

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE COMERCIO INTERNACIONAL, INTEGRACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y
ECONOMÍA EMPRESARIAL

CARRERA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE

Tema: “Logística de producción y la productividad de la empresa Lácteos San Miguel”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniero en Logística y Transporte

AUTOR: Chávez Mejía Steven David

TUTOR: PhD. Montenegro Obando Blanca Liliana

Tulcán, 2025.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Chávez Mejía Steven David con el número de cédula 040176344-6 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Logística de producción y la productividad de la empresa Lácteos San Miguel"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en la Codificación del Reglamento de Régimen Académico y de Estudiantes de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

PhD. Montenegro Obando Blanca Liliana

TUTOR

Tulcán, agosto de 2025

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de logística y transporte de la Facultad de Comercio Internacional, Integración, Administración y Economía Empresarial

Yo, Chávez Mejía Steven David con cédula de identidad número 040176344-6 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Chávez Mejía Steven David

AUTOR

Tulcán, agosto de 2025

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Chávez Mejía Steven David declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Logística de producción y la productividad de la empresa Lácteos San Miguel" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Chávez Mejía Steven David

AUTOR

Tulcán, agosto de 2025

AGRADECIMIENTO

Quiero ofrecer mi más sentido y sincero agradecimiento a mis padres Armando Chávez y Anita Mejía, pues ellos han sido el pilar fundamental durante el desarrollo de mi carrera universitaria y me han sabido aconsejar en los momentos que más he necesitado, también quiero agradecer de manera especial a mi abuelita Mariana que siempre estuvo al pendiente de mí y también me brindo sus palabras de apoyo y consuelo. A mis hermanos Mateo y Stefany que de una u otra manera alegraron mi vida en momentos difíciles. A mis tíos, primos y amigos de la carrera por su apoyo y a Nayeli por ser mi mejor compañía en este camino lleno de buenos y malos momentos.

Finalmente agradezco a Lácteos San Miguel por abrir las puertas de su empresa y brindarme todas la facilidades para acceder a la información que necesité para desarrollar esta investigación.

¡Gracias a todos!

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado de una manera muy especial a mi abuelito Fabián, pues desde el cielo siempre me iluminó cuando más lo necesité y estoy seguro de que él estaría muy orgullo de este triunfo, también se lo dedico a mis padres, hermanos, mi abuelita, mis tíos y primos, todos forman parte de este logro porque de una u otra manera pusieron su granito de arena para que yo pueda seguir delante de la mejor manera posible.

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| RESUMEN..... | 14 |
| INTRODUCCIÓN | 16 |
| I. EL PROBLEMA..... | 17 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 17 |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... | 19 |
| 1.3. JUSTIFICACIÓN..... | 19 |
| 1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN | 20 |
| 1.4.1. Objetivo General | 20 |
| 1.4.2. Objetivos Específicos | 20 |
| 1.4.3. Preguntas de Investigación | 20 |
| II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA..... | 21 |
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN..... | 21 |
| 2.2. MARCO TEÓRICO | 23 |
| 2.2.1 Teoría de restricciones..... | 23 |
| 2.2.2 Teoría de la producción..... | 24 |
| 2.2.3 Logística de producción | 24 |
| 2.2.3.1 Planificación y control de la producción | 24 |
| 2.2.3.2 Flujo de materiales..... | 25 |
| 2.2.3.3 Ingeniería de métodos y tiempos..... | 25 |
| 2.2.3.4 Distribución de planta | 27 |
| 2.2.3.5 Metodología SLP | 28 |
| 2.2.3.6 Capacidad (Oferta)..... | 29 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2.3.7 Eficiencia operativa..... | 31 |
| 2.2.3.8 Balanceo de líneas de producción | 31 |
| 2.2.3.9 Cuello de botella | 31 |
| 2.2.3.10 Plan agregado | 31 |
| 2.2.4 Productividad..... | 32 |
| 2.2.5 Herramientas de Simulación | 34 |
| 2.2.6 Términos estadísticos | 36 |
| III. METODOLOGÍA | 37 |
| 3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO | 37 |
| 3.1.1. Enfoque Mixto | 37 |
| 3.1.2. Tipo de Investigación..... | 37 |
| 3.2. HIPÓTESIS | 38 |
| 3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES..... | 38 |
| 3.3.1 Variables | 38 |
| 3.3.2 Productividad..... | 39 |
| 3.3.3 Logística de producción | 39 |
| 3.3.4 Operacionalización de variables | 39 |
| 3.4. MÉTODOS UTILIZADOS | 42 |
| 3.4.1 Métodos..... | 42 |
| 3.4.2 Técnicas..... | 42 |
| 3.4.3 Instrumentos | 43 |
| 3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 43 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 45 |
| 4.1 RESULTADOS..... | 45 |
| 4.1.1 Diagnosticar la logística de producción de la empresa San Miguel..... | 45 |
| 4.1.2 Identificar los factores que inciden en la productividad de la empresa San Miguel | 78 |

| | |
|--|------------|
| 4.1.3 Proponer un plan de mejora que permita incrementar la productividad de la empresa de Lácteos "San Miguel". | 90 |
| 4.2 DISCUSIÓN | 120 |
| V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 122 |
| 5.1 CONCLUSIONES..... | 122 |
| 5.2 RECOMENDACIONES | 123 |
| VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 124 |
| VII. ANEXOS | 127 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Indicadores de la productividad..... | 34 |
| Tabla 2. Criterios para selección del software de simulación | 35 |
| Tabla 3. Operacionalización de las variables para el tema "Logística de producción y la productividad de la empresa Lácteos San Miguel" | 40 |
| Tabla 4. Tiempos preliminares para calcular el número de observaciones..... | 55 |
| Tabla 5. Cálculo del número de observaciones para cada actividad en la producción del queso amasado..... | 56 |
| Tabla 6. Escala de valoración para el operario | 58 |
| Tabla 7. Suplementos y holguras para cada actividad..... | 60 |
| Tabla 8. Estudio de tiempos – tiempo estándar o tiempo corregido | 61 |
| Tabla 9. Código asignado para cada maquinaria | 63 |
| Tabla 10. Descripción de equipos de producción..... | 63 |
| Tabla 11. Descripción de los equipos de laboratorio..... | 64 |
| Tabla 12. Descripción de los equipos o utensilios de apoyo | 65 |
| Tabla 13. Oferta del queso amasado de Lácteos San Miguel..... | 71 |
| Tabla 14. Cantidad y costo de la materia prima para producción de queso..... | 72 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 15. Costos de recursos básicos que intervienen en la producción de queso amasado..... | 73 |
| Tabla 16. Unidades producidas y costos de producción del queso amasado en 2024 | 73 |
| Tabla 17. Datos para el cálculo de capacidades | 74 |
| Tabla 18. Tiempos del proceso de producción de queso amasado | 77 |
| Tabla 19. Debilidades en infraestructura y maquinaria | 78 |
| Tabla 20. Observaciones sobre la organización del trabajo..... | 80 |
| Tabla 21. Datos de demanda | 81 |
| Tabla 22. Cantidades de materia prima utilizada para la producción de queso amasado en el año 2024..... | 83 |
| Tabla 23. Costos de la materia prima utilizada para la producción de queso amasado en el año 2024 | 84 |
| Tabla 24. Resumen de datos para calcular los índices de productividad | 86 |
| Tabla 25. Datos históricos para la predicción..... | 90 |
| Tabla 26. Comparación de errores en los modelos | 91 |
| Tabla 27. Datos del pronóstico..... | 92 |
| Tabla 28. Datos para el plan agregado..... | 95 |
| Tabla 29. Plan agregado de producción – Estrategia de nivelación | 96 |
| Tabla 30. Rendimiento del plan - Nivelación | 97 |
| Tabla 31. Datos para el plan agregado..... | 97 |
| Tabla 32. Plan agregado de producción – Estrategia de persecución..... | 98 |
| Tabla 33. Rendimiento del plan - Persecución | 99 |
| Tabla 34. Variables de entrada..... | 102 |
| Tabla 35. Variables de proceso..... | 102 |
| Tabla 36. Variables de salida..... | 103 |
| Tabla 37. Distribuciones de probabilidad..... | 103 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 38. Comparación de la productividad entre modelos | 111 |
| Tabla 39. Comparación de los planes agregados de producción..... | 112 |
| Tabla 40. Costos de adquirir nueva maquinaria | 113 |
| Tabla 41. Aspectos para evaluar el diseño actual vs el propuesto | 114 |
| Tabla 42. Cronograma de la capacitación | 115 |
| Tabla 43. Presupuesto estimado para la capacitación..... | 116 |
| Tabla 44. Plan de mejora integral | 117 |
| Tabla 45. Datos utilizados para el análisis estadístico | 117 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Ubicación de Lácteos San Miguel | 45 |
| Figura 2. Estructura organizacional de Lácteos San Miguel..... | 46 |
| Figura 3. Queso amasado de 450 gramos..... | 47 |
| Figura 4. Lista de materiales que componen el queso amasado. | 48 |
| Figura 5. Recepción de la leche..... | 48 |
| Figura 6. Pasteurización de la leche..... | 48 |
| Figura 7. Coagulación de la leche..... | 49 |
| Figura 8. Corte y batido de la cuajada | 49 |
| Figura 9. Desuerado | 49 |
| Figura 10. Reposo de la cuajada..... | 50 |
| Figura 11. Salado | 50 |
| Figura 12. Amasado | 50 |
| Figura 13. Moldeado..... | 51 |
| Figura 14. Empaque y etiquetado del queso. | 51 |
| Figura 15. Almacenamiento del queso..... | 52 |
| Figura 16. Diagrama de procesos para la elaboración del queso amasado..... | 53 |

| | |
|---|-----|
| Figura 17. Cursograma analítico sobre la elaboración del queso amasado..... | 54 |
| Figura 18. Escrutinio aplicado a la actividad de control de calidad..... | 59 |
| Figura 19. Distribución general de planta..... | 66 |
| Figura 20. Diagrama de relaciones..... | 67 |
| Figura 21. Diagrama de relaciones entre áreas..... | 68 |
| Figura 22. Distribución de planta por áreas..... | 69 |
| Figura 23. Distribución de planta por áreas..... | 70 |
| Figura 24. Cuellos de botella que afectan la productividad..... | 79 |
| Figura 25. Marmita de 560 litros..... | 79 |
| Figura 26. Comparación de la demanda de queso amasado entre 2023 y 2024..... | 82 |
| Figura 27. Variación de la productividad mensual de 2024..... | 87 |
| Figura 28. Comparación de índices de productividad por factores..... | 89 |
| Figura 29. Cálculo del valor de Alpha..... | 92 |
| Figura 30. Gráfico de la previsión..... | 94 |
| Figura 31. Diagrama de procesos para la simulación..... | 100 |
| Figura 32. Modelo de simulación – Etapa de procesamiento de la leche..... | 105 |
| Figura 33. Modelo de simulación – Etapa de procesamiento de la cuajada..... | 106 |
| Figura 34. Modelo de simulación – Etapa de procesamiento del queso..... | 106 |
| Figura 35. Cantidad de leche usada en la producción..... | 107 |
| Figura 36. Uso de la marmita..... | 107 |
| Figura 37. Uso del molino..... | 108 |
| Figura 38. Cantidad de quesos producidos..... | 108 |
| Figura 39. Tiempo de ciclo de producción..... | 109 |
| Figura 40. Comparación de escenarios en la pasteurización..... | 110 |
| Figura 41. Comparación de escenarios de empaçado..... | 110 |
| Figura 42. Diseño de Layout propuesto..... | 114 |

| | |
|--|-----|
| Figura 43. Gráfica de línea ajustada..... | 119 |
| Figura 44. Resumen del análisis de varianza para el modelo de regresión lineal simple | 119 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC..... | 127 |
| Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas | 128 |
| Anexo 3. Ficha de estudio de tiempos..... | 130 |
| Anexo 4. Ficha para recolección de materia prima | 131 |
| Anexo 5. Ficha para recolección de costos de producción..... | 132 |
| Anexo 6. Entrevista dirigida al jefe de producción de la empresa | 133 |
| Anexo 7. Entrevista dirigida al gerente de la empresa..... | 134 |
| Anexo 8. Diagrama de recorrido de actividades..... | 135 |
| Anexo 9. Costos de producción y precio de venta del queso amasado..... | 136 |
| Anexo 10. Fotografías de la planta de producción | 137 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general diseñar un plan de mejora para la logística de producción que permita el incremento de la productividad en la empresa de lácteos San Miguel. La problemática está relacionada con el espacio de la planta, mano de obra, maquinaria y tiempos de producción, esto se refleja como una falta de eficiencia y optimización en la producción del queso limitando la productividad, en el estado que se encuentra la planta actualmente posee un índice de productividad laboral de 7,37 unidades por cada hora hombre, un índice de productividad de materia prima de 0,50 unidades por litro de leche y un índice de productividad de costos de 0,93 unidades por cada dólar. Con la aplicación un estudio de tiempos, la metodología SLP, pronósticos de demanda y el diseño de planes agregados de producción fue posible abordar las falencias presentadas en la empresa y proponer un plan de mejora, además tomando en cuenta algunos de estos elementos se han desarrollado simulaciones utilizando la herramienta FlexSim para probar diferentes escenarios productivos donde se implementan las mejoras propuestas para incrementar la productividad. Es así donde se pudo evidenciar que la productividad del modelo actual con respecto al tiempo de producción es de 18,21 puntos, pero con la adquisición de nueva maquinaria se logra incrementar el nivel productivo y reducir el tiempo de producción, obteniendo así que al nivel de productividad del modelo propuesto fue de 19,25 puntos, teniendo una mejora de 1,04 puntos.

Palabras Claves: Logística de producción, productividad, metodología SLP, estudio de tiempos, plan agregado de producción, simulación.

ABSTRACT

The general objective of this research was to design an improvement plan for production logistics that would enable increased productivity at the San Miguel dairy company. The problem is related to plant space, labor, machinery, and production times, which manifests as a lack of efficiency and optimization in cheese production, thereby limiting productivity. In its current state, the plant has a labor productivity index of 7.37 units per man-hour, a raw material productivity index of 0.50 units per liter of milk, and a cost productivity index of 0.93 units per dollar. By applying a time study, the SLP methodology, demand forecasting, and the design of aggregate production plans, it was possible to address the shortcomings identified at the company and propose an improvement plan. Furthermore, taking some of these elements into account, simulations were developed using the FlexSim tool to test different production scenarios in which the proposed improvements are implemented to increase productivity. This is where it became evident that the productivity of the current model with respect to production time is 18.21 points, but with the acquisition of new machinery, the productivity level is increased and production time is reduced, resulting in a productivity level of 19.25 points for the proposed model, an improvement of 1.04 points.

Keywords: Production logistics, productivity, SLP methodology, time study, aggregate production plan, simulation.

INTRODUCCIÓN

Las empresas del sector lácteo deben enfocarse en el correcto funcionamiento de sus procesos para garantizar un buen desempeño en de su productividad, es por ello que esta investigación tuvo como objetivo diseñar un plan de mejora para la logística de producción que permita el incremento de la productividad en la empresa Lácteos San Miguel, para ello fue necesario enfocarse en aspectos de la logística de producción con el fin de diagnosticar y solucionar los problemas encontrados en el proceso productivo, posteriormente, se aplicaron diferentes herramientas como la simulación de eventos discretos y métodos de predicción de demanda, para construir un plan de mejora, para dar cumplimiento con el objetivo general, la investigación se desarrolló a través de los siguientes capítulos:

En el capítulo I se realizó el planteamiento y formulación del problema que permitió obtener una visualización del panorama actual de la empresa, de igual manera se presentó la justificación que da a conocer el valor de la investigación, así mismo se establecieron los objetivos junto a las preguntas de investigación.

En el capítulo II se presentaron los antecedentes investigativos que hacen uso de diferentes herramientas para poder lograr un incremento en la productividad, también se dieron a conocer las teorías bajo las que fue desarrollada la investigación y los conceptos clave relacionados con las variables logística de producción y productividad.

En el capítulo III se puntualizó la metodología empleada, esta incluyó el enfoque, el planteamiento de hipótesis, la operacionalización de variables y los métodos de la investigación.

En el capítulo IV se presentan los resultados obtenidos con la aplicación de los instrumentos, así mismo se muestra la discusión comparando los resultados obtenidos por diversos autores con los resultados obtenidos en esta investigación.

En el capítulo V se determinan las conclusiones y recomendaciones que se obtuvo con base en los objetivos de la investigación.

En el capítulo VI se detallan las referencias bibliográficas utilizadas. Finalmente, en el capítulo VII se presentan los anexos de manera detallada.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En América Latina, el mercado lácteo juega un papel fundamental en la economía del continente, esta industria destaca por encontrarse entre las más importantes del mundo, pues aporta el 12% de la producción de leche bovina, el 7% de las exportaciones y el 13% de las importaciones de productos lácteos, además este sector genera más de 4 millones de empleos directos y cerca de 500000 empleos indirectos. (*Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2022*). La industria láctea enfrenta desafíos significativos en términos de eficiencia operativa y competitividad en el mercado global; el continente alberga a una gran cantidad de productores lácteos y cada uno enfrenta obstáculos relacionados con los procesos de la logística de producción o deficiencias en la infraestructura, estas limitaciones no solo afectan la capacidad productiva de las empresas para satisfacer la demanda interna, sino que también impactan en las capacidades de las empresas para competir en el mercado, debido a esto es de suma importancia identificar y abordar estos desafíos para fortalecer la posición de la industria láctea latinoamericana.

A nivel de Ecuador, la cadena láctea desempeña un papel fundamental en la economía nacional, generando un monto estimado de USD 1400 millones anuales gracias a la generación y manufactura de productos lácteos y sus derivados, este sector contribuye con el 1% del Producto Interno Bruto (PIB) y abarca el 4% del total del sector industrial (*Centro de la Industria Láctea del Ecuador [CIL Ecuador], 2023*). A pesar de su significativa contribución económica y social, la industria láctea ecuatoriana enfrenta desafíos importantes en procesos productivos que se relacionan con la falta de optimización ocasionando costos elevados, tiempos de producción prolongados y una utilización ineficiente de los recursos, por ello es importante identificar áreas específicas de mejora en la logística de producción y desarrollar estrategias efectivas para maximizar la productividad de las empresas lácteas ecuatorianas.

La provincia del Carchi posee un desarrollo considerable en la manufactura de productos lácteos, esto se evidencia en un estudio realizado por Miranda (2017), donde se demuestra que el segundo producto más demandado en la provincia es el queso amasado. En este sentido la empresa Lácteos San Miguel ubicada en la ciudad de Tulcán, forma parte de este sector productivo pues se dedica a la producción de queso, la empresa enfrenta desafíos significativos en su logística de producción, especialmente en lo relacionado con el espacio de la planta, la mano de obra, la maquinaria y los tiempos de producción, los efectos provocados por estas problemáticas se manifiestan como una falta de eficiencia y optimización en los procesos productivos ocasionando un impacto negativo en la productividad, actualmente la empresa posee un espacio limitado en su planta de producción dificultando la introducción de nuevas áreas, por ejemplo para el proceso de enfriamiento de la leche es necesario tener un banco de enfriamiento, maquinaria la cual actualmente no posee la empresa, por ello los tiempos de enfriamiento no son los óptimos generando tiempos de producción elevados, además el personal que posee es limitado debido a que en ocasiones solo dispone de dos o tres personas como máximo para la producción del queso, también es importante considerar el factor de la maquinaria y utensilios visto que Lácteos San Miguel solo posee una marmita de gran capacidad, un molino para quesos con adaptaciones y una sola empacadora al vacío, el proceso de pasteurización se vuelve uno de los más problemáticos pues es uno de los más extensos, este proceso puede llegar a tardar alrededor de 4 horas en completarse, por otro lado, el proceso de empaquetado también posee un tiempo extenso pues en promedio se necesitan 3,3 horas para completarse, esto provoca cuellos de botella en la producción evidenciando que la poca disponibilidad de maquinaria lleva a tener una producción limitada.

Existen más factores a tomar en cuenta que afectan negativamente la productividad, se trata de la ausencia de estandarización y planificación de la producción, pues todo se realiza de forma empírica sin llevar un registro ordenado, dando lugar a diversas deficiencias que influyen negativamente en los procesos internos como el uso excesivo de leche o de aditivos que son empleados en la producción del queso. En última instancia la poca capacidad de prever la demanda ocasiona que la producción no sea flexible para poder atender las exigencias del mercado local.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo inciden los procesos de la logística de producción en la productividad de la empresa Lácteos San Miguel?

1.3. JUSTIFICACIÓN

La industria láctea es fundamental para la economía de la región, tanto por su impacto económico y su papel en el desarrollo social, esta investigación tuvo como objetivo principal diseñar un plan de mejora para la logística de producción que permita el incremento de la productividad en la empresa Lácteos San Miguel. Este estudio es relevante porque aborda problemas críticos que limitan el rendimiento de la planta, como la gestión del espacio, los tiempos de producción, la maquinaria y la mano de obra. Además, la investigación representa una oportunidad para aplicar herramientas y metodologías que mejoren los procesos productivos, tales como predicción de demanda, la metodología *Systematic Layout Planning* (SLP), el desarrollo de un plan agregado de producción y el estudio de tiempos.

El diagnóstico de la logística de producción en Lácteos San Miguel es un paso fundamental, pues permitió comprender de manera detallada los procesos productivos, así fue posible identificar las ineficiencias existentes, como los cuellos de botella, la falta de personal, la falta de maquinaria y equipos, o problemas en la planificación de la producción. La recolección de información como los tiempos de producción, la materia prima empleada y su respectivo costo, la cantidad de equipos y maquinarias con su respectiva capacidad y la cantidad de quesos producida ayudará a cumplir con el primer objetivo de la investigación.

Con el diagnóstico de la planta fue posible determinar áreas de mejora e identificar los factores que inciden en la productividad, al analizar aspectos como la distribución de planta, los tiempos de producción y la utilización de maquinaria, se pueden efectuar cambios que optimicen el uso de los recursos disponibles. Así pues, por medio de la metodología SLP se pudo estudiar la distribución actual de la planta y proponer una mejor distribución, mientras que con el estudio de tiempos se detectaron cuellos de botella que afectan la productividad.

Finalmente, el desarrollo de un plan de mejora junto con el diseño de un modelo de simulación constituye otra pieza clave en esta investigación, pues fue posible mejorar la planificación de la producción, además de recrear la línea productiva de la

empresa, tomando en cuenta elementos como la maquinaria disponible, el personal y los tiempos de producción, teniendo la posibilidad de evaluar diferentes escenarios sin la necesidad de modificar físicamente los procesos productivos. Mediante esta herramienta se probaron escenarios de producción alternativos para medir el impacto de los cambios realizados en el proceso productivo. En este contexto, la investigación no solo busca diagnosticar y proponer soluciones a las problemáticas actuales, sino también generar una base de conocimiento que ayude a Lácteos San Miguel a adoptar prácticas productivas más eficientes a largo plazo.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Diseñar un plan de mejora para la logística de producción que permita el incremento de la productividad en la empresa Lácteos San Miguel.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la logística de producción de la empresa Lácteos San Miguel.
- Identificar los factores que inciden en la productividad de la empresa Lácteos San Miguel.
- Proponer un plan de mejora para la logística de producción que permita incrementar la productividad de la empresa Lácteos San Miguel.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cuál es la situación actual de la logística de producción de la empresa Lácteos San Miguel?
- ¿Qué factores inciden en la productividad de la empresa Lácteos San Miguel?
- ¿Qué mejoras pueden ser propuestas para lograr un incremento en la productividad de la empresa Lácteos San Miguel?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo de grado realizado por Macavilca (2019), tuvo como propósito la creación de un nuevo diseño para la cadena manufacturera de una empresa metalmeccánica con el propósito de establecer una metodología que impulse una mejora en la competitividad. Como teoría fundamental se empleó la teoría de restricciones utilizando como instrumentos diagramas de flujo, diagramas de actividades y matrices de procesos. Después de identificar los problemas en la línea de producción de *spools*, se implementó una línea piloto con los cambios propuestos, lo que resultó en una mejora notable en la productividad. Este antecedente investigativo es de gran utilidad pues aporta conocimientos acerca de la elaboración de un plan de mejora continua, desarrollado con el uso de diferentes técnicas y herramientas como la planificación y diseño del *layout*, uso de la tecnología de grupo y gestión de la producción, todo esto en conjunto puede ayudar a lograr incremento en la productividad de la empresa Lácteos San Miguel.

El trabajo de grado presentado por García (2020), plantea crear un modelo de simulación de eventos discretos en el ámbito de la industria textil, con el fin de analizar variables y proponer mejoras que optimicen la línea de producción. El trabajo se fundamentó en la teoría de modelos y simulación, utilizando como instrumento un modelo de simulación que posibilitó la comparación de diversos escenarios y la evaluación de variables fundamentales. Los resultados demostraron que el modelo desarrollado es confiable y que su implementación permitió obtener una mejora en la eficiencia de la línea productiva en más del 3% mensual. Este trabajo proporciona importantes conocimientos sobre la creación y desarrollo de modelos de simulación, siendo una base sólida para establecer correctamente los parámetros y distribuciones que necesita un modelo confiable, lo que a su vez permite analizar diversos escenarios de producción aplicables a Lácteos San Miguel.

El trabajo de titulación de Córdova (2021), se enfocó en diseñar un sistema de planificación de la producción con el fin de incrementar la productividad. La

investigación se basó en teorías relacionadas con la gestión de la producción y el enfoque metodológico fue cuantitativo, además se apoyó en la investigación descriptiva y correlacional, como técnica se utilizó la observación directa. Durante el desarrollo de este trabajo, se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa utilizando los datos históricos de ventas de 2017 a 2020, se realizaron predicciones de demanda con regresión lineal para posteriormente crear tres escenarios de planes agregados de producción, y finalmente elaborar un Plan Maestro para el periodo 2021-2022, en la investigación se concluye que una mejora en la planificación de la producción permitió incrementar la productividad en un 12,64 %. Así, este trabajo representa un valioso aporte para la presente investigación, pues valida el uso de modelos cuantitativos como herramientas clave para la toma de decisiones estratégicas.

El trabajo de titulación realizado por Fierro y Cisneros (2022), tuvo como objetivo desarrollar una estrategia de planificación que optimizara los niveles de inventario e incrementara la productividad. La investigación se fundamentó en principios de administración de operaciones, usando una metodología de carácter cuantitativo, además se apoyó en la investigación descriptiva y de campo; la técnica empleada fue la observación directa para la recolección de la información. En el desarrollo del trabajo se incluyó un análisis de datos históricos para conocer la situación de la empresa, posteriormente se realizaron pronósticos de la demanda para poder crear un plan de producción enfocado en las estrategias de persecución y nivelación y así poder llegar hasta un plan maestro de producción. Los resultados mostraron una reducción en los inventarios y un aumento en el rendimiento de los operarios concluyendo que la implementación de modelos de pronóstico y estrategias de planificación permitió lograr mejoras importantes en la productividad. Este trabajo ofrece información sobre pronósticos de demanda y planificación agregada, que puede ser muy útil para mejorar la producción en la empresa Lácteos San Miguel.

El trabajo de titulación de Prieto (2023), se centró en analizar, modelar y sugerir mejoras en el proceso productivo de una empresa que se dedica a la fabricación de etiquetas de seguridad inclinables. La investigación se fundamentó en principios de ingeniería de procesos, teoría de sistemas de producción y simulación de eventos discretos, el enfoque metodológico fue cuantitativo y aplicado, con un diseño de investigación descriptivo; para la recolección y análisis de datos se emplearon

diversas técnicas, como la observación directa, análisis de tiempos y simulaciones computacionales, utilizando como principales herramientas el software de simulación FlexSim, Microsoft Excel y Power BI. El estudio mostró que utilizar herramientas de simulación como FlexSim, junto con sistemas de análisis como Power BI, no solo ayuda a optimizar los procesos industriales desde una perspectiva operativa, sino que también permite realizar evaluaciones económicas que guían las decisiones de inversión.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1 Teoría de restricciones

Esta teoría emplea una lógica de causa y efecto para entender los fenómenos que afectan a un sistema productivo, está fundamentada en el principio de que un conjunto de procesos siempre se mueve a la velocidad del proceso más lento, esto resulta ser un factor limitante que es conocido comúnmente como un cuello de botella, estas limitaciones pueden ser un individuo, un equipo, la falta de herramientas, etc. Chapman (2006) menciona que haciendo uso de esta teoría es posible identificar las restricciones de un sistema productivo a través de estos 5 pasos:

1. Identificar la restricción: consiste en analizar todo el proceso productivo para determinar los cuellos de botella.
2. Explotar la restricción: en este paso se pueden encontrar métodos para lograr que la restricción tenga una mejor utilización para poder obtener un mayor rendimiento productivo.
3. Subordinar todo a la restricción: se refiere utilizar la restricción de forma efectiva ajustando el sistema productivo al ritmo de trabajo de la restricción.
4. Elevar la restricción: en este paso se deben tomar acciones para mejorar o eliminar la restricción ya sea aumentando las horas de trabajo o la capacidad de trabajo de la restricción.
5. Buscar nuevas restricciones y repetir el ciclo: al eliminar una restricción del sistema productivo su eficiencia general aumenta, pero esto implica la aparición de nuevas restricciones que deben ser identificadas y corregidas.

Esta investigación se apoya en la teoría de restricciones porque permite abordar de forma clara los desafíos que enfrenta la empresa en sus procesos productivos. El principal interés de esta investigación es buscar mejorar la productividad de la empresa al identificar y gestionar los cuellos de botella que están limitando su

capacidad de producción, por ello esta teoría permite centrarse en aquellas áreas que limitan el rendimiento de la planta, al identificar la restricción principal, la empresa puede ajustar sus procesos para maximizar la eficiencia alrededor de esa limitación, asegurando que los recursos y el tiempo se inviertan de manera estratégica y controlada.

2.2.2 Teoría de la producción

La teoría de la producción se enfoca en entender cómo los productores o empresas convierten recursos en bienes o servicios, además, esta se puede aplicar en diversos contextos productivos (Salas, 2018).

Esta teoría permitió analizar de manera detallada como se desarrolla el proceso productivo de la empresa Lácteos San Miguel donde transforma recursos, como materia prima, maquinaria, personal y espacio, en productos finales. El objetivo central de esta investigación es mejorar la productividad por lo que esta teoría es fundamental para entender la relación entre los insumos utilizados y los resultados obtenidos del proceso productivo.

2.2.3 Logística de producción

Es la parte que se encarga de gestionar los flujos físicos involucrados en la transformación de materiales, el ensamblaje de componentes y el almacenamiento de los productos terminados, con el fin de tenerlos preparados para su distribución (Castellanos, 2015).

2.2.3.1 Planificación y control de la producción

Para poder comprender el proceso de planificación de la producción es necesario entender el significado de producción, la producción se refiere a la creación de un bien o servicio. En este sentido la planificación de la producción es una actividad que todas las empresas deben llevar a cabo sin importar la actividad productiva a la que se dediquen, por ello la planificación implica asignar las distintas tareas especificadas a los centros de trabajo que pueden realizarlas, con el objetivo de completarlas en poco tiempo y utilizando los menores recursos posibles (García, 2005).

2.2.3.1.1 Lista de materiales

Lista de materiales detalla el producto final obtenido, incluyendo sus componentes, materias primas o piezas, así como el orden de producción (Chase y Jacobs, 2014).

2.2.3.2 Flujo de materiales

El flujo de materiales es el proceso por el cual las materias primas pasan por el sistema de producción hasta convertirse en un producto terminado, de esta manera se logra que dichos productos estén disponibles cada que se requiera cumplir con la demanda de los consumidores (Castellanos, 2015). Un buen flujo de materiales es indispensable para lograr una buena eficiencia operativa pues se pueden reducir los tiempos de espera y costos por exceso de inventario.

2.2.3.3 Ingeniería de métodos y tiempos

2.2.3.3.1 Los métodos

El estudio de métodos también conocido como ingeniería de métodos es definido como una evaluación de una operación enfocada en mejorar el volumen de producción en un determinado tiempo, esperando que se logre reducir el costo final por cada unidad producida (Niebel y Freivalds, 2009).

2.2.3.3.2 Procedimiento para el estudio de métodos

El estudio de métodos posee una serie de procedimientos que permitieron llevar a cabo esta investigación, así se garantiza que la estructuración de los procesos se realice de manera correcta y ordenada.

1. Seleccionar el trabajo que debe mejorarse
2. Registrar los detalles del trabajo
3. Analizar los detalles del trabajo
4. Desarrollar un nuevo método para hacer el trabajo
5. Adiestrar a los operarios en el nuevo método de trabajo
6. Aplicar en nuevo método de trabajo

2.2.3.3.3 El estudio de tiempos

Niebel y Freivalds (2009), definen al estudio de tiempos como un método para establecer el valor comparativo de las diferentes tareas asignadas.

2.2.3.3.4 Equipos necesarios para el estudio de tiempos

Niebel y Freivalds (2009), afirman que para la realización de un estudio de tiempos es necesario poseer un determinado equipamiento, entre este equipo se puede tener:

- Cronómetro

- Tablero de estudio de tiempos
- Forma de estudio de tiempos
- Calculadora

2.2.3.3.5 Elementos del estudio de tiempos

Para que el estudio de tiempos se desarrolle con total normalidad el analista tendrá que comprender cada uno de los elementos del estudio, así podrá registrar los valores tomados y evaluar su desempeño (Niebel y Freivalds, 2009).

- Selección del operario

Para una buena selección del operario se debe tomar en cuenta su nivel de desempeño, pues un operario ideal para el estudio es aquel que realiza sus actividades con un desempeño promedio, este tipo de operarios suelen realizar las operaciones de forma consciente y sistemática, además debe existir una retroalimentación de ambas partes, el operario podrá ofrecer sugerencias o realizar preguntas igual que en analista (Niebel y Freivalds, 2009).

