estudio de tiempos de la producción del queso mozzarella de LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.

Este análisis permitirá visibilidad del flujo de producción, evitando tiempos muertos y procesos de producción optimizados. La documentación técnica para los procesos hace que la producción de queso sea más repetible y controlable. Lo que significa que la producción será más efectiva y sostenible a largo plazo. También se podrá capacitar al personal de manera estructurada, reduciendo la dependencia de métodos empíricos y asegurando que las operaciones se realicen bajo estándares de calidad que fortalezcan la competitividad de la empresa.

1.1.2 Formulación del problema

La ausencia de procedimientos estandarizados genera desperdicios de tiempo, repetición de tareas y una menor capacidad de producción.

1.2 BENEFICIARIOS

1.2.1 Beneficiarios directos

Corresponden a aquellos que participan o interactúan de manera inmediata con los procesos productivos o administrativos de la microempresa.

En la Tabla 1.1, se detalla los beneficiarios directos de la empresa:

Tabla 1.1 Beneficiarios directos

Cargo	Nro. de personas
Gerente General	1
Socio	1
Operarios	6
Administrativo	1
Contabilidad	1
Total	10

1.2.2 Beneficiarios Indirectos

Entre los beneficiarios indirectos se encuentran los consumidores finales del queso mozzarella producido por la empresa, proveedores y transportistas, como se puede observar en la Tabla 1.2

Tabla 1.2 Beneficiarios indirectos

Beneficiarios indirectos	Nro. de personas
Clientes	13
Proveedores de materia prima (leche)	6
Proveedores de materiales	8
Transportistas	3
Total	30

1.3 JUSTIFICACIÓN

La investigación surge de la necesidad de la microempresa LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA., de optimizar el proceso de elaboración del queso mozzarella. Se ha decidido estandarizar los tiempos de las actividades dentro de este proceso para mejorar la eficiencia de producción y estandarizar las operaciones, se propone realizar un estudio detallado del proceso productivo, empleando herramientas de ingeniería industrial que permitan analizar cada etapa y establecer estándares claros.

Como punto de partida, se elaborará hojas de registro de cada actividad y diagramas de flujo con la notación estándar BPMN en el software Bizagi Modeler. Esto permitirá obtener un panorama del flujo de trabajo, identificar las actividades que no añaden valor y, por último, sugerir mejoras que impulsen la eficiencia del proceso sin comprometer la calidad del producto.

Se empleará tanto el método Tradicional para el estudio de tiempos como el método Westinghouse. El enfoque tradicional estará destinado a un estudio en profundidad de cada operación para descifrar el tiempo real dedicado a cada actividad; esta evaluación en particular permitirá descubrir las ineficiencias y cuellos de botella en el flujo del proceso de producción. Es así como el método Westinghouse da un paso más a fondo en el análisis, pues no considera solo el tiempo, también se encarga de incluir elementos como la habilidad, el esfuerzo, condiciones de trabajo y consistencia del operador. Esto permitirá obtener tiempos observado, tiempo normal y tiempo estándar, asegurando información suficiente y detallada para el análisis.

Uno de los beneficios clave de este enfoque será la identificación de actividades que pueden unificarse, lo que reducirá tiempos improductivos, simplificará el flujo de trabajo y aquellas actividades que requieran movimientos repetitivos podrán ser integradas en una sola operación más eficiente, ahorrando el tiempo y el esfuerzo involucrados sin perjudicar la calidad del producto. Se espera que este estudio contribuirá significativamente en la administración de operaciones de quienes conforman la microempresa LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA., ya que permitirán mejorar la gestión de su proceso productivo, desde la recepción de la materia prima hasta el producto terminado.

1.4 HIPÓTESIS

La estandarización de los procesos productivos de queso mozzarella, permitirá el aumento de la productividad en la empresa LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.

Tabla 1.3 Variables

Variable Independiente	Variable Dependiente
Estandarización de procesos	Productividad de queso mozzarella.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

- Realizar una propuesta de optimización del proceso de elaboración del queso mozzarella mediante un estudio de tiempos en la microempresa “LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA”.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Analizar los procesos y subprocesos en la línea de producción de queso mozzarella a través de cursogramas analíticos, para la identificación de cuellos de botella y tiempos improductivos.
- Aplicar el estudio de tiempos al proceso de elaboración de queso mozzarella para la estandarización de los procesos productivos e identificación de actividades no productivas.
- Elaborar una propuesta de mejora mediante un estudio de tiempos, para el incremento de la eficiencia operativa.

1.6 SISTEMA DE TAREAS

Tabla 1.4 Cuadro de actividades según objetivos específicos

Objetivos específicos	Actividad	Resultado de la actividad	Técnicas e Instrumentos	
<ul style="list-style-type: none"> Analizar los procesos y subprocesos en la línea de producción de queso mozzarella a través de cursogramas analíticos, para la identificación de cuellos de botellas y tiempos improductivos. 	<ul style="list-style-type: none"> Inspección de las instalaciones de la empresa y revisión del proceso de elaboración de queso mozzarella. 	<ul style="list-style-type: none"> Información recopilada sobre el proceso de elaboración. <ul style="list-style-type: none"> Layout 	<p>Técnica: Observación.</p> <p>Instrumento: Hoja de registro. Auto CAD</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración del diagrama de flujo sobre el proceso de elaboración de queso mozzarella. 	<ul style="list-style-type: none"> Diagrama de flujo. 	<p>Técnica: Observación.</p> <p>Instrumento: Software Bizagi.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de cursogramas analíticos del proceso de elaboración de queso mozzarella. 	<ul style="list-style-type: none"> Determinar la duración del proceso productivo y las trayectorias que sigue la materia prima al desplazarse entre las distintas áreas de trabajo. 	<p>Técnica: Observación.</p> <p>Instrumento: Hoja de Excel.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> Aplicar el estudio de tiempos al proceso de elaboración de queso mozzarella para la estandarización de los procesos productivos e identificación de actividades no productivas. 	<ul style="list-style-type: none"> Registro y medición de tiempos preliminares y cálculo de promedio, desviación estándar, límite superior e inferior. Toma de nuevas muestras dentro del L.C.S. y L.C.I. 	<ul style="list-style-type: none"> Cálculo de tiempos 	<p>Técnica: Visita de campo</p> <p>Instrumento: Hoja de Excel.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> Cálculo de rango, media, desviación estándar, coeficiente de rango Cálculo de tiempo promedio, valoración, tiempo normal y tiempo estándar. 	<ul style="list-style-type: none"> Cálculo de tiempos 	<p>Técnica: Visita de campo.</p> <p>Instrumento: Hoja de Excel.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Cálculo de los suplementos OIT. 		
	<ul style="list-style-type: none"> • Cálculo del tiempo estándar por unidad, capacidad de producción, productividad y eficiencia del trabajador actual. 	<ul style="list-style-type: none"> • Productividad actual. 	<p>Técnica: Investigación aplicada y cálculos realizados.</p> <p>Instrumento: Hoja de Excel.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar una propuesta de mejora mediante un estudio de tiempos, para la mejora de la eficiencia operativa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Unificación de actividades del proceso de elaboración de queso mozzarella. 	<ul style="list-style-type: none"> • Matriz de actividades. 	<p>Técnica: Investigación aplicada.</p> <p>Instrumento: Hoja de Excel.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de cursograma analítico unificado del proceso de elaboración de queso mozzarella. 	<ul style="list-style-type: none"> • Matriz de actividades propuesto. 	<p>Técnica: Investigación aplicada.</p> <p>Instrumento: Hoja de Excel.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Cálculo de tiempo promedio, valoración, tiempo normal y tiempo estándar propuesto. • Cálculo de los suplementos OIT. propuesto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Matriz de estudio de tiempos propuesto. 	<p>Técnica: Investigación aplicada y cálculos realizados.</p> <p>Instrumento: Hoja de Excel.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Cálculo del tiempo estándar por unidad, capacidad de producción, productividad y eficiencia del trabajador propuesto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia. 	<p>Técnica: Investigación aplicada y cálculos realizados.</p> <p>Instrumento: Hoja de Excel.</p>

2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 ANTECEDENTES

El objetivo principal de esta investigación es optimizar el proceso de elaboración del queso mozzarella en la microempresa LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA. Para ello, se han aplicado conocimientos adquiridos en el ámbito académico, complementados con fuentes externas de información que permiten fundamentar teóricamente la tesis.

Las microempresas del sector industrial han enfrentado la necesidad de mejorar continuamente sus procesos productivos, buscando el uso óptimo de sus recursos para garantizar su permanencia en el mercado. En este caso, estudios de varios autores, han utilizado metodologías orientadas a la mejora de la eficiencia operativa, aplicando herramientas como el estudio de tiempos y movimientos, Lean Manufacturing y modelado de procesos con BPMN.

En este sentido, la presente investigación analizará el proceso de fabricación de queso mozzarella en LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA., con el propósito de identificar actividades que no agregan valor, con el objetivo de mejorar la eficiencia del proceso.

A continuación, se presentan estudios previos que servirán como referencia para la realización de este trabajo:

Ismael Augusto Fonseca Carrión, en su estudio titulado "Optimización de los procesos productivos en la fabricación de puertas de madera en Muebles Fonseca", llevó a cabo una investigación con el propósito de mejorar la eficiencia operativa en las áreas de armado, lacado y empaque, consideradas etapas clave en la fabricación de puertas de madera.

En Muebles Fonseca, se logró mejorar los procesos de fabricación de puertas de madera, obteniendo una reducción del 16 % en el tiempo de producción y una disminución del 22 % en las actividades innecesarias en comparación con el método tradicional de construcción conocido como método testigo o de control. Estos resultados fueron validados mediante la prueba de hipótesis Chi-cuadrado con un nivel de significancia del 0.05, confirmando la efectividad de las mejoras implementadas. [1]

Marcelo Efraín López Galarza en su trabajo denominado "Estudio del trabajo en el área de producción de quesos de la empresa Lácteos La Copa", identificó que los tiempos

improductivos varían entre los diferentes procesos de fabricación, lo que se debe a la naturaleza de las actividades realizadas en cada etapa.

A partir de estos hallazgos, se determinó que la implementación de un Manual de Procedimientos resulta fundamental para optimizar el desempeño en la producción. Este documento permitiría establecer un método estandarizado de trabajo, garantizar la calidad del producto y mejorar la eficiencia operativa. Además, la documentación detallada de cada proceso facilitaría la eliminación de movimientos innecesarios, la reducción de tiempos improductivos y un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles. Como resultado, se incrementaría la productividad y se lograría una reducción en los costos de producción, beneficiando tanto a la empresa como a sus trabajadores. [2]

En el proyecto de investigación desarrollado por Alex Fabricio Muzo Bombón con el tema “Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento del proceso productivo de la empresa textil CM Original”, se determinó el tiempo estándar para cada uno de los procesos productivos y para cada modelo de calzado. Los resultados obtenidos reflejan que el tiempo de producción de un par de pantuflas varía según el modelo: para el modelo básico es de 18,32 minutos, para el modelo sueca 9,89 minutos, para la bota 26,32 minutos, para el zapato velcro 18,29 minutos y para el mocasín 18,18 minutos. Se evidenció que el proceso de armado representa una parte significativa del tiempo total de producción, alcanzando en el modelo básico un 33,15 %, en el modelo sueca un 39,08 %, en la bota un 48,63 %, en el zapato velcro un 61,56 % y en el mocasín un 66,54 %. En cuanto a los tiempos improductivos, se observó que la empresa mantiene un esfuerzo constante por reducirlos a través del control y seguimiento de las actividades productivas, lo que permite mejorar la eficiencia y optimizar los recursos disponibles. [3]

El trabajo realizado por Bryan Sebastián Conrado Mestanza, titulado “Modelo de gestión por procesos en el área de producción de la empresa Lácteos Amilac”, permitió la identificación y organización de las etapas fundamentales en la línea de producción del yogurt. Se determinó que el proceso productivo está compuesto por las etapas de preparación, mezclado, envasado y almacenaje, cada una de ellas subdividida en distintos subprocesos que fueron representados en un mapa de procesos de la organización.

Adicionalmente, se ha efectuado un cuidadoso análisis que además de la producción, abarca los procesos estratégicos y de apoyo, con la finalidad de brindar una visión detallada del funcionamiento de la empresa. Como parte de la propuesta de mejora, se elaboró un manual de procedimientos orientado a la estandarización de las operaciones en la etapa de producción del yogurt. Este manual reúne procedimientos, registros e instructivos que servirán como material

de capacitación y orientación al personal, para asegurar la realización adecuada de las actividades productivas. [4]

Lema Yépez Katherin Elizabeth en su investigación “Mejora del proceso productivo en el área de postcosecha mediante el estudio de tiempos y movimientos en la florícola Florecal-Cayambe” reúne información que detalla un destacado incremento en la eficiencia operativa después de que se ha realizado la optimización del proceso productivo. En el caso de la recepción de mallas, el tiempo empleado disminuyó de 0.72 a 0.56, lo que significa una mayor agilidad en la ejecución de la actividad. Igualmente, en relación con la elaboración de bonche, se manifestó una reducción en el tiempo de producción que era de 5.28 y pasó a 4.19, lo que implica una mejor organización durante este proceso. Además, la inspección de bonches mostró una ligera reducción, de 0.91 a 0.86, mejorando el control de calidad sin comprometer la precisión del trabajo. [5]

En su estudio sobre tiempos y movimientos en la empresa Lácteos El Enjambre, Mireya Abigail Esparza Huachi identificó un cuello de botella en el proceso productivo y la falta de estandarización en las actividades. A lo largo de la investigación, se determinaron los tiempos estándar para cada subproceso, permitiendo eliminar o combinar aquellas actividades que no generaban valor.

Como resultado, se logró una mejora del 4.08 % en los tiempos de producción, lo que llevó a la implementación de un balance de líneas para distribuir equitativamente las cargas de trabajo y garantizar un flujo continuo en el proceso. Adicionalmente, se elaboró un manual de procedimientos para la producción de queso mozzarella, con el objetivo de proporcionar una guía clara para los trabajadores, optimizar la ejecución de sus tareas y fortalecer la productividad de la empresa. [6]

En el estudio realizado por Elvis Alcívar Altamirano Sampedro, titulado “Mejoramiento del proceso de ensamble en la línea chasis para automóviles modelo M4 en la empresa autopartista Ciauto Cía. Ltda., en la ciudad de Ambato”, tuvo como objetivo optimizar el desempeño de la línea de producción mediante la implementación de estrategias de mejora.

Como resultado, se logró un incremento del 25% en la productividad, alcanzando una producción diaria de 15 automóviles. Estos avances evidencian la importancia de aplicar metodologías estructuradas para optimizar la eficiencia operativa. Se recomienda la implementación de este estudio, ya que permitiría equilibrar la carga de trabajo en toda la línea

de ensamble, reducir diferencias en los tiempos de las subestaciones y, en consecuencia, aumentar la rentabilidad de la empresa Ciauto. [7]

En el proyecto de investigación desarrollado por Vanessa Elizabeth Cadena Mafla, titulado “Mejora de la productividad en la línea de producción de queso cheddar mediante el estudio de métodos en la empresa MILMA”, permitió evaluar y optimizar los procesos productivos con el objetivo de reducir costos y mejorar la eficiencia operativa.

Tras la implementación del estudio de métodos, se llevó a cabo un seguimiento durante el tercer trimestre del año 2017, en el cual se analizaron tanto los costos de producción como la productividad monofactorial antes y después de la aplicación del método. Como resultado, se evidenció una reducción en el costo de producción por kilogramo de queso cheddar, pasando de 6,34 USD a 6,16 USD. A pesar de que la cantidad de producción se mantuvo en 6 697,5 kilogramos, la productividad multifactorial reflejó una mejora significativa, incrementándose de 1,25 en el segundo trimestre a 1,29 en el tercer trimestre del mismo año. Este aumento del 3,2% en la productividad se atribuyó principalmente a la disminución en los costos de mano de obra, permitiendo a la empresa optimizar sus recursos sin afectar el volumen de producción. [8]

Marlene Edith Tacuri Pilicita, realizó el estudio titulado “Propuesta para el incremento de la productividad en los procesos de elaboración de terno jean en la empresa JB Worker mediante la estandarización de tiempos de operación”, permitió analizar y optimizar los tiempos de producción en las distintas etapas del proceso. El análisis evidenció que el subproceso de corte presentaba dificultades debido a un exceso de carga de trabajo y retrasos ocasionados por la atención a maquiladores. Además, se identificó que el subproceso de terminados dependía directamente del tiempo que los maquiladores empleaban en la confección de las prendas y su posterior entrega para revisión. Como resultado de la aplicación de la propuesta de mejora, que incluyó la estandarización de tiempos de operación, se logró incrementar la productividad en un 30%, optimizando los flujos de trabajo y reduciendo los tiempos improductivos. Este avance representa un beneficio significativo para la empresa, permitiéndole mejorar su capacidad de producción y competitividad en el mercado. [9]

A través de los perfiles Bustillos Chicaiza Dannes Humberto; Yupangui Llugcha Klever Daniel, se realizó el "Estudio de Tiempos en la Industria Láctea en la Ciudad de Latacunga", cuyo objetivo fue crear un plan de mejora para los procesos de producción de leche entera. Para este fin, se aplicó una metodología analítica que permitió el mapeo detallado de los diversos procesos de producción, que fueron representados a través de diagramas de flujo y diagramas analíticos, lo que permitió entenderlos y evaluarlos.

Esto dio como resultado optimizaciones, reduciendo 19 minutos por unidad fabricada, 2,542 productos más al día y un aumento en la productividad del 3%. Se puede resumir que la aplicación de enfoques de medición de tiempos y mejora facilita enormemente un aumento en la capacidad operativa, lo cual es una consideración principal para beneficiar las utilidades, mejorar la ejecución práctica y hacer al sector lácteo más competitivo. [10]

2.2 INGENIERÍA DE MÉTODOS

La ingeniería de métodos hace referencia a las actividades de ingeniería asociadas con los métodos de trabajo humano, es decir, el diseño, análisis y optimización de métodos de trabajo. Se relaciona con el desempeño de una tarea definida y no cómo se puede realizar la tarea. Esta detección actúa como la raíz de la eliminación de todas las operaciones redundantes, la reducción de cualquier tiempo muerto y la averiguación de qué se puede hacer con los recursos disponibles. En resumen, es una mayor forma de reducir los costos de operar y aumentar la calidad de los productos. Según Barnes, la Ingeniería de Métodos es un enfoque estructurado para la evaluación y mejora progresiva de los métodos de una empresa. [11] Este es un enfoque dirigido a procesos que implica la reestructuración del trabajo a través de análisis de tiempo y movimientos. Por lo tanto, el objetivo principal es eliminar redundancias y establecer estándares que faciliten el equilibrio en la carga laboral y la mejora de la producción.

2.2.1 Características

- Establece un alto volumen de productividad de la inversión porque lleva un escaso nivel de recursos o incluso el no gastar nada para realizar las sugerencias.
- La naturaleza de su ejecución asegura que todos los factores que influyen en la eficacia de la tarea tengan en cuenta al analizar.
- Es la manera más exacta para determinar normas de rendimiento, sistemas de incentivos, cuotas de atención o servicios.
- Las economías resultantes de su correcta aplicación son palpables de inmediato, y se mantienen siempre que las condiciones necesarias para ello subsistan también.
- Es un instrumento que permite ser utilizado en todas partes en donde se ejecutará un trabajo, en fábricas, oficinas, comercio, laboratorios, hospitales, restaurantes, etc. [11]

2.3 ESTUDIO DEL TRABAJO

Es un campo de estudio formado por el enfoque analítico de las operaciones laborales, con el propósito de aumentar la eficiencia y productividad de las operaciones industriales.

Según Barnes "El estudio del trabajo es la aplicación de una o más técnicas con el propósito de estudiar el trabajo humano en todo su entorno para determinar el tiempo estándar que una tarea debería tomar y para descubrir mejores medios para lograrlo". [12]

2.4 ETAPAS PARA LA MEDICIÓN DEL TRABAJO

La medición del trabajo se refiere a un submódulo en la ingeniería industrial que determina el tiempo requerido por un trabajador calificado para realizar el trabajo bajo condiciones predeterminadas. Esta práctica es esencial para definir indicadores de rendimiento, optimizar procesos y mejorar la eficiencia operativa.

Existen diversos enfoques para la medición del trabajo. Los más prominentes son:

2.4.1 Estudio de tiempos con cronómetro

Esta técnica implica la observación directa de la medición de inicio y finalización de tareas. Esto es particularmente útil para operaciones repetitivas y ciclos cortos. Posteriormente, se mide cada elemento y se utilizan factores de calificación para determinar el tiempo estándar.

2.4.2 Muestreo del trabajo

Esta técnica consiste en el proceso de hacer observaciones aleatorias durante un cierto tiempo y calcular la proporción de tiempo dedicado a hacer diferentes cosas, para tareas no repetitivas o donde las actividades son numerosas y variadas. Facilita la estimación del uso de recursos y la eficiencia operativa.

2.4.3 Sistemas de tiempos predeterminados

Estos sistemas, MTM o MOST, donde los datos estándar se utilizan para estimar el tiempo que gastan los movimientos fundamentales del cuerpo humano. Se pueden emplear en métodos de

diseño de trabajo y estimación de estándares para evitar la observación en tiempo real. Permiten un diseño minucioso y la identificación de áreas que pueden mejorarse.

2.4.4 Datos históricos o estándares

Implica el uso de registros históricos de tiempos de ejecución de tareas similares para estimar el tiempo que tomará la tarea en cuestión. Este es un enfoque útil cuando el tamaño de la muestra es grande, los datos son confiables y las condiciones de trabajo entre las muestras son similares. Sin embargo, puede no ser precisa si las condiciones son diferentes o si la tarea es muy inusual de lo que se ha hecho antes. [13]

2.5 LÍNEA DE PRODUCCIÓN

La línea de producción es un sistema para convertir materias primas en productos terminados a través de una serie de operaciones. Esto incluye flujo de materiales, ensamblaje, inspección, transporte y almacenamiento. Las líneas de producción se clasifican como de modelo único (solo un producto), de múltiples modelos (múltiples productos, pero no consecutivamente) y líneas de modelo mixto (donde el tiempo de configuración entre diferentes productos se elimina o se reduce significativamente). [14]

2.6 DIAGRAMA DE FLUJO






Un diagrama de flujo representa visualmente cómo fluye un proceso de manera lógica. Tal herramienta se utiliza para identificar actividades, puntos de decisión y conexiones entre las diferentes etapas y pasos de un procedimiento para su optimización y para encontrar si un procedimiento puede fallar.

