



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE
AUTOMATIZACIÓN

Tema:

MEJORA DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN MEDIANTE EL
ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA EMPRESA DE
PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO “POLTREG”

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

ÁREA: Industrial y Manufactura

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, Materiales y Producción

AUTOR: Alex Javier Heredia Bungacho

TUTOR: Ing. Daysi Margarita Ortiz Guerrero, Mg.

Ambato - Ecuador

marzo – 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del Trabajo de Titulación con el tema: MEJORA DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN MEDIANTE EL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO “POLTREG”, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Alex Javier Heredia Bungacho, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, marzo 2023.

Ing. Daysi Margarita Ortiz Guerrero, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: MEJORA DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN MEDIANTE EL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO “POLTREG” es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, marzo 2023.



Alex Javier Heredia Bungacho

C.C. 0503729006

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

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

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, marzo 2023.



Alex Javier Heredia Bungacho

C.C. 0503729006

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Alex Javier Heredia Bungacho, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado MEJORA DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN MEDIANTE EL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO “POLTREG”, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, marzo 2023.

Ing. Pilar Urrutia, Mg.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Franklin Tigre, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Víctor Guachimbosa, PhD.
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

A Dios por haberme brindado la sabiduría y entendimiento para poder ir cumpliendo cada todas mis metas y principalmente este sueño tan anhelado.

A mis padres Segundo y Nancy, quienes han sido mi principal fuente de fuerza y entusiasmo para poder formarme como persona; a ellos mi eterno agradecimiento por tan infinito apoyo y confianza.

A mi familia, que siempre me demostraron su cariño y apoyo, fundamental para poder lograr todo lo que me propongo.

A mis amigos y compañeros con quienes compartí muy gratos momentos en el transcurso de esta etapa.

Finalmente, dedico este logro a mi persona, por haber demostrado lucha y esfuerzo hasta el final y obtener lo que tanto anhelé, a pesar de los obstáculos y adversidades.

Alex Javier Heredia Bungacho

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme la fortaleza y por ser el guía de mi camino.

A mis padres por ser mi ejemplo de vida y por demostrarme que el trabajo y esfuerzo siempre traen grandes recompensas.

A mi querida FISEI y docentes quienes compartieron conmigo sus conocimientos y valores en mi formación como profesional y persona.

Al Sr. René Rengifo gerente de la empresa de productos lácteos Rengifo Gallo por brindarme la confianza y amistad para el desarrollo del proyecto.

Mi agradecimiento profundo a la Ing. Daysi Ortiz por el apoyo y conocimientos para que el presente trabajo de investigación concluya con éxito.

Alex Javier Heredia Bungacho

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A. PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xviii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xix
ABSTRACT.....	xx
INTRODUCCIÓN	1

B. CONTENIDO

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO	3
1.1 Tema de investigación.....	3
1.2 Antecedentes investigativos	3
1.2.1 Contextualización del problema.....	6
1.2.2 Fundamentación teórica	9
1.3 Objetivos	34
1.3.1 Objetivo general	34
1.3.2 Objetivos específicos	34
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA	35

2.1. Materiales	35
2.2. Métodos	36
2.2.1 Enfoque	36
Enfoque cualitativo	36
Enfoque cuantitativo	36
2.2.2 Modalidad de la investigación	37
Investigación aplicada.....	37
Investigación de campo	37
Investigación documental	37
2.2.3 Nivel de estudio	38
Investigación descriptiva	38
2.2.4 Población y muestra.....	38
2.2.5 Recolección de información	39
2.2.6 Procesamiento y análisis de datos.....	39
2.2.7 Metodologías técnicas.....	40
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
3.1 Análisis y discusión de los resultados	42
3.1.1 Desarrollo de la propuesta	42
Información general de la empresa.....	42
Identificación de las áreas que conforman la empresa de productos lácteos Rengifo Gallo “Poltreg”	45
Análisis de ventas y gráfico ABC para establecer el producto de mayor demanda	47
Descripción del proceso de elaboración de quesos.....	53
Layout de la empresa de productos lácteos Rengifo Gallo.....	60
Levantamiento de procesos en función del producto de mayor demanda	60

Descripción de los equipos y máquinas utilizadas en el proceso de producción de queso fresco Sierra Nevada 700 g.....	68
Análisis de las operaciones ejecutadas durante la elaboración de queso fresco Sierra Nevada 700 g.....	70
Estudio de tiempos.....	75
Capacidad de producción teórica.....	114
Propuesta de implementación de teoría de restricciones.....	116
Estudio de tiempos propuesto.....	127
Tiempo estándar actual vs propuesto.....	150
Cálculo de la capacidad de producción propuesta.....	151
Balanceo de líneas.....	154
3.2 Simulación del proceso.....	159
Situación de mejora.....	163
Análisis de la simulación de la situación actual vs mejora.....	165
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	167
4.1 Conclusiones.....	167
4.2 Recomendaciones.....	168
C. MATERIALES DE REFERENCIA	
Referencias Bibliográficas.....	169
Anexos.....	177

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros empleados en el método estadístico	16
Tabla 2. Acciones que tiene lugar en un determinado proceso	19
Tabla 3. Simbología empleada.....	20
Tabla 4. Índice de desempeño método de Westinghouse.	24
Tabla 5. Tolerancias o suplementos según la OIT.	26
Tabla 6. Lista de materiales utilizados.....	35
Tabla 7. Detalle del número de personas por área de trabajo.	38
Tabla 8. Datos informativos de la empresa.....	43
Tabla 9. Productos elaborados por “Poltreg”	46
Tabla 10. Historial de ventas de “Poltreg”.....	47
Tabla 11. Determinación de la valorización y porcentaje de consumo por producto	48
Tabla 12. Determinación del porcentaje de consumo y consumo acumulado	49
Tabla 13. Análisis ABC	50
Tabla 14. Resumen del análisis ABC.....	51
Tabla 15. Levantamiento de procesos - Recepción de materia prima.....	60
Tabla 16. Levantamiento de procesos - Filtrado.....	61
Tabla 17. Levantamiento de procesos - Estandarización	62
Tabla 18. Levantamiento de procesos - Pasteurización	62
Tabla 19. Levantamiento de procesos - Enfriamiento	63
Tabla 20. Levantamiento de procesos - Adición.....	63
Tabla 21. Levantamiento de procesos - Corte/Agitación.....	64
Tabla 22. Levantamiento de procesos - Desuerado	64
Tabla 23. Levantamiento de procesos - Moldeado	65
Tabla 24. Levantamiento de procesos - Prensado.....	65
Tabla 25. Levantamiento de procesos - Salado.....	66

Tabla 26. Levantamiento de procesos - Secado	66
Tabla 27. Levantamiento de procesos - Empacado.....	67
Tabla 28. Levantamiento de procesos - Almacenamiento	67
Tabla 29. Recursos empleados en la elaboración de queso fresco Sierra Nevada 700 g	68
Tabla 30. Equipos y maquinaria empleados en la elaboración de queso fresco Sierra Nevada 700 g.....	69
Tabla 31. Cursograma sinóptico del proceso	71
Tabla 32. Diagrama analítico del proceso.....	72
Tabla 33. Actividades improductivas de la línea de elaboración de queso fresco Sierra Nevada 700 g.....	75
Tabla 34. Cálculo del número de observaciones - Recepción de materia prima	79
Tabla 35. Número de observaciones por proceso	80
Tabla 36. Factores según del método de Westinghouse - Recepción de materia prima	81
Tabla 37. Índice de desempeño por proceso	82
Tabla 38. Tiempo normal - Recepción de materia prima.....	83
Tabla 39. Tiempo normal - Filtrado.....	84
Tabla 40. Tiempo normal - Estandarización	85
Tabla 41. Tiempo normal - Pasteurización	86
Tabla 42. Tiempo normal - Enfriamiento	87
Tabla 43. Tiempo normal - Adición.....	88
Tabla 44. Tiempo normal - Corte/Agitación.....	89
Tabla 45. Tiempo normal - Desuerado	90
Tabla 46. Tiempo normal - Moldeado	91
Tabla 47. Tiempo normal - Prensado.....	92
Tabla 48. Tiempo normal - Salado.....	93

Tabla 49. Tiempo normal - Secado	94
Tabla 50. Tiempo normal - Empacado.....	95
Tabla 51. Tiempo normal - Almacenado	96
Tabla 52. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Recepción de materia prima	99
Tabla 53. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Filtrado	100
Tabla 54. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Estandarización	101
Tabla 55. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Pasteurización	102
Tabla 56. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Enfriamiento.....	103
Tabla 57. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Adición.....	104
Tabla 58. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Corte/Agitación.....	105
Tabla 59. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Desuerado.....	106
Tabla 60. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Moldeado	107
Tabla 61. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Prensado	108
Tabla 62. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Salado.....	109
Tabla 63. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Secado	110
Tabla 64. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Empacado.....	111
Tabla 65. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Almacenamiento	112
Tabla 66. Resumen tiempo estándar actual del proceso	113
Tabla 67. Capacidad de producción de la línea de elaboración de queso fresco Sierra Nevada 700 g.....	115
Tabla 68. Aplicación de TOC al proceso de salado	117
Tabla 69. Resultados de la experimentación del proceso de salado	118
Tabla 70. Características organolépticas del queso.....	120
Tabla 71. Resultados de la catación de la muestra 1	121
Tabla 72. Resultados de la catación de la muestra 2.....	122
Tabla 73. Insumos para el salado de quesos	123
Tabla 74. Aplicación de TOC al proceso de prensado.....	124

Tabla 75. Proceso de prensado mejorado.....	125
Tabla 76. Resultados de la Teoría de Restricciones.....	126
Tabla 77. Tiempo normal propuesto - Recepción de materia prima.....	128
Tabla 78. Tiempo normal propuesto - Filtrado	129
Tabla 79. Tiempo normal propuesto - Estandarización	130
Tabla 80. Tiempo normal propuesto - Pasteurización	131
Tabla 81. Tiempo normal propuesto - Enfriamiento.....	132
Tabla 82. Tiempo normal propuesto - Adición.....	133
Tabla 83. Tiempo normal propuesto - Corte/Agitación	134
Tabla 84. Tiempo normal propuesto - Desuerado.....	135
Tabla 85. Tiempo normal propuesto - Moldeado.....	136
Tabla 86. Tiempo normal propuesto - Prensado	137
Tabla 87. Tiempo normal propuesto - Salado.....	138
Tabla 88. Tiempo normal propuesto - Secado	139
Tabla 89. Tiempo normal propuesto - Empacado.....	140
Tabla 90. Tiempo normal propuesto - Almacenado.....	141
Tabla 91. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Recepción de materia prima	142
Tabla 92. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Filtrado	143
Tabla 93. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Estandarización	143
Tabla 94. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Pasteurización...	144
Tabla 95. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Enfriamiento.....	144
Tabla 96. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Adición	145
Tabla 97. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Corte/Agitación	145
Tabla 98. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Desuerado.....	146
Tabla 99. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Moldeado.....	146
Tabla 100. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Prensado	147

Tabla 101. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Salado	147
Tabla 102. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Secado	148
Tabla 103. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Empacado	148
Tabla 104. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Almacenamiento	149
Tabla 105. Resumen tiempo estándar propuesto del proceso	149
Tabla 106. Comparación tiempo actual vs propuesto	150
Tabla 107. Capacidad de producción propuesto	152
Tabla 108. Porcentaje de incremento de la capacidad de producción actual vs propuesto	153
Tabla 109. Datos para elaborar el diagrama de precedencia.....	154
Tabla 110. Asignación de tareas en las estaciones de trabajo	156
Tabla 111. Resultados del software POMQM for Windows	158
Tabla 112. Análisis de la capacidad de producción actual.....	161
Tabla 113. Análisis de caudales para la situación actual	161
Tabla 114. Distribuciones con respecto al tiempo para el proceso actual	162
Tabla 115. Análisis de la capacidad de producción propuesta.....	163
Tabla 116. Análisis de caudales para la situación propuesta	164
Tabla 117. Distribuciones con respecto al tiempo para el proceso propuesto	164
Tabla 118. Resultados situación actual vs propuesta	165

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ramas de la ingeniería de métodos	10
Figura 2. Ejemplo de diagrama de recorrido.....	21
Figura 3. Ejemplo de diagrama hombre - máquina.....	21
Figura 4. Formato de cursograma analítico.....	22
Figura 5. Ritmo de trabajo según la escala de valoración británica.....	23
Figura 6. Modelamiento de un sistema de producción	31
Figura 7. Estructura organizacional de la empresa “Poltreg”	46
Figura 8. Gráfico ABC.....	52
Figura 9. Gráfico ABC en función de porcentaje acumulado.....	53
Figura 10. Recepción de materia prima	54
Figura 11. Filtrado.....	54
Figura 12. Estandarización.....	55
Figura 13. Pasteurización	55
Figura 14. Enfriamiento	55
Figura 15. Adición	56
Figura 16. Corte - Agitación	56
Figura 17. Desuerado	57
Figura 18. Moldeado	57
Figura 19. Prensado.....	57
Figura 20. Salado	58
Figura 21. Secado.....	58
Figura 22. Empacado	59
Figura 23. Almacenado	59
Figura 24. Producto terminado.....	59
Figura 25. Cronómetro con vuelta a cero marca Weston.....	77

Figura 26. Resultados del tiempo estándar de la situación actual.....	114
Figura 27. Análisis de las características de la muestra 1	121
Figura 28. Análisis de las características de la muestra 2	122
Figura 29. Comparación tiempo estándar actual vs propuesto	151
Figura 30. Diagrama de precedencia método de trabajo propuesto	155
Figura 31. Diagrama de precedencia y estaciones de trabajo	157
Figura 32. Lógica de simulación para el proceso de elaboración de quesos.....	160
Figura 33. Modelo 3D de las instalaciones de la empresa	160
Figura 34. Resultados de la simulación de la situación actual.....	162
Figura 35. Resultados de la simulación de la situación propuesta.....	164
Figura 36. Producción actual vs propuesta	165

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Layout de la empresa.....	177
Anexo 2. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de queso fresco Sierra Nevada 700 g.....	178
Anexo 3. Diagrama de recorrido.....	179
Anexo 4. Informe de verificación del cronómetro	180
Anexo 5. Informe de verificación del flexómetro.....	181
Anexo 6. Índice de desempeño de cada proceso.....	182

RESUMEN EJECUTIVO

El estudio de tiempos y movimientos representa una herramienta fundamental para el diagnóstico y mejoramiento de los procesos debido a que brinda la posibilidad de determinar los tiempos de procesamiento, estandarizar los procesos y eliminar todas las actividades o tareas improductivas con el fin de reducir los desperdicios tanto de tiempo, así como de dinero, contribuyendo al incremento de la capacidad de producción y de la competitividad dentro del mercado.

El proyecto de investigación tiene como objetivo el desarrollo de una propuesta de mejora para la línea de elaboración de quesos de la empresa de productos lácteos Rengifo Gallo, se realizó un estudio de tiempos y movimientos sobre el producto de mayor demanda, para lo cual se determinó el índice de desempeño, suplementos, y tiempo estándar de cada proceso, permitiendo identificar y eliminar las actividades improductivas y se propuso un nuevo modelo de trabajo mediante la aplicación de Teoría de Restricciones (TOC), para crear estándares que contribuyan a elevar la productividad y eficiencia.

La metodología de TOC permitió aumentar la capacidad de producción del cuello de botella, es decir, el proceso de salado, se empleó un nuevo método de salado combinando la sal en grano y salmuera, lo que aceleró su absorción y por ende se redujo el tiempo; al aplicar la misma metodología sobre el proceso de prensado se pudo aprovechar el tiempo de ocio de los operarios para optimizar el tiempo de dicha actividad mediante la aplicación de presión sobre los quesos.

La eliminación de tareas improductivas, aplicación de TOC y balanceo de líneas representaron un 29.85% de aumento en la producción, es decir, se pasó 67 a 87 lotes de quesos a la semana para cubrir la demanda del mercado de manera satisfactoria. La comprobación y validación de los resultados se desarrolló mediante el Software FlexSim, tanto para la situación actual y propuesta.

Palabras clave: estudio de tiempos, balanceo de líneas, TOC, simulación, FlexSim.

ABSTRACT

The study of times and movements represents a fundamental tool for the diagnosis and improvement of processes because it offers the possibility of determining processing times, standardizing processes and eliminating all unproductive activities or tasks in order to reduce waste of both time and money, contributing to the increase of production capacity and competitiveness in the market.

The objective of the research project is to develop an improvement proposal for the cheese production line of the dairy products company Rengifo Gallo. A study of times and movements was carried out on the most demanded product, for which the performance index, supplements, and standard time of each process were determined, allowing to identify and eliminate unproductive activities and a new work model was proposed through the application of the Theory of Constraints (TOC), to create standards that contribute to increase productivity and efficiency.

The TOC methodology made it possible to increase the production capacity of the bottleneck, that is, the salting process; a new salting method was used combining salt in grain and brine, which accelerated its absorption and thus reduced time; by applying the same methodology to the pressing process, it was possible to take advantage of the operators' leisure time to optimize the time of this activity by applying pressure on the cheeses.

The elimination of unproductive tasks, the application of TOC and line balancing represented a 29.85% increase in production, that is, from 67 to 87 batches of cheese per week to meet market demand in a satisfactory manner. The verification and validation of the results were developed using FlexSim software, both for the current and proposed situation.

Keywords: time study, line balancing, TOC, simulation, FlexSim.

INTRODUCCIÓN

A nivel del mundo y América Latina todas las pequeñas y medianas empresas que realizar estudios de trabajo presentan mayor competitividad, mientras que aquellas que desarrollan sus actividades de manera empírica presentan diversos problemas entorno a la gestión productiva. Obtener una adecuada combinación de los recursos, se traduce en importantes beneficios para la organización debido a que los costos se reducen y la calidad de los productos mejora, en función de esta perspectiva es posible afirmar que la utilización del estudio de trabajo permite que las organizaciones alcancen un mejor nivel de competitividad y productividad [1].

En la actualidad no todas las empresas cuentan con un estudio de tiempos y movimientos debido a que todos sus esfuerzos están direccionados a obtener la mayor cantidad de producción en el menor tiempo, sin considerar los factores como las condiciones de trabajo y recursos, los cuales influyen directamente sobre la productividad [2]. Las técnicas y herramientas de la ingeniería industrial permiten identificar y eliminar tareas innecesarias, estandarizar los procedimientos y reducir el tiempo de procesamiento, generando el mejor desempeño de los trabajadores y evitando que la carga laboral sea excesiva [3].

El estudio de tiempos y movimientos dentro de la industria láctea actualmente ha ganado gran popularidad, principalmente en grandes empresas ecuatorianas como INDULAC, Nestlé y Parmalat, debido a que ha representado una herramienta para alcanzar grandes avances en torno a la productividad y eficiencia, aprovechando los recursos de la organización y reduciendo los desperdicios y pérdidas económicas [4]. Aunque este concepto ha dado buenos resultados en las grandes industrias, para las pequeñas y medianas empresas sigue siendo poco conocido por lo que basan sus actividades en conocimientos empíricos, generando limitaciones en los procesos, subutilización de los recursos, grandes cantidades de desperdicios y bajada utilidad [5].

El presente proyecto de investigación busca el mejoramiento de la productividad de la línea de elaboración de queso fresco Sierra Nevada en la presentación de 700 gr; los principales problemas radican en la presencia de actividades improductivas, tiempos de procesamiento excesivos y estaciones de trabajo desbalanceadas, por lo que se realiza el estudio de tiempos a fin de estandarizar los procesos, debido a lo que desarrolla para este estudio los siguientes capítulos:

Capítulo I:

En este capítulo se desarrolla el marco teórico mediante la investigación bibliográfica de estudios similares para establecer la naturaleza de la investigación, así como también los métodos y herramientas con respecto al estudio de tiempos y movimientos dentro de las empresas de lácteos.

Capítulo II:

Establece los materiales y métodos bajo los cuales se desarrolla la investigación, tanto para la recopilación, así como para el procesamiento de la información, además de la determinación de la población y muestra considerada para el estudio.

Capítulo III:

Comprende el desarrollo del proyecto de investigación; contiene la información general de la empresa, levantamiento de procesos, desarrollo del estudio del tiempos, aplicación de herramientas para mejorar los procesos y validación de los resultados, para lo que se hace uso del software FlexSim para la simulación del proceso.

Capítulo IV:

Contiene las conclusiones y recomendaciones en función de los resultados obtenidos tras el desarrollo del proyecto de investigación.

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

“Mejora de los procesos de producción mediante el estudio de tiempos y movimientos en la empresa de productos lácteos Rengifo Gallo Poltreg”.

1.2 Antecedentes investigativos

El estudio de tiempos y movimientos representa una herramienta eficaz para empresas que buscan incrementar su eficiencia, es así como pequeñas y medianas empresas que utilizando este método logran determinar su grado de competitividad, demostrando también que a nivel de América Latina las empresas que trabajan empíricamente cuentan con multitud de problemas relacionados con la gestión productiva [1].

Una adecuada gestión permite obtener beneficios como la reducción de costos y la mejora de la calidad de los productos, esto gracias a una combinación adecuada de recursos humanos, materiales y financieros [6]; además de la determinación de tiempos estándar para cada actividad que forma parte del proceso [7], mediante la aplicación de diferentes métodos como el estudio y mejora de líneas de ensamble, el cual comprende el análisis de las estaciones de trabajo, trabajador, ciclo de operación, elementos de trabajo y movimientos, todo esto con el fin de maximizar la eficiencia y productividad [1].

La evidencia referente a la aplicación de este método ha hecho que sea adaptado a varios sectores industriales [8], incluyendo al sector dedicado a la generación de energías limpias en donde el estudio inicial demostró que existía un porcentaje de improductividad igual al 84% a causa de los altos tiempos de operación, inspección, transporte, esperas y almacén, tras el estudio de tiempos y movimientos lograron alcanzar una mejora considerable de los procesos y mejor gestión de los recursos [7].

De manera similar es importante destacar la importancia del estudio de tiempos y movimientos en procesos relacionados a la comercialización, pues la aplicación de las diferentes etapas del estudio contribuye a la reducción de la ineficiencia y logrando obtener procesos eficientes y perspectivas de mejora [9]; de esta manera se hace evidente la fiabilidad de la aplicación de este tipo de estudios a empresas dedicadas a la fabricación de productos o a la prestación de servicios [8].

La industria láctea, sin duda representa uno de los sectores más importantes de la economía a nivel nacional y mundial, alrededor de 150 millones de hogares por todo el mundo se dedican a la producción de leche [10]; dicha materia es empleada en la manufacturación de productos derivados como yogurt, mantequilla y principalmente queso, estos productos deben contar con características adecuadas para el consumo, para lo cual es necesario la implementación de procedimientos y normas que garanticen la calidad del producto [11]; es así como el estudio de tiempos y movimientos contribuye al cumplimiento de dichos objetivos mediante la utilización de herramientas como diagramas de proceso, recorrido y analítico, a fin de determinar las causas que generan las demoras en la producción y permitir que la industria a nivel nacional pueda mejorar sus procesos [12].

La industria láctea ecuatoriana cuenta con una capacidad de procesamiento de 504 millones de litros anuales [13], dicha capacidad se encuentra distribuida y posiciona a la empresa INDULAC en primer lugar con el 13,10%, seguido de Nestlé con el 12,10%, pasteurizadora Quito con el 10,91%, INDULAC Guayaquil con el 8,53% y finalmente Parmalat y la Avelina con 7,34%, constituyendo aproximadamente el 59% de la capacidad mencionada [12]; estas empresas se han visto en la necesidad de aplicar mejoras en los procesos de producción, optimizando las condiciones en las que se desarrolla las actividades, a fin de elevar su productividad y competitividad [1].

El proceso de optimización implica la utilización de técnicas para medir el grado de eficiencia, además contribuye a la identificación de problemas, facilitando la toma de decisiones en cuanto a la eliminación o reducción de movimientos no efectivos y

acelerar los efectivos, disminuyendo la cantidad de tiempo empleado en la realización de una actividad, es así como estas empresas han demostrado que la aplicación apropiada del estudio de trabajo posibilita el aumento de la eficiencia de los procesos [14].

El estudio de tiempos y movimientos permite incluir el análisis de las capacidades productivas del trabajador durante un periodo de tiempo establecido, incluyendo recursos técnicos y las características del entorno de trabajo [15]; dicho proceso se lleva a cabo mediante el estudio de los datos obtenidos del proceso, con la finalidad de determinar el tiempo requerido para la ejecución de una tarea, aplicando un método establecido, todo esto con la finalidad de crear medidas de rendimiento dentro del desarrollo de una tarea [16]; es así como el estudio de tiempos y movimientos constituye una herramienta fundamental para la reducción o eliminación de movimientos ineficientes o para lograr la optimización o aceleración de los mismos, estas acciones se convierten en beneficios que pueden ser aprovechados por las empresas y operadores [15], algunos de estos beneficios permiten proporcionar mayor confiabilidad y calidad a los productos, así contribuye a la conservación de recursos y reducción de costos [8].

La aplicación de herramientas como flujogramas y cursogramas analíticos del proceso en industrias del sector lácteo de la ciudad de Salcedo, ha permitido identificar las principales causas de retraso, las cuales radican en el proceso de determinación de grasa y el almacenamiento de leche pasteurizada, los mismos que posterior a la aplicación del estudio se logró la reducción del tiempo empleado en la ejecución de estas actividades contribuyendo con el 19.26% y 13.35% de mejora respectivamente y así mismo del proceso global, logró una mejora del 4.50% [4]; otro estudio realizado en la ciudad de Riobamba determinó que las causas del bajo rendimiento y productividad eran provocadas por el espacio limitado de las instalaciones, ocasionando problemas relacionados a la movilidad de las personas, haciendo que se emplee más tiempo del necesario para la ejecución de sus actividades, es así como con la aplicación de métodos y herramientas del estudio del trabajo se realizó la redistribución de planta, mejorando el aprovechamiento de las

instalaciones de un 37% a un 96%, elevando significativamente el tiempo y los índices de producción [17].

1.2.1 Contextualización del problema

Alrededor del mundo aproximadamente 150 millones de hogares se dedican a la producción de leche, la mayor cantidad de productores se encuentran en países en desarrollo y es producida por pequeños agricultores que la utilizan como medio de vida, debido a las condiciones de producción los procesos son artesanales y no cuentan con las normas mínimas de estandarización [10]; la industria de lácteos en Estados Unidos se ha convertido en la principal a nivel mundial superando a Europa, un ejemplo de ello es U.S. Dairy que no vende los productos pero genera las oportunidades para la exportación a otros mercados del mundo [18], aunque en sus inicios no se contaba con procesos adecuados de producción, en los últimos 10 años la utilización de procesos de mejora han permitido un incremento del 13.7% en la capacidad de producción [19].

En el continente americano existe tres zonas en las que se desarrolla la producción de lácteos, América del norte se posiciona en primer lugar en cuanto a la producción y exportación de derivados seguido de América del sur y finalmente América central que ha tenido un avance significativo en los últimos años [20], el posicionamiento de sector lácteo en América del norte se ha logrado gracias a la implementación de procesos eficientes basados en principios del estudio de trabajo y a la generación de tecnologías que facilitan el aprovechamiento de los recursos [21], por otro lado para el caso de América central y América del sur la implementación de nuevas tecnologías es limitado y costoso, pero a pesar de estas barreras industrias como Colanta, Alpina y Nestlé han logrado un lugar importante dentro del mercado, todo gracias a la gestión de sus procesos para lograr productos de calidad [22].

A nivel de Latinoamérica, la existencia de pequeñas y grandes industrias del sector lácteo que buscan el desarrollo y optimización de sus procesos con la finalidad de alcanzar estándares similares a los aplicados a nivel mundial, se ha visto limitada antiguamente, pero en la actualidad se facilita gracias a los avances tecnológicos y a

la llegada de la industria 4.0, permitiendo alcanzar procesos productivos con mayor eficiencia, basados en lineamientos de calidad, técnicas de mejora y utilización de estudio de métodos de trabajo [23]; la industria láctea a nivel de América latina presenta características heterogéneas, principalmente con respeto al tamaño de la empresa, en base a estas características se ha determinado 20 organizaciones con gran relevancia, destacando la empresa mexicana de lácteos “LALA”, ya que representa un ejemplo a seguir en cuanto a la optimización de procesos y la capacidad de producción, la cual es igual a 1 700 millones de litros al año, superando a las demás [24], por otro lado también se evidencia el crecimiento de la empresa brasileña Nestlé y recientemente Argentina y Uruguay con Conaprole y La Serenísima respectivamente, gracias a la utilización de estas herramientas de optimización [25].

En el Ecuador, el estudio de tiempos y movimientos es un método muy utilizado, principalmente en empresas en las cuales la mayoría de sus operaciones son realizadas de forma manual, la aplicación de este tipo de métodos complementados con herramientas de la Ingeniería Industrial han permitido que muchas empresas del país analicen y corrijan los tiempos y movimientos que los operarios emplean en su jornada de trabajo, lo que evita que existan tiempos elevados de operación y se vea afectada la eficiencia de las líneas de producción [26]. El grado de satisfacción alcanzado por grandes empresas manufactureras es significativo, por lo que, empresas pequeñas y negocios adaptan este tipo de métodos con la finalidad de alcanzar mejoras importantes en sus procesos mediante la optimización de recursos, logrando una mayor acogida de sus productos, además de ganar un grado mayor de competitividad en el mercado [27].

En la provincia de Cotopaxi, la aplicación de estos principios direccionados a la mejora de la productividad es ampliamente aplicados en diferentes campos industriales que van desde las grandes empresas productoras de acero hasta pequeños negocios dedicados a la elaboración de productos lácteos, en los cuales se ha detectado demoras en la entrega de sus productos, generados por la deficiencia en la organización de sus áreas de trabajo y tiempo desperdiciado en las líneas de producción. Cada una de las deficiencias identificadas han podido ser subsanadas

gracias a la aplicación adecuada de flujogramas de procesos, diagramas analíticos, diagramas sinópticos, diagramas de recorrido, permitiendo que se obtenga información de manera secuencial y sistemática para el cálculo de la capacidad de producción, facilitando la tarea de controlar y estandarizar cada uno de los parámetros inmersos a la realidad de cada organización [28], [29], [30].

La ciudad de Latacunga presenta un gran crecimiento industrial debido a la presencia de grandes y pequeñas empresas dedicadas a la elaboración y comercio de productos lácteos, muchas de estas empresas cuentan con procesos artesanales e instalaciones que provocan un bajo rendimiento, creando la necesidad de aplicar métodos y estrategias como una manera de proponer modificaciones en los procesos, con la finalidad de ofrecer un espacio adecuado de trabajo, además que facilita la eliminación de movimientos innecesarios contribuyendo a establecer una secuencia organizada de pasos que minimizan la utilización de tiempo y movimientos empleados en la realización de las actividades laborales. Por otro lado, la introducción de métodos que contribuyen al desarrollo empresarial hace posible alcanzar los objetivos de la organización, permitiendo realizar una mejora continua y aprovechamiento de los recursos de la organización, reduciendo los desperdicios al máximo y haciendo posible alcanzar mayor eficiencia y productividad para cubrir la demanda del mercado [31], [32].

Poltreg es una empresa que enmarca sus operaciones en el ámbito nacional, con proyecciones de crecimiento, buscando abarcar una mayor cantidad de mercado local, el incremento de empresas competidoras motiva a que esta empresa busque su permanencia en el mercado mediante la optimización de sus procesos productivos contribuyendo a que sea más competitiva, generando la necesidad de realizar un estudio de tiempos y movimientos con la finalidad de reducir la subutilización de recursos, minimizar los tiempos improductivos y elevar la productividad.

La empresa desde sus inicios se ha desempeñado de manera artesanal, es decir que ninguna de las áreas de trabajo se encuentra distribuidas de manera adecuada, además utiliza un tipo de producción por lotes, generando un impacto significativo

en la productividad debido a existencia de tiempos muertos y demoras en la producción a consecuencia de la falta de estandarización de los procesos y a la existencia de únicamente dos líneas de producción pero una amplia variedad de presentaciones del producto por lo que es necesario que se culmine con una de ellas antes de pasar a la siguiente.

Con lo antes mencionado, se hace evidente la necesidad del estudio de tiempos y movimientos, a fin de recolectar información referente a los tiempos empleados en la elaboración de quesos, proporcionar el punto de partida para determinar la capacidad real de producción, identificar los puestos que cuentan con mayor carga de trabajo y conocer las causas que provocan los retrasos en la producción, todo esto con el objetivo de obtener el aprovechamiento adecuado de recurso humano y materia prima, logrando mitigar las pérdidas económicas elevadas que limitan las posibilidades de crecimiento y expansión de la empresa.

1.2.2 Fundamentación teórica

Ingeniería de métodos

La ingeniería de métodos permite el estudio de métodos, materiales, equipos y herramientas que intervienen en el proceso productivo, con el objetivo de:

- Determinar el mejor método de ejecución de las tareas.
- Normalizar la utilización del método, equipos, materiales y herramientas.
- Establecer el tiempo necesario para la ejecución de tareas.
- Capacitar a los operarios para el desarrollo del método más adecuado [33].

Las ramas de la ingeniería de métodos pueden ser aprovechadas para mejorar la línea de producción de una organización, el proceso se detalla en la figura 1.



Figura 1. Ramas de la ingeniería de métodos

Estudio de movimientos

El estudio de movimientos permite reducir o eliminar los movimientos poco eficientes y lograr una mejora significativa en los eficientes, en este estudio destacan principalmente dos formas: el estudio visual de los movimientos es mayormente usado debido a su simplicidad y bajo costo y por otro lado el estudio de micro movimientos es aplicable cuando las tareas analizadas son de duración y repetición elevada.

Técnicas de estudio

Se pueden definir diferentes técnicas para el estudio de movimiento en el trabajo entre las principales son las siguientes:

- **Técnicas cinematográficas o de micro movimientos:** es una técnica empleada en el análisis de los centros de trabajo y permite el estudio minucioso de los movimientos utilizando videgrabaciones, las cuales pueden ser estudiadas de manera independiente o conjunta [34].
- **Técnica de proyección lenta cinematográfica para movimientos:** esta técnica consiste en la proyección de videgrabaciones a una velocidad menor a la normal con la finalidad de permitir la observación de detalles que no son previsible a simple vista [35].
- **Técnicas de análisis ciclográfico:** técnica desarrollada por Gilbreth que se basa en la colocación de una lámpara eléctrica en la parte del cuerpo que se

va a estudiar, permitiendo generar fotografías de la trayectoria de los movimientos realizados para su posterior análisis [36].

- **Técnica de análisis cronociclo gráfico:** al igual que el análisis ciclográfico permite el estudio de los movimientos realizados por el trabajador, la diferencia radica en que se realiza una interrupción del circuito eléctrico de manera periódica, generando un registro de pequeños trazos que permiten el cálculo de la velocidad, aceleración y desaceleración [36].
- **Observación directa:** es empleada en la recolección de información y consiste en la observación de un objeto o una situación en particular sin la necesidad de cambiar las condiciones que lo rodean [37].

Movimientos fundamentales

De acuerdo con Gilbreth definió los movimientos fundamentales en una serie de 17 divisiones básicas como lo son alcanzar, mover, sujetar o tomar, liberar, presionar, utilizar, ensamblar, desensamblar, buscar, seleccionar, posicionar, inspeccionar, planear retraso inevitable, retaso evitable, descanso para contrarrestar la fatiga y parar.

Economía de movimientos

La economía de movimientos se basa en una división básica de estos, los cuales fueron desarrollados por Gilbreth y establecidos como principios. Este concepto permite que el analista de tiempos y movimientos tenga la capacidad de cubrir rápidamente ineficiencia en los métodos utilizados, pero su perspectiva abarca un campo mayor dentro de la división básica del trabajo, es importante resaltar que no todos los principios pueden ser aplicados a todo trabajo debido a que en ciertos casos es necesario el análisis de micro movimientos [38].

Principios de la economía de movimientos

Se clasifican en tres grupos:

- Utilización del cuerpo
- Distribución de las instalaciones
- Modelos de las máquinas y herramientas

A. Utilización del Cuerpo: se debe considerar que las dos manos deben empezar y terminar simultáneamente las operaciones, no deben estar inactivas al mismo, excepto en el periodo de descanso; deben describir movimientos simétricos y simultáneos al alejarse o acercarse al cuerpo; son preferibles los movimientos en línea recta que aquellos que involucren cambios repentinos de dirección; utilizar el menos número de therblings en los movimientos realizados por los dedos de la mano, muñeca, antebrazo, brazo y todo el cuerpo; en la medida de lo posible, realizar de maneja simultanea los movimientos con las manos y pies; el operador debe estar sentado si va accionar pedales; si los movimientos involucran acciones de torción los codos estarán flexionados [28].

B. Distribución de las instalaciones: es importante contar con lugares específicos para las herramientas y materiales, con la finalidad de reducir o eliminar los therblings buscar y seleccionar; emplearse depósitos con alimentación por medio de gravedad y entrega por caída o deslizamiento para limitar los therblings alcanzar y mover; si es posibles, contar con expulsores para retirar de manera automática el producto terminado; tanto materiales como herramientas deben ser ubicados dentro del perímetro normal de trabajo dentro del plano horizontal y vertical; el operario debe contar con un asiento apropiado para contribuir al desarrollo eficiente de su trabajo; las condiciones de alumbrado, ventilación y temperatura deben ser adecuados; se debe contar con requisitos adecuados de visibilidad en las estaciones de trabajo; establecer un ritmo de trabajo adecuado para que se describa un ritmo fácil y natural [16].

C. Modelos de las máquinas y herramientas: en la medida de lo posible, realizar las operaciones múltiples con el uso de equipos y herramientas; todos los elementos de control deben ser de fácil acceso al operador y deben permitir el aprovechamiento de la ventaja mecánica; utilizar dispositivos de sujeción para sostener las piezas de trabajo; si se dispone de herramientas mecanizadas o semiautomáticas debe utilizarse [28].

Importancia del estudio de movimientos

El estudio de los movimientos busca economizar o reducir las acciones realizadas para una determinada actividad en una estación de trabajo, con la finalidad de lograr que sean más cómodas y permita una mejor eficiencia en la operación, además de ser ergonómicas para un adecuado método de trabajo [39].

Resultados del estudio de movimientos

Con el estudio de movimientos se logra la eliminación o mejoramiento de los elementos innecesarios que pueden generar un efecto negativo sobre la productividad, seguridad y calidad de la producción, permitiendo obtener como resultado procesos más eficientes y espacios de trabajo que se acoplan a las necesidades del operario con la finalidad de reducir los movimientos poco eficientes y por ende su desgaste y fatiga [7].

