

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



**FACULTAD DE COMERCIO INTERNACIONAL, INTEGRACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y  
ECONOMÍA EMPRESARIAL**

**CARRERA DE LOGÍSTICA Y TRANSPORTE**

**Tema: “Planificación de la cadena de suministros y productividad en la  
empresa de Lácteos “La Caserita” ubicada en el Cantón San Pedro de Huaca”**

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

AUTORES: Chamorro León Jordán Roberto

Obando Gutiérrez Josselinne Cristina

TUTOR: MSc. Francisco Javier Montalvo Márquez

Tulcán, 2024.

## **CERTIFICADO DEL TUTOR**

Certifico que los estudiantes Chamorro León Jordán Roberto y Obando Gutiérrez Josselinne Cristina con el número de cédula 040201338-7 y 040166864-5 respectivamente han desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Planificación de la cadena de suministros y productividad en la empresa de Lácteos "La Caserita" ubicada en el Cantón San Pedro de Huaca"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva

---

MSc. Francisco Javier Montalvo Márquez

**TUTOR**

Tulcán, julio de 2024.

## AUTORÍA DE TRABAJO

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

Nosotros, Chamorro León Jordán Roberto y Obando Gutiérrez Josselinne Cristina con cédula de identidad número 040201338-7 y 040166864-5 respectivamente declaramos que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que hemos llegado son de nuestra absoluta responsabilidad.



Chamorro León Jordán Roberto

**AUTOR**



Obando Gutiérrez Josselinne Cristina

**AUTORA**

Tulcán, julio de 2024.

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Nosotros Chamorro León Jordán Roberto y Obando Gutiérrez Josselinne Cristina declaramos ser autores de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Planificación de la cadena de suministros y productividad en la empresa de Lácteos "La Caserita" ubicada en el Cantón San Pedro de Huaca" y se exime expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Chamorro León Jordán Roberto

**AUTOR**



Obando Gutiérrez Josselinne Cristina

**AUTORA**

Tulcán, julio de 2024.

## **AGRADECIMIENTO**

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de esta investigación. Este logro no habría sido posible sin el apoyo y la colaboración de diversas personas e instituciones.

En primer lugar, agradecemos a nuestro tutor de tesis, MSc. Javier Montalvo, por su orientación, paciencia y constante motivación a lo largo de este proceso. Sus valiosas sugerencias y conocimientos fueron fundamentales para el desarrollo de nuestra investigación.

Agradecemos a nuestros amigos y familiares por su apoyo incondicional y comprensión durante este exigente periodo. Sus palabras de aliento y ánimo fueron un impulso indispensable para no desmayar en este largo proceso, por ser esa fortaleza para continuar en cada dificultad y sobre todo esa motivación para salir adelante.

Además, agradecemos a la empresa de lácteos La Caserita por su colaboración y apoyo en la obtención de datos y recursos necesarios para nuestra investigación.

También, queremos destacar el trabajo en equipo y la dedicación de ambos autores de esta investigación. La sinergia entre nuestras habilidades y esfuerzos individuales fue clave para el éxito y culminación de este proyecto.

Finalmente, a todos quienes de alguna manera contribuyeron a este logro, nuestro más profundo agradecimiento. Este trabajo no solo es nuestro, sino de todos aquellos que creyeron en nosotros, nos impulsaron y sobre todo fueron esa motivación de luchar por nuestros suelos y así alcanzar nuestras metas académicas.

¡Gracias!

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mi familia, tanto mis padres Roberto Chamorro y Lorena León, a mis hermanos Ronald Chamorro, Rafaela Chamorro, Leonel Chamorro por ser mi fuente inagotable de amor, apoyo y sabiduría. A través de cada desafío, su dedicación y aliento han sido mi mayor fortaleza. Gracias por ser mis pilares y por inspirarme a alcanzar siempre nuevas metas.

A mi esposa Karla Arias, en cada paso de este camino, tu amor y comprensión han sido mi refugio. Gracias por ser mi compañera de vida y por brindarme el apoyo inquebrantable.

A mi compañera de tesis y amiga, Josselinne Obando, esta tesis no solo es un testimonio de nuestro esfuerzo conjunto, sino también de la amistad que ha crecido a lo largo de este viaje académico. Gracias por ser mi colega y amiga, este logro es tan tuyo como mío.

Chamorro León Jordán Roberto

Dedico este trabajo de investigación a mi madre, Cristina Gutiérrez, por ser mi roca y mi guía. Su amor incondicional y sus valores me han inspirado a superar cada desafío y a perseguir mis sueños. Gracias por creer en mí, incluso en los momentos en que yo misma dudaba. Gracias por ser mi mayor apoyo.

A la memoria de mi padre Gustavo Obando quien siempre será mi mayor inspiración. Aunque tuve poco tiempo de conocerte, siempre he sentido tu presencia y amor en mi vida. Tu ausencia ha sido un vacío que he llevado conmigo, pero también una motivación para esforzarme. Te dedico este trabajo con todo mi amor, sabiendo que, de alguna manera, siempre has estado y siempre estarás conmigo.

A mis hermanos, David Benavides, Damaris Benavides y Dalis Benavides por su constante ánimo y apoyo. Gracias por estar siempre ahí. Su apoyo incondicional y su compañía han hecho que este camino sea más llevadero y significativo.

A mi querido amigo y compañero de tesis, Jordán Chamorro, con quien he compartido este increíble viaje académico. Gracias por tu colaboración, tu dedicación y tu incansable trabajo en equipo.

Obando Gutiérrez Josselinne Cristina

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE ANEXOS .....</b>	<b>11</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>13</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>I. EL PROBLEMA.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>18</b>
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>19</b>
<b>1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>19</b>
1.4.1. Objetivo General .....	19
1.4.2. Objetivos Específicos .....	20
1.4.3. Preguntas de Investigación .....	20
<b>II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>22</b>
2.2.1 La cadena de suministro en su definición .....	23
2.2.1.1 Gestión de la cadena de suministros.....	24
2.2.1.2 Componentes de la cadena de suministros .....	25
2.2.1.4. Herramientas de la cadena de suministro.....	31
2.2.2. La productividad en su definición.....	32
2.2.2.1. Importancia de la productividad.....	33
2.2.2.2. Características de la productividad .....	34
2.2.2.3. La eficiencia y la eficacia como factores de la productividad.....	35
2.2.2.4. Factores que determinan la productividad .....	36
2.2.2.5. Cálculo de la productividad .....	37
2.2.3. La inteligencia artificial.....	37
2.2.3.1. <i>Machine learning</i> o aprendizaje automático .....	38

2.2.3.2. <i>Deep Learning</i> o aprendizaje profundo .....	38
2.2.3.3. Redes neuronales.....	38
2.2.4. Tipos de redes neuronales.....	39
2.2.4.1. Redes neuronales <i>feedforward</i> o alimentación hacia adelante.....	39
2.2.4.2. Redes neuronales convolucionales.....	39
2.2.4.3. Red neuronal monocapa .....	39
2.2.4.4. Red neuronal multicapa .....	39
2.2.4.5. Configuración de una red neuronal .....	40
2.2.4.6. Función de activación en redes neuronales.....	40
2.2.4.7. Optimizadores en redes neuronales.....	40
2.2.5. Optimizador Adam .....	40
2.2.5.1. Optimizador Gradiente .....	41
2.2.5.2. Optimizador Adagrad .....	41
2.2.6. Inicializadores de una red neuronal.....	41
2.2.6.1. Normal.....	41
2.2.6.2. <i>Glorot</i> .....	41
2.2.6.3. Tasa de aprendizaje .....	41
2.2.7. Tipos de ajustes en redes neuronales.....	42
2.2.7.1. Sobreajuste en el aprendizaje automático .....	42
2.2.7.2. Desajuste en el aprendizaje automático.....	42
2.2.7.3. Buen ajuste en aprendizaje automático .....	43
2.2.8. Python.....	43
2.2.9. PyTorch.....	43
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>45</b>
<b>3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO .....</b>	<b>45</b>
3.1.1. Cuantitativo.....	45
3.1.2. Tipo de Investigación.....	45
<b>3.2. HIPÓTESIS .....</b>	<b>46</b>

<b>3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES</b> .....	<b>47</b>
<b>3.3.1. Definición de las variables</b> .....	<b>47</b>
<b>3.3.2. Operacionalización de las variables</b> .....	<b>48</b>
<b>3.4. MÉTODOS UTILIZADOS</b> .....	<b>49</b>
<b>3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b> .....	<b>49</b>
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>51</b>
<b>4.1. RESULTADOS</b> .....	<b>51</b>
4.1.1. Estado actual de la empresa. ....	51
4.1.2. Diagnóstico de la planificación de la cadena de suministro.....	54
4.1.2.1. Aprovechamiento .....	55
4.1.2.2. La planificación de la producción.....	58
4.1.2.3. Planificación de almacenamiento .....	65
4.1.2.4. Distribución .....	69
4.1.3. Identificar los factores que inciden en la productividad .....	70
4.1.4. Diseño de modelo digital con base en redes neuronales .....	73
4.1.4.1. Características del primer entrenamiento de la red neuronal .....	75
4.1.4.2. Características de la segunda red neuronal.....	76
4.1.4.3. Características de la tercera red neuronal .....	76
4.1.4.4. Características de la cuarta red neuronal modelo óptimo.....	77
4.1.5. Influencia del modelo en la productividad de la empresa.....	84
4.1.6. Comprobación de hipótesis .....	88
<b>4.2. DISCUSIÓN</b> .....	<b>91</b>
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>93</b>
<b>5.1. CONCLUSIONES</b> .....	<b>93</b>
<b>5.2. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>93</b>
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>95</b>
<b>VII. ANEXOS</b> .....	<b>102</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de la variable independiente .....	48
Tabla 2. operacionalización de la variable dependiente.....	48
Tabla 3 Personal encargado por área de la empresa .....	51
Tabla 4 Insumos y sus proveedores según su ubicación .....	52
Tabla 5 Insumos pedidos por la empresa en el periodo 2022 .....	56
Tabla 6. Parámetros mínimos establecidos por la empresa de lácteos "La Caserita" .....	56
Tabla 7 Costos de adquisición de materia prima de "La Caserita" periodo 2022 .....	57
Tabla 8. Producción quincenal del periodo 2022 respecto a la leche procesada ....	61
Tabla 9. reporte de ventas del periodo 2022.....	61
Tabla 10. Datos para el cálculo de la capacidad de producción de "La Caserita"..	63
Tabla 11. Cálculos de la Capacidad de Producción de "La Caserita" .....	63
Tabla 12. Costos de adquisición de materiales .....	64
Tabla 13. Costos de mano de obra .....	64
Tabla 14. Costos indirectos de fabricación.....	64
Tabla 15. Producción anual de quesos .....	71
Tabla 16. Horas de trabajo mensual por cada trabajador .....	72
Tabla 17. Resumen del modelo óptimo de la primera neurona .....	78
Tabla 18. Resumen del modelo óptimo de la segunda neurona .....	79
Tabla 19 Evaluación de costos actuales y costos ajustados por el modelo.....	85
Tabla 20.Parámetros de calidad de leche superior a los establecidos .....	86
Tabla 21. Parámetros de calidad de leche inferior a los establecidos .....	86
Tabla 22. Costos de materiales (propuesta) .....	87
Tabla 23. Costos de mano de Obra(propuesta) .....	87
Tabla 24. Costos indirectos de fabricación(propuesta) .....	88
Tabla 25 Precio de leche del valor actual y precio ajustado por el modelo. ....	89
Tabla 26 Resumen del análisis estadístico .....	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cadena De Suministros .....	24
Figura 2. Áreas de la gestión de aprovisionamiento.....	26
Figura 3. Características de la productividad .....	34
Figura 4. Tipos de ajustes de redes neuronales.....	43
Figura 5 Organigrama de la Empresa La Caserita.....	51
Figura 6. Diagrama de la cadena de suministros de "La Caserita" .....	54
Figura 7 Cursograma analítico de procesos de "La Caserita" .....	59
Figura 8 Ciclo de fabricación del queso mozzarella.....	60
Figura 9. Factores de la productividad en la empresa La Caserita .....	70
Figura 10. Diseño de arquitectura de software .....	74
Figura 11 Evaluación de la primera red neuronal.....	75
Figura 12. Entrenamiento de la segunda red neuronal .....	76
Figura 13. Entrenamiento de la tercera red neuronal.....	77
Figura 14. Modelo óptimo.....	78
Figura 15. Predicción del porcentaje de residuo líquido .....	79
Figura 16 Estructura de la neurona para predicción de quesos.....	80
Figura 17 Diagrama de procesos del software.....	82