Los diagramas de flujo son los elementos más básicos creados para la captura y organización de información como precursor del diseño de procesos industriales, ya que la reducción de la aleatoriedad en un flujo estructurado dentro de un proceso es, en última instancia, un componente necesario para la optimización de procesos industriales. [15]

2.6.1 Símbolos utilizados en el diagrama de flujo

Cada símbolo en un diagrama de flujo tiene un significado específico que facilita la comprensión del proceso representado. A continuación, se presenta la Tabla 2.1, que describe los símbolos más comunes utilizados en los diagramas de flujo:

Tabla 2.1 Simbología del diagrama de flujo

Símbolo	Nombre	Función
	Inicio/Final	Indica el inicio o el final de un proceso.
	Proceso	Representa una acción o conjunto de acciones dentro del proceso.
	Decisión	Señala un punto donde se toma una decisión que afecta el flujo del proceso.
	Entrada/Salida	Indica la entrada o salida de datos en el proceso.
	Línea de flujo	Muestra la dirección del flujo del proceso.

Estos símbolos son fundamentales para la creación de diagramas de flujo efectivos, ya que permiten representar de manera estandarizada las diferentes etapas y decisiones dentro de un proceso.

2.7 HERRAMIENTA BIZAGI

Bizagi es una plataforma de modelado de procesos de negocio que ofrece a las organizaciones una manera de documentar, modelar y mejorar sus procesos basándose en la notación BPMN. Proporciona una forma de mapear y modelar diferentes actividades empresariales, creando un diagrama de flujo de procesos de sus operaciones.

Bizagi también tiene la capacidad de generar documentación de procesos en Word, PDF, Excel, Wiki, etc.; además, puede importar y exportar a Visio o XML. [16]

2.8 CURSOGRAMA ANALÍTICO

El cursograma analítico es una herramienta que visualiza todas las actividades que integran el proceso de producción. En este diagrama, en el cual cada actividad está asociada con operaciones, transporte, inspecciones, retrasos y almacenamiento, símbolos comunes permiten una visión rápida y una visualización efectiva de las ineficiencias, ayudando así a la optimización de recursos. Consiste en un factor esencial en el análisis continuo y mejora tanto de los sistemas de fabricación como de los sistemas de solución, ya que ofrece una visión concisa del proceso de cadenas de servicio, lo que reduciría trabajos ineficaces o redundantes y minimizaría los tiempos improductivos. [17] En la Figura 2.1, se muestra un formato de cursograma analítico.











CURSOGRAMA ANALÍTICO							
Empresa:		Método:	Actual:		Hoja N°		
Área:			Propuesto:		Producto:		
Elaborado por:			Fecha:		Proceso:		
Revisado por:							
Aprobado por:							
SÍMBOLO		ACTIVIDAD		CANTIDAD			
		OPERACIÓN		2			
		TRANSPORTE		1			
		INSPECCIÓN		0			
		DEMORA		2			
		ALMACENAJE		0			
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	SÍMBOLO DEL PROCESO					OBSERVACIONES
1	Actividad						
2	Actividad						
3	Actividad						
4	Actividad						
5	Actividad						

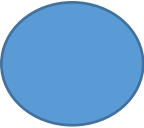



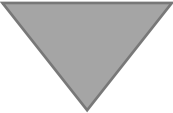
Figura 2.1 Formato de cursograma analítico.

2.8.1 Símbolos utilizados en el cursograma analítico

Estos símbolos permiten una representación clara y estructurada de cada paso en el proceso, facilitando la identificación de áreas de mejora y la optimización de procedimientos.

En la Tabla 2.2, se muestran los símbolos utilizados en el cursograma analítico.

Tabla 2.2 Simbología del cursograma analítico

Símbolo	Nombre	Función
	Operación	Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza, materia o producto en estudio se modifica durante la operación.
	Transporte	Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.
	Inspección	Indica que se verifica la calidad, la cantidad o ambas.
	Demora	Indica la demora en el desarrollo de los hechos; por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite.
	Almacenaje	Indica el depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde sea recibido o entregado, mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.

2.9 ESTUDIO DE TIEMPOS

El estudio del tiempo es un método básico que se utiliza en el análisis y mejora de las operaciones industriales. La definición del estudio del tiempo, según el libro Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo escrito por Benjamin W. Niebel, designa a la aplicación de varios modos para determinar cuánto tarda un hombre calificado en realizar una tarea definida, siendo muy especialmente caracterizada la finalización de la tarea cuando se hace por un obrero a un ritmo de operación aceptable.

El estudio requiere la observación exacta de las operaciones, el uso de cronómetros de lecturas exactas para cronometrar cada una de las operaciones de trabajo y el análisis de datos para descubrir oportunidades de mejora en la productividad y la eficiencia operativa.

Luego de esto el analista trata de establecer, programas más realísticos, tiempo de entrega y mediciones de desempeño. [18]

2.10 ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETRO

Es una técnica para medir el trabajo que observando cuánto tiempo emplea un trabajador en completar una tarea específica, mientras utiliza un método y ritmo de trabajo predefinidos. Por definición, esto permite establecer tiempos estándar y se utiliza como referencia para la mejora continua de la eficiencia operativa en los procesos industriales.

El estudio del tiempo se define en los estándares en el término de Ingeniería Industrial en el diccionario como una técnica de medición del trabajo en la que el tiempo para una tarea puede medirse cuidadosamente con un instrumento de medición adecuado, después del ajuste de cualquier variación observada en el esfuerzo o ritmo normal, de manera que pueda establecerse el tiempo apropiado para elementos como factores externos, demoras inevitables resultantes de la maquinaria, descansos para recuperarse de la fatiga y necesidades personales. [19]

2.11 ALCANCE DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

El alcance de los estudios de tiempos en ingeniería industrial abarca la evaluación detallada de los procesos productivos para identificar ineficiencias y establecer estándares de tiempo que optimicen la productividad.

Según Palacios Acero, los estudios de tiempos son una herramienta fundamental para la planificación y control de la producción, así como para evaluar el rendimiento del trabajo. En general, la ingeniería de métodos es un recurso de planificación y control de producción y el estudio de los tiempos ofrece información confiable y objetiva sobre el desempeño laboral. [20]

2.12 HERRAMIENTAS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS

Las herramientas establecidas para el análisis temporal incluyen:

2.12.1 Cronómetro

Herramientas básicas utilizadas para identificar el tiempo invertido en cada parte del trabajo.

2.12.2 Tablero para formularios

Una superficie rígida, porque le da al analista estructura a lo largo y ancho para mirar y escribir en una copia de los formularios mientras observa.

2.12.3 Formatos para el registro de la información

Formularios estandarizados creados para recopilar datos relevantes de manera organizada y sistemática.

2.12.4 Formularios para reunir datos

Documentos específicos que facilitan la captura de información detallada sobre cada tarea observada.

2.12.5 Formularios para analizar los datos reunidos

Instrumentos que permiten el procesamiento y evaluación de la recopilación de información para la detección de áreas de oportunidad.

Las herramientas son una parte esencial para asegurar que los métodos utilizados para medir el trabajo sean precisos y consistentes, de manera que los ingenieros puedan encontrar dónde se está obstaculizando la productividad y trabajar en mejorar los procesos productivos. [20]

2.13 CÁLCULO DEL NÚMERO DE OBSERVACIONES

En la ingeniería industrial, el cálculo del número de observaciones es un proceso esencial en los estudios de tiempos. El nivel de confianza y la representatividad de los datos obtenidos dependen en gran medida del tamaño de muestreo adecuado, que es una etapa vital en la fase de cronometraje.

Este tratamiento está destinado a crear un promedio representativo para los elementos individuales del proceso bajo análisis.

La forma más común de calcular el número de observaciones, según Bryan Salazar López en el artículo "Cálculo del Número de Observaciones" publicado en Ingeniería Industrial Online, es:

2.13.1 Método Estadístico

Este método consiste en completar n observaciones iniciales y, luego, en introducir una fórmula en la que puede calcularse una n suficiente. Factores como el nivel de confianza que deseas y el margen de error que puedes aceptar se tienen en cuenta en la fórmula.

2.13.2 Método Tradicional

Este método se basa en tablas pre-hechas que envían cuántas observaciones se requieren según el ciclo y la cantidad de piezas que se producen anualmente. En general, este método no es tan confiable y preciso como el método estadístico, pero proporciona una fórmula más fácil y sencilla para calcular la cantidad de la muestra.

Es importante elegir el método que sea adecuado para la naturaleza y disponibilidad de medios en la fábrica en la que debe realizarse. Por lo tanto, con la muestra correcta calculada, los datos que se recopilen reflejarán la realidad y, por lo tanto, podrá saber dónde están las debilidades y en qué se necesita trabajar más para mejorar la producción. [21]

El enfoque está basado en un proceso sistemático compuesto por los siguientes pasos:

- Extracción de muestra de datos consiste en tomar 10 lecturas cuando los ciclos son de 2 minutos o menos, y de 5 lecturas cuando superan los 2 minutos. Esta clasificación es ya que sobre periodos largos hay más certeza, en cambio ventanas de tiempo demasiado chicas tiene más probabilidad de error.
- Se calcula el rango de los tiempos de ciclo, el cual se obtiene al restar el valor mínimo observado del valor máximo, es decir:

Fórmula:

$$R = X_{max} - X_{min}$$

Donde:

- *X_{max}*: Valor máximo
- *X_{min}*: Valor mínimo

- El cociente resultante se verifica en una tabla, más específicamente en la columna (R/X), hasta que el valor encontrado coincida con el número de muestras extraídas (5 o 10). Este valor indica la cantidad de observaciones necesarias para asegurar un nivel de confianza del 95% con una precisión de $\pm 5\%$.

Para la aplicación del método tradicional, se emplean ciertas fórmulas específicas que permiten realizar los cálculos correspondientes. Estas fórmulas se utilizan para obtener resultados precisos en el proceso de análisis y evaluación.

- **Tiempo estándar por unidad**

Esta es la cantidad de tiempo que se tomará para fabricar una unidad de producto bajo condiciones normales de trabajo.

- **Capacidad de la Producción**

La capacidad de producción se refiere al número total de bienes o servicios que una empresa puede producir en un período de tiempo determinado, incluyendo tanto productos físicos como intangibles.

- **Productividad**

Está relacionada con cuán eficiente es el proceso de producción; por lo tanto, intenta producir la cantidad máxima de bienes o servicios posibles con respecto a los costos de un producto. Es simplemente una métrica que evalúa el rendimiento de un sistema al medir cuánto insumo se utiliza para crear un resultado.

- **Eficiencia del trabajador**

La eficiencia del trabajador se determina considerando la manera en que se utiliza la mano de obra y la relación del tiempo empleado con la cantidad de producción.

2.14 MÉTODO DE WESTINGHOUSE

Dicho método es muy común en la industria, ya que permite analizar objetivamente el rendimiento de los trabajadores y obtener información confiable en la cual se pueda basar para organizar la producción. De esta manera, el uso de este método implica la identificación de áreas problemáticas, la asignación de recursos más racionalmente y la distribución de la carga de trabajo de manera que cada trabajador utilice sus propias habilidades.

Sin embargo, las capacidades laborales y los filones de cualificación se informan incluso más allá del campo de la calidad; desde el punto de vista de la gestión del capital humano, el Método de Westinghouse también lleva a ciertos hallazgos. En cuanto al indicador. Desde un punto de vista estructural, este tipo de control puede usarse para entrenar al personal nuevo o fortalecer las habilidades del personal existente, lo que afectará la calidad de la operación y el nivel de satisfacción con el trabajo.

Otro factor destacado por este método es la contribución al rendimiento y competitividad de la empresa. La estandarización de los tiempos y los procesos que facilita permite la vigilancia de decisiones críticas para aumentar la productividad al tiempo que disminuye los costos operativos. Del mismo modo, su práctica favorece la sostenibilidad de la producción reduciendo la cantidad de desperdicio e implementando la cantidad precisa de recursos.

El Método de Westinghouse consiste en una técnica de evaluación del desempeño que se aplica habitualmente en los estudios de tiempos, el cual corresponde con uno de los trabajos dentro de la ingeniería industrial. Este método fue creado por la empresa Westinghouse Electric Corporation y se enfoca en el puntaje de los cuatro factores principales en el desempeño de un operario: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

- **Habilidad:** Identifica el conocimiento de cómo realizar una tarea particular de la cual el trabajador es responsable de completar. Este criterio mide la experiencia y las calificaciones técnicas del operador.
- **Esfuerzo:** Se refiere al grado de energía y entusiasmo que el empleado aporta al trabajo.
- **Condiciones:** Evalúa el entorno de trabajo físico, que incluye iluminación, temperatura y ergonomía; puede haber condiciones de optimización que representen una ventaja para el desempeño del trabajador.

- **Consistencia:** Analiza cómo el trabajador realiza su trabajo de manera constante con el tiempo. Un operador constante, más específicamente, se define como un operador con un nivel de producción fijo para un insumo dado.

Cada uno de estos factores se evalúa en una escala predeterminada y la calificación acumulativa de estos factores se utiliza para corregir el tiempo real dedicado a una tarea, con el fin de llegar al tiempo operativo o normalizado. Este método permite una evaluación más detallada y precisa del desempeño del operario, facilitando la identificación de áreas de mejora en el proceso productivo.[22]

En la Tabla 2.3, se presentan los factores de calificación del método Westinghouse.

Tabla 2.3 Factores de calificación

HABILIDAD			ESFUERZO		
+0.15	A1	Extrema	+0.13	A1	Excesivo
+0.13	A2	Extrema	+0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1	Excelente	+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena	+0.05	C1	Bueno
+0.03	C2	Buena	+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable	-0.08	E2	Aceptable
-0.16	F1	Deficiente	-0.12	F1	Deficiente
-0.22	F2	Deficiente	-0.17	F2	Deficiente
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
+0.06	A	Ideales	+0.04	A	Perfecta
+0.04	B	Excelentes	+0.03	B	Excelente
+0.02	C	Buenas	+0.01	C	Buena
+0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
-0.03	E	Aceptables	-0.02	E	Aceptable
-0.07	F	Deficientes	-0.04	F	Deficiente

2.15 SUPLEMENTOS

En el ámbito de la ingeniería industrial, los suplementos en el estudio de tiempos son incrementos añadidos al tiempo básico de una tarea para compensar factores que pueden afectar la eficiencia y el bienestar del trabajador.

Los suplementos se clasifican en diversas categorías, cada una destinada a abordar distintos aspectos del entorno laboral. Estos incluyen suplementos para necesidades personales que tienen en cuenta el tiempo dedicado a funciones biológicas humanas importantes por parte del trabajador correspondiente. Además, se incluyen los suplementos de fatiga que compensan el desgaste físico y mental causado tanto por la monotonía de ejecutar tareas similares como por las condiciones ambientales que causan fatiga, como temperaturas altas, ruido o mala iluminación. Estos suplementos se dividen en varias categorías y cada uno de ellos está diseñado para mejorar algún elemento del entorno laboral. [23]

2.15.1 Clasificación de los suplementos

Se componen de un componente fijo destinado a necesidades personales, como un descanso para ir al baño o beber agua, y un componente variable que se añade cuando las condiciones de trabajo difieren de la norma, para necesidades personales se suele aplicar un suplemento entre un 5% y un 7%, mientras que la fatiga y monotonía de un trabajo se valoran en un 4%.

2.15.2 Suplementos por contingencias

Cubren retrasos inevitables y pequeños trabajos ocasionales que se producen esporádicamente. Estos suplementos se añaden para compensar interrupciones imprevistas que, aunque no son constantes, afectan el flujo de trabajo.

2.15.3 Suplementos especiales

Se aplican en situaciones no rutinarias, porque son esenciales para la correcta ejecución del trabajo. Por ejemplo, las actividades que no se realizan como un ciclo regular, pero que tienen que hacerse para producción.

2.16 MATRIZ DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO

En la Figura 2.2, muestra las valoraciones de los suplementos aplicados sobre la base de los cuales se determina el tiempo estándar.

SUPLEMENTOS CONSTANTES	HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER
Necesidades personales	5	7	e) Condiciones atmosféricas		
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de KATA (milicalorías/cm2/segundo)		
SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER	16		0
a) Trabajo de pie			14		0
Trabajo se realiza sentado(a)	0	0	12		0
Trabajo se realiza de pie	2	4	10		3
b) Postura normal			8		10
Ligeramente incómoda	0	1	6		21
Incómoda (inclinación del cuerpo)	2	3	5		31
Muy incómoda (Cuerpo estirado)	7	7	4		45
			3		64
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)			2		100
Peso levantado por kilogramo			f) Tensión visual		
2,5	0	1	Trabajos de cierta precisión	0	0
5	1	2	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
7,5	2	3	Trabajos de gran precisión	5	5
10	3	4	g) Ruido		
12,5	4	6	Sonido continuo	0	0
15	5	8	Sonidos intermitentes y fuertes	2	2
17,5	7	10	Sonidos intermitentes y muy fuertes	5	5
20	9	13	Sonidos estridentes	7	7
22,5	11	16	h) Tensión mental		
25	13	20 (máx)	Proceso algo complejo	1	1
30	17		Proceso complejo o de atención dividida	4	4
33,5	22		Proceso muy complejo	8	8
d) Iluminación			i) Monotonía mental		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo monótono	0	0
Bastante por debajo	2	2	Trabajo bastante monótono	1	1
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo muy monótono	4	4
			j) Monotonía física		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	2
			Trabajo muy aburrido	5	5

Figura 2.2 Valoración de suplementos.

2.17 PROPUESTA DE MEJORA

Se entiende por una propuesta de mejora al conjunto de acciones planificadas y estructuradas que buscan optimizar un proceso, producto o servicio en una organización. Con la finalidad de incrementar su eficiencia, reducir costos, minimizar errores y disminuir su tiempo de ejecución para mejorar la calidad, que permitirá a la empresa obtener un mejor desempeño de cara a la competencia. La propuesta de mejora solo puede ser diseñada debidamente si se ha realizado previamente un diagnóstico en el que se hayan identificado áreas de oportunidad con base en las cuales puedan diseñarse estrategias de optimización para los procesos en la empresa. Así también, debe estar sustentado en la disponibilidad de los recursos, la viabilidad técnica y la disminución que proponga en la productividad que se obtendrá. El autor Chiavenato coincide en que una mejora solo puede ser considerada efectiva si es producto de una evaluación de procesos sistemática, aplicación de herramientas de gestión y retroalimentación continua para los resultados sostenibles en el tiempo. [24]

2.17.1 Características

- Diagnóstico detallado: Analizar el estado actual en detalle para encontrar áreas de oportunidad, estableciendo una línea base sobre lo que se mejorará.
- Objetivos claros y medibles: Establecer metas específicas, alcanzables y medibles para guiar el proceso de mejora y observar su éxito.
- Plan de acción estructurado: Preparar una lista bien estructurada de acciones, asignando quién hará qué y para cuándo, para asegurarse de que el plan se implemente de manera estructurada.
- Asignación de recursos adecuados: Asignar suficientes recursos humanos y materiales para implementar las acciones descritas.
- Monitoreo y evaluación continua: Tener sistemas en marcha para seguir el progreso de las acciones y modificarlas si es necesario para alcanzar los objetivos establecidos, industriales o de otro tipo.
- Cultura de mejora continua: Inculcar una cultura en la que todas las partes interesadas participen en la optimización en una organización que fomente la mejora regular. [25]

3 METODOLOGÍA

La investigación detallada, se ejecuta en la microempresa LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA. Contextualmente, el alcance incluye las operaciones administrativas y el personal en línea del departamento de Producción. Por lo tanto, la metodología implementa el seguimiento y el análisis de los procedimientos actuales.

3.1 MODALIDAD O ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El proceso de análisis es realizado con un enfoque mixto, adjuntando elementos de los enfoques cuantitativos y cualitativos.

3.1.1 Investigación cualitativa

Se levantará la información acerca de los procesos productivos de la microempresa para la visualización del lugar de estudio con herramientas como la observación directa y el modelado de sus procesos de producción a través de Bizagi, se recolectará información sobre el sistema de producción de la microempresa. Esto posibilita la visualización de manera estructurada el flujo de producción del queso mozzarella, detectar ineficiencias, y documentar cada etapa del proceso.

3.1.2 Investigación cuantitativa

Los datos recopilados sobre los tiempos de producción se utilizarán con hojas de cálculo como herramienta principal para registrar y analizar cada etapa del proceso productivo. Las hojas electrónicas actuarán junto con el estudio de tiempos y movimientos, una metodología de la ingeniería industrial que permitirá evaluar la eficiencia operativa antes y después de la implementación de la propuesta de mejora. Además de los tiempos observados y los tiempos normales, el estudio calculará suplementos para que se establezca de manera precisa en factores de comodidad; pausas, condiciones de trabajo y variación de los ritmos de las actividades. El método tradicional de esta investigación actuará junto con las hojas de cálculos para establecer una base de estándares claros que permitan una comparación precisa antes y después de las instalaciones implementadas. Los suplementos también se calcularán teniendo en cuenta el entorno laboral y los ritmos de producción. Estas propuestas basadas en datos ayudarán a establecer un proceso más eficiente del proceso de producción de la empresa.

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

En este trabajo se hará uso del enfoque descriptivo, ya que se plantea la descripción detallada de los procesos productivos de LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA. Para la recolección de datos, se propone utilizar la observación directa a fin de registrar las actividades ejecutadas en la producción del queso mozzarella en su estado natural y sin interferencia en la ejecución de estas actividades. A través de la observación directa, podrá identificarse las rutas críticas, los cuellos de botella, así como las oportunidades de mejora que necesitan ser evaluadas y consolidadas en un modelo de manuales de control de calidad para incrementar la eficiencia.

3.3 MÉTODO INDUCTIVO






En este sentido, el estudio empleará más apropiadamente el método inductivo, en la medida en que se extraerán conclusiones generales basadas en la observación y el análisis de los procesos actuales. Por esa razón, el acceso a la microempresa se realizará a través de visitas de campo, permitiendo una recopilación sistemática para ver qué hay de malo, formular hipótesis y validar una mejora en el proceso de producción de mozzarella queso. Posteriormente, los hallazgos se utilizarán para generar recomendaciones específicas sobre cómo mejorar los procedimientos operativos.

3.4 INSTRUMENTOS

Los instrumentos utilizados en el proyecto de investigación, se enlistan en Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Instrumentos

N°	Instrumentos	Imagen	Descripción
1	Laptop		Equipo esencial para el procesamiento de información, redacción y presentación del proyecto de investigación. Su uso facilita la organización y análisis de datos.
2	Celular		Dispositivo usado para capturar fotografías y videos durante el estudio, con el fin de visualizar el método de trabajo aplicado en el proceso productivo.

3	Cronómetro digital		Herramienta clave en la medición del tiempo de ejecución de cada actividad dentro del proceso productivo, garantizando precisión en la recopilación de datos.
4	Cuaderno de anotaciones		Material fundamental para anotar observaciones, datos relevantes y cualquier información obtenida durante la investigación.
5	Formato de toma de tiempos		Documento estructurado diseñado para registrar de manera detallada los tiempos empleados en cada etapa del proceso productivo.
8	Bizagi		Plataforma para hacer diagramas de flujo método a través del cual se pueden modelar los procesos productivos de manera clara y estructurada. Aporta a la posible estandarización operacional.
9	AutoCAD		Herramienta de diseño asistido por computadora especializada en el diseño de distribución de microempresas. Permite representar más fácilmente la distribución de espacios, equipos y áreas de trabajo de la planta de producción.