Prácticas comunes para la optimización de movimientos

De acuerdo con la Oficina Internacional del Trabajo, existe diversas prácticas para la optimización de movimientos de los cuales recomienda los siguientes:

- Si el trabajo de las manos es similar, se debe proporcionar material o piezas para cada mano.
- Siempre que sea posible, el material estará colocado en un lugar adecuado que facilite la selección con la vista por parte del operador.

- Para el diseño del puesto de trabajo es conveniente aplicar normas de ergonomía.
- Se debería idear mecanismos que faciliten la colocación y manipulación del material [40].

Estudio de tiempos

El Estudio de Tiempos es una técnica que permite realizar la medición del trabajo, en donde se registran los tiempos y ritmos de trabajo de una tarea determinada bajo condiciones específicas y que permite el análisis de tiempo empleado basado en normas previamente establecidas.

Objetivos del estudio de tiempos

- Reducir el tiempo empleado en la realización de una actividad.
- Optimizar los recursos y minimizar los costos.
- Elaborar productos de alta calidad y confiabilidad [41].

Técnicas de los estándares de tiempo

Existen cinco técnicas que permiten el estudio de los estándares de tiempo:

- a) Sistemas de estándares de tiempos predeterminados.
- b) Estudio de tiempos con cronómetro.
- c) Muestreo de trabajo.
- d) Datos estándares.
- e) Estándares de tiempos de opinión experta y de datos históricos [42].

Métodos para el estudio de tiempos

- **Método de regreso a cero.** Permite registrar directamente el tiempo observado en la hoja de registro, no existe la necesidad de contar con un tiempo inicial para realizar las restas sucesivas, además se puede registrar de

inmediato los elementos que el operario realiza en desorden sin una anotación especial, este método tiene ventajas como desventajas, debido a lo cual es aplicado de manera satisfactoria a estudios de ciclo corto.

- **Método continuo.** Permite registrar de manera continua todo el periodo de observación, esto hace posible registrar todos los retrasos y elementos extraños dentro del estudio, una vez completado las observaciones se puede calcular los elementos individuales con una serie de restas y permite obtener un trabajo mucho más efectivo [31].

Determinación del número de observaciones

La determinación del tamaño de la muestra o también conocido como cálculo del número de observaciones, es fundamental para la etapa de cronometraje debido a que este proceso permite establecer y garantizar el nivel de confianza del estudio de tiempos. Dicho proceso hace posible determinar el promedio representativo para cada elemento.

Existen algunos métodos que permiten determinar el número de observaciones requeridas para el estudio, de entre los cuales se destaca el método estadístico debido a su fácil aplicación y confiabilidad en los resultados.

El método estadístico se basa en la realización de un cierto número de observaciones preliminares (por lo general 5), las cuales son empleadas para el desarrollo siguiente fórmula:

$$\mathbf{n} = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad (1)$$

Donde:

n = tamaño de la muestra (número de observaciones)

n' = número de observaciones preliminares

Σ = suma de valores

x = valor de las observaciones

40 = constante para un 95,45% de nivel de confianza

El valor de la constante puede variar conforme a los requerimientos del estudio, considerando el nivel de confianza y el margen de error, los cuales se detallan en la tabla 1.

Tabla 1. Parámetros empleados en el método estadístico [43].

Nivel de confianza	Margen de error	Valor de A (constante)
99,7%	±10%	30
95%	±5%	40
95%	±2%	100
99%	±5%	60
99%	±2%	150

Requerimientos del estudio de tiempos

Para iniciar el estudio se debe considera aspectos como:

- Centrar el estudio en un operario que domine la técnica que utiliza para realizar su labor.
- El operario debe tener conocimiento que va a ser evaluado.
- El evaluador debe contar con los conocimientos y herramientas necesarias para realizar la actividad.
- El evaluador debe tener cuidado de no ejercer presiones sobre el operario.

- Se debe contar con medios electrónicos como filmadora o grabadora para registrar la actividad [44].

Para realizar un estudio del tiempo, se debe:

- 1) Dividir el trabajo en elementos.
- 2) Desarrollar un método para cada elemento.
- 3) Seleccionar y capacitar a los trabajadores.
- 4) Establecer el estándar.

Equipos para el estudio de tiempos

- Cronómetro.
- Formato para el estudio de tiempos.
- Calculadora o computador personal.
- Equipo de grabación o filmadora.

Etapas del estudio de tiempos

- 1) Obtener la información necesaria sobre la tarea que realiza el operario y de las condiciones que pueden influir en el trabajo.
- 2) Describir de manera completa el método utilizado descomponiendo la operación en elementos.
- 3) Verificar que la utilización de los mejores métodos de trabajo.
- 4) Utilizar un instrumento adecuado para registrar el tiempo utilizado por el operario para realizar su labor.
- 5) Determinar la velocidad de trabajo del operario en comparación con el tiempo y ritmo normal.
- 6) Transformar los tiempos medidos en tiempos normales o básicos.
- 7) Determinar los suplementos por descanso que serán añadidos al tiempo normal o básico.
- 8) Determinar el tiempo estándar de la operación [28].

Cada una de las etapas del estudio de tiempos desempeñan un papel fundamental dentro del desarrollo del trabajo, debido a lo cual se debe realizar de manera adecuada y cumpliendo paso a paso de manera correcta, esto hará que se obtenga resultados reales y permitan tener una base sólida de datos para futuros estudios.

Elementos del estudio de tiempos

Elección del operario

El estudio de tiempos debe partir del acuerdo realizado con el supervisor de línea o del departamento, una vez realizado este acuerdo se debe asegurar que todo está listo para iniciar con el estudio.

Registro de información significativa

En el registro debe contener las condiciones de trabajo, materiales, operaciones, nombre, número de operarios, máquinas y herramientas además del departamento en donde se realizó el estudio, fecha, y nombre del observador.

Posición del observador

El observador debe mantenerse de pie mientras realiza la actividad, además debe mantener una distancia adecuada del operario para no interferir con su trabajo. El observador debe mantener la concentración y seguir con atención la actividad del operario, evitando cualquier tipo de interrupción con el trabajo.

División de la operación en elementos

Para obtener resultados más exactos en la toma de tiempos es necesario dividir la operación en grupos más pequeños conocidos como elementos, cada uno de ellos deben ser los adecuados para que dichos tiempos no interfieran y provoquen errores en las mediciones.

Cálculos del estudio

Con los tiempos registrados se procede a realizar los cálculos que permitan establecer el tiempo correcto para la actividad, el resultado de ellos debe tener una cierta cercanía lo que comprueba que dichos resultados son coherentes y que el estudio fue realizado correctamente [26].

Diagrama de procesos

Consiste en una representación gráfica de los diferentes pasos que son realizados en una determinada actividad, mediante la utilización de símbolos que contienen la información necesaria para el análisis, tales como distancia de recorrido, cantidad y tiempo requerido, cada uno de estos símbolos se clasifican de la siguiente manera.

Tabla 2. Acciones que tiene lugar en un determinado proceso [45].





Actividad	Definición	Símbolo
Operación	Representa la modificación de las características de un objeto, mediante la agregación o preparación para otra operación como transporte, inspección o almacenaje.	
Transporte	Representa el movimiento de un objeto de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.	
Inspección	Representa la observación, identificación, comprobación y verificación de la calidad o cantidad de un objeto.	
Demora	Representa la interrupción o retraso en el flujo del objeto hacia un paso planeado.	

Tabla 2. Acciones que tiene lugar en un determinado proceso (continuación)



Actividad	Definición	Símbolo
Almacenaje	Representa la retención y protección contra movimientos o usos no autorizados.	
Actividad Combinada	Representa una actividad conjunta realizada por un mismo operario en un mismo punto de trabajo.	

Diagrama de proceso de flujo

Consiste en una representación gráfica secuencial de todas las operaciones que ocurren en un proceso mediante la utilización de símbolos y que ayuda a conocer la secuencia de un producto, operario, pieza, etc.

Tabla 3. Simbología empleada [45].






Actividad	Símbolo	Resultado predominante
Operación		Se produce o realiza algo
Transporte		Se cambia de lugar o se mueve un objeto
Inspección		Se verifica la calidad o cantidad de un producto
Demora		Se interfiere o realiza el paso siguiente
Almacenaje		Se guarda o se protege el producto o los materiales

Diagrama de recorrido

Diagrama utilizado como complemento ya que permite el análisis del proceso, se debe realizar en base a los planos de la fábrica para obtener información adicional para desarrollar un nuevo método, además facilita la identificación de la existencia de suficiente espacio, distancias de transporte, áreas de almacenaje y estaciones de inspección.

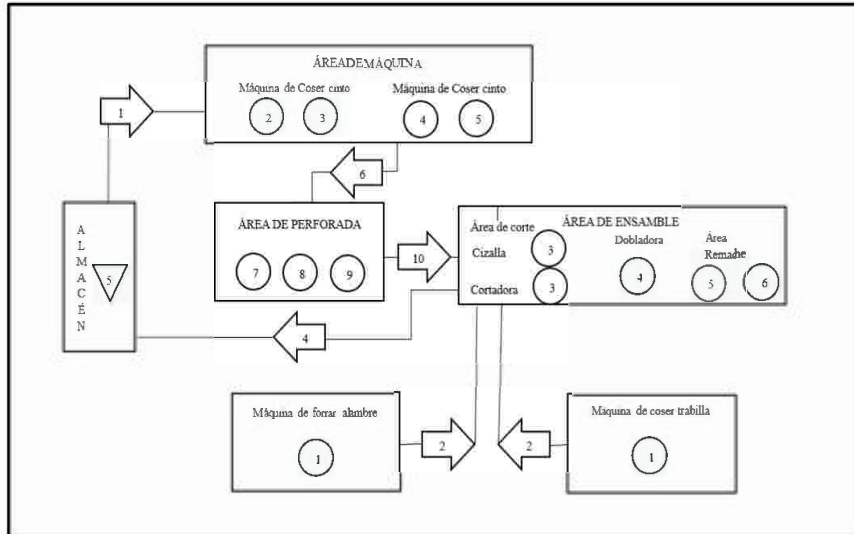


Figura 2. Ejemplo de diagrama de recorrido [46].

Diagramas de proceso hombre - máquina

Es usado para el mejoramiento de una estación de trabajo y a su vez permite determinar los componentes que intervienen en una operación y la interacción entre hombre y máquina, permite conocer el tiempo empleado y determinar la eficiencia de los hombres y de las máquinas con la finalidad de aprovecharlos al máximo [47].

	Hombre		Máquina	
0.0				
0.5	Preparación	0.5	Ocio necesario	0.5
1.0				
1.5				
2.0	Ocio innecesario	3.0	Trabajo	3.0
2.5				
3.0				
3.5				
4.0	Descarga	0.5	Ocio necesario	0.5
Resumen	Tiempo del ciclo	Tiempo de Acción	Tiempo de Ocio	Porcentaje de Utilización
Hombre	4.0	1.0	3.0	25%
Máquina	4.0	3.0	1.0	75%

Figura 3. Ejemplo de diagrama hombre - máquina [48].

Cursograma analítico

Esta herramienta hace posible determinar el curso de una persona, material o equipo dentro de las estaciones de trabajo, mediante la utilización de símbolos.

Formato cursograma analítico							
Diagrama Num:	Hoja Num:	de	Resumen				
Objeto:			Actividad	Actual	Propuesta	Economía	
Actividad:			Operación				
Método: Actual/Propuesto			Transporte				
Lugar:			Espera				
Operario(s):			Inspección				
Ficha núm:			Almacenamiento				
Compuesto por:			Distancia (m)				
Aprobado por:			Tiempo (min-hombre)				
Fecha:			Costo				
Fecha:			- Mano de obra				
			- Material				
			Total				
Descripción			Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo	Observaciones
						○ □ ▢ ▽	

Figura 4. Formato de cursograma analítico [49].

Tipos de cursogramas analíticos

- **Cursograma de operario:** registra todas las actividades que realiza el operario.
- **Cursograma de material:** registra las actividad y recorrido que realiza la materia prima.
- **Cursograma de equipo:** registra el trabajo realizado desde la perspectiva del equipo.

Valoración del ritmo de trabajo

La valoración del trabajo permite establecer la cantidad de tiempo que el operario emplea para realizar sus actividades en base a su idea propia de la velocidad normal, de esta manera es posible determinar una planeación y control de los sistemas de producción sobre una base mucho más realista [41].

Por otro lado, la valoración del trabajo hace posible que se determine si los operarios están calificados para realizar sus actividades, además de permitir establecer el ritmo de trabajo basado en los diferentes factores que pueden interferir en el desempeño normal del trabajo. Muchos de estos factores son importantes y se deben establecer una valoración adecuada con la finalidad de obtener una mayor fiabilidad de los datos y cálculos realizados [50].

Existen diferentes factores que influyen en el ritmo de trabajo como:

- Eficiencia en los equipos.
- Variaciones de la calidad de la materia prima.
- Cambios en el clima.
- Cambios en el estado de ánimo.

Cada una de estas variaciones necesita de una escala de comparación que haga posible una comprobación acertada del ritmo de trabajo, para lo cual se emplea la escala de valoración británica establecida en la siguiente figura.

Escala	Descripción del desempeño	Velocidad de marcha (km/h)
0	Actividad nula.	
50	Muy lento, movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo.	3.2
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan.	4.8
100 (Ritmo tipo)	Activo, capaz, como de obrero calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.	6.4
125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio.	8.0
150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo inmenso sin probabilidad de durar por largos periodos; actuación de virtuoso, sólo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.	9.6

Figura 5. Ritmo de trabajo según la escala de valoración británica [40].

Índice de desempeño según el método de Westinghouse

Es el método más utilizado por los analistas para el estudio de tiempos, debido a que permite valorar la actuación del operario en función de cuatro factores clave: Habilidad, Esfuerzo, Condición y Consistencia, los valores para la calificación se presenta en la tabla 4.

Tabla 4. Índice de desempeño método de Westinghouse [51].

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	Excelente	+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

Tiempo Normal

Es el tiempo que requiere un operario calificado para realizar una actividad, a un ritmo normal y que sirve para completar un elementos, ciclo u operación.

$$TN = TPO * ID \quad (2)$$

Donde:

TN = Tiempo normal

TPO = Tiempo promedio observado

ID = Calificación del desempeño del operario expresado como porcentaje

Suplementos

Valor o porcentaje de tiempo que se aumenta al tiempo normal para la justificación a los requerimientos de normas generales que requieren un determinado tiempo de desempeño y que se mide de manera indirecta para cada elemento [29].

Cálculo de los suplementos

Para el cálculo de suplementos, se debe considerar las cantidades básicas constantes y variables, en las cuales se toma en cuenta la fatiga generada en el operador basado en las actividades que realiza. En la parte constante se establece valores iguales a 4% tanto para hombres como para mujeres para el caso de fatiga y para las necesidades personales se da un valor de 5% para hombres y de 7% para mujeres, para el caso de suplementos variables se considera diferentes variables que pueden generar mayor o menor fatiga para los trabajadores y a través del análisis se fija un valor previamente establecido en la tabla que se muestra a continuación. Los suplementos permiten considerar de una manera más realista las necesidades extras de tiempo que los trabajadores emplean en la realización de sus actividades y el cansancio que genera, debido a lo que se emplea este concepto para obtener una holgura para su descanso y retomar sus labores [48].

Tabla 5. Tolerancias o suplementos según la OIT [40].

Suplementos constantes					
				H	M
A. Suplementos por necesidades personales				5	7
B. Suplementos base por fatiga				4	4
Suplementos variables					
		H	M		
A. Suplemento por trabajar de pie		2	4	F. Concentración intensa	
B. Suplemento por postura normal			Trabajo de cierta precisión	0	0
Ligeramente incomodo	0	1	Trabajos precisos o fatigosos	2	2
Incómodo (inclinado)	2	3	Trabajos de gran precisión	5	5
Muy incómodo (echado, tirado)	7	7	G. Ruido		
C. Uso de fuerza/ energía muscular (kg)			Continuo	0	0
(levantar, tirar, empujar)			Intermitente y fuerte	2	2
2.5	0	1	Intermitente y muy fuerte	5	5
5	1	2	Estridente y fuerte	7	7
10	3	4	H. Tensión mental		
25	9	20	Proceso bastante complejo	1	1
35.5	22	...	Proceso complejo dividida entre muchos objetos	4	4
D. Mala iluminación			Muy complejo	8	8
Ligeramente por debajo	0	0	I. Monotonía		
Bastante por debajo	2	2	Trabajo algo monótono	0	0
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo bastante monótono	1	1
E. Condiciones atmosféricas			Trabajo muy monótono	4	4
Índice de enfriamiento Kata			J. Tedio		
16	0		Trabajo algo aburrido	0	0
8	10		Trabajo bastante aburrido	2	1
4	45		Trabajo muy aburrido	5	2
2	100				

Tiempo estándar

Se define como el tiempo necesario para elaborar una unidad, y para lo cual como se determina en la aplicación apropiada de la técnica de medición del trabajo debe ser efectuada por personal capacitado y se debe considerar tolerancias para el tiempo normal.

$$TS = \frac{TN}{\left(1 - \frac{\sum \text{Suplemento}}{100}\right)} \quad (3)$$

Donde:

TS= Tiempo estándar

TN= Tiempo normal

\sum Suplementos = % adicional o suplementos

La ecuación descrita anteriormente es empleada cuando los suplementos son aplicados al periodo completo de la labor [52].

Capacidad de producción instalada

La capacidad de producción es determinada por lo general en días o semana de trabajo y permite conocer el máximo rendimiento que puede obtener una empresa.

El cálculo de la capacidad instalada siempre ha presentado a gran desafío para las personas encargadas del sistema de producción ya que dicho cálculo establece la cantidad de producto elaborado en una jornada laboral de 8 horas.

$$Cpi = \left(\frac{1}{TS}\right) * 480 \quad (4)$$

Donde:

Cpi = capacidad de producción instalada

TS = tiempo estándar

Mejora de los procesos productivos

Es el análisis del proceso actual con el fin de detectar las actividades que pueden ser mejoradas, estas actividades representan un obstáculo para la organización y limitan

el cumplimiento de sus metas y objetivos, pero al ser solucionadas permite establecer un flujo de trabajo adecuado, controles e integración de otros procesos para la generación de valor en el producto que se entrega al cliente.

La mejora de los procesos no tiene como objetivo el desarrollo de diagramas complejos, desarrollo de nuevos sistemas y mucho menos la sustitución de los recursos humanos por automatización, más bien la mejora busca procesos adecuados y capaces de responder a las necesidades de los consumidores, para ellos es necesario el análisis de los procesos mediante el mapeo para identificar las causas de los problemas y corregirlos mediante el modelado, generando una base para el proceso de mejora continua empleando herramientas de la ingeniería industrial como el estudio de tiempos y movimientos [53].

Optimización de tareas del personal operativo

También conocido como optimización de la fuerza de trabajo, es una agrupación de estrategias empresariales direccionadas al mejoramiento de la eficiencia operativa y de los empleados, pero también puede incluir la satisfacción del cliente, servicios, programación, costos operativos y otros procesos fundamentales., cuando se optimiza la fuerza de trabajo es posible tener el máximo beneficio por parte de los empleados y sistemas.

Las organizaciones utilizan soluciones de optimización que implican modelos de previsión, recopilación de información en tiempo real, automatización de procesos y optimización de operaciones, cuando las empresas automatizan las tareas repetitivas posibilitan la eliminación de errores humanos, mejora el uso compartido de datos y facilita la toma de decisiones. Una adecuada optimización de las tareas del personal operativo permite obtener beneficios como el mejoramiento en la satisfacción del cliente, minimización de los riesgos, reducción de los costos laborales y el aumento de la productividad y eficiencia [54].

Mejora

El termino mejora se define como el proceso empleado que permite refinar o perfeccionar el aspecto externo de algo con el fin de lograr que algo que se encuentra en un estado regular o bueno sea mejor en base a las exigencias, haciendo posible que sea efectivo, eficiente y adaptable a las necesidades existentes.

El desarrollo permanente de la tecnología hace que muchos de los antiguos sistemas sean obsoletos actualmente, lo que conlleva a que las organizaciones e industrias tengan la necesidad de mejorar los procesos y líneas de producción con la finalidad de proporcionar mayores beneficios para la organización y para los consumidores, tomando como aliado a las herramientas de la ingeniería industrial, así es el caso del estudio de tiempos y movimientos que es utilizado como medio de mejora de las actividades de la industria láctea [55].

Simulación de procesos

Una simulación es una representación gráfica de un proceso, sistema de producción o en su defecto un sistema real en el transcurso del tiempo, el cual puede ser diseñado de manera manual o por medio de una computadora, esta simulación permite obtener información para determinar las características operativas y funcionales de un sistema real.

El desarrollo de una simulación parte de un modelo, dichos modelo es empleado como medio de estudio y comprobación del posible comportamiento del sistema real, debido a que los sistemas están compuestos por un conjunto de elementos complejos el proceso de análisis involucra mayor dificultad, por lo que los modelos de simulación representan una respuesta efectiva para los análisis y evaluaciones analíticas que se requieren aplicar [56].

Software FlexSim

Aunque existen diferentes software de simulación que permiten la utilizar graficas tridimensionales para observar de manera detallada un proceso, FlexSim es considerado el más poderoso actualmente debido a que contribuye al analista en la toma de decisiones.

El uso de FlexSim como herramienta de simulación permite responder a la premisa “Que pasaría si” ya que el proceso de retroalimentación cuantitativa sobre las soluciones propuestas facilita la identificación de una solución óptima. La animación gráfica y los informes de rendimientos proporcionados por el software facilitan la identificación de los problemas y reduce el tiempo requerido para valorar las soluciones alternativas.

FlexSim permite la flexibilidad para desarrollar un modelo de un sistema antes de su construcción, aunque también contribuye en la evaluación de políticas operativas antes de ser aplicadas, evitando que se generen problemas en la puesta en funcionamiento del nuevo sistema. Todas aquellas mejoras que pueden tardar meses o años en aplicarse pueden ser alcanzadas únicamente en días u horas al utilizar este software [57].

Fundamentalmente, un modelo de FlexSim hace uso de los siguientes recursos:

- **Recursos constantes o fijos (Fixed resources):** comprende a los elementos necesarios para el diseño del sistema, tales como colas (queues), maquinas o procesos (processor) y cintas transportadoras (conveyors).
- **Recursos compartidos (shared resources):** dispone de los operarios, necesarios para el modelamiento del sistema.

- **Recursos móviles (mobile resources):** proporciona los elementos que facilitan la simulación de transportes como robots industriales, elevadores y montacargas [58].

Modelado

FlexSim es conocido como una herramienta de simulación de eventos discontinuos debido a que permite el cambio de estado en distintos momentos en función de los eventos determinados, dentro de estos estados se puede considerar el ocio, ocupación, bloqueo o fuera de servicio y dentro de los eventos las órdenes de los clientes, movimiento de producto y fallas en la maquinaria.

El modelamiento permite obtener un sistema bien definido y emplear todos los elementos y recursos necesarios para el proceso se desarrolló de manera fluida, esto implica no únicamente el uso de una computadora, sino también de cintas transportadoras, operarios, vehículos y herramientas [57].

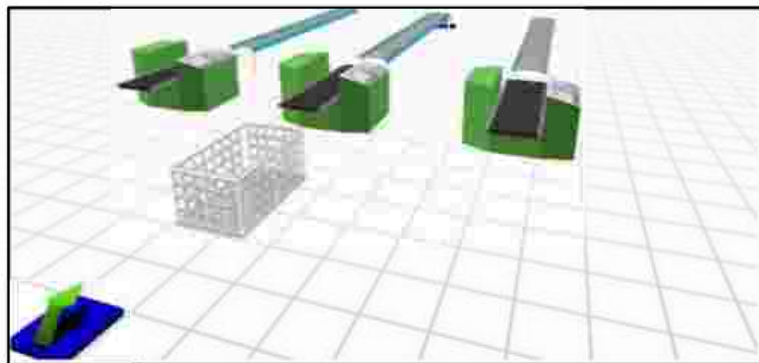


Figura 6. Modelamiento de un sistema de producción

Experfit

Es una herramienta de FlexSim que permite el análisis completo de un conjunto de datos, con el fin de establecer de manera precisa y automática la distribución de probabilidad que mejor se ajuste a la información analizada.

La utilización de Experfit ha contribuido significativamente en procesos de manufactura, transporte, salud, call centers, y más gracias a que está diseñada por investigadores que construyen modelos de simulación basados en eventos discretos [59].

Proceso

Un proceso es una actividad o conjunto de actividades que permiten la transformación de uno o varios insumos para la generación de un procurso que adquiere valor agregado, dentro de una empresa se cuenta con más de un proceso ejecutado por los trabajadores y que buscan la transformación de la materia prima en productos terminados, por lo cual un sistema de actividades repetitivas y coordinas se deben realizar en un tiempo determinado, el cual estará establecido de acuerdo con la industria [29].

Línea de producción

La línea de producción se define como un grupo de operaciones secuenciales instaladas en una empresa, mediante el cual se realiza el ensamble de componentes para para obtener y producto o bien donde se emplea un proceso de transformación de materiales para generar un producto final adecuado para el consumo. Este concepto fue implementado por Henry Ford y su principio se basa en la asignación de una tarea específica a cada trabajador la cual es repetida para posteriormente pasar a la siguiente hasta completar las tareas y obtener el producto terminado.

Una línea de producción debe contar con algunas características que permitan el funcionamiento adecuado, para ello las máquinas deben estar posicionadas de manera que formen una línea, la producción es total o parcialmente automática, el sistema de control primario debe integrar y combinar el trabajo de la línea, emplea componentes de protección de seguridad, debe contar con una estación de control de los materiales, productos terminados y semiterminados y finalmente, los esfuerzos están direccionados a contribuir con las competencias a nivel empresarial [60].

Elementos de un proceso de producción

La identificación de los elementos del proceso productivo comprende 6 categorías las cuales son:

- A. Materia prima:** es un elemento sustancial dentro del proceso productivo debido a es la base que se transforma para generar un bien o servicio que será entregado al cliente. Son sustancias de origen natural o artificial que son sometidos a un proceso de transformación para obtener un producto el cual dependerá de la calidad de la materia prima.

- B. Maquinaria y equipos:** se refiere a todos los equipos especializados, maquinarias y herramientas que posee la empresa y que forman parte del proceso productivo, cada uno de ellos desempeña un papel determinante por lo que es necesario garantizar que se encuentren en buen estado mediante el mantenimiento que puede ser preventivo y correctivo.

- C. Suministros y materiales:** permiten establecer estándares de calidad directa sobre el producto, por lo que es imposible eliminarlos y por el contrario se debe determinar durante el diseño cuales se utilizarán para generar inventarios y garantizar las especificaciones requeridas.

- D. Recurso humano o mano de obra:** tiene influencia directa e indirecta en el producto, por lo que es necesario la evaluación y estimulación para establecer una política de calidad para certificar las características de los productos.

- E. Gestión de calidad:** va incluida implícitamente en el producto desde el momento de su diseño y permite cubrir los requerimientos del mercado de destino, asimismo deben ser evaluados para evitar desviaciones que causen problemas en el resultado final.

F. Producto terminado: es el resultado de los elementos anteriores, su aceptación y popularidad no debe ser sobre estimada debido que las características varían en función del mercado destino [61].

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Formular una propuesta de mejora de los procesos de producción mediante el estudio integral de tiempos y movimientos en la empresa productos Lácteos Rengifo Gallo “Poltreg”.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico situacional de las operaciones ejecutadas en los procesos de producción de la empresa productos lácteos Rengifo Gallo “Poltreg”.
- Determinar los tiempos, así como también los movimientos actuales que se emplean en los procesos de producción de quesos de la empresa productos lácteos Rengifo Gallo “Poltreg”.
- Plantear una propuesta de mejora al método de trabajo para la optimización de los procesos de producción en la empresa productos lácteos Rengifo Gallo “Poltreg”.
- Simular los resultados los resultados obtenidos tanto de la estandarización de los tiempos como del estudio de movimientos en los procesos de producción actual y propuesto en la empresa productos lácteos Rengifo Gallo “Poltreg”.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA



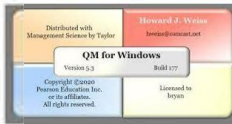

2.1. Materiales

En la tabla 6 se detallan los materiales que fueron utilizados en el desarrollo del proyecto de investigación, se presenta una figura y la descripción que muestra el objetivo de la utilización de cada elemento.

Tabla 6. Lista de materiales utilizados

Material	Figura	Descripción
Laptop		Dispositivo empleado para la búsqueda de información y desarrollo del proyecto de investigación
Teléfono Celular		Dispositivo utilizado como medio de comunicación con el gerente de la empresa.
Cámara fotográfica		Dispositivo empleado como herramienta para la recolección de evidencias fotográficas dentro del proceso productivo.
Fichas para toma de tiempos		Documento utilizado para el registro de tiempos de las actividades realizadas a lo largo de la elaboración del producto con mayor demanda.
Cronómetro		Equipo estandarizado utilizado en la toma de tiempos de cada una de las actividades realizadas en cada etapa del proceso de producción.

Tabla 6. Lista de materiales utilizados (continuación)

Material	Figura	Descripción
Microsoft Word		Software utilizado para la edición y redacción del informe bajo los parámetros establecidos.
Microsoft Excel		Software utilizado para el procesamiento de los datos obtenidos durante el estudio.
Software POMQM for Windows		Software empleado para la comprobación de los resultados obtenidos en el balance de líneas.
Software FlexSim 2019		Software empleado para la simulación de la situación actual y la comprobación de resultados en la propuesta de mejora.

2.2. Métodos

2.2.1 Enfoque

Enfoque cualitativo

La investigación empleó un enfoque cualitativo ya que se utilizó diversos métodos para la recolección de información como: entrevistas, observación, cursogramas y reuniones con el personal, lo que permitió recabar la información suficiente para la mejora del proceso mediante la utilización de técnicas adecuadas para solucionar los problemas y utilizar adecuadamente los recursos.

Enfoque cuantitativo

La investigación consideró un enfoque cuantitativo debido a que manejó variables numéricas necesarias en el estudio de tiempos del proceso, facilitando la

identificación de las causas que generan problemas, así también el análisis y procesamiento de la información recolectada mediante el uso adecuado de técnicas y herramientas que contribuyeron a la optimización del proceso.

2.2.2 Modalidad de la investigación

El presente trabajo de investigación se basó en un enfoque relacionado a las siguientes modalidades de investigación, las cuales contribuyeron con el análisis del problema planteado.

Investigación aplicada

El presente proyecto de investigación considera esta modalidad debido a que se realizó el estudio de tiempos y movimientos con la finalidad de establecer los parámetros para estandarizar adecuadamente los tiempos del área de producción de la empresa Poltreg, y sustentada en la investigación de los métodos apropiados para determinar los procesos y tiempos de cada puesto de trabajo, permitiendo plantear una propuesta de mejora para el proceso productivo de la organización, con base en su realidad y necesidades.

Investigación de campo

El proyecto de investigación se realizó en las instalaciones de Poltreg, específicamente en el área de producción, fue posible obtener información precisa al estar en contacto con el proceso y con los trabajadores, facilitando la aplicación de los métodos adecuados para determinar los tiempos empleados en cada actividad, evaluar las condiciones de trabajo y obtener apuntes y fotografías para sustentar la veracidad de la investigación.

Investigación documental

El presente trabajo de investigación se sustentó en fuentes primarias de información recopilada en la empresa y secundaria a través de documentación empresarial,

artículos científicos, revistas, libros y tesis que aborden el tema de estudio, cada uno de ellos fueron obtenidos a través de internet en bases de datos que permitan su sustento científico referente a la estandarización de tiempos y que contribuya de manera adecuada a la investigación.

2.2.3 Nivel de estudio

Investigación descriptiva

Se consideró esta modalidad debido a que hizo posible analizar de manera detallada los diferentes métodos y técnicas empleadas en la elaboración de los productos finales, permitiendo determinar las causas que contribuyen a generar las demoras y los tiempos muertos en la producción, además también, analizar los movimientos realizados por el operador, haciendo posible establecer las técnicas adecuadas a implementar para mejorar el aprovechamiento de los recursos de la empresa.

2.2.4 Población y muestra

El presente proyecto contó con una población finita de 8 personas, las cuales se encontraron distribuidas en las diferentes áreas de trabajo como se detallado en la tabla 7, por lo tanto, se trabajó con toda la población debido a que es menor a 100, de lo contrario se debería tomar al menos el 30% para no tener un número menor a 30 casos debido a que es el mínimo recomendado para entrar en la categoría de muestra pequeña [62].

Tabla 7. Detalle del número de personas por área de trabajo [63].

Área	Personas
Gerencia	1
Recepción-Producción	1
Producción	4
Empaque-Despacho	2
Total	8

2.2.5 Recolección de información

El presente proyecto se desarrolló mediante la utilización métodos, técnicas y herramientas que permitieron obtener la información necesaria para determinar la situación actual de la organización, fue necesario realizar:

- Entrevistas al gerente de la empresa.
- Observación del proceso productivo.
- Verificación y validación de la información obtenida.
- Toma de tiempos mediante el cronometraje y metodología de vuelta a cero.

2.2.6 Procesamiento y análisis de datos

La información obtenida fue procesada y analizada en base a las siguientes actividades:

- Identificación de áreas, procesos y actividades que se desarrollan dentro de la línea de producción mediante la observación y fichas de registro de información.
- Determinación del producto de mayor demanda en base a historiales de ventas de los últimos 3 años proporcionados por la empresa, utilizando el diagrama ABC.
- Aplicación del estudio de tiempos y movimientos, para lo cual se diseñó los formatos y proceso la información mediante el software Microsoft Excel.
- Análisis del tiempo de procesamiento y generación de propuestas de mejora en base a la reducción de tiempos.
- Simulación del proceso tanto actual y propuesto empleando el software FlexSim para verificar los resultados mediante comparación directa.
- Interpretación de resultados en base a criterios de la mejora de procesos.
- Redacción de conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación con respecto a los resultados obtenidos.

2.2.7 Metodologías técnicas

Para el desarrollo del presente proyecto de investigación se llevó a cabo las siguientes actividades:

- Estudiar el proceso de elaboración de lácteos, para esto la empresa brindó la información necesaria para conocer de manera específica las características del proceso que utilizan.
- Determinar las áreas y procesos mediante la observación, para conocer la distribución del personal en cada área y las actividades desempeñadas en cada proceso.
- Elaborar el Layout de la empresa, cuyo fin es conocer la distribución en cuanto a espacio de las instalaciones de la empresa.
- Identificar los equipos, máquinas, materiales y mano de obra de la empresa, cuyo objetivo es establecer los recursos con los que cuenta la empresa para ser aprovechados en el proceso de mejora.
- Analizar los métodos actuales empleados en el área de producción, para generar el punto de partida para generar alternativas de mejora.
- Elaborar diagramas de proceso, recorrido, sinóptico y analítico, con el fin de conocer la secuencia del proceso, tiempos y actividades realizadas.
- Cronometrar los tiempos de las estaciones de trabajo, partiendo del número de observaciones a realizarse y posteriormente realizar medición de cada actividad desarrollada en el proceso mediante el instrumento seleccionado para obtener el tiempo promedio observado y el índice de desempeño del trabajador para el cálculo del tiempo normal.
- Procesar la información obtenida, mediante la utilización de Microsoft Excel aprovechando las herramientas de cálculo y análisis que proporciona el programa.
- Calcular de la capacidad de producción, con el fin de establecer la cantidad máxima de producción de las líneas.
- Determinar el tiempo normal y estándar del proceso, para lo cual es necesario determinar suplementos constantes y variables en base al criterio del observador, considerando aspectos y condiciones de estos.

- Comparar los valores obtenidos en el tiempo normal y tiempo estándar, con la finalidad de establecer el tiempo requerido por el operador para la utilización de un método y equipo estandarizado para el desarrollo de una actividad determinada.
- Analizar los movimientos realizados por el operador, con el fin de conocer la cantidad y las condiciones en las que son realizados.
- Identificar las actividades y movimientos poco eficientes que no generan valor al producto, cuyo objetivo es determinar los movimientos innecesarios o mal realizados.
- Eliminar las actividades identificadas, con la finalidad de reducir el tiempo inutilizado.
- Establecer las mejoras al proceso de producción, en base a los resultados obtenidos de los diagramas y cálculos realizados.
- Elaborar la propuesta de mejora basada en las actividades y procesos poco productivos, para generar una perspectiva clara del proceso y aplicar controles para la reducción de tiempos improductivos y aprovechamiento eficiente de los recursos.
- Simular el proceso estandarizado como medio de comprobación de las mejoras propuestas.

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

3.1.1 Desarrollo de la propuesta

Información general de la empresa

Reseña histórica

La empresa productos lácteos Rengifo Gallo “Poltreg” es una empresa familiar creada en el año de 1981 por el Sr. Fausto Rengifo, con la finalidad de procesar la materia prima que en ese entonces producía y elaborar productos para la venta y obtener el sustento familiar, por muchos años se ha desempeñado como una microempresa, la cual tras el fallecimiento de su creador quedo a cargo su esposa la Sra. María Emperatriz Gallo Toca, quien estuvo al frente hasta el año de 2017 y toma el relevo el Sr. Fausto René Rengifo Gallo, quien después de asumir el mando de la herencia familiar, se idéntica la decadencia del negocio debido a que únicamente procesaban un promedio de 1500 litros diarios de leche y elaboraban solo dos presentaciones de quesos para ese entonces, debido a lo nace la necesidad de elevar la producción, iniciando con el acopio de una mayor cantidad de materia prima lo que ha permitido ampliar la gama de productos ofertados al mercado, siendo necesaria la asesoría técnica para el mejoramiento de la producción en torno al volumen y calidad.

Actualmente, Poltreg procesa un promedio de 8000 litros diarios de leche, destinados netamente a la elaboración de quesos, además se encuentra en proceso de remodelación y ampliación con la finalidad de contar con los espacios y áreas adecuadas de trabajo, pero también busca la consolidación de nuevas líneas de producción para la elaboración de mantequilla, helados y yogurt, el cual es elaborado en únicamente temporadas determinadas acorde con la demanda del mercado; debido

al crecimiento evidenciado en los últimos años, la empresa se desempeña como persona natural y desde este año está obligada a llevar contabilidad.

Ubicación de la empresa

Las instalaciones de la empresa productos lácteos Rengifo Gallo, están ubicadas en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, parroquia Joseguango Bajo, barrio Centro, a pocos metros del parque central, rodeado de tierras productivas aptas para la producción de la materia prima necesaria para el proceso, se encuentra ubicada dentro de las pequeñas y medianas empresas (PYMES), teniendo gran importancia dentro de la economía local y nacional, conjuntamente con la comercialización de sus productos y servicios.