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC.....	102
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas .....	104
Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos .....	106
Anexo 4 Prueba de normalidad Shapiro Wilk.....	115
Anexo 5 Prueba de linealidad Pearson.....	115
Anexo 6 Prueba de homocedasticidad Breusch-Pangan .....	115
Anexo 7 Prueba de homogeneidad Levene.....	115
Anexo 8 Prueba no paramétrica (Wilcoxon) .....	116
Anexo 9. Estándares de leche de buena calidad (Obtenidos mediante ecomilk) .	116
Anexo 10 Estándares de leche de mala calidad (Obtenidos mediante ecomilk) ...	116
Anexo 11 Script del modelo óptimo.....	117
Anexo 12 Manual de Usuario .....	122

## RESUMEN

Este proyecto de titulación se enfoca en proponer un plan de mejora combinando la inteligencia artificial y la calidad de la materia prima para optimizar los procesos de abastecimiento en la empresa de lácteos La Caserita. Inicialmente, se diagnosticó la situación actual de la empresa para identificar los procesos de la cadena de suministros. Luego, se propuso la creación de un modelo basado en redes neuronales para pronosticar la cantidad de quesos que se pueden producir según la calidad de la materia prima. Se realizó un proceso de entrenamiento de cuatro redes neuronales con diferentes características para poder comparar su rendimiento y seleccionar las mejores características para el modelo óptimo. Al final, se determinó que el modelo de red neuronal con dos capas, 32 neuronas, optimizador Adam y una tasa de aprendizaje de 0.001 era el más adecuado para la resolución del problema planteado. El resultado final indica que el modelo basado en redes neuronales logra predecir la cantidad de quesos que se va a obtener de la materia prima recibida de cada proveedor y en base al ajuste de precios los costos de producción se reducen a \$11,08 no se modifica el precio de venta y se obtiene una utilidad de \$2,42 por unidad esto representa el 21,81% del costo de producción teniendo un incremento en las utilidades de 5,03% en cada unidad producida.

**Palabras clave:** Planificación, cadena de suministros, productividad, inteligencia artificial, redes neuronales.

## **ABSTRACT**

This thesis project focuses on proposing an improvement plan by combining artificial intelligence and raw material quality to optimize supply processes at the dairy company "La Caserita". Initially, the current situation of the company was diagnosed to identify the supply chain processes. Moreover, the creation of a model based on neural networks was proposed to forecast the quantity of cheese that can be produced according to the quality of the raw material. A training process was conducted with four neural networks with different characteristics to compare their performance and select the best features for the optimal model. In the end, it was determined that the neural network model with two deposits, 32 neurons, Adam optimizer, and a learning rate of 0.001 is the most suitable for solving the stated problem. The final result indicates that the neural network-based model successfully predicts the quantity of cheese that will be obtained from the raw material received from each supplier. Based on price adjustments, production costs are reduced to \$11.08 without changing the selling price, resulting in a profit of \$2.42 per unit. This represents 21,81% of the production cost, with an increase in profit of 5,03% per unit produced.

**Keywords:** Planning, supply chain, productivity, artificial intelligence, neural networks.

## INTRODUCCIÓN

La planificación efectiva de la cadena de suministro y la mejora de la productividad son aspectos cruciales para el éxito y la eficiencia de una empresa u organización. La cadena de suministro abarca todas las actividades relacionadas con la adquisición, producción, almacenamiento y distribución de productos. Por otro lado, la productividad se refiere a la capacidad de utilizar eficientemente los recursos disponibles para producir bienes y servicios. Estos dos aspectos están estrechamente vinculados, ya que una cadena de suministro bien planificada puede mejorar la productividad, al tiempo que una mayor productividad puede impulsar el rendimiento y la eficiencia de la cadena de suministro. En resumen, la planificación de la cadena de suministro y la mejora de la productividad son esenciales para mantener una ventaja competitiva en el mercado actual.

En el entorno empresarial altamente competitivo y globalizado de hoy en día, la gestión efectiva de la cadena de suministro y la mejora de la productividad se han convertido en elementos clave para el éxito de las organizaciones. Especialmente en la industria de alimentos, donde la eficiencia operativa y la entrega oportuna de productos frescos son fundamentales, la planificación de la cadena de suministro desempeña un papel crucial. En este contexto, esta tesis se centra en el estudio de la planificación de la cadena de suministro y su impacto en la productividad de la empresa de lácteos "La Caserita", ubicada en el Cantón San Pedro de Huaca.

La Caserita, una empresa reconocida por su compromiso con la calidad y la tradición en la producción de lácteos se enfrenta a desafíos diarios en la gestión de su cadena de suministro para garantizar una producción eficiente y una entrega puntual a sus clientes. Esta investigación tiene como objetivo analizar la planificación de la cadena de suministro de La Caserita, así como identificar los factores que inciden en la productividad y el rendimiento general de la empresa. Para lograr estos objetivos, se llevará a cabo una investigación exhaustiva utilizando una metodología cuantitativa. Se recopilarán datos a través de entrevistas con el personal clave de La Caserita, observaciones directas en el lugar de trabajo y análisis de datos históricos de producción y rendimiento. Estos datos proporcionarán una visión profunda de los desafíos específicos que enfrenta la empresa en la planificación de la cadena de suministro y cómo se relacionan con la productividad general.

La importancia de esta investigación radica en su capacidad para identificar áreas de mejora en la planificación de la cadena de suministro de La Caserita y brindar recomendaciones prácticas y estratégicas para optimizar sus operaciones. Además, los resultados y hallazgos de este estudio pueden ser útiles para otras empresas del sector lácteo o incluso para aquellas que enfrentan desafíos similares en la gestión de su cadena de suministro y la mejora de la productividad.

## **I. EL PROBLEMA**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El sector lácteo a nivel mundial se ha constituido como un sector primario que mantiene grandes aportes en la economía de las naciones, incluso representando una fuente económica que contribuye sobre el desarrollo local; sin embargo, la deficiente planificación de la cadena de suministro ha incidido directamente en su productividad; especialmente en las organizaciones que mantiene procesos productivos como es el sector lácteo, en este sentido, resulta importante mencionar que la recuperación de la economía mundial en las organizaciones mantiene una crisis en la cadena de suministro, especialmente por los cambios derivados de la pandemia que ha ocasionado la necesidad de restablecer los procesos logísticos en muchas compañías que les permita enfrentar una realidad; más aún, cuando la productividad de estas organizaciones dependen de gran medida de la gestión de la cadena de suministro.

En virtud de ello, a nivel global las pequeñas y medianas organizaciones no mantiene un sistema de planificación y control eficiente dentro de los procesos de la cadena de suministros, ocasionando problemas en la misma, esto incide especialmente cuando la gestión de la cadena de suministro se ha convertido en una tarea compleja para las organizaciones que requiere de cuidada, atención y trabajo sobre los detalles en los procesos organizacionales; afectando directamente al aprovisionamiento, la producción de los productos; no obstante su deficiente gestión ha ocasionado una débil productividad en las empresas; de hecho, esto ha incidido sobre la satisfacción del cliente; por tal motivo, esta problemática se presenta en las PYMES a lo largo de la cadena de suministro, surge por la desventaja competitiva, escasa capacitación y nula comunicación con los proveedores; además esto ha incidido sobre la falta de tecnológica y un limita esquema de producción.

Desde esta perspectiva, en Latinoamérica se presenta una similar problemática, puesto que la mayoría de las organizaciones lácteas no cuenta con una cadena de suministro eficiente, en donde los procesos logísticos en muchas ocasiones son de manera empírica; más aún, cuando la cadena de suministro mantiene una influencia

directa sobre la productividad de las organizaciones, debido que la deficiente gestión en los procesos logísticos ha ocasionado retrasos en dichos procedimientos, especialmente por la deficiente capacidad organizacional, en este sentido, Ramos (2020) llevó a cabo un estudio en donde se estableció un reproceso en las organizaciones lácteas, en donde la gestión de abastecimiento, producción y distribución presentan inconvenientes afectando a la productividad de las organizaciones, esto ha sido ocasionado por la deficiente mano de obra, inexistencia de nueva tecnología e incluso por la escasa comunicación y evaluación de los proveedores para contar con materia prima de calidad que fortalezca los sistemas de producción.