3.5 MÉTODOS TÉCNICOS APLICADOS EN LA INVESTIGACIÓN

Para mejorar la eficiencia en los procesos de producción, se reunirá información acerca de la elaboración de cada componente del queso mozzarella. Con esta información, se crearán modelos de los procesos en un diagrama de flujo utilizando Bizagi, así como en un diagrama de flujo analítico en Excel, lo que permitirá una mejor visualización de cada uno de los procedimientos.

Luego, se utilizará un estudio de tiempos y movimientos para evaluar la eficiencia de las operaciones y hacer recomendaciones de mejora basadas en la eliminación de actividades que no agregan valor.

Por último, se presentará una propuesta de optimización con el fin de aumentar la productividad y asegurar la estandarización de los procesos en la microempresa.

4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Actividades del objetivo 1

- Analizar los procesos y subprocesos en la línea de producción de queso mozzarella a través de cursogramas analíticos, para la identificación de cuellos de botella y tiempos improductivos.

4.1.1 Actividad 1

- Inspección de las instalaciones de la empresa y revisión del proceso de elaboración de queso mozzarella.

LÁCTEOSAMYRO CÍA. LTDA., es una microempresa ubicada en el cantón Mejía, específicamente en el barrio El Murco. Esta empresa se ha centrado en la elaboración de queso en muchas formas durante muchos años, manteniendo un compromiso con la calidad y la tradición artesanal. Cautiva con el espíritu de aquellos que se han unido a ella a lo largo de los años, transmitiendo prácticas y conocimientos de generación en generación.

El equipo de LÁCTEOSAMYRO se caracteriza por su compromiso, responsabilidad y amplia experiencia en el proceso de productos lácteos. Cada integrante del equipo pone su esfuerzo en asegurar que nuestros productos se mantengan conformes a los estándares de calidad. La microempresa ha logrado consolidarse gracias al conocimiento heredado por la actual propietaria, la cual recibió la enseñanza y la dirección del negocio de su padre, quien por muchos años lideró la quesería.

Sin embargo, la empresa ha logrado, a lo largo de los años, fusionar la tradición con la mejora de procesos, asegurando que cada queso que produce tenga ese sabor distintivo y autenticidad por la que es conocida. Su presencia en el mercado proviene del arduo trabajo continuo, la pasión por la producción artesanal y los esfuerzos del equipo que cada día contribuyen a impulsar el pequeño negocio.

Para obtener un diagnóstico preciso sobre el estado actual de la producción de queso mozzarella en la microempresa representada en la Figura 4.1, se llevó a cabo la recopilación de información a través de múltiples visitas a sus instalaciones. Durante estas visitas, se realizó un análisis detallado de los procedimientos llevados a cabo en las áreas de producción, sala de empaclado y cuarto frío.



Figura 4.1 Visita a la microempresa LACTEOSAMYRO.

4.1.1.1 Identificación de procesos de queso mozzarella

En este apartado se detallan las distintas actividades que forman parte de los procesos involucrados en la producción de queso mozzarella.

4.1.1.1.1 Recepción de materia prima

Esta es la fase del proceso de producción donde se recibe la materia prima. En este caso, es leche. El producto es suministrado por diferentes proveedores dentro de la cercanía de la empresa, garantizando la frescura y calidad del producto. Cuando la leche llega, se realiza un control de antibióticos, para verificar que la leche cumpla con los mejores estándares, revisando la temperatura, la densidad y si hay alguna suciedad que pueda comprometer la calidad. Después de pasar por esta inspección, la materia prima se envía en condiciones óptimas al tanque para que comience el proceso, manteniendo la seguridad y la eficiencia de la producción. Todo lo mencionado se puede observar en la Figura 4.2.



Figura 4.2 Recepción de materia prima

Descripción de subprocesos

- Recepción de materia prima(leche)
- Control de antibióticos
- Transporte de la leche a la marmita.

4.1.1.1.2 *Pasteurización*

En la Figura 4.3, se observa el proceso de pasteurización de la leche, comenzando con el encendido del caldero al inicio de la jornada laboral. La leche cruda se calienta gradualmente hasta 67 °C, de modo que los microorganismos dañinos puedan ser eliminados. En este proceso, el personal competente agita la leche y verifica su temperatura con un termómetro para llevarla a una cierta temperatura. Cuando se ha alcanzado esta meta, la válvula de vapor se cierra para detener el proceso de calentamiento.

La leche se enfría rápidamente con el uso de agua fría hasta que la temperatura llegue a 37 °C. El enfriamiento es importante para que los microorganismos no crezcan ni estropeen el producto. A medida que la temperatura disminuye, la leche continúa siendo agitada para obtener una distribución de calor uniforme. También se procesa la materia prima de tal manera que preserve sus propiedades, preparándola para las siguientes etapas de producción.



Figura 4.3 Pasteurización

Descripción de subprocesos

- Calentar la leche
- Batir la leche
- Verificar la temperatura a 67 °C
- Estabilización térmica de la leche a 37 °C
- Batir la leche
- Verificar la temperatura a 37 °C

4.1.1.1.3 Fermentación

Después de esto, cuando la leche está a su temperatura óptima, se añade el fermento, que es un cultivo específico, crítico para la maduración del queso y el desarrollo de sus características sensoriales. Luego, el fermento mezclado se distribuye uniformemente por la superficie de la leche. Después, el personal encargado establece un proceso de agitación que permite que el fermento siga mezclándose con la leche. Este proceso es necesario para activar los microorganismos, que comenzarán a sintetizar las enzimas responsables de mejorar la textura, el sabor y el aroma del producto final.

Cuando la mezcla está lista, la leche reposa durante el tiempo especificado por el proceso de producción. En este momento, la microflora del fermento comienza a trabajar, acidifica la leche y sienta las bases para las transiciones futuras del queso. Todo lo mencionado se puede observar en la Figura 4.4.



Figura 4.4 Fermentación

Descripción de subprocessos

- Colocación del sobre de fermento
- Batir el fermento
- Dejar reposar

4.1.1.1.4 Adición de cuajo

El cuajo, un agente coagulante esencial en la producción de queso, se añade después de un descanso en la etapa de fermentación. Este es un producto calibrado, se utilizan 7 ml por cada 100 litros de leche, lo que garantiza una formación de cuajada uniforme y adecuada en toda la mezcla. Una vez pesado, se añade el cuajo a la leche, mezclando lentamente varias veces, de modo que el cuajo se disuelva homogéneamente.

Este paso se realiza para asegurar que no se formen grumos y para neutralizar el coagulante efectivamente a través de la superficie, convirtiendo así la leche en una forma semi-sólida.

Después de la mezcla viene un período de reposo para la leche, para dar tiempo a que el cuajo comience su trabajo. Aquí es donde comienza a formarse la separación entre la cuajada y el suero de leche, y estos eventualmente serán procesados en las siguientes etapas. Todo lo mencionado se puede observar en la Figura 4.5.



Figura 4.5 Adición de cuajo

Descripción de subprocesos

- Medir el cuajo
- Mezclar el cuajo
- Dejar reposar

4.1.1.1.5 Corte y desuerado

En esta etapa del proceso, el personal autorizado lleva a cabo el corte de la cuajada utilizando una lira, herramienta especializada que permite dividir la masa en pequeños cubos de tamaño uniforme. Este paso ayuda a drenar el suero y también a obtener una textura adecuada en el producto final.

Después de que se fragmenta la cuajada, se deja reposar durante un tiempo determinado mientras se verifica que la temperatura alcance los 36°, asegurando así que las condiciones sean óptimas para la siguiente fase.

Aproximadamente el 70% del suero es removido en el proceso de eliminación del suero, mientras que el 30% permanece en el tanque para realizar la prueba de acidificación.

La marmita se cubre inmediatamente con papel film para evitar la pérdida de temperatura y contaminaciones externas; toda el área de la marmita queda protegida. Al final, esta mezcla se deja en reposo hasta que todo el suero se haya escurrido y la cuajada tenga los atributos necesarios antes del siguiente proceso.

Todo lo mencionado se puede observar en la Figura 4.6 y Figura 4.7.



Figura 4.6 Corte



Figura 4.7 Desuerado

Descripción de subprocesos

- Corte con lira
- Reposo
- Verificación de temperatura a 36°C
- Batir la cuajada
- Desuerado
- Colocación de papel film
- Dejar reposar

4.1.1.1.6 Acidificación

En otra sección de la sala, el agua se calienta en una olla a 55 °C, un proceso importante para probar la textura de la cuajada y verificar si ha alcanzado el punto de estiramiento adecuado.

Se saca una pequeña cantidad de cuajada y se sumerge en agua caliente para comprobar la elasticidad. Es un paso clave en el proceso, ya que indica si el proceso de fermentación ha sido exitoso y si la cuajada está lista para continuar con la siguiente etapa de producción. Todo lo mencionado se puede observar en la Figura 4.8.



Figura 4.8 Acidificación

Descripción de subprocesos

- Calentar en un recipiente con agua a 55 °C
- Toma la muestra de la cuajada
- Control de acidificación

4.1.1.1.7 Hilado

Para el proceso de hilado, primero se precalienta el agua a 65 °C, lo cual es importante para el manejo de la masa de cuajada. Una vez listo, toda la masa cuajada se transfiere a la máquina de hilado, un equipo específico que es adecuado para la formación de la masa de queso.

Durante esta etapa, la máquina hiladora somete a la masa a un estiramiento continuo, lo que asegura que se logre la textura y elasticidad características del queso, como la mozzarella. Una vez completado este proceso, la masa estará lista para los pasos finales en la elaboración del queso. Todo lo mencionado se puede observar en la Figura 4.9.



Figura 4.9 Hilado

Descripción de subprocesos

- Encender la máquina hiladora
- Verificación de temperatura a 65 °C
- Traslado de la masa cuajada

- Proceso de hilado

4.1.1.1.8 Moldeado y Salado

En esta fase, el personal mide porciones precisas de 1 kg de queso mozzarella para colocarlas en sus respectivos moldes. Esto le da al queso la forma rectangular correcta en los moldes asegurando una presentación uniforme.

Una vez que los quesos se colocan en moldes, reposan durante un tiempo para que la masa se asiente y asuma su forma final. Cuando se logra la forma deseada, los quesos se lavan cuidadosamente con agua potable para eliminar algunos residuos de suero que permanecen en la superficie después de pasar por las dos etapas anteriores de fabricación. Este lavado es esencial para la pureza y calidad del producto.

Posteriormente, los quesos se sumergen en salmuera, una mezcla de agua y sal que conserva el queso e intensifica su sabor. Los quesos permanecen en la salmuera durante un período de reposo hasta el día siguiente, durante el cual la sal se dispersa uniformemente por todo el queso, resultando en la textura y el sabor únicos de la mozzarella. Todo lo mencionado se puede observar en la Figura 4.10 y Figura 4.11.



Figura 4.10 Moldeado



Figura 4.11 Salado

Descripción de subprocesos

- Pesaje y colocación del queso hilado en los moldes
- Reposo
- Lavado de los quesos
- Colocar los quesos en salmuera
- Reposo

4.1.1.1.9 Empaquetado

Durante el proceso de empaquetado, el queso mozzarella pasa por una etapa de secado minucioso, en la cual se utiliza un lienzo de alta absorción para eliminar cualquier residuo de suero que pueda haber quedado después del proceso de fabricación. Posteriormente, se procede a la colocación del queso en fundas especialmente diseñadas para garantizar la conservación de sus propiedades. Estas fundas son posicionadas en una máquina de sellado al vacío, la cual extrae el aire del interior del empaque y sella herméticamente, asegurando así la protección del producto frente a contaminantes externos y extendiendo su vida útil en condiciones óptimas de almacenamiento. Todo lo mencionado se puede observar en la Figura 4.12.



Figura 4.12 Empaquetado

Descripción de subprocesos

- Secado con lienzo de los quesos y enfundado
- Proceso de sellado al vacío

4.1.1.1.10 Etiquetado

En esta fase, el operario debe realizar la labor manual de etiquetado, observando especial cuidado de incluir en la parte frontal del queso mozzarella el logotipo oficial de la empresa, la fecha de elaboración y vencimiento. Del mismo modo, en el envés de la pieza de queso debe colocarse una etiqueta en la que se especifique información relevante y detallada para el consumidor, tal como el precio del producto, la información destacada por el semáforo nutricional, e información completa sobre la composición y los valores nutricionales. Esta labor requiere de precisión y atención para poder garantizar que las etiquetas no solo cumplan con los parámetros establecidos, sino que sean legibles y aporten la información necesaria al cliente. Todo lo mencionado se puede observar en la Figura 4.13.



Figura 4.13 Etiquetado

Descripción de subprocesos

- Proceso de etiquetado

4.1.1.1.11 Almacenado

El producto terminado se lleva al cuarto frío en este lugar, las bajas temperaturas ayudan a mantener la calidad del queso después de la terminación de todos los pasos de producción anteriores. Es un paso importante para mantener el queso mozzarella fresco y con textura. El cuarto frío preserva el producto hasta que se distribuya adecuadamente y en las condiciones correctas. Todo lo mencionado se puede observar en la Figura 4.14.



Figura 4.14 Almacenado

Descripción de subprocesos

- Traslado al cuarto frío

4.1.2 Actividad 2

- Elaboración del diagrama de flujo sobre el proceso de elaboración de queso mozzarella.

En la Figura 4.15, se representa el diagrama de flujo general del proceso de producción del queso mozzarella. Este proceso comprende 13 procesos principales los cuales son:

- Recepción de materia prima
- Pasteurización
- Fermentación
- Adición de cuajo
- Corte
- Desuerado
- Acidificación
- Hilado
- Moldeado
- Salado
- Empaquetado
- Etiquetado
- Almacenado

Cada una de ellas desglosada en diversas actividades específicas que los trabajadores llevan a cabo para garantizar la elaboración del queso mozzarella en presentaciones de 1 kg.

Cada fase del proceso es fundamental para obtener un producto de alta calidad, cumpliendo con los estándares establecidos en la industria alimentaria.

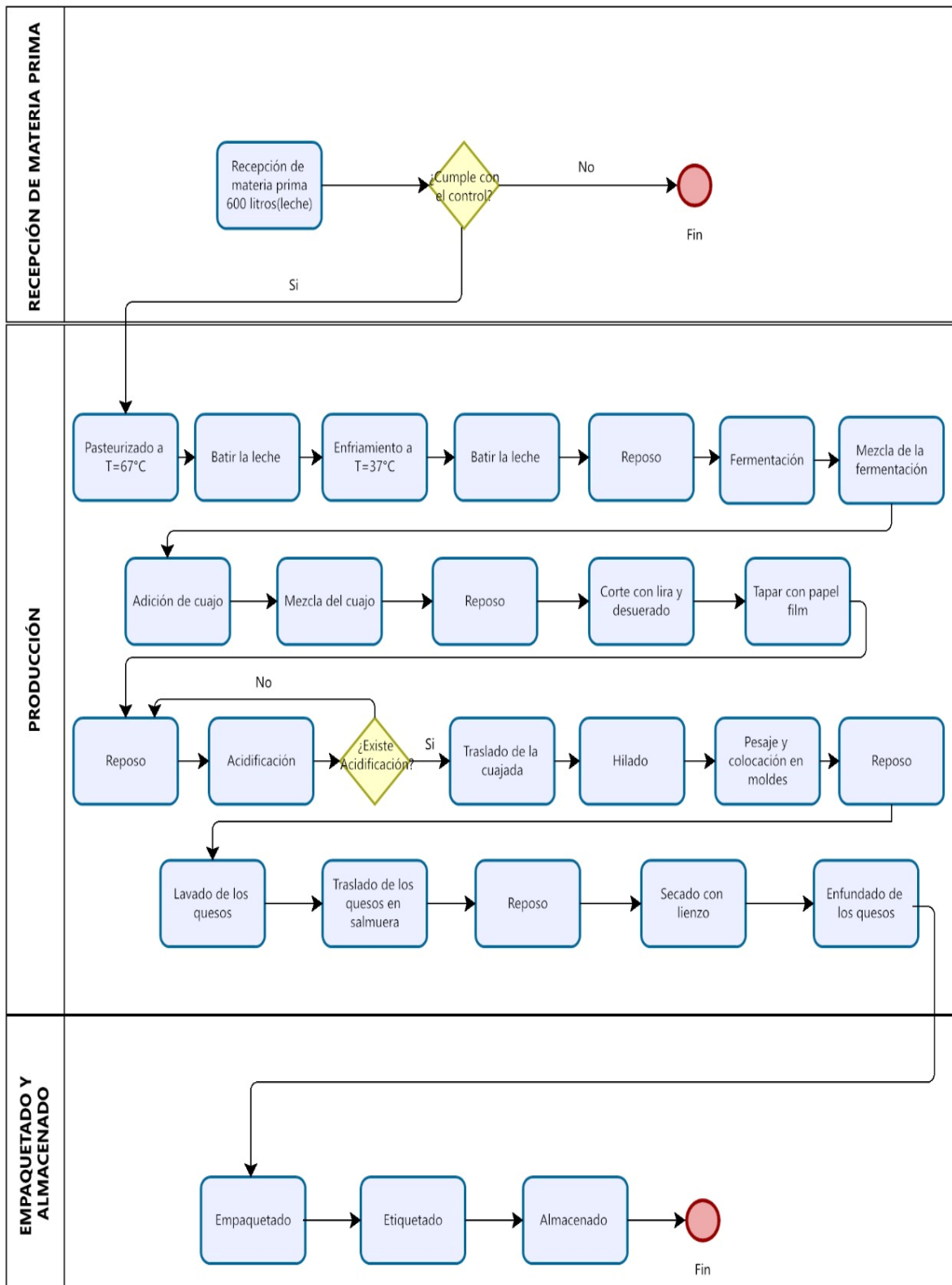


Figura 4.15 Diagrama de flujo general del proceso de producción del queso mozzarella.



4.1.3 Actividad 3

- Elaboración de cursogramas analíticos del proceso de elaboración de queso mozzarella.

4.1.3.1 Cursograma analítico del proceso de recepción de materia prima

Para ayudar al entendimiento del proceso detallado, se presenta en la Tabla 4.1 el cursograma, que muestra claramente las diversas actividades relacionadas con la recepción de la materia prima. De esta manera, el gráfico representa las etapas precisas que deben ser hechas para la elaboración de queso mozzarella de 1 kg, lo que proporciona un entendimiento general del flujo de trabajo.



Tabla 4.1 Cursograma del proceso de recepción de materia prima

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL							
CURSOGRAMA ANALÍTICO							
Empresa:	LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.	Método:	Actual:	X	Hoja N°	1 de 1	
Área:	Producción		Propuesto:		Producto:	Queso Mozzarella 1 kg	
Elaborado por:	Guanopatin Alexis, Guaygua María Fernanda						
Revisado por:	Ing. Criollo Jessica						
Aprobado por:	Ing. MsC. Eugenio Cristian	Fecha:	26/11/2024	Proceso:	Recepción de materia prima		
SÍMBOLO		ACTIVIDAD		CANTIDAD			
●		OPERACIÓN		1			
→		TRANSPORTE		1			
■		INSPECCIÓN		1			
◐		DEMORA		0			
▼		ALMACENAJE		0			
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	SÍMBOLO DEL PROCESO					OBSERVACIONES
		●	→	■	◐	▼	
1	Recepción de materia prima (leche)	●					
2	Control de antibióticos			■			
3	Transportar la leche a la marmita		→				

4.1.3.2 Cursograma analítico del proceso de pasteurización

En la tabla 4.2 se muestra el cursograma analítico del ciclo de actividades del proceso de pasteurización. Este indicador refleja de forma clara y detallada todas las actividades en el proceso, lo cual facilita el análisis y la detección de las interacciones entre ellas.



Tabla 4.2 Cursograma del proceso de pasteurización

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL							
CURSOGRAMA ANALÍTICO							
Empresa:	LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.	Método:	Actual:	X	Hoja N°	1 de 1	
Área:	Producción		Propuesto:		Producto:	Queso Mozzarella 1 kg	
Elaborado por:	Guanopatin Alexis, Guaygua María Fernanda						
Revisado por:	Ing. Criollo Jessica						
Aprobado por:	Ing. MsC. Eugenio Cristian	Fecha:	26/11/2024	Proceso:	Pasteurización		
SÍMBOLO		ACTIVIDAD		CANTIDAD			
●		OPERACIÓN		4			
→		TRANSPORTE		0			
■		INSPECCIÓN		2			
D		DEMORA		0			
▼		ALMACENAJE		0			
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	SÍMBOLO DEL PROCESO					OBSERVACIONES
		●	→	■	D	▼	
1	Calentar la leche	●					
2	Batir la leche						
3	Verificar la temperatura a 67 °C			■			
4	Estabilización térmica de la leche a 37 °C						
5	Batir la leche						
6	Verificar la temperatura a 37 °C						

4.1.3.3 Cursograma analítico del proceso de fermentación.

En la Tabla 4.3, se muestra un esquema analítico que describe en detalle las actividades que integran el proceso de fermentación. Este esquema facilita una comprensión más clara del flujo de trabajo y de la interacción entre las distintas etapas.



Tabla 4.3 Cursograma del proceso de fermentación

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL							
CURSOGRAMA ANALÍTICO							
Empresa:	LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.	Método:	Actual:	X	Hoja N°	1 de 1	
Área:	Producción		Propuesto:		Producto:	Queso Mozzarella 1 kg	
Elaborado por:	Guanopatin Alexis, Guaygua María Fernanda						
Revisado por:	Ing. Criollo Jessica						
Aprobado por:	Ing. MsC. Eugenio Cristian	Fecha:	26/11/2024	Proceso:	Fermentación		
SÍMBOLO		ACTIVIDAD		CANTIDAD			
●		OPERACIÓN		2			
→		TRANSPORTE		0			
■		INSPECCIÓN		0			
D		DEMORA		1			
▼		ALMACENAJE		0			
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	SÍMBOLO DEL PROCESO					OBSERVACIONES
		●	→	■	D	▼	
1	Colocar el sobre de fermento	●					
2	Batir el fermento						
3	Dejar reposar						

4.1.3.4 Cursograma analítico del proceso de adición de cuajo.

Se ha desarrollado el cursograma analítico de la adición de cuajo con el objetivo de hacer una descripción más detallada de las tareas que conforman este proceso. El presente indicador permitirá evaluar la eficacia operativa. Como se observa en la tabla 4.4.