Datos generales

En la tabla 8, se presenta los datos generales de la empresa de productos lácteos Rengifo Gallo, los cuales fueron proporcionados por la gerencia.

Tabla 8. Datos informativos de la empresa

Nombre de la empresa:	Productos Lácteos Rengifo Gallo “Poltreg”	
Tipo de empresa:	Elaboración de productos	
Clasificación:	PYME	
Representante legal:	Sr. Fausto René Rengifo Gallo	
RUC:	0501736946001	
Provincia:	Cotopaxi	
Cantón:	Latacunga	
Correo electrónico:	poltreg@hotmail.com	
Ubicación:	Joseguango Bajo, barrio Centro	
Teléfono:	032230018	0998778686

Mercados principales

Poltreg destina el 25 % de su producción total al mercado local dentro del cantón Latacunga y cantones cercanos y el 75% restante se encuentra distribuido entre las grandes ciudades de Quito, Guayaquil y Riobamba, en donde se ha logrado un lugar entre sus consumidores actualmente.

Base legal

De acuerdo con el registro único del contribuyente 0501736946001 es una persona natural no obligada a llevar contabilidad hasta hace poco, lo cual, debido a su notable crecimiento y aumento de capital, ingresos brutos, costos y gastos anuales, actualmente tiene la obligación de llevar contabilidad y bajo el mismo registro cuenta con el respectivo permiso de funcionamiento, además de brindar la facultad de realizar los distintos trámites correspondientes en los diferentes organismos del estado.

La empresa productos lácteos Rengifo Gallo, con base en el servicio de rentas internas y persona natural, tiene la responsabilidad de llevar contabilidad debido a que cumple con las siguientes condiciones:

- Operen con un capital propio superior a los USD 50,000.00 (al inicio de sus actividades económicas al principio de cada ejercicio impositivo).
- Tiene ingresos brutos anuales de su actividad económica (del ejercicio fiscal anterior), superiores a USD 100,000.00.
- Tiene costos y gastos anuales, de su actividad empresarial (del ejercicio fiscal inmediato anterior), superiores a USD 70,000.00 [64].

Misión

Ofrecer a nuestros consumidores locales y nacionales un producto de calidad y con características adecuadas para satisfacer sus necesidades, mediante la utilización de

materia prima, mano de obra y maquinaria adecuada que garanticen las condiciones de fabricación a través de procesos tecnificados y normas establecidas por la empresa productos lácteos Rengifo Gallo.

Visión

Posicionarse como una de las principales empresas productoras de lácteos y derivados dentro y fuera de la provincia, mediante la utilización de procesos y tecnología de vanguardia, garantizando la satisfacción de los clientes y propiciando la expansión a mercados con mayor competitividad dentro de todo el territorio nacional.

Valores institucionales

- Orden y limpieza en los espacios de trabajo.
- Compromiso con los miembros de la empresa y con la sociedad.
- Libertad de expresión y trabajo en equipo.

Identificación de las áreas que conforman la empresa de productos lácteos Rengifo Gallo “Poltreg”

Estructura organizacional

La estructura organizacional define la forma en la que se encuentran asignadas las funciones y responsabilidades que deben ser cumplidas por cada miembro dentro de la empresa, contribuyendo en la toma de decisiones.

En la figura 7, se detalla la estructura organizacional de la empresa de productos lácteos Rengifo Gallo.

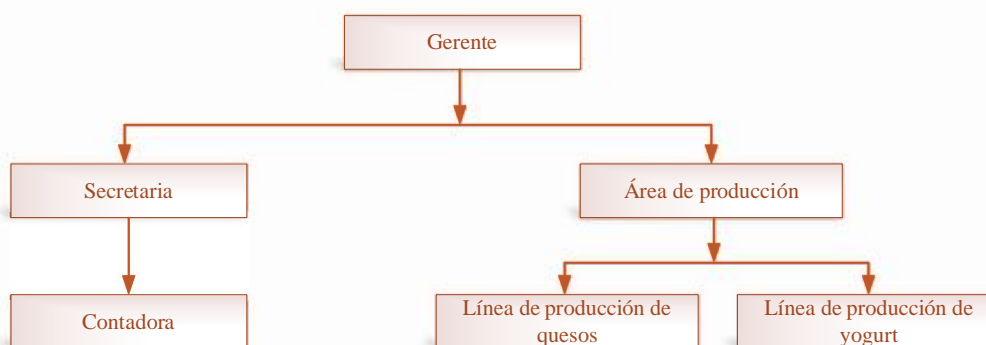



Figura 7. Estructura organizacional de la empresa “Poltreg”

Línea de producción

En la tabla 9, se presenta los productos elaborados por la empresa, mismos que cuentan con certificación de inscripción de alimentos en el Ministerio de Salud Pública en base a Buenas Prácticas de Manufactura y a los lineamientos establecidos.

Tabla 9. Productos elaborados por “Poltreg”

			Productos Lácteos Rengifo Gallo	
Producto	Presentaciones			
	Redondo		Rectangular	
Queso Fresco Sierra Nevada	125 g - 500 g		500 g - 700 g - 1000 g - 9000 g	
Queso Madurito Sierra Nevada	500 g			

En función de los productos elaborados en las líneas de producción de la empresa de productos lácteos Rengifo Gallo detallados en la tabla 9, se consideró como punto de partida para determinar el producto con mayor demanda en base al historial de ventas de los tres últimos años, mismos que fueron proporcionados por la empresa.

Análisis de ventas y gráfico ABC para establecer el producto de mayor demanda

En la tabla 10, se detalla los históricos de ventas totales anuales de cada uno de los productos elaborados por la empresa durante los años 2019, 2020 y 2021.

Tabla 10. Historial de ventas de “Poltreg”

N°	Producto	Precio Unitario	Ventas 2019	Ventas 2020	Ventas 2021
		Dólares	Unidades		
1	Queso Fresco Sierra Nevada Redondo 125 g	0,60	21900	29200	36500
2	Queso Fresco Sierra Nevada Redondo 500 g	1,80	36500	36500	36500
3	Queso Fresco Sierra Nevada Rectangular 500 g	2,10	14600	16425	18250
4	Queso Fresco Sierra Nevada Rectangular 700 g	3,45	43800	47450	87600
5	Queso Fresco Sierra Nevada Rectangular 1000 g	3,30	32120	29200	29200
6	Queso Fresco Sierra Nevada Rectangular 9000 g	42,00	200	500	11680
7	Queso Madurito Sierra Nevada Redondo 500 g	2,00	16870	17680	62050

Desarrollo y análisis del método ABC

El método ABC es un método de clasificación, principalmente utilizado en la gestión de inventarios, lo que faculta su aplicación para establecer el producto con mayor demanda, el mismo que genera la mayor cantidad de ingresos a la empresa; para el proceso de análisis se tomó en consideración el promedio de ventas de los tres últimos años 2019, 2020, 2021 a fin de identificar el producto con el valor más alto de demanda y el porcentaje de ganancias que aporta a la organización.

El análisis parte con la valorización de los productos en dólares y posteriormente la determinación del porcentaje de consumo comprobado en los años considerados para el estudio, mediante la aplicación de la ecuación 5 y 6 respectivamente.

$$\text{Valorización (\$)} = \text{Precio Unitario} * \text{Promedio de Ventas Anuales} \quad (5)$$

$$\text{Porcentaje de Consumo} = \left(\frac{\text{Valorización}}{\text{Total Valorización}} \right) * 100\% \quad (6)$$

Aplicando las ecuaciones citadas y mediante la utilización del software Microsoft Excel, se establecen los resultados correspondientes a la valorización y porcentaje de consumo de cada producto en base al historial de ventas proporcionado por la empresa productos lácteos Rengifo Gallo, los mismos que se presentan en la tabla 11.

Tabla 11. Determinación de la valorización y porcentaje de consumo por producto

N°	Producto	Promedio Ventas Anuales	Precio Unitario	Valorización	Porcentaje de Consumo
		Unidades	Dólares		
1	Queso Fresco Sierra Nevada Rectangular 700 g	59617,0	3,45	205678,65	31,13
2	Queso Fresco Sierra Nevada Rectangular 9000 g	4127,0	42,00	173334,00	26,24
3	Queso Fresco Sierra Nevada Rectangular 1000 g	30173,0	3,30	99570,90	15,07
4	Queso Fresco Sierra Nevada Redondo 500 g	36500,0	1,80	65700,00	9,94
5	Queso Madurito Sierra Nevada Redondo 500 g	32200,0	2,00	64400,00	9,75
6	Queso Fresco Sierra Nevada Rectangular 500 g	16425,0	2,10	34492,50	5,22
7	Queso Fresco Sierra Nevada Redondo 125 g	29200,0	0,60	17520,00	2,65
	TOTAL	208242,0		660696,05	100,00

En base a los resultados obtenidos, se ordena los productos en función del porcentaje de consumo de mayor a menor, antes de proceder con el cálculo del porcentaje de consumo acumulado.

$$\% \text{ de consumo acumulado} = \% \text{ consumo acumulado}_{i-1} + \% \text{ consumo}_i \quad (7)$$

En la tabla 12, se muestra los resultados obtenidos al aplicar la ecuación 7, generando los porcentajes de consumo acumulado.

Tabla 12. Determinación del porcentaje de consumo y consumo acumulado

N°	Producto	Porcentaje de Consumo	Porcentaje de Consumo Acumulado
1	Queso Fresco Sierra Nevada Rectangular 700 g	31,13	31,13
2	Queso Fresco Sierra Nevada Rectangular 9000 g	26,24	57,37
3	Queso Fresco Sierra Nevada Rectangular 1000 g	15,07	72,44
4	Queso Fresco Sierra Nevada Redondo 500 g	9,94	82,38
5	Queso Madurito Sierra Nevada Redondo 500 g	9,75	92,13
6	Queso Fresco Sierra Nevada Rectangular 500 g	5,22	97,35
7	Queso Fresco Sierra Nevada Redondo 125 g	2,65	100,00
	TOTAL	100,00	

Después de haber realizado el análisis ABC, se establecen zonas en las cuales se agrupan los productos, las mismas que quedan establecidas de la siguiente manera: Zona A de 0-80%, Zona B de 80-95% y Zona C de 95-100%, se consideró el porcentaje de consumo acumulado para dicha clasificación y los resultados se muestran en la tabla 13.

Tabla 13. Análisis ABC

Nº	Producto	Porcentaje de Consumo	Porcentaje de Consumo Acumulado	Zona	Suma %
1	Queso Fresco Sierra Nevada Rectangular 700 g	31,13	31,13	A	72,44
2	Queso Fresco Sierra Nevada Rectangular 9000 g	26,24	57,37		
3	Queso Fresco Sierra Nevada Rectangular 1000 g	15,07	72,44		
4	Queso Fresco Sierra Nevada Redondo 500 g	9,94	82,38	B	19,69
5	Queso Madurito Sierra Nevada Redondo 500 g	9,75	92,13		
6	Queso Fresco Sierra Nevada Rectangular 500 g	5,22	97,35	C	7,87
7	Queso Fresco Sierra Nevada Redondo 125 g	2,65	100,00		
	TOTAL	100,00			100,00

Interpretación:

Gracias al análisis ABC, se identifica los productos con mayor demanda en el transcurso de los años 2019, 2020, 2021, los cuales están ubicados en la Zona A, debido a que se encuentra en el rango de 0-80%, y representan el 72.44% del valor total de la cobertura de consumo, dichos productos se detallan a continuación:

En el primer lugar se encuentra el queso fresco Sierra Nevada Rectangular 700 gr con un porcentaje de consumo de 31.13% y 205678.65 \$ en cuanto a su valorización monetaria en base al promedio de ventas anuales, seguido del queso fresco Sierra Nevada Rectangular 9000 g con un porcentaje de consumo igual al 26.24% y 173334.00 \$ en su valorización monetaria en base al promedio de ventas anuales y finalmente el queso fresco Sierra Nevada Rectangular 1000 g con el 15.07% en cuanto al porcentaje de consumo y 99570.90 \$ en la valorización monetaria en base al promedio de ventas anuales.

Los productos mencionados cuentan con el porcentaje de consumo y valorización monetaria de mayor significancia, por lo cual conforman la Zona A dentro del análisis realizado y constituyen un alto porcentaje dentro del margen de ganancias de la empresa.

Resumen del análisis del método ABC

El cuadro de resumen está elaborado en función de los resultados obtenidos en el análisis del método ABC, considerando aspectos tales como la zona, número de elementos, porcentaje de consumo y porcentaje de consumo acumulado, dando origen a los valores que se presentan en la tabla 14.

Tabla 14. Resumen del análisis ABC

Porcentaje	Zona	Número de elementos	Porcentaje de consumo	Porcentaje de consumo acumulado
0-80%	A	3	72,44	72,44
80-95%	B	2	19,69	92,13
95-100%	C	2	7,87	100,00
TOTAL		7	100,00	

Gráfico ABC en función del porcentaje de consumo

La gráfica ABC presentada a continuación permite una mejor visualización y comprensión de los resultados mostrados en la tabla 14, dicha gráfica se elaboró en función del porcentaje de consumo descrito en cada una de las zonas establecidas.

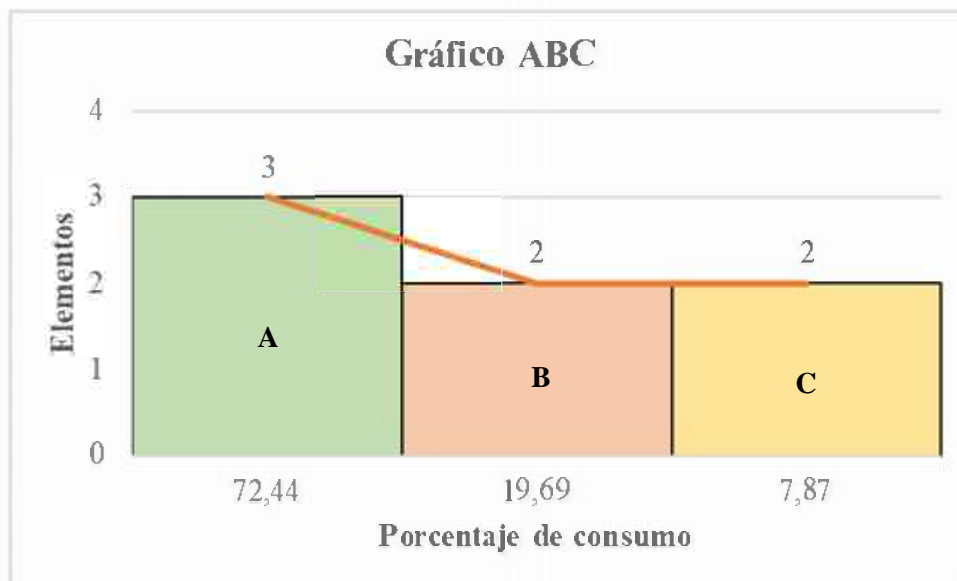


Figura 8. Gráfico ABC

Interpretación:

La figura 8, contiene los resultados obtenidos en cada una de las zonas establecidas mediante la clasificación ABC, gracias a dicho análisis se estableció que la zona A cuenta con un mayor grado de importancia, además está conformada por 3 productos del total de los productos ofertados por la empresa de productos lácteos Rengifo Gallo, los mismos que abarcan el 72,44% del consumo en los años 2019, 2020, 2021. Con respecto a la zona B y C, están formadas por 2 productos cada una y cubren el 19,69% y 7,87% del consumo respectivamente.

Gráfico ABC en base a los porcentajes de consumo acumulado para establecer el producto con mayor demanda

La figura 9 tiene la finalidad de brindar una mejor visualización del producto con mayor demanda situado en la zona A, para la elaboración del gráfico ABC se empleó la valorización de cada producto y el porcentaje de consumo acumulado determinado con anterioridad.

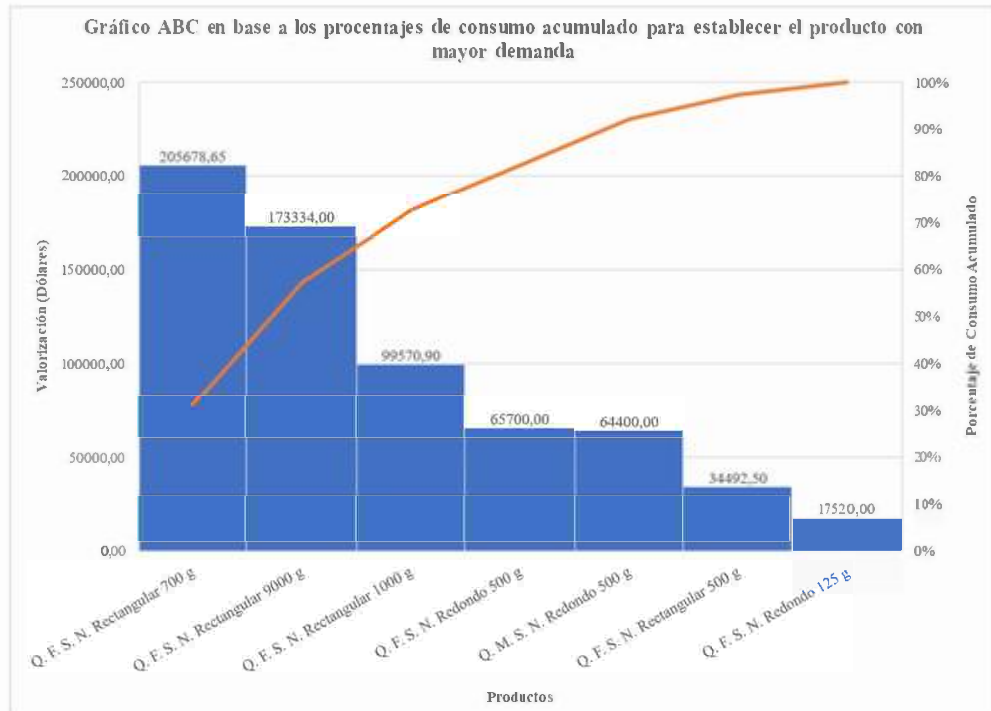


Figura 9. Gráfico ABC en función de porcentaje acumulado

Interpretación:

A través del gráfico ABC en base a los porcentajes de consumo acumulado se estableció el producto con mayor demanda de la empresa de productos lácteos Rengifo Gallo, el mismo que se encuentra ubicado en la zona A, conformada por tres productos que representan el 72.44% del total de consumo, en la figura 9 se determina que dentro de los tres productos de la zona principal, sobresale el queso fresco Sierra Nevada de 700 g debido al volumen de ventas generado durante los años analizados, debido a lo cual, el levantamiento de procesos, estudio de tiempos y movimientos, planteamiento de la propuesta de mejora y simulación se centrarán entorno a dicho producto.

Descripción del proceso de elaboración de quesos

La empresa tiene una línea de elaboración de quesos con 14 etapas que son desarrolladas para obtener el producto con mayor demanda, la identificación de los mismos se realizó mediante la observación y se detallan a continuación:

Recepción de materia prima: la materia prima (leche) es proporcionada por proveedores del sector, durante este proceso se registra el ingreso de cada uno de ellos, para posteriormente descargar los tanques y llevar a cabo un proceso de análisis de las características de la materia prima receptada, si no cumpla con los estándares establecidos, la leche es devuelta al proveedor.



Figura 10. Recepción de materia prima

Filtrado: se coloca filtros de tela o acero inoxidable sobre el tanque de recepción para verter la leche que fue aprobada en el proceso anterior, en esta etapa se eliminan las partículas extrañas que puede contener, debido a diversos factores de los procesos anteriores.



Figura 11. Filtrado

Estandarización: la leche libre de impurezas es transportada por medio de una bomba hacia el área de estandarización, en donde se llenan los tanques de almacenamiento para verificar el contenido de grasa y verterla en la descremadora.



Figura 12. Estandarización

Pasteurización: se transporta la leche estandarizada hacia los tanques de procesamiento para realizar el tratamiento térmico con el objetivo de eliminar los microorganismos, este proceso se realiza mediante placas de calentamiento que son introducidas en el tanque hasta que la leche alcance una temperatura de 72°C para lograr un proceso adecuado.



Figura 13. Pasteurización

Enfriamiento: la leche pasteurizada es enfriada hasta los 34°C utilizando un sistema de bombeo y circulación a través de placas de enfriamiento, con la finalidad de acelerar el proceso y propiciar las condiciones para la siguiente acción.



Figura 14. Enfriamiento

Adición: cuando la leche alcanza la temperatura adecuada, se añade los aditivos para dar origen a la cuajada, en este proceso se agita la leche para lograr la homogenización con los elementos agregados, permitiendo conseguir su coagulación.



Figura 15. Adición

Corte - Agitación: este proceso tiene el fin de desintegrar la masa de queso que se forma después de la adición, propiciando que el suero se elimine satisfactoriamente, se emplea una lira para quesos con un espaciado de 15 mm y un remo de acero inoxidable o bien una pala de plástico.



Figura 16. Corte - Agitación

Desuerado: se extrae el suero liberado por la masa de queso empleando recipientes, hasta eliminar la mayor cantidad del líquido, posteriormente se realiza un proceso de corte final.



Figura 17. Desuerado

Moldeado: por medio de este proceso se da forma a la masa de queso a través de moldes, los cuales son distribuidos sobre la mesa de trabajo para ser llenados con el producto, seguidamente se voltean y se envuelven en malla para proporcionar la textura final sobre su superficie.



Figura 18. Moldeado

Prensado: cuando los moldes están preparados, son transportados hacia la prensa en donde son apilados para ejercer presión sobre ellos, extrayendo el residuo de suero y dotando de la firmeza adecuada al producto.



Figura 19. Prensado

Salado: los quesos prensados son transportados hacia el área de salado, donde son sumergidos en tinas que contienen una solución salina, en la cual permanecen durante un tiempo hasta alcanzar el porcentaje de sal apropiado.



Figura 20. Salado

Secado: los quesos son retirados de los saladeros y colocados en gavetas o tableros para ser transportados hacia el cuarto frío, en este lugar se deja reposar el producto, contribuyendo a que se reduzca la humedad y se concentre la sal absorbida en el proceso anterior.



Figura 21. Secado

Empacado: el producto es retirado del cuarto frío y transportado hacia el área de empaque, en este lugar los quesos son colocados en fundas de baja densidad y se sellan antes de volver nuevamente a las gavetas, las mismas que una vez más serán trasladadas hacia el cuarto frío.



Figura 22. Empacado

Almacenado: los quesos empacados son nuevamente transportados hacia el cuarto frío con la finalidad de mantenerlos bajo ciertas condiciones hasta el momento de su distribución.



Figura 23. Almacenado

Producto: los procesos descritos anteriormente dan origen al queso fresco Sierra Nevada de 700 g con las características que son apreciadas por los consumidores del mercado nacional y local.



Figura 24. Producto terminado

Layout de la empresa de productos lácteos Rengifo Gallo

El layout de las instalaciones de la empresa, permite determinar la disposición de las áreas de trabajo, así como también los elementos que intervienen durante el proceso, el desarrollo de esta representación gráfica permite la delimitación de las tareas y puestos de trabajo como se muestra en el Anexo 1.

Levantamiento de procesos en función del producto de mayor demanda

En las tablas desde la 15 hasta la 28 se muestra la información recolectada en el levantamiento de procesos, se detalla los equipos y materiales empleados, al igual que el objetivo, alcance, proveedores, entradas, salidas y clientes para cada una de las etapas que se desarrollan en la elaboración de quesos.

Tabla 15. Levantamiento de procesos - Recepción de materia prima

		DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO			
		Proceso:	Recepción de materia prima		
		Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
		Equipo:	Tanque de acero inoxidable Agitador Pistola de alcohol Acidómetro Temolacdensímetro Probetas	Levantamiento:	1
Objetivo:	Receptar y verificar las condiciones de la materia prima a utilizarse en el proceso productivo				
Alcance:	Aplicable para toda la materia que ingresa a las instalaciones de la empresa de productos lácteos Rengifo Gallo				
Proveedor:	Personas naturales Productores de leche	Entrada:	Leche cruda		
Salida:	Leche cruda con características adecuadas para ser procesada	Cliente:	Productos Lácteos Rengifo Gallo		
N.	Actividades	Observaciones			
1	Registrar el ingreso de los proveedores				
2	Descargar los tanques de los camiones				
3	Destapar los tanques				

Tabla 15. Levantamiento de procesos - Recepción de materia prima (continuación)

N.	Actividades	Observaciones
4	Agitar la leche de los tanques	
5	Tomar la muestra de leche	
6	Poner la muestra en las probetas de prueba	
7	Cargar la muestra en la pistola de alcohol	
8	Comprobar el porcentaje de alcohol	
9	Examinar los resultados	Si no cumple con los estándares adecuados, se devuelve al proveedor.
10	Tomar una nueva muestra de leche	
11	Cargar al acidómetro la muestra de leche	
12	Comprobar la acidez de la leche	
13	Examinar los resultados	Si no cumple con los estándares adecuados, se devuelve al proveedor.
14	Homogenizar la leche apta para procesar	
15	Registrar en el formulario la información del proceso de análisis de la leche	

Tabla 16. Levantamiento de procesos - Filtrado

		DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO			
		Proceso:	Filtrado		
Producto:		Queso Fresco Sierra Nevada 700 g			
Equipo:		Filtro de Tela Filtro de acero inoxidable	Levantamiento:	2	
Objetivo:		Eliminar las partículas extrañas de la materia prima (leche cruda)			
Alcance:		Aplicable para toda la materia que ingresa a las instalaciones de la empresa Productos Lácteos Rengifo Gallo			
Proveedor:		Área de recepción de materia prima	Entrada:	Leche cruda con características adecuadas	
Salida:		Leche cruda libre de partículas extrañas	Cliente:	Productos Lácteos Rengifo Gallo	
N.	Actividades	Observaciones			
1	Transportar la leche hacia el tanque refrigerado de recepción de 2000 litros				
2	Colocar los filtros sobre el tanque de recepción				
3	Verter la leche en el tanque				
4	Homogenizar la leche				

Tabla 17. Levantamiento de procesos - Estandarización


		DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO			
		Proceso:		Estandarización	
		Producto:		Queso Fresco Sierra Nevada 700 g	
		Equipo:		Descremadora	Levantamiento:
Objetivo:		Verificar la relación proteína: grasa para obtener un producto homogéneo			
Alcance:		Aplicable para toda la materia que ingresa a las instalaciones de la empresa Productos Lácteos Rengifo Gallo			
Proveedor:		Área de filtrado	Entrada:	Leche cruda libre de partículas extrañas	
Salida:		Leche estandarizada	Cliente:	Productos Lácteos Rengifo Gallo	
N.	Actividades	Observaciones			
1	Encender la bomba de succión				
2	Llenar los tanques de 200 litros				
3	Apagar la bomba de succión				
4	Medir el nivel de grasa en la leche				
5	Encender la máquina descremadora				
6	Verter la leche en la máquina				
7	Apagar la máquina descremadora				
8	Dejar reposar la leche				

Tabla 18. Levantamiento de procesos - Pasteurización

		DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO			
		Proceso:		Pasteurización	
		Producto:		Queso Fresco Sierra Nevada 700 g	
		Equipo:		Caldero Placas de calentamiento	Levantamiento:
Objetivo:		Eliminar gran parte de los microorganismos y bacterias a través del tratamiento térmico			
Alcance:		Aplicable para toda la materia que ingresa a las instalaciones de la empresa Productos Lácteos Rengifo Gallo			
Proveedor:		Área de estandarización	Entrada:	Leche estandarizada	
Salida:		Leche pasteurizada	Cliente:	Productos Lácteos Rengifo Gallo	
N.	Actividades	Observaciones			
1	Transportar la materia prima y llenar el tanque de procesamiento de 550 litros				
2	Colocar el equipo de pasteurización sobre el tanque				
3	Encender el equipo de pasteurización				
4	Pasteurizar la leche a 72 °C				
5	Apagar el equipo de pasteurización				

Tabla 19. Levantamiento de procesos - Enfriamiento


		DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO			
		Proceso:	Enfriamiento		
		Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
		Equipo:	Caldero Placas de enfriamiento	Levantamiento:	5
Objetivo:	Propiciar la temperatura adecuada para el proceso de adición				
Alcance:	Aplicable para toda la materia que ingresa a las instalaciones de la empresa Productos Lácteos Rengifo Gallo				
Proveedor:	Área de pasteurización	Entrada:	Leche pasteurizada		
Salida:	Leche a 34 °C	Cliente:	Productos Lácteos Rengifo Gallo		
N.	Actividades	Observaciones			
1	Introducir las mangueras en el tanque				
2	Encender el sistema de enfriamiento				
3	Enfriar la leche hasta los 34 °C				
4	Apagar el sistema de enfriamiento				

Tabla 20. Levantamiento de procesos - Adición


		DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO			
		Proceso:	Adición		
		Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
		Equipo:	Pala de acero inoxidable	Levantamiento:	6
Objetivo:	Agregar adiciones a la leche para la coagulación				
Alcance:	Aplicable para toda la materia que ingresa a las instalaciones de la empresa Productos Lácteos Rengifo Gallo				
Proveedor:	Área de pasteurización	Entrada:	Leche a 34 °C		
Salida:	Leche con aditivos	Cliente:	Productos Lácteos Rengifo Gallo		
N.	Actividades	Observaciones			
1	Agitar la leche con la pala o remo				
2	Buscar el cuajo				
3	Añadir el cuajo, 20 g por cada 100 litros				
4	Agitar la leche con la pala o remo				
5	Buscar el CaCl				
6	Añadir el CaCl, 10 g por cada 100 litros				
7	Dejar reposar la leche con aditivos				

Tabla 21. Levantamiento de procesos - Corte/Agitación

		DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO			
		Proceso:	Corte-Agitación		
		Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
		Equipo:	Agitadores Lira para cuajada Pala de acero inoxidable	Levantamiento:	7
Objetivo:		Deshacer la cuajada para la eliminación del suero			
Alcance:		Aplicable para toda la materia que ingresa a las instalaciones de la empresa Productos Lácteos Rengifo Gallo			
Proveedor:		Área de pasteurización	Entrada:	Leche con aditivos	
Salida:		Cuajada	Cliente:	Productos Lácteos Rengifo Gallo	
N.	Actividades	Observaciones			
1	Buscar la lira para queso y la pala o remo				
2	Primer corte con la lira para queso				
3	Primer agitado con la pala o remo				
4	Segundo corte con la lira para queso				
5	Segundo agitado con la pala o remo				
6	Dejar reposar la cuajada				

Tabla 22. Levantamiento de procesos - Desuerado


		DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO			
		Proceso:	Desuerado		
		Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
		Equipo:	Tina quesera Recipientes de acero inoxidable	Levantamiento:	8
Objetivo:		Eliminar el suero producido a causa de los aditivos añadidos			
Alcance:		Aplicable para toda la materia que ingresa a las instalaciones de la empresa Productos Lácteos Rengifo Gallo			
Proveedor:		Área de pasteurización	Entrada:	Cuajada	
Salida:		Masa de queso	Cliente:	Productos Lácteos Rengifo Gallo	
N.	Actividades	Observaciones			
1	Buscar los recipientes para extraer el suero				
2	Primer extracción de suero				
3	Primer agitado con la pala o remo				
4	Primer corte con la lira para queso				
5	Segunda extracción de suero				
6	Segundo agitado con la pala o remo				
7	Segundo corte con la lira para queso				
8	Tercer extracción de suero				

Tabla 22. Levantamiento de procesos - Desuerado (continuación)

N.	Actividades	Observaciones
9	Tercer agitado con la pala o remo	
10	Tercer corte con la lira para queso	
11	Esperar la disponibilidad de la mesa de trabajo	

Tabla 23. Levantamiento de procesos - Moldeado


		DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO			
		Proceso:	Moldeado		
Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g				
Equipo:	Moldes de acero inoxidable	Levantamiento:	9		
Objetivo:	Dar forma y textura a la masa de queso desuerada				
Alcance:	Aplicable para toda la materia que ingresa a las instalaciones de la empresa Productos Lácteos Rengifo Gallo				
Proveedor:	Área de pasteurización	Entrada:	Masa de queso		
Salida:	Queso moldeado	Cliente:	Productos Lácteos Rengifo Gallo		
N.	Actividades	Observaciones			
1	Colocar los moldes sobre la mesa de trabajo				
2	Transportar y verter la cuajada sobre los moldes				
3	Esparcir la cuajada				
4	Voltear los moldes				
5	Envolver los quesos en la malla				

Tabla 24. Levantamiento de procesos - Prensado


		DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO			
		Proceso:	Prensado		
Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g				
Equipo:	Prensa para queso Tableros	Levantamiento:	10		
Objetivo:	Reducir el residuo de suero para lograr la consistencia adecuada				
Alcance:	Aplicable para toda la materia que ingresa a las instalaciones de la empresa Productos Lácteos Rengifo Gallo				
Proveedor:	Área de moldeado	Entrada:	Queso moldeado		
Salida:	Queso prensado	Cliente:	Productos Lácteos Rengifo Gallo		
N.	Actividades	Observaciones			
1	Buscar los tableros				
2	Ubicar los quesos sobre los tableros y transportar hacia la prensa				
3	Primer prensado				

Tabla 24. Levantamiento de procesos - Prensado (continuación)

N.	Actividades	Observaciones
4	Voltear los moldes con queso	
5	Segundo prensado	
6	Desamoldar los quesos	

Tabla 25. Levantamiento de procesos - Salado


		DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO			
		Proceso:	Salado		
		Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
		Equipo:	Saladeros	Levantamiento:	11
Objetivo:	Agregar el porcentaje de sal correcto al queso para obtener el sabor característico				
Alcance:	Aplicable para toda la materia que ingresa a las instalaciones de la empresa Productos Lácteos Rengifo Gallo				
Proveedor:	Área de prensado	Entrada:	Queso prensado		
Salida:	Queso fresco salado	Cliente:	Productos Lácteos Rengifo Gallo		
N.	Actividades	Observaciones			
1	Transportar y colocar los quesos en las tinas de salado				
2	Dejar reposar los quesos en la tina				
3	Voltear los quesos				
4	Dejar reposar los quesos en la tina				
5	Retirar los quesos de las tinas de salado y colocar en las gavetas				

Tabla 26. Levantamiento de procesos - Secado


		DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO			
		Proceso:	Secado		
		Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
		Equipo:	Enfriadores	Levantamiento:	12
Objetivo:	Reducir el porcentaje de humedad de los quesos salados				
Alcance:	Aplicable para toda la materia que ingresa a las instalaciones de la empresa Productos Lácteos Rengifo Gallo				
Proveedor:	Área de Salado	Entrada:	Queso Fresco Salado		
Salida:	Queso Fresco Seco	Cliente:	Productos Lácteos Rengifo Gallo		
N.	Actividades	Observaciones			
1	Transportar del área de salada al cuarto frío				
2	Dejar reposar los quesos en el cuarto frío				

Tabla 27. Levantamiento de procesos - Empacado



 <p>POL'TREG Productos Lácteos Rengifo Gallo RUC: 0501736946001</p>	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO			
	Proceso:		Empacado	
	Producto:		Queso Fresco Sierra Nevada 700 g	
	Equipo:		Máquina etiquetadora	Levantamiento:
Objetivo:		Empacar el queso fresco seco para el almacenaje		
Alcance:		Aplicable para toda la materia que ingresa a las instalaciones de la empresa Productos Lácteos Rengifo Gallo		
Proveedor:		Área de Sacado	Entrada:	Queso Fresco Seco
Salida:		Queso Fresco Empacado	Cliente:	Productos Lácteos Rengifo Gallo
N.	Actividades	Observaciones		
1	Transportar del cuarto frío al área de empacado			
2	Colocar en empaques el queso fresco seco de 700 g			
3	Verificar el empaque y sellar las gavetas			

Tabla 28. Levantamiento de procesos - Almacenamiento

 <p>POL'TREG Productos Lácteos Rengifo Gallo RUC: 0501736946001</p>	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO			
	Proceso:		Almacenamiento	
	Producto:		Queso Fresco Sierra Nevada 700 g	
	Equipo:		Enfriadores	Levantamiento:
Objetivo:		Preservar el producto terminado para la distribución		
Alcance:		Aplicable para toda la materia que ingresa a las instalaciones de la empresa Productos Lácteos Rengifo Gallo		
Proveedor:		Área de empaque	Entrada:	Queso Empacado
Salida:		Queso Fresco Terminado	Cliente:	Productos Lácteos Rengifo Gallo
N.	Actividades	Observaciones		
1	Transportar del área de empaque al cuarto frío			
2	Organizar las gavetas			
3	Mantener el producto en refrigeración			

Recursos empleados durante el proceso de elaboración de queso Fresco Sierra Nevada 700 g.

En la tabla 29, se detalla los recursos utilizados en el proceso productivo de elaboración de Queso Fresco Sierra Nevada 700 g.

Tabla 29. Recursos empleados en la elaboración de queso fresco Sierra Nevada 700 g

RECURSOS	
Mano de Obra	1 operario: Proceso de recepción de materia prima y filtrado.
	2 operarios: Proceso de estandarización, pasteurización, enfriamiento, adición.
	3 operarios: Proceso de corte-agitación, desuerado, moldeado y prensado.
	2 operarios: Proceso de salado, secado, empaçado y almacenado del producto terminado.
Materia prima	Leche cruda
	Cuajo
	Cloruro de calcio
	Sal
Insumos	Energía eléctrica
	Diesel
	Agua
	Aire
	Vapor

Descripción de los equipos y máquinas utilizadas en el proceso de producción de queso fresco Sierra Nevada 700 g.

Debido al crecimiento que ha presentado la empresa de productos lácteos Rengifo Gallo, actualmente cuenta con una gran variedad de equipos y máquinas que contribuyen al desarrollo de las actividades relacionadas a la elaboración de quesos, permitiendo alcanzar mayor eficiencia y calidad en el producto obtenido y gracias al cual la empresa ha logrado una mayor rentabilidad a lo largo de su trayectoria.