Por otra parte, la industria de lácteos en Ecuador enfrenta varias problemáticas que afectan su desarrollo y sostenibilidad. Las principales áreas de preocupación incluyen la baja productividad y eficiencia en las fincas lecheras, así como la falta de modernización en las plantas procesadoras. La variabilidad en los estándares de calidad y controles sanitarios insuficientes afectan la calidad del producto final (Sandoval, 2022). No obstante, su deficiente cadena de suministro ha incidido directamente en la productividad de las organizaciones; esto es ocasionado principalmente porque en muchas veces la cadena de suministro es afectada por diversos factores externos e internos. En la provincia del Carchi existe gran competitividad entre las empresas fabricantes de productos lácteos esto hace que cada una de estas adopten nuevas medidas en cuanto a mejor manejo al momento de transportar la materia prima como sus derivados, no obstante, las industrias lácteas presentan inconvenientes en el ingreso de esta materia prima que por temporadas entra en escases, la falta de materia prima genera que no se controle a proveedores con el fin de llegar a cumplir con los clientes.

En consecuencia, la empresa de productos lácteos "LA CASERITA" ubicada en el Cantón San Pedro de Huaca se ha demostrado eficiencia en ciertos eslabones de la cadena de suministros no obstante, hay fallas que son notables entre las que se encuentran demoras en la descarga de materia prima es decir falencias en el aprovisionamiento, es esencial recalcar que los factores de demora se presentan cuando la materia prima no es óptima para el proceso puesto que de cada diez cantinas de leche de cuarenta litros al menos cuatro de ellas contiene leche que no es apta para el debido proceso de enfriamiento, es decir de cada 400 litros que ingresan a la fábrica 160 litros no son óptimos. Esto influye directamente en la demora

al momento de descargar la materia prima pues ya que no se descarga directamente en un tanque de acopio y se tiene que clasificar de acuerdo con la calidad.

La materia prima llega de baja calidad a la empresa debido a que los proveedores le agregan agua a la leche para aumentar la cantidad de litros que entregan, sin embargo, la empresa realiza el acopio de la materia prima analizando la leche de cada proveedor con el equipo *ecomilk* el cual refleja la cantidad de proteína, lactosa, sólidos no grasos, grasa y agua, para que la leche sea considerada de buena calidad debe de cumplir los siguientes estándares agua máximo 1.20%, lactosa mínimo, 4.30%, Proteína mínimo 2.99%, grasa mínimo 3.2% y sólidos no grasos mínimo 8.30% si la calidad de la leche analizada cumple con los estándares de calidad de la empresa se le anota al proveedor toda la cantidad de litros entregados por el contrario si la calidad de la leche está por debajo de estos estándares la empresa le reduce 100 litros por cada 1000 litros a cada proveedor ocasionando inconformidad con los proveedores lo que provoca que ellos sigan agregando más agua a la leche y así alterando la calidad de la materia prima.

Al llegar esta materia prima de baja calidad es necesario acelerar el proceso productivo ya que no es posible llevar al proceso de frío para esto es importante recalcar que para iniciar los procesos de producción se tiene una cantidad mínima de 3 mil litros de materia prima a ser procesada pues si se iniciara con una menor cantidad de leche se estará utilizando de manera inadecuada los recursos destinados a producción esto teniendo en cuenta que tendría que encenderse la maquinaria que se encarga de calentar la leche por un mínimo de materia prima y gastando los mismos recursos. En este sentido, frente a esta problemática los afectados directos son la empresa de lácteos La Caserita, debido que mantiene una deficiente gestión de la cadena de suministro que afecta a su rentabilidad; mientras que los afectados indirectos son los clientes por el retraso en sus pedidos e incluso insatisfacción.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo incide la planificación de la cadena de suministro en la productividad de la empresa de lácteos "La Caserita" del Cantón San Pedro de Huaca en el periodo octubre 2022- septiembre 2023?

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

Actualmente la eficiente planificación de la cadena de suministro favorece la calidad de los productos y servicios, además de optimizar los canales de distribución contribuyendo de esta manera en la productividad de las organizaciones; por tal motivo, el propósito de esta investigación fue analizar la planificación de la cadena de suministros y productividad en la empresa de Lácteos "La Caserita" del Cantón San Pedro de Huaca en el periodo octubre 2022- septiembre 2023; para ello, la ejecución de este estudio es significativa por la inexistencia de investigaciones similares en esta organización; de hecho, la importancia de este estudio radica en proponer un modelo digital con base en redes neuronales para verificar un incremento en la productividad de la empresa sujeto de estudio.

El presente estudio se justifica debido a la existencia de problemas en los procesos de aprovisionamiento en la empresa de productos lácteos "LA CASERITA", lo cual ocasiona retrasos en las etapas de producción; para ello, se partió de un diagnóstico sobre la planificación de la cadena de suministro en esta organización; posteriormente se identificó los factores que inciden en la productividad para establecer un modelo que permitirá fomentar la productividad de esta organización. Además, este estudio contribuirá en la comunidad científica, puesto que los resultados y la propuesta de esta investigación servirá como antecedente y guía de estudio. La empresa donde se lleva a cabo el estudio será el primer beneficiario, pues al diagnosticar y analizar los procesos de su cadena de suministro, se podrán identificar las debilidades en los eslabones más vulnerables y, de esta manera, implementar una gestión adecuada de los procesos de la cadena de suministro para aumentar la productividad, reducir los costos, incrementar la rentabilidad y satisfacer las necesidades de los clientes, logrando así una mayor competitividad en el sector lácteo.

### **1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.4.1. Objetivo General**

Analizar la Planificación de la cadena de suministros y productividad en la empresa de Lácteos "La Caserita" del Cantón San Pedro de Huaca en el periodo octubre 2022- septiembre 2023.

#### 1.4.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la planificación de la cadena de suministro en la empresa de Lácteos "La Caserita".
- Identificar los factores que inciden en la productividad en la empresa de Lácteos "La Caserita".
- Diseñar un modelo digital con base en redes neuronales para verificar un incremento en la productividad de la empresa "La Caserita".

#### 1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cuál es la situación actual de la empresa de Lácteos "La Caserita"?
- ¿Cuáles son los factores que inciden en la productividad en la empresa de Lácteos "La Caserita"?
- ¿Se puede incrementar la productividad a través del diseño de modelo digital con base en redes neuronales propuesto en la empresa de lácteos "La Caserita"?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Como marco referencia del presente estudio fue importante utilizar previas investigaciones sobre la cadena de suministro y la productividad, por tal motivo, a continuación, se exhiben los siguientes antecedentes investigativos:

Leporati y Morales (2019) se basa en cómo la inteligencia artificial puede mejorar los procesos logísticos en las empresas. Establecen que la aplicación de la inteligencia artificial tiene un impacto significativo en todas las etapas de las empresas, y particularmente en la gestión integral de las cadenas de suministro, este impacto se extiende desde el inicio hasta el final de la cadena, contribuyendo de manera notable a la optimización del proceso de toma de decisiones lo que conlleva a una mejora sustancial en la productividad en todos los componentes de la cadena, gracias a una mayor visibilidad compartida entre todos los participantes. Este enfoque mejorado permite perfeccionar los procesos, elevar la calidad de los productos y lograr un incremento en la atención al cliente, logrando así reducir la incidencia de errores y defectos.

Erazo y Vásquez, (2021) establecen que el éxito de una empresa depende en gran parte de la forma en que opere su cadena de suministro, razón por la cual las empresas deben identificar cuáles son los procesos que intervienen dentro de cada macro factor analizado. Es decir, cuando se habla de los proveedores, es preciso llevar a cabo procesos de evaluación, selección, seguimiento y reevaluación de estos, ya que proveen los insumos necesarios para la fabricación del producto. Por otro lado, en la fase de producción se tiene el acopio, síntesis y acondicionamiento de la materia prima en productos terminados; y para finalizar, en la etapa de la distribución se determina el canal de distribución que se va a emplear para hacer llegar los productos al cliente final.

Castillo y Ramírez (2023) Para su investigación desarrollan un sistema de inventario basado en redes neuronales mediante el cual concluyen que la aplicación del sistema propuesto logra optimizar la inversión en un 27.42 % y mejorar el nivel de 17

rotación en un 87.93 %. Además, se encuentra que el Modelo EOQ con demanda aleatoria es adecuado para considerar la variabilidad de la demanda y otros aspectos importantes que al ser adaptado a redes neuronales permite conocer la cantidad óptima de pedido con un 1.01 % de error.

La investigación de Marketer (2023) en su artículo cómo la inteligencia artificial puede mejorar la eficiencia en la cadena de suministro menciona que una de las áreas en las que la IA ha demostrado un gran potencial es en la cadena de suministro. En el contexto de la cadena de suministro, la IA puede desempeñar un papel fundamental en la optimización de procesos, la toma de decisiones y la predicción de resultados. A través del uso de algoritmos avanzados y técnicas de aprendizaje automático, la IA puede analizar grandes volúmenes de datos para identificar patrones, prever demandas futuras y tomar decisiones informadas y gracias a esto aumentar la eficiencia operativa, reducir errores y principalmente los riesgos.

Salas et al., (2019) En su artículo realizan la propuesta para mejorar la competitividad y productividad esta se basa en el Modelo de Benchmarking de la Cadena de Abastecimiento para Pymes Manufactureras el cual tiene una gran contribución de aplicación debido a que predice el comportamiento de cada uno de los procesos dentro de la cadena de abastecimiento y permite conocer los factores críticos de la organización brindando estrategias para optimizar los procesos logísticos y/o productivos de la cadena de suministros en empresas del sector metalmecánico.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

Teoría General de Sistemas.

La teoría general de sistemas (TGS) es un enfoque de investigación que basa su estudio en la observación global de todas las partes que componen el objeto de estudio. Afirma que un sistema no está de forma aislada, sino que se relaciona con otros y afecta a su comportamiento (Durán, 2023).

Componentes de la Teoría General de Sistemas

García (2023) establece que la TGS se compone de los siguientes elementos:

- Entradas o inputs: Son los recursos directos de los que se nutre el proceso.
- Salidas u outputs: Son las consecuencias del proceso.
- Medioambiente: Es el conjunto de componentes externos e internos que rodean al proceso.

- Retroalimentación: Sucede cuando las salidas del proceso se convierten a la vez en entradas de nuevo.

#### Teoría de las restricciones

La teoría de las restricciones o teoría de las limitaciones es un enfoque de gestión empresarial que busca identificar y superar los obstáculos que limitan el desempeño y la eficiencia de los procesos. A través de la identificación de las restricciones, se busca optimizar la utilización de los recursos y maximizar los resultados. Se trata, pues, de un sistema de mejora continua a implementar en una organización con problemas de desarrollo o productividad (Pastrana, 2023).