Tabla 4.4 Cursograma del proceso de adición de cuajo

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL 								
CURSOGRAMA ANALÍTICO								
Empresa:	LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.	Método:	Actual:	X	Hoja N°	1 de 1		
Área:	Producción		Propuesto:		Producto:	Queso Mozzarella 1 kg		
Elaborado por:	Guanopatin Alexis, Guaygua María Fernanda		Fecha:	26/11/2024	Proceso:	Adición de cuajo		
Revisado por:	Ing. Criollo Jessica							
Aprobado por:	Ing. MSc. Eugenio Cristian							
	SÍMBOLO		ACTIVIDAD		CANTIDAD			
	●		OPERACIÓN		2			
	→		TRANSPORTE		0			
	■		INSPECCIÓN		0			
	■		DEMORA		1			
	▼		ALMACENAJE		0			
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	SÍMBOLO DEL PROCESO					OBSERVACIONES	
1	Medir el cuajo	●	→	■	■	▼		
2	Mezclar el cuajo							
3	Dejar reposar							

4.1.3.5 Cursograma analítico del proceso de corte y desuerado.

En la tabla 4.5, se muestra un cursograma analítico donde se subrayan las actividades secuenciales en el proceso de corte y desuerado en un formato estructurado. Estos esquemas proporcionan una vista visual de la interacción entre las diversas etapas y actividades para una mejor planificación del proceso.



Tabla 4.5 Cursograma del proceso de corte y desuerado

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL 								
CURSOGRAMA ANALÍTICO								
Empresa:	LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.	Método:	Actual:	X	Hoja N°	1 de 1		
Área:	Producción		Propuesto:		Producto:	Queso Mozzarella 1 kg		
Elaborado por:	Guanopatin Alexis, Guaygua María Fernanda		Fecha:	26/11/2024	Proceso:	Corte y desuerado		
Revisado por:	Ing. Criollo Jessica							
Aprobado por:	Ing. MSc. Eugenio Cristian							
	SÍMBOLO		ACTIVIDAD		CANTIDAD			
	●		OPERACIÓN		4			
	→		TRANSPORTE		0			
	■		INSPECCIÓN		1			
	■		DEMORA		2			
	▼		ALMACENAJE		0			
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	SÍMBOLO DEL PROCESO					OBSERVACIONES	
1	Corte con lira	●	→	■	■	▼		
2	Reposo							
3	Verificar la temperatura a 36 °C							
4	Batir la cuajada							
5	Desuerado							
6	Tapar con papel film							
7	Dejar reposar							

4.1.3.6 Cursograma analítico del proceso de acidificación.

En la Tabla 4.6 se proporciona un cursograma analítico que describe las actividades del proceso de acidificación. Este cursograma ofrece una representación clara de cada tarea involucrada, facilitando la identificación de las interacciones entre ellas.



Tabla 4.6 Cursograma del proceso de acidificación

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL							
CURSOGRAMA ANALÍTICO							
Empresa:	LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.	Método:	Actual:	X	Hoja N°	1 de 1	
Área:	Producción		Propuesto:		Producto:	Queso Mozzarella 1 kg	
Elaborado por:	Guanopatin Alexis, Guaygua María Fernanda						
Revisado por:	Ing. Criollo Jessica						
Aprobado por:	Ing. MsC. Eugenio Cristian	Fecha:	26/11/2024	Proceso:	Acidificación		
SÍMBOLO		ACTIVIDAD		CANTIDAD			
●		OPERACIÓN		2			
→		TRANSPORTE		0			
■		INSPECCIÓN		1			
■		DEMORA		0			
▼		ALMACENAJE		0			
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	SÍMBOLO DEL PROCESO					OBSERVACIONES
		●	→	■	■	▼	
1	Calentar la olla con agua a 55°C	●					
2	Traslado de la muestra de la cuajada		→				
3	Control de acidificación						

4.1.3.7 Cursograma analítico del proceso de hilado.

Se ha creado un cursograma analítico que detalla las distintas tareas del proceso de hilado, lo cual facilita la evaluación de la eficiencia operativa. Este esquema se puede observar con mayor claridad en la Tabla 4.7.

Tabla 4.7 Cursograma del proceso de hilado

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL							
CURSOGRAMA ANALÍTICO							
Empresa:	LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.	Método:	Actual:	X	Hoja N°	1 de 1	
Área:	Producción		Propuesto:		Producto:	Queso Mozzarella 1 kg	
Elaborado por:	Guanopatin Alexis, Guaygua María Fernanda						
Revisado por:	Ing. Criollo Jessica						
Aprobado por:	Ing. MsC. Eugenio Cristian	Fecha:	26/11/2024	Proceso:	Hilado		
SÍMBOLO		ACTIVIDAD		CANTIDAD			
●		OPERACIÓN		2			
→		TRANSPORTE		1			
■		INSPECCIÓN		1			
■		DEMORA		0			
▼		ALMACENAJE		0			
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	SÍMBOLO DEL PROCESO					OBSERVACIONES
		●	→	■	■	▼	
1	Encender la máquina hiladora y calentar el agua	●					
2	Verificar la temperatura a 65 °C						
3	Traslado de la cuajada a la máquina hiladora		→				
4	Proceso de hilado						

4.1.3.8 Cursograma analítico del proceso de moldeado y salado.

La Tabla 4.8 muestra un esquema analítico que describe las actividades del proceso de moldeado y salado, permitiendo una mejor comprensión del flujo de trabajo y la interacción entre las diversas etapas.

Tabla 4.8 Cursograma del proceso de moldeado y salado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS		CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL		CURSOGRAMA ANALÍTICO	
Empresa:	LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.	Método:	Actual:	X	Hoja N°	1 de 1	
Área:	Producción		Propuesto:		Producto:	Queso Mozzarella 1 kg	
Elaborado por:	Guanopatin Alexis, Guaygua María Fernanda						
Revisado por:	Ing. Criollo Jessica						
Aprobado por:	Ing. MsC. Eugenio Cristian	Fecha:	26/11/2024	Proceso:	Moldeado y salado		
SÍMBOLO		ACTIVIDAD		CANTIDAD			
●		OPERACIÓN		2			
→		TRANSPORTE		1			
■		INSPECCIÓN		0			
■		DEMORA		2			
▼		ALMACENAJE		0			
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	SÍMBOLO DEL PROCESO					OBSERVACIONES
1	Pesaje y colocación del queso hilado en los moldes	●	→	■	■	▼	
2	Reposo						
3	Lavado de los quesos						
4	Colocar los quesos en salmuera						
5	Reposo						

4.1.3.9 Cursograma analítico del proceso de empaquetado, etiquetado y almacenado.

Con el fin de ofrecer una visión más clara sobre el proceso de empaquetado, etiquetado y almacenamiento, se ha desarrollado un cursograma detallado que ilustra las actividades involucradas. El cursograma analítico de los procesos mencionados se presenta en la Tabla 4.9.

Tabla 4.9 Cursograma del proceso de empaquetado, etiquetado y almacenado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS		CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL		CURSOGRAMA ANALÍTICO	
Empresa:	LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.	Método:	Actual:	X	Hoja N°	1 de 1	
Área:	Sala de Empacado y Cuarto frío		Propuesto:		Producto:	Queso Mozzarella 1 kg	
Elaborado por:	Guanopatin Alexis, Guaygua María Fernanda						
Revisado por:	Ing. Criollo Jessica						
Aprobado por:	Ing. MsC. Eugenio Cristian	Fecha:	26/11/2024	Proceso:	Empaquetado, etiquetado y almacenado		
SÍMBOLO		ACTIVIDAD		CANTIDAD			
●		OPERACIÓN		3			
→		TRANSPORTE		0			
■		INSPECCIÓN		0			
■		DEMORA		0			
▼		ALMACENAJE		1			
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	SÍMBOLO DEL PROCESO					OBSERVACIONES
1	Secado con lienzo de los quesos y enfundado	●	→	■	■	▼	
2	Proceso de sellado al vacío						
3	Proceso de etiquetado						
4	Traslado al cuarto frío						

4.2 LAYOUT

En la Figura 4.16, se expone el Layout de la microempresa LÁCTEOSAMYRO elaborado en AutoCAD, refleja la representación visual detallada de la distribución efectiva actual de sus áreas de trabajo, facilitando así su comprensión y análisis.

La microempresa ha distribuido un área de producción eficiente, donde la marmita 1, la marmita 2 y la marmita 3 en conjunto con la hiladora y fundidora de queso son ubicadas. De igual manera en el área se encuentra la sección de salmuera que es trascendental para el proceso de elaboración. Inmediatamente al lado está la zona de la sala de empaçado, con máquina empacadora 1 en conjunto con la empacadora 2 al vacío dispuestas para el empaque de producto terminado y su etiquetado respectivo para la distribución.

En lo que concierne a la adecuación para su almacenamiento, la empresa cuenta con una bodega y un espacio exclusivo para la maduración del queso, el cual funciona para que los productos permanezcan el tiempo suficiente hasta alcanzar el nivel de calidad adecuado. Del mismo modo, se cuenta con un cuarto frío y una bodega adicional, espacios que desempeñan una importancia fundamental puesto que aportan el ambiente adecuado para la conservación de los productos lácteos, preservando su frescura y propiedades.

Por otro lado, en cuanto a las áreas complementarias, la microempresa cuenta con una oficina administrativa que es el lugar donde se llevan a cabo las actividades de gestión operativa y toma de decisiones. Así mismo, existen baños públicos diferenciados por géneros, garantizando condiciones higiénicas adecuadas para los trabajadores. Además, se destaca la presencia de un equipo clave en el proceso productivo, como el caldero, el cual cumple un papel fundamental en la transformación de la materia prima.

Esta distribución permite visualizar con mayor claridad la estructura y organización interna de la microempresa, optimizando los procesos productivos y facilitando el flujo de trabajo en cada una de sus áreas.

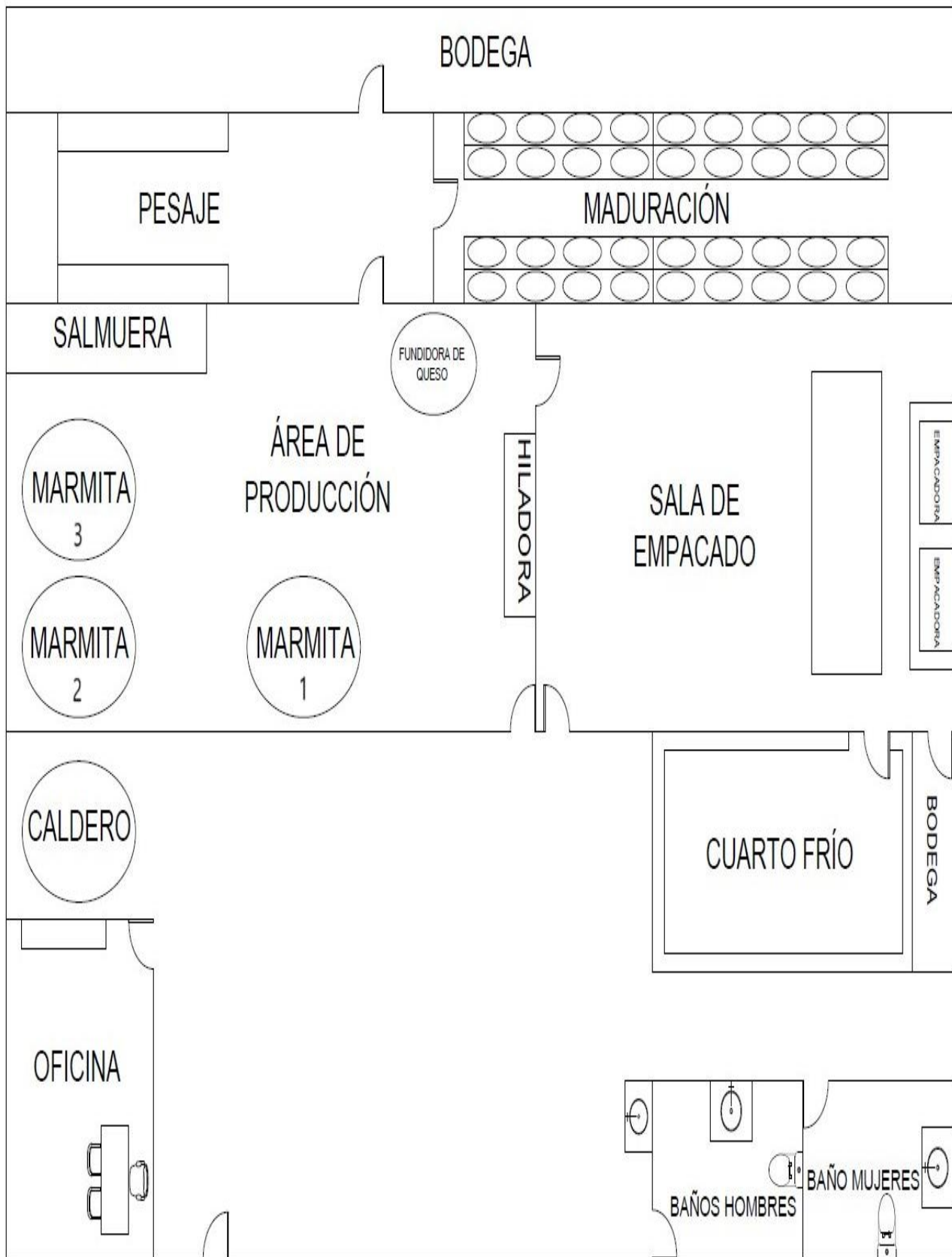


Figura 4.16 Layout de la microempresa LACTEOSAMYRO.

4.3 Actividades del objetivo 2

- Aplicar el estudio de tiempos al proceso de elaboración de queso mozzarella para la estandarización de los procesos productivos e identificación de actividades no productivas.

4.3.1 Actividad 1

- Registro y medición de tiempos preliminares y cálculo de promedio, desviación estándar, límite superior e inferior.
- Toma de nuevas muestras dentro del L.C.S. y L.C.I.

4.3.1.1 Selección del método para el estudio de tiempos

Para determinar el tamaño de la muestra se aplicó el Método Tradicional, complementado con la valoración del Método Westinghouse, el cual se basa en un procedimiento sistemático para el análisis de tiempos. En la Tabla 4.10, se muestra la comparación entre el método tradicional y el método estadístico, tomando como referencia el enfoque de Westinghouse.

En este estudio se consideraron las siguientes directrices:

- 10 lecturas para ciclos \leq a 2 minutos.
- 5 lecturas para ciclos $>$ a 2 minutos.

Tabla 4.10 Comparación Método Tradicional y Método Estadístico

Características	Método Tradicional	Método Estadístico
Número de muestras base para la evaluación	5 a 10 muestras	Depende de la variabilidad del proceso
Cálculo del número de muestras	Se utiliza una tabla referencial según el coeficiente del rango	Aplicación de fórmulas estadísticas
Medición de tiempos	En segundos y minutos	En fracciones de segundo
Precisión en la medición	$\pm 0,05$	Depende de la distribución normal
Control de tiempos	Por rangos establecidos	Por límite de control
Habilidad del trabajador	Evaluación subjetiva	Medición cuantificable
Factores de corrección	Valoración en porcentaje	Ajuste según coeficientes estadísticos
Aplicación de los métodos	Empresas pequeñas	Empresas con alta producción
Margen de error	Moderado	Bajo, dependiendo del tamaño de muestra

4.3.1.2 Registro y medición de tiempos preliminares en minutos

Para cumplir con el segundo objetivo planteado, se llevó a cabo una evaluación de las actividades desarrolladas en el área de producción de queso mozzarella. Se utilizó un cronómetro digital para registrar el tiempo de esta manera, indicando que se tomaron cinco muestras en minutos para cada operación, pudiendo almacenar todos los datos en varias tablas y así permitir el análisis respectivo del estudio del tiempo.

De esta forma, será posible analizar el tiempo estándar y la eficiencia, llevando a la definición de un indicador de capacidad productiva.

En la Tabla 4.11, que se presenta a continuación, se enumeran las recopilaciones de tiempo provenientes del área de producción en el proceso de recepción de materia prima.

Tabla 4.11 Muestras de tiempos del proceso de recepción de materia prima

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo en minutos				
	1	2	3	4	5
Recepción de materia prima (leche)	4,38	4,52	4,44	5,2	4,97
Control de antibióticos	6,05	7,18	6,72	7,8	6,67
Transportar la leche a la marmita	11,17	9,62	10,87	10,78	11,12

En la Tabla 4.12, se muestra la recopilación de tiempos obtenidos en el área de producción en el proceso de pasteurización.

Tabla 4.12 Muestras de tiempos del proceso de pasteurización

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo en minutos				
	1	2	3	4	5
Pasteurización					
Calentar la leche	18,97	21,08	19,06	23,12	21,54
Batir la leche	3,14	1,85	2,01	1,77	1,88
Verificar la temperatura a 67 °C	2,12	2,31	3,09	2,44	2,34
Estabilización térmica de la leche a 37 °C	22,55	19,05	21,92	21,07	20,67
Batir la leche	2,3	2,17	1,95	2,13	2,21
Verificar la temperatura a 37 °C	2,15	2,22	2,23	2,37	1,75

En la Tabla 4.13, se muestra la recopilación de tiempos obtenidos en el área de producción en el proceso de fermentación.

Tabla 4.13 Muestras de tiempos del proceso de fermentación

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo en minutos				
	1	2	3	4	5
Fermentación					
Colocar el sobre de fermento	1,54	2,75	1,98	2,33	2,21
Batir el fermento	2,57	1,83	2,25	2,95	2,53
Dejar reposar	12,43	8,22	12,1	16,65	10,93

En la Tabla 4.14, se muestra la recopilación de tiempos obtenidos en el área de producción en el proceso de adición de cuajo.

Tabla 4.14 Muestras de tiempos del proceso de adición de cuajo

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo en minutos				
	1	2	3	4	5
Adición de cuajo					
Medir el cuajo	0,27	0,21	0,18	0,21	0,19
Mezclar el cuajo	1,7	1,05	2,77	1,48	1,62
Dejar reposar	34,28	40,02	44,62	38,85	36,05

En la Tabla 4.15, se muestra la recopilación de tiempos obtenidos en el área de producción en el proceso de corte y desuerado.

Tabla 4.15 Muestras de tiempos del proceso de corte y desuerado

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo en minutos				
	1	2	3	4	5
Corte y desuerado					
Corte con lira	2,75	1,78	2,7	1,62	1,82
Reposo	17,4	12,87	19,18	14,29	15,38
Verificar la temperatura a 36 °C	2,58	3,19	2,15	2,18	2,33
Batir la cuajada	4,35	5,6	4,57	3,87	4,25
Desuerado	1,47	2,93	2,47	4,11	2,77
Tapar con papel film	1,48	1,33	1,18	2,46	1,52
Dejar reposar	180	180	180	180	180

En la Tabla 4.16, se muestra la recopilación de tiempos obtenidos en el área de producción en el proceso de acidificación.

Tabla 4.16 Muestras de tiempos del proceso de acidificación

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo en minutos				
	1	2	3	4	5
Acidificación					
Calentar la olla con agua a 55°C	3,18	4,85	3,15	3,78	3,37
Traslado de la muestra de la cuajada	1,53	2,47	2,32	2,25	3,04
Control de acidificación	1,77	1,95	1,87	1,9	2,52

En la Tabla 4.17, se muestra la recopilación de tiempos obtenidos en el área de producción en el proceso de hilado.

Tabla 4.17 Muestras de tiempos del proceso de hilado

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo en minutos				
	1	2	3	4	5
Hilado					
Encender la máquina hiladora y calentar el agua	8,36	8,13	7,85	7,9	11,92
Verificar la temperatura a 65 °C	2,52	1,65	2,58	2,62	2,37
Traslado de la cuajada a la máquina hiladora	4,88	4,68	5,2	5,72	3,88
Proceso de hilado	12,95	14,07	13,82	15,82	12,9

En la Tabla 4.18, se muestra la recopilación de tiempos obtenidos en el área de producción en el proceso de moldeado y salado.

Tabla 4.18 Muestras de tiempos del proceso de moldeado y salado

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo en minutos				
	1	2	3	4	5
Moldeado y salado					
Pesaje y colocación del queso hilado en los moldes	8,52	8,46	9,24	11,35	9,13
Reposo	10,42	12,28	10,37	11,03	10,97
Lavado de los quesos	2,18	1,93	2,11	1,87	3,05
Colocar los quesos en salmuera	3,21	3,41	3,15	4,1	3,55
Reposo	840	840	840	840	840

En la Tabla 4.19, se muestra la recopilación de tiempos obtenidos.

Tabla 4.19 Muestras de tiempos del proceso de empaquetado, etiquetado y almacenado

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo en minutos				
	1	2	3	4	5
Empaquetado, etiquetado y almacenado	1	2	3	4	5
Secado con lienzo de los quesos y enfundado	24,86	19,82	23,52	22,23	22,36
Proceso de sellado al vacío	17,59	17,26	16,98	17,05	19,47
Proceso de etiquetado	17,46	14,63	16,03	15,22	15,39
Traslado al cuarto frío	3,73	3,11	4,45	3,27	3,62

4.3.1.3 Fórmulas de promedio, desviación estándar, límite superior e inferior.

A continuación, se presentan las fórmulas utilizadas:

4.3.1.3.1 Promedio (\bar{x})

Fórmula:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Donde:

- \bar{x} : es el promedio o la media de las muestras.
- $\sum x$: es la sumatoria de los tiempos de muestra.
- n : es el número de muestras tomadas.

4.3.1.3.2 Desviación estándar

Fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Donde:

- s : es la desviación estándar muestral.
- n : es el tamaño de la muestra.
- x_i : son los valores individuales de la muestra.
- \bar{x} : es el promedio o la media de la muestra.

4.3.1.3.3 Límite de Control Superior y Límite de Control Inferior

Fórmula:

$$L.C.S. = \bar{x} + s$$

$$L.C.I. = \bar{x} - s$$

Donde:

- L.C.S.: es el límite de control superior.
- L.C.I.: es el límite de control inferior.
- \bar{x} : es el promedio o la media de las muestras.
- s : es la desviación estándar muestral.

4.3.1.4 Cálculo de promedio, desviación estándar, límite superior e inferior.

Con las fórmulas previamente mencionadas, se ha aplicado un análisis estadístico en todos los procesos de elaboración del queso mozzarella. A continuación, se presenta un ejemplo detallado del proceso de recepción de materia prima. En la Tabla 4.20, se muestra el cálculo realizado en Excel del promedio, la desviación estándar y los límites superior e inferior correspondientes, los cuales fueron determinados para evaluar y controlar los parámetros durante este proceso específico.