Los equipos y máquinas empleados en cada área de trabajo se detallan en la tabla 30 presentada a continuación:

Tabla 30. Equipos y maquinaria empleados en la elaboración de queso fresco Sierra Nevada 700 g

N.	Área	Equipo/Maquinaria	Modelo/Marca
1	Recepción de materia prima	Tanque refrigerado de acero inoxidable con capacidad de 2000 litros	Intronox
		Agitadores	Timsa
		Pistola de alcohol	Salut
		Acidómetro	Dornic
		Termo lactodensímetro	Labexco
		Probetas	Toogoo
2	Filtrado	Filtro de tela	Columbec
		Filtro de acero inoxidable	TECNIACEROS
3	Estandarización	Descremadora	AGROSOTEC
4	Pasteurización	Caldero	THERMOCON
		Placas de calentamiento	AGROSOTEC
		Tanques de procesamiento de acero inoxidable con capacidad de 550 litros	Intronox
5	Enfriamiento	Placas de enfriamiento	AGROSOTEC
6	Adición	Pala de acero inoxidable	Timsa
7	Corte-Agitación	Agitadores	Timsa
		Lira para cuajada	Timsa
		Pala de acero inoxidable	Timsa
8	Desuerado	Tina quesera	Intronox
		Recipientes de acero inoxidable	Intronox
9	Moldeado	Moldes de acero inoxidable	Fischer Agro
10	Prensado	Prensa para queso	PROINGAL
11	Salado	Saladeros	Intronox
12	Secado	Enfriadores	METABEC
13	Empacado	Máquina etiquetadora	Ecuapack
14	Almacenado	Enfriadores	METABEC

Análisis de las operaciones ejecutadas durante la elaboración de queso fresco Sierra Nevada 700 g.

Diagrama de flujo del proceso

El diagrama de flujo o flujograma es una representación gráfica de una secuencia lógica de un proceso mediante la utilización de símbolos y flechas que muestran la dirección del proceso, es así como fue empleado con la finalidad de mostrar las etapas que se desarrollan para la elaboración de quesos, dicho proceso se subdivide en 14 etapas, en las cuales se distribuyen las actividades como se muestra en la Anexo 2.

Cursograma sinóptico

El cursograma sinóptico permite representar de manera gráfica las fases que constituye el proceso de elaboración de quesos, en la tabla 31, se muestra el diagrama con las operaciones e inspecciones fundamentales, de acuerdo con el orden en el que son ejecutadas dentro de la línea de producción.

Tabla 31. Cursograma sinóptico del proceso

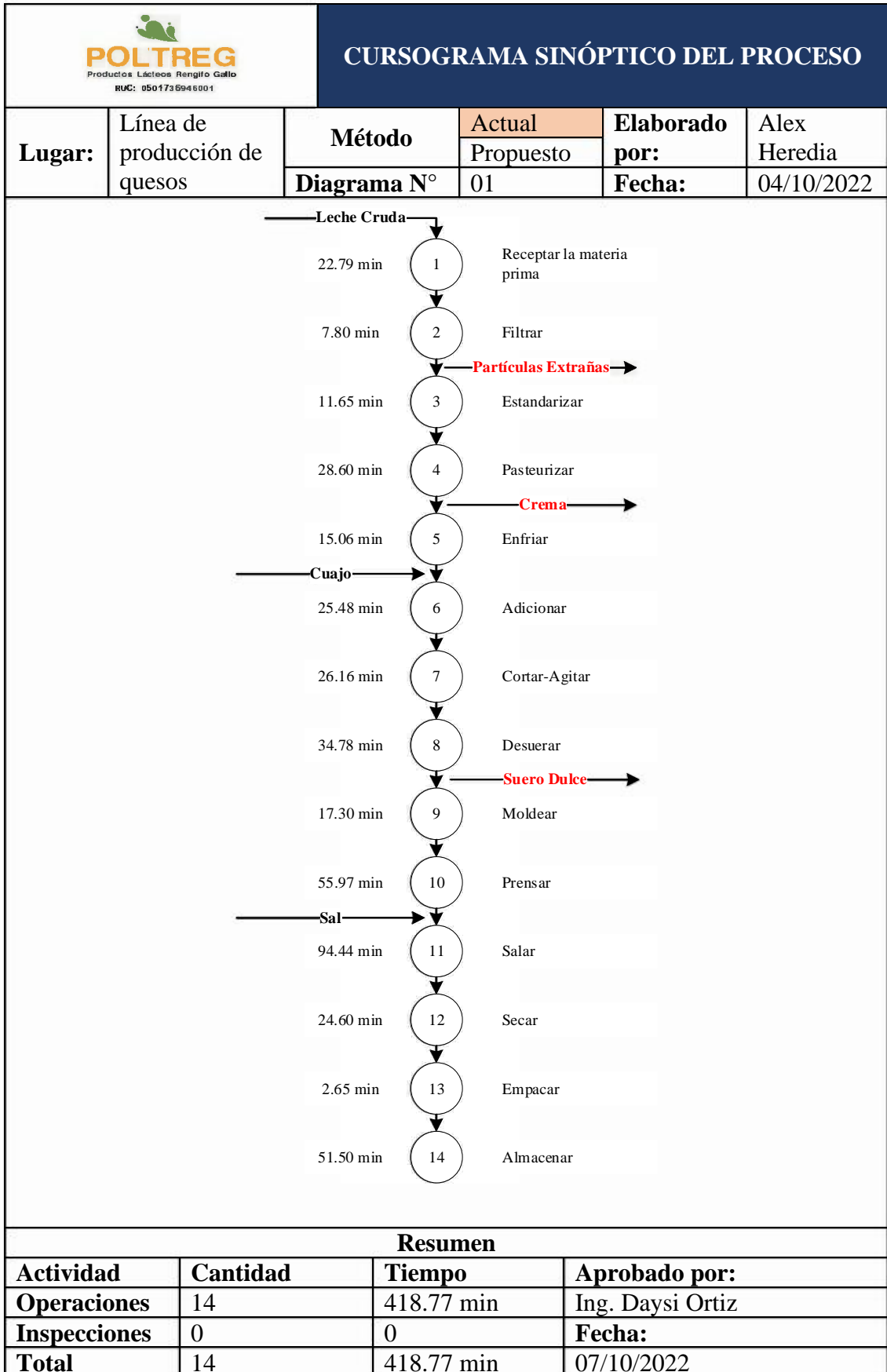


Diagrama analítico del proceso

El diagrama analítico es una de las mejores formas para establecer el orden sistemático de las distintas actividades que se desarrollan dentro de las diferentes etapas del procesos productivo, un diagrama analítico consta de cinco elementos principales: operaciones, transportes, esperas, inspecciones y almacenamiento, aunque también puede existir operaciones combinadas, además permite detallar las distancias recorridas y el tiempo requerido para llevarse a cabo.

Tabla 32. Diagrama analítico del proceso


				Diagrama Analítico				
				Método	Actual	Propuesto	Resumen	
Actividad:	Elaboración de Queso Fresco	Operario			Actividad	Actual	Propuesto	
		Material			Operación	66		
Objeto	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g	Equipo			Transporte	4		
					Espera	6		
Lugar	Línea de producción de quesos				Inspección	2		
Operario(s)	8 operarios				Almacenamiento	1		
Elaborado por	Alex Heredia	Fecha	04/10/2022		Operación Combinada	5		
Aprobado por	Ing. Daysi Ortiz	Fecha	07/10/2022		Distancia (m)	35.9		
					Tiempo (min-hombre)	-		
					TOTAL	-		
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
Recepción de materia prima								
Registrar el ingreso de los proveedores		2.76	●					
Descargar los tanques de los camiones		2.13	●					
Destapar los tanques		1.45	●					
Agitar la leche de los tanques		1.20	●					
Tomar la muestra de leche		1.11	●					
Poner la muestra en probetas de prueba		0.43	●					
Cargar la muestra en la pistola de alcohol		0.27	●					
Comprobar el porcentaje de alcohol		1.12	●					
Examinar los resultados		0.89			●			
Tomar una nueva muestra de leche		1.39	●					
Cargar al acidómetro		0.37	●					
Comprobar la acidez de la leche		2.33	●					
Examinar los resultados		1.06			●			
Homogenizar la leche apta para procesar		4.92	●					
Registrar en el formulario la información del proceso de análisis de la leche		1.35	●					
Filtrado								
Transportar la leche hacia el tanque refrigerado de recepción de 2000 litros	2.0	2.75	●					
Colocar los filtros sobre el tanque de recepción		0.44	●					
Verter la leche en el tanque		3.30	●					
Homogenizar la leche		1.32	●					
Estandarización								
Encender la bomba de succión		0.22	●					
Llenar los tanques de 200 litros		3.42	●					
Apagar la bomba de succión		0.19	●					
Medir el nivel de grasa en la leche		0.49	●					

Tabla 32. Diagrama analítico del proceso (continuación)



		Diagrama Analítico						
		Método	Actual	Propuesto	Resumen			
Actividad:	Elaboración de Queso Fresco	Operario						
		Material						
		Equipo						
Objeto	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g							
Lugar	Línea de producción de quesos							
Operario(s)	8 operarios							
Elaborado por	Alex Heredia	Fecha	04/10/2022					
Aprobado por	Ing. Daysi Ortiz	Fecha	07/10/2022					
				Actual	Propuesto			
Actividad			Actual	Propuesto				
Operación			66					
Transporte			4					
Espera			6					
Inspección			2					
Almacenamiento			1					
Operación Combinada			5					
Distancia (m)			35.9					
Tiempo (min-hombre)			-					
TOTAL			-					
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo				Observaciones	
Encender la máquina descremadora		0.15	○	⇒	□	▽	◻	
Verter la leche en la máquina		1.66	●					
Apagar la máquina descremadora		0.14	●					
Dejar reposar la leche		5.36	●					
Pasteurización								
Transportar la materia prima y llenar el tanque de procesamiento de 550 litros	2.2	7.70						
Colocar el equipo de pasteurización sobre el tanque		0.42	●					
Encender el equipo de pasteurización		0.11	●					
Pasteurizar la leche a 72 °C		20.29	●					
Apagar el equipo de pasteurización		0.08	●					
Enfriamiento								
Introducir las mangueras en el tanque		0.18	●					
Encender el sistema de enfriamiento		0.27	●					
Enfriar la leche hasta los 34 °C		14.42	●					
Apagar el sistema de enfriamiento		0.18	●					
Adición								
Agitar la leche con la pala o remo		1.23	●					
Buscar el cuajo		1.73	●					
Añadir el cuajo, 20 g por cada 100 litros		2.47	●					
Agitar la leche con la pala o remo		1.52	●					
Buscar el CaCl		1.50	●					
Añadir el CaCl, 10 g por cada 100 litros		1.17	●					
Dejar reposar la leche con aditivos		15.87	●					
Corte-Agitación								
Buscar la lira para queso y la pala o remo		0.37	●					
Primer corte con la lira para queso		3.29	●					
Primer agitado con la pala o remo		2.10	●					
Segundo corte con la lira para queso		7.43	●					
Segundo agitado con la pala o remo		3.45	●					
Dejar reposar la cuajada		9.51	●					
Desuerado								
Buscar los recipientes para extraer el suero		0.37	●					
Primer extracción de suero		2.86	●					
Primer agitado con la pala o remo		1.51	●					
Primer corte con la lira para queso		4.49	●					
Segunda extracción de suero		2.67	●					
Segundo agitado con la pala o remo		0.78	●					
Segundo corte con la lira para queso		3.34	●					
Tercer extracción de suero		0.37	●					
Tercer agitado con la pala o remo		1.46	●					
Tercer corte con la lira para queso		3.43	●					
Esperar la disponibilidad de la mesa de trabajo		13.50	●					
Moldeado								
Colocar los moldes sobre la mesa de trabajo		5.13	●					

Tabla 32. Diagrama analítico del proceso (continuación)

				Diagrama Analítico				
				Método	Actual	Propuesto	Resumen	
Actividad:	Elaboración de Queso Fresco	Operario			Actividad	Actual	Propuesto	
		Material			Operación	66		
Objeto	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g	Equipo			Transporte	4		
					Espera	6		
Lugar	Línea de producción de quesos				Inspección	2		
Operario(s)	8 operarios				Almacenamiento	1		
Elaborado por	Alex Heredia	Fecha	04/10/2022		Operación Combinada	5		
Aprobado por	Ing. Daysi Ortiz	Fecha	07/10/2022		Distancia (m)	35.9		
					Tiempo (min-hombre)	-		
					TOTAL	-		

Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
			○	⇒	□	▽	⊗	
Transportar y verter la cuajada sobre los moldes	3.1	2.24						
Esparcir la cuajada		1.29						
Voltear los moldes		1.41						
Envolver los quesos en la malla		7.23						
Prensado								
Buscar los tableros		0.39						
Ubicar los quesos sobre los tableros y transportar hacia la prensa	1.9	7.90						
Primer prensado		7.60						
Voltear los moldes con queso		2.69						
Segundo prensado		32.67						
Desamoldar los quesos		4.71						
Salado								
Transportar y colocar los quesos en las tinas de salado	4.5	1.84						
Dejar reposar los quesos en la tina		42.25						
Voltear los quesos		1.47						
Dejar reposar los quesos en la tina		44.21						
Retirar los quesos de las tinas de salado y colocar en gavetas		4.66						
Secado								
Transportar del área de salada al cuarto frío	11.5	0.26						
Dejar reposar los quesos en el cuarto frío		24.33						
Empacado								
Transportar del cuarto frío al área de empacado	6.8	0.30						
Colocar en empaques el queso fresco seco de 700 g		1.25						
Verificar el empaque y sellar las gavetas		1.11						
Almacenamiento								
Transportar del área de empaque al cuarto frío	3.9	0.10						
Organizar las gavetas		1.97						
Mantener el producto en refrigeración		49.43						
TOTAL	35.9	418.77	66	4	6	2	1	5

Actividades improductivas

Las actividades improductivas del proceso se presentan en la tabla 33, dichas actividades corresponden a demoras que no generan valor al producto, por el contrario, representan un limitante para la línea de producción de quesos por lo que pueden ser retirados o eliminados.

Tabla 33. Actividades improductivas de la línea de elaboración de queso fresco Sierra Nevada 700 g

Proceso	Actividad improductiva	Distancia recorrida	Tiempo (min)
Adición	Buscar el cuajo	-	2,49
	Buscar el CaCl	-	2,16
Corte-Agitación	Buscar la lira para queso y la pala o remo	-	0,53
Desuerado	Buscar los recipientes para extraer el suero	-	0,57
Prensado	Buscar los tableros	-	0,63
	TOTAL	-	6,38

Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido permite visualizar la distribución de las instalaciones dentro de la planta de producción, así como también detalla el flujo de los distintos elementos a través de cada área, permitiendo obtener una perspectiva clara del funcionamiento de la línea de producción para el producto establecido.

Mediante el diagrama de recorrido se especifica cada una de las tareas detalladas en el diagrama analítico, utilizando los símbolos y números respectivos, dentro del área en donde se realiza, asimismo permite visualizar los cuellos de botella y sitios con mayor concentración, con la finalidad de generar una alternativa de mejora mediante la eliminación, reordenamiento, simplificación o combinación de las tareas, dicho diagrama se muestra en el Anexo 3.

Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es un instrumento utilizado para la medición del trabajo, el cual consiste en el registro de tiempos y ritmos de trabajo de cada uno de los elementos correspondientes a una actividad determinada, bajo ciertas condiciones, a fin de obtener información para determinar el tiempo requerido para el desarrollo de la actividad, acorde con las normas previamente establecidas.

Se desarrolla el presente estudio de tiempos en la empresa de productos lácteos Rengifo Gallo, dentro de la línea de producción de quesos, de manera específica

sobre el queso fresco Sierra Nevada 700 g, con el objetivo de mejorar la línea de producción, partiendo de los tiempos y movimientos que son realizados durante el proceso, se da inicio al estudio con el registro de los tiempos en cada una de las actividades que se desempeñan en las diferentes áreas de trabajo, por lo que se emplea la metodología descrita a continuación para garantizar la veracidad de los resultados obtenidos:

- 1. Selección del método para la toma de tiempos.** El estudio de tiempos parte de la determinación del método adecuado para la toma de estos, es así como en base a las condiciones del análisis que se va a realizar en el presente proyecto de investigación, se establece que el método de vuelta a cero es el adecuado, debido a que los ciclos son cortos y permite que se realice el registro del tiempo observado directamente sobre los formatos utilizados, de acuerdo como el operario lo realice sin un orden específico.
- 2. Elección del instrumento de medición.** Posterior a la selección del método que se ajusta a las necesidades para el estudio de tiempos, es importante seleccionar el instrumento adecuado, para la cual la Oficina Internacional del Trabajo (OIT) recomienda la utilización de cronómetros mecánicos que se subdividen en ordinario, vuelta a cero y cronómetro de registro fraccional de segundos o los electrónicos que se subdividen en los que se usan solos y los que integran dispositivos de registro.

Por otro lado, también es importante considerar aspectos como la fuente de poder, base de tiempo, contador e indicador al momento de seleccionar el cronómetro ya que debido a sus características pueden presentar problemas de calibración para el caso de los cronómetros mecánicos y el suministro de energía para los electrónicos.

En base a las recomendaciones de la OIT, se selecciona un cronómetro digital de la marca Weston de la serie JS-510, mismo que se muestra en la figura 25, debido a que cuenta con un oscilador de cuarzo y circuito electrónico para medir el

intervalo de tiempo, brindando mayor confiabilidad en su funcionamiento, a su vez emplea una batería de larga duración de hasta 4 años, además permite obtener una precisión de 1/100 segundos en el contador de vueltas, entre otras características mismas que permiten el registro del tiempo normal empleado para la ejecución de una tarea determinada.



Figura 25. Cronómetro con vuelta a cero marca Weston

Para garantizar la fiabilidad de la información recolectada, los instrumentos de medición cuentan con informes de verificación, los cuales se muestran en el Anexo 4 y 5, tanto para el caso del cronómetro y el flexómetro.

3. Condiciones de trabajo

Iluminación: las instalaciones de la empresa cuentan con sistemas de iluminación adecuados, posee ventanas que facilitan la iluminación natural e instalaciones eléctricas de iluminación con focos y lámparas que contribuyen a brindar un grado de confort adecuado para que el personal desempeñe sus actividades en cada área, por lo que cada uno de estos elementos son verificados cada cierto periodo de tiempo y remplazados de acuerdo con su necesidad.

Temperatura: la temperatura desempeña un papel fundamental en el proceso de producción de quesos, debido a que permite garantizar la calidad del producto final, es así como la empresa cuenta con un tanque de recepción de materia prima refrigerado, lo que permite mantener sus características; por otro lado, en ciertas instancias del proceso es necesario trabajar con temperaturas elevadas llegando a causar malestar e incomodidad en los trabajadores.

Ventilación: en cuanto a la ventilación, se ha visto la necesidad de implementar sistemas de ventilación para evitar efectos adversos sobre el personal y el producto, garantizando la presencia de aire puro y fresco permitiendo propiciar el ambiente adecuado de trabajo.

Ruido: la empresa cuenta con máquinas y equipos generadores de ruido, el cual es mínimo, la mayor cantidad de ruido se evidenció en el área de producción, específicamente en el moldeado de quesos debido al constante golpe de los moldes sobre la mesa de trabajo.

Jornada de trabajo: dentro de las instalaciones de la empresa se desempeña un turno de trabajo de lunes a domingo en horario de 7:00 a 16:00, y con receso de 60 minutos de almuerzo al medio día, en el caso de que se encuentre material en proceso, se divide al personal en dos grupos con la finalidad de no interferir con el proceso. En ocasiones dependiendo de la demanda y de materia prima disponible la jornada se extiende alrededor de una hora de trabajo hasta las 17:00 de lunes a viernes.

4. **Seleccionar operarios.** Basado en el análisis del diagrama ABC elaborado previamente, se estableció el producto de mayor demanda el mismo que es el queso fresco Sierra Nevada de 700 g, es así como para el presente estudio se consideró a los 8 operarios que intervienen en cada etapa del proceso de elaboración de quesos.

5. **Número de mediciones.** Realizado los pasos previos para el desarrollo del estudio, se calcula el tamaño de la muestra o el número de mediciones necesarias para cada tarea que se realiza dentro de la línea de producción de queso fresco Sierra Nevada de 700 g, para llevar a cabo dicho proceso ha sido considerado el método estadístico, siendo necesario obtener un número de mediciones preliminares. Para la aplicación del método propuesto se desarrolló 5 mediciones preliminares de cada tareas que se desempeñan en el proceso de elaboración de

quesos, específicamente en la recepción de materia prima, los valores obtenidos se muestran en la tabla 34.

Tabla 34. Cálculo del número de observaciones - Recepción de materia prima

N°	Valor de la observación preliminar	Observaciones preliminares al cuadrado
1	21.49	461.82
2	23.30	542.89
3	23.11	534.07
4	22.92	525.33
5	23.12	534.53
Σ	113.94	2598.64

El valor de la observación preliminar representa la medición realizada dentro del proceso de recepción de materia prima y corresponde a la variable x , posteriormente se eleva al cuadrado para obtener el valor que será asignado a x^2 , este proceso se repite para las 5 mediciones preliminares y además se determina la sumatoria para cada caso. Con los resultados obtenidos en la tabla anterior se aplica la ecuación 1, permitiendo determinar el número de observaciones a realizar.

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad (1)$$

Donde:

n = tamaño de la muestra (número de observaciones)

n' = número de observaciones preliminares

Σ = suma de valores

x = valor de las observaciones

40= constante para un 95,45% de nivel de confianza

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5(2598.64) - (113.94)^2}}{113.94} \right)^2$$

$$n = 1.34 = 2$$

La utilización de la ecuación del método estadístico para un nivel de confianza del 95.45% determina que se debe cronometrar 2 ciclos en cada actividad del proceso de recepción de materia prima, por lo que el método establece que cuando el número de ciclos calculado es menor que el número de observaciones preliminares, entonces se deberá emplear dichas observaciones para el estudio de tiempos, este criterio fue aplicado para cada proceso y los resultados se presentan en la tabla 35.

Tabla 35. Número de observaciones por proceso

N°	Proceso	# observaciones calculado	# observaciones a emplear
1	Recepción de materia prima	2	5
2	Filtrado	4	5
3	Estandarización	2	5
4	Pasteurización	9	9
5	Enfriamiento	2	5
6	Adición	1	5
7	Corte-Agitación	1	5
8	Desuerado	4	5
9	Moldeado	1	5
10	Prensado	2	5
11	Salado	2	5
12	Secado	6	6
13	Empacado	5	5
14	Almacenado	1	5

- 6. Actuación de velocidad.** La actuación de velocidad es una técnica mediante la cual el operador desarrolla sus actividades a un ritmo normal dicho en otras

palabras un factor de desempeño igual a 1, el valor utilizado determina que el operario se desempeña de manera activa, capaz, calificado y que trabaja con tranquilidad, haciendo posible que se alcance el nivel de precisión y calidad fijado.

7. **Índice de desempeño.** El índice de desempeño se determinó considerando la valoración del ritmo de trabajo según la escala británica, en función del criterio del observador se estableció un ritmo tipo igual a 100 de acuerdo con las características que presentan los 8 operarios de la línea de producción de queso fresco Sierra Nevada 700 g.

El método de Westinghouse permitió establecer el índice de desempeño, considerando 4 factores como se muestra en la tabla 36, dichos valores fueron determinados para cada puesto de trabajo en función de los operarios que forman parte de la línea de producción.

Tabla 36. Factores según del método de Westinghouse - Recepción de materia prima

Factor	Categoría	Clase	%
Habilidad	C1	Buena	+0.03
Esfuerzo	B2	Excelente	+0.05
Condiciones	C	Buenas	+0.02
Consistencia	C	Buena	+0.01
Factor de Calificación (FC)			0.11

Después de determinar los valores correspondientes a los factores establecidos por el método de Westinghouse y valoración del ritmo de trabajo según la escala británica, se aplica la ecuación 8 descrita a continuación:

$$\text{Índice de desempeño} = \text{VRT} + \text{FC} \quad (8)$$

Donde:

VRT = Valoración de ritmo de trabajo

FC= Factor de calificación

Al reemplazar los valores obtenidos con respecto a la valoración del ritmo de trabajo y factor de calificación se determina el índice de desempeño para la recepción de materia prima, el mismo criterio se aplicó para cada proceso como se muestra en el Anexo 6.

$$\text{Índice de desempeño} = 1 + 0.11$$

$$\text{Índice de desempeño} = 1.11$$

En la tabla 37, se presenta los valores correspondientes al índice de desempeño para cada proceso dentro de la línea de producción.

Tabla 37. Índice de desempeño por proceso

N°	Proceso	Índice de desempeño
1	Recepción de materia prima	1.11
2	Filtrado	1.08
3	Estandarización	1.11
4	Pasteurización	1.11
5	Enfriamiento	1.11
6	Adición	1.16
7	Corte-Agitación	1.17
8	Desuerado	1.22
9	Moldeado	1.22
10	Prensado	1.21
11	Salado	1.16
12	Secado	1.17
13	Empacado	1.22
14	Almacenado	1.13

8. Tiempo normal de la situación actual

En las tablas desde la 38 hasta la 51, se detallan las actividades que se realizan dentro de la línea de producción de queso fresco Sierra Nevada en la presentación de 700 g, como paso inicial para el desarrollo del estudio de tiempos, seguidamente, en función del número de ciclos a cronometrar se obtuvo los datos necesarios para el cálculo del tiempo normal empleando del índice de desempeño establecido para cada proceso.

Tabla 38. Tiempo normal - Recepción de materia prima



ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS											
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltreg"											
	Área:	Recepción de materia prima								# Lotes:	
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g									
	Tiempo:	minutos	Operario		H	M					
	Fecha de elaboración:	Fecha de revisión:									
Investigador:	Alex Heredia	Inicio:	08:30	Estudio de tiempos:		01 de 14		1			
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	Finalización:	13:00	Operarios:		08					
N°	Actividad	Ciclos (min)					Resumen				
		1	2	3	4	5	ΣT	TPO	ID	TN	
1	Registrar el ingreso de los proveedores	2,52	3,05	2,59	3,11	2,55	13,82	2,76	1,11	3,07	
2	Descargar los tanques de los camiones	2,03	2,17	2,08	2,25	2,13	10,66	2,13	1,11	2,37	
3	Destapar los tanques	1,58	1,35	1,43	1,38	1,53	7,27	1,45	1,11	1,61	
4	Agitar la leche de los tanques	1,18	1,22	1,16	1,19	1,23	5,98	1,20	1,11	1,33	
5	Tomar la muestra de leche	1,06	1,14	1,07	1,11	1,18	5,56	1,11	1,11	1,23	
6	Poner la muestra en las probetas de prueba	0,42	0,39	0,48	0,40	0,45	2,14	0,43	1,11	0,48	
7	Cargar la muestra en la pistola de alcohol	0,22	0,29	0,23	0,34	0,27	1,35	0,27	1,11	0,30	
8	Comprobar el porcentaje de alcohol	1,12	1,04	1,15	1,09	1,22	5,62	1,12	1,11	1,25	
9	Examinar los resultados	0,55	1,16	1,03	0,59	1,11	4,44	0,89	1,11	0,99	
10	Tomar una nueva muestra de leche	1,31	1,44	1,37	1,40	1,43	6,95	1,39	1,11	1,54	
11	Cargar al acidómetro la muestra de leche	0,38	0,33	0,39	0,35	0,41	1,86	0,37	1,11	0,41	
12	Comprobar la acidez de la leche	2,13	2,38	2,41	2,34	2,39	11,7	2,33	1,11	2,59	
13	Examinar los resultados	0,58	1,27	1,18	1,06	1,21	5,30	1,06	1,11	1,18	
14	Homogenizar la leche apta para procesar	5,15	4,59	5,21	5,07	4,56	24,6	4,92	1,11	5,46	
15	Registrar en el formulario la información del proceso de análisis de la leche	1,26	1,48	1,33	1,24	1,45	6,76	1,35	1,11	1,50	
ΣT= Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal								TN (min)	25,29		

Tabla 39. Tiempo normal - Filtrado


ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS											
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltreg"											
	Área:	Filtrado								# Lotes:	
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g									
	Tiempo:	minutos	Operario		H	M					
	Fecha de elaboración:	Fecha de revisión:									
Investigador:	Alex Heredia	Inicio:	08:30	Estudio de tiempos:	02 de 14					1	
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	Finalización:	13:00	Operarios:	08						
N°	Actividad	Ciclos (min)					Resumen				
		1	2	3	4	5	∑T	TPO	ID	TN	
1	Transportar la leche hacia el tanque refrigerado de recepción de 2000 litros	2,47	3,05	2,54	3,10	2,57	13,73	2,75	1,08	2,97	
2	Colocar los filtros sobre el tanque de recepción	0,47	0,34	0,49	0,38	0,50	2,18	0,44	1,08	0,47	
3	Verter la leche en el tanque	3,24	3,37	3,26	3,41	3,22	16,50	3,30	1,08	3,56	
4	Homogenizar la leche	1,21	1,47	1,34	1,40	1,18	6,60	1,32	1,08	1,43	
∑T= Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal								TN (min)	8,43		

Tabla 40. Tiempo normal - Estandarización

ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS										
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltreg"										
 <p>POLTREG Productos Lácteos Rengifo Gallo RUC: 0501736946001</p>	Área:	Estandarización								
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g								
	Tiempo:	minutos	Operario		H	M	# Lotes:			
	Fecha de elaboración:	Fecha de revisión:		03 de 14						
Investigador:	Alex Heredia	Inicio:	08:30	Estudio de tiempos:		08	1			
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	Finalización:	13:00	Operarios:		08				
N°	Actividad	Ciclos (min)					Resumen			
		1	2	3	4	5	∑T	TPO	ID	TN
1	Encender la bomba de succión	0,15	0,28	0,19	0,25	0,23	1,10	0,22	1,11	0,24
2	Llenar los tanques de 200 litros	3,58	3,22	3,51	3,44	3,37	17,12	3,42	1,11	3,80
3	Apagar la bomba de succión	0,20	0,23	0,15	0,17	0,22	0,97	0,19	1,11	0,22
4	Medir el nivel de grasa en la leche	0,41	0,52	0,40	0,59	0,55	2,47	0,49	1,11	0,55
5	Encender la máquina descremadora	0,11	0,18	0,12	0,20	0,14	0,75	0,15	1,11	0,17
6	Verter la leche en la máquina	1,56	1,37	1,59	1,43	2,35	8,30	1,66	1,11	1,84
7	Apagar la máquina descremadora	0,12	0,17	0,11	0,19	0,12	0,71	0,14	1,11	0,16
8	Dejar reposar la leche	5,24	5,56	5,43	5,30	5,28	26,81	5,36	0,00	5,36
∑T= Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal								TN (min)	12,34	

Tabla 41. Tiempo normal - Pasteurización


ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS														
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltreg"														
	Área:	Pasteurización												
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g												
	Tiempo:	minutos	Operario			H	M	# Lotes:						
	Fecha de elaboración:	Fecha de revisión:												
Investigador:	Alex Heredia	Inicio:	08:30	Estudio de tiempos:		04 de 14		1						
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	Finalización:	13:00	Operarios:		08								
N°	Actividad	Ciclos (min)									Resumen			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	∑T	TPO	ID	TN
1	Transportar la materia prima y llenar el tanque de procesamiento de 550 litros	8,11	7,40	7,56	7,43	8,02	8,36	7,46	7,55	8,15	70,0	7,78	1,11	8,64
2	Colocar el equipo de pasteurización sobre el tanque	0,50	0,35	0,41	0,39	0,46	0,33	0,48	0,55	0,38	3,85	0,43	1,11	0,47
3	Encender el equipo de pasteurización	0,06	0,12	0,09	0,15	0,11	0,23	0,17	0,09	0,14	1,2	0,13	1,11	0,14
4	Pasteurizar la leche a 72 °C	21,08	17,06	22,48	19,48	21,36	19,22	20,54	22,18	18,55	182,0	20,22	0,00	20,22
5	Apagar el equipo de pasteurización	0,07	0,09	0,06	0,10	0,08	0,17	0,10	0,13	0,09	0,89	0,10	1,11	0,11
∑T= Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal												TN (min)	29,58	

Tabla 42. Tiempo normal - Enfriamiento


ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS											
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltreg"											
	Área:	Enfriamiento									
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g									
	Tiempo:	minutos	Operario			H	M	# Lotes:			
	Fecha de elaboración:	Fecha de revisión:									
Investigador:	Alex Heredia	Inicio:	08:30	Estudio de tiempos:	05 de 14		1				
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	Finalización:	13:00	Operarios:	08						
N°	Actividad	Ciclos (min)					Resumen				
		1	2	3	4	5	∑T	TPO	ID	TN	
1	Introducir las mangueras en el tanque	0,13	0,24	0,17	0,22	0,14	0,90	0,18	1,11	0,20	
2	Encender el sistema de enfriamiento	0,21	0,30	0,27	0,33	0,25	1,36	0,27	1,11	0,30	
3	Enfriar la leche hasta los 34 °C	14,04	15,02	14,58	14,12	14,36	72,12	14,42	0,00	14,42	
4	Apagar el sistema de enfriamiento	0,18	0,22	0,15	0,20	0,17	0,92	0,18	1,11	0,20	
∑T= Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal								TN (min)	15,13		

Tabla 43. Tiempo normal - Adición

ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS											
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltreg"											
	Área:	Adición								# Lotes:	
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g									
	Tiempo:	minutos	Operario		H	M					
	Fecha de elaboración:	Fecha de revisión:									
Investigador:	Alex Heredia	Inicio:	08:30	Estudio de tiempos:	06 de 14			1			
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	Finalización:	13:00	Operarios:	08						
N°	Actividad	Ciclos (min)					Resumen				
		1	2	3	4	5	∑T	TPO	ID	TN	
1	Agitar la leche con la pala o remo	1,17	1,31	1,23	1,24	1,19	6,14	1,23	1,16	1,42	
2	Buscar el cuajo	1,58	2,02	1,46	2,05	1,52	8,63	1,73	1,16	2,00	
3	Añadir el cuajo, 20 gr por cada 100 litros	0,22	0,35	0,28	0,33	0,21	1,39	0,28	1,16	0,32	
4	Agitar la leche con la pala o remo	2,01	1,25	1,52	1,33	1,48	7,59	1,52	1,16	1,76	
5	Buscar el CaCl	1,45	1,52	1,41	1,54	1,58	7,50	1,50	1,16	1,74	
6	Añadir el CaCl, 10 gr por cada 100 litros	1,05	1,17	1,29	1,11	1,23	5,85	1,17	1,16	1,36	
7	Dejar reposar la leche con aditivos	16,01	15,59	16,12	16,05	15,57	79,34	15,9	0,00	15,87	
∑T= Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal								TN (min)	24,48		

Tabla 44. Tiempo normal - Corte/Agitación

ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS													
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltreg"													
	Área:	Corte-Agitación					# Lotes:						
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g											
	Tiempo:	minutos		Operario		H							M
	Fecha de elaboración:			Fecha de revisión:									
Investigador:	Alex Heredia	Inicio:	08:30	Estudio de tiempos:	07 de 14		1						
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	Finalización:	13:00	Operarios:	08								
N°	Actividad	Ciclos (min)					Resumen						
		1	2	3	4	5	ΣT	TPO	ID	TN			
1	Buscar la lira para queso y la pala o remo	0,42	0,38	0,45	0,26	0,33	1,84	0,37	1,17	0,43			
2	Primer corte con la lira para queso	3,40	3,17	3,28	3,42	3,19	16,46	3,29	1,17	3,85			
3	Primer agitado con la pala o remo	2,08	2,15	2,06	2,13	2,10	10,52	2,10	1,17	2,46			
4	Segundo corte con la lira para queso	7,50	7,32	7,46	7,51	7,38	37,17	7,43	1,17	8,70			
5	Segundo agitado con la pala o remo	3,48	3,40	3,51	3,39	3,45	17,23	3,45	1,17	4,03			
6	Dejar reposar la cuajada	8,52	10,02	9,32	9,46	10,24	47,56	9,51	0,00	9,51			
ΣT = Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal								TN (min)		28,99			

Tabla 45. Tiempo normal - Desuerado



ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS										
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltreg"										
	Área:	Desuerado								
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g								
	Tiempo:	minutos	Operario		H	M	# Lotes:			
	Fecha de elaboración:	Fecha de revisión:								
Investigador:	Alex Heredia	Inicio:	08:30	Estudio de tiempos:	08 de 14		1			
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	Finalización:	13:00	Operarios:	08					
N°	Actividad	Ciclos (min)					Resumen			
		1	2	3	4	5	∑T	TPO	ID	TN
1	Buscar los recipientes para extraer el suero	0,33	0,48	0,29	0,36	0,41	1,87	0,37	1,22	0,46
2	Primer extracción de suero	2,30	3,28	2,51	3,12	3,08	14,29	2,86	1,22	3,49
3	Primer agitado con la pala o remo	1,57	1,41	1,48	1,53	1,55	7,54	1,51	1,22	1,84
4	Primer corte con la lira para queso	4,44	4,51	4,48	4,50	4,51	22,44	4,49	1,22	5,48
5	Segunda extracción de suero	2,37	3,00	2,50	3,01	2,48	13,36	2,67	1,22	3,26
6	Segundo agitado con la pala o remo	0,44	1,20	0,58	1,12	0,55	3,89	0,78	1,22	0,95
7	Segundo corte con la lira para queso	3,51	3,20	3,40	3,26	3,31	16,68	3,34	1,22	4,07
8	Tercera extracción de suero	0,30	0,38	0,42	0,35	0,39	1,84	0,37	1,22	0,45
9	Tercer agitado con la pala o remo	1,50	1,40	1,48	1,51	1,42	7,31	1,46	1,22	1,78
10	Tercer corte con la lira para queso	3,58	3,20	3,28	3,56	3,55	17,17	3,43	1,22	4,19
11	Esperar la disponibilidad de la mesa de trabajo	12,33	15,20	14,16	13,48	12,32	67,5	13,50	0,00	13,50
∑T= Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal								TN (min)	39,46	

Tabla 46. Tiempo normal - Moldeado



ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS											
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltreg"											
	Área:	Moldeado									
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g									
	Tiempo:	minutos			Operario	H		M			# Lotes:
	Fecha de elaboración:				Fecha de revisión:				1		
Investigador:	Alex Heredia		Inicio:	08:30		Estudio de tiempos:	09 de 14				
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz		Finalización:	13:00		Operarios:	08				
N°	Actividad	Ciclos (min)					Resumen				
		1	2	3	4	5	ΣT	TPO	ID	TN	
1	Colocar los moldes sobre la mesa de trabajo	5,17	5,03	5,25	5,08	5,12	25,65	5,13	1,22	6,26	
2	Transportar y verter la cuajada sobre los moldes	2,30	2,01	2,13	2,41	2,35	11,20	2,24	1,22	2,73	
3	Esparcir la cuajada	1,33	1,21	1,42	1,18	1,30	6,44	1,29	1,22	1,57	
4	Voltear los moldes	1,45	1,30	1,32	1,48	1,52	7,07	1,41	1,22	1,73	
5	Envolver los quesos en la malla	7,40	7,00	7,28	7,15	7,33	36,16	7,23	1,22	8,82	
ΣT = Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal									TN (min)	21,11	