#### 2.2.1 La cadena de suministro en su definición

Si bien es cierto, la cadena de suministro se ha constituido como una serie de procedimientos que une el ciclo de los productos desde su producción hasta su entrega final, para ello, es importante mencionar que involucra a los proveedores, los fabricantes, distribuidores y el cliente final; desde esta perspectiva, la cadena de suministro es aquel procedimiento que tiene como propósito la satisfacción del cliente o consumidor final para ello, previamente se establecen varios procedimientos desde que se consigue a materia prima hasta llegar al consumidor final, para ello, atraviesa un proceso operativo.

La cadena de suministro, también llamada cadena de abastecimiento o *supply chain*, es una función clave tanto estratégica como logística que incluye todas las actividades necesarias para que un producto llegue al consumidor final, de igual forma, se habla de la gestión de la sostenibilidad de la cadena de suministro involucrando, como la reducción de emisiones, para desarrollar productos y servicios sostenibles, la promoción de prácticas éticas y de responsabilidad social. Este proceso abarca todo el ciclo de vida del producto, desde la obtención de materias primas, pasando por la producción, almacenamiento y distribución, hasta la venta final, y requiere una coordinación integral entre todos los componentes de la cadena (Hernández y Ramírez, 2023).

En virtud de ello, la cadena de suministro también se ha definido como un conjunto de actividades, medios de distribución e instalaciones necesarias que permiten llevar a cabo un proceso de comercialización o venta de un producto, es decir, la cadena de suministro es un camino que sigue un producto desde la obtención de materia

prima para su transformación hasta la llegada al consumidor final; de hecho, comprende elementos como el suministro que se encarga de la obtención de la materia prima, la fabricación, que permite transformar la materia prima en productos terminados y la distribución que se encarga de la entrega de los productos al consumidor final como se muestra en la figura 1.

Desde esta perspectiva, la cadena de suministro se ha concebido como el ciclo de vida de productos o servicios, siendo considerada además como un subsistema que se encuentra dentro de las organizaciones y que engloba todas las actividades de planificación de suministro, fabricación y distribución, además engloba la oferta y la demanda en las organizaciones.



**Figura 1.** Cadena De Suministros

### 2.2.1.1 Gestión de la cadena de suministros

Con respecto a la gestión de la cadena de suministro en la actualidad las empresas tienen preferencias por la aplicación de una gestión basada en la cadena de suministros dado que esta se basa en la gestión por funciones dejando de lado los procesos, en este contexto, se entiende por cadena de suministro como un grupo de entidades que comparten el mismo objetivo, el cual conlleva cumplir con requerimientos de insumos que requieren las empresas (Suárez et al., 2023, p. 150). Cabe mencionar que esta gestión parte desde los componentes sin procesar hasta entregar el producto o servicio final al cliente. Por tal motivo, es importante mencionar que la gestión de la cadena de suministro incluye todas las actividades que transforman la materia prima y permite transformarlas en productos terminados para la disposición de la demanda sobre sus necesidades, por tanto, su propósito es mejorar la calidad, productividad, eficiencia y la satisfacción de los clientes.

En este sentido, Nugent et al. (2019) afirman que la gestión de la cadena de suministro debe extenderse más allá de los límites de la empresa, abarcando toda la cadena de proveedores, los procesos productivos y el sistema de distribución de manera correcta. Esto incluye la integración de nuevas tecnologías informáticas, de comunicación y la adopción de innovadores sistemas para ayudar dentro de la gestión.

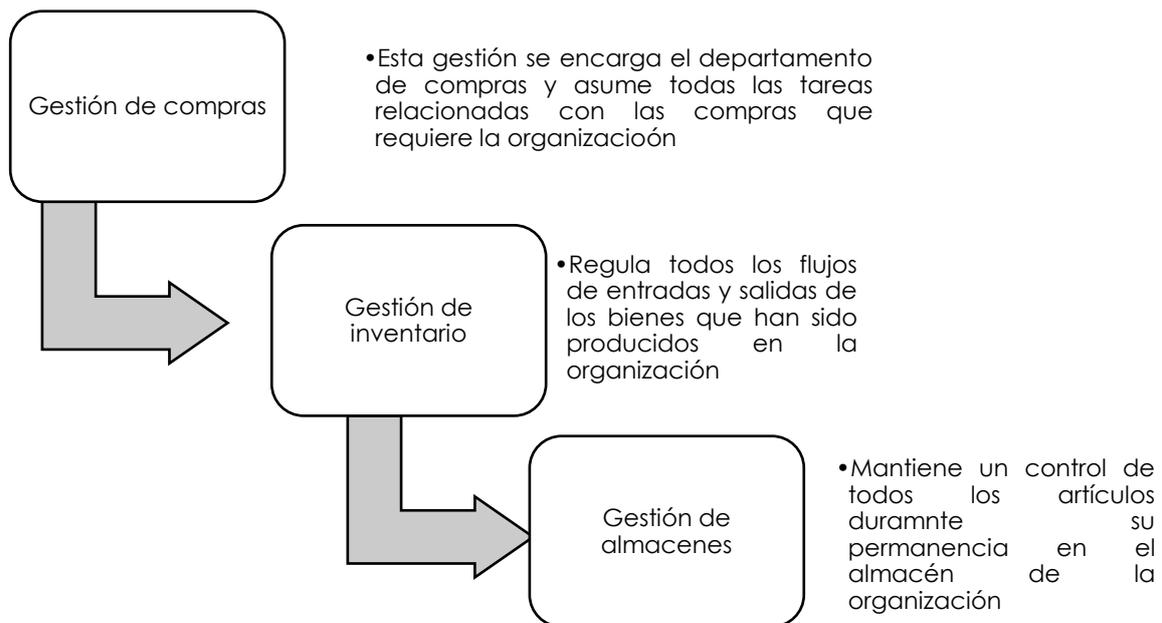
En este sentido, gracias a una eficiente gestión de la cadena de suministro puede ser un impulso sobre la fidelidad del cliente, puesto que se puede ofertar una logística personalizada que cumplan con sus necesidades y expectativas, optimizando además procesos rápidos y productivos.

## 2.2.1.2 Componentes de la cadena de suministros

### 2.2.1.2.1. Gestión de aprovisionamiento

Actualmente el aprovisionamiento cumple un rol fundamental desde el punto de vista estratégico de las organizaciones, considerando que es un área estratégica de la cadena de suministro, el cual ha generado un impacto en costos y atención eficiente a la constante demanda, dado que incluye las actividades que son requeridas para satisfacer la necesidad de una empresa (Parra et al., 2022). Es decir, la producción, distribución y venta. Desde esta perspectiva resulta importante mencionar que el aprovisionamiento también se lo relaciona como una provisión o suministro; ahora bien, desde el contexto del almacén el aprovisionamiento es asociado con los pedidos, especialmente cuando el *stock* se encuentra se encuentra sobre un nivel que ha sido definido.

En virtud de ello, Quiala et al., (2018) sostienen que “la gestión de aprovisionamiento se realiza mediante tres etapas fundamentales como: Planificación material, importación de mercancías y el almacenamiento de la mercancía” (p. 95). También se ha definido a esta gestión como una serie consecutiva de operaciones para el abastecimiento de las organizaciones con respecto al material necesario que les permita realizar sus actividades para la fabricación y comercialización; por tal motivo, la gestión de aprovisionamiento engloba tres áreas como se muestra en la figura 2.



**Figura 2.** Áreas de la gestión de aprovisionamiento  
**Fuente:** Quiala *et al.*, (2018)

En este contexto, es importante mencionar que la importancia de la gestión de aprovisionamiento radica sobre su impacto en las operaciones de la organización, de hecho, permite abastecer y gestionar a la empresa con todos los suministros necesario sobre el flujo continuo en los materiales para la ejecución de sus actividades de producción o venta; además su importancia radica en gestionar los almacenes bajo técnicas o mecanismos que permitan mantener stock mínimos en lo posible de cada material y controlar los costes que se asocian a los inventarios bajo una conservación adecuada, además, los datos de diversos sectores empresariales han aumentado considerablemente y la gestión de esta abarca gran cantidad de los mismo, por lo que la gestión correcta es imprescindible (Maheshwari *et al.*, 2023).

Para ello, se parte de la recepción de mercancía siendo su punto inicial como se exhibe a continuación:

- Recepción de mercancías

Según Castro y Salas (2022) la definen como un proceso en donde todos los productos adquiridos a los proveedores llegan a los almacenes de las organizaciones para su posterior control, clasificación y ubicación; para ello, previamente se mantiene un control sobre la mercancía que ha sido recibida y tiene que tener relación o coincidencia con la información de materia prima que ha sido solicitada; bajo esta perspectiva, algunos procedimientos de este proceso son la etiqueta y pesado,

además de mantener un control y evaluación sobre la calidad y la comunicación con el departamento de ventas, en efecto;

Este proceso se ha convertido en una actividad puntual sobre la gestión de los almacenes, además de que por su naturaleza se debe tomar en cuenta el inventario para que exista un desarrollo óptimo en los procesos llevados a cabo en los almacenes, puesto que al momento de no efectuarse adecuadamente la organización mantiene el riesgo de obtener acciones o pérdidas en su productividad, repercutiendo sobre la capacidad de cubrir las necesidades y expectativas de la demanda (Castro y Salas, 2022, p. 78).

Por esta razón, para que la recepción de la mercancía sean un proceso eficiente se debe llevar a cabo evaluaciones periódicas, además de optar por el personal capacitado capaz de mantener un sistema de gestión de almacenes automatizado.

Tasa de cumplimiento de entrega

El tiempo de entrega de pedidos es un factor esencial que debe estar presente para honrar al cliente y potenciar su fidelización. Se trata de realizar correctamente el despacho de la mercancía en sus manos cumpliendo con la fecha y hora pautadas (La Importancia del Tiempo de la Entrega de Pedidos Para Tus Clientes, 2023). El cumplimiento de entrega puede variar dependiendo del proveedor, el tipo de producto y servicio solicitado, las condiciones de transporte y la ubicación geográfica de los dos puntos tanto del proveedor y de la empresa.

- Costo de adquisición de materiales

El "Costo de Adquisición" se refiere a la suma de la inversión en materia prima y los gastos necesarios para preparar el producto para la venta. Este concepto es distinto de los costos de producción, que abarcan otros costos directos e indirectos relacionados con la fabricación del bien. La compra de materias primas, considerada un costo directo, puede ser de origen interno, si la empresa las produce, o externo, si se adquieren a través de proveedores o en el mercado general (Dayan et al., 2023).