4.3.1.4.1 Promedio (\bar{x}) del proceso de recepción de materia prima

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{4,38 + 4,52 + 4,44 + 5,20 + 4,97}{5}$$

$$\bar{x} = 4,70$$

4.3.1.4.2 Desviación estándar del proceso de recepción de materia prima

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{(4,38 - 4,70)^2 + (4,52 - 4,70)^2 + (4,44 - 4,70)^2 + (5,20 - 4,70)^2 + (4,97 - 4,70)^2}{5 - 1}}$$

$$s = 0,36$$

4.3.1.4.3 L.C.S. y L.C.I. del proceso de recepción de materia prima

$$L.C.S. = \bar{x} + s$$

$$L.C.I = \bar{x} - s$$

$$L.C.S. = 4,70 + 0,36$$

$$L.C.S. = 5,06$$

$$L.C.I. = 4,70 - 0,36$$

$$L.C.I = 4,34$$

Tabla 4.20 Cálculo del proceso de recepción de materia prima

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo en minutos					Promedio	Desv. Estándar	L.C.S	L.C.I
	1	2	3	4	5				
Recepción de materia prima (leche)	4,38	4,52	4,44	5,2	4,97	4,70	0,36	5,06	4,34
Control de antibióticos	6,05	7,18	6,72	7,8	6,67	6,88	0,65	7,53	6,23
Transportar la leche a la marmita	11,17	9,62	10,87	10,78	11,12	10,71	0,63	11,34	10,08

En la Tabla 4.21, se muestra el cálculo realizado en Excel del promedio, la desviación estándar y los límites superior e inferior del proceso de pasteurización.

Tabla 4.21 Cálculo del proceso de pasteurización

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo en minutos					Promedio	Desv. Estándar	L.C.S	L.C.I
	1	2	3	4	5				
Pasteurización									
Calentar la leche	18,97	21,08	19,06	23,12	21,54	20,75	1,76	22,51	19,00
Batir la leche	3,14	1,85	2,01	1,77	1,88	2,13	0,57	2,70	1,56
Verificar la temperatura a 67 °C	2,12	2,31	3,09	2,44	2,34	2,46	0,37	2,83	2,09
Estabilización térmica de la leche a 37 °C	22,55	19,05	21,92	21,07	20,67	21,05	1,34	22,39	19,71
Batir la leche	2,3	2,17	1,95	2,13	2,21	2,15	0,13	2,28	2,02
Verificar la temperatura a 37 °C	2,15	2,22	2,23	2,37	1,75	2,14	0,23	2,38	1,91

En la Tabla 4.22, se muestra el cálculo realizado en Excel del promedio, la desviación estándar y los límites superior e inferior del proceso de fermentación.

Tabla 4.22 Cálculo del proceso de fermentación

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo en minutos					Promedio	Desv. Estándar	L.C.S	L.C.I
	1	2	3	4	5				
Fermentación									
Colocar el sobre de fermento	1,54	2,75	1,98	2,33	2,21	2,16	0,45	2,61	1,72
Batir el fermento	2,57	1,83	2,25	2,95	2,53	2,43	0,42	2,84	2,01
Dejar reposar	12,43	8,22	12,1	16,65	10,93	12,07	3,05	15,12	9,02

En la Tabla 4.23, se muestra el cálculo realizado en Excel del promedio, la desviación estándar y los límites superior e inferior del proceso de adición de cuajo.

Tabla 4.23 Cálculo del proceso de adición de cuajo

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo en minutos					Promedio	Desv. Estándar	L.C.S	L.C.I
	1	2	3	4	5				
Adición de cuajo									
Medir el cuajo	0,27	0,21	0,18	0,21	0,19	0,21	0,03	0,25	0,18
Mezclar el cuajo	1,7	1,05	2,77	1,48	1,62	1,72	0,64	2,36	1,09
Dejar reposar	34,28	40,02	44,62	38,85	36,05	38,76	3,98	42,74	34,78

En la Tabla 4.24, se muestra el cálculo realizado en Excel del promedio, la desviación estándar y los límites superior e inferior del proceso de corte y desuerado.

Tabla 4.24 Cálculo del proceso de corte y desuerado

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo en minutos					Promedio	Desv. Estándar	L.C.S	L.C.I
	1	2	3	4	5				
Corte y desuerado									
Corte con lira	2,75	1,78	2,7	1,62	1,82	2,13	0,54	2,68	1,59
Reposo	17,4	12,87	19,18	14,29	15,38	15,82	2,50	18,33	13,32
Verificar la temperatura a 36 °C	2,58	3,19	2,15	2,18	2,33	2,49	0,43	2,91	2,06
Batir la cuajada	4,35	5,6	4,57	3,87	4,25	4,53	0,65	5,18	3,88
Desuerado	1,47	2,93	2,47	4,11	2,77	2,75	0,95	3,70	1,80
Tapar con papel film	1,48	1,33	1,18	2,46	1,52	1,59	0,50	2,10	1,09
Dejar reposar	180	180	180	180	180	180,00	0,00	180,00	180,00

En la Tabla 4.25, se muestra el cálculo realizado en Excel del promedio, la desviación estándar y los límites superior e inferior del proceso de acidificación.

Tabla 4.25 Cálculo del proceso de acidificación

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo en minutos					Promedio	Desv. Estándar	L.C.S	L.C.I
	1	2	3	4	5				
Acidificación									
Calentar la olla con agua a 55°C	3,18	4,85	3,15	3,78	3,37	3,67	0,71	4,37	2,96
Traslado de la muestra de la cuajada	1,53	2,47	2,32	2,25	3,04	2,32	0,54	2,86	1,78
Control de acidificación	1,77	1,95	1,87	1,9	2,52	2,00	0,30	2,30	1,71

En la Tabla 4.26, se muestra el cálculo realizado en Excel del promedio, la desviación estándar y los límites superior e inferior del proceso de hilado.

Tabla 4.26 Cálculo del proceso de hilado

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo en minutos					Promedio	Desv. Estándar	L.C.S	L.C.I
	1	2	3	4	5				
Hilado									
Encender la máquina hiladora y calentar el agua	8,36	8,13	7,85	7,9	11,92	8,83	1,74	10,57	7,09
Verificar la temperatura a 65 °C	2,52	1,65	2,58	2,62	2,37	2,35	0,40	2,75	1,95
Traslado de la cuajada a la máquina hiladora	4,88	4,68	5,2	5,72	3,88	4,87	0,68	5,55	4,19
Proceso de hilado	12,95	14,07	13,82	15,82	12,9	13,91	1,19	15,10	12,73

En la Tabla 4.27, se muestra el cálculo realizado en Excel del promedio, la desviación estándar y los límites superior e inferior del proceso de moldeado y salado.

Tabla 4.27 Cálculo del proceso de moldeado y salado

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo en minutos					Promedio	Desv. Estándar	L.C.S	L.C.I
	1	2	3	4	5				
Moldeado y salado									
Pesaje y colocación del queso hilado en los moldes	8,52	8,46	9,24	11,35	9,13	9,34	1,18	10,52	8,16
Reposo	10,42	12,28	10,37	11,03	10,97	11,01	0,77	11,78	10,24
Lavado de los quesos	2,18	1,93	2,11	1,87	3,05	2,23	0,48	2,70	1,75
Colocar los quesos en salmuera	3,21	3,41	3,15	4,1	3,55	3,48	0,38	3,86	3,10
Reposo	840	840	840	840	840	840,00	0,00	840,00	840,00

En la Tabla 4.28, se muestra el cálculo realizado en Excel del promedio, la desviación estándar y los límites superior e inferior del proceso de empaquetado, etiquetado y almacenado.

Tabla 4.28 Cálculo del proceso de empaquetado, etiquetado y almacenado

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo en minutos					Promedio	Desv. Estándar	L.C.S	L.C.I
	1	2	3	4	5				
Empaquetado, etiquetado y almacenado									
Secado con lienzo de los quesos y enfundado	24,86	19,82	23,52	22,23	22,36	22,56	1,86	24,42	20,70
Proceso de sellado al vacío	17,59	17,26	16,98	17,05	19,47	17,67	1,03	18,70	16,64
Proceso de etiquetado	17,46	14,63	16,03	15,22	15,39	15,75	1,08	16,83	14,67
Traslado al cuarto frío	3,73	3,11	4,45	3,27	3,62	3,64	0,52	4,16	3,12

Ya determinados los tiempos que se encuentran fuera de los límites superior e inferior identificados en las tablas con color gris, se procedió a realizar una nueva medición de aquellos valores. Este paso busca minimizar la variabilidad en los cálculos y asegurar la precisión de los datos. En la Tabla 4.29, se presentan los nuevos valores recolectados durante esta segunda toma de tiempos del proceso de recepción de materia prima.

Tabla 4.29 Nuevas muestras del proceso de recepción de materia prima

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo consideradas dentro de los límites de control				
	1	2	3	4	5
Recepción de materia prima					
Recepción de materia prima (leche)	4,38	4,52	4,44	4,36	4,97
Control de antibióticos	6,82	7,18	6,72	7,8	6,67
Transportar la leche a la marmita	11,17	10,5	10,87	10,78	11,12

En la Tabla 4.30, se presentan los nuevos valores recolectados durante esta segunda toma de tiempos del proceso de pasteurización.

Tabla 4.30 Nuevas muestras del proceso de pasteurización

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo consideradas dentro de los límites de control				
	1	2	3	4	5
Pasteurización					
Calentar la leche	19,33	21,08	19,06	22,05	21,54
Batir la leche	1,92	1,85	2,01	1,77	1,88
Verificar la temperatura a 67 °C	2,12	2,31	2,39	2,44	2,34
Estabilización térmica de la leche a 37 °C	22,17	22,25	21,92	21,07	20,67
Batir la leche	2	2,17	1,95	2,13	2,21
Verificar la temperatura a 37 °C	2,15	2,22	2,23	2,37	2,12

En la Tabla 4.31, se presentan los nuevos valores recolectados durante esta segunda toma de tiempos del proceso de fermentación.

Tabla 4.31 Nuevas muestras del proceso de fermentación

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo consideradas dentro de los límites de control				
	1	2	3	4	5
Fermentación					
Colocar el sobre de fermento	2,25	2,28	1,98	2,33	2,21
Batir el fermento	2,57	2,68	2,51	2,8	2,53
Dejar reposar	12,43	11,95	12,1	12,6	10,93

En la Tabla 4.32, se presentan los nuevos valores recolectados durante esta segunda toma de tiempos del proceso de adición de cuajo.

Tabla 4.32 Nuevas muestras del proceso de adición de cuajo

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo consideradas dentro de los límites de control				
	1	2	3	4	5
Adición de cuajo					
Medir el cuajo	0,2	0,21	0,18	0,21	0,19
Mezclar el cuajo	1,7	1,65	1,53	1,48	1,62
Dejar reposar	34,28	40,02	35,73	38,85	36,05

En la Tabla 4.33, se presentan los nuevos valores recolectados durante esta segunda toma de tiempos del proceso de corte y desuerado.

Tabla 4.33 Nuevas muestras del proceso de corte y desuerado

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo consideradas dentro de los límites de control				
	1	2	3	4	5
Corte y desuerado					
Corte con lira	1,9	1,78	1,88	1,62	1,82
Reposo	17,4	15,33	16,85	14,29	15,38
Verificar la temperatura a 36 °C	2,58	2,24	2,15	2,18	2,33
Batir la cuajada	4,35	4,66	4,57	4,18	4,25
Desuerado	2,7	2,93	2,47	2,56	2,77
Tapar con papel film	1,48	1,33	1,59	1,4	1,52
Dejar reposar	180	180	180	180	180

En la Tabla 4.34, se presentan los nuevos valores recolectados durante esta segunda toma de tiempos del proceso de acidificación.

Tabla 4.34 Nuevas muestras del proceso de acidificación

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo consideradas dentro de los límites de control				
	1	2	3	4	5
Acidificación					
Calentar la olla con agua a 55°C	3,18	3,56	3,15	3,78	3,37
Traslado de la muestra de la cuajada	2,61	2,47	2,32	2,25	2,15
Control de acidificación	1,77	1,95	1,87	1,9	1,76

En la Tabla 4.35, Se presentan los nuevos valores recolectados durante esta segunda toma de tiempos del proceso de hilado.

Tabla 4.35 Nuevas muestras del proceso de hilado

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo consideradas dentro de los límites de control				
	1	2	3	4	5
Hilado					
Encender la máquina hiladora y calentar el agua	8,6	8,13	7,85	7,9	8,12
Verificar la temperatura a 65 °C	2,52	2,43	2,58	2,62	2,37
Traslado de la cuajada a la máquina hiladora	4,88	4,68	5,2	4,72	4,95
Proceso de hilado	12,95	14,07	13,82	13,1	12,9

En la Tabla 4.36, se presentan los nuevos valores recolectados durante esta segunda toma de tiempos del proceso de moldeado y salado.

Tabla 4.36 Nuevas muestras del proceso de moldeado y salado

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo consideradas dentro de los límites de control				
	1	2	3	4	5
Moldeado y salado					
Pesaje y colocación del queso hilado en los moldes	8,72	8,56	9,24	8,92	9,13
Reposo	10,42	10,73	10,37	11,03	10,97
Lavado de los quesos	2,48	1,93	2,11	1,87	2,15
Colocar los quesos en salmuera	3,21	3,41	3,15	3,27	3,55
Reposo	840	840	840	840	840

En la Tabla 4.37, se presentan los nuevos valores recolectados durante esta segunda toma de tiempos del proceso de empaquetado, etiquetado y almacenado.

Tabla 4.37 Nuevas muestras del proceso de empaquetado, etiquetado y almacenado

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo consideradas dentro de los límites de control				
	1	2	3	4	5
Empaquetado, etiquetado y almacenado					
Secado con lienzo de los quesos y enfundado	22,88	22,38	23,52	22,23	22,36
Proceso de sellado al vacío	17,59	17,26	16,98	17,05	17,3
Proceso de etiquetado	15,17	14,63	16,03	15,22	15,39
Traslado al cuarto frío	3,73	3,79	3,42	3,27	3,62

4.3.2 Actividad 2

- Cálculo de rango, media, desviación estándar, coeficiente de rango.
- Cálculo de tiempo promedio, valoración, tiempo normal y tiempo estándar.
- Cálculo de los suplementos OIT.

4.3.2.1 Fórmulas para el cálculo de rango, media, desviación estándar y coeficiente de rango.

Con las nuevas muestras obtenidas, se procede a calcular el rango, la media, la desviación estándar y el coeficiente de variación. A continuación, se presentan las fórmulas empleadas para cada uno de estos cálculos:

4.3.2.1.1 *Rango de los tiempos de ciclo*

Fórmula:

$$R = X_{max} - X_{min}$$

Donde:

- X_{max} : Valor máximo
- X_{min} : Valor mínimo

4.3.2.1.2 *Coeficiente de rango*

Fórmula:

$$c = \frac{R}{\bar{x}}$$

Donde:

- R : Rango
- \bar{x} : Promedio o la media de los tiempos

4.3.2.2 Cálculo de rango, media, desviación estándar, valoración y el coeficiente de rango

Una vez establecidos los límites de control en minutos para cada operación en el área de producción, se llevó a cabo un nuevo muestreo de tiempos, utilizando el "Método Tradicional" del sistema de valoración Westinghouse. En esta ocasión, se seleccionaron tiempos que se encontraban dentro de los límites de control superior e inferior. A continuación, se muestra un ejemplo aplicando las fórmulas en el proceso de recepción de materia prima.

4.3.2.2.1 Rango de los tiempos de ciclo del proceso de recepción de materia prima

$$R = X_{max} - X_{min}$$

$$R = 4,97 - 4,36$$

$$R = 0,61$$

4.3.2.2.2 Media del proceso de recepción de materia prima

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{4,38 + 4,52 + 4,44 + 4,36 + 4,97}{5}$$

$$\bar{x} = 4,53$$

4.3.2.2.3 Desviación estándar del proceso de recepción de materia prima

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{(4,38 - 4,53)^2 + (4,52 - 4,53)^2 + (4,44 - 4,53)^2 + (4,36 - 4,53)^2 + (4,97 - 4,53)^2}{5 - 1}}$$

$$s = 0,25$$

4.3.2.2.4 Coeficiente de rango del proceso de recepción de materia prima

$$c = \frac{R}{\bar{x}}$$

$$c = \frac{0,61}{4,70}$$

$$c = 0,13$$

La Tabla 4.38, presenta los datos recopilados, así como los cálculos realizados en Excel del rango, la media, la desviación estándar y el coeficiente de rango correspondientes del proceso de elaboración de queso mozzarella.

Tabla 4.38 Cálculo del rango, media, desviación estándar y coeficiente de rango del proceso de elaboración de queso mozzarella

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo consideradas dentro de los límites de control					Rango	Media	Desv. Estándar	Coeficiente (R/x)
	1	2	3	4	5				
Recepción de materia prima									
Recepción de materia prima (leche)	4,38	4,52	4,44	4,36	4,97	0,61	4,53	0,25	0,13
Control de antibióticos	6,82	7,18	6,72	7,8	6,67	1,13	7,04	0,47	0,16
Transportar la leche a la marmita	11,17	10,5	10,87	10,78	11,12	0,67	10,89	0,27	0,06
Pasteurización									
Calentar la leche	19,33	21,08	19,06	22,05	21,54	2,99	20,61	1,34	0,15
Batir la leche	1,92	1,85	2,01	1,77	1,88	0,24	1,89	0,09	0,13
Verificar la temperatura a 67 °C	2,12	2,31	2,39	2,44	2,34	0,32	2,32	0,12	0,14
Estabilización térmica de la leche a 37 °C	22,17	22,25	21,92	21,07	20,67	1,58	21,62	0,71	0,07
Batir la leche	2	2,17	1,95	2,13	2,21	0,26	2,09	0,11	0,12
Verificar la temperatura a 37 °C	2,15	2,22	2,23	2,37	2,12	0,25	2,22	0,10	0,11
Fermentación									
Colocar el sobre de fermento	2,25	2,28	1,98	2,33	2,21	0,35	2,21	0,14	0,16
Batir el fermento	2,57	2,68	2,51	2,8	2,53	0,29	2,62	0,12	0,11
Dejar reposar	12,43	11,95	12,1	12,6	10,93	1,67	12,00	0,65	0,14
Adición de cuajo									
Medir el cuajo	0,2	0,21	0,18	0,21	0,19	0,03	0,20	0,01	0,15
Mezclar el cuajo	1,7	1,65	1,53	1,48	1,62	0,22	1,60	0,09	0,14
Dejar reposar	34,28	40,02	35,73	38,85	36,05	5,74	36,99	2,37	0,16
Corte y desuerado									
Corte con lira	1,9	1,78	1,88	1,62	1,82	0,28	1,80	0,11	0,16
Reposo	17,4	15,33	16,85	14,29	15,38	3,11	15,85	1,26	0,20
Verificar la temperatura a 36 °C	2,58	2,24	2,15	2,18	2,33	0,43	2,30	0,17	0,19
Batir la cuajada	4,35	4,66	4,57	4,18	4,25	0,48	4,40	0,21	0,11
Desuerado	2,7	2,93	2,47	2,56	2,77	0,46	2,69	0,18	0,17

Tapar con papel film	1,48	1,33	1,59	1,4	1,52	0,26	1,46	0,10	0,18
Dejar reposar	180	180	180	180	180	0,00	180,00	0,00	0,00
Acidificación									
Calentar la olla con agua a 55°C	3,18	3,56	3,15	3,78	3,37	0,63	3,41	0,27	0,18
Traslado de la muestra de la cuajada	2,61	2,47	2,32	2,25	2,15	0,46	2,36	0,18	0,19
Control de acidificación	1,77	1,95	1,87	1,9	1,76	0,19	1,85	0,08	0,10
Hilado									
Encender la máquina hiladora y calentar el agua	8,6	8,13	7,85	7,9	8,12	0,75	8,12	0,30	0,09
Verificar la temperatura a 65 °C	2,52	2,43	2,58	2,62	2,37	0,25	2,50	0,10	0,10
Traslado de la cuajada a la máquina hiladora	4,88	4,68	5,2	4,72	4,95	0,52	4,89	0,21	0,11
Proceso de hilado	12,95	14,07	13,82	13,1	12,9	1,17	13,37	0,54	0,09
Moldeado y salado									
Pesaje y colocación del queso hilado en los moldes	8,72	8,56	9,24	8,92	9,13	0,68	8,91	0,28	0,08
Reposo	10,42	10,73	10,37	11,03	10,97	0,66	10,70	0,30	0,06
Lavado de los quesos	2,48	1,93	2,11	1,87	2,15	0,61	2,11	0,24	0,29
Colocar los quesos en salmuera	3,21	3,41	3,15	3,27	3,55	0,40	3,32	0,16	0,12
Reposo	840	840	840	840	840	0,00	840,00	0,00	0,00
Empaquetado, etiquetado y almacenado									
Secado con lienzo de los quesos y enfundado	22,88	22,38	23,52	22,23	22,36	1,29	22,67	0,53	0,06
Proceso de sellado al vacío	17,59	17,26	16,98	17,05	17,3	0,61	17,24	0,24	0,04
Proceso de etiquetado	15,17	14,63	16,03	15,22	15,39	1,40	15,29	0,50	0,09
Traslado al cuarto frío	3,73	3,79	3,42	3,27	3,62	0,52	3,57	0,22	0,15

Una vez identificada la mayor desviación estándar y calculado el coeficiente de rango, resaltado con color celeste en la Tabla 4.38, se utilizó la Tabla 4.39, específicamente en la columna (R/\bar{x}). Allí, se identificó el coeficiente de 0,16 en una muestra de tamaño 5, resaltado de color amarillo. Este análisis permite establecer el nuevo nivel de confianza del 95% y una precisión de $\pm 5\%$, el cual se ajustará a 8 muestras según lo especificado en el procedimiento. Dicho ajuste es clave para garantizar que el nivel de precisión en la evaluación del proceso de elaboración de queso mozzarella cumpla con los estándares establecidos.

Tabla 4.39 Tabla para cálculo del número de observaciones

TABLA PARA CÁLCULO DEL NÚMERO DE OBSERVACIONES					
R/X	5	10	R/X	5	10
0,00	0	0	0,48	68	39
0,01	1	1	0,50	74	42
0,02	1	1	0,52	80	46
0,03	1	1	0,54	86	49
0,04	1	1	0,56	93	53
0,05	1	1	0,58	100	57
0,07	1	1	0,62	114	65
0,08	1	1	0,64	121	69
0,09	1	1	0,66	129	74
0,10	3	2	0,68	137	78
0,12	4	2	0,70	145	83
0,14	6	3	0,72	153	88
0,16	8	4	0,74	162	93
0,18	10	6	0,76	171	98
0,20	12	7	0,78	180	103
0,22	14	8	0,80	190	108
0,24	13	10	0,82	199	113
0,26	20	11	0,84	209	119
0,28	23	13	0,86	218	129
0,30	27	15	0,88	229	131
0,32	30	17	0,90	239	138
0,34	34	20	0,92	250	143
0,36	38	22	0,94	261	149
0,38	43	24	0,96	273	156
0,40	47	27	0,98	284	162
0,42	52	30	1,00	296	169
0,44	57	33	1,02	303	173
0,46	63	36	1,04	313	179

La Tabla 4.40, muestra el cálculo del nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5% del proceso de recepción de materia prima.