Tabla 47. Tiempo normal - Prensado

ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS											
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltreg"											
	Área:	Prensado									
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g									
	Tiempo:	minutos			Operario	H		M			# Lotes:
	Fecha de elaboración:				Fecha de revisión:						1
Investigador:	Alex Heredia		Inicio:	08:30		Estudio de tiempos:	10 de 14				
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz		Finalización:	13:00		Operarios:	08				
N°	Actividad	Ciclos (min)					Resumen				
		1	2	3	4	5	ΣT	TPO	ID	TN	
1	Buscar los tableros	0,42	0,39	0,35	0,41	0,40	1,97	0,39	1,21	0,48	
2	Ubicar los quesos sobre los tableros y transportar hacia la prensa	7,53	8,13	7,57	8,06	8,21	39,50	7,90	1,21	9,56	
3	Primer prensado	7,12	8,14	7,52	7,22	8,01	38,01	7,60	0,00	7,60	
4	Voltear los moldes con queso	2,50	3,23	3,02	2,55	2,17	13,47	2,69	1,21	3,26	
5	Segundo prensado	35,08	32,28	30,12	33,36	32,51	163,4	32,67	0,00	32,67	
6	Desamoldar los quesos	5,10	4,42	4,57	5,02	4,44	23,55	4,71	1,21	5,70	
ΣT = Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal								TN (min)	59,27		

Tabla 48. Tiempo normal - Salado


ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS											
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltreg"											
	Área:	Salado								# Lotes:	
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g									
	Tiempo:	minutos	Operario		H	M					
	Fecha de elaboración:	Fecha de revisión:									
Investigador:	Alex Heredia	Inicio:	08:30	Estudio de tiempos:	11 de 14						
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	Finalización:	13:00	Operarios:	08		1				
N°	Actividad	Ciclos (min)					Resumen				
		1	2	3	4	5	∑T	TPO	ID	TN	
1	Transportar y colocar los quesos en las tinas de salado	2,12	1,46	2,08	1,53	2,01	9,20	1,84	1,16	2,13	
2	Dejar reposar los quesos en la tina	43,07	40,35	44,03	41,48	42,32	211,3	42,25	0,00	42,25	
3	Voltear los quesos	1,18	2,00	1,39	1,23	1,57	7,37	1,47	1,16	1,71	
4	Dejar reposar los quesos en la tina	45,01	43,13	45,56	44,27	43,07	221,0	44,21	0,00	44,21	
5	Retirar los quesos de las tinas de salado y colocar en gavetas	5,02	4,21	5,12	4,51	4,46	23,32	4,66	1,16	5,41	
∑T= Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal								TN (min)	95,7		

Tabla 49. Tiempo normal - Secado

ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS											
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltreg"											
	Área:	Secado						# Lotes:			
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g									
	Tiempo:	minutos		Operario	H	M					
	Fecha de elaboración:			Fecha de revisión:							
Investigador:	Alex Heredia	Inicio:	08:30	Estudio de tiempos:	12 de 14		1				
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	Finalización:	13:00	Operarios:	08						
N°	Actividad	Ciclos (min)						Resumen			
		1	2	3	4	5	6	∑T	TPO	ID	TN
1	Transportar del área de salada al cuarto frio	0,23	0,25	0,30	0,28	0,26	0,34	1,66	0,28	1,17	0,32
2	Dejar reposar los quesos en el cuarto frio	26,32	24,34	25,46	23,03	22,51	25,21	146,9	24,5	0,00	24,5
∑T= Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal								TN (min)	24,80		

Tabla 50. Tiempo normal - Empacado





ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS											
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltreg"											
 <p>POLTREG Productos Lácteos Rengifo Gallo RUC: 0501736946001</p>	Área:	Empacado									
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g									
	Tiempo:	minutos			Operario	H		M			# Lotes:
	Fecha de elaboración:				Fecha de revisión:				1		
Investigador:	Alex Heredia		Inicio:	08:30		Estudio de tiempos:	13 de 14				
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz		Finalización:	13:00		Operarios:	08				
N°	Actividad	Ciclos (min)					Resumen				
		1	2	3	4	5	ΣT	TPO	ID	TN	
1	Transportar del cuarto frio al área de empacado	0,24	0,31	0,37	0,22	0,35	1,49	0,30	1,22	0,36	
2	Colocar en empaques el queso fresco seco de 700 gr	1,12	1,22	1,35	1,39	1,17	6,25	1,25	1,22	1,53	
3	Verificar el empaque y sellar las gavetas	1,02	1,09	1,04	1,13	1,25	5,53	1,11	1,22	1,35	
ΣT= Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal								TN (min)	3,24		

Tabla 51. Tiempo normal - Almacenado

ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS											
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltreg"											
	Área:	Almacenado									
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g									
	Tiempo:	minutos			Operario	H		M			# Lote:
	Fecha de elaboración:				Fecha de revisión:				1		
Investigador:	Alex Heredia		Inicio:	08:30		Estudio de tiempos:	14 de 14				
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz		Finalización:	13:00		Operarios:	08				
N°	Actividad	Ciclos (min)					Resumen				
		1	2	3	4	5	ΣT	TPO	ID	TN	
1	Transportar del área de empaque al cuarto frio	0,08	0,11	0,09	0,11	0,10	0,49	0,10	1,13	0,11	
2	Organizar las gavetas	1,56	2,35	1,59	2,12	2,24	9,86	1,97	1,13	2,23	
3	Mantener el producto en refrigeración	50,01	48,21	48,34	51,16	49,45	247,2	49,43	0,00	49,43	
ΣT= Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal								TN (min)	51,77		

9. Determinación de suplementos y tiempo estándar de la situación actual

En la línea de elaboración de queso Fresco Sierra Nevada 700 g intervienen 8 operarios, de los cuales el 50% es personal masculino y el otro 50% es personal femenino por lo que es importante determinar adecuadamente los suplementos para cada proceso debido a que existe la intervención tanto de hombres y mujeres en algunas de las tareas, cuando existe la participación de ambos, se determinó en referencia al que tenía mayor intervención en el proceso.

Suplementos constantes

Se tomó en consideración para cubrir las necesidades básicas de los operarios, además del desgaste de la energía tanto física y mental en la jornada de trabajo.

Suplementos variables


- a) **Trabajo de pie:** debido a la necesidad del movimiento constante de los operarios, el trabajo es realizado de pie durante toda la jornada por lo que se considera el valor adecuado en función del género del operario como se muestra en la tabla de la OIT.
- b) **Postura normal:** las actividades realizadas por los operarios exigen cierta inclinación del cuerpo, provocando incomodidad y mayor desgaste físico.
- c) **Uso de la fuerza:** los operarios deben hacer uso de la fuerza para el transporte de los recipientes con materia prima, movimiento del equipo de pasteurización, agitación y corte de la cuajada, levantamiento de los tableros con queso y ubicación de las tinas con el producto final dentro de los espacios de enfriamiento. En cada actividad el peso que se maneja cambia, por lo que se aplica el valor recomendado por la OIT en función de dichas condiciones.
- d) **Iluminación:** las instalaciones cuentan con buena iluminación tanto natural como artificial, por lo que no afecta el desarrollo de las actividades de los operarios.

- e) **Condiciones atmosféricas:** la empresa cuenta con sistemas de ventilación que permiten contar con las condiciones adecuadas en cuanto a la temperatura dentro del entorno de trabajo, con la finalidad de reducir posibles efectos negativos en los operarios y en el producto. Según la OIT se necesita de un termómetro de kata para que sea determinado de manera correcta por lo que en este caso en particular no se consideró dicho factor.
- f) **Tensión visual:** las condiciones del proceso exigen a los operarios cierta concentración para desarrollar con destreza la actividad requerida, el trabajo no requiere de gran precisión.
- g) **Ruido:** el nivel de ruido es mínimo en las instalaciones de la empresa debido a que emplean métodos de fabricación artesanales, cuentan con equipos y máquinas pequeñas por lo que dicho factor no incide en el desarrollo normal del trabajo.
- h) **Tensión mental:** el proceso de elaboración de queso Fresco Sierra Nevada presenta cierta complejidad debido a que existe la necesidad de cierto grado de vigilancia para garantizar que las condiciones son las adecuadas para garantizar las características del producto.
- i) **Monotonía mental:** la presencia de secuencias repetitivas y cortas en algunas tareas del proceso generan que el trabajo se vuelva algo monótono y en ciertas ocasiones bastante monótono, afectando el desempeño del operario por lo que consideró dicho factor.
- j) **Tedio:** el desarrollo de actividades o tareas rutinarias generan en los operarios cierto grado de aburrimiento, el cual ha sido determinado en función de las características del proceso.

Es importante mencionar que el valor total del cálculo de los suplementos fue asignado a las tareas que necesitan del uso de la fuerza y se reduce dicho valor en el resto de las tareas, además se asignó un valor de cero a todos los elementos que no requieren de suplementos debido a que no necesitan de la intervención del operario, también se consideró los criterios de García Criollo para reducir el suplemento por fatiga cuando el valor total de los suplementos supera el 20%. En función de los criterios mencionados anteriormente y de los valores establecidos por la OIT se asignaron los valores correspondientes a los suplementos para cada proceso, dichos


valores fueron aplicados en el cálculo del tiempo estándar y los resultados se presentan en las tablas desde la 52 hasta la 65.

Tabla 52. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Recepción de materia prima

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Recepción de materia prima		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	01 de 14		
Investigador:	Alex Heredia		Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz
		Hombre	Mujer	
Suplementos constantes	Necesidades personales	5		
	Básico por fatiga	4		
Suplementos variables	Trabajo de pie	2		
	Postura normal	2		
	Uso de la fuerza	22		
	Iluminación	0		
	Condiciones atmosféricas	-		
	Tensión visual	0		
	Ruido	0		
	Tensión mental	1		
	Monotonía mental	0		
	Tedio	0		
	Total	36		
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Registrar el ingreso de los proveedores	3,07	14,00	3,57
2	Descargar los tanques de los camiones	2,37	32,00	3,48
3	Destapar los tanques	1,61	14,00	1,88
4	Agitar la leche de los tanques	1,33	14,00	1,54
5	Tomar muestra de leche	1,23	14,00	1,44
6	Poner la muestra en probetas de prueba	0,48	14,00	0,55
7	Cargar la muestra en la pistola de alcohol	0,30	14,00	0,35
8	Comprobar el porcentaje de alcohol	1,25	14,00	1,45
9	Examinar los resultados	0,99	14,00	1,15
10	Tomar nueva muestra	1,54	14,00	1,79
11	Cargar al acidómetro	0,41	14,00	0,48
12	Comprobar la acidez de la leche	2,59	14,00	3,01
13	Examinar los resultados	1,18	14,00	1,37
14	Homogenizar la leche apta para procesar	5,46	14,00	6,35
15	Registrar en el formulario la información del proceso de análisis de la leche	1,50	14,00	1,75
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total	30,14	


En el proceso de recepción de materia prima se determinó un porcentaje de suplementos igual al 36% debido a que el operario hace uso de la fuerza para descargar los tanques de los camiones, los mismos que tienen una capacidad de 100 litros, por lo que de acuerdo con la OIT establece que para cargas mayores a los 33.5 kg se debe considerar un valor de 22% para hombres.

Tabla 53. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Filtrado

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Filtrado		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	02 de 14		
Investigador:	Alex Heredia		Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz
			Hombre	Mujer
Suplementos constantes	Necesidades personales		5	
	Básico por fatiga		4	
Suplementos variables	Trabajo de pie		2	
	Postura normal		2	
	Uso de la fuerza		1	
	Iluminación		0	
	Condiciones atmosféricas		-	
	Tensión visual		0	
	Ruido		0	
	Tensión mental		1	
	Monotonía mental		0	
	Tedio		0	
	Total		15	
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Transportar la leche hacia el tanque refrigerado de recepción de 2000 litros	2,97	15,00	3,49
2	Colocar filtros sobre el tanque de recepción	0,47	14,00	0,55
3	Verter la leche en el tanque	3,56	15,00	4,19
4	Homogenizar la leche	1,43	15,00	1,68
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total	9,91	


Para el proceso de filtrado se consideró un valor de 1% para el suplemento por uso de la fuerza debido a que el operario no empuja ni levanta un peso mayor a los 5 kg.

Tabla 54. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Estandarización

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Estandarización		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	03 de 14		
Investigador:	Alex Heredia		Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz
			Hombre	Mujer
Suplementos constantes	Necesidades personales		5	
	Básico por fatiga		4	
Suplementos variables	Trabajo de pie		2	
	Postura normal		2	
	Uso de la fuerza		3	
	Iluminación		0	
	Condiciones atmosféricas		-	
	Tensión visual		0	
	Ruido		0	
	Tensión mental		1	
	Monotonía mental		0	
	Tedio		0	
	Total		17	
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Encender la bomba de succión	0,24	14,00	0,28
2	Llenar los tanques de 200 litros	3,80	14,00	4,42
3	Apagar la bomba de succión	0,22	14,00	0,25
4	Medir el nivel de grasa en la leche	0,55	14,00	0,64
5	Encender la máquina descremadora	0,17	14,00	0,19
6	Verter la leche en la máquina	1,84	17,00	2,22
7	Apagar la máquina descremadora	0,16	14,00	0,18
8	Dejar reposar la leche	5,36	0,00	5,36
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total		13,55


En el proceso de estandarización el operario hace uso de la fuerza debido a que levanta los recipientes con la materia prima para verterlo en la descremadora, la carga no supera los 10 kg por lo que se asigna un valor de 3% para dicho factor, además se reduce el porcentaje para el resto y para las tareas que no requieren de la intervención del operario se asigna un valor de cero.

Tabla 55. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Pasteurización

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Pasteurización		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	04 de 14		
Investigador:	Alex Heredia		Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz
			Hombre	Mujer
Suplementos constantes	Necesidades personales		5	
	Básico por fatiga		4	
Suplementos variables	Trabajo de pie		2	
	Postura normal		2	
	Uso de la fuerza		3	
	Iluminación		0	
	Condiciones atmosféricas		-	
	Tensión visual		0	
	Ruido		0	
	Tensión mental		1	
	Monotonía mental		0	
	Tedio		0	
	Total		17	
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Transportar la materia prima y llenar el tanque de procesamiento de 550 litros	8,64	17,00	10,41
2	Colocar el equipo de pasteurización sobre el tanque	0,47	17,00	0,57
3	Encender el equipo de pasteurización	0,14	14,00	0,17
4	Pasteurizar la leche a 72 °C	20,22	0,00	20,22
5	Apagar el equipo de pasteurización	0,11	14,00	0,13
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total		31,49


En la pasteurización se considera un valor de 3% para el uso de la fuerza debido a que el operario utiliza recipientes para llenar el tanque de procesamiento y transporta el equipo de pasteurización a cada tanque en proceso, el peso de dichos elementos se encuentra dentro de los 10 kg.

Tabla 56. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Enfriamiento

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Enfriamiento		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	05 de 14		
Investigador:	Alex Heredia		Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz
			Hombre	Mujer
Suplementos constantes	Necesidades personales			7
	Básico por fatiga			4
Suplementos variables	Trabajo de pie			4
	Postura normal			3
	Uso de la fuerza			4
	Iluminación			0
	Condiciones atmosféricas			-
	Tensión visual			0
	Ruido			0
	Tensión mental			1
	Monotonía mental			0
	Tedio			0
		Total		23
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Introducir mangueras en el tanque	0,20	19,00	0,25
2	Encender el sistema de enfriamiento	0,30	19,00	0,37
3	Enfriar la leche hasta los 34 °C	14,42	0,00	14,4
4	Apagar el sistema de enfriamiento	0,20	19,00	0,25
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total		15,30


Para el proceso de enfriamiento se determinó un valor de 4% para el uso de la fuerza debido a que el operario debe levantar y transportar las manqueras hacia el tanque de procesamiento, dichos elementos tienen un peso aproximado de 10 kg, además se empleó los criterios mencionados anteriormente para la asignación de suplementos al resto de tareas.

Tabla 57. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Adición

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Adición		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	06 de 14		
Investigador:	Alex Heredia		Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz
			Hombre	Mujer
Suplementos constantes	Necesidades personales			7
	Básico por fatiga			4
Suplementos variables	Trabajo de pie			4
	Postura normal			3
	Uso de la fuerza			2
	Iluminación			0
	Condiciones atmosféricas			-
	Tensión visual			0
	Ruido			0
	Tensión mental			1
	Monotonía mental			0
	Tedio			1
	Total			22
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Agitar la leche con pala o remo	1,42	20,00	1,78
2	Buscar el cuajo	2,00	20,00	2,50
3	Añadir el cuajo, 20 g por cada 100 litros	0,32	20,00	0,40
4	Agitar la leche con pala o remo	1,76	20,00	2,20
5	Buscar el CaCl	1,74	20,00	2,18
6	Añadir el CaCl, 10 g por cada 100 litros	1,36	20,00	1,70
7	Dejar reposar la leche con aditivos	15,87	0,00	15,87
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total		26,63


Se determino un valor de 2% de suplementos para el uso de la fuerza en el proceso de adición debido a que el operario debe hacer uso de un remo o lira que no supera los 5 kg y a la vez debe agitar la leche para lograr una homogenización adecuada.

Tabla 58. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Corte/Agitación

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Corte-Agitación		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	07 de 14		
Investigador:	Alex Heredia		Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz
			Hombre	Mujer
Suplementos constantes	Necesidades personales		5	
	Básico por fatiga		4	
Suplementos variables	Trabajo de pie		2	
	Postura normal		2	
	Uso de la fuerza		1	
	Iluminación		0	
	Condiciones atmosféricas		-	
	Tensión visual		0	
	Ruido		0	
	Tensión mental		1	
	Monotonía mental		1	
	Tedio		2	
	Total		18	
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Buscar la lira para queso y la pala o remo	0,43	17,00	0,52
2	Primer corte con lira para queso	3,85	18,00	4,70
3	Primer agitado con pala o remo	2,46	18,00	3,00
4	Segundo corte con lira para queso	8,70	18,00	10,6
5	Segundo agitado con pala o remo	4,03	18,00	4,92
6	Dejar reposar la cuajada	9,51	0,00	9,51
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total		33,25

Para el proceso de corte agitación se consideró en valor del 1% para los suplementos por uso de la fuerza, en este proceso el operario hace uso de una lira para quesos y una pala lo remo, dichos elementos no superan los 5 kg en su peso.


Tabla 59. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Desuerado

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Desuerado		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	08 de 14		
Investigador:	Alex Heredia		Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz
			Hombre	Mujer
Suplementos constantes	Necesidades personales		5	
	Básico por fatiga		4	
Suplementos variables	Trabajo de pie		2	
	Postura normal		2	
	Uso de la fuerza		3	
	Iluminación		0	
	Condiciones atmosféricas		-	
	Tensión visual		0	
	Ruido		0	
	Tensión mental		1	
	Monotonía mental		1	
	Tedio		2	
	Total		20	
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Buscar los recipientes para extraer el suero	0,46	17,00	0,55
2	Primer extracción de suero	3,49	20,00	4,36
3	Primer agitado con pala o remo	1,84	20,00	2,30
4	Primer corte con lira para queso	5,48	20,00	6,84
5	Segunda extracción de suero	3,26	20,00	4,07
6	Segundo agitado con pala o remo	0,95	20,00	1,19
7	Segundo corte con lira para queso	4,07	20,00	5,09
8	Tercer extracción de suero	0,45	20,00	0,56
9	Tercer agitado con pala o remo	1,78	20,00	2,23
10	Tercer corte con lira para queso	4,19	20,00	5,24
11	Esperar disponibilidad de la mesa de trabajo	13,50	0,00	13,5
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total		45,93

En el proceso de desuerado se determinó un valor de 3% al suplemento por uso de la fuerza, dicho valor es establecido debido a que el operario utiliza recipientes para


extraer el suero del tanque con un peso no mayor a 10 kg, además emplea elementos como la lira para quesos y la pala o remo para revolver y desintegrar la masa.

Tabla 60. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Moldeado

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Moldeado		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	09 de 14		
Investigador:	Alex Heredia		Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz
			Hombre	Mujer
Suplementos constantes	Necesidades personales		5	
	Básico por fatiga		4	
Suplementos variables	Trabajo de pie		2	
	Postura normal		2	
	Uso de la fuerza		0	
	Iluminación		0	
	Condiciones atmosféricas		-	
	Tensión visual		0	
	Ruido		2	
	Tensión mental		1	
	Monotonía mental		1	
	Tedio		2	
Total		19		
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Colocar los moldes sobre la mesa de trabajo	6,26	19,00	7,73
2	Transportar y verter la cuajada sobre los moldes	2,73	19,00	3,37
3	Esparcir la cuajada	1,57	19,00	1,94
4	Voltear los moldes	1,73	19,00	2,13
5	Envolver los quesos en malla	8,82	19,00	10,89
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total		26,06

En el proceso de moldeado se consideró un valor de 0% al factor del uso de la fuerza debido a que el operario no levanta ni empuja un peso mayor a los 2.5 kg, los moldes son relativamente ligeros y se hace uso de pequeños recipientes para transportar y verter la cuajada sobre los moldes.

Tabla 61. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Prensado

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Prensado		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	10 de 14		
Investigador:	Alex Heredia		Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz
			Hombre	Mujer
Suplementos constantes	Necesidades personales		5	
	Básico por fatiga		4	
Suplementos variables	Trabajo de pie		2	
	Postura normal		2	
	Uso de la fuerza		3	
	Iluminación		0	
	Condiciones atmosféricas		-	
	Tensión visual		0	
	Ruido		2	
	Tensión mental		1	
	Monotonía mental		1	
	Tedio		2	
	Total		22	
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Buscar los tableros	0,48	19,00	0,59
2	Ubicar los quesos sobre los tableros y transportar hacia la prensa	9,56	18,00	11,66
3	Primer prensado	7,60	0,00	7,60
4	Voltear los moldes con queso	3,26	19,00	4,02
5	Segundo prensado	32,67	0,00	32,67
6	Desamoldar los quesos	5,70	19,00	7,04
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total		63,58


Para el proceso de presando se determinó un valor de 3% para el uso de la fuerza, considerando que el operario debe transportar los tableros con un contenido de 15 quesos y un peso total aproximado de 10 kg.

Tabla 62. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Salado

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Salado		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	11 de 14		
Investigador:	Alex Heredia		Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz
			Hombre	Mujer
Suplementos constantes	Necesidades personales			7
	Básico por fatiga			4
Suplementos variables	Trabajo de pie			4
	Postura normal			3
	Uso de la fuerza			4
	Iluminación			0
	Condiciones atmosféricas			-
	Tensión visual			0
	Ruido			0
	Tensión mental			1
	Monotonía mental			1
	Tedio			2
	Total			26
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Transportar y colocar los quesos en las tinas de salado	2,13	22,00	2,74
2	Dejar reposar los quesos en la tina	42,25	0,00	42,25
3	Voltear los quesos	1,71	18,00	2,09
4	Dejar reposar los quesos en la tina	44,21	0,00	44,21
5	Retirar los quesos de las tinas de salado y colocar en gavetas	5,41	18,00	6,60
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total		97,88


En el proceso de salado se estableció un valor de 4% para el uso de la fuerza debido a que el operario debe transportar los tableros con un peso aproximado de 10 kg hacia las tinas de salado.

Tabla 63. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Secado

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR																								
	Área:	Secado																						
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g																						
	N°	12 de 14																						
Investigador:	Alex Heredia		Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz																				
			Hombre	Mujer																				
Suplementos constantes	Necesidades personales			7																				
	Básico por fatiga			4																				
Suplementos variables	Trabajo de pie			4																				
	Postura normal			3																				
	Uso de la fuerza			20																				
	Iluminación			0																				
	Condiciones atmosféricas			-																				
	Tensión visual			0																				
	Ruido			0																				
	Tensión mental			1																				
	Monotonía mental			1																				
	Tedio			1																				
	Total			41																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">N°</th> <th style="width: 65%;">Actividad</th> <th style="width: 10%;">TN</th> <th style="width: 10%;">S</th> <th style="width: 10%;">TS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>Transportar del área de salada al cuarto frio</td> <td style="text-align: center;">0,32</td> <td style="text-align: center;">37,00</td> <td style="text-align: center;">0,51</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Dejar reposar los quesos en el cuarto frio</td> <td style="text-align: center;">24,5</td> <td style="text-align: center;">0,00</td> <td style="text-align: center;">24,5</td> </tr> <tr> <td colspan="3">TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar</td> <td style="text-align: center;">Total</td> <td style="text-align: center;">24,99</td> </tr> </tbody> </table>					N°	Actividad	TN	S	TS	1	Transportar del área de salada al cuarto frio	0,32	37,00	0,51	2	Dejar reposar los quesos en el cuarto frio	24,5	0,00	24,5	TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar			Total	24,99
N°	Actividad	TN	S	TS																				
1	Transportar del área de salada al cuarto frio	0,32	37,00	0,51																				
2	Dejar reposar los quesos en el cuarto frio	24,5	0,00	24,5																				
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar			Total	24,99																				


Para el proceso de secado se estableció un valor de 20% para el uso de la fuerza, considerando que se trata de personal femenino, el mismo que debe transportar los tableros con quesos hacia el cuarto frio, dichos tableros contienen 30 quesos y pesa aproximadamente 25 kg.

Tabla 64. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Empacado

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Empacado		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	13 de 14		
Investigador:	Alex Heredia	Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	
		Hombre	Mujer	
Suplementos constantes	Necesidades personales		7	
	Básico por fatiga		4	
Suplementos variables	Trabajo de pie		4	
	Postura normal		3	
	Uso de la fuerza		20	
	Iluminación		0	
	Condiciones atmosféricas		-	
	Tensión visual		0	
	Ruido		0	
	Tensión mental		1	
	Monotonía mental		1	
	Tedio		1	
	Total		41	
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Transportar del cuarto frío al área de empacado	0,36	37,00	0,58
2	Colocar en empaques el queso fresco seco de 700 gr	1,53	17,00	1,84
3	Verificar el empaque y sellar las gavetas	1,35	17,00	1,63
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total		4,04

En el proceso de empacado el operario debe retirar los tableros con queso del cuarto frío y transportarlos hacia el área de empaque, dichos tableros tienen el contenido y peso detallado anteriormente por lo que se considera el valor de 20% para el suplemento por uso de la fuerza.

Tabla 65. Cálculo de suplementos y tiempo estándar - Almacenamiento

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Almacenamiento		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	14 de 14		
Investigador:	Alex Heredia		Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz
			Hombre	Mujer
Suplementos constantes	Necesidades personales			7
	Básico por fatiga			4
Suplementos variables	Trabajo de pie			4
	Postura normal			3
	Uso de la fuerza			20
	Iluminación			0
	Condiciones atmosféricas			-
	Tensión visual			0
	Ruido			0
	Tensión mental			1
	Monotonía mental			1
	Tedio			1
		Total		41
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Transportar del área de empaque al cuarto frio	0,11	37,00	0,18
2	Organizar las gavetas	2,23	37,00	3,54
3	Mantener en refrigeración	49,43	0,00	49,4
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total		53,15

En el proceso de almacenamiento los quesos que fueron empacados son transportados hacia el cuarto frio nuevamente, dicha gavetas están compuestas por 30 quesos dando un peso aproximado de 25 kg, por lo que se considera un valor de 20% para el suplemento de uso de la fuerza.

Resumen del cálculo del tiempo estándar

En la tabla 66, se presenta el resumen del cálculo del tiempo estándar del proceso de elaboración de queso fresco Sierra Nevada 700 g, en esta tabla se visualiza los valores correspondientes al tiempo normal, suplementos, tiempo estándar, frecuencia y tiempo estándar por lote de producción. Es importante destacar que la frecuencia fue utilizada con el fin de establecer el tiempo estándar necesario para un solo lote de producción, debido a que el tiempo total establecido es empleado en la recepción y filtrado de 1040 litros de leche, pero para un lote se requiere únicamente de la mitad, es decir de 520 litros de materia prima.

En cuanto a los suplementos, en la primera columna se establece el valor total que fue determinado para las tareas que requieren del uso de la fuerza, y en la segunda columna el valor empleado en las tareas que no requieren de dicho factor, además se aplicó el criterio de García Criollo para la reducción del suplemento básico por fatiga como se muestra en las tablas desde la 52 hasta la 65.

Tabla 66. Resumen tiempo estándar actual del proceso

Actividad	Tiempo normal (min)	Suplementos		Tiempo estándar (min)	Frecuencia	Tiempo estándar por lote (min)
Recepción de materia prima	25,29	36,00	14,00	30,14	2,00	15,07
Filtrado	8,43	15,00	14,00	9,91	2,00	4,95
Estandarización	12,34	17,00	14,00	13,55	1,00	13,55
Pasteurización	29,58	17,00	14,00	31,49	1,00	31,49
Enfriamiento	15,13	23,00	19,00	15,30	1,00	15,30
Adición	24,48	22,00	20,00	26,63	1,00	26,63
Corte-Agitación	28,99	18,00	17,00	33,25	1,00	33,25
Desuerado	39,46	20,00	17,00	45,93	1,00	45,93
Moldeado	21,11	19,00	19,00	26,06	1,00	26,06
Prensado	59,27	22,00	19,00	63,58	1,00	63,58
Salado	95,71	26,00	22,00	97,88	1,00	97,88
Secado	24,80	41,00	21,00	24,99	1,00	24,99
Empacado	3,24	41,00	21,00	4,04	1,00	4,04
Almacenamiento	51,77	41,00	21,00	53,15	1,00	53,15
TOTAL						455,86

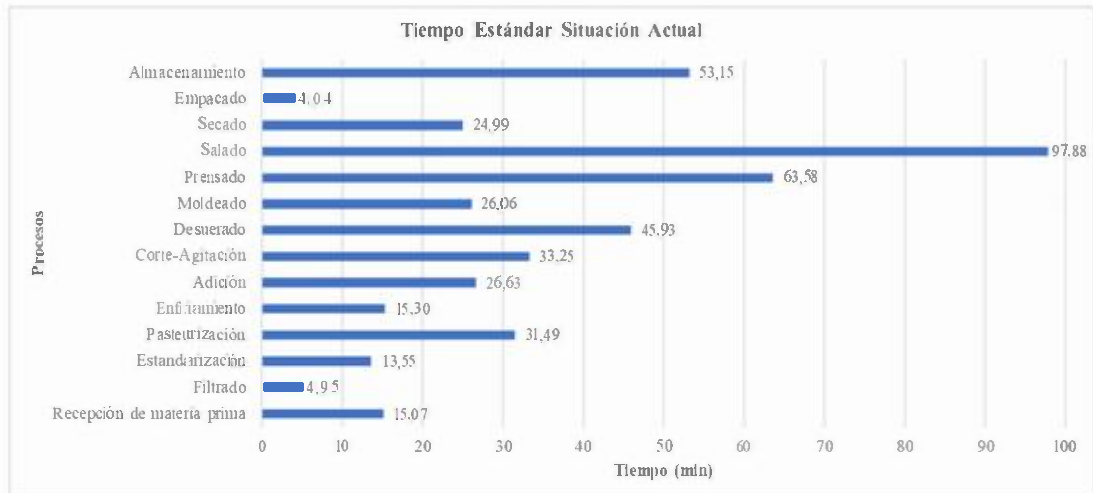


Figura 26. Resultados del tiempo estándar de la situación actual

Interpretación:

En la figura 26 se observa los resultados del estudio de tiempos, en donde se establece que el proceso de salado es el que mayor tarda en ejecutarse debido a que se necesita de 97.88 minutos, seguido del prensado y almacenamiento con 63.58 y 53.15 minutos respectivamente, en cuanto al resto de procesos no presentan mayor complejidad debido a que no exceden los 46 minutos, por lo que es necesario aplicar las técnicas adecuadas para reducir los tiempos, principalmente del proceso de salado ya que representa el cuello de botella del sistema.

Capacidad de producción teórica

En la tabla 67, se muestra los resultados correspondientes a la capacidad de producción de la línea en estudio, el cálculo se desarrolló a través de la ecuación 9 la cual se define como la división entre la unidad y el tiempo estándar, multiplicado por el tiempo disponible en la jornada de trabajo.

$$C_p = \frac{1}{TS} * 480 \quad (9)$$

Donde:

Cp= capacidad de producción (teórica)

TS= tiempo estándar

Tiempo disponible en la jornada laboral= 480 min

De manera similar, se aplica la ecuación 10 para el cálculo de la capacidad de producción instalada actualmente.

$$C_{pi} = \frac{\text{minutos laborados} * \#\text{trabajadores}}{\text{tiempo estándar}} \quad (10)$$

Donde:

Cpi= Capacidad de producción instalada

Tabla 67. Capacidad de producción de la línea de elaboración de queso fresco Sierra Nevada 700 g

Actividad	# trabajadores	Cp lotes/día	Cp instalada	Cp lotes/semana
Recepción de materia prima	1	31,85	31,85	222,95
Filtrado		96,90	96,90	678,33
Estandarización	2	35,42	70,85	495,93
Pasteurización		15,24	30,49	213,40
Enfriamiento		31,38	62,76	439,34
Adición	3	18,03	36,06	252,38
Corte-Agitación		14,43	43,30	303,12
Desuerado		10,45	31,35	219,48
Moldeado		18,42	55,25	386,76
Prensado	2	7,55	22,65	158,54
Salado		4,90	9,81	68,66
Secado		19,21	38,41	268,88
Empacado		118,81	237,62	1663,32
Almacenamiento		9,03	18,06	126,44

En función de los resultados obtenidos en la tabla 67, se conoce la capacidad de producción de la línea de elaboración de queso fresco Sierra Nevada 700 g, en donde

se puede evidenciar la presencia del cuello de botella en torno al proceso de salado, el mismo que cuenta con una capacidad diaria de 5 lotes de quesos y de 68 a la semana, limitando la capacidad del resto del proceso.

Posterior a la determinación del tiempo estándar y capacidad de producción actual de la línea de elaboración de quesos, se busca el aumento de la capacidad de producción, reduciendo o eliminando las actividades innecesarias como transportes u operaciones que no agregan valor al producto.

Propuesta de implementación de teoría de restricciones

La utilización de las distintas herramientas de ingeniería de métodos como diagramas de proceso, diagrama sinóptico, diagrama de recorrido y cursograma analítico permitieron determinar las actividades que son desarrolladas por los operarios en cada una de las etapas de la línea de elaboración de queso fresco Sierra Nevada 700 g.

Con el propósito de obtener mejores resultados en cuanto a la producción y eficiencia de la línea de producción analizada de la empresa de productos lácteos Rengifo Gallo, se propone un nuevo método de trabajo, el cual parte de la eliminación de aquellas actividades que no generan valor dentro del proceso productivo, propiciando las condiciones para reducir el tiempo de procesamiento y elevar la capacidad de producción, principalmente dentro salado y prensado de los quesos, la teoría de restricciones permite implementar nuevas técnicas de procesamiento que contribuyen optimizar el uso de recursos y evitar la utilización de grandes cantidades de dinero en la adecuación de instalaciones, compra de máquinas, contratación de personal, etc.

La Teoría de Restricciones (TOC), es una herramienta que permite la identificación, explotación y elevación de las restricciones del sistema, en primera instancia mediante el aprovechamiento de los recursos con los que cuenta la empresa, reduciendo la necesidad de que dichos cambios involucren grandes inversiones, aunque de ser necesario es importante analizar las implicaciones de dichos cambios a

fin de que sean favorables para la organización. La implementación de la herramienta contribuye al mejoramiento de algunos aspectos como:

- Incremento de la productividad
- Aprovechamiento de los recursos de la empresa
- Mantener la calidad del producto

Es necesario seguir los pasos que recomienda la Teoría de Restricciones para obtener la respuesta adecuada a la problemática planteada, esta herramienta permite que los recursos de la organización sean aprovechados al máximo, antes invertir recursos económicos en la mejora de los procesos.

Tabla 68. Aplicación de TOC al proceso de salado


Teoría de Restricciones			
		Área:	Salado
		Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g
		N°	01 de 02
Investigador:		Alex Heredia	Revisado por: Ing. Daysi Ortiz
Pasos		Detalle	
1	Identificar la restricción del sistema	En base al estudio de tiempos realizado, se establece que el cuello de botella del sistema es el proceso de salado debido a que, por las condiciones de las instalaciones de la empresa y el tiempo requerido para su ejecución, no es posible obtener más de 5 lotes diarios del producto de mayor demanda.	
2	Decidir cómo explotar la restricción del sistema	Existen dos métodos de salado que pueden ser aplicados al proceso de elaboración de quesos, por un lado, la utilización de salmuera que es la técnica de mayor popularidad y aplicada actualmente en la empresa, pero presenta la desventaja de requerir mayor tiempo para alcanzar el contenido adecuado de sal, por otro lado, la utilización de sal en grano es una buena alternativa para el salado pero reduce en exceso el contenido de humedad en el producto, por lo que se emplea un proceso de salado combinado mediante la utilización de un método alternativo de salado para mantener las condiciones del producto que son apreciadas por el consumidor.	
3	Subordinar todo a las decisiones precedentes	Considerar el tiempo destinado para el salado, a fin de propiciar las condiciones para que la producción se mueva a un flujo constante para evitar la generación de colas de producto por procesar, principalmente en el proceso de prensado.	

Tabla 68. Aplicación de TOC al proceso de salado (continuación)

4	Elevar la restricción	Se cuenta con dos alternativas para elevar la capacidad del proceso de salado, como primera alternativa se considera la compra de una nueva tina de salado, pero se determina que la empresa no cuenta con los recursos necesarios y se busca una alternativa de menor costos por lo que se propone la utilización de un método combinado de salado mediante la utilización de salmuera y sal en grano como medio para disminuir el tiempo de salado, permitiendo elevar la capacidad de producción del proceso.
5	Volver al paso 1, pero no dejar que la inercia produzca una nueva restricción en el sistema	La utilización del proceso de salado alternativo permite optimizar el tiempo empleado debido a que la concentración de sal acelera la absorción del porcentaje de sal necesario en el producto, aunque dicho cambio permite elevar la capacidad de producción de este proceso, la subordinación con respecto a dichas decisiones ha provocado que el nuevo cuello de botella se ubique sobre el proceso de prensado.

Experimentación del método de salado propuesto

El proceso de salado propuesto es empleado actualmente en la elaboración del queso fresco Sierra Nevada de 9000 g, el cual debido a su consistencia requiere de una concentración mayor de sal, por lo que se emplea la sal en grano para reducir el tiempo de procesamiento hasta en un 10% sin alterar el sabor característico del producto que es apreciado por los consumidores.

Se desarrolló un proceso de experimentación sobre una muestra aleatoria de 3 quesos a los cuales se les aplicó el método de salado propuesto, como se observa en la tabla 69.