- Registro de información significativa

En los registros de información el observador tendrá que anotar cada detalle, esto incluye la maquinaria, herramientas, condiciones de trabajo, materiales, nombres de operarios, las fechas de la observación y el nombre del observador, entre más información se obtenga, mejores serán los resultados del estudio (Niebel y Freivalds, 2009).

- Posición del observador

El observador debe adoptar una posición cómoda, estar de pie es la mejor opción pues así se podrá mover de mejor manera para observar al operario y seguir sus acciones, es importante que durante el transcurso del estudio el observador evite hacer actividades que entorpezcan el proceso o que modifiquen su rutina de trabajo (Niebel y Freivalds, 2009).

- División de la operación de elementos

Las operaciones que involucren el proceso de producción deberán dividirse en un grupo de movimientos o acciones, estas son conocidas como elementos, para realizar esta división es necesario que el observador supervise al operario a lo largo de varios ciclos de producción (Niebel y Freivalds, 2009).

2.2.3.3.6 Tiempo de ciclo

Es el tiempo total que se tarda en completar un proceso o en producir una unidad, este tiempo incluye todas las etapas necesarias para crear un producto, desde que se da inicio a la primera operación hasta la finalización de la última (Render y Heizer, 2014). Además, puede servir como uno de los principales indicadores para medir el nivel de eficiencia de una línea productiva.

2.2.3.3.7 Tiempo de producción

Es el tiempo necesario para que un producto avance a través del proceso de producción, sin considerar las demoras (Render y Heizer, 2014).

2.2.3.3.8 Tiempo de cuello de botella

Es el tiempo correspondiente a la estación de trabajo más lenta en un sistema productivo (Render y Heizer, 2014).

2.2.3.4 Distribución de planta

Chase y Jacobs (2014), abordan la temática de la distribución de las instalaciones que consiste en definir la localización de los departamentos, equipos de trabajo, estaciones de producción y zonas de almacenamiento en una planta de producción. De esta manera a través de una correcta distribución de las instalaciones se garantiza un flujo continuo de trabajo y de materiales, existen diferentes formatos de la distribución para la producción:

- Centro de trabajo: Organizar equipos similares en áreas específicas, así las piezas en proceso se mueven a través de una secuencia de operaciones, pasando de una zona a otra en función de las máquinas necesarias.
- Línea de ensamble: organiza los equipos según las fases de fabricación, siguiendo una trayectoria lineal.
- Celda de manufactura: agrupa diversas máquinas para trabajar en productos que tengan formas y requisitos de procesamiento semejantes, comparte algunas características con el centro de trabajo y la célula de manufactura. Se asemeja a un centro de trabajo porque está diseñado para un conjunto definido de procesos que, además, tiene similitudes con una línea de producción, al centrarse en un rango reducido de productos.
- Distribución por proyecto: en todos los casos anteriores el producto es el que se mueve hacia los equipos de trabajo, sin embargo, en este caso es lo

contrario pues los equipos o maquinaria son los que se mueven hacia el producto debido a que el producto puede tener excesivas dimensiones o un gran peso.

2.2.3.5 Metodología SLP

La metodología de planeación sistemática de la distribución (SLP) es considerada como una técnica que supone generar un diagrama de relaciones que muestre la importancia de que cada centro de trabajo esté localizado junto a los otros (Chase y Jacobs, 2014). La importancia de la metodología SLP radica en que permite optimizar el uso del espacio y el flujo de materiales, existen 6 pasos para desarrollarla que se presentan a continuación Niebel y Freivalds (2009):

1. Diagramado de relaciones

El primer paso se trata de definir las conexiones que hay entre las diferentes áreas de la planta para posteriormente detallarlas en el diagrama de relaciones, una relación se puede definir como la cercanía necesaria entre procesos o áreas dependiendo del volumen de producción, los tiempos, los costos incurridos, las rutas o recorridos, y las relaciones funcionales.

2. Establecer necesidades de espacio:

El segundo paso consiste en establecer las necesidades de espacio de acuerdo con los metros cuadrados existentes, para establecer esta área requerida se partirá de las necesidades de producción, realizando extrapolaciones de superficies actuales con una proyección a futuro, también es necesario definir el tipo, la forma y posición necesaria para el proceso.

3. Elaboración del diagrama de relaciones entre actividades:

En el tercer paso se representan las actividades, existen diferentes tipos de relaciones y formas de representarlas, estas son las absolutamente importantes denominadas con la letra A y representadas con 4 líneas pequeñas paralelas, las especialmente importantes denominadas con la letra E y representadas con 3 líneas paralelas, las importantes denominadas con la letra I y representadas por 2 líneas paralelas, las ordinarias denominadas con la letra O y representadas por una línea, las relaciones sin importancia denominadas con la letra S y finalmente las no deseables denominadas con la letra N y representadas con una línea en forma de resorte.

4. Elaboración de relaciones de espacio en la distribución

En el cuarto paso se crea un plano que contiene la representación a escala de las diferentes áreas, este plano puede ser modificado de acuerdo con diferentes necesidades como el manejo de materiales, la existencia de área de recepción y despacho, instalaciones de almacenamiento, necesidades del personal o características de la infraestructura donde se ubica la planta.

5. Evaluación de una distribución alterna:

El quinto paso es fundamental dentro de la metodología SLP pues aquí se analizan las opciones de distribución para determinar la que mejor se adapte a las necesidades de la empresa, para la evaluación primero es necesario determinar los factores que se consideren importantes como la posibilidad de ampliación de las instalaciones, la flexibilidad, la eficiencia de flujo, manejo eficiente de materiales, comodidad del personal, etc. En segundo lugar, se deberá establecer la importancia de cada uno de los factores realizando una ponderación cada uno tendrá asignado un peso que será multiplicado por la puntuación dada y la suma de todos los factores permitirá definir cuál es la distribución óptima.

6. Selección e instalación de la distribución:

El sexto paso consiste en la implementación de la distribución elegida.

2.2.3.6 Capacidad (Oferta)

Render y Heizer (2014), mencionan que la capacidad se define como el volumen de producción o la cantidad de unidades que una instalación tiene la capacidad de albergar, recibir, almacenar o generar en un período específico. La capacidad de producción de una empresa también puede ser vista como su oferta.

Uno de los indicadores clave es el índice de utilización de la capacidad que permite conocer cuál es el mejor punto de rendimiento que puede tener una empresa (Chase y Jacobs, 2014). A continuación, se presenta la fórmula para calcular este indicador:

$$\text{Índice de utilización de la capacidad} = \frac{\text{Capacidad utilizada}}{\text{Mejor nivel de operación}}$$

2.2.3.6.1 Capacidad de diseño y capacidad efectiva

La capacidad de diseño representa la máxima producción que un sistema puede alcanzar bajo condiciones óptimas, mientras que la capacidad efectiva es el nivel de producción que la empresa espera lograr considerando las limitaciones operativas actuales por ello en ocasiones suele ser menor (Render y Heizer, 2014).

Estas capacidades son fundamentales para medir la eficiencia de una planta, pues mientras la capacidad de diseño muestra el potencial máximo que puede tener una planta, la capacidad efectiva refleja la realidad de las operaciones. A través de estas capacidades es posible calcular la utilización y eficiencia.

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad de diseño}}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad efectiva}}$$

2.2.3.6.2 Cálculo de la capacidad

Chase y Jacobs (2014), mencionan que para el cálculo de la capacidad es esencial conocer la demanda de los productos, las capacidades de la planta en cuanto a la maquinaria y la asignación de recursos. Además, mencionan 3 pasos esenciales a la hora de realizar el cálculo de la capacidad:

1. Se tendrá que hacer uso de diferentes técnicas para pronosticar las ventas (demanda) de cada producto.
2. Calcular el equipamiento y mano de obra que se necesitará para cumplir con la demanda.
3. Realizar una proyección del equipo y mano de obra disponible durante el proceso de producción.

2.2.3.6.3 Demanda

Bello (2019), menciona que la demanda se refiere a la cantidad de productos y servicios que los consumidores desean comprar en un tiempo determinado de acuerdo con sus requerimientos.

2.2.3.6.4 Pronóstico de la demanda

Es una previsión futura del nivel de demanda que se espera, que puede calcularse en términos de dinero, unidades o kilogramos (Bello, 2019). Para realizar el pronóstico de la demanda existen diversos métodos.

2.2.3.6.4.1 Análisis de series de tiempo

Chase y Jacobs (2014) mencionan que los análisis de series de tiempo son modelos de pronóstico que se basan en datos históricos de periodos anteriores para predecir una demanda futura, entre los más conocidos están:

- Análisis de regresión lineal
- Descomposición de una serie de tiempo
- Promedio móvil simple
- Promedio móvil ponderado
- Suavización exponencial

2.2.3.6.4.2 Pronóstico de relaciones causales

El pronóstico de relación causal se refiere a un método de predicción en el que se utilizan variables independientes, diferentes del tiempo, para pronosticar la demanda de un producto o servicio, las variables se relacionan de forma causal con la demanda lo que supone que al efectuar un cambio en la variable también provoque algún cambio en la demanda (Chase y Jacobs, 2014). Aquí se tiene:

- Regresión lineal múltiple

2.2.3.7 Eficiencia operativa

La eficiencia operativa consiste en llevar a cabo las actividades de manera superior a la competencia, no basta con que la organización sea simplemente eficaz, sino que también debe estar capacitada para utilizar sus recursos de forma óptima (Martínez, 2002).

2.2.3.8 Balanceo de líneas de producción

El balanceo de una línea productiva se define como obtener una salida (o producción) en cada estación de trabajo de la línea de producción, con el objetivo de minimizar las demoras (Render y Heizer, 2014).

2.2.3.9 Cuello de botella

Según Render y Heizer (2014), un cuello de botella se refiere a una operación que representa una limitación o restricción. Este término hace referencia al cuello literal de una botella pues es empleado para dar a conocer una limitación que restringe una línea productiva limitando así el número de productos terminados que es capaz de producir.

2.2.3.10 Plan agregado

Un plan agregado para la producción se puede definir como un plan que involucra los pronósticos de demanda de un determinado producto, los niveles de inventario

que se mantendrán y cambios en la fuerza de trabajo, todo esto con el fin de satisfacer la demanda del mercado (Render y Heizer, 2014).

2.2.3.10.1 Estrategia de persecución

De acuerdo con Render y Heizer (2014), la estrategia de persecución se enfoca en ajustar la producción de cada periodo para que se ajuste con la demanda que se ha pronosticado, esto se puede lograr a través de varias tácticas, como contratar o despedir personal, hacer uso de horas extra, reducir la jornada laboral, incorporar trabajadores temporales o la subcontratación.

2.2.3.10.2 Estrategia de nivelación

La estrategia de nivelación busca mantener una producción constante a lo largo del tiempo, sin importar las fluctuaciones en la demanda, para lograr este equilibrio, se puede recurrir a la acumulación o reducción de inventarios (Render y Heizer, 2014).

2.2.4 Productividad

Chase y Jacobs (2014), mencionan que la productividad se puede entender como una relación entre la cantidad de bienes o servicios producidos y los recursos que se utilizan para crearlos.

2.2.4.1 Productividad de un solo factor

Se refiere a la relación existente entre un recurso (entrada) y los bienes y servicios generados (salidas) (Render y Heizer, 2014). Es útil para identificar la eficiencia de un recurso específico en el proceso productivo, pero no refleja el impacto que otros insumos pueden tener en la producción.

2.2.4.2. Productividad multifactor

Se refiere a la razón que hay entre muchos o todos los recursos (entradas) y los bienes y servicios producidos (salidas) (Render y Heizer, 2014). Esta proporciona una visión más amplia del rendimiento de la empresa al tomar en cuenta cómo interactúan múltiples factores que intervienen en la producción.

2.2.4.3 Rendimiento productivo

El rendimiento de la productividad se puede medir en función de la cantidad de recursos utilizados y el tiempo empleado para producir un bien o servicio, por ello, si

la empresa gestiona adecuadamente sus recursos, aumentará su eficiencia y logrará mayores beneficios (Medianero, 2016).

2.2.4.3.1 Tasa de rendimiento

Render y Heizer (2014), mencionan que la tasa de rendimiento se define como el porcentaje de productos que se anticipa obtener del proceso en un período específico. A través de la tasa de rendimiento es posible medir la eficiencia y efectividad con la que se están utilizando los recursos, como materia prima, mano de obra y maquinaria.

2.2.4.4 Factores de la productividad

De acuerdo con lo que establecen Heizer y Render (2014), la productividad se basa en tres factores clave que son:

- Mano de obra: para garantizar un buen nivel de productividad es necesario tener una buena mano de obra, para ello es necesario que el personal cuente con una educación básica apropiada, una correcta alimentación y con servicios sociales que faciliten el transporte y la salud, además, se deben promover la capacitación y motivación continua del personal.
- Capital: se refiere a la inversión de capital en herramientas, equipos e infraestructura que faciliten el trabajo humano.
- Administración: la función principal de la administración es gestionar de manera efectiva la mano de obra y el capital, por ello es esencial que los administradores se encarguen de tomar nuevas decisiones sobre inversiones y mejorar las que ya existen.

2.2.4.5 Indicadores de productividad

Dentro de las empresas es común escuchar hablar acerca de los indicadores, se trata de una representación matemática que cuantifica el estado de la característica o evento que se desea controlar (Rodríguez y Gómez, 1991). Los indicadores son una herramienta clave dentro de una empresa pues a través de estos se puede evaluar el desempeño productivo de los procesos, así es posible obtener métricas que permitan saber el nivel de eficiencia de las operaciones, en la tabla 1 se pueden observar algunos indicadores para la productividad.

Tabla 1. Indicadores de la productividad

| Indicador | Fórmula | Unidades de medida |
|-----------------------------------|--|--------------------------------|
| Productividad laboral | $PL = \frac{\textit{Unidades producidas}}{(\textit{Número de trabajadores} \times \textit{Horas trabajadas})}$ | Quesos por trabajador-hora |
| Productividad de la materia prima | $P_{MP} = \frac{\textit{Cantidad de producto terminado}}{\textit{Cantidad de materia prima utilizada}}$ | Kg de queso por litro de leche |
| Productividad de costos | $P_{Total} = \frac{\textit{Cantidad de producto terminado}}{\textit{Costo total de producción}}$ | Unidades por cada dólar |
| Costo unitario de producción | $U_c = \frac{\textit{Costos totales de producción}}{\textit{Cantidad de unidades producidas}}$ | USD por queso |

Nota. La presente tabla fue elaborada tomando como referencia información del trabajo de Perez (2019).

2.2.5 Herramientas de Simulación

De acuerdo con Jiménez et al. (2015) un modelo de simulación se considera como una representación de un sistema que tiene como objetivo emular el comportamiento de este basado en características reales, así es posible observar el comportamiento y razonar sobre sus características. Un modelo está conformado por dos elementos principales, estos son las variables que emplea el modelo y las relaciones que cada una de estas presenta.

Software de simulación

Existen varios programas que facilitan la simulación de procesos, algunos de estos softwares ofrecen la ventaja de permitir una observación más detallada del modelo, gracias a una interfaz más amigable y flexible. A continuación, se presentan los softwares más usados para simular procesos productivos:

FlexSim

FlexSim es un software de simulación discreta que se enfoca en objetos y cuenta con una interfaz gráfica de arrastrar y soltar, haciéndolo perfecto para modelar sistemas industriales como fábricas y almacenes. Su diseño se basa en entidades, procesadores y transportadores, lo que permite una visualización 3D intuitiva para detectar cuellos de botella, además, incluye herramientas para realizar experimentos avanzados (Herrera, 2020).

ProModel

ProModel es una herramienta de simulación discreta centrada en procesos, que se especializa en modelar flujos secuenciales a través de locaciones, recursos y rutas, es muy utilizada en manufactura y servicios gracias a su precisión en el análisis estadístico, generando informes sobre la utilización de recursos y los tiempos de ciclo (Herrera, 2020).

Arena

Arena es un software de simulación híbrida que combina eventos discretos con dinámica de sistemas, destacándose por su integración con sistemas de automatización industrial, utiliza módulos predefinidos para construir modelos flexibles, siendo especialmente útil en entornos complejos como la logística global y los gemelos digitales (Herrera, 2020).

En la tabla 2 se muestra una selección de criterios para evaluar el software que mejor se adapte a las necesidades de la investigación para desarrollar el modelo de simulación.

Tabla 2. Criterios para selección del software de simulación

| Criterio | FlexSim | ProModel | Arena |
|-----------------|---------|----------|-------|
| Visualización | 5 | 3 | 4 |
| Licencia | 5 | 0 | 0 |
| Experimentación | 5 | 4 | 3 |

| | | | |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Curva de aprendizaje | 5 | 3 | 2 |
| Construcción del modelo | 5 | 3 | 3 |
| TOTAL | 25 | 13 | 12 |

Se establecieron diferentes criterios que se usaron para elegir el software que mejor se adapte a las necesidades requeridas para esta investigación, se asignó una puntuación en la escala de 1 a 5 puntos, donde 1 es lo más bajo y 5 lo más alto. Una vez que se analizó detalladamente cada criterio para los 3 modelos seleccionados se ha podido determinar que flexsim es el software que mejor se adapta a las necesidades, uno de los puntos fuertes es que se cuenta con la licencia para poder usar libremente todas sus funciones avanzadas.

2.2.6 Términos estadísticos

2.2.6.1 Regresión lineal simple

De acuerdo con Anderson, et al. (2008), la regresión lineal simple es un tipo de análisis que estudia la relación entre una variable dependiente y una variable independiente, donde se asume que dicha relación puede ser representada mediante una línea recta, además la ecuación de regresión lineal simple es la siguiente:

$$E(y) = \beta_0 + \beta_1 x$$

2.2.6.2 Coeficiente de determinación

El coeficiente de determinación se puede definir como una medida que indica que tan bien la ecuación de regresión estimada representa los datos observados, mostrando la proporción de la variabilidad de la variable dependiente que es explicada por la variable independiente (Anderson et al., 2008).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque Mixto

El enfoque mixto es un método que combina aspectos cuantitativos y cualitativos para tener una mejor visión acerca del fenómeno estudiado, así es posible obtener datos estadísticos precisos junto a una comprensión profunda y contextual de los fenómenos (Hernández et al., 2014).

Dentro de esta investigación se utilizó el enfoque mixto, puesto que era necesario abordar aspectos cuantitativos y cualitativos para entender de forma clara el panorama de la empresa, así fue posible recopilar datos cuantificables como los tiempos de los procesos productivos, el volumen de producción, y el uso del espacio de la planta, en cuanto a la parte cualitativa por medio de entrevistas con el gerente y el jefe de producción se pudo tener conocimiento de problemas específicos en tareas que no se pueden observar a simple vista.

3.1.2. Tipo de Investigación

3.1.2.1 Investigación documental

La investigación documental consiste en buscar, recuperar y analizar información recopilada de diversas fuentes de otros autores, estas fuentes pueden ser impresas, audiovisuales o electrónicas (Arias, 2012). A través de esta investigación fue posible obtener información existente sobre los procesos de la empresa e información de trabajos de investigación de otros autores, que resultó ser útil para establecer los diferentes conceptos de cada variable y sus dimensiones, también se empleó para revisar literatura relacionada con temáticas como el incremento de la productividad, los pronósticos de demanda, el uso de la metodología SLP y el estudio de tiempos.

3.1.2.2 Investigación descriptiva

La investigación descriptiva “busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro

fenómeno que se someta a un análisis" (Hernández, et al., 2014, pág. 92). Este tipo de investigación se utilizó para identificar y describir detalladamente el estado actual de la Lácteos San Miguel, por medio de las observaciones se logró describir como se encuentra organizado el espacio, cuál es su distribución de planta, cuáles son los tiempos de producción y los métodos que usan para la producción.

3.1.2.3 Investigación explicativa

La investigación explicativa tiene como objetivo principal la verificación de una hipótesis causal o explicativa, además es útil para explicar las causas de los hechos o fenómenos estudiados (Nicomedes, 2018). Este tipo de investigación ayudó a explorar el origen de los problemas que posee la empresa y como impactan en el rendimiento productivo, entre estos se encuentran como el espacio limitado de la planta limita la productividad, también como la variabilidad en la demanda o los métodos empleados y maquinaria influyen en la producción del queso.

3.1.2.4 Investigación de campo

Esta investigación se puede definir como un proceso que usa un método científico para adquirir nuevos conocimientos sobre la realidad o examinar una situación para identificar necesidades y problemas con el propósito de aplicar estos conocimientos en situaciones prácticas (Graterol, 2011). Fue pertinente emplear esta investigación para la recolección de la información como tiempos de producción, la cantidad de maquinarias y empleados de la empresa, para ello se tuvo que estar presente en la planta de producción interactuando en el entorno con el personal, así fue posible obtener información directa de los procesos productivos y de los empleados.

3.2. HIPÓTESIS

Hipótesis nula: La logística de producción no incide en la productividad de la empresa Lácteos San Miguel.

Hipótesis alternativa: La logística de producción incide en la productividad de la empresa Lácteos San Miguel.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.3.1 Variables

Variable dependiente: Productividad

Variable independiente: Logística de producción

3.3.2 Productividad

Chase y Jacobs (2014), mencionan que la productividad se puede entender como una relación entre la cantidad de bienes o servicios producidos y los recursos que se utilizan para crearlos.

3.3.3 Logística de producción

“Es la parte donde se gestionan los flujos físicos de la transformación de los materiales, el ensamble de piezas y elementos y, el almacenamiento de productos terminados, con el fin de colocarlos para su distribución” (Castellanos, 2015, pág. 38).

3.3.4 Operacionalización de variables

Tabla 3. Operacionalización de las variables para el tema “Logística de producción y la productividad de la empresa Lácteos San Miguel”

| Variable | Dimensiones | Indicadores | Ítems | Técnicas | Instrumentos |
|---------------------------|----------------------------|---|---|----------------------|----------------------|
| Logística de producción | Métodos y tiempos | Tiempos de producción | ¿Cuáles son los tiempos de producción de la empresa? | Entrevista | Guía de preguntas |
| | | Balanceo de línea | ¿Cómo se distribuyen las tareas en cada línea de producción? | Observación directa | Ficha de observación |
| | | Cuellos de botella | ¿Qué cuellos de botella existen? | | |
| | Gestión de espacio | Uso del espacio en planta | ¿Cómo está organizado el espacio físico de la planta? | Entrevista | Guía de preguntas |
| | | Distribución de planta | | Observación directa | Ficha de observación |
| | Capacidad productiva | Uso de la capacidad | ¿Cuál es la capacidad de producción actual? | Entrevista | Guía de preguntas |
| | | Número de maquinaria | ¿Cuántas maquinarias tiene? | Observación directa | Ficha de observación |
| | | Turnos de trabajo | ¿Cuáles son los turnos de trabajo? | | |
| | Demanda | Demanda actual | ¿Cuál es la demanda actual? | Entrevista | Guía de preguntas |
| | | Variabilidad en la demanda | ¿Cómo varía la demanda del producto? | | |
| Costos de producción | Costos de materia prima | ¿Cuáles son los costos de materia prima? | Entrevista | Guía de preguntas | |
| | Costos de recursos básicos | ¿Cuáles son los costos de recursos básicos? | Observación directa | Ficha de observación | |
| Productividad | Materia prima | Rendimiento de materia prima | ¿Qué cantidad de materia prima se requiere por cada unidad de producto terminado? | Observación directa | Ficha de observación |
| Cantidad de materia prima | | | | | |
| Índice de productividad | | | | | |

Tabla 3. Operacionalización de las variables para el tema “Logística de producción y la productividad de la empresa Lácteos San Miguel”

| Variable | Dimensiones | Indicadores | Ítems | Técnicas | Instrumentos |
|----------|--------------|--|---|-----------------------------------|---|
| | | | ¿Cuál es el índice de productividad de materia prima? | | |
| | Maquinaria | Disponibilidad de maquinaria Capacidad de maquinaria Tiempo de uso | ¿Cuántas máquinas poseen? ¿Cuál es la capacidad de cada maquinaria? ¿Qué tiempo se usa cada maquinaria? | Observación directa Entrevista | Ficha de observación Guía de preguntas |
| | Mano de obra | Número de trabajadores Unidades producidas por trabajador Horas de trabajo promedio Índice de productividad de mano de obra | ¿Cuántos trabajadores tiene actualmente? ¿Cuántas unidades produce cada trabajador? ¿Cuánto tiempo trabaja en promedio un trabajador? ¿Cuál es el índice de productividad de mano de obra? | Observación directa Entrevista | Ficha de observación Guía de preguntas |
| | Costos | Índice de productividad de costos | ¿Cuál es el índice de productividad de costos? | Observación directa Entrevista | Ficha de observación Guía de preguntas |

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1 Métodos

3.4.1.1 Método deductivo

Para llevar a cabo la investigación se empleó el método deductivo pues se partió de lo general a lo particular, comenzando desde teorías y principios generales sobre la logística de producción y la productividad hasta aspectos específicos como tiempos de producción, la demanda de productos o indicadores de la productividad. Mediante la deducción, se evaluaron si las mejoras sugeridas pueden influir en el incremento de la productividad, utilizando información recopilada a través de observaciones, entrevistas y el análisis de procesos anteriores.

3.4.1.2 Estudio de tiempos

El estudio de tiempos se llevó a cabo con el objetivo de evaluar la eficiencia operativa en la empresa Lácteos San Miguel, este estudio permitió identificar las diversas tareas y procesos que se desarrollan en la planta de producción, así como medir el tiempo dedicado a cada una de las actividades implicadas en la producción del queso. Así mismo, se consideró la optimización de las operaciones a partir de la información recopilada, se formularon recomendaciones orientadas a reducir los tiempos de algunos procesos, aumentar la productividad y ajustar los métodos de trabajo.

3.4.1.3 Indicadores de rendimiento

Los indicadores de rendimiento fueron empleados para medir el impacto de diversos factores de la logística de producción sobre la productividad de la empresa, estos indicadores se centraron en aspectos clave como la capacidad productiva de la planta, la utilización de materias primas, los costos de producción, la optimización de la distribución de la planta y los tiempos de producción, así pues, por medio de estos indicadores se pudieron determinar datos cuantificables que permitieron evaluar el nivel de productividad de la empresa.

3.4.2 Técnicas

3.4.2.1 Observación directa

La observación directa es una de las principales técnicas que ayudó a la recolección de los datos, así pues, resultó indispensable estar presente durante el desarrollo del

proceso productivo del queso para poder observar cómo se lleva a cabo y posteriormente recolectar datos como los tiempos de producción, los costos, cantidades de materia prima, el flujo de procesos, las capacidades de las maquinarias y la distribución de la planta actual. Toda la información recolectada se registró en diferentes fichas de observación que fueron diseñadas específicamente para cada apartado mencionado.

3.4.3 Instrumentos

3.4.3.1 Entrevista

Las entrevistas, mostradas en los Anexos 6 y 7, permitieron recolectar información que no pudo ser obtenida con la observación directa, por ello se decidió realizar una entrevista dirigida al Gerente General de la empresa y otra al jefe de producción, así pues, se recopilaron datos más generales de acuerdo con la perspectiva de cada entrevistado, esta información fue útil para contrastar los datos recolectados con las fichas de observación.

3.4.3.2 Fichas de observación

Las fichas de observación mostradas en los Anexos 3, 4 y 5 fueron utilizadas como herramienta para la recopilación de información sobre los procesos involucrados en la producción de queso en la empresa Lácteos San Miguel, estas permitieron registrar toda la información recopilada de manera estructurada y ordenada, así fue posible obtener una visión detallada de los datos para conocer las condiciones actuales de la empresa, identificando las posibles ineficiencias como tiempos de ciclo elevados, cuellos de botella o el uso excesivo de recursos.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En la presente investigación, la estadística se empleó para la parte de las predicciones de demanda, a través de esta fue posible la utilización del modelo Holt-Winters con el cálculo de sus respectivas constantes (Alpha, Beta y Gama), con esto fue posible estimar con un grado razonable de certeza la demanda futura del queso amasado que a su vez sirvió para proponer planes agregados de producción.

Por otro lado, en el estudio de tiempos, la estadística permitió determinar el tamaño adecuado de la muestra (n) que representa el número de observaciones necesarias para alcanzar un buen nivel de confianza, por medio de una fórmula estadística, se

calcula el número mínimo de ciclos de trabajo que deben ser cronometrados para obtener resultados válidos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

4.1.1 Diagnosticar la logística de producción de la empresa Lácteos San Miguel.

4.1.1.1 Historia de Lácteos San Miguel

La empresa fue fundada en abril del año 2022 por parte de dos estudiantes graduados en la carrera de Ingeniería en Alimentos, Antonio Pilatuña junto a Milena Pozo, quienes con una idea visionaria han logrado establecer en el mercado a Lácteos San Miguel. Cuando la empresa inició sus operaciones se especializó en la producción del queso amasado, sin embargo, con la creciente demanda y la mejora en el equipamiento de la planta en la actualidad también se dedica a la producción del queso fresco, su línea de productos ofrece presentaciones de 450, 250 y 125 gramos.

4.1.1.2 Ubicación

La empresa se encuentra ubicada en la provincia del Carchi, ciudad de Tulcán, en las calles México y Las Tejerías.



Figura 1. Ubicación de Lácteos San Miguel

En la Figura 1 se indica la georreferenciación a través de *Google Maps*, la planta de producción se ubica en la planta baja de una residencia, sus instalaciones cumplen con todos los requerimientos sanitarios exigidos por la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA).

4.1.1.3 Estructura organizacional

La empresa Lácteos San Miguel actualmente es administrada por sus propietarios donde la señorita Milena Pozo actúa como gerente de la empresa.

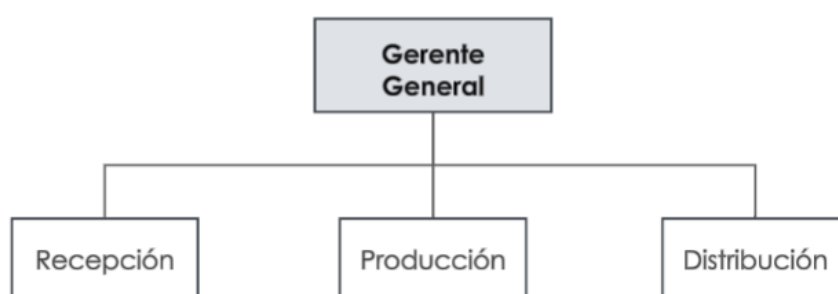


Figura 2. Estructura organizacional de Lácteos San Miguel

En la figura 2 se puede apreciar las diferentes áreas que componen la estructura organizacional, entre estas se encuentran la gerencia general, área de recepción, producción y distribución.

4.1.1.2 Producción del queso

4.1.1.2.1 Caracterización del producto

Para el desarrollo de la presente investigación el producto elegido fue el queso amasado, esto debido a que la empresa posee mayor información sobre este producto.



Figura 3. Queso amasado de 450 gramos

El queso amasado producido por la empresa Lácteos San Miguel es un producto elaborado a partir de leche fresca y se ofrece en diferentes presentaciones de 125, 250 y 450 gramos, en la figura 3 se observa un queso amasado en su presentación más grande.

4.1.1.2.2 Lista de materiales

La lista de materiales para la elaboración del queso amasado se presenta como un diagrama de árbol, en la parte superior (nivel 0) se indica que el producto final es el queso amasado.

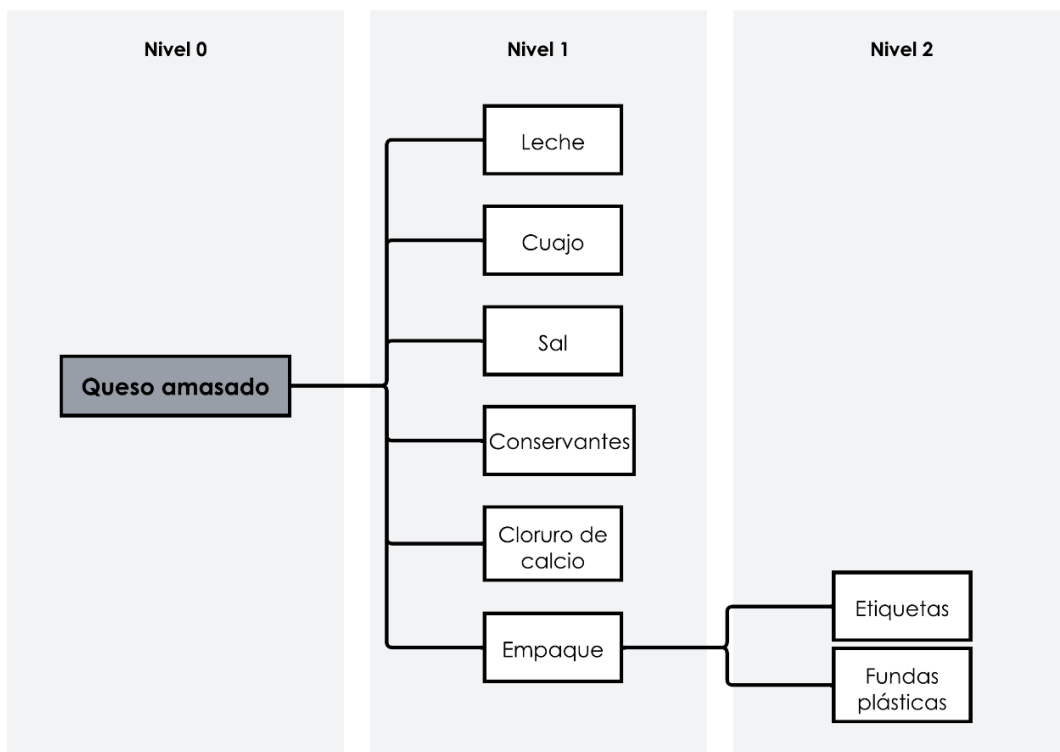


Figura 4. Lista de materiales que componen el queso amasado.