- Gestión de producción

Con respecto a la gestión de producción es aquel procedimiento que engloba la optimización de todas las actividades del almacenamiento, además del movimiento de la mercancía sobre la fabricación; es decir, la gestión de la producción mantiene una serie de actividades puntual sobre la organización y planificación, control y

ejecución de todos los procesos productivos que mantiene una empresa (Hernández et al., 2021). De hecho, es importante mencionar que su relevancia se establece sobre la reducción de los costos, además de la eliminación de posibles desperdicios que contribuyen en incrementar la productividad de las organizaciones, además de satisfacer con los requerimientos de la demanda para establecerse en un mercado competitivo.

Por esta razón, la importancia de la gestión de producción “radica en su la necesidad de la gestión por procesos se hace inevitable, debido a que permite mejorar el valor para el cliente, lograr su satisfacción, usar racionalmente los recursos y alcanzar las metas de la organización, esto gracias a una eficaz gestión sobre los recursos disponibles y la optimización de todos los procedimientos mediante la adquisición de nuevas tecnologías para mejorar la calidad del capital humano” (Hernández et al., 2021, p. 422). Además, la logística de producción pretender establecer un sistema rentable, permitiendo de esta manera reducto los precios de los productos son afectar su calidad y cumplir con las expectativas de la demanda, puesto que los productos pueden entregarse en el mejor estado posible y en los tiempos que requieran los clientes, logrando de esta manera una sincronización que responsa a las necesidades del mercado.

#### 2.2.1.3.4. Gestión de almacenamiento

Esta gestión hace referencia a las diferentes actividades que se lleva a cabo en una organización para receptor, mover y almacenar toda la mercancía de un lugar a otro, es decir, ubicar la mercancía posterior a su producción en lugares óptimos y adecuados del almacén; permitiendo facilitar el acceso a los materiales o productos terminados mediante medios de transporte internos en las organizaciones por tal motivo, optar por una logística de almacenamiento permitirá obtener accesibilidad y sobre todo una cadena de suministro efectiva, permitiendo y garantizando la existencia de un flujo constante y organizado; para mejorar la eficacia de la gestión de pedidos, se puede adaptar diferentes enfoques, que pueden agruparse en tres grupos diferentes: Agrupación, asignación y Rutas (Água et al., 2023).

- Conservación y mantenimiento

En la actualidad el mantenimiento y la conservación de la mercancía en los almacenes se ha convertido en un proceso de vital importancia puesto que su almacenaje depende del nivel de conservación y estado de los productos (Cardona

et al., 2018). Para ello, se deben aplicar normativas sobre la seguridad y la higiene, además de reglamentos sobre el cuidado por cada producto; desde esta perspectiva, la conservación temporal de los productos parece ser una actividad simple, sin embargo, para llevar a cabo este procedimiento se lo debe realizar bajo las medidas necesarias, puesto que los bienes posteriormente a su producción son destinados a esta área para su posterior comercialización; por tanto, dicho mantenimiento se deben adoptar a las necesidades específicas de cada producto que permitan mantener su calidad y cumplir con los parámetros requeridos por la demanda.

- Control de existencia

Este procedimiento se lleva a cabo para identificar en donde se encuentra los productos que han sido fabricados en todo momento, siendo su principal función a establecer soluciones sobre la distribución y organización de todos los productos, por tanto, si se dispone de un control de las existencias eficiente se podrá identificar la mercancía faltante (Oualet, 2022). De hecho, se puede determinar toda la cantidad que se requiere almacenar con respecto a cada producto, además de calcular las cantidades y frecuencia que se debe solicitar en los periodos establecidos, generando un mínimo costo en los almacenes.

En este sentido, es gracias a este control se puede optimizar el tiempo de la gestión de cadena de suministro, puesto que se contará con un almacén ordenado de manera estratégica, en donde la identificación de los productos y su calidad será evidente, mediante controles diarios (Oualet, 2022). Por tal motivo, el control de las existencias permite agilizar los procesos para una eficiente distribución de todos los productos fabricados en la empresa.

- Expendio de las mercancías

Con respecto al expendio de las mercancías, es importante mencionar que este proceso permite enviar los productos que requiere el cliente de manera que puedan salir del almacén según los tiempos acordado y en las condiciones necesarias; por tal motivo, "este proceso puede mantener subproceso sobre diferentes asociadas a su expendio con el propósito de garantizar su existo; Asignar productos al lugar indicado mejora el desempeño en la preparación de pedidos, búsqueda y almacenamiento de productos es un proceso fundamental para mejorar el desempeño del control de inventarios e identificar con mayor eficiencia la ubicación de los mismos" (Corella y

Olea, 2023, p. 2. Calculando además la frecuencia y cantidad solicitada por cada pedido, permitiendo de esta manera disminuir los costes del almacenamiento en lo máximo posible.

Cabe mencionar que la ubicación de las zonas de expendio de la mercancía de los productos de una empresa mantienen gran dependencia de múltiples factores, destacando entre los principales la cantidad de rutas y envíos que gestiona a diario, además de la planificación y la capacidad del almacén, en relación a la cantidad producida, para ello, el control de los almacenes deben estar destinados sobre la capacidad de producción que tiene la empresa, por tanto, el expendio de la mercancías puede encontrarse en las zonas de almacenamiento temporal o zonas de precargas.

#### 2.2.1.3.5. Gestión de distribución

Es considerada según Mejía et al. (2018) lo definen como "un conjunto de actividades que se encuentran relacionada con la gestión de todas las mercancías, es decir, la gestión de producción y la mejora de los procesos son definidos como factores clave en ventas y ganancias que pueda tener una organización" (p. 156). Es decir, la logística de distribución se ha constituido según Mejía et al. (2018) señalan que es un proceso que mantiene conexión con la producción los consumidores, puesto que engloba toda la manipulación, transporte y almacenamiento de los productos o servicios; siendo dicha gestión un elemento de suma importancia en las cadena de suministro, permitiendo de esta manera mantener la calidad, seguridad e integridad de los productos conforme su traslado al consumidor final, por tal motivo, para que exista una eficiente distribución es importante mantener sistemas de control e información eficientes, además de una adecuada estructura.

Desde esta perspectiva, la logística de distribución mantiene diversas actividades y utilidades que fortalecen los procesos de las organizaciones sobre el manejo de sus productos, destacándose entre las principales ventajas sobre la logística o gestión de distribución se exhiben los siguientes:

Mejora la satisfacción del cliente: Según Mejía et al. (2018) señalan que gracias a una gestión logística de distribución eficiente permite garantizar que los productos lleguen a os clientes en las mejores condiciones posibles, mantenido su calidad, permitiendo de esta manera fidelizar al cliente hacia la marca.

Incrementa la eficiencia operativa y reduce los costos operativos: Mejía et al. (2018) manifiesta que la gestión de distribución mantiene un enfoque sobre la optimización de todos los flujos de productos, permitiendo de esta manera reducir los costos operativo que además fortalece la eficiencia de la organización, puesto que mantiene una planificación de todas las rutas y distribución de los productos.

Eficiente gestión del inventario: Mejía et al., (2018) sostienen que la gestión logística es la encargada de mantener una adecuada gestión del inventario, puesto que permite contribuir en la minimización de todos los costos que se encuentran asociados al almacén de los productos; debido que al mantener un adecuado control del inventario los costos adicionales que se asocian al almacenamiento excesivo poder ser evitados.

#### 2.2.1.4. Herramientas de la cadena de suministro

##### 2.2.1.4.1. Homologación de los proveedores

Actualmente la homologación a los proveedores se ha convertido en una metodología que las empresas llevan a cabo para verificar el cumplimiento mediante una serie de estándares el servicio de los productos; debido que actualmente existe gran cantidad de proveedores (Peña y Rodríguez, 2018). Para ello se deben establecer criterios de calificación en relación con las necesidades de una organización, la finalidad de la homologación de los proveedores consiste en mantener una relación sobre temas comerciales, operativos y de calidad; permitiendo de esta manera asegurar todas las condiciones que permita aprovisionar los productos conforme a las necesidades de la organización.

En este sentido, la calidad que mantiene los proveedores se encuentra relacionadas directamente con la satisfacción de las necesidades de la demanda, para ello, se debe identificar mediante un diagnóstico el proceso productivo para establecer los requisitos y homologación de los proveedores (Peña y Rodríguez, 2018). Por tanto, a continuación, se exhiben los criterios para la homologación de los proveedores:

- Capacidad de conocimiento del proveedor para realizar los servicios pactados
- Conseguir garantías del desempeño de la calidad pactada
- Flexibilidad durante el desarrollo del contrato seguridad y confidencialidad de la información
- Implementó de una cultura de calidad hacia el cliente y compromiso de mejora continua

En efecto, resulta importante para las organizaciones mantener proveedores eficientes que cumplan con todos los parámetros establecidos sobre la calidad de la materia prima, además de los diferentes criterios al momento de la entrega de los productos para cumplir con las necesidades de la demanda. En este sentido, existen múltiples parámetros sobre la homologación de los proveedores, para ello, la empresa define estos factores o variables de estandarización que permitan cumplir con todas las variables, especialmente por el cumplimiento legal, la calidad del servicio, e incluso criterios ambientales, por tanto, para la homologación de los proveedores se deberá establecer un proceso de evaluación conforme a las necesidades de la organización (Peña y Rodríguez, 2018).

### 2.2.2. La productividad en su definición

La productividad se ha conceptualizado como una medida de carácter económico, permitiendo de esta manera calcular cuando bienes y servicios son producidos en los diferentes factores utilizados; de hecho, también se define a la productividad como la capacidad de establecer actividades en el menor tiempo posible, creando beneficios y múltiples ventajas para las organizaciones; por tanto, si una organización es capaz de mejorar su productividad mejora el valor de sus productos y por ende garantiza la satisfacción del cliente (Ramírez et al., 2022). Por tal motivo, la productividad es la consecuencia de las relaciones entre los resultados de las actividades de la organización. En este sentido:

La productividad se encuentra relacionada sobre el desempeño y la eficiencia de los procesos de una organización, definiéndola como la forma de utilizar los factores de producción en la creación de bienes y servicios que se ofertan en el mercado (Ramírez et al., 2022, p. 192).

Por esta razón, la productividad en las organizaciones se rige en función de la eficiencia operativa y comercial, es decir, se trata de evaluar los equipos de trabajo y cumplimiento de todas las expectativas, además de identificar si sus resultados se ajustan conforme los tiempos de entrega, además de las necesidades organizacionales (Ulloa et al., 2023).