Tabla 69. Resultados de la experimentación del proceso de salado

Muestra	Reducción de tiempo	Observaciones
1	10%	Concentración intensa de sal, dureza excesiva en la superficie, color amarillento.

Tabla 69. Resultados de la experimentación del proceso de salado (continuación)

Muestra	Reducción de tiempo	Observaciones
2	30%	Concentración media de sal, superficie dura, color blanquecino
3	50%	Buena concentración de sal, firmeza adecuada, color blanquecino característico.

Para la primera experimentación se consideró la reducción del tiempo observada en el salado del queso fresco Sierra Nevada de 9000 g, al degustar el producto se evidenció la concentración excesiva de sal, presencia de una corteza dura y color amarillento poco apetecible; en la segunda experimentación el tiempo se redujo un 30% y se pudo apreciar la disminución en la concentración de sal, menor dureza en la superficie y en cuanto al color, se aproxima al característico del producto; finalmente en la tercera experimentación el tiempo se redujo a la mitad, logrando obtener una buena concentración de sal, firmeza adecuada y color blanquecino propio del producto.

Validación del proceso de salado propuesto

La validación del método de salado propuesto se realizó mediante la degustación del queso fresco Sierra Nevada 700 g con el fin de establecer la existencia de cambios significativos en las características organolépticas del producto.

Selección de los catadores

La selección de los catadores se realizó considerando los criterios mencionados en la Norma ISO 8586-1, en donde se detalla que los evaluadores pueden ser parte de la empresa o ajenos a ella, pero también, puede existir una combinación de ambos en una proporción variable, además establece que el número de catadores no debe ser inferior a 10, en función de criterios mencionados anteriormente, el análisis sensorial

se desarrolló con 8 operarios y 2 personas ajenas a la empresa, obteniendo los resultados que se muestran en la tabla 70.

Tabla 70. Características organolépticas del queso

Catador	Muestra	Olor	Sabor	Textura	Color
1	1	4	5	4	4
	2	4	5	4	4
2	1	4	5	3	4
	2	3	5	4	4
3	1	3	4	4	3
	2	4	5	5	4
4	1	4	5	4	4
	2	4	5	4	4
5	1	4	3	3	4
	2	3	3	4	3
6	1	4	4	4	3
	2	4	5	5	5
7	1	5	4	4	4
	2	3	4	3	4
8	1	4	5	4	3
	2	5	4	5	4
9	1	3	4	4	3
	2	4	5	5	4
10	1	4	5	4	4
	2	4	5	4	4

Para la calificación de las características organolépticas se utilizó la escala hedónica la cual establece los valores: 5 = excelente, 4 = bueno, 3 = aceptable, 2 = malo y 1= desagradable, es importante mencionar que los catadores del 1 hasta el 8 son operarios y los restantes son personas seleccionadas al azar, además, que la muestra 1 corresponde al queso fresco Sierra Nevada 700 g obtenido por medio del proceso de salado tradicional y la muestra 2 al producto del método de salado propuesto.

En la tabla 71 y figura 27 se presentan los resultados obtenidos mediante el proceso de catación de la muestra 1.

Tabla 71. Resultados de la catación de la muestra 1

	Olor	Sabor	Textura	Color
Excelente	1	5	0	0
Bueno	7	4	8	4
Aceptable	2	1	2	6
Malo	0	0	0	0
Desagradable	0	0	0	0

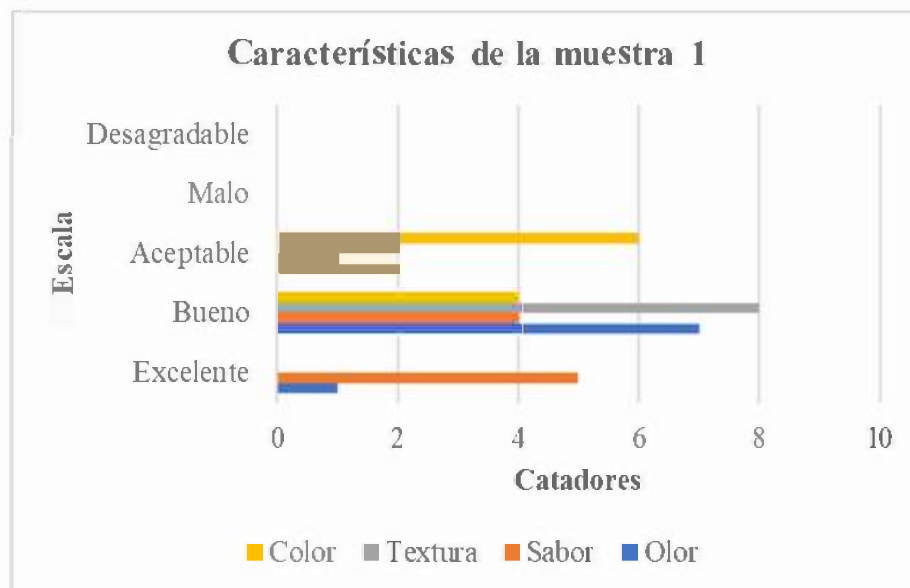


Figura 27. Análisis de las características de la muestra 1

Los resultados determinan que el queso fresco Sierra Nevada de 700 g del proceso de salado tradicional presenta las siguientes características: 6 de 10 catadores identificaron un color aceptable, 8 de 10 catadores determinaron como buena textura, 5 de 10 catadores establecieron que su sabor es excelente y finalmente 7 de los 10 catadores definieron como bueno el olor del producto.

En la tabla 72 y figura 28 se presenta los resultados obtenidos mediante el proceso de catación de la muestra 2.

Tabla 72. Resultados de la catación de la muestra 2

	Olor	Sabor	Textura	Color
Excelente	1	7	4	1
Bueno	6	2	5	8
Aceptable	3	1	1	1
Malo	0	0	0	0
Desagradable	0	0	0	0

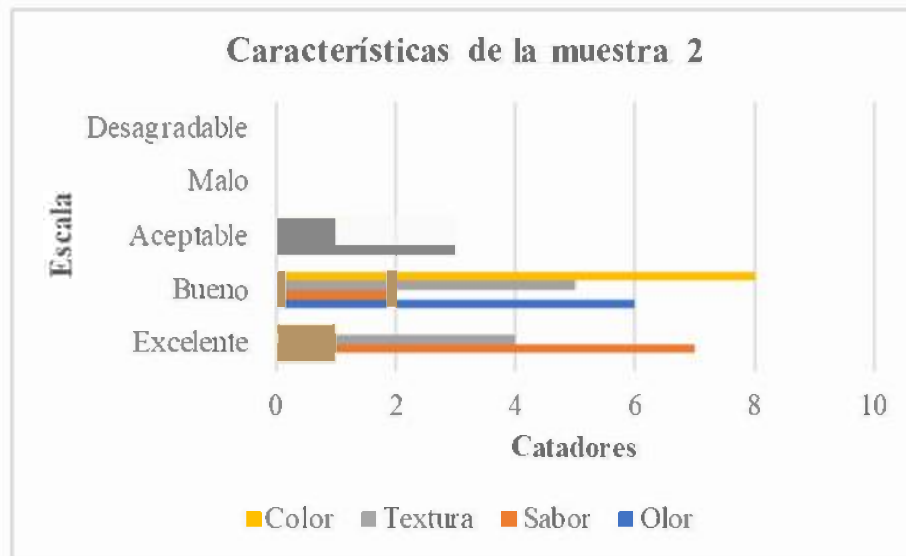


Figura 28. Análisis de las características de la muestra 2

Los resultados evidencian que existió cambios en las características del queso fresco Sierra Nevada de 700 g elaborado mediante el proceso de salado propuesto, dichos cambios se definen de la siguiente manera: 8 de 10 catadores identificaron como bueno con respecto al color, 5 de 10 catadores determinaron como buena textura, 7 de 10 catadores establecieron que su sabor es excelente y finalmente 6 de 10 catadores definieron como bueno el olor del producto.

Al contrastar los resultados obtenidos tanto para la muestra 1 y 2 se puede determinar que existen mejores resultados con respecto al color y sabor, por lo que el producto fue apetecido por los analistas.

El proceso de experimentación permitió determinar que es factible aplicar el método de salado propuesto como medio para reducir el tiempo de procesamiento y aumentar la capacidad de producción del proceso de salado, logrando obtener una mejor apariencia, sin alterar el sabor del producto.

Análisis del costo de implementación del método de salado propuesto

En la tabla 73, se presenta el insumo, cantidad y costo del producto utilizado para el proceso de salado de los quesos.

Tabla 73. Insumos para el salado de quesos


Insumo	Cantidad	Costo
Sal en grano	1 saco (100 libras)	\$13.00

Se requiere de 1 libra de sal en grano por lote de producción, se debe esparcir de manera uniforme por toda la superficie de los quesos y permitir que reposen en la salmuera hasta alcanzar el punto deseado para voltear el producto y repetir el proceso.

$$\text{Costo de la implementación} = \frac{13 \text{ dólares}}{100 \text{ libras}} = 0.13 \text{ dólares/libra} \quad (11)$$


Al aplicar la ecuación 11, se determina que para implementar el método de salado propuesto se requiere de una inversión de 0.13 dólares por lote de producción, pero se debe considerar que el incremento de dicho rubro permite elevar la capacidad del proceso al reducir el tiempo requerido para el salado, lo que conlleva a cubrir la demanda de la empresa y aumentar su rentabilidad.

Tabla 74. Aplicación de TOC al proceso de prensado

Teoría de Restricciones				
		Área:	Prensado	
		Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g	
		N°	02 de 02	
Investigador:		Alex Heredia	Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz
Pasos		Detalle		
1	Identificar la restricción del sistema	Una vez superado el primer cuello de botella del sistema, se presenta una nueva restricción sobre el proceso de prensado debido a que ahora es el proceso que cuenta con la capacidad de producción más baja a consecuencia del tiempo requerido para lograr que los quesos tengan la consistencia adecuada.		
2	Decidir cómo explotar la restricción del sistema	Debido a las características de la línea de producción, se puede aprovechar los tiempos muertos para ajustar la prensa, con el objetivo de minimizar el tiempo requerido para que los quesos obtengan la firmeza esperada.		
3	Subordinar todo a las decisiones precedentes	Mantener constante el flujo de producción, principalmente en el proceso de moldeado, para evitar que la restricción afecte al resto de procesos, generando retrasos y limitando la capacidad de producción del sistema.		
4	Elevar la restricción	El proceso de prensado cuenta actualmente con dos prensas, las cuales pueden ser empleadas en función de su disponibilidad, pero es necesario reemplazar el mecanismo de ajuste de una de ellas para que pueda proporcionar la presión adecuada a los quesos y obtengan la consistencia requerida.		
5	Volver al paso 1, pero no dejar que la inercia produzca una nueva restricción en el sistema	La empresa requiere producir 8 lotes diarios de queso fresco Sierra Nevada en la presentación de 700 gr para poder cubrir la demanda del mercado, al aplicar las mejoras propuestas al proceso de prensado, el sistema cuenta con la capacidad necesaria para obtener la producción esperada, razón por la cual, ya no existiría la necesidad de elevar más la capacidad de producción de los procesos, hasta que exista el requerimiento en función de la demanda del mercado.		

La aplicación de la Teoría de Restricciones al segundo cuello de botella propone la integración de nuevas tareas dentro del proceso de prensado con la finalidad de reducir el tiempo de procesamiento y aprovechar el tiempo de ocio del operario, el nuevo método de trabajo para el proceso quedaría establecido como se muestra en la tabla 75.


Tabla 75. Proceso de prensado mejorado

		DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO				
		Proceso:	Prensado (mejorado)			
		Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g			
		Equipo:	Prensa para queso Tableros	Levantamiento:	10	
Objetivo:	Reducir el residuo de suero para lograr la consistencia adecuada					
Alcance:	Aplicable para toda la materia que ingresa a las instalaciones de la empresa Productos Lácteos Rengifo Gallo					
Proveedor:	Área de moldeado	Entrada:	Queso moldeado			
Salida:	Queso prensado	Cliente:	Productos Lácteos Rengifo Gallo			
N.	Actividades	Observaciones				
1	Ubicar los quesos sobre los tableros y transportar hacia la prensa					
2	Cerrar la prensa					
3	Primer prensado					
4	Voltear los moldes con queso					
5	Cerrar la prensa					
6	Segundo prensado					
7	Ajustar la prensa					
8	Tercer prensado					
9	Desmoldar los quesos					

A pesar de que el número de tareas aumenta para el proceso, el tiempo requerido para la ejecución se reduce, debido a que al aplicar presión mediante el ajuste de la prensa permitiría que los quesos obtengan la firmeza esperada con mayor rapidez, por lo que se logra acortar el tiempo de procesamiento y elevar su capacidad de producción.

El resumen de los resultados de la aplicación de la herramienta de Teoría de Restricciones se detalla en la tabla 76.

Tabla 76. Resultados de la Teoría de Restricciones

Teoría de Restricciones			
Resumen de la metodología aplicada			
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g	
	Investigador:	Alex Heredia	Revisado por: Ing. Daysi Ortiz
Ubicación de la restricción	Tipo de restricción	Identificación de la restricción	Método para aligerar la restricción
Salado	Física	La disponibilidad de las tinas de salado se ve limitada debido al tiempo requerido para proporcionar la cantidad de sal adecuada a los quesos.	Mediante el proceso de experimentación desarrollado con el método de salado propuesto, se establece que es factible aplicar sal en grano sobre la superficie superior de los quesos, permitiendo reducir hasta en un 50% el tiempo empleado para el salado, conservando las características y principalmente el sabor del producto.
Prensado	Física	El tiempo de prensado se ve afectado por la falta de presión sobre los quesos por lo que el tiempo requerido para este proceso aumenta hasta alcanzar la consistencia deseada.	El proceso permite que el trabajador pueda dirigirse a la prensa y ajustar la manivela, reduciendo hasta en un 40% el tiempo destinado para el prensado, pero antes es necesario reemplazar el mecanismo de ajuste de una de las prensas lo que representa una inversión de \$300.

Estudio de tiempos propuesto

Tiempo normal de la situación propuesta

En las tablas desde la 77 hasta la 90, se muestra cada una de las actividades desarrolladas en la línea de elaboración de queso fresco Sierra Nevada 700 g, se eliminaron las actividades consideradas improductivas y las mejoras determinadas mediante la aplicación de la herramienta de teoría de restricciones para el estudio de tiempos propuesto. Además, se aplicó el factor desempeño empleado en el estudio de tiempos actual, el mismo que fue determinado en base a la observación.

Tabla 77. Tiempo normal propuesto - Recepción de materia prima



ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS												
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltreg"												
	Área:	Recepción de materia prima					# Lotes:					
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g										
	Tiempo:	minutos	Operario		H	M						
	Fecha de elaboración:	Fecha de revisión:										
Investigador:	Alex Heredia	Inicio:	08:30	Estudio de tiempos:	01 de 14		1					
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	Finalización:	13:00	Operarios:	08							
N°	Actividad	Ciclos (min)					Resumen					
		1	2	3	4	5	ΣT	TPO	ID	TN		
1	Registrar el ingreso de los proveedores	2,52	3,05	2,59	3,11	2,55	13,82	2,76	1,11	3,07		
2	Descargar los tanques de los camiones	2,03	2,17	2,08	2,25	2,13	10,66	2,13	1,11	2,37		
3	Destapar los tanques	1,58	1,35	1,43	1,38	1,53	7,27	1,45	1,11	1,61		
4	Agitar la leche de los tanques	1,18	1,22	1,16	1,19	1,23	5,98	1,20	1,11	1,33		
5	Tomar la muestra de leche	1,06	1,14	1,07	1,11	1,18	5,56	1,11	1,11	1,23		
6	Poner la muestra en las probetas de prueba	0,42	0,39	0,48	0,40	0,45	2,14	0,43	1,11	0,48		
7	Cargar la muestra en la pistola de alcohol	0,22	0,29	0,23	0,34	0,27	1,35	0,27	1,11	0,30		
8	Comprobar el porcentaje de alcohol	1,12	1,04	1,15	1,09	1,22	5,62	1,12	1,11	1,25		
9	Examinar los resultados	0,55	1,16	1,03	0,59	1,11	4,44	0,89	1,11	0,99		
10	Tomar una nueva muestra	1,31	1,44	1,37	1,40	1,43	6,95	1,39	1,11	1,54		
11	Cargar al acidómetro la muestra de leche	0,38	0,33	0,39	0,35	0,41	1,86	0,37	1,11	0,41		
12	Comprobar la acidez de la leche	2,13	2,38	2,41	2,34	2,39	11,7	2,33	1,11	2,59		
13	Examinar los resultados	0,58	1,27	1,18	1,06	1,21	5,30	1,06	1,11	1,18		
14	Homogenizar la leche apta para procesar	5,15	4,59	5,21	5,07	4,56	24,6	4,92	1,11	5,46		
15	Registrar en el formulario la información del proceso de análisis de la leche	1,26	1,48	1,33	1,24	1,45	6,76	1,35	1,11	1,50		
ΣT= Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal								TN (min)	25,29			

Tabla 78. Tiempo normal propuesto - Filtrado



ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS											
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltreg"											
	Área:	Filtrado									
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g									
	Tiempo:	minutos			Operario	H		M			# Lotes:
	Fecha de elaboración:				Fecha de revisión:				1		
Investigador:	Alex Heredia		Inicio:	08:30		Estudio de tiempos:	02 de 14				
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz		Finalización:	13:00		Operarios:	08				
N°	Actividad	Ciclos (min)					Resumen				
		1	2	3	4	5	ΣT	TPO	ID	TN	
1	Transportar la leche hacia el tanque refrigerado de recepción de 2000 litros	2,47	3,05	2,54	3,10	2,57	13,73	2,75	1,08	2,97	
2	Colocar los filtros sobre el tanque de recepción	0,47	0,34	0,49	0,38	0,50	2,18	0,44	1,08	0,47	
3	Verter la leche en el tanque	3,24	3,37	3,26	3,41	3,22	16,50	3,30	1,08	3,56	
4	Homogenizar la leche	1,21	1,47	1,34	1,40	1,18	6,60	1,32	1,08	1,43	
ΣT= Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal								TN (min)	8,43		

Tabla 79. Tiempo normal propuesto - Estandarización



ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS										
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltrég"										
	Área:	Estandarización								
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g								
	Tiempo:	minutos	Operario		H	M	# Lotes:			
	Fecha de elaboración:	Fecha de revisión:								
Investigador:	Alex Heredia	Inicio:	08:30	Estudio de tiempos:	03 de 14		1			
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	Finalización:	13:00	Operarios:	08					
N°	Actividad	Ciclos (min)					Resumen			
		1	2	3	4	5	∑T	TPO	ID	TN
1	Encender la bomba de succión	0,15	0,28	0,19	0,25	0,23	1,10	0,22	1,11	0,24
2	Llenar los tanques de 200 litros	3,58	3,22	3,51	3,44	3,37	17,12	3,42	1,11	3,80
3	Apagar la bomba de succión	0,20	0,23	0,15	0,17	0,22	0,97	0,19	1,11	0,22
4	Medir el nivel de grasa en la leche	0,41	0,52	0,40	0,59	0,55	2,47	0,49	1,11	0,55
5	Encender la máquina descremadora	0,11	0,18	0,12	0,20	0,14	0,75	0,15	1,11	0,17
6	Verter la leche en la máquina	1,56	1,37	1,59	1,43	2,35	8,30	1,66	1,11	1,84
7	Apagar la máquina descremadora	0,12	0,17	0,11	0,19	0,12	0,71	0,14	1,11	0,16
8	Dejar reposar la leche	5,24	5,56	5,43	5,30	5,28	26,81	5,36	0,00	5,36
∑T= Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal								TN (min)	12,34	

Tabla 80. Tiempo normal propuesto - Pasteurización



ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS															
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltrég"															
	Área:	Pasteurización													
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g													
	Tiempo:	minutos	Operario			H	M	# Lotes:							
	Fecha de elaboración:	Fecha de revisión:													
Investigador:	Alex Heredia	Inicio:	08:30	Estudio de tiempos:		04 de 14		1							
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	Finalización:	13:00	Operarios:		08									
N°	Actividad	Ciclos (min)										Resumen			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	∑T	TPO	ID	TN	
1	Transportar la materia prima y llenar el tanque de procesamiento de 550 litros	8,11	7,40	7,56	7,43	8,02	8,36	7,46	7,55	8,15	70,0	7,78	1,11	8,64	
2	Colocar el equipo de pasteurización sobre el tanque	0,50	0,35	0,41	0,39	0,46	0,33	0,48	0,55	0,38	3,85	0,43	1,11	0,47	
3	Encender el equipo de pasteurización	0,06	0,12	0,09	0,15	0,11	0,23	0,17	0,09	0,14	1,2	0,13	1,11	0,14	
4	Pasteurizar la leche a 72 °C	21,08	17,06	22,48	19,48	21,36	19,22	20,54	22,18	18,55	182,0	20,22	0,00	20,22	
5	Apagar el equipo de pasteurización	0,07	0,09	0,06	0,10	0,08	0,17	0,10	0,13	0,09	0,89	0,10	1,11	0,11	
∑T= Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal												TN (min)	29,58		

Tabla 81. Tiempo normal propuesto - Enfriamiento


ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS											
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltreg"											
	Área:	Enfriamiento								# Lotes:	
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g									
	Tiempo:	minutos	Operario		H	M					
	Fecha de elaboración:	Fecha de revisión:									
Investigador:	Alex Heredia	Inicio:	08:30	Estudio de tiempos:	05 de 14					1	
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	Finalización:	13:00	Operarios:	08						
N°	Actividad	Ciclos (min)					Resumen				
		1	2	3	4	5	∑T	TPO	ID	TN	
1	Introducir las mangueras en el tanque	0,13	0,24	0,17	0,22	0,14	0,90	0,18	1,11	0,20	
2	Encender el sistema de enfriamiento	0,21	0,30	0,27	0,33	0,25	1,36	0,27	1,11	0,30	
3	Enfriar la leche hasta los 34 °C	14,04	15,02	14,58	14,12	14,36	72,12	14,42	0,00	14,42	
4	Apagar el sistema de enfriamiento	0,18	0,22	0,15	0,20	0,17	0,92	0,18	1,11	0,20	
∑T= Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal								TN (min)	15,13		

Tabla 82. Tiempo normal propuesto - Adición

ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS										
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltreg"										
 <p>POLTREG Productos Lácteos Rengifo Gallo RUC: 0501736946001</p>	Área:	Adición								
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g								
	Tiempo:	minutos		Operario	H		M		# Lotes:	
	Fecha de elaboración:			Fecha de revisión:						
Investigador:	Alex Heredia	Inicio:	08:30	Estudio de tiempos:	06 de 14		1			
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	Finalización:	13:00	Operarios:	08					
N°	Actividad	Ciclos (min)					Resumen			
		1	2	3	4	5	∑T	TPO	ID	TN
1	Agitar la leche con la pala o remo	1,17	1,31	1,23	1,24	1,19	6,14	1,23	1,16	1,42
2	Añadir el cuajo, 20 gr por cada 100 litros	2,19	2,54	3,02	2,15	2,44	12,34	2,47	1,16	2,86
3	Agitar la leche con la pala o remo	2,01	1,25	1,52	1,33	1,48	7,59	1,52	1,16	1,76
4	Añadir el CaCl, 10 gr por cada 100 litros	1,05	1,17	1,29	1,11	1,23	5,85	1,17	1,16	1,36
5	Dejar reposar la leche con aditivos	16,01	15,59	16,12	16,05	15,57	79,34	15,9	0,00	15,87
∑T= Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal								TN (min)	23,27	

Tabla 83. Tiempo normal propuesto - Corte/Agitación



ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS											
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltreg"											
 <p>POLTREG Productos Lácteos Rengifo Gallo RUC: 0501736946001</p>	Área:	Corte-Agitación									
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g									
	Tiempo:	minutos			Operario	H		M			# Lotes:
	Fecha de elaboración:				Fecha de revisión:				1		
Investigador:	Alex Heredia		Inicio:	08:30		Estudio de tiempos:	07 de 14				
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz		Finalización:	13:00		Operarios:	08				
N°	Actividad	Ciclos (min)					Resumen				
		1	2	3	4	5	∑T	TPO	ID	TN	
1	Primer corte con la lira para queso	3,40	3,17	3,28	3,42	3,19	16,46	3,29	1,17	3,85	
2	Primer agitado con la pala o remo	2,08	2,15	2,06	2,13	2,10	10,52	2,10	1,17	2,46	
3	Segundo corte con la lira para queso	7,50	7,32	7,46	7,51	7,38	37,17	7,43	1,17	8,70	
4	Segundo agitado con la pala o remo	3,48	3,40	3,51	3,39	3,45	17,23	3,45	1,17	4,03	
5	Dejar reposar la cuajada	8,52	10,02	9,32	9,46	10,24	47,56	9,51	0,00	9,51	
∑T= Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal								TN (min)	28,55		

Tabla 84. Tiempo normal propuesto - Desuerado



ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS												
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltreg"												
	Área:	Desuerado					# Lotes:					
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g										
	Tiempo:	minutos		Operario	H	M						
	Fecha de elaboración:			Fecha de revisión:								
Investigador:	Alex Heredia	Inicio:	08:30	Estudio de tiempos:	08 de 14		1					
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	Finalización:	13:00	Operarios:	08							
N°	Actividad	Ciclos (min)					Resumen					
		1	2	3	4	5	∑T	TPO	ID	TN		
1	Primer extracción de suero	2,30	3,28	2,51	3,12	3,08	14,29	2,86	1,22	3,49		
2	Primer agitado con la pala o remo	1,57	1,41	1,48	1,53	1,55	7,54	1,51	1,22	1,84		
3	Primer corte con la lira para queso	4,44	4,51	4,48	4,50	4,51	22,44	4,49	1,22	5,48		
4	Segunda extracción de suero	2,37	3,00	2,50	3,01	2,48	13,36	2,67	1,22	3,26		
5	Segundo agitado con la pala o remo	0,44	1,20	0,58	1,12	0,55	3,89	0,78	1,22	0,95		
6	Segundo corte con la lira para queso	3,51	3,20	3,40	3,26	3,31	16,68	3,34	1,22	4,07		
7	Tercera extracción de suero	0,30	0,38	0,42	0,35	0,39	1,84	0,37	1,22	0,45		
8	Tercer agitado con la pala o remo	1,50	1,40	1,48	1,51	1,42	7,31	1,46	1,22	1,78		
9	Tercer corte con la lira para queso	3,58	3,20	3,28	3,56	3,55	17,17	3,43	1,22	4,19		
10	Esperar la disponibilidad de la mesa de trabajo	12,33	15,20	14,16	13,48	12,32	67,5	13,50	0,00	13,50		
∑T= Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal								TN (min)	39,00			

Tabla 85. Tiempo normal propuesto - Moldeado



ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS											
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltreg"											
 <p>POLTREG Productos Lácteos Rengifo Gallo RUC: 0501736946001</p>	Área:	Moldeado					# Lotes:				
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g									
	Tiempo:	minutos	Operario		H	M					
	Fecha de elaboración:	Fecha de revisión:									
Investigador:	Alex Heredia	Inicio:	08:30	Estudio de tiempos:	09 de 14		1				
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	Finalización:	13:00	Operarios:	08						
N°	Actividad	Ciclos (min)					Resumen				
		1	2	3	4	5	∑T	TPO	ID	TN	
1	Colocar los moldes sobre la mesa de trabajo	5,17	5,03	5,25	5,08	5,12	25,65	5,13	1,22	6,26	
2	Transportar y verter la cuajada sobre los moldes	2,30	2,01	2,13	2,41	2,35	11,20	2,24	1,22	2,73	
3	Esparcir la cuajada	1,33	1,21	1,42	1,18	1,30	6,44	1,29	1,22	1,57	
4	Voltear los moldes	1,45	1,30	1,32	1,48	1,52	7,07	1,41	1,22	1,73	
5	Envolver los quesos en la malla	7,40	7,00	7,28	7,15	7,33	36,16	7,23	1,22	8,82	
∑T= Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal								TN (min)	21,11		

Tabla 86. Tiempo normal propuesto - Prensado



ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS										
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltreg"										
	Área:	Prensado								
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g								
	Tiempo:	minutos	Operario		H	M	# Lotes:			
	Fecha de elaboración:	Fecha de revisión:								
Investigador:	Alex Heredia	Inicio:	08:30	Estudio de tiempos:	10 de 14		1			
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	Finalización:	13:00	Operarios:	08					
N°	Actividad	Ciclos (min)					Resumen			
		1	2	3	4	5	ΣT	TPO	ID	TN
1	Ubicar los quesos sobre los tableros y transportar hacia la prensa	7,53	8,13	7,57	8,06	8,21	39,50	7,90	1,21	9,56
2	Cerrar la prensa	0,14	0,17	0,20	0,16	0,19	0,86	0,17	1,21	0,21
3	Primer prensado	7,12	8,14	7,52	7,22	8,01	38,01	7,60	0,00	7,60
4	Voltear los moldes con queso	2,50	3,23	3,02	2,55	2,17	13,47	2,69	1,21	3,26
5	Cerrar la prensa	0,19	0,22	0,17	0,23	0,18	0,99	0,20	1,21	0,24
6	Segundo prensado	14,03	12,91	12,05	13,34	13,00	65,3	13,07	0,00	13,07
7	Ajustar la prensa	0,15	0,17	0,12	0,19	0,11	0,74	0,15	1,21	0,18
8	Tercer prensado	14,03	12,91	12,05	13,34	13,00	65,34	13,1	0,00	13,07
9	Desamoldar los quesos	5,10	4,42	4,57	5,02	4,44	23,55	4,71	1,21	5,70
ΣT= Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal								TN (min)	52,88	

Tabla 87. Tiempo normal propuesto - Salado



ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS											
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltreg"											
	Área:	Salado									
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g									
	Tiempo:	minutos			Operario	H		M			# Lotes:
	Fecha de elaboración:				Fecha de revisión:				1		
Investigador:	Alex Heredia		Inicio:	08:30		Estudio de tiempos:	11 de 14				
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz		Finalización:	13:00		Operarios:	08				
N°	Actividad	Ciclos (min)					Resumen				
		1	2	3	4	5	∑T	TPO	ID	TN	
1	Transportar y colocar los quesos en las tinas de salado	2,12	1,46	2,08	1,53	2,01	9,20	1,84	1,16	2,13	
2	Esparcir sal en grano sobre los quesos	0,28	0,33	0,25	0,38	0,31	1,55	0,31	1,16	0,36	
3	Dejar reposar los quesos en la tina	21,54	20,18	22,02	20,74	21,16	105,6	21,13	0,00	21,13	
4	Voltear los quesos	1,18	2,00	1,39	1,23	1,57	7,37	1,47	1,16	1,71	
5	Esparcir sal en grano sobre los quesos	0,32	0,29	0,37	0,42	0,35	1,75	0,35	1,16	0,41	
6	Dejar reposar los quesos en la tina	22,51	21,57	22,78	22,14	21,54	110,5	22,10	0,00	22,10	
7	Retirar los quesos de las tinas de salado y colocar en gavetas	5,02	4,21	5,12	4,51	4,46	23,32	4,66	1,16	5,41	
∑T= Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal								TN (min)	53,2		

Tabla 88. Tiempo normal propuesto - Secado



ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS											
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltreg"											
	Área:	Secado						# Lotes:			
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g									
	Tiempo:	minutos		Operario	H	M					
	Fecha de elaboración:			Fecha de revisión:							
Investigador:	Alex Heredia	Inicio:	08:30	Estudio de tiempos:	12 de 14		1				
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	Finalización:	13:00	Operarios:	08						
N°	Actividad	Ciclos (min)						Resumen			
		1	2	3	4	5	6	∑T	TPO	ID	TN
	Transportar del área de salada al cuarto frio	0,23	0,25	0,30	0,28	0,26	0,34	1,66	0,28	1,17	0,32
2	Dejar reposar los quesos en el cuarto frio	26,32	24,34	25,46	23,03	22,51	25,21	146,9	24,5	0,00	24,5
∑T= Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal									TN (min)		24,80

Tabla 89. Tiempo normal propuesto - Empacado





ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS										
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltreg"										
	Área:	Empacado								
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g								
	Tiempo:	minutos		Operario	H		M		# Lotes:	
	Fecha de elaboración:			Fecha de revisión:						
Investigador:	Alex Heredia	Inicio:	08:30	Estudio de tiempos:	13 de 14		1			
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	Finalización:	13:00	Operarios:	08					
N°	Actividad	Ciclos (min)					Resumen			
		1	2	3	4	5	ΣT	TPO	ID	TN
1	Transportar del cuarto frío al área de empacado	0,24	0,31	0,37	0,22	0,35	1,49	0,30	1,22	0,36
2	Colocar en empaques el queso fresco seco de 700 gr	1,12	1,22	1,35	1,39	1,17	6,25	1,25	1,22	1,53
3	Verificar el empaque y sellar las gavetas	1,02	1,09	1,04	1,13	1,25	5,53	1,11	1,22	1,35
ΣT= Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal								TN (min)	3,24	

Tabla 90. Tiempo normal propuesto - Almacenado

ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE QUESOS										
EMPRESA PRODUCTOS LÁCTEOS RENGIFO GALLO "Poltreg"										
 <p>POLTREG Productos Lácteos Rengifo Gallo RUC: 0501736946001</p>	Área:	Almacenado								
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g								
	Tiempo:	minutos		Operario	H		M		# Lotes:	
	Fecha de elaboración:			Fecha de revisión:						
Investigador:	Alex Heredia	Inicio:	08:30	Estudio de tiempos:	14 de 14		1			
Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	Finalización:	13:00	Operarios:	08					
N°	Actividad	Ciclos (min)					Resumen			
		1	2	3	4	5	ΣT	TPO	ID	TN
1	Transportar del área de empaque al cuarto frio	0,08	0,11	0,09	0,11	0,10	0,49	0,10	1,13	0,11
2	Organizar las gavetas	1,56	2,35	1,59	2,12	2,24	9,86	1,97	1,13	2,23
3	Mantener el producto en refrigeración	50,01	48,21	48,34	51,16	49,45	247,2	49,43	0,00	49,43
ΣT= Sumatoria de tiempos, TPO= Tiempo promedio observado, ID= Índice de desempeño, TN= Tiempo normal								TN (min)	51,77	

Determinación de suplementos y tiempo estándar propuesto

El cálculo del tiempo estándar para el método de trabajo propuesto se presenta en las tablas desde la 91 hasta la 104, considerando los suplementos necesarios para garantizar el adecuado desarrollo de las actividades por parte de los operarios, por lo que se utilizó el criterio aplicado en la determinación de suplementos y tiempo estándar de la situación actual.