En la figura 4 se muestra la lista de materiales detallada que componen el queso amasado, de este se desprenden diferentes componentes que incluyen ingredientes básicos como la leche, cuajo, sal, conservantes y cloruro de calcio que son indispensables para poder transformar y conservar el producto, también se tiene en cuenta el material de empaque que se compone de fundas plásticas y etiquetas que aseguran una buena presentación del producto.

4.1.1.2.3 Proceso productivo

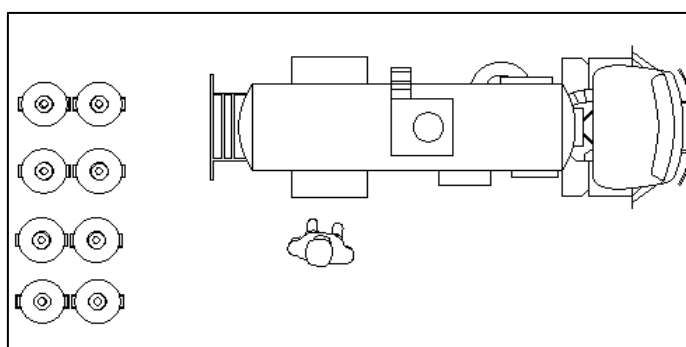


Figura 5. Recepción de la leche

En la figura 5 se ilustra el proceso de recepción de la leche, que inicia con el control de calidad, este control se realiza sin descargar la leche del vehículo, pues si la leche no es apta directamente se rechaza, caso contrario se descarga en tanques de leche que posteriormente serán llevados hasta el interior de la planta.

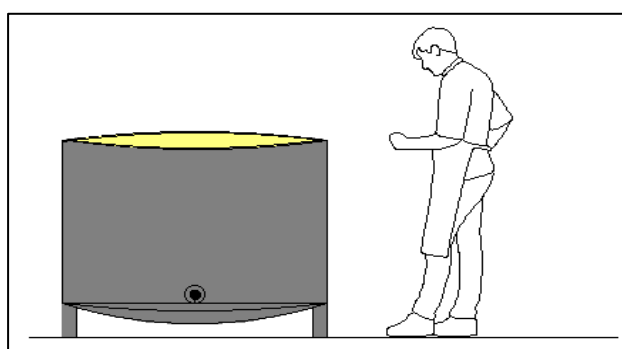


Figura 6. Pasteurización de la leche

En la figura 6 se ilustra el proceso de pasteurización, una vez que la leche se lleva hasta el interior de la planta, es vaciada en la marmita para comenzar el proceso de pasteurización donde se calienta hasta los 65 °C, esta temperatura se debe mantener y posteriormente se deja enfriar, así este proceso ayuda a eliminar agentes patógenos, por ello es fundamental mantener un control de los tiempos con una supervisión constante.

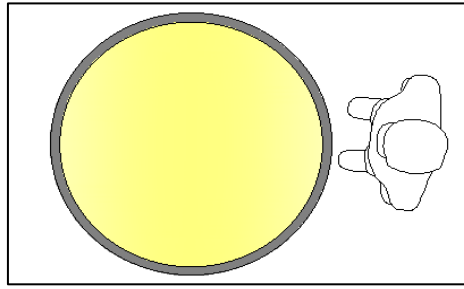


Figura 7. Coagulación de la leche

En figura 7 se ilustra el proceso de coagulación, cuando el proceso de pasteurización finaliza se agrega el cuajo para iniciar el proceso de coagulación, es necesario que la leche repose un determinado tiempo hasta que se forme la cuajada.

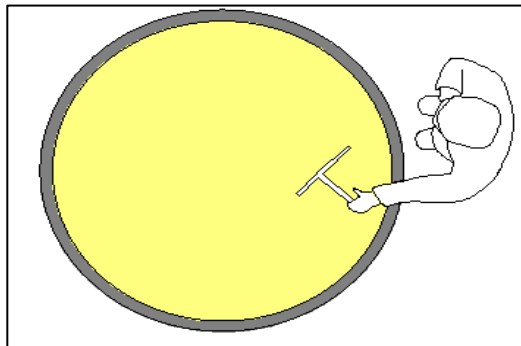


Figura 8. Corte y batido de la cuajada

Una vez que la cuajada se forma, se realiza el corte y batido con ayuda de la lira de corte, se ejecutan suaves movimientos hasta que la cuajada quede completamente cortada como se observa en la figura 8.

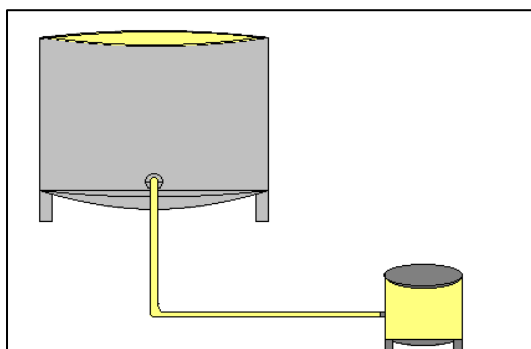


Figura 9. Desuerado

Culminado el proceso de corte y batido se comienza a drenar el suero de la marmita como se ilustra en la figura 9, para ello se conecta una manguera y con ayuda de una bomba se llena el suero en canecas para ser comercializado posteriormente evitando que se genere una contaminación por los desperdicios generados.

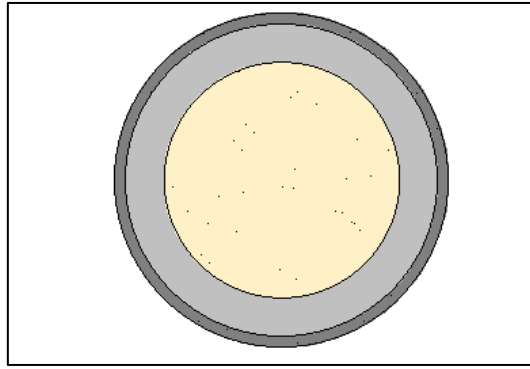


Figura 10. Reposo de la cuajada

Cuando finaliza el desuerado es necesario que la cuajada tenga un tiempo de reposo, así se asegura que tenga una buena firmeza, se compacte y expulse un poco del suero restante, este proceso es necesario pues influye en la textura final que tendrá el queso, este proceso se ilustra en la figura 10.

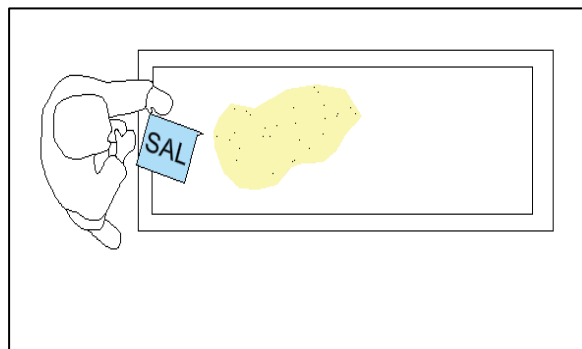


Figura 11. Salado

Como se ilustra en la figura 11, la cuajada es colocada en la mesa donde se desmigaja para la colocación de la sal, además se agregan los conservantes para asegurar la preservación del queso.

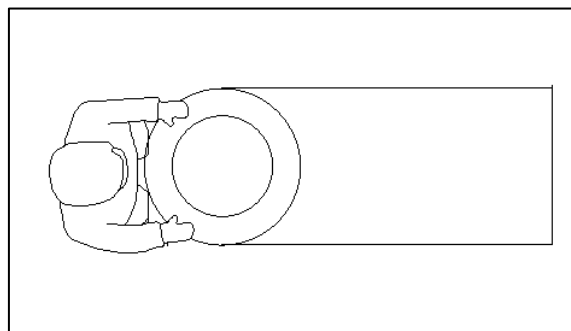


Figura 12. Amasado

En la figura 12 se ilustra el proceso de amasado, donde una vez que la cuajada haya terminado el proceso de salado se procede con el amasado, este proceso se lleva a cabo con la ayuda de un molino que ayuda a triturar la cuajada para que sea más fácil de manipular al momento del moldeado.

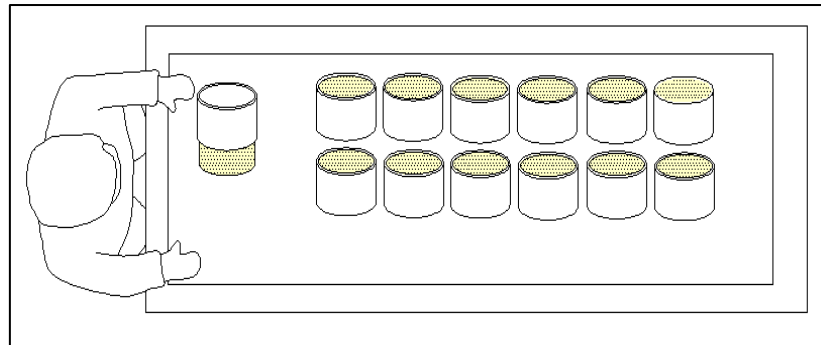


Figura 13. Moldeado

Con la cuajada completamente triturada y amasada se comienzan a llenar los moldes para darle forma al queso como se muestra en la figura 13.

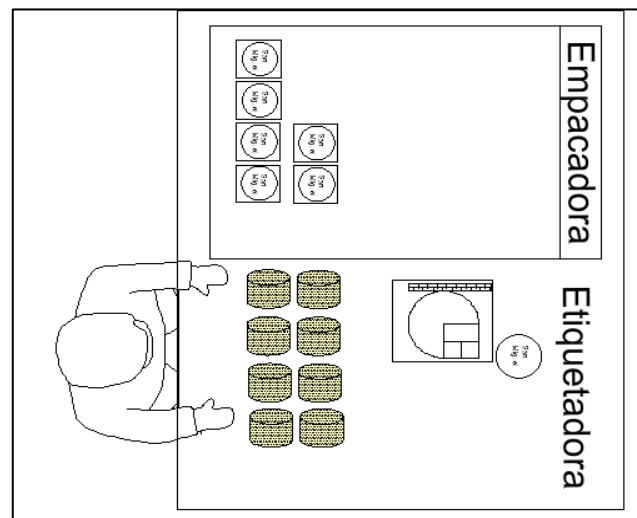


Figura 14. Empaque y etiquetado del queso.

En la figura 14 se muestra este proceso, cuando los quesos posean la forma de los moldes se van sacando uno por uno y pasan hasta la zona de empaque y etiquetado, allí se utiliza una empacadora al vacío y una etiquetadora que ayudan en este proceso, en ocasiones es tarado debido a que todo se realiza de forma manual.

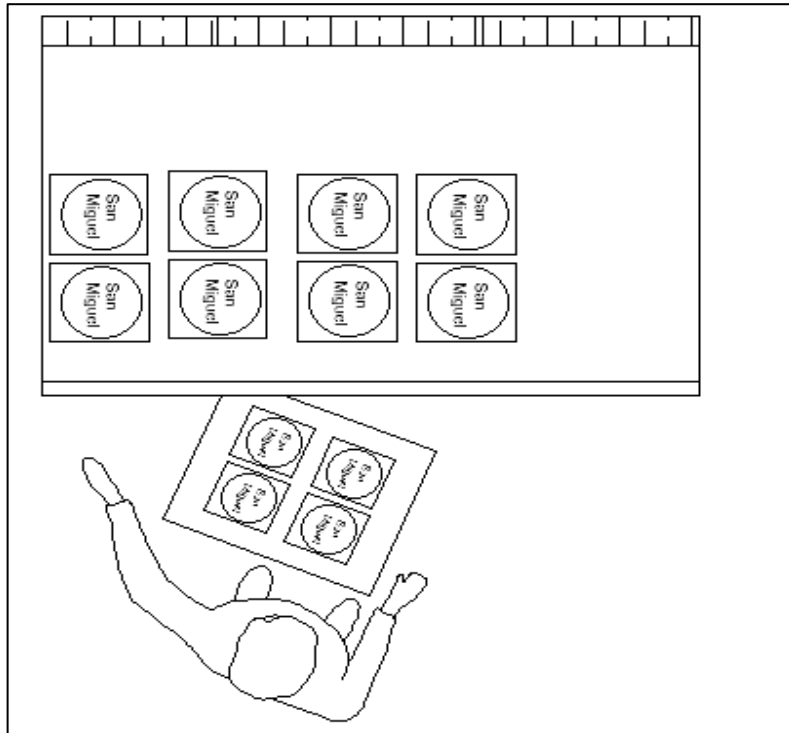


Figura 15. Almacenamiento del queso

Este proceso es el paso final de la producción donde los productos terminados son llevados hasta los refrigeradores para su almacenamiento hasta que sean comercializados, en la figura 15 se ilustra este proceso.

4.1.1.2.4 Diagrama de flujo de proceso

El proceso productivo del queso amasado está compuesto de varias actividades, para ello fue necesario desarrollar un diagrama de flujo de los procesos.

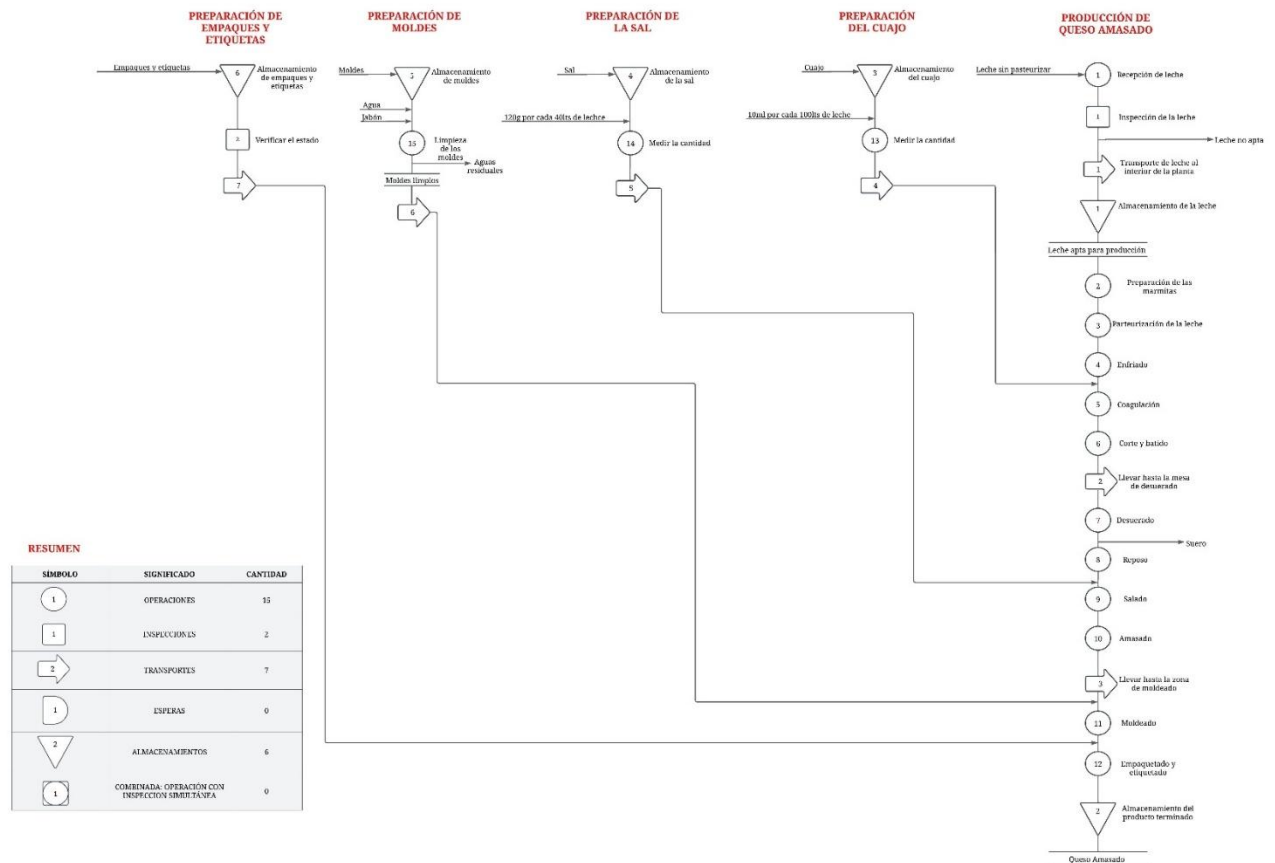


Figura 16. Diagrama de procesos para la elaboración del queso amasado

En la figura 16 se describe todo el proceso de manera detallada. El proceso inicia con la recepción de la leche donde se verifica su calidad, posteriormente, en la fase de procesamiento la leche es llevada hacia el interior de la planta para su pasteurización, enfriamiento, adición de componentes, coagulación, corte, batido y desuerado, para luego pasar al proceso de amasado del queso, seguido de esto en la etapa de moldeado se le da forma al queso y se deja reposar para finalmente ser empaquetado y etiquetado.

4.1.1.2.5 Cursograma analítico

El cursograma analítico permitió registrar las actividades involucradas en la producción del queso amasado, así es posible detectar errores o cambios en el proceso.

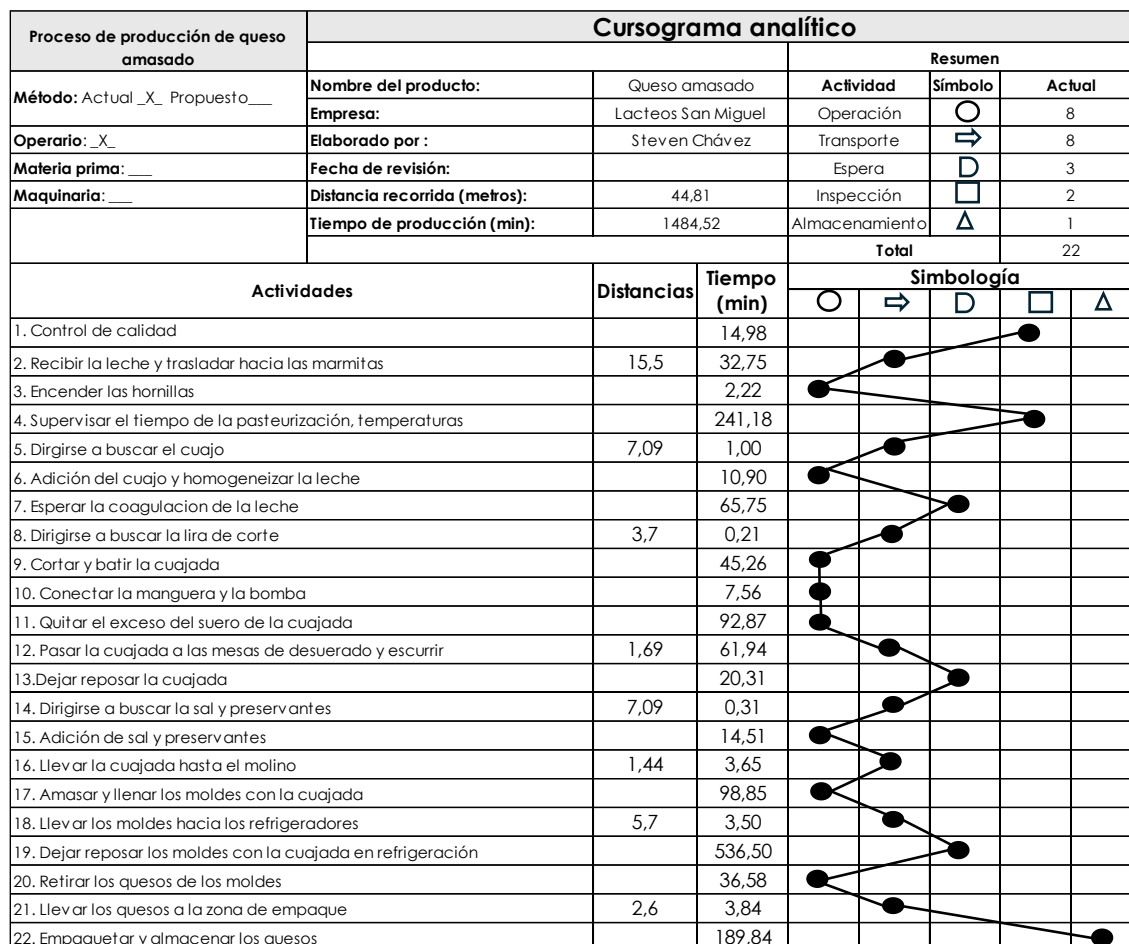


Figura 17. Cursograma analítico sobre la elaboración del queso amasado

En la figura 17 se observa el cursograma analítico donde se indican un total de 22 actividades, cada una con su respectivo tiempo y la distancia de recorrido en actividades que impliquen desplazarse de un lugar a otro.

4.1.1.2.6 Estudio de tiempos

Acercamiento

La empresa cuenta con 3 trabajadores que intervienen en la producción de queso amasado, cada uno colabora con todas las actividades y colabora con otros para realizarlas cuando es necesario, sin embargo, en ocasiones solo se cuenta con 1

operario disponible para el desarrollo de la producción, para este estudio de tiempos se ha decidido seleccionar a dicho operador.

Registro de la información

La recolección de información se hizo con ayuda de la técnica de observación directa, un cronómetro y la ficha de observación presentada en el Anexo 3, la ficha se compone de la numeración de cada Tarea (Proceso), el nombre de cada tarea, 9 casilleros que fueron designados para registrar los tiempos preliminares de los procesos, el cálculo del tiempo promedio y finalmente un casillero destinado para el número de observaciones (muestra). En la tabla 4 se muestran los tiempos preliminares que serán empleados para calcular el número de observaciones.

Tabla 4. Tiempos preliminares para calcular el número de observaciones

| TAREA | Ciclos | | | | | | | | |
|--|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Control de calidad | 14,68 | 15,12 | 14,89 | 15,30 | 14,75 | 15,45 | 14,56 | 15,09 | 14,95 |
| Recibir la leche y trasladar hacia las marmitas | 31,12 | 33,23 | 30,45 | 35,34 | 34,48 | 36,11 | 31,36 | 30,41 | 32,27 |
| Encender las hornillas | 2,12 | 2,35 | 2,24 | 2,38 | 2,11 | 2,12 | 2,18 | 2,23 | 2,29 |
| Supervisar el tiempo de la pasteurización, temperaturas | 241,55 | 240,5 | 241,3 | 240,6 | 241,7 | 242,3 | 241,4 | 240,2 | 241,1 |
| Adición del cuajo y homogeneizar la leche | 10,67 | 11,45 | 11,12 | 10,89 | 10,24 | 11,33 | 10,56 | 11,78 | 10,93 |
| Esperar la coagulación de la leche | 62,12 | 61,23 | 65,45 | 68,34 | 60,48 | 68,11 | 70,36 | 72,41 | 63,27 |
| Cortar y batir la cuajada | 42,34 | 46,12 | 48,78 | 41,56 | 43,89 | 45,33 | 44,67 | 49,12 | 47,45 |
| Quitar el exceso del suero de la cuajada | 89,23 | 101,5 | 110,3 | 94,56 | 105,2 | 87,89 | 119,1 | 93,45 | 102,7 |
| Pasar la cuajada a las mesas de desuerado y escurrir | 59,34 | 62,45 | 65,56 | 67,12 | 60,89 | 61,78 | 63,21 | 64,45 | 52,67 |
| Dejar reposar la cuajada | 20,12 | 20,23 | 20,45 | 20,34 | 20,48 | 20,11 | 20,36 | 20,41 | 20,27 |
| Adición de sal y preservantes | 14,23 | 13,57 | 15,9 | 15,53 | 13,96 | 14,12 | 16,58 | 15,82 | 13,64 |
| Amasar y llenar los moldes con la cuajada | 98,45 | 105,1 | 112,8 | 94,67 | 101,3 | 110,5 | 93,23 | 108,6 | 97,89 |
| Dejar reposar los moldes con la cuajada en refrigeración | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 |

| TAREA | Ciclos | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Retirar los quesos de los moldes | 38,16 | 35,45 | 33,34 | 36,68 | 41,45 | 37,89 | 35,67 | 31,12 | 39,47 |
| Empaquetar y almacenar los quesos | 207,3 | 196,1 | 183,8 | 194,6 | 201,9 | 198,2 | 188,7 | 181,5 | 191,1 |

Para el desarrollo del estudio de tiempos fue necesario tomar algunas muestras preliminares, para el caso particular de este estudio se decidió tomar 9 muestras iniciales con las que posteriormente se calculó en número de observaciones adicionales que se deberán hacer para garantizar un nivel de confianza del 95%.

Cálculo del número de observaciones

$$n = \left(\frac{40\sqrt{(c\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$$

Donde:

n = número de mediciones que hay que realizar.

c = número de mediciones iniciales.

Σ = suma de los valores.

x = valor de las mediciones.

En la tabla 5 se muestra los datos empleados para el cálculo del número de observaciones para cada actividad que conforma el proceso de producción del queso amasado al igual que el número de observaciones a realizar "n", estos cálculos se hicieron con ayuda del Anexo 3.

Tabla 5. Cálculo del número de observaciones para cada actividad en la producción del queso amasado

| N° | Tarea | Σx | Σx ² | c | n |
|----|---|--------|-----------------|---|---|
| 1 | Control de calidad | 134,79 | 2019,39 | 9 | 1 |
| 2 | Recibir la leche y trasladar hacia las marmitas | 294,77 | 9691,18 | 9 | 7 |

| N° | Tarea | Σx | Σx^2 | c | n |
|----|--|------------|--------------|---|-----------|
| 3 | Encender las hornillas | 20,02 | 44,61 | 9 | 3 |
| 4 | Supervisar el tiempo de la pasteurización, temperaturas | 2170,64 | 523523,28 | 9 | 1 |
| 5 | Adición del cuajo y homogeneizar la leche | 98,97 | 1090,17 | 9 | 3 |
| 6 | Esperar la coagulación de la leche | 591,77 | 39055,70 | 9 | 6 |
| 7 | Cortar y batir la cuajada | 409,26 | 18667,28 | 9 | 5 |
| 8 | Quitar el exceso del suero de la cuajada | 903,94 | 91632,22 | 9 | 15 |
| 9 | Pasar la cuajada a las mesas de desuerado y escurrir | 557,47 | 34672,24 | 9 | 7 |
| 10 | Dejar reposar la cuajada | 182,77 | 3711,80 | 9 | 1 |
| 11 | Adición de sal y preservantes | 133,35 | 1986,10 | 9 | 9 |
| 12 | Amasar y llenar los moldes con la cuajada | 922,49 | 94952,91 | 9 | 7 |
| 13 | Dejar reposar los moldes con la cuajada en refrigeración | 4860,00 | 2624400,00 | 9 | 0 |
| 14 | Retirar los quesos de los moldes | 329,23 | 12122,30 | 9 | 11 |
| 15 | Empaquetar y almacenar los quesos | 1743,16 | 338183,64 | 9 | 3 |

Con el número de observaciones calculado fue posible continuar con el estudio de tiempos, dentro de las actividades que más observaciones necesitan se encuentran: el proceso de quitar el suero de la cuajada, pasar la cuajada a las mesas de desuerado, adición de sal y preservantes, amasar y llenar los moldes y retirar los quesos de los moldes.

Factor de valoración del operario

En la tabla 6 se muestra la escala empleada para valorar la actividad del trabajador con base en la escala de Bedaux.

Tabla 6. Escala de valoración para el operario

| Actividad 60 - 80 Escala de Bedaux | Descripción del desempeño | Velocidad en marcha comparable (km/h) |
|---|--|--|
| 0 | Actividad nula. | 0 |
| 40 | Muy lento, movimientos torpes e inseguros, el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo. | 3,2 |
| 60 | Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde el tiempo adrede mientras lo observan. | 4,5 |
| 80 | Activo, capaz, como obrero capacitado medio, pagado a destajo. Logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión requerida. | 6,4 |
| 100 | Muy rápido, el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima del obrero cualificado medio. | 8 |
| 120 | Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos, actuación que solo alcanzan unos pocos trabajadores sobresalientes. | 9,6 |

El factor de valoración permite ajustar el tiempo observado de un trabajador a un ritmo estándar, considerando el nivel de eficiencia durante la ejecución de la tarea, esto permite normalizar los datos al eliminar las variaciones por diferencias individuales y así establecer tiempos objetivos para la producción.

Cálculo del tiempo normal para cada actividad

Para calcular el tiempo normal de cada actividad es necesario realizar un proceso llamado escrutinio, donde se toma en cuenta el tiempo de cada tarea y la actividad que tuvo el operario de acuerdo con la escala de Bedaux mencionada anteriormente, con ello se calcula un número de intervalos y el incremento que va a tener cada uno, consecuentemente se construye una matriz con la actividad de cada tarea y los intervalos.

Para el cálculo del número de intervalos se tiene:

$$NI = \sqrt{n}$$

Donde:

NI = número de intervalos.

n = número de observaciones totales realizadas

Como ejemplo para la explicación se tomó en cuenta el número de observaciones realizadas para la actividad del control de calidad, en este caso fueron 10 observaciones en total, por ello el número de intervalos corresponde a $\sqrt{10} \approx 4$.

Ahora también es necesario calcular el incremento de cada intervalo con la siguiente fórmula:

$$I = \frac{T. max - T. min}{NI}$$

Donde:

I = Valor de incremento.

T. máx. = tiempo mayor de las observaciones.

T. min = tiempo menor de las observaciones.

NI = número de intervalos.

Con esto se tiene que el tiempo máximo para el control de calidad es de 15,45 minutos, el tiempo mínimo de 14,56 y el número de intervalos es 4, dando como resultado un valor de incremento de 0,22.

| Control de calidad | | | | | | |
|--------------------|----|-----|----|----|----|----|
| | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
| 14,56 | | III | | | | |
| 14,78 | | | | | | |
| 14,78 | | III | | | | |
| 15 | | | | | | |
| 15 | II | | | | | |
| 15,22 | | | | | | |
| 15,22 | II | | | | | |
| 15,45 | | | | | | |

Figura 18. Escrutinio aplicado a la actividad de control de calidad

Con todo lo mencionado anteriormente es posible completar la matriz clasificando los tiempos de las observaciones y su actividad, al final se toma en cuenta los intervalos que más puntos tengan, en la figura 18 se observa un caso peculiar donde

existen 2 intervalos que tienen igual número de puntos, aquí la decisión de escoger el más adecuado queda al criterio del investigador.

Finalmente, para el cálculo del tiempo normal se tiene la siguiente fórmula:

$$TN = \frac{\left(\frac{T. max + T. min}{2}\right) \times AT}{Actividad normal}$$

Donde:

TN = tiempo normal de ejecución de la tarea.

T. máx = tiempo mayor de las observaciones.

T. min = tiempo menor de las observaciones.

AT = actividad obtenida en la matriz para la tarea.

Suplementos y holguras

De acuerdo con las observaciones realizadas al operario mientras realizaba las actividades en cada ciclo de producción y con base en la tabla de suplementos y holguras propuesto por Render y Heizer fue posible establecer los suplementos y holguras para este caso de estudio como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Suplementos y holguras para cada actividad

| Tarea | Suplemento |
|---|------------|
| Control de calidad | 20% |
| Recibir la leche y trasladar hacia las marmitas | 45% |
| Encender las hornillas | 22% |
| Supervisar el tiempo de la pasteurización, temperaturas | 47% |
| Adición del cuajo y homogeneizar la leche | 25% |
| Esperar la coagulación de la leche | 22% |
| Cortar y batir la cuajada | 25% |
| Quitar el exceso del suero de la cuajada | 30% |

| Tarea | Suplemento |
|--|------------|
| Pasar la cuajada a las mesas de desuerado y escurrir | 29% |
| Dejar reposar la cuajada | 18% |
| Adición de sal y preservantes | 20% |
| Amasar y llenar los moldes con la cuajada | 36% |
| Dejar reposar los moldes con la cuajada en refrigeración | 0% |
| Retirar los quesos de los moldes | 25% |
| Empaquetar y almacenar los quesos | 25% |

Cálculo del tiempo estándar o tiempo corregido

Una vez obtenido el tiempo normal, evaluado el factor de valoración del operario y determinado el valor de suplementos u holguras, se calcula el tiempo estándar o tiempo corregido para cada tarea como se muestra en la tabla 8. Este tiempo representa la medida objetiva y normalizada requerida para ejecutar la actividad bajo las condiciones más reales posibles.