“Una productividad eficiente de las empresas se ha establecido como el punto de partida sobre los negocios ideales, permitiendo de esta manera obtener utilidades, además de promover el crecimiento de todas las partes de la organización,

definiéndose como el éxito de un negocio, esta puede darse medirse de forma física o por valor agregado" (Ulloa *et al.*, 2023, p. 238). En este sentido, la búsqueda de la eficiencia ha incidido sobre la productividad como un factor indispensable sobre la cultura organizacional, por tal motivo, a continuación, se exhiben los factores que inciden en la productividad:

- Métricas del rendimiento
- Resultados medibles
- Flexibilidad laboral y medidas de conciliación
- Digitalización
- Innovación tecnológica
- Creatividad y desempeño

En consecuencia, "la productividad en las organizaciones se ha definido como un indicador puntual sobre la determinación de las relaciones entre los recursos que han sido utilizado y los productos que han sido generado en un periodo específico" (Ulloa *et al.*, 2023, p. 238). Permitiendo de esta manera evaluar la eficiencia de las empresas sobre la utilización de sus recursos.

#### 2.2.2.1. Importancia de la productividad

La productividad en las organizaciones es de suma importancia debido que permite obtener mejores resultados mediante la utilización de los suficientes recursos, puesto que al impulsar la productivas en las empresa se fortalece su desarrollo económico; además de reducir los costos operativos sobre los procesos de producción, gracias al rendimiento de todas las actividades; desde esta perspectiva, una eficiente productividad permita satisfacer las necesidades de la demanda, además de mantener un equilibrio sobre los recursos y los tiempos sobre los clientes, en donde se puede asegurar que los productos ofertados lleguen a los consumidores en las mejores condiciones y la calidad que cumpla con sus expectativas (Fontalvo *et al.*, 2018).

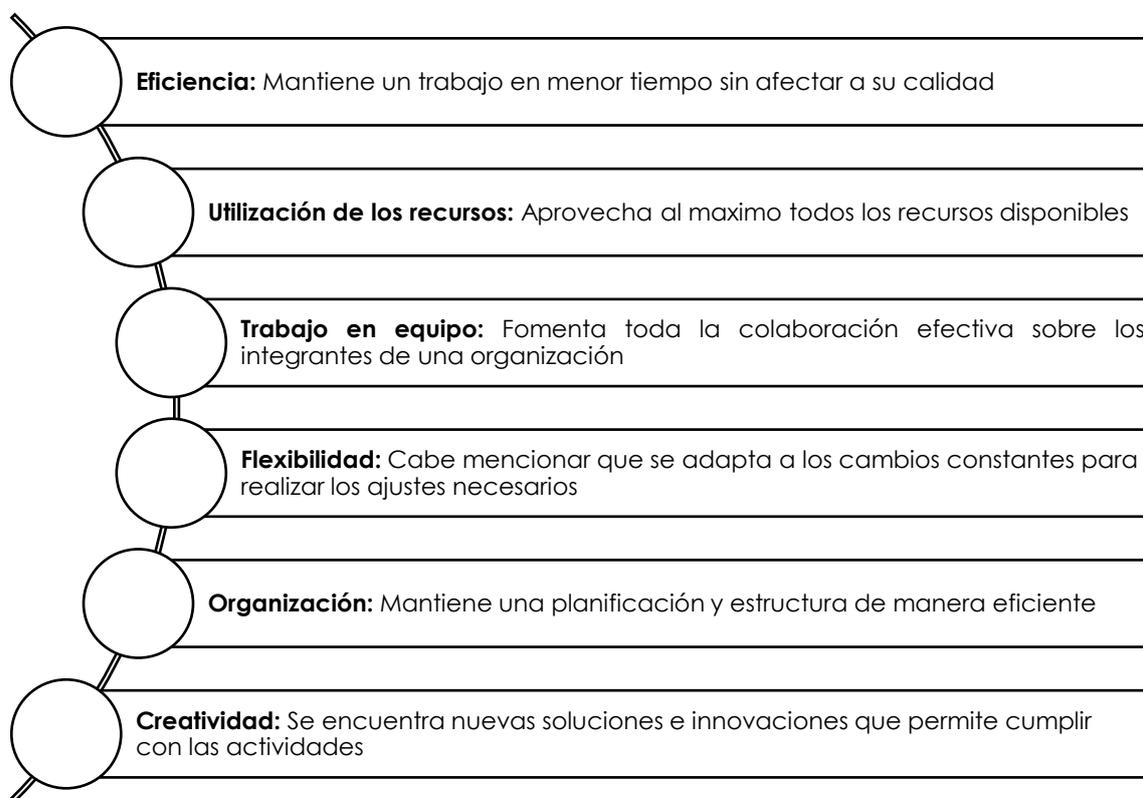
Con respecto al contexto operativo "la productividad permite asegurar la competitividad una eficiente gestión de todos los procesos organizacionales; permitiendo de esta manera incrementar la productividad para obtener un trabajo equitativo y organizado que cumpla con los propósitos empresariales" (Fontalvo *et al.*, 2018, p. 50). De hecho, la evaluación de la productividad es puntual, debido que mantiene relación sobre el impacto de la calidad, por esta razón, la administración,

coordinación y el control se encuentra entrelazados sobre la productividad de una organización.

#### 2.2.2.2. Características de la productividad

Si bien es cierto, es preciso hacer énfasis en que la productividad en las organizaciones se encuentra influenciada sobre múltiples factores, siendo los principales la disponibilidad de los recursos naturales y los recursos humanos (Jahanger et al., 2022). De hecho, por la calidad y cantidad de recursos en la producción de productos o servicios, tecnología, inversión y las operaciones de la organización, en este sentido, la productividad mantiene una función puntual sobre el existo de las organizaciones, puesto que se encuentran directamente relacionada con la capacidad que permite mejorar los resultados y maximizar la eficiencia en todos los procesos de la organización (Jahanger et al., 2022).

Por tal motivo, en la figura 3, se exhiben las principales características de la productividad



**Figura 3.** Características de la productividad  
Fuente: Franco et al., (2021)

Conforme a lo anteriormente expuesto, según Ludym y Rojas (2018) mencionan que la productividad se ha caracterizado por mantener grandes beneficios, siendo la relación existente sobre los productos que se utilizan sobre una función específica y las cantidades con respecto a los recursos necesarios para obtener los resultados esperados, esto va de la mano con el comportamiento grupal, el ambiente de trabajo y la gestión correcta de procesos. De hecho, la productividad mantiene una relación constante con la calidad de los productos, reduciendo los costos y mejorar la rentabilidad de las empresas.

#### 2.2.2.3. La eficiencia y la eficacia como factores de la productividad

Cabe mencionar que “la productividad se encuentra determinada sobre la producción obtenida, es decir, la eficacia y todos los esfuerzos que se han invertido con el propósito de obtener los resultados esperados en la organización” (Yeverino y Montoro, 2019, p. 32). Por tal motivo, toda empresa puede lograr mayor producción mediante menores esfuerzos, permitiendo de esta manera incrementar la productividad, en este sentido, a continuación, se muestra la definición y eficacia en la productividad organizacional.

- La eficacia en la productividad

La eficacia se ha convertido en un factor determinante en la rentabilidad, puesto que se trata de lograr la máxima producción posible con la cantidad menor posible de recursos utilizados; esto ha ocasionado una disminución de los costos y desperdicios, debido que la eficiencia se centra en la obtención del rendimiento máximo de todos los recursos; siendo reconocido como un componente puntual sobre la productividad (Yeverino y Montoro, 2019).

- La eficacia en la productividad

Con respecto a la eficacia se la ha definido como aquellos resultados que se obtienen sobre el cumplimiento de los propósitos en una organización; por tal motivo, para lograr la eficacia se deben establecer ciertas acciones y priorizar ciertas tareas específicas; esto gracias a un procedimiento que permitan obtener los resultados deseados; para ello, es necesario emplear los métodos o mecanismos necesarios, contribuyendo en la búsqueda de soluciones y cumplimiento de todas las actividades en una organización (Yeverino y Montoro, 2019).

#### 2.2.2.4. Factores que determinan la productividad

Con respecto a los factores que determinan la competitividad es necesario mencionar que la creación de bienes y servicios se establecen sobre un contexto determinado; puesto que no es cuestión de incrementar la jornada laboral o cargas; más bien, la productividad se encuentra determinada por una serie de factores en relación a la operación comercial de cada organización; de hecho, estos factores se establecen como un proceso de carácter multifacético; puesto que requiere de las consideraciones de múltiples elementos que mantienen un impacto directo sobre el rendimiento y la gestión de la organizaciones que permite promover un entorno mayormente adecuado (Bollati *et al.*, 2022).

Desde esta perspectiva, “el desempeño productivo de las organizaciones se encuentra influenciado sobre varios elementos que pueden ser manipulables, además deben estar integrados sobre los factores internos y externos” (Bollati *et al.*, 2022). Por tal motivo, a continuación, se muestran los factores que inciden en la productividad de una organización:

- Métodos y equipos

Si bien es cierto, la productividad implica la ejecución de cambios sobre un escenario constructivista, bajo procedimientos o acciones; para ello, la necesidad de implementar equipos actualmente se ha convertido en un desafío para las organización; por tanto, deben automatizar todos los procesos y las instalaciones; además de reducir los tiempos de espera, puesto que mediante la materia prima una organización podrá mejorar su cadena de suministro, partiendo de la adquisición del material necesario para su transformación (Bollati *et al.*, 2022).

#### Capacidad de los recursos

Actualmente la optimización sobre la utilización de los recursos se ha convertido en un factor indispensable; para ello, es importante señalar que entre los principales recursos se encuentra la tecnología que actualmente se ha convertido en una herramienta determinante de la productividad, debido que contribuye en mejorar todos los procesos y optimizarlos; además aporta en la capacidad de fabricar mayor productos en un tiempo determinado; en donde las instalaciones y la maquinarias se ha establecido como herramientas puntuales para cumplir con los tiempos de entrega y satisfacción del cliente conforme a sus necesidades, especialmente por la calidad de los productos terminados (Bollati *et al.*, 2022).

## Niveles de desempeño

Los niveles de desempeño se han convertido en un factor predominante en la productividad; puesto que todas las organizaciones buscan mejorar sus desempeño mediante la mano de obra; permitiendo potenciar la productividad, además de asegurar los máximos esfuerzos de los empleados; por tanto, implica el aprovechamiento de la experiencia y el conocimiento del personal que labora en una organización; también establece un escenario cooperativo o trabajo en equipo que se encuentran encaminados en cumplir con los propósitos organizacionales; para ello, es necesario incentivar a los empleados para garantizar su mayor desempeño en la organización, siendo un factor relevante sobre la productividad, en donde los trabajadores puedan ejercer sus actividades con mayor eficiencia y obtener mayor productividad; considerándose además quizá como el factor más relevante sobre las operaciones de la empresa que mantiene gran desempeño y aporte en el sistema productivo (Bollati *et al.*, 2022).