Tabla 91. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Recepción de materia prima


CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Recepción de materia prima		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	01 de 14		
Investigador:	Alex Heredia		Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz
Suplemento total		36%		
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Registrar el ingreso de los proveedores	3,07	14,00	3,57
2	Descargar los tanques de los camiones	2,37	32,00	3,48
3	Destapar los tanques	1,61	14,00	1,88
4	Agitar la leche de los tanques	1,33	14,00	1,54
5	Tomar muestra de leche	1,23	14,00	1,44
6	Poner la muestra en probetas de prueba	0,48	14,00	0,55
7	Cargar la muestra en la pistola de alcohol	0,30	14,00	0,35
8	Comprobar el porcentaje de alcohol	1,25	14,00	1,45
9	Examinar los resultados	0,99	14,00	1,15
10	Tomar nueva muestra	1,54	14,00	1,79
11	Cargar al acidómetro	0,41	14,00	0,48
12	Comprobar la acidez de la leche	2,59	14,00	3,01
13	Examinar los resultados	1,18	14,00	1,37
14	Homogenizar la leche apta para procesar	5,46	14,00	6,35
15	Registrar en el formulario la información del proceso de análisis de la leche	1,50	14,00	1,75
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total		30,14

Tabla 92. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Filtrado


CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Filtrado		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	02 de 14		
Investigador:	Alex Heredia		Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz
Suplemento total		15%		
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Transportar la leche hacia el tanque refrigerado de recepción de 2000 litros	2,97	15,00	3,49
2	Colocar filtros sobre el tanque de recepción	0,47	14,00	0,55
3	Verter la leche en el tanque	3,56	15,00	4,19
4	Homogenizar la leche	1,43	15,00	1,68
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total	9,91	

Tabla 93. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Estandarización


CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Estandarización		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	03 de 14		
Investigador:	Alex Heredia		Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz
Suplemento total		17%		
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Encender la bomba de succión	0,24	14,00	0,28
2	Llenar los tanques de 200 litros	3,80	14,00	4,42
3	Apagar la bomba de succión	0,22	14,00	0,25
4	Medir el nivel de grasa en la leche	0,55	14,00	0,64
5	Encender la máquina descremadora	0,17	14,00	0,19
6	Verter la leche en la máquina	1,84	17,00	2,22
7	Apagar la máquina descremadora	0,16	14,00	0,18
8	Dejar reposar la leche	5,36	0,00	5,36
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total	13,55	

Tabla 94. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Pasteurización


CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Pasteurización		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	04 de 14		
Investigador:	Alex Heredia		Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz
Suplemento total		17%		
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Transportar la materia prima y llenar el tanque de procesamiento de 550 litros	8,64	17,00	10,41
2	Colocar el equipo de pasteurización sobre el tanque	0,47	17,00	0,57
3	Encender el equipo de pasteurización	0,14	14,00	0,17
4	Pasteurizar la leche a 72 °C	20,22	0,00	20,22
5	Apagar el equipo de pasteurización	0,11	14,00	0,13
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total	31,49	

Tabla 95. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Enfriamiento


CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Enfriamiento		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	05 de 14		
Investigador:	Alex Heredia		Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz
Suplemento total		23%		
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Introducir mangueras en el tanque	0,20	19,00	0,25
2	Encender el sistema de enfriamiento	0,30	19,00	0,37
3	Enfriar la leche hasta los 34 °C	14,42	0,00	14,42
4	Apagar el sistema de enfriamiento	0,20	19,00	0,25
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total	15,30	

Tabla 96. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Adición


CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Adición		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	06 de 14		
Investigador:	Alex Heredia	Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	
Suplemento total		22%		
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Agitar la leche con pala o remo	1,42	20,00	1,78
2	Añadir el cuajo, 20 gr por cada 100 litros	2,86	20,00	3,58
3	Agitar la leche con pala o remo	1,76	20,00	2,20
4	Añadir el CaCl, 10 gr por cada 100 litros	1,36	20,00	1,70
5	Dejar reposar la leche con aditivos	15,87	0,00	15,87
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total	25,12	

Tabla 97. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Corte/Agitación


CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Corte-Agitación		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	07 de 14		
Investigador:	Alex Heredia	Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	
Suplemento total		18%		
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Primer corte con lira para queso	3,85	18,00	4,70
2	Primer agitado con pala o remo	2,46	18,00	3,00
3	Segundo corte con lira para queso	8,70	18,00	10,61
4	Segundo agitado con pala o remo	4,03	18,00	4,92
5	Dejar reposar la cuajada	9,51	0,00	9,51
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total	32,74	

Tabla 98. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Desuerado


CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Desuerado		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	08 de 14		
Investigador:	Alex Heredia	Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	
Suplemento total		20%		
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Primer extracción de suero	3,49	20,00	4,36
2	Primer agitado con pala o remo	1,84	20,00	2,30
3	Primer corte con lira para queso	5,48	20,00	6,84
4	Segunda extracción de suero	3,26	20,00	4,07
5	Segundo agitado con pala o remo	0,95	20,00	1,19
6	Segundo corte con lira para queso	4,07	20,00	5,09
7	Tercer extracción de suero	0,45	20,00	0,56
8	Tercer agitado con pala o remo	1,78	20,00	2,23
9	Tercer corte con lira para queso	4,19	20,00	5,24
10	Esperar disponibilidad de la mesa de trabajo	13,50	0,00	13,50
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total	45,38	

Tabla 99. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Moldeado


CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Moldeado		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	09 de 14		
Investigador:	Alex Heredia	Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	
Suplemento total		19%		
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Colocar los moldes sobre la mesa de trabajo	6,26	19,00	7,73
2	Transportar y verter la cuajada sobre los moldes	2,73	19,00	3,37
3	Esparcir la cuajada	1,57	19,00	1,94
4	Voltear los moldes	1,73	19,00	2,13
5	Envolver los quesos en malla	8,82	19,00	10,89
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total	26,06	

Tabla 100. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Prensado


CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Prensado		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	10 de 14		
Investigador:	Alex Heredia	Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	
Suplemento total		22%		
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Ubicar los quesos sobre los tableros y transportar hacia la prensa	9,56	18,00	11,66
2	Cerrar la prensa	0,21	18,00	0,25
3	Primer prensado	7,60	0,00	7,60
4	Voltear los moldes con queso	3,26	19,00	4,02
5	Cerrar la prensa	0,24	18,00	0,29
6	Segundo prensado	13,1	0,00	13,07
7	Ajustar la prensa	0,18	18,00	0,22
8	Tercer prensado	13,1	0,00	13,07
9	Desamoldar los quesos	5,70	19,00	7,04
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total	57,22	

Tabla 101. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Salado


CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Salado		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	11 de 14		
Investigador:	Alex Heredia	Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz	
Suplemento total		26%		
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Transportar y colocar los quesos en las tinas de salado	2,13	22,00	2,74
2	Esparcir sal en grano sobre los quesos	0,36	18,00	0,44
3	Dejar reposar los quesos en la tina	21,13	0,00	21,13
4	Esparcir sal en grano sobre los quesos	0,41	18,00	0,50
5	Voltear los quesos	1,71	18,00	2,09
6	Dejar reposar los quesos en la tina	22,10	0,00	22,10
7	Retirar los quesos de las tinas de salado y colocar en gavetas	5,41	18,00	6,60
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total	55,58	

Tabla 102. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Secado


CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Secado		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	12 de 14		
Investigador:	Alex Heredia		Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz
Suplemento total		41%		
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Transportar del área de salada al cuarto frio	0,32	37,00	0,51
2	Dejar reposar los quesos en el cuarto frio	24,5	0,00	24,48
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total	24,99	

Tabla 103. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Empacado



CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Empacado		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	13 de 14		
Investigador:	Alex Heredia		Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz
Suplemento total		41%		
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Transportar del cuarto frio al área de empacado	0,36	37,00	0,58
2	Colocar en empaques el queso fresco seco de 700 gr	1,53	17,00	1,84
3	Verificar el empaque y sellar las gavetas	1,35	17,00	1,63
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total	4,04	

Tabla 104. Cálculo de suplementos y tiempo estándar propuesto - Almacenamiento

CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR				
	Área:	Almacenamiento		
	Producto:	Queso Fresco Sierra Nevada 700 g		
	N°	14 de 14		
Investigador:	Alex Heredia		Revisado por:	Ing. Daysi Ortiz
Suplemento total		41%		
N°	Actividad	TN	S	TS
1	Transportar del área de empaque al cuarto frío	0,11	37,00	0,18
2	Organizar las gavetas	2,23	37,00	3,54
3	Mantener en refrigeración	49,43	0,00	49,43
TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar		Total		53,15

Los resultados obtenidos mediante el cálculo del tiempo estándar se muestran en la tabla 105, presentada a continuación, además se visualiza los datos empleados para el proceso como tiempo normal y suplementos, así como la frecuencia para establecer el tiempo estándar requerido para cada lote de producción.

Tabla 105. Resumen tiempo estándar propuesto del proceso

Actividad	Tiempo normal (min)	Suplementos		Tiempo estándar (min)	Frecuencia	Tiempo estándar por lote (min)
Recepción de materia prima	25,29	36,00	14,00	30,14	2,00	15,07
Filtrado	8,43	15,00	14,00	9,91	2,00	4,95
Estandarización	12,34	17,00	14,00	13,55	1,00	13,55
Pasteurización	29,58	17,00	14,00	31,49	1,00	31,49
Enfriamiento	15,13	23,00	19,00	15,30	1,00	15,30
Adición	23,27	22,00	20,00	25,12	1,00	25,12
Corte-Agitación	28,55	18,00	17,00	32,74	1,00	32,74
Desuerado	39,00	20,00	17,00	45,38	1,00	45,38
Moldeado	21,11	19,00	19,00	26,06	1,00	26,06

Tabla 105. Resumen tiempo estándar propuesto del proceso (continuación)

Actividad	Tiempo normal (min)	Suplementos		Tiempo estándar (min)	Frecuencia	Tiempo estándar por lote (min)
Prensado	52,88	22,00	19,00	57,22	1,00	57,22
Salado	53,25	26,00	22,00	55,58	1,00	55,58
Secado	24,80	41,00	21,00	24,99	1,00	24,99
Empacado	3,24	41,00	21,00	4,04	1,00	4,04
Almacenamiento	51,77	41,00	21,00	53,15	1,00	53,15
TOTAL						404,64

Tiempo estándar actual vs propuesto

En función de los resultados obtenidos en el estudio de tiempos propuesto, se procede a comparar con respecto a los datos de la situación actual, en donde se puede evidenciar la reducción del tiempo de procesamiento, dichos resultados se muestran en la tabla 106.

Tabla 106. Comparación tiempo actual vs propuesto

Actividad	Tiempo estándar actual (min)	Tiempo estándar propuesto (min)
Recepción de materia prima	15,07	15,07
Filtrado	4,95	4,95
Estandarización	13,55	13,55
Pasteurización	31,49	31,49
Enfriamiento	15,30	15,30
Adición	26,63	25,12
Corte-Agitación	33,25	32,74
Desuerado	45,93	45,38
Moldeado	26,06	26,06
Prensado	63,58	57,22
Salado	97,88	55,58
Secado	24,99	24,99
Empacado	4,04	4,04
Almacenamiento	53,15	53,15
TOTAL	455,86	404,64

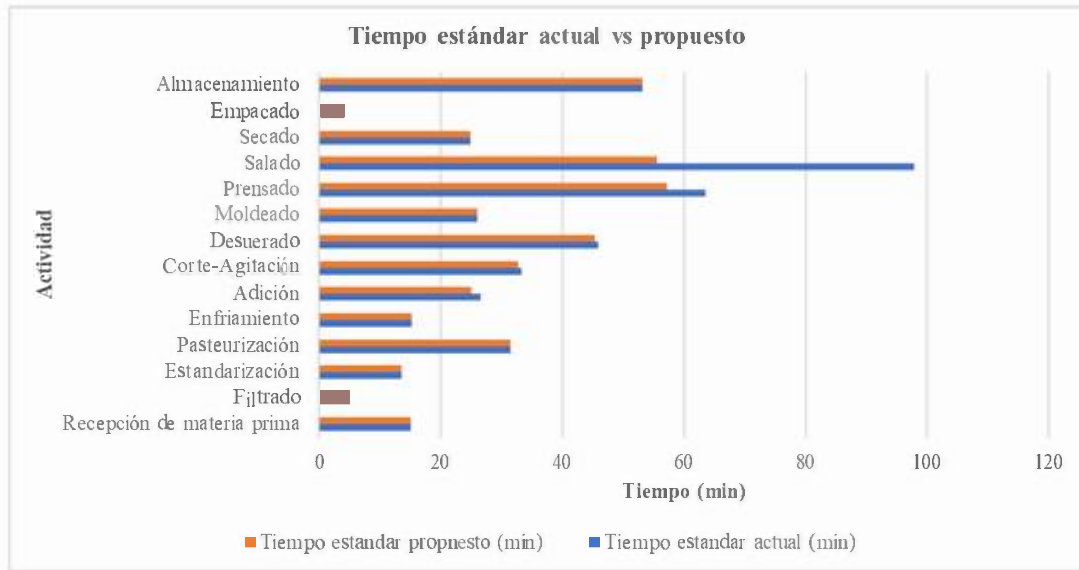


Figura 29. Comparación tiempo estándar actual vs propuesto

Interpretación:

En la figura 29 se puede apreciar que la aplicación de las mejoras permitió reducir el tiempo del proceso de salado, de 97.88 a 55.58 minutos lo que se traduce en un ahorro de 42.30 minutos por lote de producción, así mismo para el proceso de prensado se logra disminuir 6.36 minutos del tiempo de procesamiento, aunque en el resto de los procesos se puede observar una reducción mínima, es representativa de manera global debido a que contribuye a elevar la capacidad de producción y eficiencia del sistema.

Cálculo de la capacidad de producción propuesta

Para el cálculo de la capacidad de producción se empleó la ecuación 9, considerando los siguientes aspectos:

TS= Tiempo estándar

Tiempo disponible en la jornada laboral= 480 minutos

Tabla 107. Capacidad de producción propuesto

Actividad	# trabajadores	Cp lotes/día	Cp instalada	Cp lotes/semana
Recepción de materia prima	1	31,85	15,93	111,48
Filtrado		96,90	48,45	339,16
Estandarización	2	35,42	70,85	495,93
Pasteurización		15,24	30,49	213,40
Enfriamiento		31,38	62,76	439,34
Adición		19,10	38,21	267,46
Corte-Agitación	3	14,66	43,99	307,93
Desuerado		10,58	31,73	222,14
Moldeado		18,42	55,25	386,76
Prensado		8,39	25,17	176,16
Salado	2	8,64	17,27	120,90
Secado		19,21	38,41	268,88
Empacado		118,81	237,62	1663,32
Almacenamiento		9,03	18,06	126,44

En la tabla 107, se establece la capacidad de producción para el método de trabajo propuesto de la línea de producción de queso fresco Sierra Nevada 700 gr, en función de los resultados se refleja el cuello de botella en el proceso de prensado, debido a que cuenta únicamente con una capacidad de procesamiento de 8 lotes diarios de queso, dando un total de 176 lotes de quesos a la semana.

Porcentaje de incremento de la producción

En el cálculo del porcentaje de incremento en la producción de cada proceso se empleó la ecuación 12, la cual se describe a continuación:

$$\%I = \frac{C_{pp} - C_{pa}}{C_{pa}} * 100\% \quad (12)$$

Donde:

%I= porcentaje de incremento de producción

Cpa= capacidad de producción actual

Cpp= capacidad de producción propuesto

$$\%I = \frac{8.12 - 7.34}{7.34} * 100\%$$

$$\%I = 17.85\%$$

El porcentaje incremento de la producción en cada área determinado mediante la aplicación de la ecuación 12 se evidencian en la tabla 108.

Tabla 108. Porcentaje de incremento de la capacidad de producción actual vs propuesto

Actividad	Producción actual (diaria)	Producción propuesta (diaria)	Incremento porcentual
Recepción de materia prima	31,85	31,85	0,00%
Filtrado	96,90	96,90	0,00%
Estandarización	35,42	35,42	0,00%
Pasteurización	15,24	15,24	0,00%
Enfriamiento	31,38	31,38	0,00%
Adición	18,03	19,10	5,98%
Corte-Agitación	14,43	14,66	1,58%
Desuerado	10,45	10,58	1,21%
Moldeado	18,42	18,42	0,00%
Prensado	7,55	8,39	11,11%
Salado	4,90	8,64	76,10%
Secado	19,21	19,21	0,00%
Empacado	118,81	118,81	0,00%
Almacenamiento	9,03	9,03	0,00%
		Total	6,86%

Los resultados de la tabla 108 evidencian la existencia de un incremento total del 6.86% en la producción de la línea de elaboración de queso fresco Sierra Nevada 700 g.

Balanceo de líneas

El balanceo de líneas tiene como objetivos propiciar las condiciones para que las cargas de trabajo entre los operadores y áreas sean equitativas, el ritmo de trabajo de la línea de elaboración de queso fresco Sierra Nevada 700 g se regirá a los cuellos de botella del sistema, la aplicación de esta herramienta permitirá mantener una adecuada distribución de la carga laboral.

El orden de las tareas, tiempos y precedencia se describen a continuación en la tabla 109.

Tabla 109. Datos para elaborar el diagrama de precedencia

Actividad	Tarea	Tiempo estándar (min)	Tarea Anterior
Recepción de materia prima	A	15,07	-
Filtrado	B	4,95	A
Estandarización	C	13,55	B
Pasteurización	D	31,49	C
Enfriamiento	E	15,30	D
Adición	F	25,12	E
Corte-Agitación	G	32,74	F
Desuerado	H	45,38	G
Moldeado	I	26,06	H
Prensado	J	57,22	I
Salado	K	55,58	J
Secado	L	24,99	K
Empacado	M	4,04	L
Almacenamiento	N	53,15	M

Diagrama de precedencia

El diagrama de precedencia permite conocer la secuencia de ejecución de las actividades o procesos del sistema, además del tiempo requerido, dichos elementos se detallan en la figura 30 para la línea de elaboración de quesos.

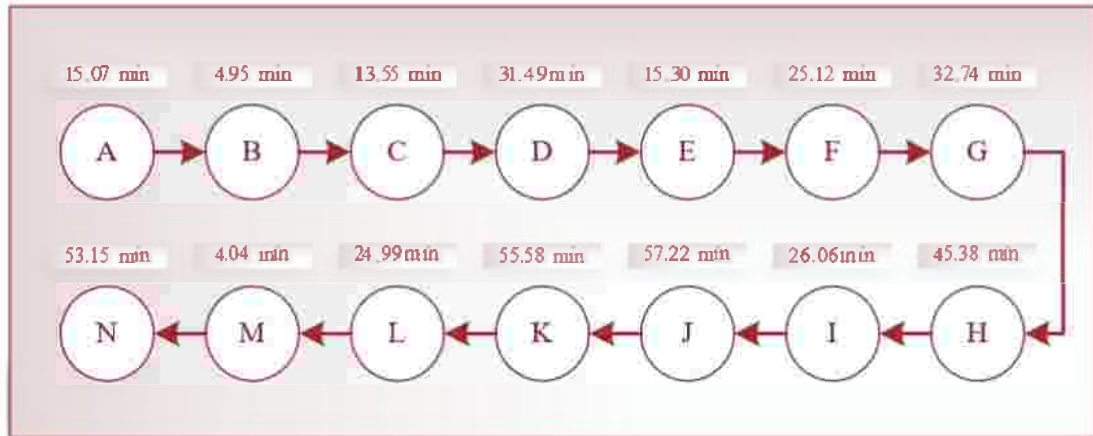


Figura 30. Diagrama de precedencia método de trabajo propuesto

Para el balanceo de la línea de elaboración de queso fresco Sierra Nevada en la presentación de 700 g se determina el proceso con el tiempo de ejecución más extenso, siendo igual a 57.22 minutos y correspondiendo al prensado por lo que se considera el cuello de botella del sistema, debido a que su capacidad de producción se encuentra restringida a 8 lotes diarios de quesos, estos resultados se evidencian en la tabla 108.

Como paso siguiente para el balance de la línea se requiere determinar el tiempo de ciclo necesario para desarrollar las actividades necesarias para cubrir la demanda de 8 lotes de quesos diarios de la empresa, para efectuar el cálculo se emplea la ecuación 13.

$$T_c = \frac{\text{Tiempo de producción disponible}}{\text{Producción diaria requerida}} \quad (13)$$

$$T_c = \frac{480 \text{ minutos}}{8 \text{ lotes}}$$

$$T_c = 60 \text{ minutos/lote}$$

De acuerdo con el resultado de la ecuación 13, se establece que se requiere de 60 minutos para completar un lote de producción.

Para determinar el número teórico de estaciones de trabajo que se requiere para el correcto desarrollo de los procesos de la línea de producción de quesos se emplea la ecuación 14.

$$Nt = \frac{\sum \text{tiempo de las tareas}}{\text{Tiempo de ciclo}} \quad (14)$$

$$Nt = \frac{404,64 \text{ min}}{60 \text{ min}}$$

$$Nt = 6.74 = 7$$

La línea de elaboración de queso fresco Sierra Nevada 700 g requiere de 7 estaciones mínimas de trabajo.

Para la asignación de las tareas a las estaciones de trabajo es necesario establecer reglas para lograr un balanceo adecuado, para este caso en particular se consideró como primera regla “tiempo más largo de la tarea” y en caso de existir un empate como segunda regla el “mayor número de tareas siguientes”, los resultados se detallan en la tabla 110.

Tabla 110. Asignación de tareas en las estaciones de trabajo

Estación	Tarea disponible	Tiempo de tareas (min)	Tarea seleccionada R1	Tarea seleccionada R2	Tarea asignada	Tiempo T. Asignada (min)	Tiempo disponible en la estación (min)
1	A	15,07	A	-	A	15,07	44,93
	B	4,95	B	-	B	4,95	39,98
	C	13,55	C	-	C	13,55	26,43
2	D	31,49	D	-	D	31,49	28,51
	E	15,30	E	-	E	15,30	13,21
3	F	25,12	F	-	F	25,12	34,88
	G	32,74	G	-	G	32,74	2,14
4	H	45,38	H	-	H	45,38	14,62
5	I	26,06	I	-	I	26,06	33,94

Tabla 110. Asignación de tareas en las estaciones de trabajo (continuación)

Estación	Tarea disponible	Tiempo de tareas (min)	Tarea seleccionada R1	Tarea seleccionada R2	Tarea asignada	Tiempo T. Asignada (min)	Tiempo disponible en la estación (min)
6	J	57,22	J	-	J	58,22	2,78
7	K	55,58	K	-	K	55,58	4,42
8	L	24,99	L	-	L	24,99	35,01
	M	4,04	M	-	M	4,04	30,97
9	N	53,15	N	-	N	53,15	6,85

En la figura 31, se presenta el diagrama de precedencia de las actividades de la línea de elaboración de quesos agrupadas a cada estación de trabajo en función de la tabla 110.

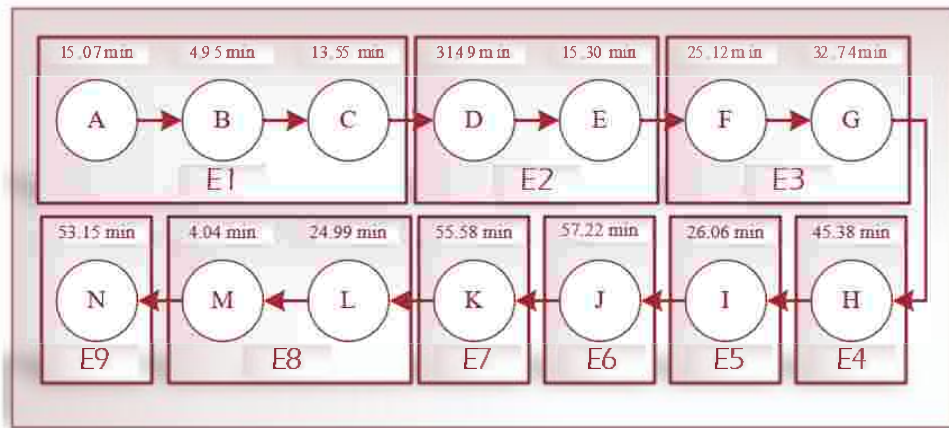


Figura 31. Diagrama de precedencia y estaciones de trabajo

Como paso final, se emplea la ecuación 15 para determinar la eficiencia del balance de líneas propuesto para el sistema.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\sum \text{tiempo de las tareas}}{\# \text{ estaciones de trabajo} * \text{ tiempo de ciclo}} * 100\% \quad (15)$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{404,64}{9 * 60} * 100\%$$

$$\text{Eficiencia} = 74.93\%$$

Con el balance de líneas se establece el número de operarios para cada estación de trabajo, cada una de ellas debe contar con un operario, el cual debe tener la habilidad, destreza y conocimiento suficiente para que pueda desarrollar cada una de las actividades de forma natural y de esa manera evitar retrasos en la producción o la subutilización de los recursos con los que cuenta la empresa.

Análisis del balance de líneas

La línea de elaboración de queso fresco Sierra Nevada 700 g actualmente se encuentra conformada por 14 estaciones de trabajo y 8 operarios, de acuerdo con el balanceo de líneas el número ideal de estaciones debería ser de 9 y se debe mantener el número de operarios, debido a que el proceso de salado no requiere de un operario fijo por lo que puede realizar las actividades del proceso de prensado, permitiendo alcanzar el 74.93% de eficiencia al aprovechar los recursos tanto en mano de obra y materiales para alcanzar el mejoramiento de la productividad. El balanceo de líneas permite que la carga laboral entre cada estación de trabajo sea equilibrada, contribuyendo a que el flujo de material se acelere y se mueva a un ritmo apropiado.

Comprobación del balance de líneas

Como medio de comprobación del balanceo de líneas, se empleó el software POMQM for Windows determinando los resultados que se observa en la tabla 111.

Tabla 111. Resultados del software POMQM for Windows

Station	Task	Time (Minutes)	Time left (Minutes)	Ready tasks
1	A	15	43	B
	B	5	38	C
	C	14	24	D
2	D	31	27	E
	E	15	12	F
3	F	25	33	G
	G	33	0	H
4	H	45	13	I

Tabla 111. Resultados del software POMQM for Windows (continuación)

5	I	26	32	J
6	J	57	1	K
7	K	56	2	L
8	L	25	33	M
	M	4	29	N
9	N	53	5	
Summary Statistics				
Cycle time	58	Minutes		
Time allocated (cyc*sta)	522	Minutes/cycle		
Time needed (sum task)	404	Minutes/unit		
Idle time (allocated-needed)	118	Minutes/cycle		
Efficiency (needed/allocated)	77,39%			
Balance Delay (1- efficiency)	22,61%			
Min (theoretical) # of stations	7			

Los resultados de la comprobación del balanceo de líneas permitieron determinar que el proceso fue desarrollado de manera correcta, en ambos casos se establece 7 estaciones teóricas de trabajo y 9 estaciones reales, por otro lado, la variación que se presenta con respecto a la eficiencia del sistema se debe a que la interfaz del software únicamente permite el ingreso de valores enteros por lo que es necesario aproximar.

3.2 Simulación del proceso

Como paso inicial para el desarrollo de la simulación, es necesario contar con el layout de la empresa por lo que se procedió con su elaboración mediante el software AutoCAD 2021 considerando las medidas y dimensiones reales, como se muestra en el Anexo 1, como paso siguiente se determinó el diagrama de flujo del proceso de elaboración de quesos el cual inicia con la recepción de la materia prima y culmina cuando el producto terminado es almacenado, como se muestra en la figura 32.

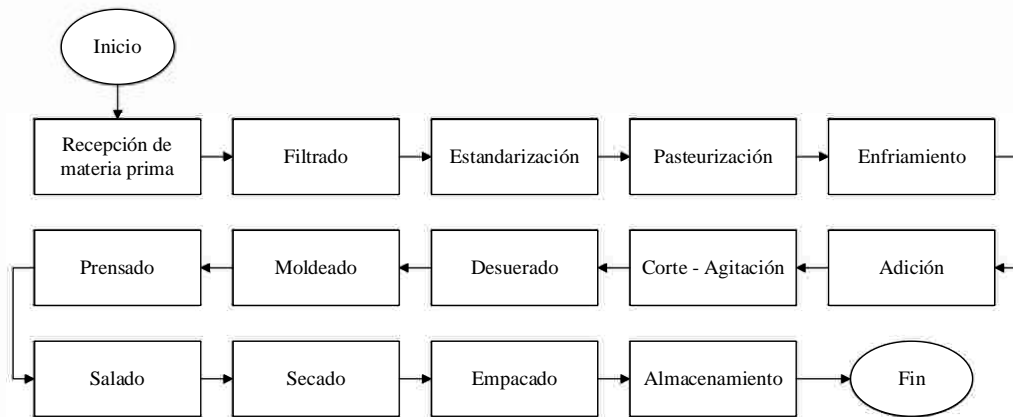


Figura 32. Lógica de simulación para el proceso de elaboración de quesos

En función del layout de la empresa se procedió al modelado de la simulación del proceso mediante el software FlexSim, utilizando todos los elementos y recursos para proporcionar una noción lo más cercano a la realidad. Los elementos 2D son agregados desde AutoCAD para que puedan ser exportados como una estructura 3D, además se agrega los tanques de procesamiento, mesa de trabajo, equipos y maquinaria y finalmente los operarios, permitiendo que la disposición de cada uno de ellos sea semejante a las instalaciones reales, el resultado del modelado se presenta en la figura 33.



Figura 33. Modelo 3D de las instalaciones de la empresa

Una vez modelado el proceso, es necesario determinar la capacidad de producción teórica semanal en función del número de estaciones disponible como se muestra en la tabla 112.

Tabla 112. Análisis de la capacidad de producción actual

1 LOTE= 520 LITROS DE LECHE = 95 QUESOS Y 1 QUESO 5.47 LITROS DE LECHE								
	PROCESO	TS (min)	Frecuencia	Ts por lote (min)	Ts lote (s)	Cp lotes/semana	# Estaciones balance	Cp instalada lotes/semana
1	Recepción de materia prima	30,14	2,00	15,07	904,22	222,95	1	222,95
2	Filtrado	9,91	2,00	4,95	297,20	678,33	1	678,33
3	Estandarización	13,55	1,00	13,55	813,01	247,97	1	247,97
4	Pasteurización	31,49	1,00	31,49	1889,42	22,02	4	88,08
5	Enfriamiento	15,30	1,00	15,30	917,73			
6	Adición	26,63	1,00	26,63	1597,62			
7	Corte-Agitación	33,25	1,00	33,25	1995,23			
8	Desuerado	45,93	1,00	45,93	2755,58			
9	Moldeado	26,06	1,00	26,06	1563,77	128,92	1	128,92
10	Prensado	63,58	1,00	63,58	3814,69	52,85	2	105,70
11	Salado	97,88	1,00	97,88	5872,65	34,33	2	68,66
12	Secado	24,99	1,00	24,99	1499,53	134,44	1	134,44
13	Empacado	4,04	1,00	4,04	242,41	831,66	1	831,66
14	Almacenamiento	53,15	1,00	53,15	3188,81	63,22	1	63,22

En función de la tabla 112, se establece el balance y análisis de la capacidad de producción permitiendo identificar el cuello de botella del sistema sobre el salado debido a que es la actividad que limita la capacidad de producción con 68 lotes de quesos a la semana.

Para el ingreso de los datos al software FlexSim, fue necesario determinar la cantidad de litros de leche que se utiliza por lote de producción, además de las capacidades de los tanques y de los caudales que se manejan en cada proceso, es importante resaltar que el análisis fue aplicado a las actividades que son desarrolladas sobre medios líquidos como se muestra en la tabla 113.

Tabla 113. Análisis de caudales para la situación actual

TRANSFORMACIÓN A CAUDAL PARA FLUIDOS EN FLEXSIM									
	PROCESO	Ts (s)	Lote litros leche	litros/segundo	Capacidad tanque	Litros semanales	# Estaciones	Quesos/semana	Lotes por semana
1	Recepción de materia prima	904,22	520,00	0,58	2000,00	115935,77	1,00	21194,84	223,10
2	Filtrado	297,20	520,00	1,75	550,00	352731,41	1,00	64484,72	678,79
3	Estandarización	813,01	520,00	0,64	200,00	128942,88	1,00	23572,74	248,13
4	Pasteurización	1889,42	520,00	0,06	550,00	11450,07	4,00	8372,99	88,14
5	Enfriamiento	917,73							
6	Adición	1597,62							
7	Corte-Agitación	1995,23							
8	Desuerado	2755,58							

Para el resto de las actividades se consideró el tiempo estándar y la desviación para generar 1000 números aleatorios para ser analizados mediante la herramienta Experfit y dar origen a las distribuciones para cada proceso, como se puede observar en la tabla 114.

Tabla 114. Distribuciones con respecto al tiempo para el proceso actual

TRANSFORMACIÓN A DISTRIBUCIONES RESPECTO AL TIEMPO				
PROCESO	TS(S)	DESV(S)	Distribuciones	
9 Moldeado	1563,77	36,20	beta(1283.080110, 1820.309851, 33.092478, 20.505631, getstream(current))	
10 Prensado	3814,69	201,70	erlang(1216.303061, 16.238121, 178.000000, getstream(current))	
11 Salado	5872,65	214,10	beta(4089.937856, 7000.783823, 15.753059, 14.982278, <stream>)	
12 Secado	1499,53	90,87	beta(710.934963, 2120.263028, 33.870930, 26.489520, getstream(current))	
13 Empacado	242,41	16,40	beta(161.975914, 431.349615, 39.432777, 23.865255, getstream(current))	
14 Almacenamiento	3188,81	96,60	johnsonbounded(1049.090307, 4419.771975, -4.559778, 8.018900, <stream>)	

Después de obtener los caudales y distribuciones, se procede a ingresar los datos a cada proceso dentro de la simulación, en cuanto al tiempo se consideró una semana de trabajo, determinando los resultados que se muestran en la figura 34.

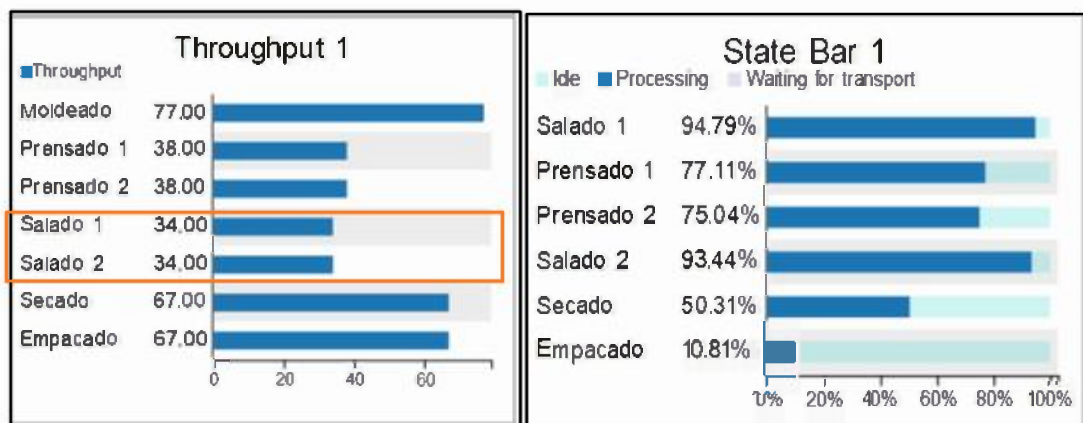


Figura 34. Resultados de la simulación de la situación actual

Los resultados de la simulación permiten comprobar que el cuello de botella es el proceso de salado, observando que el porcentaje de utilización es superior a los demás, pero únicamente permite obtener una producción de 67 lotes de quesos terminados y 1 lote en proceso, por lo que representa la restricción del sistema, adicionalmente permite establecer que tanto los resultados teóricos de la tabla 112 y simulados concuerdan totalmente.

Situación de mejora

Al aplicar las mejoras propuestas para el proceso, se establece los tiempos estándar que pudieron ser mejorados al eliminar las actividades improductivas, al utilizar la teoría de restricciones y el balanceo de líneas, fue posible reducir el número de estaciones de trabajo; en función de los resultados se puede establecer que el nuevo cuello de botella se encuentra en los procesos de pasteurización, enfriamiento, adición, corte – agitación y desuerado, debido a que presentan la capacidad de producción más baja con respecto a los demás como se muestra en la tabla 115, es importante mencionar que no se considera como cuello de botella al proceso de almacenado ya que es la disposición final del producto y que al transcurrir el tiempo establecido es transportado hacia el área de despacho.

Tabla 115. Análisis de la capacidad de producción propuesta

1 LOTE= 520 LITROS DE LECHE = 95 QUESOS Y 1 QUESO 5.47 LITROS DE LECHE								
	PROCESO	TS (min)	Frecuencia	Ts por lote (min)	Ts lote (s)	Cp lotes/semana	# Estaciones balance	Cp instalada lotes/semana
1	Recepción de materia prima	30,14	2,00	15,07	904,22	222,95	1	222,95
2	Filtrado	9,91	2,00	4,95	297,20	678,33	1	678,33
3	Estandarización	13,55	1,00	13,55	813,01	247,97	1	247,97
4	Pasteurización	31,49	1,00	31,49	1889,42	22,40	4	89,59
5	Enfriamiento	15,30	1,00	15,30	917,73			
6	Adición	25,12	1,00	25,12	1507,49			
7	Corte-Agitación	32,74	1,00	32,74	1964,10			
8	Desuerado	45,38	1,00	45,38	2722,60			
9	Moldeado	26,06	1,00	26,06	1563,77	128,92	1	128,92
10	Prensado	57,22	1,00	57,22	3433,20	58,72	2	117,44
11	Salado	55,58	1,00	55,58	3334,93	60,45	2	120,90
12	Secado	24,99	1,00	24,99	1499,53	134,44	1	134,44
13	Empacado	4,04	1,00	4,04	242,41	831,66	1	831,66
14	Almacenamiento	53,15	1,00	53,15	3188,81	63,22	1	63,22

En la tabla 116, se presentan los resultados con respecto a la capacidad de lotes de producción de los procesos en los cuales se maneja a la materia prima como fluido antes de convertirse en un sólido, por lo que fue necesario determinar los caudales para cada proceso con el fin de obtener los datos para ingresar al software FlexSim y lograr que el sistema se comporte de manera real.

Tabla 116. Análisis de caudales para la situación propuesta

TRANSFORMACIÓN A CAUDAL PARA FLUIDOS EN FLEXXSIM									
PROCESO	Ts (s)	Lote litros leche	litros/segundo	Capacidad tanque	litros semanales	# Estaciones	Quesos/semana	lotes por semana	
1 Recepción de materia prima	904,22	520,00	0,58	2000,00	115935,77	1,00	21194,84	223,10	
2 Filtrado	297,20	520,00	1,75	550,00	352731,41	1,00	64484,72	678,79	
3 Estandarización	813,01	520,00	0,64	200,00	128942,88	1,00	23572,74	248,13	
4 Pasteurización	1889,42	520,00	0,058	550,00	11646,27	4,00	8516,47	89,65	
5 Enfriamiento	917,73								
6 Adición	1507,49								
7 Corte-Agitación	1964,10								
8 Desuerado	2722,60								

Para el proceso de moldeado hasta el proceso de almacenado se considera el tiempo estándar y la desviación para genera 1000 números aleatorios para establecer las distribuciones con respecto al tiempo para cada proceso empelando Experfit, los resultados se presentan en la tabla 117.

Tabla 117. Distribuciones con respecto al tiempo para el proceso propuesto

TRANSFORMACIÓN A DISTRIBUCIONES RESPECTO AL TIEMPO			
PROCESO	TS(S)	DESV(S)	Distribuciones
9 Moldeado	1563,77	36,20	beta(1120.280110, 1714.219851, 33.092478, 20.505631, getstream(current))
10 Prensado	3433,20	201,70	erlang(1010.223061, 12.188121, 163.000000, getstream(current))
11 Salado	3334,93	214,10	beta(2577.937856, 5100.783823, 13.753059, 11.982278, getstream(current))
12 Secado	1499,53	90,87	beta(707.934963, 2100.263028, 33.870930, 26.489520, getstream(current))
13 Empacado	242,41	16,40	eta(157.975914, 433.349615, 39.432777, 23.865255, getstream(current))
14 Almacenamiento	3188,81	96,60	johnsonbounded(1049.090307, 4419.771975, -4.559778, 8.018900, <stream>

Los caudales determinados en la tabla 116 y las distribuciones de la tabla 117, se ingresan a cada elemento del proceso empleado en el modelo de simulación, además se aplica los resultados del balance de líneas y se ejecuta la simulación para una semana de trabajo, obteniendo los resultados que se muestran en la figura 35.

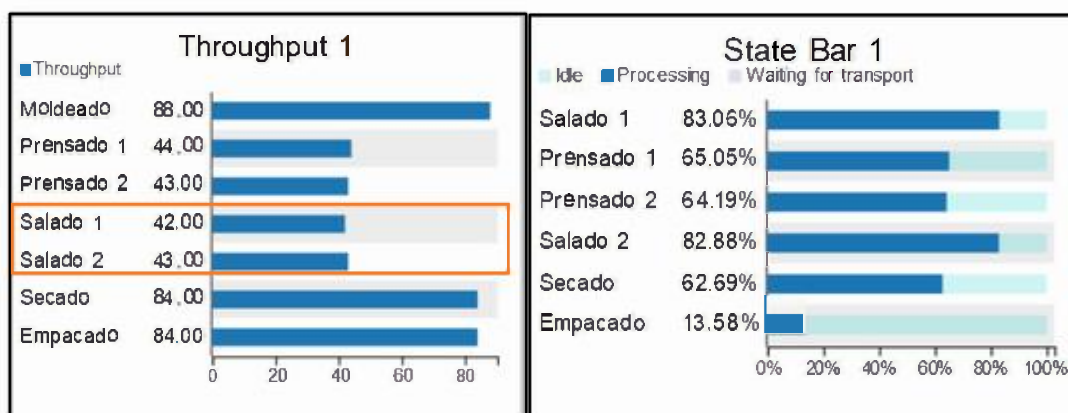


Figura 35. Resultados de la simulación de la situación propuesta

Los resultados muestran que la capacidad de producción del proceso de salado se incrementa y que la aplicación de las mejoras contribuye a que el porcentaje de utilización del proceso se reduzca, permitiendo que la carga de trabajo con respecto al resto de procesos sea equilibrada y aprovechada.

Análisis de la simulación de la situación actual vs mejora

En la tabla 118 y en la figura 36, se presenta los resultados de la situación actual y de la propuesta, tanto en lotes terminados, así como en unidades de quesos.