Tabla 8. Estudio de tiempos – tiempo estándar o tiempo corregido

| Estudio de tiempos | | | |
|---|---------------------------------------|------------------|------------------------|
| Nombre del producto: | Queso amasado (450, 250 y 125 gramos) | | |
| Empresa: | Lácteos San Miguel | Fecha: | |
| Tipo de cronometraje: | Vuelta a cero | Unidades: | minutos |
| Elaborado por: | Steven Chávez | | |
| Tarea | Tiempo normal (min) | Suplemento (%) | Tiempo corregido (min) |
| Control de calidad | 14,89 | 20% | 17,87 |
| Recibir la leche y trasladar hacia las marmitas | 35,27 | 45% | 51,14 |
| Encender las hornillas | 2,22 | 22% | 2,70 |
| Supervisar el tiempo de la pasteurización, temperaturas | 240,99 | 47% | 354,25 |
| Adición del cuajo y homogeneizar la leche | 12,15 | 25% | 15,19 |

| Estudio de tiempos | | | |
|------------------------------|---------------------------------------|------------------|---------|
| Nombre del producto: | Queso amasado (450, 250 y 125 gramos) | | |
| Empresa: | Lácteos San Miguel | Fecha: | |
| Tipo de cronometraje: | Vuelta a cero | Unidades: | minutos |
| Elaborado por: | Steven Chávez | | |

| Tarea | Tiempo normal (min) | Suplemento (%) | Tiempo corregido (min) |
|--|---------------------|----------------|------------------------|
| Esperar la coagulación de la leche | 70,36 | 22% | 85,84 |
| Cortar y batir la cuajada | 46,05 | 25% | 57,56 |
| Quitar el exceso del suero de la cuajada | 109,77 | 30% | 142,69 |
| Pasar la cuajada a las mesas de desuerado y escurrir | 66,26 | 29% | 85,47 |
| Dejar reposar la cuajada | 21,93 | 18% | 25,88 |
| Adición de sal y preservantes | 13,81 | 20% | 16,57 |
| Amasar y llenar los moldes con la cuajada | 105,46 | 36% | 143,42 |
| Dejar reposar los moldes con la cuajada en refrigeración | 540,00 | 0% | 540,00 |
| Retirar los quesos de los moldes | 39,32 | 25% | 49,15 |
| Empaquetar y almacenar los quesos | 197,63 | 25% | 247,03 |

4.1.1.2.7 Equipamiento de la planta

El nivel productivo de la planta depende en gran medida de la maquinaria y equipos que se utilizan, en ese sentido en esta sección se ofrece una visión detallada acerca de la maquinaria y equipos con una codificación y la descripción de cada uno de ellos.

4.1.1.2.7.1 Codificación de la maquinaria

Para realizar la codificación de la maquinaria se han empleado los siguientes parámetros:

- Los dos primeros dígitos indican las iniciales de los nombres de cada maquinaria.

- El dígito tres y cuatro indica el orden en el cual la maquinaria interviene en el proceso productivo.
- El último dígito indica la cantidad disponible en la planta.

En la tabla 9 se puede apreciar la codificación final que se le asignó a cada maquinaria de acuerdo con los parámetros mencionados anteriormente.

Tabla 9. Código asignado para cada maquinaria

| Nombre | Código |
|---------------------|---------------|
| Marmita | MA-01-1 |
| Mesas de desuerado | MD-02-2 |
| Molino | MO-03-1 |
| Balanza | BA-04-1 |
| Empacadora al vacío | EM-05-1 |
| Etiquetadora | ET-05-1 |
| Enfriadores | EN-06-2 |
| Prensa | PR-04-1 |

4.1.1.2.7.2 Descripción de la maquinaria y equipos

La maquinaria y equipos han sido clasificados de acuerdo con su uso, es así como en la tabla 11 se muestran los equipos de producción.

Tabla 10. Descripción de equipos de producción

| Nombre | Especificaciones | Cantidad |
|---------------------|--|-----------------|
| Marmita | Material: Acero inoxidable 304 Capacidad: 560 litros Dimensiones: Diámetro externo (110cm), Diámetro interno (100cm), Altura (120cm) | 1 |
| Mesas de desuerado | Material: Acero inoxidable Capacidad: 400kg Dimensiones: Largo (200cm), Ancho (100cm), Altura (110cm) | 2 |
| Molino | Material: Acero inoxidable Capacidad: 3kg | 1 |
| Etiquetadora | Material: Acero inoxidable Capacidad: 1 unidad | 1 |
| Empacadora al vacío | Material: Acero inoxidable Capacidad: 4 unidades | 1 |

| Nombre | Especificaciones | Cantidad |
|----------------|---|----------|
| Refrigeradores | Material: Acero inoxidable Capacidad: 200 unidades | 2 |
| Prensa | Material: Acero inoxidable Capacidad: 100 unidades | 1 |
| Balanza | Material: Acero inoxidable Capacidad: 560 litros | 1 |

Dentro de los equipos de producción se encuentra la maquinaria principal como la marmita, mesas de desuerado, molino, etiquetadora, empacadora al vacío, refrigeradores, prensa y balanza, cada uno de los equipos cumple con las especificaciones requeridas para mantener la sanidad en la producción además de ser fabricados en acero inoxidable de grado alimenticio.

Para el caso de la tabla 11 se muestran los equipos de laboratorio que se emplean en diferentes actividades como se indica a continuación.

Tabla 11. Descripción de los equipos de laboratorio

| Nombre | Especificaciones | Cantidad |
|-----------------|---|----------|
| Termómetro | Rango de medición: 0°C a 10°C Material: Polipropileno | 1 |
| Lactodensímetro | Rango de medición: 1.015 a 1.040 g/ml División de escala: 0.001 g/ml Temperatura de referencia 15°C Material: Vidrio | 1 |
| Acidímetro | Rango de medición: 0 a 100°Dornic División: 1°D Precisión: +-2°D Material: Vidrio y plástico | 1 |

Los equipos de laboratorio que posee la empresa son un termómetro, lactodensímetro y acidímetro, cada uno de estos equipos se emplean para actividades relacionadas con el control de calidad de la leche y la supervisión de la pasteurización, de esta manera se asegura que el control de calidad se realice correctamente.

Finalmente, en la tabla 12 se presentan los equipos o utensilios pequeños que son de apoyo en la producción del queso.

Tabla 12. Descripción de los equipos o utensilios de apoyo

| Nombre | Especificaciones | Cantidad |
|-------------------|---|----------|
| Colador | Material: Acero inoxidable grado alimenticio | 2 |
| | Diámetro: 30 cm | |
| | Tipo de malla: Fina | |
| Cuchillo | Material: Hoja de acero inoxidable con mango antideslizante | 2 |
| | Longitud de hoja: 20 cm | |
| | Material: Acero inoxidable | |
| Paleta de acero | Dimensiones: 30 x 10 cm | 1 |
| | Diseño: Borde recto y superficie lisa | |
| | Material: Acero inoxidable con alambre tensado | |
| Lira de corte | Dimensiones: 90 cm de largo | 1 |
| | Material: Plástico | |
| Gavetas plásticas | Color: Azul y rojo | 10 |

Existen diferentes utensilios de apoyo, entre estos se tiene un colador, cuchillos, paleta de acero, lira de corte y gavetas plásticas, cada uno de estos se emplea como un apoyo en las diferentes etapas del proceso productivo.

4.1.1.2.8 Distribución de planta

4.1.1.2.8.1 Layout general

En la imagen se puede apreciar la distribución general que posee la planta de producción.

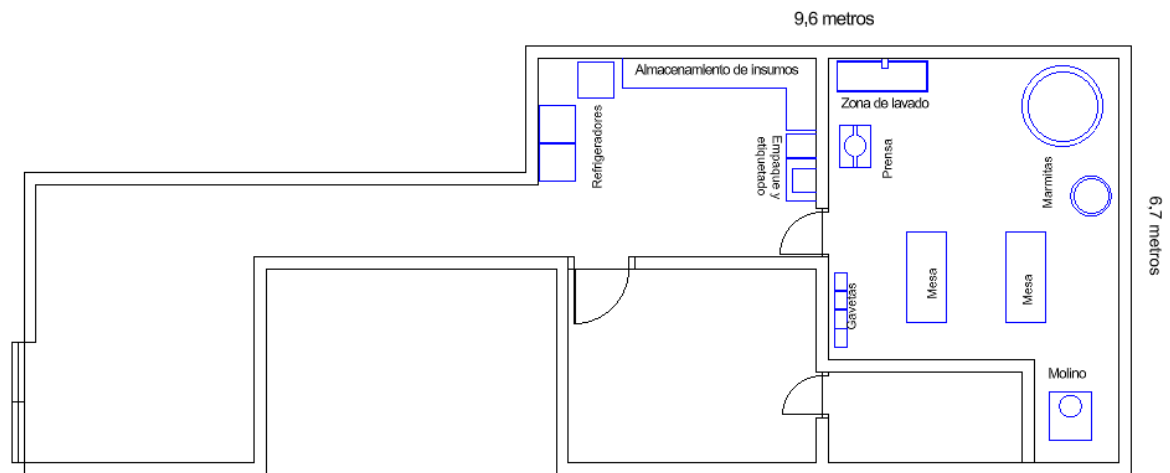


Figura 19. Distribución general de planta

En la figura 19 se detalla el *layout* general de la planta, el espacio disponible es limitado y se aprecia que todo se ve organizado y distribuido de una manera que garantice un buen flujo de materiales para que la producción sea organizada y eficiente, pero a pesar de esto aún es posible realizar mejoras que permitan tener un mejor flujo de materiales.

4.1.1.2.8.2 Metodología SLP

Para el desarrollo de la metodología SLP primero es necesario conocer el flujo de los materiales a lo largo de las diferentes áreas y maquinarias, para ello se precisa desarrollar un diagrama de relaciones.

| | | Hasta | | | | | | |
|-------|-----------------------|----------------------|-------------|-----------------------|-----------|---------------|-----------------|-------------------|
| | | A. Área de recepción | B. Marmitas | C. Mesas de desuerado | D. Molino | E. Empacadora | F. Etiquetadora | G. Refrigeradores |
| Desde | A. Área de recepción | | 530 L | | | | | |
| | B. Marmitas | | | 76 Kg | | | | |
| | C. Mesas de desuerado | | | | 76 Kg | | | 256 u |
| | D. Molino | | | 256 u | | | | |
| | E. Empacadora | | | | | | 256 | |
| | F. Etiquetadora | | | | | | | 256 u |
| | G. Refrigeradores | | | | | | 256 u | |

Figura 20. Diagrama de relaciones

El diagrama de relaciones mostrado en la figura 20, ilustra el flujo y la cantidad de leche expresada en litros, la cantidad de cuajada expresada en kilogramos y la cantidad de unidades que se mueven por el área de recepción y las diferentes maquinarias durante el proceso de producción del queso amasado, en la actualidad el espacio de la planta es limitado, pues solo se cuenta con un área de 84,77 m².

4.1.1.2.8.3 Layout dividido en áreas

El diagrama de relaciones entre las diferentes áreas se ha establecido de acuerdo con la situación actual que la empresa posee, a continuación, se muestra los valores más cercanos de acuerdo con la clasificación propuesta por (Niebel y Freidvals, 2009).



Figura 21. Diagrama de relaciones entre áreas

En la figura 21 se muestra el diagrama de relaciones de forma detallada, con esta visión general se puede determinar que las diferentes áreas de la planta se encuentran distribuidas de una manera organizada, sin embargo, aún se presentan pequeñas falencias que pueden ser corregidas, por ejemplo, la zona de amasado y empaquetado están distantes provocando que se deba recorrer una mayor distancia.

Por otro lado, la distribución de la planta se establece principalmente por áreas, a continuación, se describe cada una de ellas.

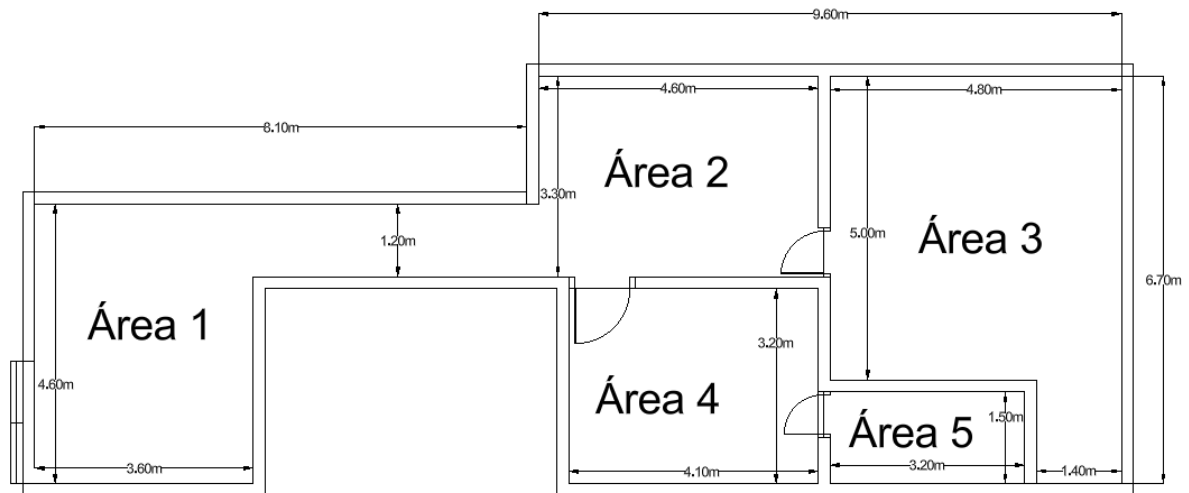


Figura 22. Distribución de planta por áreas

En la figura 22 se muestra el layout de esta distribución con las siguientes áreas:

Área 1: La leche llega al área de recepción, además, aquí también se lleva a cabo el proceso del control de calidad.

Área 2: Esta área se establece como la de almacenamiento, pues aquí se guardan los diferentes insumos que se emplean para el proceso de producción además de los productos terminados.

Área 3: en esta área se lleva a cabo todo el proceso de producción, la planta posee una buena organización, las dimensiones generales son 9,6 metros de largo y 6,7 metros de ancho.

Área 4: Esta área se compone de las oficinas donde se llevan a cabo actividades administrativas como la organización de registros de ventas y análisis de costos de producción.

Área 5: Esta área se compone de las instalaciones sanitarias para asegurar que los empleados puedan tener una buena higiene antes, durante y después del proceso productivo.

4.1.1.2.8.4 Layout dividido por estaciones de trabajo

Esta distribución de planta por estaciones es la más detallada en cuanto al proceso productivo se refiere.

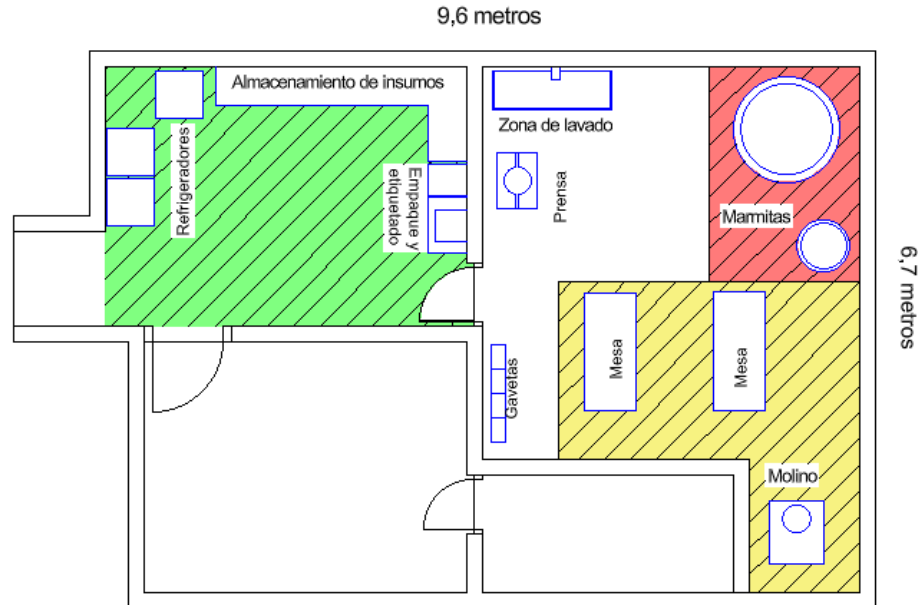


Figura 23. Distribución de planta por áreas

Para ello en la figura 23 se muestra el layout dividido por diferentes colores, a continuación, se presenta cada una de esas áreas:

1. Área de color rojo: en este espacio se desarrolla todo el proceso de transformación de la leche hasta obtener la cuajada, las maquinarias que componen esta área son las marmitas. Los procesos desarrollados aquí involucran la pasteurización, coagulación, corte, batido y desuerado.
2. Área de color amarillo: en este espacio se desarrolla el proceso de transformación de la cuajada hasta obtener el queso, las maquinarias y equipos que componen esta área son las mesas de desuerado y el molino. Los procesos desarrollados aquí son el reposo de la cuajada, salado, adición de preservantes, amasado y moldeado.
3. Área de color verde: en este espacio se lleva a cabo el acondicionamiento del producto final, las maquinarias que componen esta área son la empacadora al vacío, etiquetadora y enfriadores o refrigeradores. Los procesos ejecutados aquí involucran el desmolado de los quesos, la colocación del empaque y etiqueta para garantizar una buena presentación y finalmente el almacenado del producto final en los refrigeradores.

4.1.1.2.9 Capacidades de la planta

4.1.1.2.9.1 Oferta y demanda

El nivel de producción de Lácteos San Miguel ha ido en aumento con el pasar de los años, inicialmente su nivel de producción era muy bajo, sin embargo, en la actualidad poseen mejores instalaciones, en la tabla 13 se presenta la oferta de queso amasado.

Tabla 13. Oferta del queso amasado de Lácteos San Miguel

| Mes | 2022 | 2023 | 2024 |
|--------------|-------------|--------------|--------------|
| enero | - | 1310 | 1310 |
| febrero | - | 1295 | 1295 |
| marzo | - | 1265 | 1265 |
| abril | - | 1275 | 1275 |
| mayo | - | 1275 | 1275 |
| junio | - | 1310 | 1310 |
| julio | 200 | 1310 | 1310 |
| agosto | 200 | 1250 | 2069 |
| septiembre | 200 | 1291 | 1999 |
| octubre | 200 | 1285 | 2076 |
| noviembre | 200 | 1277 | 2038 |
| diciembre | 200 | 1285 | 2049 |
| Total | 1200 | 15428 | 19271 |

La oferta corresponde a los años 2022, 2023 y 2024, ilustrando cómo ha cambiado la producción mensual y anual de queso amasado en Lácteos San Miguel a lo largo de tres años. En 2022, la oferta fue bastante limitada, con una producción constante de 200 unidades mensuales solo en la segunda mitad del año, lo que suma un total de 1200 unidades anuales, esto se debe principalmente a que en ese año la empresa inició sus operaciones. Para 2023, la producción se estabilizó, con cifras mensuales que variaron entre 1250 y 1310 unidades, alcanzando un total anual de 15428 unidades, este aumento en comparación con 2022 muestra una consolidación en la capacidad de producción. El año 2024 se destaca por un crecimiento notable, especialmente en la segunda mitad del año, desde agosto hasta diciembre, con picos en octubre y noviembre, este comportamiento evidencia que se elevó el total

anual a 19271 unidades, un 24,9% más que en 2023, lo que indica una buena expansión en el mercado.

4.1.1.2.9.2 Costos de producción

En la tabla 14 se presentan los datos de las materias primas utilizadas en la elaboración del queso, se detalla la cantidad requerida por unidad de leche y el costo unitario de cada insumo.

Tabla 14. Cantidad y costo de la materia prima para producción de queso

| Materia prima | Cantidad | Costo |
|----------------------|-----------------------|---|
| Leche | - | 0,45\$ × litro (enero a julio) 0,47\$ × litro (agosto a diciembre) |
| Cuajo | 100ml × 100L de leche | 15\$ × litro |
| Sal | 770g × 320L de leche | 0,75\$ × 1kg |
| Conservantes | 1g × 1L de leche | 5\$ × libra |
| Cloruro de calcio | 50ml × 100L de leche | 10,5\$ × galón |

La información presentada es la base para poder comprender como están estructurados los costos asociados a la producción del queso, en primer lugar se tiene uno de los componentes fundamentales que es la leche, las variaciones en su precio tienen una gran repercusión en el costo final del producto, hasta el mes de julio de 2024 la compra de leche se hacía a un proveedor que vendía a 45 centavos el litro de leche, sin embargo, la calidad de esta no era la mejor, por ello a partir del mes de agosto se buscó un nuevo proveedor que vende la leche a 47 centavos el litro, esto significó una mejora considerable en la calidad de la leche; continuando con los demás componentes como el cuajo, sal, conservantes y cloruro de calcio es fundamental medir las cantidades adecuadas de cada uno de acuerdo a la cantidad de leche utilizada para la producción, así pues, se garantiza un buen rendimiento productivo y una buena calidad del producto final.

En la tabla 15 se presentan los costos de recursos básicos asociados con el consumo de agua potable, energía eléctrica y el gas licuado de petróleo.

Tabla 15. Costos de recursos básicos que intervienen en la producción de queso amasado

| Mes | Unidades producidas | Agua | Energía eléctrica | Gas | Total |
|------------|---------------------|---------|-------------------|---------|---------|
| enero | 1310 | \$6,55 | \$13,10 | \$24,00 | \$43,65 |
| febrero | 1295 | \$7,21 | \$13,05 | \$24,00 | \$44,26 |
| marzo | 1265 | \$6,82 | \$12,16 | \$24,00 | \$42,98 |
| abril | 1275 | \$6,16 | \$12,97 | \$24,00 | \$43,13 |
| mayo | 1275 | \$6,39 | \$13,17 | \$24,00 | \$43,56 |
| junio | 1310 | \$6,63 | \$14,21 | \$24,00 | \$44,84 |
| julio | 1310 | \$6,58 | \$13,58 | \$24,00 | \$44,16 |
| agosto | 2069 | \$10,79 | \$21,19 | \$36,00 | \$67,98 |
| septiembre | 1999 | \$9,03 | \$20,74 | \$30,00 | \$59,77 |
| octubre | 2076 | \$11,81 | \$20,82 | \$42,00 | \$74,63 |
| noviembre | 2038 | \$10,16 | \$22,69 | \$36,00 | \$68,85 |
| diciembre | 2049 | \$9,69 | \$21,37 | \$36,00 | \$67,06 |

Cada uno de los recursos básicos es indispensable para la producción del queso amasado, intervienen en gran medida durante diferentes actividades, pero esto también genera un costo, por ello es de suma importancia que se conozca de forma detallada cada costo de estos recursos para tener una visión acertada sobre los costos de producción.

La tabla 16 se construyó con base en el Anexo 9, esta contiene información acerca del número de unidades producidas por cada mes en el año 2024 junto al costo de producción para cada presentación del queso amasado.

Tabla 16. Unidades producidas y costos de producción del queso amasado en 2024

| Mes | Unidades producidas por presentación | | | Costo de producción por presentación | | | Unidades Totales producidas |
|---------|--------------------------------------|------|------|--------------------------------------|--------|--------|-----------------------------|
| | 450g | 250g | 125g | 450g | 250g | 125g | |
| enero | 640 | 320 | 350 | \$1,47 | \$0,81 | \$0,41 | 1310 |
| febrero | 625 | 320 | 350 | \$1,46 | \$0,81 | \$0,41 | 1295 |
| marzo | 610 | 320 | 335 | \$1,46 | \$0,81 | \$0,41 | 1265 |
| abril | 620 | 320 | 335 | \$1,45 | \$0,81 | \$0,40 | 1275 |
| mayo | 615 | 310 | 350 | \$1,47 | \$0,81 | \$0,41 | 1275 |
| junio | 640 | 320 | 350 | \$1,47 | \$0,81 | \$0,41 | 1310 |
| julio | 640 | 320 | 350 | \$1,47 | \$0,81 | \$0,41 | 1310 |
| agosto | 867 | 602 | 600 | \$1,70 | \$0,94 | \$0,47 | 2069 |

| Mes | Unidades producidas por presentación | | | Costo de producción por presentación | | | Unidades Totales producidas |
|------------|--------------------------------------|------|------|--------------------------------------|--------|--------|-----------------------------|
| | 450g | 250g | 125g | 450g | 250g | 125g | |
| septiembre | 830 | 584 | 585 | \$1,70 | \$0,95 | \$0,47 | 1999 |
| octubre | 874 | 602 | 600 | \$1,68 | \$0,93 | \$0,47 | 2076 |
| noviembre | 886 | 577 | 575 | \$1,68 | \$0,93 | \$0,47 | 2038 |
| diciembre | 872 | 587 | 590 | \$1,69 | \$0,94 | \$0,47 | 2049 |

De acuerdo con la información disponible fue posible determinar el costo de producción unitario para las presentaciones de 450, 250 y 125 gramos del queso amasado, es importante mencionar que el costo de producción sufre una variación considerable, desde enero hasta julio el costo de producción promedio para cada presentación fue de \$1,46 para el queso de 450 gramos, \$0,81 para el de 250 y \$0,40 para el de 125 gramos. A partir del mes de agosto los costos de producción incrementaron debido al cambio de proveedor de leche, pues anteriormente el litro de leche costaba \$0,45 y con el nuevo proveedor pasó a \$0,47, con todo esto los costos de producción promedio fueron de \$1,69 para el queso grande, \$0,93 para el queso mediano y \$0,47 para el queso pequeño.

4.1.1.2.9.3 Cálculo de capacidades

Para el cálculo de la capacidad de una planta es necesario establecer ciertos parámetros, en la tabla 17 se presentan los datos necesarios para calcular las capacidades considerando la tasa de producción estándar, la disponibilidad operativa expresada en días y horas y el nivel de eficiencia operativa de la planta. Es importante mencionar que se establecieron 8 días laborales al mes debido a que Lácteos San Miguel solo produce queso 2 veces por semana.

Tabla 17. Datos para el cálculo de capacidades

| Producción estándar (Unidades / Hora) | Días/mes | Horas / día | Eficiencia Operacional |
|---------------------------------------|----------|-------------|------------------------|
| 18,6 | 8 | 16 | 0,88 |

La tabla 17 contiene datos como la producción estándar que indica la cantidad de unidades que se pueden producir por hora en condiciones normales, los días de operación por mes representan el número de días que la planta está operando, las horas de trabajo al día indica la cantidad de horas que la planta se encuentra en funcionamiento por día, también puede interpretarse como la duración de la jornada laboral, finalmente el nivel de eficiencia operativa refleja el porcentaje de tiempo productivo real en relación con el tiempo total disponible, el nivel de eficiencia se ve afectado principalmente por tiempos de inactividad.

A continuación, se procede a calcular las capacidades de la planta tomando en cuenta los datos presentados en la tabla 17:

Capacidad de diseño

La fórmula para calcular la capacidad de diseño es la siguiente:

$$\text{Capacidad de diseño} = \text{Producción estándar} \times \text{Días de trabajo al mes} \times \text{Horas por día}$$

$$\text{Capacidad de diseño} = 18,6 \text{ U por hora} \times 8 \text{ días al mes} \times 16 \text{ horas al día}$$

$$\text{Capacidad de diseño} = 2380,8 \text{ Unidades mensuales}$$

El valor de 2380,8 unidades es la capacidad teórica de producción que se podría dar solo en condiciones ideales donde no existen restricciones como mantenimientos, fallas o tiempos improductivos.

Capacidad efectiva

La fórmula para calcular la capacidad de diseño es la siguiente:

$$\text{Capacidad efectiva} = \text{Capacidad de diseño} \times \text{Eficiencia operacional}$$

$$\text{Capacidad efectiva} = 2380,8 \times 88\%$$

$$\text{Capacidad efectiva} = 2095,10 \text{ Unidades mensuales}$$

El valor de 2095,10 unidades indica la capacidad realista de producción tomando en cuenta las restricciones presentadas en la producción.

Capacidad real

La capacidad real establecida se calculó basándose en los datos históricos de la producción, para ello se tomó en cuenta un promedio de las unidades producidas

mensualmente, obteniendo como resultados que la capacidad real de la planta es de 2044 unidades mensuales

Índice de utilización

La fórmula para calcular la capacidad de diseño es la siguiente:

$$Utilización = \frac{Producción\ real}{Capacidad\ de\ diseño} \times 100$$

$$Utilización = \frac{2044}{2380,8} \times 100$$

$$Utilización = 85\%$$

El índice de utilización de la planta es del 85%, esto indica que solo se está empleando el 85% de su capacidad máxima posible, este índice de utilización posee un buen nivel, pero aún existe un margen de mejora.

Índice de eficiencia

La fórmula para calcular la capacidad de diseño es la siguiente:

$$Eficiencia = \frac{Producción\ real}{Capacidad\ efectiva} \times 100$$

$$Eficiencia = \frac{2044}{2095,10} \times 100$$

$$Eficiencia = 97\%$$

El resultado obtenido indica que el nivel de eficiencia de la planta es del 97%, esto significa que la producción real está cerca de la capacidad efectiva estimada, reflejando un buen desempeño operativo en general.

4.1.1.2.10 Restricciones del sistema productivo

El proceso de producción del queso amasado involucra varias actividades que requieren tiempos específicos para su ejecución, en la tabla 18 se detalla el tiempo promedio que toma cada tarea desde la recepción de la materia prima hasta el empaquetado final del producto.

Tabla 18. Tiempos del proceso de producción de queso amasado

| Nº | TAREA | Tiempo promedio (min) |
|----|--|-----------------------|
| 1 | Control de calidad | 14,97 |
| 2 | Recibir la leche y trasladar hacia las marmitas | 32,57 |
| 3 | Encender las hornillas | 2,22 |
| 4 | Supervisar el tiempo de la pasteurización, temperaturas | 241,18 |
| 5 | Adición del cuajo y homogeneizar la leche | 11,08 |
| 6 | Esperar la coagulación de la leche | 65,06 |
| 7 | Cortar y batir la cuajada | 44,96 |
| 8 | Quitar el exceso del suero de la cuajada | 100,10 |
| 9 | Pasar la cuajada a las mesas de desuerado y escurrir | 61,56 |
| 10 | Dejar reposar la cuajada | 20,31 |
| 11 | Adición de sal y preservantes | 14,61 |
| 12 | Amasar y llenar los moldes con la cuajada | 102,10 |
| 13 | Dejar reposar los moldes con la cuajada en refrigeración | 540,00 |
| 14 | Retirar los quesos de los moldes | 36,89 |
| 15 | Empaquetar y almacenar los quesos | 193,78 |

Para el análisis de los tiempos de producción se tomaron en cuenta los datos presentados anteriormente, así es posible identificar las tareas con los mayores tiempos de duración. En primer lugar, el proceso llamado “Dejar reposar los moldes con la cuajada en refrigeración” se considera como un tiempo muerto debido a que en ese punto se termina el ciclo de producción de un día, por ello los quesos se dejan en reposo durante toda la noche hasta reanudar el ciclo de producción, continuando con análisis se pueden identificar dos actividades que presentan tiempos de duración elevados:

- Supervisión de la pasteurización: su duración promedio es de 241,18 minutos por lo que consume una gran parte del tiempo de producción total, por ello se considera el principal cuello de botella, la duración prolongada de esta actividad se debe a la falta de maquinaria, pues en la planta solo se cuenta con una marmita destinada a la producción del queso amasado.
- Empaquetar y almacenar los quesos: esta actividad garantiza que el producto tenga una buena presentación y se conserve correctamente, pero como

sucede en el caso anterior, el tiempo de esta actividad es de 193,78 minutos, donde la falta de equipos se hace presente nuevamente, para este proceso la planta solo dispone de una empacadora, haciendo que el proceso sea lento y tardado al tener que hacerlo de forma manual.

4.1.2 Identificar los factores que inciden en la productividad de la empresa Lácteos San Miguel

4.1.2.1 Factores internos

4.1.2.1.1 Infraestructura y maquinaria

En la tabla 19 se presentan las debilidades identificadas en infraestructura y maquinaria.

Tabla 19. Debilidades en infraestructura y maquinaria

| Elemento | Observación | Impacto |
|-----------------------|-----------------------------|--|
| Espacio de la planta | El espacio es limitado | Dificulta la expansión de la planta limitando su capacidad productiva. |
| Molino de queso | Adaptación de motor externo | Disminuye la eficiencia de producción pues no es la maquinaria adecuada para realizar el proceso. |
| Empacadora | Solo dispone de una unidad | Genera un cuello de botella en el proceso de empaque |
| Banco de enfriamiento | Ausencia de este equipo | La ausencia del banco de enfriamiento hace que el tiempo del proceso de pasteurización se alargue. |

La planta de Lácteos San Miguel posee actualmente una organización en condiciones, sin embargo, uno de los principales factores que afectan la productividad es el espacio físico limitando la adquisición de nueva maquinaria y la redistribución de las estaciones de trabajo.

4.1.2.1.2 Tiempos de producción

En el proceso de elaboración del queso existen actividades que poseen un tiempo de ejecución elevado, esto genera cuellos de botella que afectan directamente a la productividad.



Figura 24. Cuellos de botella que afectan la productividad

En la figura 24 se muestran los principales cuellos de botella, entre estos están la pasteurización, el tiempo de empaque y almacenamiento, estas dos actividades poseen tiempos de ejecución elevados en comparación con otras actividades, esto afecta la productividad haciendo que el ciclo de producción sea lento y demorado.

4.1.2.1.3 Capacidad de la planta

La capacidad productiva de la planta hasta el mes de julio de 2024 le permitía procesar aproximadamente 320 litros de leche al día, sin embargo, debido a la necesidad de ampliar la capacidad en el mes de agosto de 2024 se adquirió una marmita de mayor capacidad.



Figura 25. Marmita de 560 litros

En la figura 25 se muestra la nueva marmita, posee una capacidad de 560 litros por lo que su adquisición permitió incrementar la cantidad de litros de leche procesados, sin embargo, el tiempo de pasteurización aún es elevado.