Tabla 4.40 Cálculo del nivel de confianza y nivel de precisión del proceso de recepción de materia prima

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo con un nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5%							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Recepción de materia prima (leche)	4,38	4,52	4,44	4,36	4,97	4,71	4,36	4,58
Control de antibióticos	6,82	7,18	6,72	7,8	6,67	7,11	6,95	7,03
Transportar la leche a la marmita	11,17	10,5	10,87	10,78	11,12	10,82	11,15	11,11

La Tabla 4.41, muestra el cálculo del nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5% del proceso de pasteurización.

Tabla 4.41 Cálculo del nivel de confianza y nivel de precisión del proceso de pasteurización

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo con un nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5%							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Pasteurización								
Calentar la leche	19,33	21,08	19,06	22,05	21,54	21,33	21,05	19,86
Batir la leche	1,92	1,85	2,01	1,77	1,88	1,98	2,17	1,88
Verificar la temperatura a 67 °C	2,12	2,31	2,39	2,44	2,34	2,18	2,22	2,14
Estabilización térmica de la leche a 37 °C	22,17	22,25	21,92	21,07	20,67	21,16	21,33	21,64
Batir la leche	2	2,17	1,95	2,13	2,21	1,98	2,1	2,12
Verificar la temperatura a 37 °C	2,15	2,22	2,23	2,37	2,12	2,17	2,21	2,11

La Tabla 4.42, muestra el cálculo del nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5% del proceso de fermentación.

Tabla 4.42 Cálculo del nivel de confianza y nivel de precisión del proceso de fermentación.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo con un nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5%							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Fermentación								
Colocar el sobre de fermento	2,25	2,28	1,98	2,33	2,21	1,97	2,2	2,39
Batir el fermento	2,57	2,68	2,51	2,8	2,53	2,41	2,53	2,65
Dejar reposar	12,43	11,95	12,1	12,6	10,93	12,14	11,65	11,27

La Tabla 4.43, muestra el cálculo del nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5% del proceso de adición de cuajo.

Tabla 4.43 Cálculo del nivel de confianza y nivel de precisión del proceso de adición de cuajo.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo con un nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5%							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Adición de cuajo								
Medir el cuajo	0,2	0,21	0,18	0,21	0,19	0,24	0,21	0,18
Mezclar el cuajo	1,7	1,65	1,53	1,48	1,62	1,62	1,5	1,58
Dejar reposar	34,28	40,02	35,73	38,85	36,05	37,41	39,07	38,53

La Tabla 4.44, muestra el cálculo del nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5% del proceso de corte y desuerado.

Tabla 4.44 Cálculo del nivel de confianza y nivel de precisión del proceso de corte y desuerado

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo con un nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5%							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Corte y desuerado								
Corte con lira	1,9	1,78	1,88	1,62	1,82	1,84	2,05	1,75
Reposo	17,4	15,33	16,85	14,29	15,38	15,96	15,63	15,41
Verificar la temperatura a 36 °C	2,58	2,24	2,15	2,18	2,33	2,67	2,34	2,2
Batir la cuajada	4,35	4,66	4,57	4,18	4,25	4,37	4,16	4,48
Desuerado	2,7	2,93	2,47	2,56	2,77	2,55	2,39	2,63
Tapar con papel film	1,48	1,33	1,59	1,4	1,52	1,69	1,45	1,34
Dejar reposar	180	180	180	180	180	180	180	180

La Tabla 4.45, muestra el cálculo del nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5% del proceso de acidificación.

Tabla 4.45 Cálculo del nivel de confianza y nivel de precisión del proceso de acidificación

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo con un nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5%							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Acidificación								
Calentar la olla con agua a 55°C	3,18	3,56	3,15	3,78	3,37	3,62	3,57	3,61
Traslado de la muestra de la cuajada	2,61	2,47	2,32	2,25	2,15	2,18	2,26	2,54
Control de acidificación	1,77	1,95	1,87	1,9	1,76	1,85	1,73	1,96

La Tabla 4.46, muestra el cálculo del nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5% del proceso de hilado.

Tabla 4.46 Cálculo del nivel de confianza y nivel de precisión del proceso de hilado

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo con un nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5%							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Hilado								
Encender la máquina hiladora y calentar el agua	8,6	8,13	7,85	7,9	8,12	8,54	8,25	8,17
Verificar la temperatura a 65 °C	2,52	2,43	2,58	2,62	2,37	2,65	2,46	2,73
Traslado de la cuajada a la máquina hiladora	4,88	4,68	5,2	4,72	4,95	4,67	4,72	5,06
Proceso de hilado	12,95	14,07	13,82	13,1	12,9	13,78	13,61	13,55

La Tabla 4.47, se muestra el cálculo del nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5% del proceso de moldeado y salado.

Tabla 4.47 Cálculo del nivel de confianza y nivel de precisión del proceso de moldeado y salado

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo con un nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5%							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Moldeado y salado								
Pesaje y colocación del queso hilado en los moldes	8,72	8,56	9,24	8,92	9,13	8,71	9,3	9,28
Reposo	10,42	10,73	10,37	11,03	10,97	10,82	10,64	11,19
Lavado de los quesos	2,48	1,93	2,11	1,87	2,15	2,36	2,27	1,89
Colocar los quesos en salmuera	3,21	3,41	3,15	3,27	3,55	3,25	3,1	3,45
Reposo	840	840	840	840	840	840	840	840

La Tabla 4.48, muestra el cálculo del nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5% del proceso de empaquetado, etiquetado y almacenado.

Tabla 4.48 Cálculo del nivel de confianza y nivel de precisión del proceso de empaquetado, etiquetado y almacenado

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo con un nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5%							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Empaquetado, etiquetado y almacenado								
Secado con lienzo de los quesos y enfundado	22,88	22,38	23,52	22,23	22,36	21,86	22,31	22,74
Proceso de sellado al vacío	17,59	17,26	16,98	17,05	17,3	17,46	16,86	17,65
Proceso de etiquetado	15,17	14,63	16,03	15,22	15,39	14,84	15,67	15,33
Traslado al cuarto frío	3,73	3,79	3,42	3,27	3,62	3,35	3,67	3,51

4.3.2.3 Fórmulas de tiempo promedio, valoración, tiempo normal y tiempo estándar

A continuación, se presentan las fórmulas a aplicar:

4.3.2.3.1 *Tiempo normal*

Fórmula:

$$\text{Tiempo Normal} = \text{Tiempo promedio} * \% \text{de valoración}$$

Donde:

% de valoración = valoración establecida por el evaluador.

4.3.2.3.2 *Tiempo estándar*

Fórmula:

$$\text{Tiempo estándar} = \text{Tiempo Normal} * (1 + \text{Suplemento})$$

4.3.2.4 **Cálculo de tiempo promedio, valoración, tiempo normal y tiempo estándar**

A continuación, se muestra un ejemplo aplicando las fórmulas en el proceso de recepción de materia prima.

4.3.2.4.1 *Promedio (\bar{x}) de recepción de materia prima*

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$
$$\bar{x} = \frac{4,38 + 4,52 + 4,44 + 5,20 + 4,97 + 4,71 + 4,36 + 4,58}{8}$$
$$\bar{x} = 4,54$$

4.3.2.4.2 *Tiempo normal del proceso recepción de materia prima*

$$TN = \text{Tiempo promedio} * \% \text{de valoración}$$

$$TN = 4,54 * 0,63 \%$$

$$TN = 2,86$$

Donde:

- % de valoración = valoración establecida por el evaluador.

4.3.2.4.3 *Tiempo estándar del proceso de recepción de materia prima*

$$\text{Tiempo estándar} = \text{Tiempo Normal} * (1 + \text{Suplemento})$$

$$\text{Tiempo estándar} = 2,86 * (1 + 0,15)$$

$$\text{Tiempo estándar} = 3,29$$

La Tabla 4.49, muestra cálculo de tiempo promedio, valoración, tiempo normal y tiempo estándar en el proceso de recepción de materia prima en Excel.

Tabla 4.49 Cálculo de tiempo promedio, valoración, normal y estándar en el proceso de recepción de materia prima.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo con un nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5%								Tiempo Promedio	Valoración %	Tiempo normal	Tiempo estándar
	1	2	3	4	5	6	7	8				
Recepción de materia prima												
Recepción de materia prima (leche)	4,38	4,52	4,44	4,36	4,97	4,71	4,36	4,58	4,54	63%	2,86	3,29
Control de antibióticos	6,82	7,18	6,72	7,8	6,67	7,11	6,95	7,03	7,04	75%	5,28	6,07
Transportar la leche a la marmita	11,17	10,5	10,87	10,78	11,12	10,82	11,15	11,11	10,94	86%	9,41	10,82
										Total	17,54	20,18

4.3.2.1 Cálculo de suplementos OIT

Los suplementos se obtienen de la Figura 4.17, las valoraciones se dan de acuerdo al análisis de la persona que esté realizando la observación y como se ejecutan cada una de las operaciones.

SUPLEMENTOS CONSTANTES		HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES		HOMBRE	MUJER
Necesidades personales		5	7	e) Condiciones atmosféricas			
Básico por fatiga		4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de KATA (milicalorías/cm2/segundo)			
SUPLEMENTOS VARIABLES		HOMBRE	MUJER	16		0	
a) Trabajo de pie				14		0	
Trabajo se realiza sentado(a)		0	0	12		0	
Trabajo se realiza de pie		2	4	10		3	
b) Postura normal				8		10	
Ligeramente incómoda		0	1	6		21	
Incómoda (Inclinación del cuerpo)		2	3	5		31	
Muy incómoda (Cuerpo estirado)		7	7	4		45	
				3		64	
				2		100	
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)				f) Tensión visual			
Peso levantado por kilogramo				Trabajos de cierta precisión		0	0
2,5		0	1	Trabajos de precisión o fatigosos		2	2
5		1	2	Trabajos de gran precisión		5	5
7,5		2	3	g) Ruido			
10		3	4	Sonido continuo		0	0
12,5		4	6	Sonidos intermitentes y fuertes		2	2
15		5	8	Sonidos intermitentes y muy fuertes		5	5
17,5		7	10	Sonidos estridentes		7	7
20		9	13	h) Tensión mental			
22,5		11	16	Proceso algo complejo		1	1
25		13	20 (máx)	Proceso complejo o de atención dividida		4	4
30		17		Proceso muy complejo		8	8
33,5		22		i) Monotonía mental			
d) Iluminación				Trabajo monótono		0	0
Ligeramente por debajo de la potencia calculada		0	0	Trabajo bastante monótono		1	1
Bastante por debajo		2	2	Trabajo muy monótono		4	4
Absolutamente insuficiente		5	5	j) Monotonía física			
				Trabajo algo aburrido		0	0
				Trabajo aburrido		2	2
				Trabajo muy aburrido		5	5

Figura 4.17 Cálculo de suplementos IOT.

En la Tabla 4.50, se muestra los suplementos por descanso del proceso de recepción de materia prima.

Tabla 4.50 Suplementos por descanso del proceso de recepción de materia prima

Recepción de materia prima		
SUPLEMENTOS POR DESCANSO		
SUPLEMENTOS CONSTANTES	%	VALOR
A) Suplemento por necesidades	5%	0,05
B) Suplemento base por fatiga	4%	0,04
SUPLEMENTOS VARIABLES		
A) Suplemento por trabajar de pie	2%	0,02
C) Uso de fuerza/energía muscular	2%	0,02
G) Ruido	2%	0,02
TOTAL	15%	0,15

La Tabla 4.51, muestra cálculo de tiempo promedio, valoración, tiempo normal y tiempo estándar del proceso de pasteurización.

Tabla 4.51 Cálculo de tiempo promedio, valoración, normal y estándar en el proceso de pasteurización

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo con un nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5%								Tiempo Promedio	Valoración %	Tiempo normal	Tiempo estándar
	1	2	3	4	5	6	7	8				
Pasteurización												
Calentar la leche	19,33	21,08	19,06	22,05	21,54	21,33	21,05	19,86	20,66	82%	16,94	19,48
Batir la leche	1,92	1,85	2,01	1,77	1,88	1,98	2,17	1,88	1,93	54%	1,04	1,20
Verificar la temperatura a 67 °C	2,12	2,31	2,39	2,44	2,34	2,18	2,22	2,14	2,27	57%	1,29	1,49
Estabilización térmica de la leche a 37 °C	22,17	22,25	21,92	21,07	20,67	21,16	21,33	21,64	21,53	78%	16,79	19,31
Batir la leche	2	2,17	1,95	2,13	2,21	1,98	2,1	2,12	2,08	55%	1,15	1,32
Verificar la temperatura a 37 °C	2,15	2,22	2,23	2,37	2,12	2,17	2,21	2,11	2,20	58%	1,27	1,47
										Total	38,49	44,26

La Tabla 4.52, muestra cálculo de tiempo promedio, valoración, tiempo normal y tiempo estándar del proceso de fermentación.

Tabla 4.52 Cálculo de tiempo promedio, valoración, normal y estándar en el proceso de fermentación.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo con un nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5%								Tiempo Promedio	Valoración %	Tiempo normal	Tiempo estándar
	1	2	3	4	5	6	7	8				
Fermentación												
Colocar el sobre de fermento	2,25	2,28	1,98	2,33	2,21	1,97	2,2	2,39	2,20	93%	2,05	2,31
Batir el fermento	2,57	2,68	2,51	2,8	2,53	2,41	2,53	2,65	2,59	66%	1,71	1,93
Dejar reposar	12,43	11,95	12,1	12,6	10,93	12,14	11,65	11,27	11,88	72%	8,56	9,67
										Total	12,31	13,91

La Tabla 4.53, muestra cálculo de tiempo promedio, valoración, tiempo normal y tiempo estándar del proceso de adición de cuajo.

Tabla 4.53 Cálculo de tiempo promedio, valoración, normal y estándar en el proceso de adición de cuajo

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo con un nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5%								Tiempo Promedio	Valoración %	Tiempo normal	Tiempo estándar
	1	2	3	4	5	6	7	8				
Adición de cuajo												
Medir el cuajo	0,2	0,21	0,18	0,21	0,19	0,24	0,21	0,18	0,20	95%	0,19	0,22
Mezclar el cuajo	1,7	1,65	1,53	1,48	1,62	1,62	1,5	1,58	1,59	58%	0,92	1,04
Dejar reposar	34,28	40,02	35,73	38,85	36,05	37,41	39,07	38,53	37,49	52%	19,50	22,03
										Total	20,61	23,29

La Tabla 4.54, muestra cálculo de tiempo promedio, valoración, tiempo normal y tiempo estándar del proceso de corte y desuerado.

Tabla 4.54 Cálculo de tiempo promedio, valoración, normal y estándar en el proceso de corte y desuerado

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo con un nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5%								Tiempo Promedio	Valoración %	Tiempo normal	Tiempo estándar
	1	2	3	4	5	6	7	8				
Corte y desuerado												
Corte con lira	1,9	1,78	1,88	1,62	1,82	1,84	2,05	1,75	1,83	77%	1,41	1,62
Reposo	17,4	15,33	16,85	14,29	15,38	15,96	15,63	15,41	15,78	59%	9,31	10,71
Verificar la temperatura a 36 °C	2,58	2,24	2,15	2,18	2,33	2,67	2,34	2,2	2,34	60%	1,40	1,61
Batir la cuajada	4,35	4,66	4,57	4,18	4,25	4,37	4,16	4,48	4,38	55%	2,41	2,77
Desuerado	2,7	2,93	2,47	2,56	2,77	2,55	2,39	2,63	2,63	90%	2,36	2,72
Tapar con papel film	1,48	1,33	1,59	1,4	1,52	1,69	1,45	1,34	1,48	87%	1,28	1,48
Dejar reposar	180	180	180	180	180	180	180	180	180,00	62%	111,60	128,34
										Total	129,78	149,24

La Tabla 4.55, muestra cálculo de tiempo promedio, valoración, tiempo normal y tiempo estándar del proceso de acidificación.

Tabla 4.55 Cálculo de tiempo promedio, valoración, normal y estándar en el proceso de acidificación

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo con un nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5%								Tiempo Promedio	Valoración %	Tiempo normal	Tiempo estándar
	1	2	3	4	5	6	7	8				
Acidificación												
Calentar la olla con agua a 55°C	3,18	3,56	3,15	3,78	3,37	3,62	3,57	3,61	3,48	82%	2,85	3,22
Traslado de la muestra de la cuajada	2,61	2,47	2,32	2,25	2,15	2,18	2,26	2,54	2,35	79%	1,85	2,10
Control de acidificación	1,77	1,95	1,87	1,9	1,76	1,85	1,73	1,96	1,85	66%	1,22	1,38
										Total	5,93	6,70

La Tabla 4.56, muestra cálculo de tiempo promedio, valoración, tiempo normal y tiempo estándar del proceso de hilado.

Tabla 4.56 Cálculo de tiempo promedio, valoración, normal y estándar en el proceso de hilado

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo con un nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5%								Tiempo Promedio	Valoración %	Tiempo normal	Tiempo estándar
	1	2	3	4	5	6	7	8				
Hilado												
Encender la máquina hiladora y calentar el agua	8,6	8,13	7,85	7,9	8,12	8,54	8,25	8,17	8,20	82%	6,72	7,86
Verificar la temperatura a 65 °C	2,52	2,43	2,58	2,62	2,37	2,65	2,46	2,73	2,55	65%	1,65	1,94
Traslado de la cuajada a la máquina hiladora	4,88	4,68	5,2	4,72	4,95	4,67	4,72	5,06	4,86	69%	3,35	3,92
Proceso de hilado	12,95	14,07	13,82	13,1	12,9	13,78	13,61	13,55	13,47	91%	12,26	14,34
										Total	23,99	28,07

La Tabla 4.57, muestra cálculo de tiempo promedio, valoración, tiempo normal y tiempo estándar del proceso de moldeado y salado.

Tabla 4.57 Cálculo de tiempo promedio, valoración, normal y estándar en el proceso de moldeado y salado

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo con un nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5%								Tiempo Promedio	Valoración %	Tiempo normal	Tiempo estándar
	1	2	3	4	5	6	7	8				
Moldeado y salado												
Pesaje y colocación del queso hilado en los moldes	8,72	8,56	9,24	8,92	9,13	8,71	9,3	9,28	8,98	84%	7,55	8,68
Reposo	10,42	10,73	10,37	11,03	10,97	10,82	10,64	11,19	10,77	75%	8,08	9,29
Lavado de los quesos	2,48	1,93	2,11	1,87	2,15	2,36	2,27	1,89	2,13	88%	1,88	2,16
Colocar los quesos en salmuera	3,21	3,41	3,15	3,27	3,55	3,25	3,1	3,45	3,30	96%	3,17	3,64
Reposo	840	840	840	840	840	840	840	840	840,00	53%	445,20	511,98
										Total	465,87	535,75

La Tabla 4.58, muestra cálculo de tiempo promedio, valoración, tiempo normal y tiempo estándar del proceso de empaquetado, etiquetado y almacenado.

Tabla 4.58 Cálculo de tiempo promedio, valoración, normal y estándar en el proceso de empaquetado, etiquetado y almacenado

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Muestras de tiempo con un nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5%								Tiempo Promedio	Valoración %	Tiempo normal	Tiempo estándar
	1	2	3	4	5	6	7	8				
Empaquetado, etiquetado y almacenado												
Secado con lienzo de los quesos y enfundado	22,88	22,38	23,52	22,23	22,36	21,86	22,31	22,74	22,54	79%	17,80	20,83
Proceso de sellado al vacío	17,59	17,26	16,98	17,05	17,3	17,46	16,86	17,65	17,27	87%	15,02	17,58
Proceso de etiquetado	15,17	14,63	16,03	15,22	15,39	14,84	15,67	15,33	15,29	80%	12,23	14,31
Traslado al cuarto frío	3,73	3,79	3,42	3,27	3,62	3,35	3,67	3,51	3,55	92%	3,26	3,26
										Total	48,32	55,98

4.3.2.2 Cálculo de tiempo normal y estándar actual del proceso de producción del queso mozzarella.

En la Tabla 4.59, se presenta el cálculo de tiempo normal y estándar en minutos.

Tabla 4.59 Tabla resumen de tiempo normal y estándar en minutos del proceso de producción del queso mozzarella actual.

Producción de queso mozzarella	Tiempo Actual	
	Tiempo normal en minutos	Tiempo estándar en minutos
Recepción de materia prima	17,54	20,18
Pasteurización	38,49	44,26
Fermentación	12,31	13,91
Adición de cuajo	20,61	23,29
Corte y desuerado	129,78	149,24
Acidificación	5,93	6,70
Hilado	23,99	28,07
Moldeado y salado	465,87	535,75
Empaquetado, etiquetado y almacenado	48,32	55,98
	Total	762,83
		Total
		877,36

4.3.3 Actividad 3

- Cálculo de la productividad actual de producción de queso mozzarella.
- Cálculo de la eficiencia operativa.

4.3.3.1 Cálculo de tiempo estándar por unidad, capacidad de producción, productividad y eficiencia del trabajador actual.

4.3.3.1.1 Tiempo estándar por unidad

El tiempo estándar por unidad nos ayuda a entender cuánto tiempo se invierte en fabricar un solo producto. Para calcularlo, usamos el número total de minutos que el ciclo entero de producción tomó (877.36 minutos), para dividir los 65 elementos producidos. Esto se hace para poder saber el tiempo de manipulación de un solo producto con la mayor precisión posible, de esta manera, será más fácil evaluar el rendimiento del proceso y encontrar áreas de mejora.

Fórmula:

$$TS \text{ unidad} = \frac{Ts}{\text{unidades producidas}}$$

Donde:

- $TS\ unidad =$ Tiempo estándar por unidad

$$TS\ unidad = \frac{877,36\ minutos}{65\ unidades}$$

$$TS\ unidad = 13,49 \frac{min}{unidad}$$

4.3.3.1.2 Capacidad de producción

Fórmula:

$$CP = \frac{1}{TS\ unidad}$$

$$CP = \frac{1}{13,49 \frac{min}{unidad}}$$

$$CP = 0,0741 \frac{unidad}{min} * \frac{60\ min}{1h}$$

$$CP = 4,446 \frac{unidad}{hora} * 15h\ laborables$$

$$CP = 66,69 \approx 67\ unidades\ por\ día$$

4.3.3.1.3 Productividad

Fórmula:

$$Productividad = CP * \# \text{ días laborables}$$

$$Productividad = 67 \frac{unidades}{día} * 12 \text{ días laborables}$$

$$Productividad = 804 \frac{unidades}{mes}$$

4.3.3.1.4 Valor monetario mensual actual

Fórmula:

$$Valor\ monetario\ mensual = unidades\ producidas\ al\ mes * valor\ unitario$$

$$804 \frac{\text{unidades}}{\text{mes}} * \$7,50 \text{ valor unitario} = 6.030$$

4.3.3.1.5 Eficiencia del trabajador

Fórmula:

$$\text{Eficiencia del trabajador} = \frac{\text{TN}}{\text{TS}}$$

$$\text{Eficiencia del trabajador} = \frac{762,82}{877,36}$$

$$\text{Eficiencia del trabajador} = 86,94$$

$$\text{Eficiencia del trabajador} = 87\%$$

4.4 Actividades del objetivo 3

- Elaborar una propuesta de mejora mediante un estudio de tiempos, para la mejora de la eficiencia operativa.