Tabla 118. Resultados situación actual vs propuesta

	Actual	Propuesto	Incremento	Porcentual
Lotes terminados	67	84	17	25,37
Lotes en quesos	6365	7980	1615	25,37

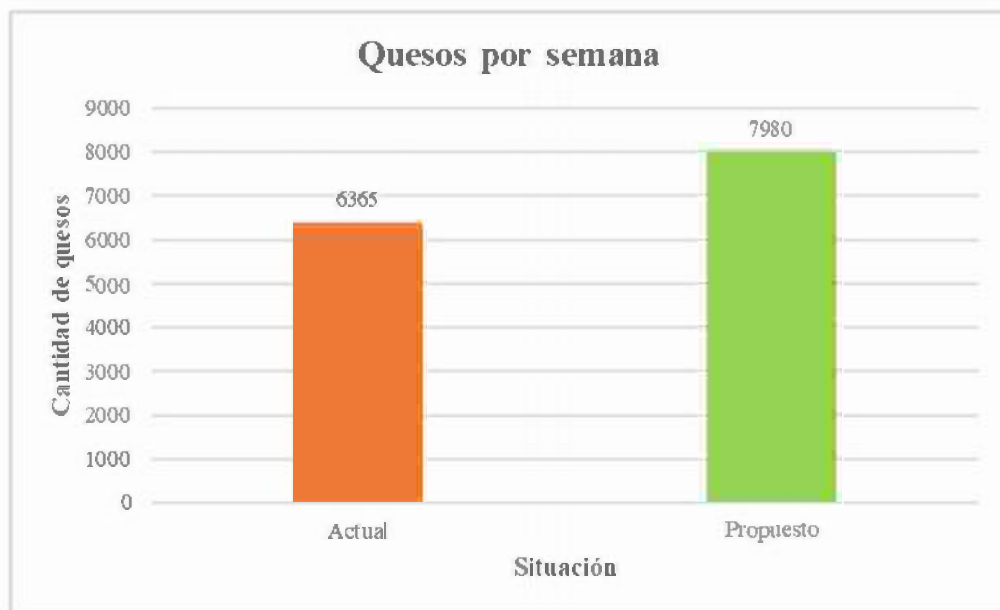


Figura 36. Producción actual vs propuesta

En función de los resultados de la simulación actual y propuesta, se evidencia un aumento en la capacidad de producción, gracias a la aplicación de las mejoras se alcanza un incremento de 17 lotes de quesos a la semana lo que representa 1615 quesos más a la semana, expresado de manera porcentual representa el 25.37% de incremento en la productividad, este porcentaje es posible alcanzar gracias a la

eliminación de actividades improductivas, reducción de tiempos de ocio y aprovechamiento de los recursos los cuales son los principales factores que generan la baja productividad del proceso, la simulación demuestra que las mejoras propuestas son factibles y que contribuyen a mejorar de manera considerable en la línea de elaboración de queso fresco Sierra Nevada 700 g.

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Mediante la observación se pudo determinar que la empresa de productos lácteos Rengifo Gallo se encuentra conformada por una línea de elaboración de quesos la cual produce 7 diferentes presentaciones para el mercado, por lo que se aplicó el análisis ABC basado en el historial de ventas de los tres últimos años, lo que permitió establecer el producto de mayor demanda, siendo este el queso fresco Sierra Nevada de 700 g con el 31.13% de porcentaje de consumo.
- Se recolectó la información mediante el levantamiento de procesos para el desarrollo del estudio de tiempos y movimientos dentro de la línea de elaboración del producto de mayor demanda, se desarrolló los respectivos diagramas de flujo, sinóptico, analítico y de recorrido, se estableció el instrumento para la toma de tiempos, número de ciclos a cronometrar en cada proceso mediante el método estadístico, además se determinó el índice de desempeño y suplementos para obtener el tiempo normal y estándar de cada proceso, estableciendo el cuello de botella sobre el proceso de salado con 67 lotes de quesos a la semana.
- Por medio de la identificación de las actividades que no agregan valor y de la necesidad de aprovechar los recursos de la organización se establece la implementación de la Teoría de Restricciones, que, junto con la eliminación de actividades improductivas y balanceo de líneas, se logró reducir los tiempos de procesamiento y el número de estaciones de trabajo, mejorando la eficiencia y alcanzado una capacidad de producción de 84 lotes de quesos a la semana limitado por el proceso de secado y empacado, permitiendo cubrir la demanda del consumidor gracias al incremento del 25.37% en la producción.

- La utilización de FlexSim para el modelado y simulación de la situación actual y propuesta permitió comprobar la mejora del proceso productivo debido a que se obtuvo 67 y 84 lotes respectivamente, es decir 17 lotes más a la semana, representando una mejora del 25.37% para la empresa, es decir un valor aceptable para la aplicación de la mejora sugerida.

4.2 Recomendaciones

- Se plantea aplicar el estudio de tiempos en la empresa de productos lácteos Rengifo Gallo con la finalidad de mejorar y estandarizar los procesos de la empresa mediante la optimización y aprovechamiento de los recursos para garantizar la calidad de los productos.
- Se propone organizar de manera adecuada los espacios y áreas de trabajo a fin de reducir la necesidad de movimientos innecesarios principalmente para la búsqueda de equipos, propiciando las condiciones para reducir los retrasos dentro del proceso y disminuir el esfuerzo físico.
- Se sugiere implementar las mejoras planteadas para obtener un aumento de la productividad, reduciendo los tiempos de procesamiento y carga laboral, lo que generará mayor utilidad gracias al desarrollo adecuado de las actividades en cada proceso.
- Se debe realizar un estudio de tiempos y movimientos al menos una vez al año o en caso de existir cambios para lograr el mejoramiento continuo del proceso, reduciendo los desperdicios y la subutilización de recursos.
- Se aconseja aplicar un análisis minucioso a los quesos elaborados con el método de salado propuesto mediante la aplicación de pruebas de laboratorio para verificar las características del producto.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias Bibliográficas

- [1] A. Andrade, C. Del Río, y D. Alvear, «Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado», *Inf. Tecnológica*, vol. 30, n.º 3, pp. 83-94, 2019.
- [2] M. Bustamante Rico y R. Rodríguez Balcázar, «Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de la empresa Kuri Nectar Sac, 2017», Universidad Señor de Sipán, 2018.
- [3] N. del C. Nieto Saldaña, «Métodos y tiempos. El estudio del trabajo para la productividad», 2011. <https://www.gestiopolis.com/metodos-y-tiempos-el-estudio-del-trabajo-para-la-productividad/>.
- [4] J. E. Muñoz Cando, «Estandarización y estudio de tiempos para el mejoramiento del proceso productivo en la industria láctea INLADEC.», 2020.
- [5] G. E. Grimaldo León, D. C. Moreno Castillo, y M. C. Salamanca Molano, «Medición del trabajo de una línea de producción de yogurt - mepresa La Hacienda Productos Alimenticios», *Investig. Innovación, Ing.*, n.º 2, pp. 62-81, 2015.
- [6] S. Ramírez Jaramillo y J. D. Lasso García, «Propuesta para el estudio de tiempos y movimientos en la línea 1 en la fabricación de sandalias en una PYME», *Univ. Santiago Cali*, 2019.
- [7] D. Bello Parra, F. Murrieta Domínguez, y C. Cortes Herrera, «Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias», *Cienc. Adm.*, vol. 7, n.º 1, pp. 37-72, 2020, [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil_wars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625.

- [8] N. L. Tejada Díaz, V. Gisbert Soler, y A. I. Pérez Molina, «Metodología De Estudio De Tiempo Y Movimiento; Introducción Al Gsd», *3C Empres. Investig. y Pensam. crítico*, vol. 6, n.º 5, pp. 39-49, 2017, doi: 10.17993/3cemp.2017.especial.39-49.
- [9] K. L. Bravo Arroyo, J. Menéndez Dávila, y F. Peñaherrera Larenas, «Importancia de los estudios de tiempos en el proceso de comercialización de las empresas», *Obs. la Econ. Latinoam.*, p. 14, 2018, [En línea]. Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/05/comercializacion-empresas-ecuador.html>.
- [10] FAO, «Producción y productos lácteos: Producción», *Portal Lácteo*, 2012. <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/es> (accedido jul. 25, 2022).
- [11] E. G. Félix Flores, «Análisis de la cadena de abastecimiento de la leche y su impacto en el índice de precios al consumidor en la ciudad de Quito en el período 2016», 2017.
- [12] M. Argudo, «Estudio de Mercado “Sector Leche Zonal 6”», *Supt. Control del Pod. Merc.*, vol. 4, n.º 1, pp. 724-732, 2017, [En línea]. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/en/mdl-20203177951%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41562-020-0887-9%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41562-020-0884-z%0Ahttps://doi.org/10.1080/13669877.2020.1758193%0Ahttp://sersc.org/journals/index.php/IJAST/article>.
- [13] J. V. Carrera Garcia, «Análisis Y Mejoramiento De Los Procesos Productivos De La Empresa De Lácteos Llano Verde (Llanolac S.a.) En La Elaboración De Yogurt Natural Bríos Ubicada En El Cantón Rumiñahui», 2015.
- [14] L. Rico, A. Maldonado, M. Escobedo, y J. De la Riva, «Técnicas Utilizadas para el Estudio de Tiempos: un Análisis Comparativo», *CULCyT*, vol. 2, n.º 11, pp. 9-18, 2005.
- [15] AliatUniversidades, «¿Has escuchado sobre el estudio de tiempos y movimientos?», 2020. <https://utan.edu.mx/blog/index.php/tiempos-y-movimientos/>.

movimientos/ (accedido jul. 25, 2022).

- [16] C. López, «El estudio de tiempos y movimientos. Qué es, origen, objetivos y características», 2020. <https://www.gestiopolis.com/el-estudio-de-tiempos-y-movimientos/>.
- [17] M. D. Aldáz Parra, B. F. Castillo Parra, F. P. Erazo Rodríguez, y C. G. Santiana Espín, «Evaluación y rediseño de plantas en la empresa de lácteos Alanba», *ConcienciaDigital*, vol. 3, n.º 3, pp. 416-434, 2020, doi: 10.33262/concienciadigital.v3i3.1335.
- [18] The Food Tech, «La industria de lácteos de Estados Unidos y su oferta para Latinoamérica», 2021. <https://thefoodtech.com/tendencias-de-consumo/la-industria-de-los-lacteos-de-estados-unidos-y-su-oferta-para-latinoamerica/> (accedido jul. 25, 2022).
- [19] Dairy Export Council, «La Industria Láctea de Estados Unidos», pp. 1-4, 2016, [En línea]. Disponible en: <https://www.thinkusadairy.org/es/inicio/recursos-y-percepciones/spanish/la-industria-láctea-de-estados-unidos>.
- [20] J. M. González, «Situación actual y perspectivas del sector lácteo centroamericano y costarricense. Visión de la Cámara Nacional de Productores de Leche», *Congr. Centroam. del Sect. Lact. y Feria del Queso*, p. 51, 2013.
- [21] A. Orús, «Consumo mundial de productos lácteos a nivel mundial 2014-2027», 2022. <https://es.statista.com/estadisticas/1310300/consumo-mundial-de-productos-lacteos-a-nivel-mundial/> (accedido jul. 25, 2022).
- [22] Statista Research Department, «América Latina: marcas de lácteos más elegidas 2020», 2022. <https://es.statista.com/estadisticas/1300456/america-latina-marcas-de-lacteos-mas-elegidas/> (accedido jul. 25, 2022).
- [23] C. B. Ynzunza Cortés, J. M. Izar Landeta, J. G. Bocarando Chacón, F. Aguilar Pereyra, y M. Larios Osorio, «El entorno de la industria 4.0: implicaciones y perspectivas futuras», *Concienc. tecnológica*, n.º 54, pp. 33-45, 2017, [En línea]. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6405835&info=resumen&idioma=ENG%0Ahttps://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6405835&info=resumen&idioma=SPA%0Ahttps://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6405835%0Ahttps://www.redalyc.o>

- [24] A. Galetto, «Situación de la cadena láctea en américa latina en el 2018», *Fed. Panam. Leche.*, 2019.
- [25] N. Morales Arévalo, «Colanta, Alpina y Nestlé, las empresas de lácteos y derivados más vendedoras de 2020», 2021. <https://www.larepublica.co/empresas/colanta-alpina-y-nestle-las-empresas-de-lacteos-y-derivados-mas-vendedoras-de-2020-3191078> (accedido jul. 25, 2022).
- [26] M. de L. Chango Palate, «Estudio de Tiempos de Movimientos para la Elaboración de Pantalones en el Área de Confección de la Empresa American Jeans», 2017.
- [27] K. A. Jijón Bautista, «Estudio de Tiempos y Movimientos para Mejoramiento de los Procesos de Producción de la Empresa Calzado Gabriel», 2013.
- [28] K. F. Villegas Guanolusa, «Estudio de Tiempos y Movimientos para Mejorar el Proceso en el Transporte de Muestras del Horno Eléctrico al Laborario por parte de los Trabajadores de la Empresa Acería del Ecuador C.A. Adelca», 2013.
- [29] J. D. Marcalla Tuso y J. C. Tenorio Almache, «Estudio del Proceso de Fabricación del Yogurt para la Optimización de Tiempos y Movimientos en la Empresa de Productos Lácteos “Leito”», 2018.
- [30] F. Lozada y C. Mariño, «“ Estudio de Tiempos y Movimientos en los Procesos Productivos de la fabricación de Calzado ”», *Univ. Técnica Ambato*, 2018.
- [31] K. N. Aguirre Cela, «Determinación de un Modelo para Medir la Productividad en una Empresa Productora de Queso Fresco Caso: Lácteos la Jesús», 2013.
- [32] R. G. Lema Zambrano, «Estudio de Tiempos y Movimientos de la Línea de

- Producción de Mantel de la Empresa Aly Artesanías para Mejorar la Productividad», 2015.
- [33] M. Flores, «Ingeniería de Métodos», Universidad Politécnica de Baja California, 2016.
- [34] J. Leyva, «ESTUDIO DE MOVIMIENTOS Y MICROMOVIMIENTOS», 2009. <https://slideplayer.es/slide/159135/> (accedido ago. 11, 2022).
- [35] L. R. Bayas Carrasco, «Tiempos Y Movimientos Para Incrementar La Producción De Cuero Escolar En El Área Seca De La Tenería Cabaro Cía. Ltda.», 2012.
- [36] J. C. Sierra, «El análisis de micromovimientos», 2018. <https://www.ceupe.com/blog/el-analisis-de-micromovimientos.html?dt=1655856429161> (accedido ago. 11, 2022).
- [37] Okdiario, «Observación directa: Un método para recolectar datos», 2019. <https://okdiario.com/curiosidades/conoce-metodo-observacion-directa-3628568> (accedido ago. 11, 2022).
- [38] M. Orozco, «Economía De Movimientos», 2020. <https://pdfcookie.com/documents/economia-de-movimientos-eg278j36r010> (accedido ago. 11, 2022).
- [39] M. A. Dahik Ayoub, «Estudio de Tiempos y Movimientos para mejorar el Proceso de Organización, Almacenamiento y Despacho de Productos Terminados en una Fábrica de Artículos Plásticos para el Hogar», 2008.
- [40] B. Salazar López, «Suplementos del Estudio de tiempos» Medición del trabajo», 2019. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/> (accedido ago. 10, 2022).
- [41] O. F. Calapiña Caguana, «Distribución De Instalaciones En La Planta De Producción De La Empresa Tenería San José Cía. Ltda», 2020.
- [42] B. A. Rivera Tintín, «Planeación de la Capacidad en el Área de Empacado de la Empresa Bioalimentar CÍA. LTDA.», 2020.
- [43] B. Salazar López, «Cálculo del número de observaciones» Ingeniería

- Industrial Online», 2019. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/calculo-del-numero-de-observaciones/> (accedido oct. 12, 2022).
- [44] J. A. Yuqui Casco, «Estudio de Procesos, Tiempos y Movimientos para Mejorar la Productividad en la Planta de Ensamble del Modelo Golden en Carrocerías MEGABUSS», 2016.
- [45] R. García Criollo, *Estudio del Trabajo. Ingeniería de Métodos*, McGRAWHILL. México, 1998.
- [46] Conduce Tu Empresa, «¿Qué es Diagrama de Recorrido del Proceso? | Simbología y Tipos», 2020. <https://blog.conducetuempresa.com/2018/09/diagrama-de-recorrido-del-proceso.html> (accedido ago. 11, 2022).
- [47] V. I. Briceño Nabas, «Diagnóstico e Implementación de Diagramas de Proceso para el Mejoramiento de la Productividad en la Planta de Lácteos 6 de Enero», 2012.
- [48] J. D. Pérez Sánchez, «Mejora de la Productividad del Área de Pulido en la Empresa GUSMAR Mediante la Implementación de un Sistema Automatizado a Bajo Costo en la Fabricación de Calzado», 2019.
- [49] D. Betancourt, «Cursograma: Herramienta del ingeniero industrial», 2020. <https://www.ingenioempresa.com/cursograma/> (accedido ago. 11, 2022).
- [50] L. M. Chasiluisa Unda, «Estudio de Tiempos y Movimientos en el Área de Confección para Mejoramiento de los Procesos Productivos de la Empresa IMPACTEX», 2019.
- [51] B. Santillán, «Estudio del Trabajo II: SISTEMA WESTINGHOUSE», 2015. <http://ingeniero-brenda-santillan.blogspot.com/2015/09/sistema-westinghouse.html> (accedido mar. 01, 2023).
- [52] R. Chase y R. Jacobs, *Administración de Operaciones*, 13.^a ed., vol. 13, n.º 1. 2014.
- [53] J. Pacheco, «¿Qué es la mejora de procesos y cómo ayuda a mi empresa?», 2017. <https://www.heflo.com/es/blog/bpm/que-es-mejora-de-procesos/>

(accedido ago. 12, 2022).

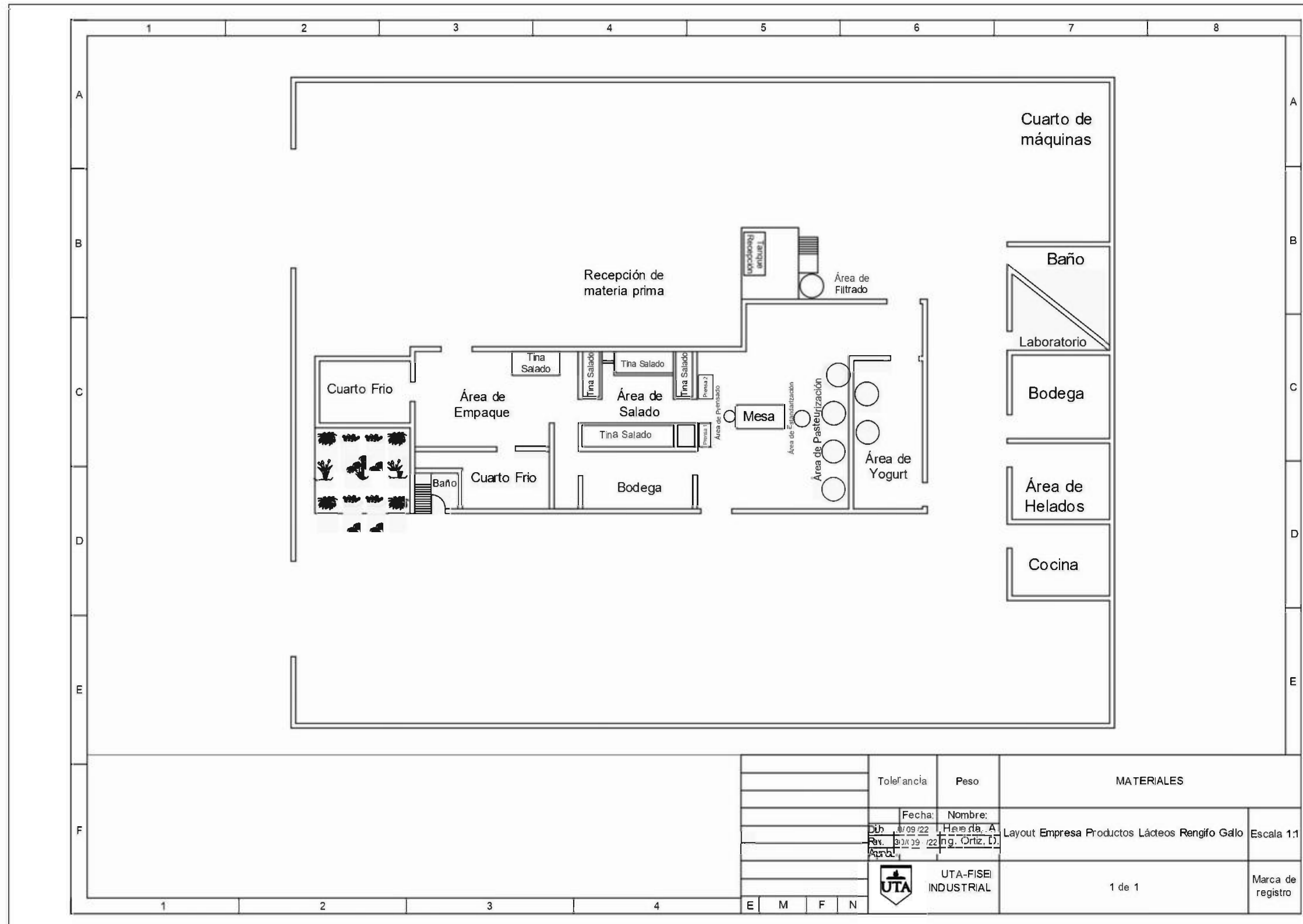
- [54] ZIPForecasting, «Optimización de la fuerza de trabajo- 4 consejos para el éxito», 2020. <https://zipforecasting.com/es/data-driven/workforce-optimization.html> (accedido ago. 12, 2022).
- [55] K. A. Constante Paredes, «Mejora en la Línea de Producción de Quesos en la Empresa Productos Lácteos San José Basada en Tiempos y Movimientos», 2022.
- [56] M. A. Díaz Martínez, R. Zárate Cruz, y R. V. Román Salinas, «Simulación Flexsim, una nueva alternativa para la ingeniería hacia la toma de decisiones en la operación de un sistema de múltiples estaciones de prueba», *Científica*, vol. 22, n.º 2, pp. 97-104, 2018, [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/614/61458109002/html/>.
- [57] J. D. Febres Eguiguren y R. P. Ochoa Ramírez, «Propuesta de mejora del proceso productivo en la empresa Press Forja S.A. utilizando el software FlexSim Manufacturing como herramienta para la toma de decisiones», Universidad Politécnica Salesiana, 2010.
- [58] Máster Oficial en Automática y Robótica, «Simulación de un proceso industrial mediante el software FlexSim», Universidad de Alicante, 2012.
- [59] M. Padilla Tirado y S. Rivas Osorno, «¿Cómo usar ExpertFit en FlexSim», Universidad Panamericana, 2008.
- [60] H. Sy Corvo, «Línea de producción: características, organización, balance, ejemplo», 2019. <https://www.lifeder.com/linea-de-produccion/> (accedido ago. 12, 2022).
- [61] ComercioExterior.la, «Elementos del Proceso Productivo en las actividades del comercio», 2017. <https://comercioexterior.la/elementos-del-proceso-productivo/> (accedido ago. 12, 2022).
- [62] P. L. López, «Población y muestreo», *Punto Cero*, vol. 9, n.º 8, pp. 69-74, 2004, [En línea]. Disponible en: <http://www.medicapanamericana.com/Libros/Libro/3848/Epidemiologia->

Clinica.html.

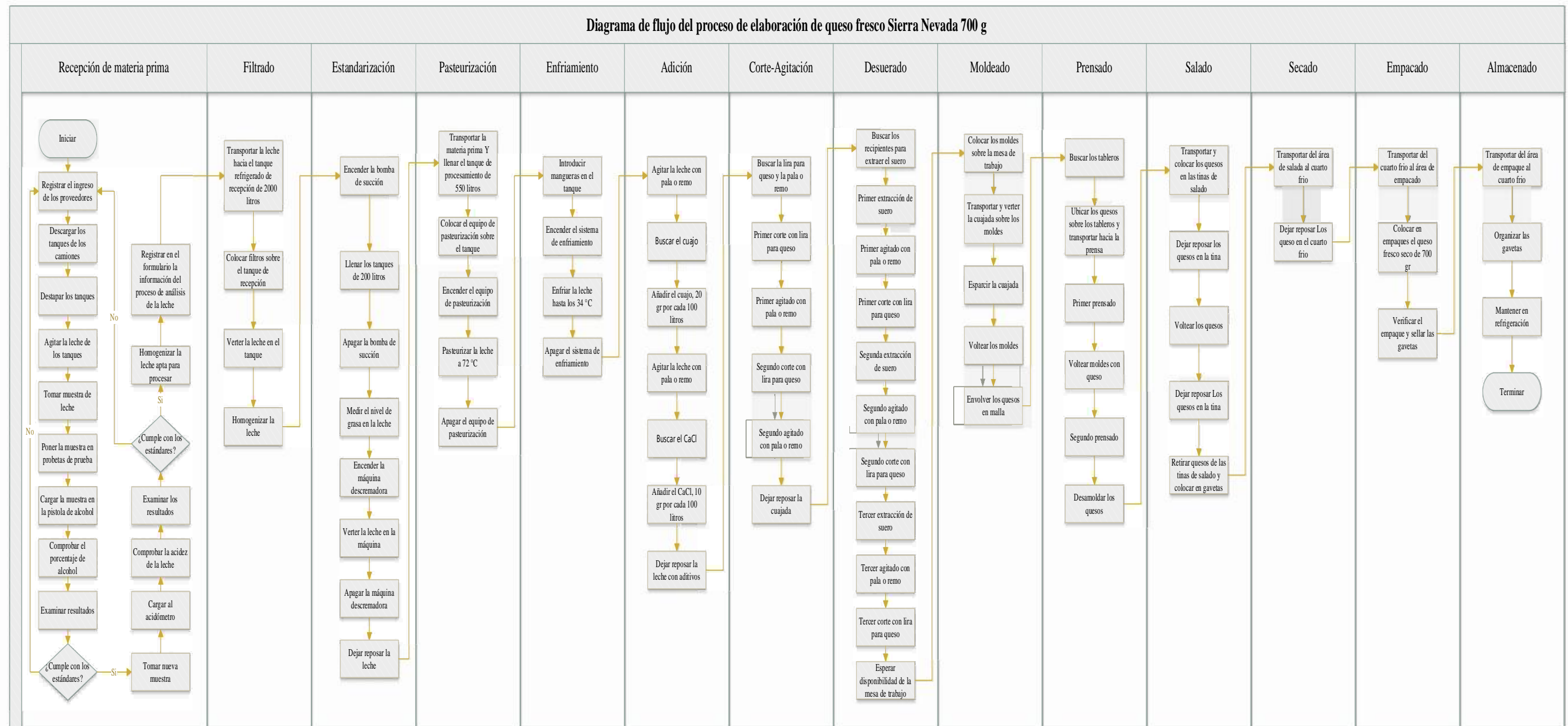
- [63] F. R. Rengifo Gallo, «Registro de Trabajadores Productos Lácteos Rengifo Gallo “Poltreg”», 2022.
- [64] F. R. Rengifo Gallo, *Interviews*. Latacunga, 2022.

Anexos

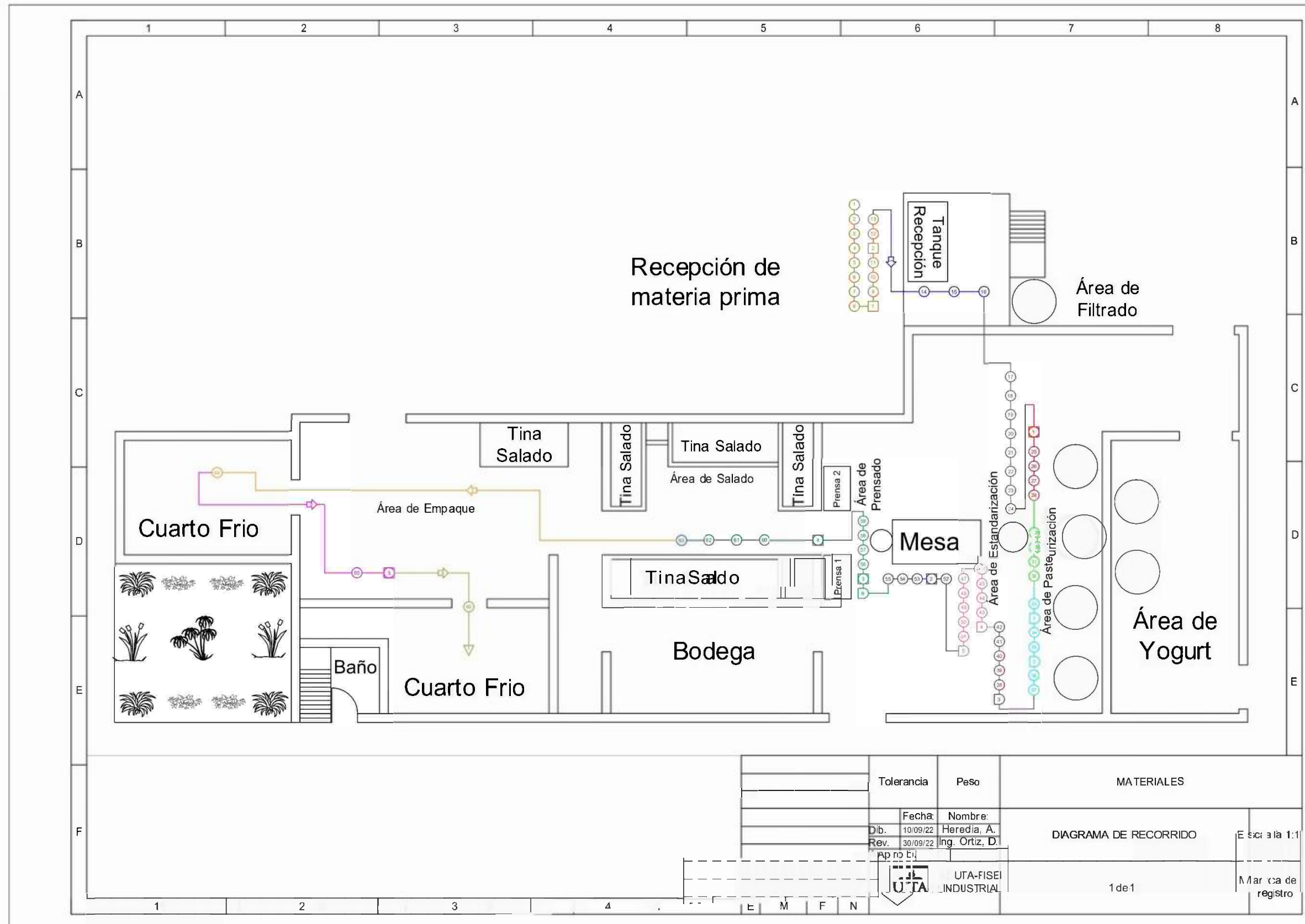
Anexo 1. Layout de la empresa



Anexo 2. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de queso fresco Sierra Nevada 700 g



Anexo 3. Diagrama de recorrido



Anexo 4. Informe de verificación del cronómetro

INFORME DE VERIFICACION				Plasticaucho
NOMBRE:	Alex Javier Heredia Bungacho	EQUIPO:	CRONOMETRO	
DIRECCION:	Parroquia Joseguango Bajo/ Latacunga	MARCA:	WESTON	
TELEFONO:	09709074930	MODELO:	IS-510	
E-MAIL:	alexjheredia@gmail.com	CODIGO:	CRD-01	
FECHA VERIFICACION:	14/11/2022	ESCALA USO:	7200 seg	
		RESOLUCION:	0.01 seg	
ENSAYO Y RESULTADOS				
TOLERANCIA:	±0.10	K	2	
Criterio de asignación:	1	Up	0.060000	
Intervalo admisible:	0.10	Ui	0.030000	
Unidad:	seg	k	1.32	
Valor Patrón	60	180	360	
Lectura 1	60.01	180.02	360.02	
Lectura 2	60.01	180.02	360.03	
Lectura 3	60	180.03	360.03	
Numero de lecturas n	3			
MEDIA	60.006667	180.023333	360.026667	
DESVIACION STAND	0.005774	0.0057735	0.005774	
Us	0.003333	0.003333	0.003333	
Uec	0.030185	0.030185	0.030185	
Ux	0.039844	0.039844	0.039844	
Usa	60.10000	180.10000	360.10000	
Us	60.04651	180.06318	360.06651	
Ui	59.96682	179.98349	359.98682	
Uia	59.90000	179.90000	359.90000	
Us	_____			
Ui	_____			
Us	_____			
Ui	_____			
			$U_s \leq U_{s,i}$	
			$U_i \geq U_{i,i}$	
PATRON UTILIZADO				
EQUIPO	CODIGO	CERTIFICADO		
CRONOMETRO	3008D1	LNDTF22091CRO		
CRITERIO ACEPTACION:	APROBADO			
OBSERVACIONES:	Ensayo realizado por comparación			
Realizada por:	 Ing. Edison Espín			

Anexo 5. Informe de verificación del flexómetro

INFORME DE VERIFICACION				Plasticaucho
NOMBRE:	Alex Javier Heredia Bungacho	EQUIPO:	FLEXO METRO	
DIRECCION:	Parroquia Joseguango Bajo/ Latacunga	MARCA:	STANLEY	
TELEFONO:	09709074930	MODELO:	30-615	
E-MAIL:	alexjheredia@gmail.com	CODIGO:	FLE-01	
FECHA VERIFICACION:	14/11/2022	ESCALA USO:	0-5000 mm	
		RESOLUCION:	1mm	
ENSAYO Y RESULTADOS				
TOLERANCIA:	±1	K	2	
Criterio de asignación:	1	Up	0.540000	
Intervalo admisible:	1.0	Ui	0.270000	
Unidad:	mm	k	1.32	
Valor Patrón	500	1000	1500	2000
Lectura 1	500	1000	1500	2000
Lectura 2	500	1000	1500	2000
Lectura 3	500	1000	1500	2000
Numero de lecturas n	3			
MEDIA	500.000000	1,000.000000	1,500.000000	2,000.000000
DESVIACION STAND	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Us	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Uec	0.270000	0.270000	0.270000	0.270000
Ux	0.356400	0.356400	0.356400	0.356400
Usa	501.00000	1,001.00000	1,501.00000	2,001.00000
Us	500.35640	1,000.35640	1,500.35640	2,000.35640
Ui	499.64360	999.64360	1,499.64360	1,999.64360
Uia	499.00000	999.00000	1,499.00000	1,999.00000
PATRON UTILIZADO				
EQUIPO	CODIGO	Nº CERTIFICADO		
Regla patrón	3028M1	LLF-2022-0504		
CRITERIO ACEPTACION:	APROBADO			
OBSERVACIONES:	Ensayo realizado por comparación			
Realizado por:	 Ing. Edisor Esp. in			

$$U_{sA} \text{-----} U_s \leq U_{sA}$$

$$U_i \text{-----} U_i \geq U_{iA}$$


Anexo 6. Índice de desempeño de cada proceso



ÍNDICE DE DESEMPEÑO

Recepción de materia prima				Filtrado				Estandarización			
Factor	Categoría	Clase	%	Factor	Categoría	Clase	%	Factor	Categoría	Clase	%
Habilidad	C2	Buena	0,03	Habilidad	C2	Buena	0,03	Habilidad	C1	Buena	0,06
Esfuerzo	C1	Buena	0,05	Esfuerzo	C2	Buena	0,02	Esfuerzo	C2	Buena	0,02
Condiciones	C	Buena	0,02	Condiciones	C	Buena	0,02	Condiciones	C	Buena	0,02
Consistencia	C	Buena	0,01	Consistencia	C	Buena	0,01	Consistencia	C	Buena	0,01
Factor de calificación			0,11	Factor de calificación			0,08	Factor de calificación			0,11
Pasteurización				Enfriamiento				Adición			
Factor	Categoría	Clase	%	Factor	Categoría	Clase	%	Factor	Categoría	Clase	%
Habilidad	C2	Buena	0,03	Habilidad	C2	Buena	0,03	Habilidad	B2	Excelente	0,08
Esfuerzo	C1	Buena	0,05	Esfuerzo	C1	Buena	0,05	Esfuerzo	C1	Buena	0,05
Condiciones	C	Buena	0,02	Condiciones	C	Buena	0,02	Condiciones	C	Buena	0,02
Consistencia	C	Buena	0,01	Consistencia	C	Buena	0,01	Consistencia	C	Buena	0,01
Factor de calificación			0,11	Factor de calificación			0,11	Factor de calificación			0,16
Corte - Agitación				Desuerado				Moldeado			
Factor	Categoría	Clase	%	Factor	Categoría	Clase	%	Factor	Categoría	Clase	%
Habilidad	B2	Excelente	0,08	Habilidad	B1	Excelente	0,11	Habilidad	B1	Excelente	0,11
Esfuerzo	C1	Buena	0,05	Esfuerzo	B2	Excelente	0,08	Esfuerzo	B2	Excelente	0,08
Condiciones	C	Buena	0,02	Condiciones	C	Buena	0,02	Condiciones	C	Buena	0,02
Consistencia	C	Buena	0,02	Consistencia	C	Buena	0,01	Consistencia	C	Buena	0,01
Factor de calificación			0,17	Factor de calificación			0,22	Factor de calificación			0,22

Anexo 6. Índice de desempeño de cada proceso (continuación)

 POL'TREG Productos Lácteos Rengifo Gallo RUC: 0501730946001				ÍNDICE DE DESEMPEÑO							
Prensado				Secado				Empacado			
Factor	Categoría	Clase	%	Factor	Categoría	Clase	%	Factor	Categoría	Clase	%
Habilidad	B2	Excelente	0,08	Habilidad	C1	Buena	0,06	Habilidad	B1	Excelente	0,11
Esfuerzo	B1	Excelente	0,10	Esfuerzo	B2	Excelente	0,08	Esfuerzo	B2	Excelente	0,08
Condiciones	C	Buena	0,02	Condiciones	C	Buena	0,02	Condiciones	C	Buena	0,02
Consistencia	C	Buena	0,01	Consistencia	C	Buena	0,01	Consistencia	C	Buena	0,01
Factor de calificación			0,21	Factor de calificación			0,17	Factor de calificación			0,22
Almacenamiento											
Factor	Categoría	Clase	%								
Habilidad	B2	Excelente	0,08								
Esfuerzo	C2	Buena	0,02								
Condiciones	C	Buena	0,02								
Consistencia	C	Buena	0,01								
Factor de calificación			0,13								