4.1.2.1.4 Organización del trabajo

El modelo de trabajo empleado en la planta es totalmente manual, esto supone una limitación en la estandarización de tiempos además de incrementar la variabilidad en los procesos, en la tabla 20 se presentan algunas observaciones en las diferentes áreas de la planta:

Tabla 20. Observaciones sobre la organización del trabajo

| Área | Observación |
|------------|--|
| Recepción | <ul style="list-style-type: none"> El control de calidad de la leche está a cargo de los administrativos |
| Producción | <ul style="list-style-type: none"> Ausencia de un manual de procesos bien estandarizado La planificación de producción semanal no es clara |

Las observaciones presentadas demuestran que la empresa tiene la necesidad de fortalecer su estructura organizacional, crear un manual de procesos estandarizados formalmente y mejorar la planificación, con esto será posible lograr una mejora en la productividad general de la empresa

4.1.2 .2 Factores externos

4.1.2 .2.1 Variabilidad en la calidad de la leche

En el mes de agosto de 2024 tras la adquisición de la nueva marmita, la empresa también buscó un nuevo proveedor de leche, pues el que tenía no cumplía con los tiempos de entrega, además la calidad de la leche suministrada no era óptima, con el cambio del nuevo proveedor se han producido una serie de cambios que se presentan a continuación:

- La presencia de impurezas en la leche se redujo drásticamente
- La frecuencia de rechazo de la leche disminuyó
- Mejora en la calidad del queso

4.1.2 .2.2 Demanda del mercado

Es importante mencionar que la empresa de lácteos San Miguel trabaja actualmente bajo la modalidad de un sistema *push*, por lo que los datos presentados en la parte de oferta son los mismos que se consideran como la demanda, en este sentido, la demanda del mercado tiene un impacto directo en la productividad, pues el aumento en el número de pedidos obliga a elevar el nivel de producción, el aumento de la demanda no solo representa una oportunidad de crecimiento sino también supone un mayor uso de recursos, en la tabla 21 se muestra los datos de la demanda del año 2023 y 2024.

Tabla 21. Datos de demanda

| Año | Mes | Demanda | Año | Mes | Demanda |
|------------|------------|----------------|------------|------------|----------------|
| 2023 | 1 | 1310 | 2024 | 1 | 1310 |
| 2023 | 2 | 1295 | 2024 | 2 | 1295 |
| 2023 | 3 | 1265 | 2024 | 3 | 1265 |
| 2023 | 4 | 1275 | 2024 | 4 | 1275 |
| 2023 | 5 | 1275 | 2024 | 5 | 1275 |
| 2023 | 6 | 1310 | 2024 | 6 | 1310 |
| 2023 | 7 | 1310 | 2024 | 7 | 1310 |
| 2023 | 8 | 1250 | 2024 | 8 | 2069 |
| 2023 | 9 | 1291 | 2024 | 9 | 1999 |
| 2023 | 10 | 1285 | 2024 | 10 | 2076 |
| 2023 | 11 | 1277 | 2024 | 11 | 2038 |
| 2023 | 12 | 1285 | 2024 | 12 | 2049 |

Con los datos presentados en la tabla 21 se ha decidido elaborar el siguiente gráfico que permite observar el comportamiento de la demanda del queso amasado.

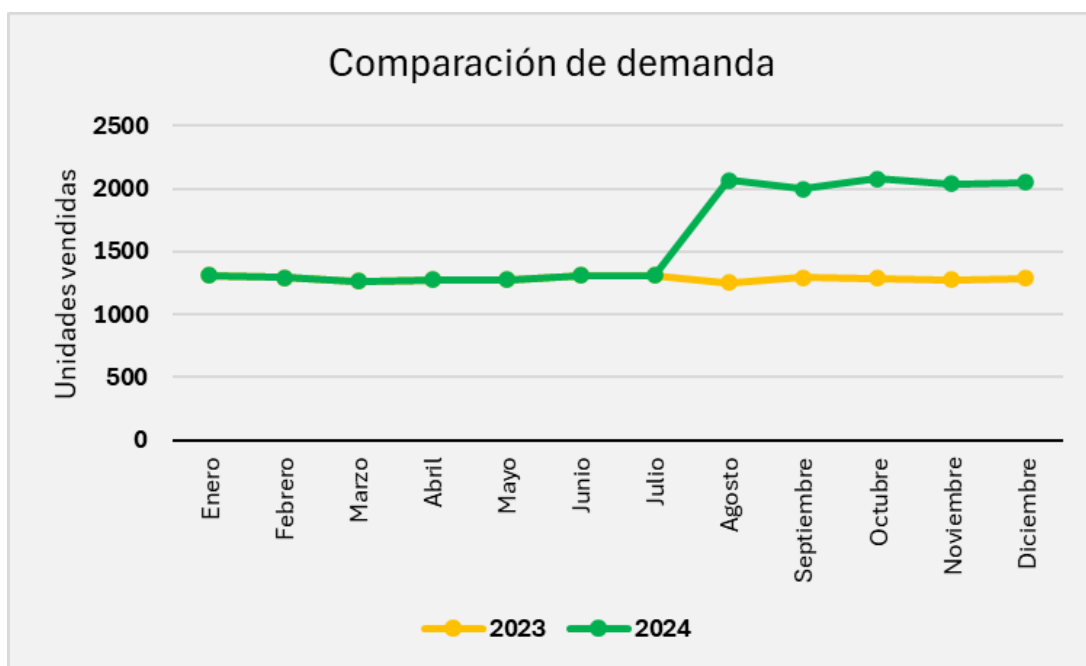


Figura 26. Comparación de la demanda de queso amasado entre 2023 y 2024

En la figura 26 se aprecia que, durante los primeros siete meses de 2024 la demanda presentó los mismos niveles que la demanda del año 2023 reflejando una tendencia constante, sin embargo a partir del mes de agosto de 2024 se observa un incremento significativo en la demanda de entre 700 a 800 unidades, pasando de un promedio de 1300 a más de 2000 unidades vendidas, este incremento se mantiene hasta diciembre y su origen se debe a la adquisición de la nueva marmita de mayor capacidad permitiendo incrementar el nivel productivo para poder tener una mayor cobertura del mercado.

4.1.2.3 Productividad

4.1.2.3.1 Presentación de información

La tabla 22 muestra la cantidad mensual de cada materia prima utilizada durante el año 2024, esta se encuentra organizada por semanas para tener una mayor comprensión, además se presenta la cantidad de unidades producidas, lo que permite observar la relación entre los insumos utilizados y la producción obtenida.

Tabla 22. Cantidades de materia prima utilizada para la producción de queso amasado en el año 2024

| Mes | Semana | Cantidad de leche utilizada (Litros) | Cantidad de Cuajo utilizada (Mililitros) | Cantidad de sal utilizada (Kilogramos) | Cantidad de conservantes (Gramos) | Cloruro de calcio (Mililitros) | Unidades producidas |
|------------|--------|--------------------------------------|--|--|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| enero | 1 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 325 |
| | 2 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 330 |
| | 3 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 330 |
| | 4 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 325 |
| febrero | 1 | 600,00 | 60,00 | 1,44 | 600,00 | 300,00 | 305 |
| | 2 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 340 |
| | 3 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 330 |
| | 4 | 620,00 | 62,00 | 1,49 | 620,00 | 310,00 | 320 |
| marzo | 1 | 610,00 | 61,00 | 1,47 | 610,00 | 305,00 | 315 |
| | 2 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 330 |
| | 3 | 600,00 | 60,00 | 1,44 | 600,00 | 300,00 | 310 |
| | 4 | 600,00 | 60,00 | 1,44 | 600,00 | 300,00 | 310 |
| abril | 1 | 600,00 | 60,00 | 1,44 | 600,00 | 300,00 | 310 |
| | 2 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 330 |
| | 3 | 620,00 | 62,00 | 1,49 | 620,00 | 310,00 | 320 |
| | 4 | 610,00 | 61,00 | 1,47 | 610,00 | 305,00 | 315 |
| mayo | 1 | 600,00 | 60,00 | 1,44 | 600,00 | 300,00 | 310 |
| | 2 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 330 |
| | 3 | 610,00 | 61,00 | 1,47 | 610,00 | 305,00 | 315 |
| | 4 | 620,00 | 62,00 | 1,49 | 620,00 | 310,00 | 320 |
| junio | 1 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 325 |
| | 2 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 330 |
| | 3 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 330 |
| | 4 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 325 |
| julio | 1 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 325 |
| | 2 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 330 |
| | 3 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 330 |
| | 4 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 325 |
| agosto | 1 | 1080,00 | 108,00 | 2,60 | 1080,00 | 540,00 | 516 |
| | 2 | 1080,00 | 108,00 | 2,60 | 1080,00 | 540,00 | 520 |
| | 3 | 1080,00 | 108,00 | 2,60 | 1080,00 | 540,00 | 518 |
| | 4 | 1070,00 | 107,00 | 2,57 | 1070,00 | 535,00 | 515 |
| septiembre | 1 | 1050,00 | 105,00 | 2,53 | 1050,00 | 525,00 | 502 |
| | 2 | 1080,00 | 108,00 | 2,60 | 1080,00 | 540,00 | 520 |
| | 3 | 1010,00 | 101,00 | 2,43 | 1010,00 | 505,00 | 485 |

| Mes | Semana | Cantidad de leche utilizada (Litros) | Cantidad de Cuajo utilizada (Mililitros) | Cantidad de sal utilizada (Kilogramos) | Cantidad de conservantes (Gramos) | Cloruro de calcio (Mililitros) | Unidades producidas |
|-----------|--------|--------------------------------------|--|--|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| octubre | 4 | 1030,00 | 103,00 | 2,48 | 1030,00 | 515,00 | 492 |
| | 1 | 1080,00 | 108,00 | 2,60 | 1080,00 | 540,00 | 531 |
| | 2 | 1080,00 | 108,00 | 2,60 | 1080,00 | 540,00 | 535 |
| | 3 | 1060,00 | 106,00 | 2,55 | 1060,00 | 530,00 | 510 |
| noviembre | 4 | 1040,00 | 104,00 | 2,50 | 1040,00 | 520,00 | 500 |
| | 1 | 1060,00 | 106,00 | 2,55 | 1060,00 | 530,00 | 510 |
| | 2 | 1030,00 | 103,00 | 2,48 | 1030,00 | 515,00 | 495 |
| | 3 | 1080,00 | 108,00 | 2,60 | 1080,00 | 540,00 | 518 |
| diciembre | 4 | 1080,00 | 108,00 | 2,60 | 1080,00 | 540,00 | 515 |
| | 1 | 1080,00 | 108,00 | 2,60 | 1080,00 | 540,00 | 524 |
| | 2 | 1040,00 | 104,00 | 2,50 | 1040,00 | 520,00 | 498 |
| | 3 | 1080,00 | 108,00 | 2,60 | 1080,00 | 540,00 | 515 |
| | 4 | 1070,00 | 107,00 | 2,57 | 1070,00 | 535,00 | 512 |

El consumo semanal de cada materia prima ha variado a lo largo de los meses en el año 2024, los primeros meses muestran un consumo de materia prima que sufre ligeras variaciones pero no son de gran magnitud, por ello también la producción se mantiene en un promedio de 323 quesos, pero a partir del mes de agosto se produce un aumento considerable tanto en la cantidad de materia prima usada como en la cantidad de unidades producidas, esto se atribuye a la adquisición de una nueva marmita que permitió a pasteurizar una mayor cantidad de leche, por ello se produjeron más de 500 quesos en algunos meses de gran demanda.

En cuanto a la tabla 23, esta presenta los costos semanales asociados a cada materia prima, además se calcula el costo total de los insumos utilizados en la producción de queso amasado, lo que permite analizar la eficiencia en el uso de los recursos.

Tabla 23. Costos de la materia prima utilizada para la producción de queso amasado en el año 2024

| Mes | Semana | Costo de la leche (\$) | Costo del cuajo (\$) | Costo de la sal (\$) | Costo de conservantes (\$) | Cloruro de calcio (\$) | Unidades producidas | Costo empaques (\$) | Costo etiquetas (\$) | Costo Total Materia Prima |
|-----|--------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------------|
| ene | 1 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 325 | \$9,75 | \$16,25 | \$324,06 |
| | 2 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 330 | \$9,90 | \$16,50 | \$324,46 |
| | 3 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 330 | \$9,90 | \$16,50 | \$324,46 |

| Mes | Semana | Costo de la leche (\$) | Costo del cuajo (\$) | Costo de la sal (\$) | Costo de conservantes (\$) | Cloruro de calcio (\$) | Unidades producidas | Costo empaques (\$) | Costo etiquetas (\$) | Costo Total Materia Prima |
|-----|--------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------------|
| feb | 4 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 325 | \$9,75 | \$16,25 | \$324,06 |
| | 1 | \$270,00 | \$0,90 | \$1,08 | \$6,62 | \$0,83 | 305 | \$9,15 | \$15,25 | \$303,83 |
| | 2 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 340 | \$10,20 | \$17,00 | \$325,26 |
| | 3 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 330 | \$9,90 | \$16,50 | \$324,46 |
| mar | 4 | \$279,00 | \$0,93 | \$1,12 | \$6,84 | \$0,86 | 320 | \$9,60 | \$16,00 | \$314,35 |
| | 1 | \$274,50 | \$0,92 | \$1,10 | \$6,73 | \$0,85 | 315 | \$9,45 | \$15,75 | \$309,29 |
| | 2 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 330 | \$9,90 | \$16,50 | \$324,46 |
| | 3 | \$270,00 | \$0,90 | \$1,08 | \$6,62 | \$0,83 | 310 | \$9,30 | \$15,50 | \$304,23 |
| abr | 4 | \$270,00 | \$0,90 | \$1,08 | \$6,62 | \$0,83 | 310 | \$9,30 | \$15,50 | \$304,23 |
| | 1 | \$270,00 | \$0,90 | \$1,08 | \$6,62 | \$0,83 | 310 | \$9,30 | \$15,50 | \$304,23 |
| | 2 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 330 | \$9,90 | \$16,50 | \$324,46 |
| | 3 | \$279,00 | \$0,93 | \$1,12 | \$6,84 | \$0,86 | 320 | \$9,60 | \$16,00 | \$314,35 |
| may | 4 | \$274,50 | \$0,92 | \$1,10 | \$6,73 | \$0,85 | 315 | \$9,45 | \$15,75 | \$309,29 |
| | 1 | \$270,00 | \$0,90 | \$1,08 | \$6,62 | \$0,83 | 310 | \$9,30 | \$15,50 | \$304,23 |
| | 2 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 330 | \$9,90 | \$16,50 | \$324,46 |
| | 3 | \$274,50 | \$0,92 | \$1,10 | \$6,73 | \$0,85 | 315 | \$9,45 | \$15,75 | \$309,29 |
| jun | 4 | \$279,00 | \$0,93 | \$1,12 | \$6,84 | \$0,86 | 320 | \$9,60 | \$16,00 | \$314,35 |
| | 1 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 325 | \$9,75 | \$16,25 | \$324,06 |
| | 2 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 330 | \$9,90 | \$16,50 | \$324,46 |
| | 3 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 330 | \$9,90 | \$16,50 | \$324,46 |
| jul | 4 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 325 | \$9,75 | \$16,25 | \$324,06 |
| | 1 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 325 | \$9,75 | \$16,25 | \$324,06 |
| | 2 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 330 | \$9,90 | \$16,50 | \$324,46 |
| | 3 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 330 | \$9,90 | \$16,50 | \$324,46 |
| ago | 4 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 325 | \$9,75 | \$16,25 | \$324,06 |
| | 1 | \$507,60 | \$1,62 | \$1,95 | \$11,91 | \$1,50 | 516 | \$15,48 | \$25,80 | \$565,86 |
| | 2 | \$507,60 | \$1,62 | \$1,95 | \$11,91 | \$1,50 | 520 | \$15,60 | \$26,00 | \$566,18 |
| | 3 | \$507,60 | \$1,62 | \$1,95 | \$11,91 | \$1,50 | 518 | \$15,54 | \$25,90 | \$566,02 |
| sep | 4 | \$502,90 | \$1,61 | \$1,93 | \$11,80 | \$1,48 | 515 | \$15,45 | \$25,75 | \$560,92 |
| | 1 | \$493,50 | \$1,58 | \$1,89 | \$11,58 | \$1,46 | 502 | \$15,06 | \$25,10 | \$550,17 |
| | 2 | \$507,60 | \$1,62 | \$1,95 | \$11,91 | \$1,50 | 520 | \$15,60 | \$26,00 | \$566,18 |
| | 3 | \$474,70 | \$1,52 | \$1,82 | \$11,14 | \$1,40 | 485 | \$14,55 | \$24,25 | \$529,38 |
| oct | 4 | \$484,10 | \$1,55 | \$1,86 | \$11,36 | \$1,43 | 492 | \$14,76 | \$24,60 | \$539,65 |
| | 1 | \$507,60 | \$1,62 | \$1,95 | \$11,91 | \$1,50 | 531 | \$15,93 | \$26,55 | \$567,06 |
| | 2 | \$507,60 | \$1,62 | \$1,95 | \$11,91 | \$1,50 | 535 | \$16,05 | \$26,75 | \$567,38 |
| | 3 | \$498,20 | \$1,59 | \$1,91 | \$11,69 | \$1,47 | 510 | \$15,30 | \$25,50 | \$555,66 |
| | 4 | \$488,80 | \$1,56 | \$1,88 | \$11,47 | \$1,44 | 500 | \$15,00 | \$25,00 | \$545,15 |

| Mes | Semana | Costo de la leche (\$) | Costo del cuajo (\$) | Costo de la sal (\$) | Costo de conservantes (\$) | Cloruro de calcio (\$) | Unidades producidas | Costo empaques (\$) | Costo etiquetas (\$) | Costo Total Materia Prima |
|-----|--------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------------|
| nov | 1 | \$498,20 | \$1,59 | \$1,91 | \$11,69 | \$1,47 | 510 | \$15,30 | \$25,50 | \$555,66 |
| | 2 | \$484,10 | \$1,55 | \$1,86 | \$11,36 | \$1,43 | 495 | \$14,85 | \$24,75 | \$539,89 |
| | 3 | \$507,60 | \$1,62 | \$1,95 | \$11,91 | \$1,50 | 518 | \$15,54 | \$25,90 | \$566,02 |
| | 4 | \$507,60 | \$1,62 | \$1,95 | \$11,91 | \$1,50 | 515 | \$15,45 | \$25,75 | \$565,78 |
| dic | 1 | \$507,60 | \$1,62 | \$1,95 | \$11,91 | \$1,50 | 524 | \$15,72 | \$26,20 | \$566,50 |
| | 2 | \$488,80 | \$1,56 | \$1,88 | \$11,47 | \$1,44 | 498 | \$14,94 | \$24,90 | \$544,99 |
| | 3 | \$507,60 | \$1,62 | \$1,95 | \$11,91 | \$1,50 | 515 | \$15,45 | \$25,75 | \$565,78 |
| | 4 | \$502,90 | \$1,61 | \$1,93 | \$11,80 | \$1,48 | 512 | \$15,36 | \$25,60 | \$560,68 |

De acuerdo con los costos de la materia prima utilizada en la producción de queso amasado, es evidente que con el aumento de la producción en el mes de agosto los costos incrementaron considerablemente, lo que es coherente con el mayor consumo de leche y los otros insumos, por ello comparar estos costos de forma semanal y mensual permite tener un control sobre la utilización de materia prima, esto resulta esencial para mejorar la productividad, pues cualquier reducción en el gasto de materia prima se refleja directamente en más unidades producidas por cada dólar invertido.

Por otro lado, en la tabla 24 se resumen las unidades producidas, las horas-hombre empleadas, los litros de leche utilizados y el costo total de producción por cada mes, con esta información es posible calcular la productividad laboral, de materia prima y la productividad de costos.

Tabla 24. Resumen de datos para calcular los índices de productividad

| Mes | Unidades producidas | Costo de producción | Horas - Hombre | Litros de leche utilizados |
|------------|---------------------|---------------------|----------------|----------------------------|
| enero | 1310,00 | \$1.340,69 | 218 | 2560,00 |
| febrero | 1295,00 | \$1.312,16 | 218 | 2500,00 |
| marzo | 1265,00 | \$1.285,19 | 218 | 2450,00 |
| abril | 1275,00 | \$1.295,46 | 218 | 2470,00 |
| mayo | 1275,00 | \$1.295,89 | 218 | 2470,00 |
| junio | 1310,00 | \$1.341,88 | 218 | 2560,00 |
| julio | 1310,00 | \$1.341,20 | 218 | 2560,00 |
| agosto | 2069,00 | \$2.326,95 | 218 | 4310,00 |
| septiembre | 1999,00 | \$2.245,14 | 218 | 4170,00 |

| Mes | Unidades producidas | Costo de producción | Horas - Hombre | Litros de leche utilizados |
|-----------|---------------------|---------------------|----------------|----------------------------|
| octubre | 2076,00 | \$2.309,87 | 218 | 4260,00 |
| noviembre | 2038,00 | \$2.296,20 | 218 | 4250,00 |
| diciembre | 2049,00 | \$2.305,00 | 218 | 4270,00 |
| TOTAL | 19271,00 | \$20.695,62 | 2616 | 38830,00 |

Los datos del proceso productivo muestran lo siguiente: se registraron 19271 unidades producidas durante el año, utilizando 2616 horas-hombre y 38830 litros de leche, con un costo total de producción de 20695,62 USD, con toda esta información, es posible calcular los indicadores de productividad para tener un panorama general de la situación actual de Lácteos San Miguel.

4.1.2.3.2 Cálculo de la productividad

En la siguiente figura se muestra el comportamiento de la productividad relacionado con los costos, materia prima y mano de obra en el transcurso del año 2024.

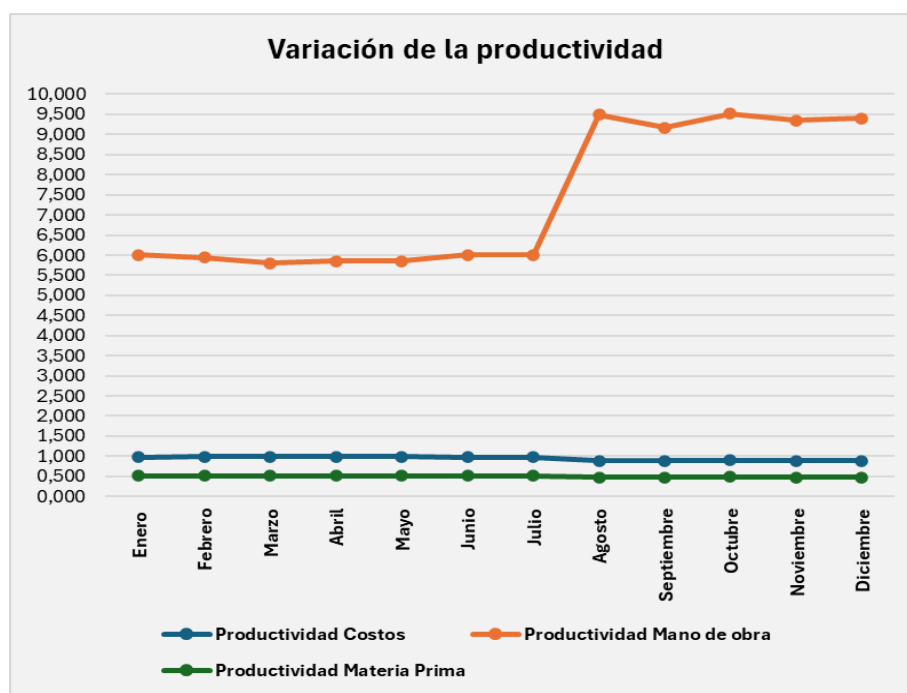


Figura 27. Variación de la productividad mensual de 2024

En la figura 27 se puede apreciar que la productividad de los costos se mantuvo estable desde enero hasta julio, con valores que fluctúan entre 0,98 y 1,02 indicando

que el uso de los recursos fue bueno, sin embargo, entre los meses julio y agosto se observa una ligera disminución en la productividad.

Por otro lado, la productividad de la mano de obra muestra un cambio más notable que ha ido en aumento, durante el primer semestre este indicador se mantuvo estable alrededor de 6 unidades por cada hora hombre, pero a partir de agosto en adelante la productividad se dispara, esto se debe a la adquisición de la nueva marmitta pues se produjo mayor cantidad de quesos empleando la misma cantidad de horas hombre.

Finalmente, la productividad de materia prima también presenta valores constantes que no tienen una variación significativa, esto se debe a que al aumentar la cantidad de unidades producidas también se aumenta la cantidad de materia prima por lo que no existen variaciones significativas.

Para el cálculo de los índices de productividad se ha decidido tomar en cuenta dos formas para expresarlos, el primero se enfoca en mostrar un índice de productividad calculado con base en el número total de unidades producidas y segundo toma en cuenta el total de kilogramos de queso producidos.

Productividad laboral anual

La productividad laboral se obtiene dividiendo el total de unidades producidas entre las horas-hombre empleadas como se muestra a continuación:

$$Prod_{Lab} = \frac{\textit{Total de unidades producidas}}{\textit{Horas hombre}}$$

$$Prod_{Lab} = \frac{19271 \textit{ Unidades}}{2616 \textit{ h - hombre}}$$

$$Prod_{Lab} = 7,37 \textit{ Unidades de queso terminado por cada hora - hombre}$$

El cálculo de este indicador refleja el rendimiento de la mano de obra, es posible lograr un incremento con una mejora en la distribución de las tareas, identificando cuellos de botella que estén limitando la producción

Productividad de materia prima anual

Para calcular divide las unidades producidas entre la cantidad de leche utilizada, así:

$$Prod_{Mat} = \frac{\textit{Total de unidades de queso producidas}}{\textit{Materia prima utilizada}}$$

$$Prod_{Mat} = \frac{19271 \text{ Unidades}}{38830 \text{ Litros}}$$

$$Prod_{Mat} = 0,50 \text{ unidades de queso terminado por cada litro de leche}$$

El valor anterior indica que el rendimiento es aceptable, aun así, este indicador puede ser mejorado por medio de una optimización en las proporciones de cada insumo que se agrega a la leche para su procesamiento, todo esto siempre teniendo en cuenta que se debe mantener el mismo nivel de calidad.

Productividad de costos

La productividad de costos se calcula dividiendo las unidades producidas entre el costo total de producción.

$$Prod_{Costos} = \frac{\text{Total de unidades de queso producidas}}{\text{Costo total de producción}}$$

$$Prod_{Costos} = \frac{19271 \text{ Unidades}}{20695,62 \text{ dólares}}$$

$$Prod_{Costos} = 0,93 \text{ Unidades de queso terminado por cada dólar}$$

El valor de la productividad de costos refleja que se produce 0,93 unidades de producto terminado por cada dólar invertido, este indicador tiene un margen de mejora pues se puede llegar a buscar un mejor proveedor que distribuya leche de una buena calidad a un precio más bajo, esto aumentaría el margen de ganancia sin tener que sacrificar la calidad del producto.

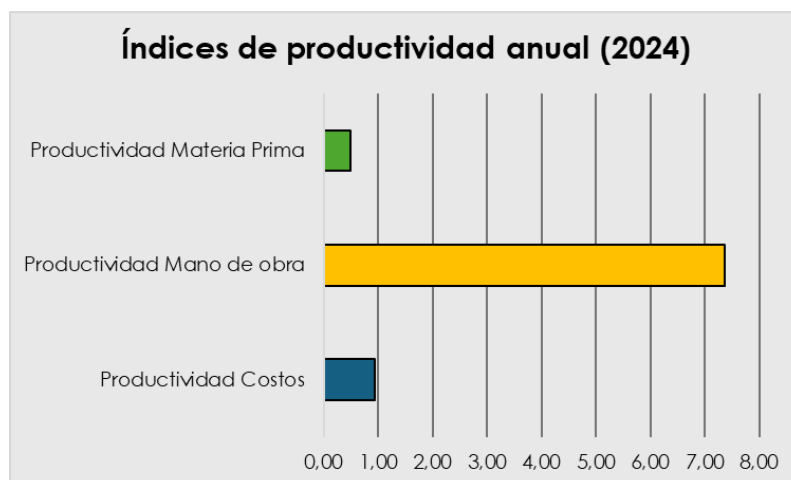


Figura 28. Comparación de índices de productividad por factores

En la figura 28 se puede apreciar una comparación anual de los índices de productividad, el índice de productividad relacionado con la mano de obra es el mayor de todos debido a que se incrementó la producción de más unidades con la misma mano de obra, por otro lado la productividad de costos es el segundo seguido del índice de productividad de materia prima, estos presentan un valor más bajo por lo que representa una oportunidad de mejora que genere mayor rentabilidad en cuanto al uso de la materia prima y los costos de producción.

4.1.3 Proponer un plan de mejora para la logística de producción que permita incrementar la productividad de la empresa de Lácteos San Miguel.

4.1.3.1 Pronóstico de la demanda

En la actualidad la empresa no cuenta con algún método o estudio para realizar predicciones de la demanda, por ello es fundamental realizar un pronóstico a través de un modelo que se ajuste a la serie de datos históricos disponibles.

Para desarrollar la predicción es necesario establecer algunas etapas que se deben considerar:

- Definir el alcance del pronóstico
- Selección del modelo
- Realizar el pronóstico

4.1.3.1.1 Definir el alcance del pronóstico

El alcance del pronóstico para esta investigación se realizó para un periodo de 12 meses a partir de los datos históricos del periodo 2023 – 2024, teniendo un total de 24 datos disponibles como se muestra en la tabla 25.

Tabla 25. Datos históricos para la predicción

| Año | Mes | Demanda |
|------|-----|---------|
| 2023 | 1 | 1310 |
| 2023 | 2 | 1295 |
| 2023 | 3 | 1265 |
| 2023 | 4 | 1275 |
| 2023 | 5 | 1275 |
| 2023 | 6 | 1310 |
| 2023 | 7 | 1310 |
| 2023 | 8 | 1250 |

| Año | Mes | Demanda |
|------------|------------|----------------|
| 2023 | 9 | 1291 |
| 2023 | 10 | 1285 |
| 2023 | 11 | 1277 |
| 2023 | 12 | 1285 |
| 2024 | 1 | 1310 |
| 2024 | 2 | 1295 |
| 2024 | 3 | 1265 |
| 2024 | 4 | 1275 |
| 2024 | 5 | 1275 |
| 2024 | 6 | 1310 |
| 2024 | 7 | 1310 |
| 2024 | 8 | 2069 |
| 2024 | 9 | 1999 |
| 2024 | 10 | 2076 |
| 2024 | 11 | 2038 |
| 2024 | 12 | 2049 |

4.1.3.1.2 Selección del modelo

Existen diferentes modelos para realizar predicciones de demanda, en este caso se optó por emplear modelos de series temporales, posteriormente, con los datos presentados en la tabla 26 y con ayuda del programa PrevGIP fue posible comparar los resultados y los errores de cada modelo, en la siguiente tabla se muestran los errores de los modelos seleccionados.

Tabla 26. Comparación de errores en los modelos

| Modelo | MAE | MAPE |
|-------------------------------------|------------|-------------|
| Media móvil simple | 151,51 | 7,75 |
| Media móvil doble | 309,03 | 15,39 |
| Suavización exponencial simple | 49,94 | 2,81 |
| Suavización exponencial doble | 87,28 | 4,81 |
| Descomposición de series temporales | 180,67 | 11,61 |
| Holt | 164,27 | 10,31 |
| Holt-Winters | 170,65 | 11,08 |

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede apreciar que el modelo de suavización exponencial simple es el que presenta un menor error, teniendo un error

medio absoluto (MAE) de 49,94 y un Error porcentual absoluto medio (MAPE) de 2,81, esto puede deberse a que los datos no presentan una tendencia bien definida.

4.1.3.1.3 Pronóstico de la demanda

Para realizar el pronóstico de demanda primero se utilizó el suavizado exponencial simple porque es el modelo que posee un menor error, sin embargo, los datos obtenidos de este modelo no resultan útiles para la elaboración de planes agregados, por ello se ha tomado la decisión de emplear el modelo Holt-Winters, así pues, fue necesario establecer el valor de varias constantes. El cálculo de las constantes Alpha, Beta y Gama se realizó con ayuda de Python y su librería "statsmodels" obteniendo así: Alpha = 0,66, Beta = 0,01 y Gama = 0,32.

```
# Configurar modelo Holt-Winters
modelo_hw = ExponentialSmoothing(
    df['Demanda'],
    trend='add',
    seasonal='add',
    seasonal_periods=12)

# Ajustar el modelo y calcular las constantes
resultado = modelo_hw.fit()
print("Constantes optimizadas:")
print(f"Alpha (nivel): {resultado.model.params['smoothing_level']:.4f}")
print(f"Beta (tendencia): {resultado.model.params['smoothing_trend']:.4f}")
print(f"Gamma (estacionalidad): {resultado.model.params['smoothing_seasonal']:.4f}")

Constantes optimizadas:
Alpha (nivel): 0.6655
Beta (tendencia): 0.0147
Gamma (estacionalidad): 0.3296
```

Figura 29. Cálculo del valor de Alpha

Con los valores de las constantes Alpha, Beta y Gamma calculadas en la figura 29, es posible aplicar el modelo, para ello se utilizó el programa PrevGIP, en la tabla 27 se observan los datos obtenidos.

Tabla 27. Datos del pronóstico

| Año | Mes | Datos | Pronóstico |
|------|-----|-------|------------|
| 2023 | 1 | 1310 | - |
| 2023 | 2 | 1295 | - |
| 2023 | 3 | 1265 | - |
| 2023 | 4 | 1275 | - |
| 2023 | 5 | 1275 | - |
| 2023 | 6 | 1310 | - |
| 2023 | 7 | 1310 | - |
| 2023 | 8 | 1250 | - |

| Año | Mes | Datos | Pronóstico |
|------------|------------|--------------|-------------------|
| 2023 | 9 | 1291 | - |
| 2023 | 10 | 1285 | - |
| 2023 | 11 | 1277 | - |
| 2023 | 12 | 1285 | - |
| 2024 | 1 | 1310 | - |
| 2024 | 2 | 1295 | - |
| 2024 | 3 | 1265 | - |
| 2024 | 4 | 1275 | - |
| 2024 | 5 | 1275 | - |
| 2024 | 6 | 1310 | - |
| 2024 | 7 | 1310 | - |
| 2024 | 8 | 2069 | - |
| 2024 | 9 | 1999 | - |
| 2024 | 10 | 2076 | - |
| 2024 | 11 | 2038 | - |
| 2024 | 12 | 2049 | - |
| 2025 | 1 | - | 2148 |
| 2025 | 2 | - | 2098 |
| 2025 | 3 | - | 1991 |
| 2025 | 4 | - | 1949 |
| 2025 | 5 | - | 1892 |
| 2025 | 6 | - | 1890 |
| 2025 | 7 | - | 2227 |
| 2025 | 8 | - | 2318 |
| 2025 | 9 | - | 2349 |
| 2025 | 10 | - | 2373 |
| 2025 | 11 | - | 2376 |
| 2025 | 12 | - | 2420 |

Los datos obtenidos del pronóstico muestran un comportamiento creciente en comparación con los históricos, de forma general la producción estimada gracias al pronóstico fue de 2170 unidades mensuales en promedio.