4.4.1 Actividad 1

- Unificación de actividades del proceso de elaboración de queso mozzarella.

4.4.1.1 Propuesta de mejora

Sin embargo, antes de proponer la mejora en el proceso, es importante introducir el hecho de que los estudios de tiempos también son uno de los aspectos clave de la ingeniería industrial, lo que significa que con ayuda de esta técnica es posible analizar la duración exacta de cualquier actividad y, por consiguiente, acordar los estándares con el fin de aumentar la productividad. En el caso de LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA., el propósito de este análisis es identificar las tareas que son iguales o que repiten y, de este modo, buscar la forma de unir todos estos procesos, sin comprometer la calidad el producto, ya que no solo crearán una mayor utilización de los recursos, sino que también facilitarán la enseñanza a los empleados y garantizarán la estandarización del proceso, lo que significa que la producción será más eficiente.

4.4.1.2 Unificación de actividades

Al finalizar el estudio de tiempos, se determinó que existen actividades que deben ser agrupadas. Este proceso facilita la combinación de algunas actividades, mejorando así el proceso de producción de queso mozzarella.



En la Tabla 4.60, se resumen las actividades del proceso de recepción de materia prima propuesta.

Tabla 4.60 Unificación de actividades del proceso de recepción de materia prima.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL						
PROPUESTA DE UNIFICACIÓN EN EL PROCESO DE RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA						
Empresa:	LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.	Método:	Actual:		Hoja N°	1 de 1
Área:	Producción		Propuesto:	X	Producto:	Queso Mozzarella 1 kg
Elaborado por:	Guanopatin Alexis, Guaygua María Fernanda		Proceso:	Recepción de materia prima		
Revisado por:	Ing. Criollo Jessica					
Aprobado por:	Ing. MsC. Eugenio Cristian					
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIFICACIÓN DE ACTIVIDADES				
1	Recepción de materia prima (leche) y control de antibióticos	La preparación de las bombas y acoplamiento de las mangueras puede realizarse mientras se toma la muestra de la leche para control de antibióticos, esto optimiza el tiempo, puesto que ambas tareas pueden hacerse simultáneamente y se efectúan en la misma fase inicial del manejo de la leche, reduciendo los tiempos y garantizando un flujo más rápido hacia el siguiente proceso.				
2	Transportar la leche a la marmita					


En la Tabla 4.61, se presentan las actividades unificadas del proceso de pasteurización propuesto.

Tabla 4.61 Unificación de actividades del proceso de pasteurización

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL						
PROPUESTA DE UNIFICACIÓN EN EL PROCESO DE PASTEURIZACIÓN						
Empresa:	LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.	Método:	Actual:		Hoja N°	1 de 1
Área:	Producción		Propuesto:	x	Producto:	Queso Mozzarella 1 kg
Elaborado por:	Guanopatin Alexis, Guaygua María Fernanda		Proceso:	Pasteurización		
Revisado por:	Ing. Criollo Jessica					
Aprobado por:	Ing. MsC. Eugenio Cristian					
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIFICACIÓN DE ACTIVIDADES				
1	Calentar la leche	La mezcla de la leche se puede llevar a cabo al mismo tiempo que se verifica la temperatura, ya que el control de la temperatura necesita un periodo de estabilización, durante el cual se puede seguir batiendo sin detenerse. Esto garantiza que la leche consiga y mantenga de manera uniforme la temperatura correcta.				
2	Batir la leche y verificación de la temperatura a 67 °C					
3	Estabilización térmica de la leche a 37 °C					
4	Batir la leche y verificación de la temperatura a 37 °C					



En la Tabla 4.62, se presentan las actividades unificadas del proceso de fermentación propuesto.

Tabla 4.62 Unificación de actividades del proceso de fermentación

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL 									
PROPUESTA DE UNIFICACIÓN EN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN									
Empresa:	LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.	Método:	Actual:		Hoja N°	1 de 1			
Área:	Producción		Propuesto:	x	Producto:	Queso Mozzarella 1 kg			
Elaborado por:	Guanopatin Alexis, Guaygua María Fernanda			Proceso:		Fermentación			
Revisado por:	Ing. Criollo Jessica								
Aprobado por:	Ing. MsC. Eugenio Cristian								
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIFICACIÓN DE ACTIVIDADES							
1	Colocar el sobre de fermento y batir el fermento	Agregar el fermento y mezclar son tareas que se complementan, dado que es esencial combinar el fermento de inmediato para conseguir una mezcla uniforme. Al llevar a cabo estas tareas al mismo tiempo, se garantiza una activación más efectiva del fermento y se optimiza el tiempo.							
2	Dejar reposar								


En la Tabla 4.63, se presentan las actividades unificadas del proceso de adición de cuajo propuesto.

Tabla 4.63 Unificación de actividades del proceso de adición de cuajo

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL 									
PROPUESTA DE UNIFICACIÓN EN EL PROCESO DE ADICIÓN DE CUAJO									
Empresa:	LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.	Método:	Actual:		Hoja N°	1 de 1			
Área:	Producción		Propuesto:	x	Producto:	Queso Mozzarella 1 kg			
Elaborado por:	Guanopatin Alexis, Guaygua María Fernanda			Proceso:		Adición de cuajo			
Revisado por:	Ing. Criollo Jessica								
Aprobado por:	Ing. MsC. Eugenio Cristian								
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIFICACIÓN DE ACTIVIDADES							
1	Medir el cuajo y mezclar el cuajo	La combinación de medir el cuajo y su mezcla inmediata, activara el proceso de coagulación garantizando su correcta forma homogenia para evitar que pierda su eficiencia y optimizando el tiempo.							
2	Dejar reposar								

En la Tabla 4.64, se presentan las actividades unificadas del proceso de corte y desuerado propuesto.

Tabla 4.64 Unificación de actividades del proceso de corte y desuerado

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL 									
PROPUESTA DE UNIFICACIÓN EN EL PROCESO DE CORTE Y DESUERADO									
Empresa:	LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.	Método:	Actual:		Hoja N°	1 de 1			
Área:	Producción		Propuesto:	x	Producto:	Queso Mozzarella 1 kg			
Elaborado por:	Guanopatin Alexis, Guaygua María Fernanda			Proceso:		Corte y desuerado			
Revisado por:	Ing. Criollo Jessica								
Aprobado por:	Ing. MsC. Eugenio Cristian								
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIFICACIÓN DE ACTIVIDADES							
1	Corte con lira	El batido de la cuajada ayuda a que el suero se separe, así que llevar a cabo ambas actividades de forma continua garantiza una efectiva obtención del suero y una consistencia homogénea en la cuajada.							
2	Reposo								
3	Verificar la temperatura a 36 °C								
4	Batir la cuajada y desuerado								
5	Tapar con papel film								
6	Dejar reposar								



En la Tabla 4.65, se presentan las actividades unificadas del proceso de acidificación propuesto.

Tabla 4.65 Unificación de actividades del proceso de acidificación

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL 						
PROPUESTA DE UNIFICACIÓN EN EL PROCESO DE ACIDIFICACIÓN						
Empresa:	LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.	Método:	Actual:		Hoja N°	1 de 1
Área:	Producción		Propuesto:	x	Producto:	Queso Mozzarella 1 kg
Elaborado por:	Guanopatin Alexis, Guaygua María Fernanda		Proceso:	Acidificación		
Revisado por:	Ing. Criollo Jessica					
Aprobado por:	Ing. MsC. Eugenio Cristian					
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIFICACIÓN DE ACTIVIDADES				
1	Calentar la olla con agua a 55°C y traslado de la muestra de la cuajada	Mientras el agua alcanza la temperatura deseada, puede trasladarse la muestra de cuajada para aprovechar el tiempo de calentamiento y preparar la siguiente etapa sin retrasos.				
2	Control de acidificación					



En la Tabla 4.66, se presentan las actividades unificadas del proceso de hilado propuesto.

Tabla 4.66 Unificación de actividades del proceso de hilado

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL 						
PROPUESTA DE UNIFICACIÓN EN EL PROCESO DE HILADO						
Empresa:	LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.	Método:	Actual:		Hoja N°	1 de 1
Área:	Producción		Propuesto:	x	Producto:	Queso Mozzarella 1 kg
Elaborado por:	Guanopatin Alexis, Guaygua María Fernanda		Proceso:	Hilado		
Revisado por:	Ing. Criollo Jessica					
Aprobado por:	Ing. MsC. Eugenio Cristian					
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIFICACIÓN DE ACTIVIDADES				
1	Encender la máquina hiladora, calentar el agua y verificar la temperatura a 65 °C	El calentamiento del agua en la máquina puede ser controlado desde el momento en que se activa, esto brinda al operador la posibilidad de estar preparado para la siguiente etapa sin necesidad de esperar más tiempo.				
2	Traslado de la cuajada a la máquina hiladora					
3	Proceso de hilado					

En la Tabla 4.67, se presentan las actividades unificadas del proceso de moldeado y salado propuesto.

Tabla 4.67 Unificación de actividades del proceso de moldeado y salado

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL 						
PROPUESTA DE UNIFICACIÓN EN EL PROCESO DEL MOLDEADO Y SALADO						
Empresa:	LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.	Método:	Actual:		Hoja N°	1 de 1
Área:	Producción		Propuesto:	x	Producto:	Queso Mozzarella 1 kg
Elaborado por:	Guanopatin Alexis, Guaygua María Fernanda		Proceso:	Moldeado y salado		
Revisado por:	Ing. Criollo Jessica					
Aprobado por:	Ing. MsC. Eugenio Cristian					
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIFICACIÓN DE ACTIVIDADES				
1	Pesaje y colocación del queso hilado en los moldes	El lavado de los quesos prepara inmediatamente el producto para la salmuera, por lo que unir ambos procesos reduce el tiempo muerto entre etapas y minimiza riesgos de contaminación.				
2	Reposo					
3	Lavado de los quesos y colocar los quesos en salmuera					
4	Reposo					

En la Tabla 4.68, se presentan las actividades unificadas del proceso de empaquetado, etiquetado y almacenado propuesto.

Tabla 4.68 Unificación de actividades del proceso de empaquetado, etiquetado y almacenado

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL						
PROPUESTA DE UNIFICACIÓN EN EL PROCESO DE EMPAQUETADO, ETIQUETADO Y ALMACENADO						
Empresa:	LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.	Método:	Actual:		Hoja N°	1 de 1
Área:	Sala de Empacado		Propuesto:	x	Producto:	Queso Mozzarella 1 kg
Elaborado por:	Guanopatin Alexis, Guaygua María Fernanda		Proceso:	Empaquetado, etiquetado y almacenado		
Revisado por:	Ing. Criollo Jessica					
Aprobado por:	Ing. MsC. Eugenio Cristian					
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	UNIFICACIÓN DE ACTIVIDADES				
1	Secado con lienzo de los quesos y enfundado	Después del etiquetado, los quesos están listos para el almacenamiento, realizar estas tareas consecutivamente evita acumulaciones y asegura un flujo continuo hacia el área de refrigeración.				
2	Proceso de sellado al vacío					
3	Proceso de etiquetado y traslado al cuarto frío					



4.4.2 Actividad 2

- Elaboración de cursograma analítico unificado del proceso de elaboración de queso mozzarella.

4.4.2.1 Cursograma analítico general del proceso de elaboración del queso mozzarella propuesto.

La Tabla 4.69 ilustra las actividades que han sido unificadas como parte de la propuesta de mejora. Como puede observarse, esta modificación permitió optimizar la secuencia de trabajo y eliminar tareas redundantes. De esta manera, el desarrollo de las actividades se ha vuelto más eficaz, lo que se evidencia en la reducción del tiempo total de ejecución de 877,36 a 835,24 minutos. Esta disminución del tiempo implica una mejora de la productividad, puesto que los recursos se distribuyen más equitativamente y las esperas e inactividades se minimizan. Al mismo tiempo, la nueva estructura del trabajo favorece una mayor coordinación de las actividades, lo cual permite eliminar procesos redundantes y garantizar una mayor continuación operativa. Asimismo, la unión de las tareas relacionadas permite disminuir las interrupciones y aumentar la eficiencia general. En consecuencia, la organización de las actividades se ha encontrado fortalecida, lo que ha tenido un impacto positivo en la productividad.

Tabla 4.69 Cursograma general propuesto

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL							
CURSOGRAMA ANALÍTICO							
Empresa:	LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.	Método:	Actual:		Hoja N°	1 de 1	
Área:	Producción		Propuesto:	X	Producto:	Queso Mozzarella 1 kg	
Elaborado por:	Guanopatin Alexis, Guaygua María Fernanda			Proceso:		Elaboración del queso mozzarella	
Revisado por:	Ing. Criollo Jessica						
Aprobado por:	Ing. MsC. Eugenio Cristian						
SÍMBOLO		ACTIVIDAD	CANTIDAD				
●		OPERACIÓN	18				
→		TRANSPORTE	2				
■		INSPECCIÓN	2				
◐		DEMORA	6				
▼		ALMACENAJE	0				
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	SÍMBOLO DEL PROCESO					TIEMPO POR PROCESO
		●	→	■	◐	▼	
1	Recepción de materia prima (leche) y control de antibióticos	●					7,89
2	Transportar la leche a la marmita		→				10,72
3	Calentar la leche	●					19,42
4	Batir la leche y verificación de la temperatura a 67 °C	●					2,97
5	Estabilización térmica de la leche a 37 °C	●					18,42
6	Batir la leche y verificación de la temperatura a 37 °C	●					2,54
7	Colocar el sobre de fermento y batir el fermento	●					3,84
8	Dejar reposar				◐		11,68
9	Medir el cuajo y mezclar el cuajo	●					1,23
10	Dejar reposar				◐		22,14
11	Corte con lira	●					1,89
12	Reposo				◐		10,76
13	Verificar la temperatura a 36 °C	●					1,70
14	Batir la cuajada y desuerado	●					5,68
15	Tapar con papel film	●					2,00
16	Dejar reposar				◐		127,22
17	Calentar la olla con agua a 55°C y traslado de la muestra de la cuajada	●					3,72
18	Control de acidificación	●					1,53
19	Encender la máquina hiladora, calentar el agua y verificar la temperatura a 65 °C	●					8,68
20	Traslado de la cuajada a la máquina hiladora		→				4,09
21	Proceso de hilado	●					15,12
22	Pesaje y colocación del queso hilado en los moldes	●					8,96
23	Reposo				◐		9,59
24	Lavado de los quesos y colocar los quesos en salmuera	●					4,68
25	Reposo				◐		471,28
26	Secado con lienzo de los quesos y enfundado	●					20,89
27	Proceso de sellado al vacío	●					18,25
28	Proceso de etiquetado y traslado al cuarto frío	●					18,35
						Total	835,24

4.4.3 Actividad 3

- Cálculo de tiempo promedio, valoración, tiempo normal y tiempo estándar propuesto.
- Cálculo de los suplementos OIT. propuesto.

4.4.3.1 Cálculo de promedio, valoración, tiempo normal y tiempo estándar propuesto del proceso de recepción de materia prima

A continuación, se presentan las fórmulas a aplicar:

4.4.3.1.1 Promedio (\bar{x}) Recepción de materia prima

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$
$$\bar{x} = \frac{9,64 + 9,03 + 9,71 + 9,50 + 9,53 + 9,22 + 9,55}{8}$$
$$\bar{x} = 9,48$$

4.4.3.1.2 Tiempo Normal

$$\text{Tiempo Normal} = \text{Tiempo promedio} * \% \text{de valoración}$$

$$\text{Tiempo Normal} = 9,48 * 73\%$$

$$\text{Tiempo Normal} = 6,92$$

Donde:

% de valoración = valoración establecida por el evaluador.

4.4.3.1.3 Tiempo Estándar

$$\text{Tiempo estándar} = \text{Tiempo Normal} * (1 + \text{Suplemento})$$

$$\text{Tiempo estándar} = 6,92 * (1 + 0,14)$$

$$\text{Tiempo estándar} = 7,89$$

En la Tabla 4.70, se puede observar el cálculo de promedio, valoración, tiempo normal y tiempo estándar propuesto del proceso de elaboración de queso mozzarella propuesto, realizado en Excel.

Tabla 4.70 Cálculo de promedio, valoración, tiempo normal y estándar del proceso de elaboración de queso mozzarella propuesto

Actividades unificadas	Muestras de tiempo con un nivel de confianza del 95% y nivel de precisión de +-5%								Tiempo Promedio	Valoración %	Tiempo normal	Tiempo estándar
	1	2	3	4	5	6	7	8				
Recepción de materia prima (leche) y control de antibióticos	9,64	9,03	9,71	9,5	9,53	9,22	9,62	9,55	9,48	73%	6,92	7,89
Transportar la leche a la marmita	10,12	11,34	10,58	11,11	11,05	10,47	10,8	10,98	10,81	87%	9,40	10,72
Calentar la leche	20,69	19,85	21,46	20,32	19,98	19,95	21,34	20,59	20,52	83%	17,03	19,42
Batir la leche y verificación de la temperatura a 67 °C	3,88	3,79	4,1	4,35	3,93	4,08	3,67	4,25	4,00625	65%	2,60	2,97
Estabilización térmica de la leche a 37 °C	21,36	20,47	20,81	20,82	20,58	20,18	21,11	20,37	20,71	78%	16,16	18,42
Batir la leche y verificación de la temperatura a 67 °C	3,49	3,29	3,73	4,05	3,66	4,16	3,59	3,72	3,71125	60%	2,23	2,54
Colocar el sobre de fermento y Batir el fermento	4,16	4,22	4,1	3,98	4,06	4,2	3,95	4,37	4,13	83%	3,43	3,84
Dejar reposar	14,33	14,46	13,67	14,19	14,64	13,73	14,55	14,76	14,29	73%	10,43	11,68
Medir el cuajo y mezclar el cuajo	1,51	1,49	1,5	1,48	1,52	1,5	1,49	1,53	1,50	73%	1,10	1,23
Dejar reposar	37,64	38,97	38,1	37,88	38,58	37,67	36,61	38,69	38,02	52%	19,77	22,14
Corte con lira	2,12	1,95	2,31	2,55	1,97	2,2	2,08	1,86	2,13	78%	1,66	1,89
Reposo	16,62	15,34	15,79	15,68	15,41	16,13	15,65	15,21	15,73	60%	9,44	10,76
Verificar la temperatura a 36 °C	2,47	2,69	2,03	2,47	2,79	2,15	2,44	2,18	2,40	62%	1,49	1,70
Batir la cuajada y desuerado	6,78	7,25	6,62	6,85	6,13	6,77	6,26	6,51	6,65	75%	4,98	5,68
Tapar con papel film	2,14	1,98	2,03	1,83	2,12	1,87	2,24	1,75	2,00	88%	1,76	2,00
Dejar reposar	180	180	180	180	180	180	180	180	180,00	62%	111,60	127,22
Calentar la olla con agua a 55°C y traslado de la muestra de la cuajada	3,95	4,14	3,87	4,2	3,9	4,19	4,32	2,71	3,91	85%	3,32	3,72
Control de acidificación	2,26	2,15	1,97	1,83	2,17	1,87	1,86	1,98	2,01	68%	1,37	1,53
Encender la máquina hiladora, calentar el agua y verificación de la temperatura a 65 °C	9,38	9,98	8,41	9,1	9,54	8,76	9,38	8,23	9,10	83%	7,55	8,68
Traslado de la cuajada a la máquina hiladora	5,03	5,31	4,86	4,97	5,06	5,1	4,87	4,33	4,94	72%	3,56	4,09
Proceso de hilado	15,14	14,32	15,26	13,31	13,98	14,67	14,48	13,16	14,29	92%	13,15	15,12
Pesaje y colocación del queso hilado en los moldes	8,79	9,12	9,32	8,66	9,13	8,7	8,79	9,78	9,04	87%	7,86	8,96
Reposo	10,14	10,78	11,34	10,68	11,1	11,54	10,95	10,86	10,92	77%	8,41	9,59
Lavado de los quesos y colocar los quesos en salmuera	4,49	4,61	3,98	4,53	3,87	4,29	4,77	4,8	4,42	93%	4,11	4,68

Reposo	780	780	780	780	780	780	780	780	780,00	53%	413,40	471,28
Secado con lienzo de los quesos y enfundado	23,84	22,55	21,9	22,54	21,37	21,58	22,98	22,65	22,43	81%	18,17	20,89
Proceso de sellado al vacío	17,32	17,51	18,22	16,47	17,95	18,66	18,58	16,36	17,63	90%	15,87	18,25
Proceso de etiquetado y traslado al cuarto frío	17,95	18,64	17,66	18,73	18,39	17,4	18,77	17,5	18,13	88%	15,95	18,35
										Total	732,71	835,24

4.4.3.2 Cálculo de suplementos OIT propuesto

En la Tabla 4.71, se muestra los suplementos por descanso del proceso de recepción de materia prima.

Tabla 4.71 Cálculo de suplementos propuesto del proceso de recepción de materia prima.

Recepción de materia prima		
SUPLEMENTOS POR DESCANSO		
SUPLEMENTOS CONSTANTES	%	VALOR
A) Suplemento por necesidades	5%	0,05
B) Suplemento base por fatiga	4%	0,04
SUPLEMENTOS VARIABLES		
A) Suplemento por trabajar de pie	2%	0,02
C) Uso de fuerza/energía muscular	1%	0,01
G) Ruido	2%	0,02
TOTAL	14%	0,14

4.4.4 Actividad 4

- Cálculo del tiempo estándar por unidad, capacidad de producción, productividad y eficiencia del trabajador propuesto.

4.4.4.1 Tiempo estándar por unidad propuesto

El tiempo estándar por unidad es una métrica clave para evaluar la eficiencia en la fabricación de un producto dentro de un lote completo. Este indicador se calcula dividiendo el tiempo total del ciclo de producción entre el número total de unidades producidas. En el ciclo anterior, el tiempo total registrado era de 877,36 minutos, lo que servía como referencia para determinar el tiempo invertido por unidad.

Como resultado de la implementación del nuevo plan de mejora, se ha logrado reducir el tiempo total del ciclo a 835,24 minutos, representando un ahorro significativo en comparación con el tiempo inicial. Este ajuste nos permite volver a calcular el tiempo estándar por unidad en función de las nuevas condiciones, lo que no solo indica un progreso en la optimización del proceso, sino que también ofrece una base más exacta para medir la productividad.