### 2.2.2.5. Cálculo de la productividad

La productividad ha sido considerada un factor de suma importancia en las organizaciones, incluso siendo determinante para identificar la rentabilidad de la misma; en este sentido, se puede medir la productividad organizacional obteniendo los productos o servicios que han sido producidos y los recursos utilizados, por tanto, una empresa es productiva cuando se logran optimizar la utilización de todos los recursos; bajo esta perspectiva, a continuación, se exhibe la fórmula de la productividad:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Productos o servicios producidos}}{\text{Recursos utilizados}}$$

### 2.2.3. La inteligencia artificial

“Actualmente la inteligencia artificial se ha convertido en un proceso sobre el cual se limitan varias actividades de la inteligencia humana sobre la aplicación y la creación de algoritmos que son creados sobre un escenario dinámico” (Ocaña *et al.*, 2019, p. 32). De hecho, es importante mencionar que la inteligencia artificial se integra sobre los ordenadores piensen y actúen como los seres humanos; también se ha constituido como una simulación de la inteligencia en los seres humanos, gracias a la creación

de sistemas informáticos y algoritmos que son capaces de realizar tareas simples hasta complejas.

Desde esta perspectiva, "la inteligencia artificial permite la ejecución de múltiples funciones sobre el reconocimiento de diversos patrones; por tal motivo, el funcionamiento de la inteligencia artificial se sustentable sobre la implementación de algoritmos sobre los sistemas informáticos" (Ocaña *et al.*, 2019, p. 36). Por tanto, la inteligencia artificial se caracteriza por mantener su capacidad de realizar actividades mediante la eficiente aplicación de los algoritmos; esto gracias a un proceso de aprendizaje y mejora.

#### 2.2.3.1. *Machine learning* o aprendizaje automático

Es una rama de la Inteligencia Artificial que se encarga de generar algoritmos que tienen la capacidad de aprender y no tener que programarlos de manera explícita. El desarrollador no tendrá que sentarse a programar por horas tomando en cuenta todos los escenarios posibles ni todas las excepciones posibles. Lo único que hay que hacer es alimentar el algoritmo con un volumen gigantesco de datos para que el algoritmo aprenda y sepa qué hacer en cada uno de estos casos (Sandoval, 2018).

#### 2.2.3.2. *Deep Learning* o aprendizaje profundo

Cabe mencionar que el aprendizaje profundo sobre el área de la inteligencia artificial mantiene su función sobre la creación de grandes modelos sobre las redes neuronales, tomando las decisiones sobre los datos; en este sentido, el aprendizaje profundo se parte de un adecuado sobre los contextos en donde los datos son considerados complejos, existiendo grandes conjuntos de datos que se encuentran disponibles; más aún, cuando la mayoría de las organizaciones requieren de tecnología, siendo un consumo diario en sus actividades (Kelleher, 2019).

#### 2.2.3.3. Redes neuronales

Si bien es cierto, las redes artificiales de neuronas tienen la potestad de cumplir con las funciones e imitar todas las actividades que se realizan en el cerebro bajo la interconexión de múltiples unidades; de hecho, es importante mencionar que las redes neuronales mantiene sus habilidades cognitivas, puesto que el establecimiento de tareas complejas sobre el reconocimiento de videos o imágenes; no obstante, la presencia de diversos desafíos ha incidido sobre la lentitud de los diferentes proceso de entregamiento; además de la necesidad de establecer recursos significativos

como los computacionales que son similares a las funciones del cerebro humano (Sandoval, 2018).

Desde esta perspectiva, el propósito central de este modelo radica en su autoajuste sobre la adquisición de aquellas capacidades que se lleva a cabo sobre una serie de actividades complejas, siendo no variable sobre la programación convencional conforme a sus lineamientos; logrando de esta manera automatizar las funciones iniciales sobre el desempeño del ser humano.

#### 2.2.4. Tipos de redes neuronales

##### 2.2.4.1. Redes neuronales *feedforward* o alimentación hacia adelante

Se caracteriza por mantener una estructura sobre diferentes capas, en donde la información se centra en una sola dirección, es decir, desde la capa considerada de entrada hasta la salida, de hecho, es importante mencionar que no mantiene una retroalimentación directa (Ojha et al., 2017).

##### 2.2.4.2. Redes neuronales convolucionales

Las redes neuronales convolucionales son una variante de las redes neuronales diseñadas específicamente para procesar datos con estructura de cuadrícula, como imágenes o señales de audio. Inspiradas en la forma en que el cerebro humano procesa información visual, las CNN han demostrado ser extremadamente efectivas en la tarea de reconocimiento de patrones (KeepCoding, 2023).

##### 2.2.4.3. Red neuronal monocapa

La red neuronal monocapa se corresponde con la red neuronal más simple, está compuesta por una capa de neuronas que proyectan las entradas a una capa de neuronas de salida donde se realizan los diferentes cálculos (Calvo, 2019).

##### 2.2.4.4. Red neuronal multicapa

La arquitectura del Perceptrón multicapa se caracteriza porque tiene sus neuronas agrupadas en capas de diferentes niveles. Cada una de las capas está formada por un conjunto de neuronas y se distinguen tres tipos de capas diferentes: la capa de entrada, las capas ocultas y la capa de salida. Neuronas de la capa de entrada no actúan como neuronas propiamente dichas, sino que se encargan únicamente de recibir las señales o patrones que proceden del exterior y propagar dichas señales a todas las neuronas de la siguiente capa. La última capa actúa como salida de la red,

proporcionando al exterior la respuesta de la red para cada uno de los patrones de entrada (Isasi y Galván, 2004).

#### 2.2.4.5. Configuración de una red neuronal

La capa de entrada simplemente pasa los valores de entrada a la próxima capa. Las capas siguientes a la capa de entrada son llamadas capas ocultas por no estar directamente expuestas a los valores de entrada. A la última capa se le llama 'capa de salida' y es la responsable de devolver el, o los, resultados calculados por la red. A las redes organizadas de esta forma, con una capa de entrada, una o más capas ocultas y una de salida se las conoce también como perceptrón multicapa (MLP, por su sigla en inglés). Cuando todas las neuronas de una capa están conectadas a cada neurona de la capa anterior se le llama capa densamente conectada (Dense) (Fierro, 2021).

#### 2.2.4.6. Función de activación en redes neuronales

Hay varios tipos de funciones de activación y su utilización depende del objetivo de la red y de la capa en la misma *Relu* (*Rectified Linear Unit*) es la función de activación más común en capas intermedias *Relu* es una función que convierte en cero los valores negativos (Fierro, 2021).

#### 2.2.4.7. Optimizadores en redes neuronales

Los optimizadores en el contexto de redes neuronales son algoritmos o métodos utilizados para ajustar los pesos y sesgos de la red durante el proceso de entrenamiento. El objetivo principal de los optimizadores es minimizar una función de pérdida que cuantifica la discrepancia entre las predicciones del modelo y las etiquetas reales de los datos de entrenamiento (Castillo y Ramírez, 2023).

#### 2.2.5. Optimizador Adam

Adam es un algoritmo de optimización que integra las ventajas de *RMSprop* y *Momentum* para mejorar el aprendizaje de modelos. Utiliza estimaciones tanto del momento como de la magnitud de los gradientes para actualizar los parámetros del modelo, ajustando la tasa de aprendizaje de cada parámetro de manera individual. Esto facilita un ajuste más eficiente y efectivo a los datos de entrenamiento, lo que puede resultar en una mayor precisión de las predicciones en comparación con otros métodos de optimización (Castillo y Ramírez, 2023).

#### 2.2.5.1. Optimizador Gradiente

Es el método básico de optimización de redes neuronales y otros algoritmos de *machine learning*, el *learning rate* es fijo, es decir, no cambia nunca durante el entrenamiento (Jesus, 2020).

#### 2.2.5.2. Optimizador Adagrad

Este método adaptativo ajusta el *learning rate* a los parámetros de la red, donde actualizaciones más grandes se llevan a cabo sobre parámetros que infrecuentemente cambian, mientras que los que varían más seguidamente reciben un ajuste más pequeño (Jesus, 2020).

#### 2.2.6. Inicializadores de una red neuronal

Los inicializadores en una red neuronal se refieren a los métodos utilizados para asignar los pesos iniciales y los sesgos de la red antes de comenzar el proceso de entrenamiento. Una elección adecuada de los valores iniciales puede influir significativamente en la convergencia del modelo y en su capacidad para aprender de los datos durante el entrenamiento

##### 2.2.6.1. Normal

Se asignan valores aleatorios cuyo promedio se encuentra cerca de cero, y su variabilidad está controlada mediante una distribución normal (Zhao, Schafer, & Anandkumar, 2022)

##### 2.2.6.2. Glorot

Genera valores aleatorios en el entorno y utiliza números aleatorios distribuidos uniformemente y matrices producidas por RAND (Pavelka y Procházka, 2004)

##### 2.2.6.3. Tasa de aprendizaje

Seleccionar una tasa de aprendizaje apropiada es esencial para lograr una convergencia eficiente y un rendimiento óptimo del modelo en redes neuronales. No obstante, encontrar la tasa de aprendizaje adecuada puede ser desafiante, ya que un valor demasiado alto puede provocar oscilaciones o divergencia, mientras que un valor muy bajo puede resultar en un entrenamiento lento o quedar atrapado en mínimos locales. En resumen, la tasa de aprendizaje es un elemento crítico en el ajuste de los pesos durante el proceso de entrenamiento de una red neuronal.

Elegir la tasa de aprendizaje como el *learning rate* es un desafío ya que un valor demasiado pequeño puede resultar en un proceso de entrenamiento largo que podría atascarse, mientras que un valor demasiado grande puede resultar en aprender un conjunto de pesos subóptimo demasiado rápido o un proceso de entrenamiento inestable (Brownlee, 2020)

## 2.2.7. Tipos de ajustes en redes neuronales

### 2.2.7.1. Sobreajuste en el aprendizaje automático

El sobreajuste se produce cuando un modelo aprende los detalles y el ruido de los datos de entrenamiento a tal punto que perjudica su rendimiento con nuevos datos. En este caso, el modelo incorpora y utiliza como conceptos el ruido y las fluctuaciones aleatorias presentes en los datos de entrenamiento, lo cual resulta inaplicable a datos nuevos, afectando negativamente la capacidad de generalización del modelo. Este fenómeno es más probable en modelos no paramétricos y no lineales, que tienen mayor flexibilidad para aprender una función objetivo. Para mitigar el sobreajuste, muchos algoritmos de aprendizaje automático no paramétricos incorporan parámetros o técnicas destinadas a limitar y restringir la incorporación de detalles innecesarios por parte del modelo (Brownlee, 2019).