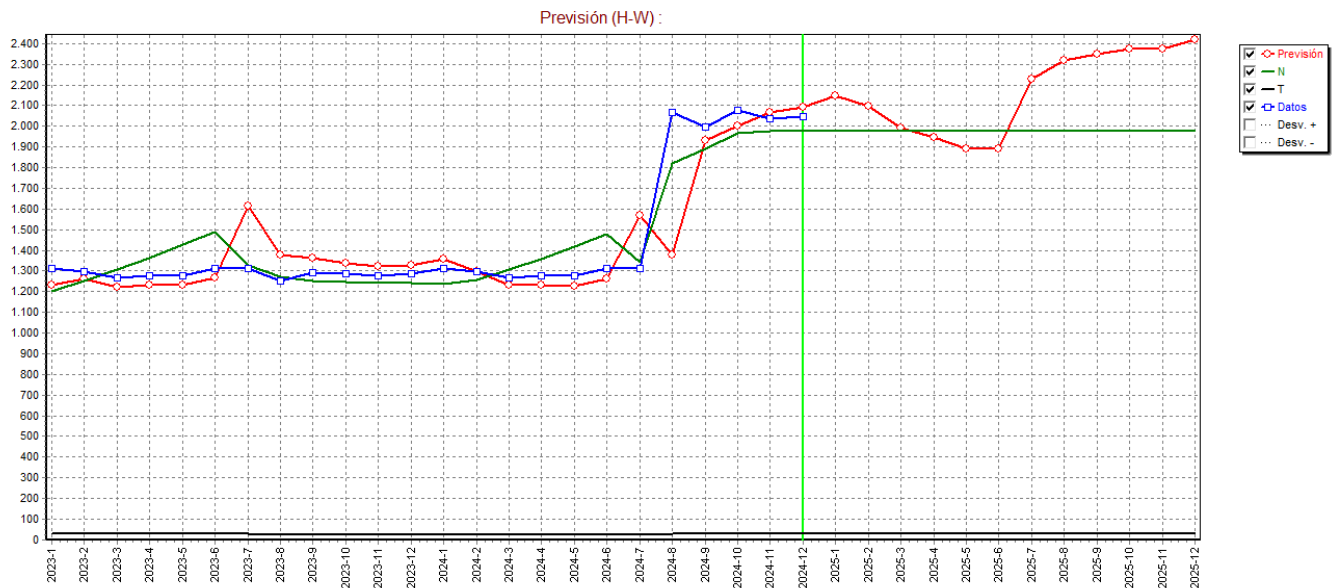


Figura 30. Gráfico de la previsión

En la figura 30 se muestra la comparación entre los datos históricos de demanda (línea azul) y la proyección (línea roja), evidenciando un patrón medianamente estable de demanda entre los inicios de 2023 y mediados de 2024, pero a partir del segundo semestre de 2024 se aprecia un cambio significativo en el comportamiento de la demanda, la previsión indica que para el 2025 se presentaría nuevamente un incremento a mediados de año como sucedió en el 2024, con todo esto, es importante que Lácteos San Miguel se prepare para poder alcanzar los niveles de producción que permitan cumplir con la demanda prevista.

4.1.3.2 Elaboración del plan agregado

Existen diferentes estrategias al momento de elaborar un plan agregado de producción, para el caso de este estudio se ha considerado realizar la comparación de dos planes agregados, uno elaborado bajo la estrategia de nivelación y otro bajo la estrategia de persecución

4.1.3.2.1 Estrategia de nivelación

En la tabla 28 se presentan los datos necesarios para elaborar el plan agregado de producción bajo la estrategia de nivelación, es importante mencionar que para el

desarrollo de los planes agregados se toma en cuenta una jornada laboral de 8 días mensuales, esto debido a que solo se produce queso dos veces por semana.

Tabla 28. Datos para el plan agregado

| Datos para el plan agregado | | |
|------------------------------------|----------|--------------|
| Producción promedio por operario | 87 | Diario |
| Operarios actuales iniciales | 3 | Trabajadores |
| Costo diario por jornal | \$15,75 | Diario |
| Costo por contratar | \$645,2 | Empleado |
| Costo por despedir | \$117,5 | Empleado |
| Costo por almacenar | \$0,0096 | Unidad |
| Costo por faltantes | \$0,37 | Unidad |
| Inventario inicial | 10 | Unidad |
| Horas por jornada de trabajo | 16 | Horas |

Una vez establecidos los datos para el desarrollo del plan agregado bajo la estrategia de nivelación, se procede con la elaboración como se muestra en la tabla 29.

Tabla 29. Plan agregado de producción – Estrategia de nivelación

| PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN - MÉTODO DE NIVELACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEPT | OCT | NOV | DIC | Total |
| Días laborales | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 96 |
| Demanda | 2148 | 2098 | 1991 | 1949 | 1892 | 1890 | 2227 | 2318 | 2349 | 2373 | 2376 | 2420 | 26017 |
| Unidades por operario | 696 | 696 | 696 | 696 | 696 | 696 | 696 | 696 | 696 | 696 | 696 | 696 | 8352 |
| Operarios requeridos | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Operarios actuales | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| Operarios contratados | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Operarios despedidos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Operarios utilizados | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 36 |
| Unidades producidas | 2088 | 2088 | 2088 | 2088 | 2088 | 2088 | 2088 | 2088 | 2088 | 2088 | 2088 | 2088 | 25056 |
| Unidades disponibles | 2098 | 2088 | 2088 | 2187 | 2328 | 2526 | 2726 | 2583 | 2358 | 2098 | 2088 | 2088 | 27257 |
| Inventario | 0 | 0 | 99 | 240 | 438 | 638 | 495 | 270 | 10 | 0 | 0 | 0 | 2191 |
| Unidades faltantes | 49 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 274 | 288 | 332 | 951 |

| COSTOS DE PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEPT | OCT | NOV | DIC | Total |
| Por contratar | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Por despedir | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Por mano de obra | 378 | 378 | 378 | 378 | 378 | 378 | 378 | 378 | 378 | 378 | 378 | 378 | 4536 |
| Por almacenar | 0 | 0 | 1 | 2 | 4 | 6 | 5 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 |
| Por faltantes | 18 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 101 | 106 | 123 | 352 |
| Costo total | \$ 396 | \$ 381 | \$ 379 | \$ 380 | \$ 382 | \$ 384 | \$ 383 | \$ 381 | \$ 378 | \$ 479 | \$ 484 | \$ 501 | \$ 4.909 |

El plan de producción posee un enfoque en la estrategia de nivelación, tiene como objetivo mantener una producción mensual constante de 2088 unidades y un equipo de 3 operarios a lo largo del año, sin necesidad de contratar o despedir personal. Existen meses en los que la producción no satisface completamente la demanda generando faltantes, en otros meses se acumula inventario para equilibrar la situación, como sucede en abril, mayo y junio. A pesar de generar algunos costos por almacenamiento y faltantes, el plan logra mantener los costos laborales bajo control y evita gastos adicionales por contrataciones o despidos, alcanzando un costo total anual de \$4909. Además se calculó el rendimiento de este plan para cada mes, la tabla 30 muestra esta información, detallando que el rendimiento con este plan es del 100% durante todo el año.

Tabla 30. Rendimiento del plan - Nivelación

| Mes | Rendimiento |
|-----------------------------|--------------------|
| enero | 100% |
| febrero | 100% |
| marzo | 100% |
| abril | 100% |
| mayo | 100% |
| junio | 100% |
| julio | 100% |
| agosto | 100% |
| septiembre | 100% |
| octubre | 100% |
| noviembre | 100% |
| diciembre | 100% |
| Rendimiento promedio | 100% |

4.1.3.2.2 Estrategia de persecución

En la tabla 31 se presentan los datos requeridos para elaborar en plan agregado de producción bajo la estrategia de persecución.

Tabla 31. Datos para el plan agregado

| Datos para el plan agregado | | |
|------------------------------------|----------|--------------|
| Producción promedio por operario | 87 | Diario |
| Operarios actuales iniciales | 3 | Trabajadores |
| Costos diario por jornada | \$15,75 | Diario |
| Costo por contratar | \$645,2 | Empleado |
| Costo por despedir | \$117,5 | Empleado |
| Costo por almacenar | \$0,0096 | Unidad |
| Costo por faltante | \$0,37 | Unidad |
| Horas por jornada de trabajo | 16 | Horas |

Una vez establecidos los datos, se procede con la elaboración del plan agregado como se muestra en la tabla 32.

Tabla 32. Plan agregado de producción – Estrategia de persecución

| PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN - MÉTODO PERSECUSIÓN INVENTARIO CERO | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEPT | OCT | NOV | DIC | Total |
| Días laborales | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 96 |
| Demanda | 2148 | 2098 | 1991 | 1949 | 1892 | 1890 | 2227 | 2318 | 2349 | 2373 | 2376 | 2420 | 26017 |
| Unidades por operario | 696 | 696 | 696 | 696 | 696 | 696 | 696 | 696 | 696 | 696 | 696 | 696 | 8352 |
| Operarios requeridos | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| Operarios actuales | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| Operarios contratados | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Operarios despedidos | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Operarios utilizados | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 44 |
| Unidades producidas | 2148 | 2098 | 1991 | 1949 | 1892 | 1890 | 2227 | 2318 | 2349 | 2373 | 2376 | 2420 | 26017 |
| Inventario | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Unidades faltantes | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| COSTOS DE PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------|-----|-------|-----|-----|-----|--------|-----|------|-----|-----|-----|--------|
| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEPT | OCT | NOV | DIC | Total |
| Por contratar | 645,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 645,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1290,4 |
| Por despedir | 0 | 0 | 117,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 117,5 |
| Por mano de obra | 504 | 504 | 378 | 378 | 378 | 378 | 504 | 504 | 504 | 504 | 504 | 504 | 5544 |
| Por almacenar | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Por faltantes | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Costos total | 1149,2 | 504 | 495,5 | 378 | 378 | 378 | 1149,2 | 504 | 504 | 504 | 504 | 504 | 6951,9 |

El plan de producción presentado sigue una estrategia de persecución, donde la capacidad y la fuerza laboral se ajustan cada mes para alinearse con la demanda exacta, evitando así tanto el exceso de inventario como los faltantes, en este caso, la producción mensual varía según los requerimientos, con operarios contratados y despedidos lo que refleja ajustes precisos en la mano de obra. Los costos totales ascienden a \$6,951.9, sin incurrir en gastos por almacenamiento o faltantes. Además, en la tabla 33 se presenta el rendimiento de este plan que anualmente posee un rendimiento promedio del 85,41%.

Tabla 33. Rendimiento del plan - Persecución

| Mes | Rendimiento |
|-----------------------------|--------------------|
| enero | 77% |
| febrero | 75% |
| marzo | 95% |
| abril | 93% |
| mayo | 91% |
| junio | 90% |
| julio | 80% |
| agosto | 83% |
| septiembre | 84% |
| octubre | 85% |
| noviembre | 85% |
| diciembre | 87% |
| Rendimiento promedio | 85,41% |

Una vez que se desarrollaron los planes aplicando ambas estrategias, es necesario elegir el que mejor se adapte a la situación, en este caso comparando el rendimiento y el costo del plan, conviene aplicar el plan agregado bajo la estrategia de nivelación, pues su rendimiento es del 100% y su costo total es de \$4908 comparado con los \$6951 del plan con estrategia de persecución, además el plan elegido se adapta mejor a la situación de Lácteos San Miguel, pues actualmente no es posible modificar la cantidad de operarios para contratar o despedir, teniendo que mantener una fuerza de trabajo constante en la mayoría de ocasiones.

4.1.3.3 Modelo de Simulación

4.1.3.3.1 El problema

La empresa Lácteos San Miguel enfrenta una serie de limitaciones operativas en su sistema de producción, lo que afecta directamente en su productividad, dispone de maquinaria básica y mano de obra limitada por lo que se han detectado procesos que sufren de tiempos de ejecución excesivos.

El diseño del modelo se realizó con ayuda del software Flexsim como se determinó en el marco teórico, este modelo de simulación permitió realizar una representación del sistema productivo y poder analizar el comportamiento del sistema ante unas determinadas condiciones, en este caso, el modelo simula los procesos operativos que intervienen en el proceso de producción del queso amasado en la empresa

Lácteos San Miguel. Con ayuda del modelo de simulación es posible detectar cuellos de botella e implementar mejoras que aumenten la productividad.

4.1.3.3.2 Procesos del modelo

Para el desarrollo de la simulación es necesario establecer los procesos que van a desarrollarse dentro del modelo.

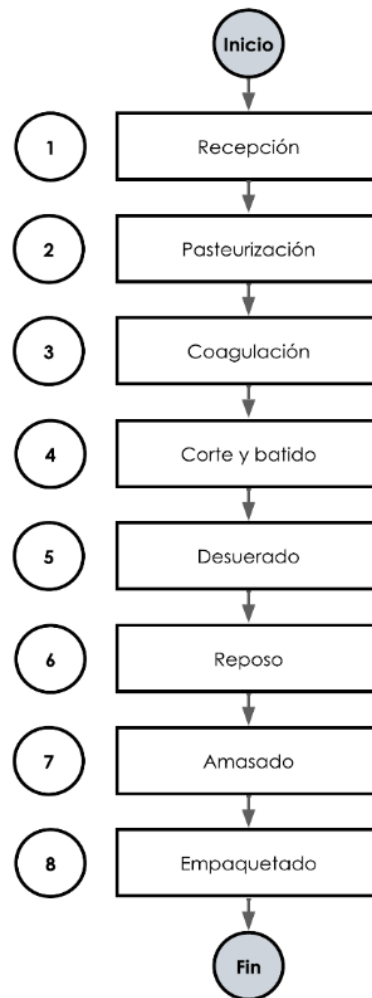


Figura 31. Diagrama de procesos para la simulación

Todos los procesos mostrados en la figura 31 contienen subprocesos que se describen a continuación:

1. Recepción: el proceso inicia con la llegada del camión hasta la empresa, después se procede a realizar la prueba de calidad de la leche, si la leche es apta se traslada hasta el interior de la planta, caso contrario se rechaza.
2. Pasteurización: la leche se lleva hasta la marmita que tiene una capacidad máxima para almacenar 540 litros de leche, aquí se hierve hasta que la leche alcance una temperatura de 65°C, este proceso lleva alrededor de 4 horas

debido a la cantidad limitada de marmitas, para finalizar este proceso la leche se deja enfriar.

3. Coagulación: una vez que la leche se deja enfriar lo suficiente se añade la cantidad de cuajo de acuerdo con la cantidad de leche que se haya pasteurizado, después se deja en reposo hasta que se coagule la leche y se forme la cuajada.
4. Corte y batido: una vez que se haya formado la cuajada el operario hace uso de la lira de corte para cortar la cuajada, es necesario que se haga de forma suave y con movimientos lentos para poder obtener un corte en forma de haba.
5. Desuerado: al final el proceso de corte y batido el operario hace uso de una bomba y una manguera para desuerar la cuajada, el suero extraído se llena en canecas que se encuentran ubicadas en el área de recepción.
6. Reposo: una vez finalizado el desuerado, el operario traslada la cuajada hasta las mesas donde las deja reposar durante un tiempo aproximado de 1 hora, transcurrido este tiempo se añaden la sal y preservantes a la cuajada para pasar al siguiente proceso.
7. Amasado: con la cuajada salada y puesta los preservantes se comienza a amasar, para ello se emplea un molino que tienen adaptado un motor, la capacidad de este molino es de apenas 3kg, como resultado se obtiene el queso que se va colocando en los moldes para ser almacenado en los refrigeradores durante 9 horas.
8. Empaquetado: transcurridas las 9 horas, los quesos son retirados de los moldes para pasar a la parte final donde se empaquetan y se sellan al vacío, además se colocan las etiquetas correspondientes de acuerdo con la presentación del queso y se almacena el producto terminado en los refrigeradores para su venta.

4.1.3.3.3 Variables de la simulación

El modelo de simulación incluye tres tipos de variables clave: las variables de entrada, las variables de proceso y las variables de salida, estas variables ayudaron a estructurar y representar de manera efectiva cómo funciona el sistema productivo, además de permitir evaluar su rendimiento en diferentes condiciones. A continuación, en la tabla 34 se muestra una descripción de las variables de entrada.

Tabla 34. Variables de entrada

| Variable | Unidad | Descripción |
|----------------------------------|------------------------------|--|
| Cantidad de leche recibida | Litros/día | Volumen de materia prima que ingresa para la producción. |
| Número de operarios | Personas | Recurso humano que interviene en el proceso productivo. |
| Capacidades de maquinaria | Litros, kilogramos, unidades | Determina la cantidad máxima de producto que puede procesar una máquina. |
| Cantidad de empaques y Etiquetas | Unidades | Determina la cantidad de insumos necesarios para empaquetar el producto final. |

Las variables de entradas que se usaron para el modelo definieron los parámetros iniciales que alimentan el modelo, la cantidad de leche recibida establece el volumen diario de materia prima disponible, lo cual condiciona la capacidad máxima de producción, el número de operarios influye directamente en la velocidad y la eficiencia de ejecución de los procesos, mientras que las capacidades de las maquinarias disponibles determinan los límites físicos del procesamiento.

Por otro lado, en la tabla 35 se muestran las variables de proceso empleadas para el desarrollo de la simulación.

Tabla 35. Variables de proceso

| Variable | Unidades | Descripción |
|-----------------------------------|--------------------|--|
| Tiempo de procesamiento por tarea | Minutos | Determina el tiempo de ejecución para cada operación. |
| Asignación de operarios | Personas por tarea | Determina el número de trabajadores requeridos para cada proceso específico. |

Las variables de proceso permitieron modelar la dinámica interna del sistema, el tiempo de procesamiento por tarea determina la duración de cada operación, siendo esencial al momento de identificar cuellos de botella, mientras que la asignación de operarios influye directamente en la ejecución de los procesos,

especialmente en aquellos que se necesita obligatoriamente de intervención manual.

Finalmente, en la tabla 36 se encuentran descritas las variables de salida para la simulación.

Tabla 36. Variables de salida

| Variable | Unidad | Descripción |
|-------------------------------------|------------------|---|
| Unidades de queso producidas | Unidades/jornada | Cantidad de productos terminados al final del proceso. |
| Tiempo total de ciclo de producción | Minutos | Tiempo que tarda una unidad desde la entrada hasta el almacenamiento. |
| Utilización de maquinaria | % | Nivel de ocupación de maquinaria durante la simulación. |

Las variables de salida indican los resultados obtenidos a partir del flujo de entrada y del comportamiento interno del sistema. La cantidad de unidades de queso producidas es el principal indicador de rendimiento, el tiempo total de ciclo de producción permite conocer la eficiencia del sistema, por otro lado, la utilización de la maquinaria brinda información acerca de posibles sobrecargas o ineficiencias.

4.1.3.3.4 Definición de las distribuciones de probabilidad

Un modelo debe ser configurado correctamente trabajando con distribuciones de probabilidad que permitan obtener resultados fieles a la realidad y con un bajo nivel de error, en la tabla 37 se muestran las diferentes distribuciones calculadas para cada proceso.

Tabla 37. Distribuciones de probabilidad

| Tarea | Parámetros |
|---|---|
| Control de calidad | beta(14.411951, 15.809262, 2.441595, 3.651526, <stream>) |
| Recibir la leche y trasladar hacia las marmitas | loglaplace(28.313831, 3.996119, 3.920329, <stream>) |
| Encender las hornillas | erlang(1.800353, 0.020142, 21.000000, <stream>) |

| Tarea | Parámetros |
|--|--|
| Supervisar el tiempo de la pasteurización. temperaturas | weibull(238.862271, 2.546181, 4.373616, <stream>) |
| Adición del cuajo y homogeneizar la leche | johnsonbounded(8.828622, 12.155325, -1.310125, 1.633004, <stream>) |
| Esperar la coagulación de la leche | johnsonbounded(60.008629, 74.633865, 0.652464, 0.767620, <stream>) |
| Cortar y batir la cuajada | beta(41.499082, 49.280856, 0.626569, 0.794220, <stream>) |
| Quitar el exceso del suero de la cuajada | beta(87.272299, 122.084907, 1.076143, 1.833934, <stream>) |
| Pasar la cuajada a las mesas de desuerado y escurrir | loglplace(0.000000, 62.409987, 22.692312, <stream>) |
| Dejar reposar la cuajada | johnsonbounded(19.948563, 20.513223, -0.661750, 0.893799, <stream>) |
| Adición de sal y preservantes | johnsonbounded(13.397827, 17.305628, 0.429033, 0.526043, <stream>) |
| Amasar y llenar los moldes con la cuajada | beta(92.023978, 115.357136, 1.529237, 2.007325, <stream>) |
| Dejar reposar los moldes con la cuajada en refrigeración | - |
| Retirar los quesos de los moldes | loglogistic(0.000000, 36.929720, 27.286972, <stream>) |
| Empaquetar y almacenar los quesos | weibull(169.506090, 26.810645, 3.928841, <stream>) |

Las distribuciones de probabilidad para la simulación fueron determinadas con ayuda de ExpertFit que permite cargar un archivo de datos con el que se evalúan y filtran las distribuciones hasta quedarse con la que mejor describe a los datos.

4.1.3.3.5 Modelo de simulación – situación actual

La simulación se llevó a cabo utilizando ítems discretos, cada ítem representa un litro de leche, este método fue elegido por la siguiente razón: flexsim permite trabajar con elementos propios de fluidos, sin embargo estos no permiten analizar de forma correcta los tiempos de producción, por ello se tomó la decisión de usar ítems discretos, cada máquina se encuentra configurada de acuerdo a la realidad, también el tiempo de duración de un ciclo de producción coincide con el tiempo de

producción real, de esta manera se puede centrar en mejorar los tiempos de producción.

A continuación, se describe cada proceso con los elementos empleados para su representación, además para un mejor funcionamiento del modelo se ha optado por dividirlo en tres partes:

Procesamiento de la leche

Dentro de esta etapa se han incluido todas las tareas que involucran el acondicionamiento de la leche hasta que se transforme en cuajada, por ello esta etapa se compone del control de calidad, el traslado de la leche hasta la marmita, la pasteurización, la adición de cuajo, coagulación y finalmente el desuerado.

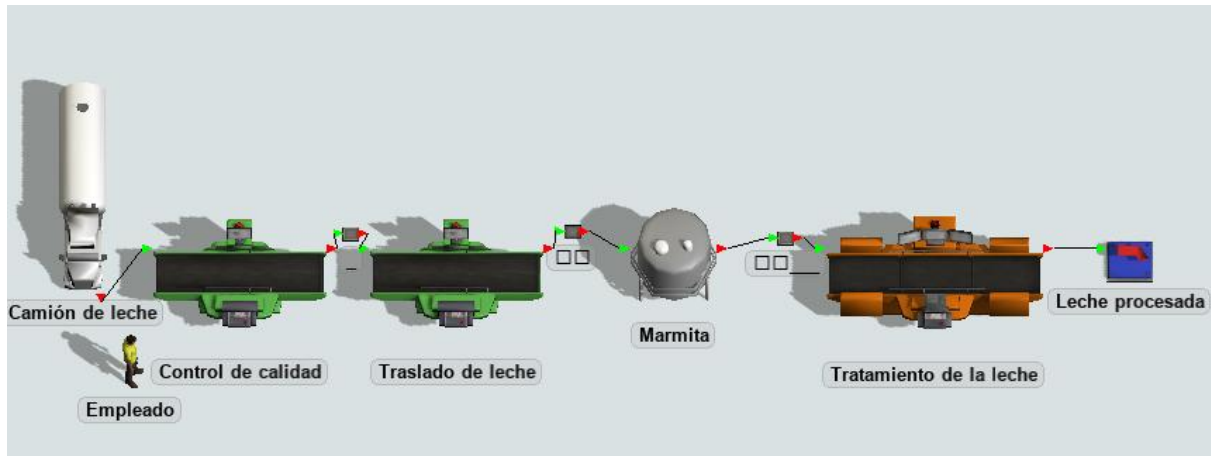


Figura 32. Modelo de simulación – Etapa de procesamiento de la leche

En la figura 32 se muestra la representación de la primera etapa, para ello se emplearon diferentes objetos entre los que se encuentran: un *source* que se encarga de proporcionar la cantidad de leche deseada, además de procesadores y un multiprocesador que representan diferentes tareas, finalmente un *sink* que permite verificar la cantidad de leche procesada en esta etapa.

Procesamiento de la cuajada

Esta segunda etapa involucra todas las actividades que permiten procesar la cuajada hasta transformarla en queso, es así como esta etapa se compone de actividades como pasar la cuajada hasta las mesas, el reposo y la adición de sal y preservantes.



Figura 33. Modelo de simulación – Etapa de procesamiento de la cuajada

En la figura 33 se muestra los objetos usados para representar la segunda etapa, entre estos se tiene nuevamente un *source* que se encarga de suministrar la cuajada al sistema, así como los respectivos procesadores que representan cada actividad y al final un *sink* para controlar la cantidad de cuajada procesada.

Procesamiento del queso

Esta es la etapa final del modelo, donde se acondiciona el queso para lograr tener el producto final, las actividades desarrolladas aquí son el amasado, moldeado, desmoldado y empaquetado.

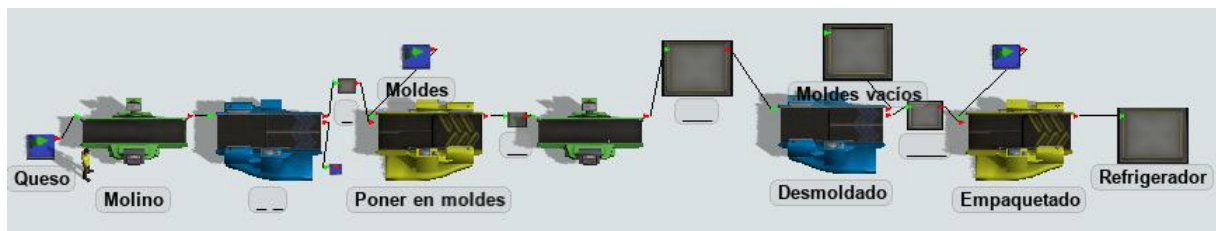


Figura 34. Modelo de simulación – Etapa de procesamiento del queso

En la figura 34 se muestra la tercera etapa del modelo, esta es una de las más largas pues involucra más elementos y actividades, iniciando con un *source* que suministra el queso listo para ser molido, posteriormente se usa un *separator* y *combiner* para simular el proceso de moldeado, además un procesador simula una espera larga de 540 minutos y finalmente usando otro *separator* y *combiner* se realiza el desmoldado y empaquetado, finalmente un *queue* que representa el refrigerador es el encargado de almacenar el producto terminado.

4.1.3.3.6 Análisis del modelo actual

- Materia prima utilizada

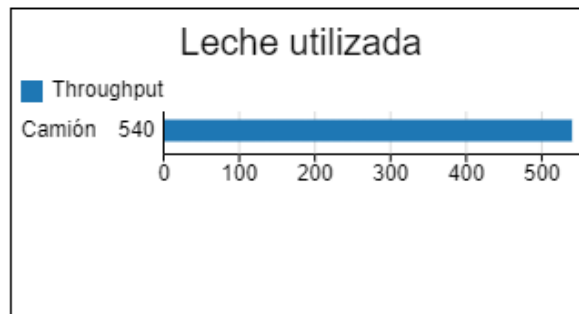


Figura 35. Cantidad de leche usada en la producción

En la figura 35, se presenta el volumen total de leche utilizada durante un día de trabajo en la planta de Lácteos San Miguel, se observa que el sistema tiene una capacidad limitada para recibir y procesar leche, lo que está principalmente determinado por la disponibilidad de marmitas, esta limitación provoca una restricción desde las primeras etapas.

- Uso de maquinaria y operario

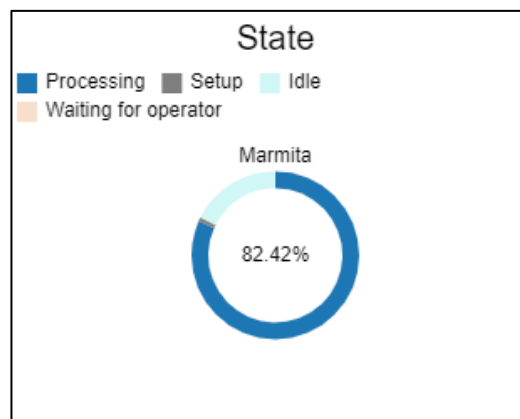


Figura 36. Uso de la marmita

La figura 36 ilustra cómo se está utilizando la marmita, el análisis muestra que esta maquinaria está siendo utilizada en un alto porcentaje, lo que pone de manifiesto un evidente cuello de botella durante la etapa de pasteurización. Esta situación se debe a la combinación de una capacidad limitada de 540 litros y un tiempo de procesamiento prolongado alrededor de 4 horas por lote, lo que restringe considerablemente la cantidad de producción diaria, además, el gráfico indica que la marmita está en funcionamiento casi todo el tiempo, con muy pocos momentos de inactividad, lo que sugiere una alta demanda de su funcionamiento.

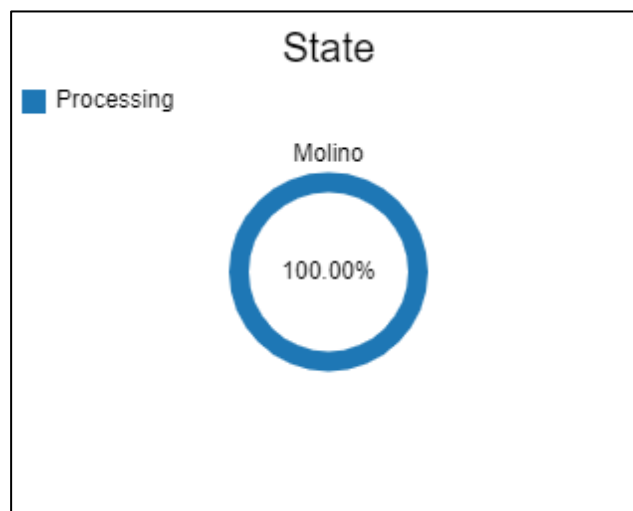


Figura 37. Uso del molino

En la figura 37, se analiza el uso del molino, los datos muestran que la maquinaria se utiliza al 100% durante el proceso de amasado, su baja capacidad operativa limita la eficiencia del modelo.

- Unidades producidas

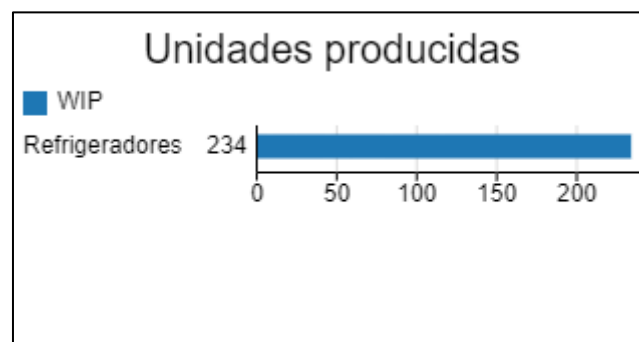


Figura 38. Cantidad de quesos producidos

La figura 38 muestra cuántas unidades de queso amasado se pueden producir en un día de trabajo con el modelo actual, el análisis revela que el rendimiento es limitado,

y esto está directamente relacionado con las restricciones que se han observado en etapas anteriores, como la pasteurización y el amasado

- Tiempo de ciclo

Run Time: 7:47:44 16/5/2025 [1427.74]

Figura 39. Tiempo de ciclo de producción

La figura 39 ilustra el tiempo total que toma el ciclo de producción, es decir, el tiempo que necesita para transformar la materia prima en un lote de quesos listo para la venta, este aspecto permite evaluar la eficiencia general del modelo, al analizarlo, se observa que el tiempo de ciclo es bastante elevado. Para producir un lote de 234 unidades se necesitan alrededor de 23,78 horas, este tiempo excesivo limita a la empresa para responder a la demanda del mercado y en la utilización eficiente de los recursos.

4.1.3.3.7 Modelo de simulación – Evaluación de escenarios

Los diferentes escenarios propuestos para modificar parámetros se enfocan principalmente en dos procesos, el primero de ellos es el proceso de pasteurización pues este representa una de las mayores demoras en el proceso productivo, y en segundo lugar, se encuentra el proceso de empaquetado, esto debido a que solo se cuenta con una empacadora y esto genera un cuello de botella que limita la producción.

Pasteurización

En el proceso de pasteurización la maquinaria principal que se emplea es la marmita, por ello se han establecido dos escenarios posibles, en el primero de ellos la pasteurización se realiza con una sola marmita, en cambio, en el escenario dos se propone el uso de una marmita adicional, con todo esto se obtuvieron los siguientes resultados.



Figura 40. Comparación de escenarios en la pasteurización

Como se observa en la figura 40 se tomó como medida de rendimiento la cantidad de leche pasteurizada, así pues, se puede observar que para el escenario 1 la capacidad es limitada teniendo que se procesan 540 litros de leche, pero para el escenario dos esta cantidad es de 1080 litros de leche evidenciando que adquirir una marmita permitiría pasteurizar el doble de leche.