4.4.4.1.1 *Tiempo estándar por unidad*

$$TS \text{ unidad} = \frac{Ts}{\text{unidades producidas}}$$

$$TS \text{ unidad} = \frac{835,24 \text{ minutos}}{65 \text{ unidades}}$$

$$TS \text{ unidad} = 12,85 \frac{\text{min}}{\text{unidad}}$$

4.4.4.1.2 *Capacidad de producción*

$$CP = \frac{1}{TS \text{ unidad}}$$

$$CP = \frac{1}{12,85 \frac{\text{min}}{\text{unidad}}}$$

$$CP = 0,0778 \frac{\text{unidad}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1h}$$

$$CP = 4,668 \frac{\text{unidad}}{\text{hora}} * 15h \text{ laborales}$$

$$CP = 70,02 \approx 70 \text{ unidades por día}$$

4.4.4.1.3 Productividad

$$\text{Productividad} = \text{CP} * \# \text{ días laborales}$$

$$\text{Productividad} = 70 \frac{\text{unidades}}{\text{día}} * 12 \text{ días laborales}$$

$$\text{Productividad} = 840 \frac{\text{unidades}}{\text{mes}}$$

4.4.4.1.4 Valor monetario mensual propuesto

$$\text{Valor monetario mensual} = \text{unidades producidas al mes} * \text{valor unitario}$$

$$840 \frac{\text{unidades}}{\text{mes}} * \$7,50 \text{ valor unitario} = 6.300$$

4.4.4.1.5 Eficiencia del trabajador

$$\text{Eficiencia del trabajador} = \frac{\text{TN}}{\text{TS}}$$

$$\text{Eficiencia del trabajador} = \frac{732,71}{835,24}$$

$$\text{Eficiencia del trabajador} = 87,72$$

$$\text{Eficiencia del trabajador} = 88\%$$

4.4.4.2 Análisis comparativo de los tiempos de producción en la elaboración de queso mozzarella de 1kg en LÁCTEOSAMYRO CIA. LTDA.

Los resultados muestran una optimización en los tiempos de producción, logrando una reducción significativa del tiempo normal del 30,11 minutos y tiempo estándar de 42,12 minutos como se muestra en la Tabla 4.72.

Tabla 4.72 Comparación del tiempo normal, estándar actual y propuesto

Producción de queso mozzarella	Tiempo Actual		Tiempo Propuesto					
	Tiempo normal en minutos	Tiempo estándar en minutos	Tiempo normal en minutos	Tiempo estándar en minutos				
Recepción de materia prima	17,54	20,18	16,32	18,60				
Pasteurización	38,49	44,26	38,02	43,34				
Fermentación	12,31	13,91	13,86	15,52				
Adición de cuajo	20,61	23,29	20,87	23,37				
Corte y desuerado	129,78	149,24	130,93	149,26				
Acidificación	5,93	6,70	4,69	5,25				
Hilado	23,99	28,07	24,26	27,89				
Moldeado y salado	465,87	535,75	433,78	494,51				
Empaquetado, etiquetado y almacenado	48,32	55,98	49,99	57,49				
	Total	762,83	Total	877,36	Total	732,71	Total	835,24

4.5 EVALUACIÓN TÉCNICA, SOCIAL Y ECONÓMICO

4.5.1 Impacto técnico

El análisis realizado en la empresa LÁCTEOSAMYRO permitió identificar, a través de técnicas y herramientas del estudio de trabajo, aquellas actividades que generan tiempos improductivos dentro de la línea de producción de queso mozzarella. Este enfoque ha hecho posible medir la capacidad de la empresa en la actualidad y antes de la implementación del conjunto de mejoras; de este modo, se genera una nueva oportunidad para aprovechar tiempo, recursos en mayor escala, convirtiendo una ventaja de la de eficiencia operativa. Tales procesos también permiten a las instalaciones asegurar la eficiencia de la producción, disminuir la variabilidad y, de esta forma, permanecer competitivas en el mercado.

4.5.2 Impacto social

En el caso de la optimización del proceso de producción de queso mozzarella en la microempresa LÁCTEOSAMYRO, el análisis de tiempos se obtuvo a través del uso de ambos métodos, el tradicional y el método Westinghouse. El método tradicional para calcular el tiempo y, por ende, su promedio se obtuvo mediante la observación directa. Por otro lado, el

método Westinghouse presenta una evaluación objetiva de los operarios más allá de la variabilidad del rendimiento, pero la ventaja radica en que, para cualquier tiempo predeterminado, se garantiza una justa distribución de las actividades. Sin embargo, al optimizar los tiempos se vio una reducción de ineficiencia, lo que impacta en la producción y en la estabilidad laboral, puesto que, si bien se reduce la producción, se otorga al trabajador condiciones más seguras y organizadas con las que cometer dichas actividades. Además, al identificar oportunidades de capacitación, la empresa puede fortalecer las habilidades de su personal, promoviendo su crecimiento profesional y aumentando su nivel de satisfacción en el trabajo.

4.5.3 Impacto económico

La elaboración de queso mozzarella, al ser un proceso que involucra la producción local de leche, tiene un impacto directo en la comunidad del sector el Murco al generar fuentes de empleo y promover la economía regional. Este tipo de producción contribuye al crecimiento económico mediante la creación de trabajos como la distribución de la materia prima y tanto en la manufactura del queso como en su distribución. A su vez, se fomenta el desarrollo de la agricultura y la ganadería, mejorando la calidad de vida de los productores locales, quienes dependen de la venta de productos lácteos para su sustento.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- De los resultados del proceso productivo de elaboración de queso mozzarella, se identificaron 13 procesos principales los cuales conforman: recepción de materia prima, pasteurización, fermentación, adición de cuajo, corte, desuerado, acidificación, hilado, moldeado, salado, empaquetado, etiquetado y, almacenado, que tienen un impacto directo en la producción del queso. Cada uno fue evaluado mediante cursogramas analíticos, diagrama de flujo y Layout de la empresa, lo que permitió comprender de manera más detallada las etapas del proceso de fabricación y obtener una perspectiva más clara sobre la situación actual de la empresa.
- En la investigación sobre tiempos, se utilizó la técnica del cronómetro con retorno a cero, lo que permitió recopilar cinco muestras de los tiempos dedicados a diversas actividades en la producción de queso. Estas mediciones se realizaron a cabo utilizando

el método tradicional de Westinghouse, junto con los suplementos de la OIT. Como resultado, se descubrió un tiempo de ciclo actual de 877,36 en minutos.

- Mediante la unificación de subprocesos en la elaboración del queso mozzarella en LÁCTEOSAMYRO CIA LTDA, se logró un incremento en la eficiencia del operador, del 1%. Este avance, aunque pueda parecer pequeño en números, representa una mejora significativa en la optimización del queso mozzarella.
- A partir de la propuesta de mejora en el proceso de elaboración de queso mozzarella de 1 kg en la empresa LACTEOSAMYRO CIA. LTDA. resultó en una reducción del tiempo normal de 30,11 minutos y del tiempo estándar en 42,12 minutos, una productividad de 804 unidades a 840 unidades al mes y un incremento monetario de \$6,030 a \$6,300 mensuales siendo esto beneficio significativo para la empresa.

5.2 RECOMENDACIONES

- Para recopilar información sobre las actividades y tiempos, es fundamental disponer de herramientas, equipos y registros apropiados. Estos recursos desempeñan un papel clave en la recolección de datos y en la generación de evidencia precisa que permita analizar el proceso de manera efectiva.
- Se sugiere establecer un sistema de monitoreo y control de indicadores clave de desempeño, como el tiempo normal, tiempo estándar y la eficiencia de los operarios, este análisis periódico de estos datos permitirá tomar decisiones basadas en evidencia y realizar ajustes en el proceso cuando sea necesario.
- Se recomienda que la empresa LÁCTEOS AMYRO incorpore herramientas y equipos más automatizados en su sistema de trabajo con el objetivo de reducir retrasos y optimizar la producción de queso mozzarella, implementando tecnología adecuada reducirá la carga de trabajo manual, disminuyendo el esfuerzo físico del personal y mejorando las condiciones laborales, esto contribuirá a una producción más ágil, garantizando productos de alta calidad.

6 REFERENCIAS

- [1] I. A. Fonseca Carrión, Optimización de los procesos productivos en la fabricación de puertas de madera en Muebles Fonseca", «Repositorio Institucional,» [En línea]. Available: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/486/1/UNACH-EC-IINDUST-2015-0022.pdf>. [Último acceso: 2015].
- [2] M. E. López Galarza, Estudio del trabajo en el área de producción de quesos de la empresa Lácteos La Copa, «Repositorio Institucional,» 2024. [En línea]. Available: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/12819/1/L%C3%B3pez%20G.%20M%20arcelo%20E.%20%282024%29%20Estudio%20del%20trabajo%20en%20el%20%C3%A1rea%20de%20producci%C3%B3n%20de%20quesos%20de%20la%20empresa%20L%C3%A1cteos%20La%20Copa.%20%281%29.pdf>. [Último acceso: 2024].
- [3] A. F. Muzo Bombón, Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento del proceso productivo de la empresa textil CM Original, «Repositorio Institucional,» 2022. [En línea]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/items/de775da9-f8ff-44af-b0b0-bcff2dc827df>. [Último acceso: Marzo 2022].
- [4] B. S. Conrado Mestanza, Modelo de gestión por procesos en el área de producción de la empresa Lácteos Amilac, «Repositorio Institucional,» [En línea]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/01d0d5d1-8a66-41cb-8e48-4eb7360634eb/content>. [Último acceso: Septiembre 2022].
- [5] E. K. Lema Yépez, Mejora del proceso productivo en el área de postcosecha mediante el estudio de tiempos y movimientos en la florícola Florecal-Cayambe, «Repositorio Institucional,» [En línea]. Available: <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/14854/2/04%20IND%20457%20T%20RABAJO%20GRADO.pdf>. [Último acceso: 2023].
- [6] M. A. Esparza Huachi, Estudio sobre tiempos y movimientos en la empresa Lácteos El Enjambre, «Repositorio Institucional,» [En línea]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/8d3e98af-fa0c-410a-89b5-612ef35e5545/content>. [Último acceso: Marzo 2023].
- [7] E. A. Altamirano Sampredro, Mejoramiento del proceso de ensamble en la línea chasis para automóviles modelo M4 en la empresa autopartista Ciauto Cía. Ltda., en la ciudad de Ambato, «Repositorio Institucional,» [En línea]. Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/9502/1/85T00499.pdf>. [Último acceso: 2018].
- [8] V. E. Cadena Mafla, Mejora de la productividad en la línea de producción de queso cheddar mediante el estudio de métodos en la empresa MILMA, «Repositorio Institucional,» [En línea]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19411/1/CD-8801.pdf>. [Último acceso: Mayo 2018].

- [9] M. E. Tacuri Pilicita, Propuesta para el incremento de la productividad en los procesos de elaboración de terno jean en la empresa JB Worker mediante la estandarización de tiempos de operación, «Repositorio Institucional,» [En línea]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19610/1/CD-9013.pdf>. [Último acceso: Julio 2018].
- [10] D. H. Bustillos Chizaiza y K. D. Yupangui Llugcha, Estudio de tiempos en la industria láctea en la ciudad de Latacunga, «Repositorio Institucional,» [En línea]. Available: <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/29f2ad7e-23fd-49a0-ba9b-752717f8391a/content>. [Último acceso: 2022].
- [11] R. Barnes, Estudio de Movimientos y Tiempos: Diseño y Medición del Trabajo, Nueva York: Wiley, 1991.
- [12] J. Smith, Estudio del trabajo y su aplicación en la industria moderna, Editorial Industrial, 2018.
- [13] G. Kanawaty, «Introducción al Estudio del Trabajo,» 1992. [En línea]. Available: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/documents/publication/wcms_444474.pdf.
- [14] J. Vidal Carreras y P. García Sabater, «Líneas de Producción,» [En línea]. Available: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/138801/L%C3%ADneas%20de%20Producci%C3%B3n.pdf>. [Último acceso: 2017].
- [15] A. H. Mogensen, El sentido común aplicado al estudio de movimientos y tiempos, Nueva York: McGraw-Hill, 1932.
- [16] Bizagi Modeler, «Manual del usuario de Bizagi Process Modeler,» Biblioteca de la Universidad Católica Andrés Bello , 2013. [En línea]. Available: https://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/Modeler_manual_del_usuario2204.pdf.
- [17] B. Barnes, Estudio de Movimientos y Tiempos: Diseño y Medición del Trabajo, Nueva York: Jhon Wiley & Sons, 1992.
- [18] B. N. y. A. Freivalds, Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo, Nueva York: McGraw-Hill, 2013.
- [19] W. Basart, Estudio de Métodos y Tiempos en la Producción Industrial.
- [20] L. C. Palacios Acero, Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos, Bogotá: Ecoe Ediciones, 2009.
- [21] B. Salazar López, «Ingeniería Industrial Online,» Junio 2019. [En línea]. Available: <https://ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/calculo-del-numero-de-observaciones/>.

- [22] G. Baca Urbina, *Introducción a la Ingeniería Industrial*, McGraw-Hill Interamericana, 2001.
- [23] S. L. Bryan, «Ingeniería Industrial Online,» Junio 2019. [En línea]. Available: https://ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/?utm_source=chatgpt.com#google_vignette.
- [24] H. Maynard, *Manual de Ingeniería Industrial*, McGraw-Hill, 2001.
- [25] Ingeniero Industrial y Magíster en Logística Integral especializado en productividad y modelamiento, «"Plan de mejora: ¿Qué es? ¿Cómo realizarlo?"», Runa HR, [En línea]. Available: <https://runahr.com/mx/recursos/hr-management/plan-de-mejora/>.

7 ANEXOS

ANEXO A

SUPLEMENTOS POR DESCANSO DEL PROCESO DE PASTEURIZACIÓN ACTUAL

Pasteurización		
SUPLEMENTOS POR DESCANSO		
SUPLEMENTOS CONSTANTES	%	VALOR
A) Suplemento por necesidades	5%	0,05
B) Suplemento base por fatiga	4%	0,04
SUPLEMENTOS VARIABLES		
A) Suplemento por trabajar de pie	2%	0,02
C) Uso de fuerza/energía muscular	2%	0,02
G) Ruido	2%	0,02
TOTAL	15%	0,15

ANEXO B

SUPLEMENTOS POR DESCANSO DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN ACTUAL

Fermentación		
SUPLEMENTOS POR DESCANSO		
SUPLEMENTOS CONSTANTES	%	VALOR
A) Suplemento por necesidades	5%	0,05
B) Suplemento base por fatiga	4%	0,04
SUPLEMENTOS VARIABLES		
A) Suplemento por trabajar de pie	2%	0,02
C) Uso de fuerza/energía muscular	2%	0,02
TOTAL	13%	0,13

ANEXO C

SUPLEMENTOS POR DESCANSO DEL PROCESO DE ADICIÓN DE CUAJO ACTUAL

Adición de cuajo		
SUPLEMENTOS POR DESCANSO		
SUPLEMENTOS CONSTANTES	%	VALOR
A) Suplemento por necesidades	5%	0,05
B) Suplemento base por fatiga	4%	0,04
SUPLEMENTOS VARIABLES		
A) Suplemento por trabajar de pie	2%	0,02
C) Uso de fuerza/energía muscular	2%	0,02
TOTAL	13%	0,13

ANEXO D

SUPLEMENTOS POR DESCANSO DEL PROCESO DE CORTE Y DESUERADO ACTUAL

Corte y desuerado		
SUPLEMENTOS POR DESCANSO		
SUPLEMENTOS CONSTANTES	%	VALOR
A) Suplemento por necesidades	5%	0,05
B) Suplemento base por fatiga	4%	0,04
SUPLEMENTOS VARIABLES		
A) Suplemento por trabajar de pie	2%	0,02
C) Uso de fuerza/energía muscular	2%	0,02
G) Ruido	2%	0,02
TOTAL	15%	0,15

ANEXO E

SUPLEMENTOS POR DESCANSO DEL PROCESO DE ACIDIFICACIÓN ACTUAL

Acidificación		
SUPLEMENTOS POR DESCANSO		
SUPLEMENTOS CONSTANTES	%	VALOR
A) Suplemento por necesidades	5%	0,05
B) Suplemento base por fatiga	4%	0,04
SUPLEMENTOS VARIABLES		
A) Suplemento por trabajar de pie	2%	0,02
C) Uso de fuerza/energía muscular	2%	0,02
TOTAL	13%	0,13

ANEXO F

SUPLEMENTOS POR DESCANSO DEL PROCESO DE HILADO ACTUAL

Hilado		
SUPLEMENTOS POR DESCANSO		
SUPLEMENTOS CONSTANTES	%	VALOR
A) Suplemento por necesidades	5%	0,05
B) Suplemento base por fatiga	4%	0,04
SUPLEMENTOS VARIABLES		
A) Suplemento por trabajar de pie	2%	0,02
B) Postura anormal	2%	0,02
C) Uso de fuerza/energía muscular	2%	0,02
G) Ruido	2%	0,02

TOTAL	17%	0,17
--------------	-----	------

ANEXO G

SUPLEMENTOS POR DESCANSO DEL PROCESO DE MOLDEADO Y SALADO ACTUAL

Moldeado y Salado		
SUPLEMENTOS POR DESCANSO		
SUPLEMENTOS CONSTANTES	%	VALOR
A) Suplemento por necesidades	5%	0,05
B) Suplemento base por fatiga	4%	0,04
SUPLEMENTOS VARIABLES		
A) Suplemento por trabajar de pie	2%	0,02
C) Uso de fuerza/energía muscular	2%	0,02
G) Ruido	2%	0,02
TOTAL	15%	0,15

ANEXO H

SUPLEMENTOS POR DESCANSO DEL PROCESO DE EMPAQUETADO, ETIQUETADO Y ALMACENADO ACTUAL

Empaquetado, etiquetado y almacenado		
SUPLEMENTOS POR DESCANSO		
SUPLEMENTOS CONSTANTES	%	VALOR
A) Suplemento por necesidades	5%	0,05
B) Suplemento base por fatiga	4%	0,04
SUPLEMENTOS VARIABLES		
A) Suplemento por trabajar de pie	2%	0,02
B) Postura anormal	2%	0,02
C) Uso de fuerza/energía muscular	2%	0,02
G) Ruido	2%	0,02
TOTAL	17%	0,17

ANEXO I

SUPLEMENTOS POR DESCANSO DEL PROCESO DE PASTEURIZACIÓN PROPUESTO

Pasteurización		
SUPLEMENTOS POR DESCANSO		
SUPLEMENTOS CONSTANTES	%	VALOR
A) Suplemento por necesidades	5%	0,05
B) Suplemento base por fatiga	4%	0,04
SUPLEMENTOS VARIABLES		

A) Suplemento por trabajar de pie	2%	0,02
C) Uso de fuerza/energía muscular	1%	0,01
G) Ruido	2%	0,02
TOTAL	14%	0,14

ANEXO J

SUPLEMENTOS POR DESCANSO DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN PROPUESTO

Fermentación		
SUPLEMENTOS POR DESCANSO		
SUPLEMENTOS CONSTANTES	%	VALOR
A) Suplemento por necesidades	5%	0,05
B) Suplemento base por fatiga	4%	0,04
SUPLEMENTOS VARIABLES		
A) Suplemento por trabajar de pie	2%	0,02
C) Uso de fuerza/energía muscular	1%	0,01
TOTAL	12%	0,12

ANEXO K

SUPLEMENTOS POR DESCANSO DEL PROCESO DE ADICIÓN DE CUAJO PROPUESTO

Adición de cuajo		
SUPLEMENTOS POR DESCANSO		
SUPLEMENTOS CONSTANTES	%	VALOR
A) Suplemento por necesidades	5%	0,05
B) Suplemento base por fatiga	4%	0,04
SUPLEMENTOS VARIABLES		
A) Suplemento por trabajar de pie	2%	0,02
C) Uso de fuerza/energía muscular	1%	0,01
TOTAL	12%	0,12

ANEXO L

SUPLEMENTOS POR DESCANSO DEL PROCESO DE CORTE Y DESUERADO PROPUESTO

Corte y desuerado		
SUPLEMENTOS POR DESCANSO		
SUPLEMENTOS CONSTANTES	%	VALOR
A) Suplemento por necesidades	5%	0,05
B) Suplemento base por fatiga	4%	0,04
SUPLEMENTOS VARIABLES		
A) Suplemento por trabajar de pie	2%	0,02

C) Uso de fuerza/energía muscular	1%	0,01
G) Ruido	2%	0,02
TOTAL	14%	0,14

ANEXO M

SUPLEMENTOS POR DESCANSO DEL PROCESO DE ACIDIFICACIÓN PROPUESTO

Acidificación		
SUPLEMENTOS POR DESCANSO		
SUPLEMENTOS CONSTANTES	%	VALOR
A) Suplemento por necesidades	5%	0,05
B) Suplemento base por fatiga	4%	0,04
SUPLEMENTOS VARIABLES		
A) Suplemento por trabajar de pie	2%	0,02
C) Uso de fuerza/energía muscular	1%	0,01
TOTAL	12%	0,12

ANEXO N

SUPLEMENTOS POR DESCANSO DEL PROCESO DE HILADO PROPUESTO

Hilado		
SUPLEMENTOS POR DESCANSO		
SUPLEMENTOS CONSTANTES	%	VALOR
A) Suplemento por necesidades	5%	0,05
B) Suplemento base por fatiga	4%	0,04
SUPLEMENTOS VARIABLES		
A) Suplemento por trabajar de pie	2%	0,02
B) Postura anormal	1%	0,01
C) Uso de fuerza/energía muscular	1%	0,01
G) Ruido	2%	0,02
TOTAL	15%	0,15

ANEXO Ñ

SUPLEMENTOS POR DESCANSO DEL PROCESO DE MOLDEADO Y SALADO PROPUESTO

Moldeado y salado		
SUPLEMENTOS POR DESCANSO		
SUPLEMENTOS CONSTANTES	%	VALOR
A) Suplemento por necesidades	5%	0,05
B) Suplemento base por fatiga	4%	0,04
SUPLEMENTOS VARIABLES		
A) Suplemento por trabajar de pie	2%	0,02
C) Uso de fuerza/energía muscular	1%	0,01

G) Ruido	2%	0,02
TOTAL	14%	0,14

ANEXO O

SUPLEMENTOS POR DESCANSO DEL PROCESO DE EMPAQUETADO, ETIQUETADO Y ALMACENADO PROPUESTO

Empaquetado, etiquetado y almacenado		
SUPLEMENTOS POR DESCANSO		
SUPLEMENTOS CONSTANTES	%	VALOR
A) Suplemento por necesidades	5%	0,05
B) Suplemento base por fatiga	4%	0,04
SUPLEMENTOS VARIABLES		
A) Suplemento por trabajar de pie	2%	0,02
B) Postura anormal	1%	0,01
C) Uso de fuerza/energía muscular	1%	0,01
G) Ruido	2%	0,02
TOTAL	15%	0,15