Empaquetado

En el proceso de empaquetado se propuso como posible escenario de mejora el incrementar una empaquetadora, pues de esta manera se espera que la cantidad de quesos empaquetados aumente, es así que para el escenario uno se usó una empaquetadora y para el escenario dos se incrementó una más.

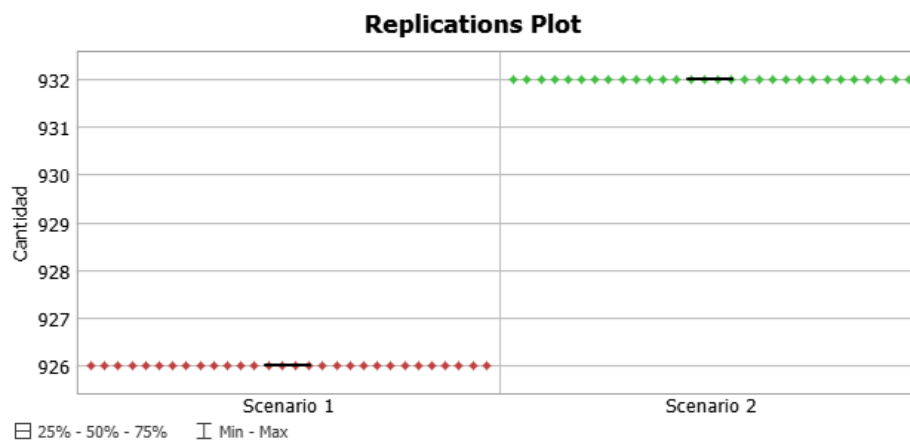


Figura 41. Comparación de escenarios de empaquetado

En la figura 41 se puede observar la comparación de los diferentes escenarios en el proceso de empacado, la medida de rendimiento es la cantidad de unidades empacadas, como se aprecia para el caso del escenario 2 la cantidad de unidades es ligeramente superior con 932 unidades en comparación con el escenario 1 donde se empacan 926, esto significa que el uso de una nueva empacadora si ayuda a incrementar la productividad de queso, aunque no es tan notorio y significativo el cambio.

4.1.3.3.8 Comparativa de la productividad de los modelos

La comparación de la productividad del modelo actual con el modelo que ofrece diferentes escenarios de mejora se realizó tomando en cuenta el tiempo total de producción que marca cada modelo, además del número de unidades producidas que para ambos casos se estableció un promedio de 260 quesos. En la tabla 38 se muestra la comparativa de la productividad calculada.

Tabla 38. Comparación de la productividad entre modelos

| | Índice de productividad |
|------------------|--------------------------------|
| Modelo actual | 18,21 |
| Modelo propuesto | 19,25 |

Para poder determinar el nivel de productividad de cada modelo se tomó en cuenta el tiempo total de ciclo para cada caso, el proceso actual tiene una duración de 1427,74 minutos equivalente a 23,79 horas, para el caso del proceso propuesto el tiempo de ciclo se ha reducido revelando una leve mejora, pues el tiempo de ciclo total del modelo propuesto es de 1350,37 minutos equivalente a 22,51 horas. Así pues, al calcular la productividad se tiene que para modelo actual su índice es de 18,21 puntos, mientras que para el modelo propuesto es de 19,25 puntos, esto refleja que la productividad en el nuevo modelo se ha incrementado en 1,04 puntos, a simple vista puede parecer un valor poco significativo, sin embargo, a gran escala hasta la más mínima mejora puede generar una mayor cantidad de utilidades.

4.1.3.3.9 Propuestas de mejora

Acciones Propuestas

1. Aplicar el plan agregado de producción bajo la estrategia de nivelación

La empresa requiere aplicar un plan agregado de producción para lograr determinar con precisión la cantidad de unidades que se debe producir, garantizando un cumplimiento de la demanda y la optimización de recursos. En la tabla 39 se presenta una comparación del rendimiento y el costo de cada plan agregado.

Tabla 39. Comparación de los planes agregados de producción

| Estrategia | Rendimiento | Costo anual | Unidades producidas al año |
|-------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|
| Nivelación | 100% | \$4909 | 25056 |
| Persecución | 85,41% | \$6951,90 | 26017 |

De acuerdo con la comparación presentada, se puede determinar que para la empresa es más beneficioso adoptar la estrategia de nivelación como su política de producción. Esto implicaría mantener una producción mensual constante de 2088 unidades, con un equipo de tres trabajadores fijos durante todo el año, además, esta estrategia de nivelación asegura un rendimiento del 100% y un costo anual total de \$4909, que es más bajo que el costo de la estrategia de persecución, que asciende a \$6951,90 y ofrece un rendimiento inferior, también, esta estrategia se ajusta a la realidad de la empresa, que no tiene la flexibilidad para contratar o despedir personal.

2. Adquisición de una Marmita y una empacadora adicionales

El proceso de pasteurización representa el cuello de botella más tardado del proceso, pues la capacidad de la marmita actual es solo de 560 litros provocando tiempos de espera extensos y restringiendo la producción diaria; la simulación reveló que, al incorporar una segunda marmita, se puede duplicar la cantidad de leche procesada, pasando de 540 litros a 1080 litros al día.

El impacto de incorporar una nueva empacadora es menor que el de la marmita, de igual manera que en el caso anterior la simulación revela que se puede incrementar

la capacidad de empaquetado en 0,64 puntos, además en la tabla 40 se presentan los costos de implementación para esta mejora.

Tabla 40. Costos de adquirir nueva maquinaria

| Maquinaria | Costo |
|-------------------|---------------|
| Marmita | \$2100 |
| Empacadora | \$1500 |
| Total | \$3600 |

Se realizó un análisis de los costos implicados en la adquisición de nueva maquinaria, el costo total de esta mejora es de \$3600 dólares, esto resulta ser un valor considerablemente alto para la situación en la que la planta se encuentra actualmente, pero por ello se deja a consideración esta nueva alternativa que permitirá tener un mejor rendimiento productivo.

3. Nueva distribución de planta

La planta de producción de Lácteos San Miguel presenta un espacio limitado, sin embargo, a pesar de eso se ha decidido replantear la distribución de la planta en donde las principales modificaciones fueron: la marmita se ha reubicado a la entrada de la zona de producción, así mismo las mesas de desuerado y el molino se han movido cerca del área de lavado para que sea más fácil para los operarios mantener una buena limpieza durante los procesos donde se requiera una mayor manipulación de la cuajada y el queso, finalmente las gavetas se han desplazado a un rincón sobrante para que no entorpezcan los movimientos.

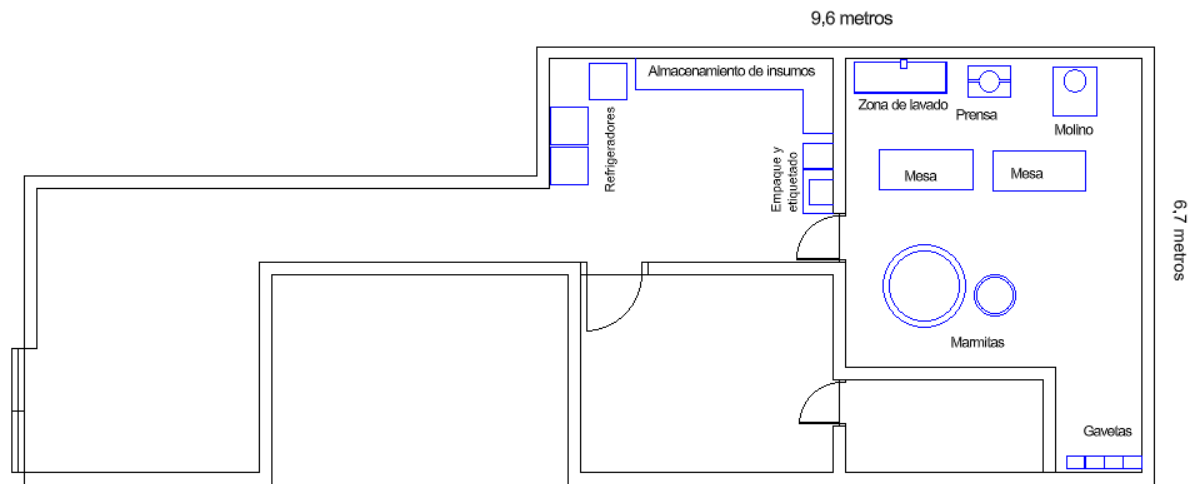


Figura 42. Diseño de Layout propuesto

En la figura 42 se muestra el nuevo diseño para la distribución de planta, además, se han considerado varios factores para valorar la situación actual con la propuesta, así pues, en la tabla 41 se muestra la comparación de las dos distribuciones, por ello se ha asignado una calificación a cada aspecto donde 1 es lo más bajo y 5 la calificación más alta.

Tabla 41. Aspectos para evaluar el diseño actual vs el propuesto

| Aspecto | Diseño actual | Diseño propuesto |
|----------------------------|---------------|------------------|
| Aprovechamiento de espacio | 4,5 | 4,5 |
| Comodidad del personal | 3,5 | 4 |
| Flujo de materiales | 3 | 4 |
| Facilidad de supervisión | 3 | 4 |
| Estética y orden | 3,5 | 4 |
| Costo | 5 | 5 |
| Total | 22,5 | 25,5 |

De acuerdo con la evaluación realizada, se puede apreciar que el diseño actual posee una calificación de 22,5 puntos, mientras que el propuesto tiene 25,5 puntos, esto se debe principalmente a que con el diseño propuesto se pretende mejorar el flujo de materiales al mover la marmita para que queden más cerca de la entrada,

además esto contribuye a la comodidad del personal pues la distancia que debe recorrer para dejar la leche en el interior de la planta es menor, la supervisión también mejora pues en ocasiones no será necesario estar alado de las marmitas, sino que será posible realizar una inspección visual desde la oficina y finalmente con este nuevo diseño la planta tendrá una mejor estética y organización general.

4. Programa de Capacitación para el Personal

Se propuso la implementación de un programa de capacitación para los empleados sobre la planificación de la producción y el manejo de herramientas tecnológicas para registrar y administrar la información relacionada con los costos, demanda y rentabilidad, con ello se puede planificar la producción de manera ordenada y anticiparse a posibles cambios en la demanda del mercado.

A continuación, en la tabla 42 se muestra el desarrollo de un cronograma para llevar a cabo la capacitación.

Tabla 42. Cronograma de la capacitación

| Tema | Hora | Actividad | Responsable |
|---|--------------|--|--------------------|
| Día 1: Uso de herramientas tecnológicas | 8h00 – 8h15 | Registro y bienvenida | Gerente general |
| | 8h15 – 9h15 | Módulo 1: introducción al uso de herramientas digitales | Instructor de TICs |
| | 9h15 – 11h15 | Módulo 2: manejo de hojas de registro de producción y demanda en Excel | Instructor de TICs |
| | 11h15 – 13h | Módulo 3: Automatización básica de fórmulas y gráficos | Instructor de TICs |
| Día 2: Planificación de la producción | 13h – 13h15 | Cierre de la capacitación | Gerente General |
| | 8h00 – 8h15 | Registro y bienvenida | Jefe de producción |
| | 8h15 – 9h15 | Módulo 4: Fundamentos de la planificación de producción | Instructor externo |
| | 9h15 – 11h15 | Módulo 5: Pronósticos de demanda | Instructor externo |
| | 11h15 – 13h | Módulo 6: Elaboración de planes de producción | Instructor externo |
| | 13h – 13h15 | Cierre de la capacitación | Jefe de producción |

El programa de capacitación está pensado para desarrollarse en dos días, abarca temáticas relacionadas con el manejo de herramientas tecnológicas para el registro y manipulación de información, posteriormente con estos conocimientos se pasa a la parte de planificación de la producción donde se aplican algunos conocimientos del primer tema, con todo esto el personal de Lácteos San Miguel logrará tener un mayor conocimiento para administrar y controlar la empresa de una manera más organizada y segura.

Finalmente, en la tabla 43 se presentan el presupuesto estimado para la realización de esta capacitación.

Tabla 43. Presupuesto estimado para la capacitación

| Detalle | Costo | Cantidad personas | Total |
|---------------------------------|----------------|--------------------------|--------------|
| Honorarios – Instructor de TICs | \$60 | 1 | \$60 |
| Honorarios – Instructor externo | \$50 | 1 | \$50 |
| Material de capacitación | \$10 / persona | 3 | \$30 |
| Insumos adicionales | \$5 / persona | 3 | \$15 |
| Costo Final | | | \$155 |

El presupuesto para la capacitación es de \$155 en total por los dos días de duración, se considera que el monto es reducido en comparación con los beneficios que esto puede traer porque sería de gran utilidad que aplique lo más pronto posible.

4.1.3.3.10 Plan de mejora integral

Objetivo del Plan de Mejora

Establecer un conjunto de acciones estratégicas enfocadas en mejorar la capacidad productiva de la empresa Lácteos San Miguel.

De acuerdo con los hallazgos del diagnóstico actual de Lácteos San Miguel, se ha visto la necesidad de poner en marcha un plan de mejora. Se centra en cuatro acciones: implementar un plan agregado de producción, adquirir maquinaria, reorganizar la planta y capacitar al personal, cada una de estas acciones aborda problemas específicos que surgieron durante la investigación, como cuellos de botella, limitaciones de espacio, falta de planificación de actividades. En la tabla 44 se muestra un resumen detallado del plan de mejora propuesto.

Tabla 44. Plan de mejora integral

| Actividad | Plazo de implementación | Costo estimado (USD) | Impacto esperado |
|--|-------------------------|----------------------|---|
| 1. Aplicación del plan agregado de producción bajo la estrategia de nivelación | 1 mes | \$0 | - Reducción de costos laborales variables. - Simplificación de la gestión del personal. |
| 2. Adquisición de nueva maquinaria | 6 – 8 meses | \$3600 | - Incremento de la capacidad de pasteurización. - Reducción de tiempos de empaquetado. - Aumento directo de la productividad general. |
| 3. Rediseño de la distribución de planta | 1 mes | \$0 | - Mejor flujo de materiales - Mayor comodidad del personal - Mejor organización de la planta |
| 4. Programa de capacitación para el personal | 1 semana | \$155 | - Aumento de la competencia técnica del personal. - Mejor control en las actividades de la empresa. |

El plan de mejora propuesto para la empresa Lácteos San Miguel es una estrategia que busca mejorar y fortalecer sus procesos productivos con el fin de incrementar la productividad, su puesta en marcha permitirá a la empresa mejorar su eficiencia, reducir costos innecesarios y fortalecer su competitividad en el mercado local.

4.1.3.4 Comprobación de hipótesis

4.1.3.4.1 Selección de datos

En la presente investigación se ha decidido utilizar como muestra para el contraste de hipótesis los costos de producción, pues están asociados directamente con la logística de producción y por parte de la productividad se tomaron los índices de productividad calculados de forma mensual como se detalla en la tabla 45.

Tabla 45. Datos utilizados para el análisis estadístico

| Mes | Costo de producción (\$) | Índice de Productividad (\$) |
|-----|--------------------------|------------------------------|
| 1 | 1353,720 | 0,96770 |
| 2 | 1339,000 | 0,96714 |
| 3 | 1307,840 | 0,96724 |
| 4 | 1318,610 | 0,96693 |
| 5 | 1319,610 | 0,96619 |
| 6 | 1355,290 | 0,96658 |
| 7 | 1355,960 | 0,96611 |
| 8 | 1294,070 | 0,96594 |
| 9 | 1336,030 | 0,96630 |

| Mes | Costo de producción (\$) | Índice de Productividad (\$) |
|------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| 10 | 1328,900 | 0,96697 |
| 11 | 1320,020 | 0,96741 |
| 12 | 1329,450 | 0,96657 |
| 13 | 1340,691 | 0,97711 |
| 14 | 1312,158 | 0,98692 |
| 15 | 1285,192 | 0,98429 |
| 16 | 1295,456 | 0,98421 |
| 17 | 1295,886 | 0,98388 |
| 18 | 1341,881 | 0,97624 |
| 19 | 1341,201 | 0,97674 |
| 20 | 2326,949 | 0,88915 |
| 21 | 2245,139 | 0,89037 |
| 22 | 2309,874 | 0,89875 |
| 23 | 2296,196 | 0,88755 |
| 24 | 2305,001 | 0,88894 |

En la tabla se muestran los datos respectivos que se emplearon para realizar el análisis estadístico, se han decidido tomar en cuenta los costos de producción y el índice de productividad de 24 meses, pues estos se relacionan directamente con las variables de estudio, además, al tener una información limitada y con un número de datos reducido, no se consideró necesario emplear métodos estadísticos adicionales para establecer la población y muestra.

4.1.3.4.2 Regresión lineal simple

Para el contraste de hipótesis se empleó un modelo de regresión lineal simple debido a que fue necesario analizar la incidencia de la variable independiente (logística de producción) y la variable dependiente (productividad), además, este modelo permitió conocer la calidad del ajuste de los datos a través del coeficiente de determinación, el nivel de confianza seleccionado fue del 95% y el desarrollo del modelo se llevó a cabo con ayuda de Minitab.

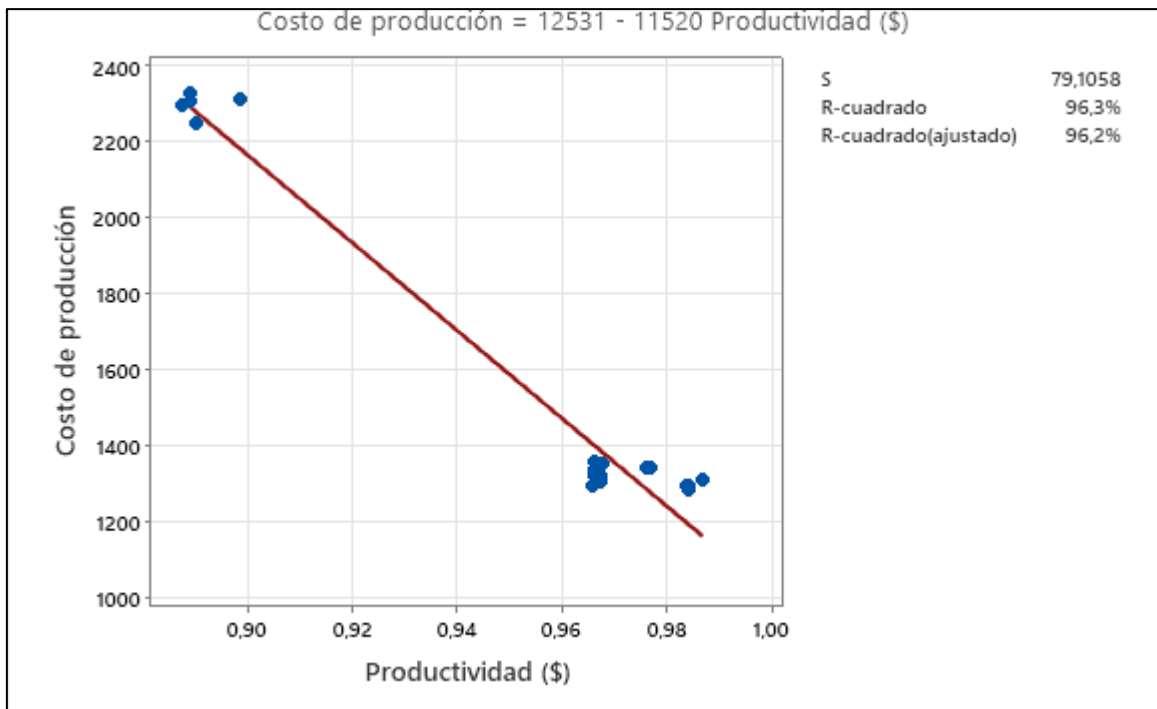


Figura 43. Gráfica de línea ajustada

Análisis de Varianza

| Fuente | GL | SC | MC | F | P |
|-----------|----|---------|---------|--------|-------|
| Regresión | 1 | 3613379 | 3613379 | 577,43 | 0,000 |
| Error | 22 | 137670 | 6258 | | |
| Total | 23 | 3751049 | | | |

Figura 44. Resumen del análisis de varianza para el modelo de regresión lineal simple

De acuerdo con la figura 43 y el resumen de datos mostrado en la figura 44, se pudo determinar que el análisis de regresión lineal simple muestra que la variable independiente explica significativamente a la variable dependiente pues el valor obtenido en el coeficiente de determinación fue de 96,3, esto evidencia un ajuste óptimo. Por otro lado, el p-valor obtenido es menor al nivel de significancia, de acuerdo con estos resultados, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe suficiente evidencia para afirmar que la logística de producción si incide significativamente en la productividad de la empresa Lácteos San Miguel.

4.2 DISCUSIÓN

El análisis de la logística de producción en Lácteos San Miguel evidencio la existencia de limitaciones en infraestructura, maquinaria, mano de obra y planificación, lo cual coincide con la fase de diagnóstico planteada por Macavilca (2019), quien mediante un rediseño de la distribución de planta y la incorporación de una línea de plumas de izaje mejoró el flujo de materiales en la empresa estudiada, sin embargo, a diferencia de su propuesta que necesita de una mayor cantidad de recursos y espacio físico, en Lácteos San Miguel se logró una mejora significativa solo con la reubicación de la marmita, mesas de desuerado y molino, considerando que esta solución es más viable para el caso de una empresa con restricciones de espacio y capital limitado, por lo que en este sentido la propuesta actual resulta ser superior en términos de factibilidad.

En el ámbito de planificación agregada de la producción, Córdova (2021) aplicó regresión lineal para pronosticar la demanda y planteó tres estrategias para los planes de producción, obteniendo un incremento del 12,64% en la productividad y determinando que la opción de fuerza laboral constante con inventario variable era la más económica, mientras que en Lácteos San Miguel la productividad solo incrementó en 1,04 puntos y tras aplicar el modelo Holt-Winters para el pronóstico de demanda se obtuvo que la estrategia de nivelación presentaba un costo menor frente a la estrategia de persecución, además de un mejor desempeño, la mejora en la productividad presentada por Córdova fue mayor, sin embargo, la estrategia de nivelación permite que Lácteos San Miguel tenga un buen desempeño productivo a pesar de las limitaciones.

De manera similar, Fierro y Cisneros (2022) demostraron que la estrategia de persecución era más efectiva para su caso al minimizar los niveles de inventario, pero en la presente investigación, al considerar la limitación presentada en la disponibilidad del personal, se evidenció que estrategia de nivelación es la mejor alternativa, lo que refleja que una estrategia va a ser superior a otra de acuerdo con las necesidades particulares de cada empresa.

En cuanto a la simulación, García (2020) utilizó las distribuciones de probabilidad Gamma e Inverse Gaussian para modelar procesos de manufactura de textiles y logró mejoras de eficiencia superiores al 3%, mientras que en Lácteos San Miguel se emplearon distribuciones Beta, Loglaplace, Erlang, Weibull, Johnson Bounded y

Loglogistic, que se ajustaron mejor a la naturaleza de los datos, permitiendo modelar escenarios realistas y obteniendo como resultado un incremento de productividad de 1,04 puntos con la incorporación de nueva maquinaria; en ese sentido el estudio de García refleja mejores resultados, esto se debe al nivel de profundidad de su investigación pues ofrece un modelo más complejo que involucra el análisis de los costos para la toma de decisiones específicas. Prieto (2023) identificó restricciones en los subprocesos de impresión y escaneado, en la sección rotativa el primer subproceso permanece bloqueado alrededor del 50% y en la sección de impresión el bloqueo es del 38%, con ello se propusieron mejoras en tres procesos que fueron: Ink-Jet y escaneado en bobina, láser y escaneado en rollo y la subcontratación, mientras que en Lácteos San Miguel, las restricciones presentadas en la producción se pueden solucionar mediante la adquisición de una marmita adicional y una empacadora, para ambos casos se requiere una gran inversión de capital por lo que es necesario evaluar la situación financiera de cada empresa antes de tomar la decisión de implementar las mejoras propuestas.

Finalmente, si bien algunos de los estudios previos presentan mejores resultados en sus respectivos contextos, la presente investigación ofrece soluciones que se ajustan a la situación actual de Lácteos San Miguel, priorizando la viabilidad su implementación en un futuro.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El diagnóstico de la logística de producción en la empresa Lácteos San Miguel, reveló ineficiencias como el espacio físico limitado, la maquinaria insuficiente, la mano de obra limitada y la ausencia de una correcta planificación y estandarización de la producción.
- Se identificó que los principales factores que afectan negativamente la productividad de Lácteos San Miguel son los largos tiempos de producción, la infraestructura limitada, la falta de estandarización en los procesos, el uso ineficiente de la capacidad instalada y la demanda insatisfecha, además las restricciones presentadas en las etapas de pasteurización y empaque se confirmaron como puntos críticos que ralentizan la producción.
- Se cuantificaron los niveles actuales de productividad, registrando una productividad laboral de 7,37 unidades por trabajador-hora, una productividad de materia prima de 0,5 unidades por cada litro de leche y una productividad de costos anual de 0,93 unidades por cada dólar.
- Realizando una comparación entre los planes agregados propuestos se obtuvo que el mejor es el que sigue la estrategia de nivelación, pues su rendimiento es del 100% y su costo total es de \$4909 comparado con los \$6951,9 del plan con estrategia de persecución con el 85,41% de rendimiento.
- El modelo de simulación permitió comparar diferentes escenarios en los que se modificaron la cantidad de maquinarias disponible como la marmita y la empacadora, arrojando como resultado que con estas mejoras la productividad se puede incrementar en 1,04 puntos.
- Se desarrolló un plan de mejorar enfocado en la adopción del plan agregado bajo la estrategia de nivelación, la adquisición de nueva maquinaria, un nuevo diseño para la distribución de la planta y finalmente una capacitación para los empleados enfocada en el manejo de herramientas para controlar aspectos referentes a la planificación de la producción y la demanda.

5.2 RECOMENDACIONES

- La estandarización y formalización de los procesos debe aplicarse para cada etapa de la producción, además de llevar un registro ordenado de las unidades producidas y las ventas realizadas.
- Tomar en cuenta los pronósticos de la demanda y los planes agregados de producción.
- Aplicar medidas de control acerca del rendimiento productivo para mantenerse informados sobre las condiciones financieras de la empresa.
- Considerar la nueva distribución de planta propuesta en el plan de mejora, así se garantizará que los recorridos durante la producción se reduzcan y el flujo de materiales se vuelva más eficiente.
- Llevar a cabo la capacitación del personal en el uso de herramientas tecnológicas y la planificación de la producción, pues el costo es bastante accesible.
- Finalmente, se debe analizar y aplicar las mejoras propuestas, pues la presente investigación fue desarrollada con el fin de ayudar a optimizar las condiciones y el nivel productivo de Lácteos San Miguel.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, D., Sweeney, D., y Williams, T. (2008). *Estadística para administración y economía*. Cengage Learning Editores, S.A.
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica*. Episteme.
- Bello, C. (2019). *Producción y operaciones aplicadas a las PYME*. ECOE Ediciones.
- Castellanos, A. (2015). *Logística comercial internacional*. ECOE ediciones.
- Centro de la Industria Láctea del Ecuador (2023, 4 de mayo). *El Centro de la Industria Láctea CIL Ecuador presenta a su nueva directora ejecutiva*. <https://www.cil-ecuador.org/post/el-centro-de-la-industria-l%C3%A1ctea-cil-ecuador-presenta-a-su-nueva-directora-ejecutiva>
- Chapman, S. (2006). *Planificación y control de la producción*. Pearson educación.
- Chase, R. y Jacobs, R. (2008). *Administración estratégica de la capacidad. Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros*. McGRAW-HILL Education.
- Córdova, E. (2021). *Sistema de planificación de la producción mediante un plan agregado de producción, para el mejoramiento de la productividad* [Tesis de Maestría]. Universidad Técnica de Ambato. Repositorio de la Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/items/329699cd-2035-45bb-a84f-e603a0bf8adc>
- Fierro, M., y Cisneros, J. (2022). *Diseño de un plan agregado de producción para mejorar la productividad en las líneas de harinas y granos en NUTRISIM*. [Tesis de Grado]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Repositorio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstreams/c500284d-7771-49cf-b85f-0db3cc63f226/download>

- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022, 11 de octubre). *Informe FAO analiza fortalezas y brechas de la producción láctea en América Latina y el Caribe*. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. <https://www.fao.org/americas/news/news-detail/informe-fao-analiza-fortalezas-y-brechas-de-la-produccion-lactea-en-america-latina-y-el-caribe/es>
- García, F. (2020). *Diseño de un modelo de simulación de eventos discretos, para la mejora en la línea de producción de tejido industrial Sección C, en la empresa Guantes Internacionales*. [Tesis de maestría]. Centro de Investigación y Asistencia Técnica. Repositorio Institucional de CIATEQDigital. <https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1020/411/1/GarciaJacoboFelipe%20MMANAV%202020.pdf>
- García, R. (2005). *Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2da. Edición. México: 2005.
- Graterol, R. (2011). *Metodología de la Investigación* [Archivo PDF]. Monografías.com. <https://jofillop.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/03/metodos-de-investigacion.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGRAW-HILL.
- Herrera, G. (2020). *Simulación de sistemas discretos: Un enfoque industrial*. Alfaeditorial y Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco.
- Jiménez, A., Castro, M., y Costa, J. (2015). *Simulación de procesos y aplicaciones*. Dextra.
- Macavilca, O. (2019). *Análisis, diagnóstico y propuestas de mejora en el sistema de producción de una empresa metalmeccánica*. [Tesis de maestría]. Pontificia Universidad Católica del Perú. Repositorio Digital de Tesis y Trabajos de Investigación PUCP. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14835/MACAVILCA_ESCALANTE_OSCAR_VOLKOV.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Martínez, C. (2002). *Administración de organizaciones: competitividad y complejidad en un contexto de globalización*. Unibiblos.

- Medianero, D. (2016). *Productividad total: Teoría y métodos de medición*. MACRO.
- Miranda, J. (2017). *Comercialización de la cadena láctea en la Provincia del Carchi*. *Comercio y Negocio* (7), 108-119.
<https://revistasdigitales.upec.edu.ec/index.php/comercionegocio/article/view/446>
- Nicomedes, E. (2018). *Tipos de investigación*. Universidad Santo Domingo de Guzmán (2), 1-2.
<https://www.academia.edu/download/99846223/250080756.pdf>
- Niebel, B., y Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo*. McGRAW-HILL.
- Perez, M. (2019). *Propuesta de mejora de procesos para incrementar la productividad en el área de producción de lácteos en el instituto de Educación Superior Tecnológico Público CEFOP – Celendín* [Tesis de Grado]. Universidad Privada del Norte. Repositorio Institucional UPN.
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/21082/Perez%20Salazar%20Milagros%20Maricielo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Prieto, O. (2023). *Modelización y mejora de procesos de producción industrial mediante Flexsim y Power BI: Aplicación a una empresa real* [Tesis de Grado]. Universidad Politécnica de Madrid. Archivo Digital UPM.
https://oa.upm.es/75479/1/TFG_OSCAR_JAVIER_PRIETO_MARTINEZ.pdf
- Render, B., y Heizer, J. (2014). *Principios de Administración de Operaciones* (9º ed.). Pearson Educación.
- Rodríguez, F., y Gómez Bravo, L. (1991). *Indicadores de calidad y productividad de la empresa*. Corporación Andina de Fomento.
- Salas, M. (2018). *Microeconomía Conceptos teóricos y aplicaciones*. Ediciones Pirámide.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE COMERCIO INTERNACIONAL, INTEGRACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA EMPRESARIAL

CARRERA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

| ESTUDIANTE: | Chávez Mejía Steven David | CÉDULA DE IDENTIDAD: | 0401763446 |
|---|---|-------------------------|--|
| PERIODO ACADÉMICO: | 2025B | DOCENTE TUTOR: | PhD. Montenegro Obando Blanca Liliana |
| PRESIDENTE TRIBUNAL | MSc. López Ruano Juan Carlos | | |
| DOCENTE: | MSc. Pozo Burgos Eduardo Javier | | |
| TEMA DEL TIC: "Logística de producción y la productividad de la empresa Lácteos San Miguel" | | | |
| No. | CATEGORÍA | Evaluación cuantitativa | OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES |
| 1 | PROBLEMA - OBJETIVOS | 10,00 | |
| 2 | FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 9,33 | Colocar en el marco teórico los términos logísticos, producción, estadísticos |
| 3 | METODOLOGÍA | 9,33 | Revisar los procesos aplicados acordes a los resultados obtenidos |
| 4 | RESULTADOS | 8,33 | Revisar los cálculos de indicadores, analizar las gráficas, costos de producción del tipo de queso por tamaño. Mejorar la interpretación de los resultados |
| 5 | DISCUSIÓN | 9,67 | Presentar la discusión con base en los antecedentes de investigación |
| 6 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 10,00 | |
| 7 | DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL | 8,67 | Manejo de lenguaje técnico orientado a la carrera. Mejorar la interpretación de los resultados |
| 8 | FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN | 9,00 | Mejorar la redacción, ortografía, referenciar correctamente las tablas y gráficos |


Obteniendo una nota de: **9,23** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **martes, 22 de julio de 2025**


MSc. López Ruano Juan Carlos
PRESIDENTE TRIBUNAL


PhD. Montenegro Obando Blanca Liliana
DOCENTE TUTOR


MSc. Pozo Burgos Eduardo Javier
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN
AND NATIVE LANGUAGES CENTER

| ABSTRACT- EVALUATION SHEET | | | | |
|---|--|---|--|---|
| NAME: Chávez Mejía Steven David | | | | |
| DATE: Martes, 19 de agosto de 2025 | | | | |
| Topic: "Logística de producción y la productividad de la empresa Lácteos San Miguel" | | | | |
| MARKS AWARDED | | QUANTITATIVE AND QUALITATIVE | | |
| VOCABULARY AND WORD USE | Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic | Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic | Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic | Limited vocabulary and inadequate words related to the topic |
| | EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/> | GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/> | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/> | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/> |
| WRITING COHESION | Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs. | Adequate progression of ideas and supporting paragraphs. | Some progression of ideas and supporting paragraphs. | Inadequate ideas and supporting paragraphs. |
| | EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/> | GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/> | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/> | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/> |
| ARGUMENT | The message has been communicated very well and identify the type of text | The message has been communicated appropriately and identify the type of text | Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing | The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate |
| | EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/> | GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/> | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/> | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/> |
| CREATIVITY | Outstanding flow of ideas and events | Good flow of ideas and events | Average flow of ideas and events | Poor flow of ideas and events |
| | EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/> | GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/> | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/> | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/> |
| SCIENTIFIC SUSTAINABILITY | Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement | Minor errors when supporting the thesis statement | Some errors when supporting the thesis statement | Lots of errors when supporting the thesis statement |
| | EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/> | GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/> | AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/> | LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/> |
| TOTAL/AVERAGE | 9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED | TOTAL 9 | | |



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI- FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico
o Investigación.**

Autor: Chávez Mejía Steven David

Fecha de recepción del abstract: Lunes, 18 de agosto de 2025

Fecha de entrega del informe: Martes, 19 de agosto de 2025

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MA. Martha Viveros
Docente responsable del
CIDEN

Anexo 3. Ficha de estudio de tiempos



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE COMERCIO INTERNACIONAL, INTEGRACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA EMPRESARIAL
CARRERA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE



Objetivo: Registrar los tiempos de los procesos productivos en la empresa "Lácteos San Miguel".

| Ficha de observación para un estudio de tiempos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---------------------|--------|--------------|-----------|------------|------------------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|
| Número del estudio | 1 | Código del producto | QAMA01 | Fecha inicio | 15/1/2025 | Operario | Antonio Pilatuña | Aprobado | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre del producto | Queso amasado | Código | EST01 | Fecha fin | - | Observador | Steven Chávez | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° | TAREA | Ciclos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 1 | Control de calidad | 14,68 | 15,12 | 14,89 | 15,30 | 14,75 | 15,45 | 14,56 | 15,09 | 14,95 | 14,93 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Recibir la leche y trasladar hacia las marmitas | 31,12 | 33,23 | 30,45 | 35,34 | 34,48 | 36,11 | 31,36 | 30,41 | 32,27 | 32,54 | 32,11 | 32,29 | 32,4 | 32,33 | 32,02 | 32,67 | | | | | | | | |
| 3 | Encender las hornillas | 2,12 | 2,35 | 2,24 | 2,38 | 2,11 | 2,12 | 2,18 | 2,23 | 2,29 | 2,23 | 2,19 | 2,24 | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Supervisar el tiempo de la pasteurización, temperaturas | 241,55 | 240,5 | 241,3 | 240,6 | 241,69 | 242,3 | 241,4 | 240,19 | 241,11 | 241,17 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Adición del cuajo y homogeneizar la leche | 10,67 | 11,45 | 11,12 | 10,89 | 10,24 | 11,33 | 10,56 | 11,78 | 10,93 | 11,39 | 11,31 | 11,29 | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Esperar la coagulación de la leche | 62,12 | 61,23 | 65,45 | 68,34 | 60,48 | 68,11 | 70,36 | 72,41 | 63,27 | 64,64 | 62,25 | 63,91 | 64,23 | 61,49 | 67,59 | | | | | | | | | |
| 7 | Cortar y batir la cuajada | 42,34 | 46,12 | 48,78 | 41,56 | 43,89 | 45,33 | 44,67 | 49,12 | 47,45 | 41,62 | 43,39 | 47,73 | 42,43 | | | | | | | | | | | |
| 8 | Quitar el exceso del suero de la cuajada | 89,23 | 101,45 | 110,34 | 94,56 | 105,23 | 87,89 | 119,12 | 93,45 | 102,67 | 96,78 | 103,12 | 91,47 | 108,33 | 100,24 | 93,89 | 106,73 | 88,56 | 115,21 | 90,68 | 97,45 | 111,09 | 98,32 | 104,57 | 92,11 |
| 9 | Pasar la cuajada a las mesas de desuerado y escurrir | 59,34 | 62,45 | 65,56 | 67,12 | 60,89 | 61,78 | 63,21 | 64,45 | 52,67 | 62,91 | 64,58 | 60,86 | 62,37 | 51,21 | 62,26 | 63,32 | | | | | | | | |
| 10 | Dejar reposar la cuajada | 20,12 | 20,23 | 20,45 | 20,34 | 20,48 | 20,11 | 20,36 | 20,41 | 20,27 | 20,33 | 20,32 | 20,33 | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Adición de sal y preservantes | 14,23 | 13,57 | 15,9 | 15,53 | 13,96 | 14,12 | 16,58 | 15,82 | 13,64 | 14,77 | 13,81 | 13,43 | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Amasar y llenar los moldes con la cuajada | 98,45 | 105,12 | 112,78 | 94,67 | 101,34 | 110,45 | 93,23 | 108,56 | 97,89 | 102,22 | 102,13 | 97,97 | 104,39 | 95,57 | 103,14 | 105,73 | | | | | | | | |
| 13 | Dejar reposar los moldes con la cuajada en refrigeración | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 |
| 14 | Retirar los quesos de los moldes | 38,16 | 35,45 | 33,34 | 36,68 | 41,45 | 37,89 | 35,67 | 31,12 | 39,47 | 36,76 | 35,35 | 38,62 | 36,81 | 39,15 | 35,91 | 36,51 | 38,29 | 33,86 | 40,36 | 36,93 | | | | |
| 15 | Empaquetar y almacenar los quesos | 207,34 | 196,12 | 183,78 | 194,56 | 201,89 | 198,23 | 188,67 | 181,45 | 191,12 | 195,13 | 192,16 | 194,89 | | | | | | | | | | | | |

Anexo 4. Ficha para recolección de materia prima

| MATERIA PRIMA USADA PARA QUESO AMASADO 2024 | | | | | | | | |
|---|--------|--------------------------------------|--|--|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------|---------------|
| Mes | Semana | Cantidad de leche utilizada (Litros) | Cantidad de Cuajo utilizada (Mililitros) | Cantidad de sal utilizada (Kilogramos) | Cantidad de conservantes (Gramos) | Cloruro de calcio (Mililitros) | Unidades producidas | Observaciones |
| ENE | 1 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 325 | |
| | 2 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 330 | |
| | 3 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 330 | |
| | 4 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 325 | |
| FEB | 1 | 600,00 | 60,00 | 1,44 | 600,00 | 300,00 | 305 | |
| | 2 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 340 | |
| | 3 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 330 | |
| | 4 | 620,00 | 62,00 | 1,49 | 620,00 | 310,00 | 320 | |
| MAR | 1 | 610,00 | 61,00 | 1,47 | 610,00 | 305,00 | 315 | |
| | 2 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 330 | |
| | 3 | 600,00 | 60,00 | 1,44 | 600,00 | 300,00 | 310 | |
| | 4 | 600,00 | 60,00 | 1,44 | 600,00 | 300,00 | 310 | |
| ABR | 1 | 600,00 | 60,00 | 1,44 | 600,00 | 300,00 | 310 | |
| | 2 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 330 | |
| | 3 | 620,00 | 62,00 | 1,49 | 620,00 | 310,00 | 320 | |
| | 4 | 610,00 | 61,00 | 1,47 | 610,00 | 305,00 | 315 | |
| MAY | 1 | 600,00 | 60,00 | 1,44 | 600,00 | 300,00 | 310 | |
| | 2 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 330 | |
| | 3 | 610,00 | 61,00 | 1,47 | 610,00 | 305,00 | 315 | |
| | 4 | 620,00 | 62,00 | 1,49 | 620,00 | 310,00 | 320 | |
| JUN | 1 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 325 | |
| | 2 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 330 | |
| | 3 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 330 | |
| | 4 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 325 | |
| JUL | 1 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 325 | |
| | 2 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 330 | |
| | 3 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 330 | |
| | 4 | 640,00 | 64,00 | 1,54 | 640,00 | 320,00 | 325 | |
| AGO | 1 | 1080,00 | 108,00 | 2,60 | 1080,00 | 540,00 | 516 | |
| | 2 | 1080,00 | 108,00 | 2,60 | 1080,00 | 540,00 | 520 | |
| | 3 | 1080,00 | 108,00 | 2,60 | 1080,00 | 540,00 | 518 | |
| | 4 | 1070,00 | 107,00 | 2,57 | 1070,00 | 535,00 | 515 | |
| SEP | 1 | 1050,00 | 105,00 | 2,53 | 1050,00 | 525,00 | 502 | |
| | 2 | 1080,00 | 108,00 | 2,60 | 1080,00 | 540,00 | 520 | |
| | 3 | 1010,00 | 101,00 | 2,43 | 1010,00 | 505,00 | 485 | |
| | 4 | 1030,00 | 103,00 | 2,48 | 1030,00 | 515,00 | 492 | |
| OCT | 1 | 1080,00 | 108,00 | 2,60 | 1080,00 | 540,00 | 531 | |
| | 2 | 1080,00 | 108,00 | 2,60 | 1080,00 | 540,00 | 535 | |
| | 3 | 1060,00 | 106,00 | 2,55 | 1060,00 | 530,00 | 510 | |
| | 4 | 1040,00 | 104,00 | 2,50 | 1040,00 | 520,00 | 500 | |
| NOV | 1 | 1060,00 | 106,00 | 2,55 | 1060,00 | 530,00 | 510 | |
| | 2 | 1030,00 | 103,00 | 2,48 | 1030,00 | 515,00 | 495 | |
| | 3 | 1080,00 | 108,00 | 2,60 | 1080,00 | 540,00 | 518 | |
| | 4 | 1080,00 | 108,00 | 2,60 | 1080,00 | 540,00 | 515 | |
| DIC | 1 | 1080,00 | 108,00 | 2,60 | 1080,00 | 540,00 | 524 | |
| | 2 | 1040,00 | 104,00 | 2,50 | 1040,00 | 520,00 | 498 | |
| | 3 | 1080,00 | 108,00 | 2,60 | 1080,00 | 540,00 | 515 | |
| | 4 | 1070,00 | 107,00 | 2,57 | 1070,00 | 535,00 | 512 | |

Anexo 5. Ficha para recolección de costos de producción

| COSTOS DE MATERIA PRIMA USADA PARA QUESO AMASADO | | | | | | | | | | | |
|--|--------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------------|---------------|
| Mes | Semana | Costo de la leche (\$) | Costo del cuajo (\$) | Costo de la sal (\$) | Costo de conservantes (\$) | Cloruro de calcio (\$) | Unidades producidas | Costo empaques (\$) | Costo etiquetas (\$) | Costo Total Materia Prima | OBSERVACIONES |
| ENE | 1 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 325 | \$9,75 | \$16,25 | \$324,06 | |
| | 2 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 330 | \$9,90 | \$16,50 | \$324,46 | |
| | 3 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 330 | \$9,90 | \$16,50 | \$324,46 | |
| | 4 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 325 | \$9,75 | \$16,25 | \$324,06 | |
| FEB | 1 | \$270,00 | \$0,90 | \$1,08 | \$6,62 | \$0,83 | 305 | \$9,15 | \$15,25 | \$303,83 | |
| | 2 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 340 | \$10,20 | \$17,00 | \$325,26 | |
| | 3 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 330 | \$9,90 | \$16,50 | \$324,46 | |
| | 4 | \$279,00 | \$0,93 | \$1,12 | \$6,84 | \$0,86 | 320 | \$9,60 | \$16,00 | \$314,35 | |
| MAR | 1 | \$274,50 | \$0,92 | \$1,10 | \$6,73 | \$0,85 | 315 | \$9,45 | \$15,75 | \$309,29 | |
| | 2 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 330 | \$9,90 | \$16,50 | \$324,46 | |
| | 3 | \$270,00 | \$0,90 | \$1,08 | \$6,62 | \$0,83 | 310 | \$9,30 | \$15,50 | \$304,23 | |
| | 4 | \$270,00 | \$0,90 | \$1,08 | \$6,62 | \$0,83 | 310 | \$9,30 | \$15,50 | \$304,23 | |
| ABR | 1 | \$270,00 | \$0,90 | \$1,08 | \$6,62 | \$0,83 | 310 | \$9,30 | \$15,50 | \$304,23 | |
| | 2 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 330 | \$9,90 | \$16,50 | \$324,46 | |
| | 3 | \$279,00 | \$0,93 | \$1,12 | \$6,84 | \$0,86 | 320 | \$9,60 | \$16,00 | \$314,35 | |
| | 4 | \$274,50 | \$0,92 | \$1,10 | \$6,73 | \$0,85 | 315 | \$9,45 | \$15,75 | \$309,29 | |
| MAY | 1 | \$270,00 | \$0,90 | \$1,08 | \$6,62 | \$0,83 | 310 | \$9,30 | \$15,50 | \$304,23 | |
| | 2 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 330 | \$9,90 | \$16,50 | \$324,46 | |
| | 3 | \$274,50 | \$0,92 | \$1,10 | \$6,73 | \$0,85 | 315 | \$9,45 | \$15,75 | \$309,29 | |
| | 4 | \$279,00 | \$0,93 | \$1,12 | \$6,84 | \$0,86 | 320 | \$9,60 | \$16,00 | \$314,35 | |
| JUN | 1 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 325 | \$9,75 | \$16,25 | \$324,06 | |
| | 2 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 330 | \$9,90 | \$16,50 | \$324,46 | |
| | 3 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 330 | \$9,90 | \$16,50 | \$324,46 | |
| | 4 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 325 | \$9,75 | \$16,25 | \$324,06 | |
| JUL | 1 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 325 | \$9,75 | \$16,25 | \$324,06 | |
| | 2 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 330 | \$9,90 | \$16,50 | \$324,46 | |
| | 3 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 330 | \$9,90 | \$16,50 | \$324,46 | |
| | 4 | \$288,00 | \$0,96 | \$1,16 | \$7,06 | \$0,89 | 325 | \$9,75 | \$16,25 | \$324,06 | |
| AGO | 1 | \$507,60 | \$1,62 | \$1,95 | \$11,91 | \$1,50 | 516 | \$15,48 | \$25,80 | \$565,86 | |
| | 2 | \$507,60 | \$1,62 | \$1,95 | \$11,91 | \$1,50 | 520 | \$15,60 | \$26,00 | \$566,18 | |
| | 3 | \$507,60 | \$1,62 | \$1,95 | \$11,91 | \$1,50 | 518 | \$15,54 | \$25,90 | \$566,02 | |
| | 4 | \$502,90 | \$1,61 | \$1,93 | \$11,80 | \$1,48 | 515 | \$15,45 | \$25,75 | \$560,92 | |
| SEP | 1 | \$493,50 | \$1,58 | \$1,89 | \$11,58 | \$1,46 | 502 | \$15,06 | \$25,10 | \$550,17 | |
| | 2 | \$507,60 | \$1,62 | \$1,95 | \$11,91 | \$1,50 | 520 | \$15,60 | \$26,00 | \$566,18 | |
| | 3 | \$474,70 | \$1,52 | \$1,82 | \$11,14 | \$1,40 | 485 | \$14,55 | \$24,25 | \$529,38 | |
| | 4 | \$484,10 | \$1,55 | \$1,86 | \$11,36 | \$1,43 | 492 | \$14,76 | \$24,60 | \$539,65 | |
| OCT | 1 | \$507,60 | \$1,62 | \$1,95 | \$11,91 | \$1,50 | 531 | \$15,93 | \$26,55 | \$567,06 | |
| | 2 | \$507,60 | \$1,62 | \$1,95 | \$11,91 | \$1,50 | 535 | \$16,05 | \$26,75 | \$567,38 | |
| | 3 | \$498,20 | \$1,59 | \$1,91 | \$11,69 | \$1,47 | 510 | \$15,30 | \$25,50 | \$555,66 | |
| | 4 | \$488,80 | \$1,56 | \$1,88 | \$11,47 | \$1,44 | 500 | \$15,00 | \$25,00 | \$545,15 | |
| NOV | 1 | \$498,20 | \$1,59 | \$1,91 | \$11,69 | \$1,47 | 510 | \$15,30 | \$25,50 | \$555,66 | |
| | 2 | \$484,10 | \$1,55 | \$1,86 | \$11,36 | \$1,43 | 495 | \$14,85 | \$24,75 | \$539,89 | |
| | 3 | \$507,60 | \$1,62 | \$1,95 | \$11,91 | \$1,50 | 518 | \$15,54 | \$25,90 | \$566,02 | |
| | 4 | \$507,60 | \$1,62 | \$1,95 | \$11,91 | \$1,50 | 515 | \$15,45 | \$25,75 | \$565,78 | |
| DIC | 1 | \$507,60 | \$1,62 | \$1,95 | \$11,91 | \$1,50 | 524 | \$15,72 | \$26,20 | \$566,50 | |
| | 2 | \$488,80 | \$1,56 | \$1,88 | \$11,47 | \$1,44 | 498 | \$14,94 | \$24,90 | \$544,99 | |
| | 3 | \$507,60 | \$1,62 | \$1,95 | \$11,91 | \$1,50 | 515 | \$15,45 | \$25,75 | \$565,78 | |
| | 4 | \$502,90 | \$1,61 | \$1,93 | \$11,80 | \$1,48 | 512 | \$15,36 | \$25,60 | \$560,68 | |

Anexo 6. Entrevista dirigida al jefe de producción de la empresa



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE COMERCIO INTERNACIONAL INTEGRACIÓN Y
ECONOMÍA EMPRESARIAL
CARRERA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE



ENTREVISTA DIRIGIDA AL JEFE DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA “LÁCTEOS SAN MIGUEL”

Objetivo de la entrevista:

- **Conocer el estado actual de la empresa “LÁCTEOS SAN MIGUEL”.**

Agradezco el tiempo empleado para responder las siguientes preguntas. La información confidencial obtenida será utilizada exclusivamente con fines académicos para el desarrollo de la presente investigación.

Nombre y Apellido del entrevistado:

Fecha:

Logística de producción y productividad

1. ¿Cómo utilizan actualmente el espacio en la planta? ¿Hay áreas que no se aprovechan bien o que podrían mejorarse?
2. ¿Qué cuellos de botella ha identificado en los procesos actuales y cómo afectan a la capacidad de producción?
3. ¿Cuáles son las capacidades de los equipos y maquinarias que posee en la planta actualmente?
4. ¿Cómo describiría el desempeño de los equipos y máquinas que usan actualmente?
5. ¿Cree que el trabajo en la línea de producción está bien organizado?
6. ¿Qué métodos o herramientas emplean para registrar y analizar la demanda del mercado?
7. ¿Qué factores determinan los tiempos actuales de producción del queso? ¿Cómo se monitorean?
8. ¿Actualmente se maneja la estandarización de procesos para la producción del queso?
9. ¿Cómo mide actualmente la empresa el rendimiento de la producción?
10. En su opinión, ¿cuál es la mejora más urgente que la empresa necesita implementar para incrementar la productividad?

Anexo 7. Entrevista dirigida al gerente de la empresa



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE COMERCIO INTERNACIONAL INTEGRACIÓN Y
ECONOMÍA EMPRESARIAL
CARRERA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE



ENTREVISTA DIRIGIDA AL GERENTE DE LA EMPRESA “LÁCTEOS SAN MIGUEL”

Objetivo de la entrevista:

- **Conocer el estado actual de la empresa “LÁCTEOS SAN MIGUEL”.**

Agradezco el tiempo empleado para responder las siguientes preguntas. La información confidencial obtenida será utilizada exclusivamente con fines académicos para el desarrollo de la presente investigación.

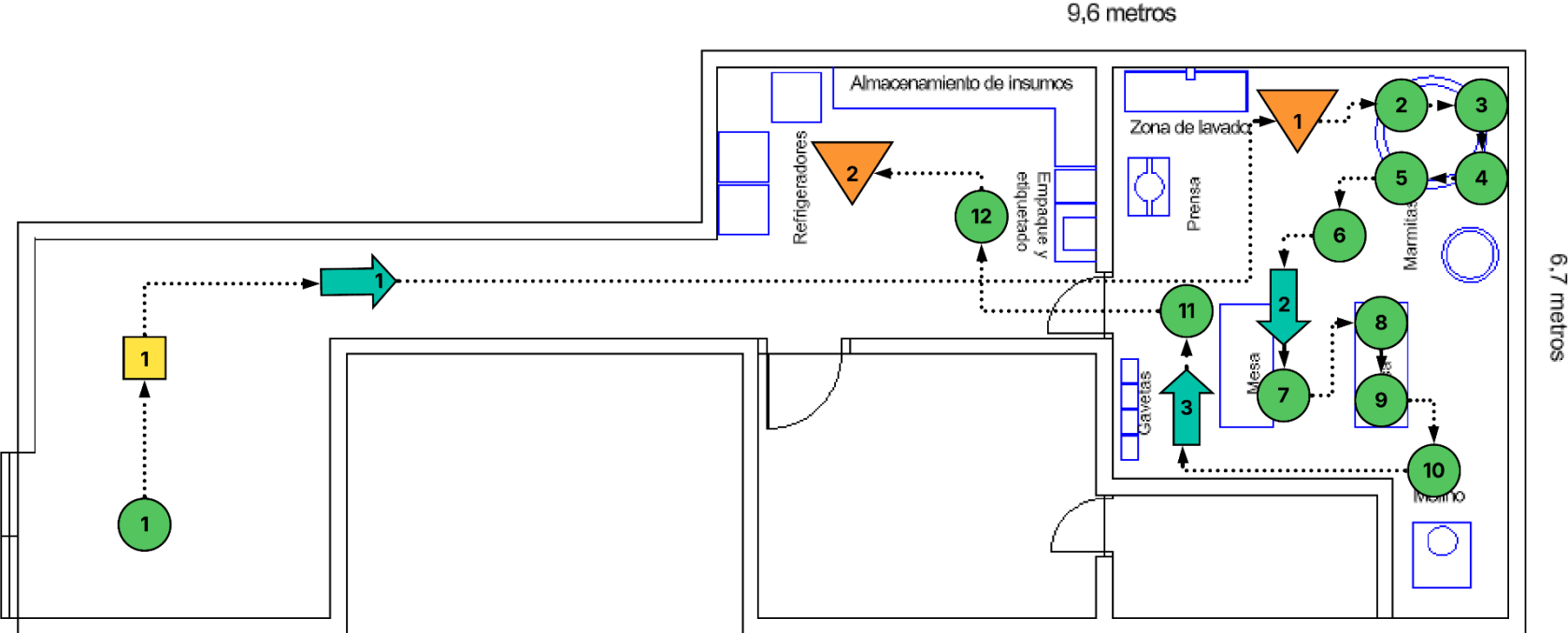
Nombre y Apellido del entrevistado:

Fecha:

Logística de producción y productividad

1. ¿Cuándo se fundó la empresa?
2. ¿Qué productos ofrece la empresa actualmente?
3. ¿Cuál es el mercado objetivo en el que comercializan sus productos?
4. ¿Cuál es la estructura organizacional de la empresa?
5. ¿Cuántos empleados posee la empresa y que función cumple cada uno de ellos?
6. ¿Cómo se llevan a cabo las actividades de planificación de la producción? ¿Tienen estructurado algún plan de producción?
7. ¿Cuál es el volumen de producción que manejan? ¿Presenta alguna tendencia?
8. ¿Las maquinarias y equipos que poseen son suficientes para mantener una producción estable?
9. ¿Actualmente manejan herramientas tecnológicas como un recurso dentro de la empresa?
10. ¿Cuál es la proyección de la empresa en un futuro?

Anexo 8. Diagrama de recorrido de actividades



Anexo 9. Costos de producción y precio de venta del queso amasado

| Año | Mes | Costo Materia Prima | Recursos Básicos | Unidades producidas | | | Precio venta | | | Total ventas | | | Costo total de producción | Gramos totales producidos | Kilogramos totales producidos | Costo producción por kilogramo | Costo producción por gramo | Costo de producción por presentación | | | Unidades Totales producidas | Ventas totales | Ganancias |
|------|------------|---------------------|------------------|---------------------|------|------|--------------|------|------|--------------|----------|----------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|--------|--------|-----------------------------|----------------|-----------|
| | | | | 450g | 250g | 125g | 450g | 250g | 125g | 450g | 250g | 125g | | | | | | 450g | 250g | 125g | | | |
| 2023 | ENERO | \$ 1.310,00 | \$43,72 | 640 | 320 | 350 | 1,95 | 1,25 | 0,65 | \$1.248,00 | \$400,00 | \$227,50 | \$1.353,72 | 411750 | 411,75 | 3,29 | \$0,003 | \$1,48 | \$0,82 | \$0,41 | 1310 | \$1.875,50 | \$521,78 |
| | FEBRERO | \$ 1.295,00 | \$44,00 | 625 | 320 | 350 | 1,95 | 1,25 | 0,65 | \$1.218,75 | \$400,00 | \$227,50 | \$1.339,00 | 405000 | 405 | 3,31 | \$0,003 | \$1,49 | \$0,83 | \$0,41 | 1295 | \$1.846,25 | \$507,25 |
| | MARZO | \$ 1.265,00 | \$42,84 | 610 | 320 | 335 | 1,95 | 1,25 | 0,65 | \$1.189,50 | \$400,00 | \$217,75 | \$1.307,84 | 396375 | 396,38 | 3,3 | \$0,003 | \$1,48 | \$0,82 | \$0,41 | 1265 | \$1.807,25 | \$499,41 |
| | ABRIL | \$ 1.275,00 | \$43,61 | 620 | 320 | 335 | 1,95 | 1,25 | 0,65 | \$1.209,00 | \$400,00 | \$217,75 | \$1.318,61 | 400875 | 400,88 | 3,29 | \$0,003 | \$1,48 | \$0,82 | \$0,41 | 1275 | \$1.826,75 | \$508,14 |
| | MAYO | \$ 1.275,00 | \$44,61 | 615 | 310 | 350 | 1,95 | 1,25 | 0,65 | \$1.199,25 | \$387,50 | \$227,50 | \$1.319,61 | 398000 | 398 | 3,32 | \$0,003 | \$1,49 | \$0,83 | \$0,41 | 1275 | \$1.814,25 | \$494,64 |
| | JUNIO | \$ 1.310,00 | \$45,29 | 640 | 320 | 350 | 1,95 | 1,25 | 0,65 | \$1.248,00 | \$400,00 | \$227,50 | \$1.355,29 | 411750 | 411,75 | 3,29 | \$0,003 | \$1,48 | \$0,82 | \$0,41 | 1310 | \$1.875,50 | \$520,21 |
| | JULIO | \$ 1.310,00 | \$45,96 | 640 | 320 | 350 | 1,95 | 1,25 | 0,65 | \$1.248,00 | \$400,00 | \$227,50 | \$1.355,96 | 411750 | 411,75 | 3,29 | \$0,003 | \$1,48 | \$0,82 | \$0,41 | 1310 | \$1.875,50 | \$519,54 |
| | AGOSTO | \$ 1.250,00 | \$44,07 | 580 | 320 | 350 | 1,95 | 1,25 | 0,65 | \$1.131,00 | \$400,00 | \$227,50 | \$1.294,07 | 384750 | 384,75 | 3,36 | \$0,003 | \$1,51 | \$0,84 | \$0,42 | 1250 | \$1.758,50 | \$464,43 |
| | SEPTIEMBRE | \$ 1.291,00 | \$45,03 | 621 | 320 | 350 | 1,95 | 1,25 | 0,65 | \$1.210,95 | \$400,00 | \$227,50 | \$1.336,03 | 403200 | 403,2 | 3,31 | \$0,003 | \$1,49 | \$0,83 | \$0,41 | 1291 | \$1.838,45 | \$502,42 |
| | OCTUBRE | \$ 1.285,00 | \$43,90 | 615 | 320 | 350 | 1,95 | 1,25 | 0,65 | \$1.199,25 | \$400,00 | \$227,50 | \$1.328,90 | 400500 | 400,5 | 3,32 | \$0,003 | \$1,49 | \$0,83 | \$0,41 | 1285 | \$1.826,75 | \$497,85 |
| | NOVIEMBRE | \$ 1.277,00 | \$43,02 | 617 | 310 | 350 | 1,95 | 1,25 | 0,65 | \$1.203,15 | \$387,50 | \$227,50 | \$1.320,02 | 398900 | 398,9 | 3,31 | \$0,003 | \$1,49 | \$0,83 | \$0,41 | 1277 | \$1.818,15 | \$498,13 |
| | DICIEMBRE | \$ 1.285,00 | \$44,45 | 615 | 320 | 350 | 1,95 | 1,25 | 0,65 | \$1.199,25 | \$400,00 | \$227,50 | \$1.329,45 | 400500 | 400,5 | 3,32 | \$0,003 | \$1,49 | \$0,83 | \$0,41 | 1285 | \$1.826,75 | \$497,30 |
| 2024 | ENERO | \$ 1.297,04 | \$43,65 | 640 | 320 | 350 | 1,95 | 1,25 | 0,65 | \$1.248,00 | \$400,00 | \$227,50 | \$1.340,69 | 411750 | 411,75 | 3,26 | \$0,003 | \$1,47 | \$0,81 | \$0,41 | 1310 | \$1.875,50 | \$534,81 |
| | FEBRERO | \$ 1.267,90 | \$44,26 | 625 | 320 | 350 | 1,95 | 1,25 | 0,65 | \$1.218,75 | \$400,00 | \$227,50 | \$1.312,16 | 405000 | 405 | 3,24 | \$0,003 | \$1,46 | \$0,81 | \$0,40 | 1295 | \$1.846,25 | \$534,09 |
| | MARZO | \$ 1.242,21 | \$42,98 | 610 | 320 | 335 | 1,95 | 1,25 | 0,65 | \$1.189,50 | \$400,00 | \$217,75 | \$1.285,19 | 396375 | 396,38 | 3,24 | \$0,003 | \$1,46 | \$0,81 | \$0,41 | 1265 | \$1.807,25 | \$522,06 |
| | ABRIL | \$ 1.252,33 | \$43,13 | 620 | 320 | 335 | 1,95 | 1,25 | 0,65 | \$1.209,00 | \$400,00 | \$217,75 | \$1.295,46 | 400875 | 400,88 | 3,23 | \$0,003 | \$1,45 | \$0,81 | \$0,40 | 1275 | \$1.826,75 | \$531,29 |
| | MAYO | \$ 1.252,33 | \$43,56 | 615 | 310 | 350 | 1,95 | 1,25 | 0,65 | \$1.199,25 | \$387,50 | \$227,50 | \$1.295,89 | 398000 | 398 | 3,26 | \$0,003 | \$1,47 | \$0,81 | \$0,41 | 1275 | \$1.814,25 | \$518,36 |
| | JUNIO | \$ 1.297,04 | \$44,84 | 640 | 320 | 350 | 1,95 | 1,25 | 0,65 | \$1.248,00 | \$400,00 | \$227,50 | \$1.341,88 | 411750 | 411,75 | 3,26 | \$0,003 | \$1,47 | \$0,81 | \$0,41 | 1310 | \$1.875,50 | \$533,62 |
| | JULIO | \$ 1.297,04 | \$44,16 | 640 | 320 | 350 | 1,95 | 1,25 | 0,65 | \$1.248,00 | \$400,00 | \$227,50 | \$1.341,20 | 411750 | 411,75 | 3,26 | \$0,003 | \$1,47 | \$0,81 | \$0,41 | 1310 | \$1.875,50 | \$534,30 |
| | AGOSTO | \$ 2.258,97 | \$67,98 | 867 | 602 | 600 | 2 | 1,25 | 0,65 | \$1.734,00 | \$752,50 | \$390,00 | \$2.326,95 | 615650 | 615,65 | 3,78 | \$0,004 | \$1,70 | \$0,94 | \$0,47 | 2069 | \$2.876,50 | \$549,55 |
| | SEPTIEMBRE | \$ 2.185,37 | \$59,77 | 830 | 584 | 585 | 2 | 1,25 | 0,65 | \$1.660,00 | \$730,00 | \$380,25 | \$2.245,14 | 592625 | 592,63 | 3,79 | \$0,004 | \$1,70 | \$0,95 | \$0,47 | 1999 | \$2.770,25 | \$525,11 |
| | OCTUBRE | \$ 2.235,24 | \$74,63 | 874 | 602 | 600 | 2 | 1,25 | 0,65 | \$1.748,00 | \$752,50 | \$390,00 | \$2.309,87 | 618800 | 618,8 | 3,73 | \$0,004 | \$1,68 | \$0,93 | \$0,47 | 2076 | \$2.890,50 | \$580,63 |
| | NOVIEMBRE | \$ 2.227,35 | \$68,85 | 886 | 577 | 575 | 2 | 1,25 | 0,65 | \$1.772,00 | \$721,25 | \$373,75 | \$2.296,20 | 614825 | 614,83 | 3,73 | \$0,004 | \$1,68 | \$0,93 | \$0,47 | 2038 | \$2.867,00 | \$570,80 |
| | DICIEMBRE | \$ 2.237,94 | \$67,06 | 872 | 587 | 590 | 2 | 1,25 | 0,65 | \$1.744,00 | \$733,75 | \$383,50 | \$2.305,00 | 612900 | 612,9 | 3,76 | \$0,004 | \$1,69 | \$0,94 | \$0,47 | 2049 | \$2.861,25 | \$556,25 |

Anexo 10. Fotografías de la planta de producción



Área de mesas



Área de pasteurización



Área de empaquetado



Área de almacenamiento



Oficina de Lácteos San Miguel