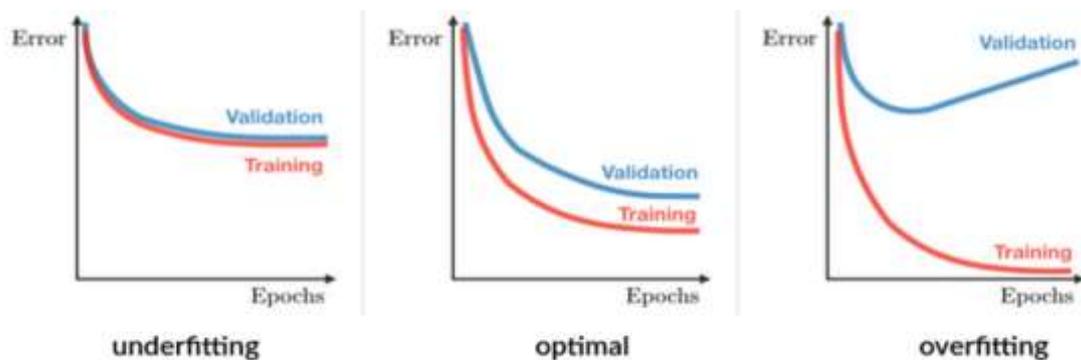
### 2.2.7.2. Desajuste en el aprendizaje automático

El desajuste se refiere a un modelo incapaz de modelar los datos de entrenamiento o de generalizar a nuevos datos. La inadecuación de un modelo de aprendizaje automático se hace evidente a través de un rendimiento deficiente en los datos de entrenamiento. Aunque a menudo no se analiza detenidamente, su detección es sencilla mediante métricas de desempeño confiables. La solución para abordar el desajuste implica probar alternativas de algoritmos de aprendizaje automático. Este fenómeno proporciona un contraste importante con el problema del sobreajuste, destacando la importancia de encontrar un equilibrio para lograr modelos que se adapten de manera adecuada y generalicen de manera efectiva (Brownlee, 2019).

Idealmente, se dice que el caso en el que el modelo hace predicciones con 0 errores se ajusta bien a los datos. Esta situación se puede lograr en un punto entre el sobreajuste y el desajuste. Para entenderlo, se tiene que observar el rendimiento del modelo con el paso del tiempo, mientras aprende del conjunto de datos de entrenamiento.

### 2.2.7.3. Buen ajuste en aprendizaje automático

Con el paso del tiempo, el modelo seguirá aprendiendo y, por tanto, el error del modelo en los datos de entrenamiento y prueba seguirá disminuyendo como se muestra en la figura 4. Si aprende durante demasiado tiempo, el modelo será más propenso a sobre ajustarse debido a la presencia de ruido y detalles menos útiles, Por tanto, el rendimiento del modelo disminuirá, Para conseguir un buen ajuste, se detendrá en un punto justo antes de que el error empiece a aumentar, En este punto, se dice que el modelo tiene buenas habilidades para entrenar conjuntos de datos, así como el conjunto de datos de prueba invisible (GeeksforGeeks, 2023).



**Figura 4.** Tipos de ajustes de redes neuronales

Fuente: (Mariajosemv, s. f.)

### 2.2.8. Python

Python, como uno de los lenguajes de programación más populares y conocidos por su simplicidad, se ha convertido en la elección predominante para el desarrollo de sistemas de inteligencia artificial. Su amplia aceptación se fundamenta en la disponibilidad de bibliotecas especializadas, como Numpy, Scipy y Pybrain, que abarcan áreas clave de computación científica avanzada y aprendizaje automático. Estas herramientas hacen que Python sea altamente preferido en el ámbito de la inteligencia artificial, facilitando la implementación eficiente de algoritmos y modelos (Rojas, 2021).

### 2.2.9. PyTorch

PyTorch es un marco de *deep learning* de código abierto basado en software que se utiliza para crear redes neuronales, combinando la biblioteca de aprendizaje automático de *Torch* con una API de alto nivel basada en Python. Su flexibilidad y facilidad de uso, entre otros beneficios, lo han convertido en el marco de aprendizaje

automático líder para las comunidades académicas y de investigación (Ciprian y Castro, 2022).

Parámetros tomados en cuenta para el análisis de la leche

NF: sólidos no grasos

AWM: agua presente en la leche

LACT: lactosa

FAT: grasa presente en la leche

PROTEINA: proteína que contiene la leche

Estos parámetros se obtienen mediante el equipo denominado ecomilk este se encarga de arrojar los resultados mediante datos expresados en porcentaje equivalente de cada uno de los parámetros que se encuentran en la leche.

Los cuales permiten saber si la calidad de leche que se ha analizado están dentro de los parámetros que la empresa califica como óptimos para la producción.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

##### 3.1.1. Cuantitativo

El presente estudio fue de carácter cuantitativo, puesto que se utilizó información numérica, es este sentido, el enfoque cuantitativo es conocido como un método científico que permite la recopilación de información numérica que permita además la comprobación de la hipótesis; de hecho, se caracteriza por utilizar el análisis estadístico que permite establecer patrones de comportamiento (Támara, 2022). En este sentido, se utilizó el enfoque cuantitativo mediante el análisis de los datos se toma en cuenta criterios matemáticos para el análisis de la productividad actual de la empresa, se toma en cuenta los aspectos de cada variable tanto la independiente como la dependiente y la relación cuantificable que se da en cada uno de los indicadores; es decir, la productividad en la organización sujeto de estudio.

##### 3.1.2. Tipo de Investigación

###### 3.1.2.1. Descriptiva

Según Mejía (2020) menciona que "la investigación descriptiva permite la descripción de un fenómeno de estudio, centrándose en su población, fenómeno o situación, por lo cual procura brindar la información necesaria sobre el que ocurre con el problema de investigación como y cuando ocurre" (p. 13). Por tal motivo, se utilizó este tipo de investigación para describir la realidad el objeto de estudio de esta manera señalar sus características y propiedades las cuales ayudaran dentro de la investigación a saber más a profundidad de la empresa de productos lácteos la caserita tomando en cuenta de esta los aspectos más importantes para el desarrollo de una solución a la problemática de la empresa.

###### 3.1.2.2. Bibliográfica/Documental

Con respecto a la investigación bibliográfica permitió la obtención de información secundaria de fuentes bibliográficas como libros, revistas científicas, entre otros materiales en donde se extrajo información secundaria para la construcción de las

bases teóricas. Por su parte, la investigación documental posibilitó la compilación y análisis exhaustivo de información relacionada con el tema indagado. Se centró especialmente en la exploración de las redes neuronales y su aplicación específica en el ámbito logístico, así como en el apoyo a la cadena de suministros y su apoyo a la productividad. La finalidad fue dotar al nuevo sistema de predicción con un fundamento sólido, respaldado por los avances y mejores prácticas en la aplicación de la Inteligencia Artificial a la logística y la cadena de suministros. Este enfoque integral busca implementar un sistema que no solo sustituya al tradicional sistema de pagos, sino que también proporcione mejoras sustanciales en términos de eficiencia y toma de decisiones estratégicas.

#### 3.1.2.3. Correlacional

Este tipo de investigación permitió realizar un estudio cuyo enfoque sea evaluar la relación entre los diferentes criterios que influyen en la predicción de cantidad de unidades a fabricarse partiendo de una cantidad de materia prima, proporcionando como resultado información valiosa para identificar los factores que tienen un mayor peso al momento de realizar la predicción.

#### 3.1.2.4. De campo

La investigación de campo emplea herramientas como ficheros y representaciones estadísticas, combinadas con técnicas de observación y encuestas, para recolectar y analizar datos directamente en el lugar del fenómeno, lo que garantiza una mayor fiabilidad de los datos obtenidos. A pesar de que trasladarse al terreno puede ser costoso para los investigadores, esta metodología es fundamental para generar nuevos conocimientos a través del método científico, siendo crucial tanto en las ciencias puras como en las ciencias sociales (Zúñiga et al., 2023). En este sentido, gracias a esta investigación se extrajo información primaria en la empresa láctea La Caserita mediante técnicas de recolección de datos como la entrevista encuesta y observación.

### 3.2. HIPÓTESIS

**Ho:** La planificación de la cadena de suministros no incide en la productividad de la empresa de productos lácteos LA CASERITA

**Hi:** La planificación de la cadena de suministros incide en la productividad de la empresa de productos lácteos LA CASERITA

### **3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

#### 3.3.1. Definición de las variables

##### Cadena de suministros (Variable independiente)

Una cadena de suministro se refiere a procesos que desplazan información y material con destino y origen en los procesos de manufactura y servicio de la empresa, entre estos se encuentran los procesos de logística que mueven físicamente los productos: y los de almacenamiento que colocan los productos para su rápida entrega al cliente; La cadena de suministro, en este contexto, se refiere a proporcionar artículos y servicios a plantas y almacenes en el extremo de entrada, y también proporcionar artículos y servicios al cliente en el extremo de salida de la cadena de suministro (Chase & Jacobs, 2021).

##### Productividad

La productividad es la proporción entre los productos de un proceso y los insumos. Cuando los productos aumentan respecto a un nivel constante de insumos, o cuando la cantidad de insumos disminuye respecto de un nivel constante de productos, la productividad aumenta; Así, una medida de productividad describe cuán bien se usan los recursos de una organización para generar productos (Collier & Evans, 2019).

### 3.3.2. Operacionalización de las variables

La operacionalización de las variables se puede observar en la Tabla 1 y Tabla 2 respectivamente.

**Tabla 1.** Operacionalización de la variable independiente

Variable	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
<b>Cadena de suministros</b>	Aprovisionamiento	Cumplimiento de proveedores	Análisis históricos	Guía de análisis de históricos
		Costo de adquisición		
	Producción	Programación de la producción		
		Tiempo de ciclo		
		Capacidad de producción	Observación	Guía de observación
		Costos de producción		
	Almacenamiento	Diseño del almacén	Entrevista	Cuestionario
		Sistemas de almacenamiento		
		Capacidad de almacenamiento		
		Rutas de transporte		
	Distribución	Modos de transporte	Encuesta	
		Gestión de flotas		
Tiempos de entrega				

**Tabla 2.** operacionalización de la variable dependiente

Variable	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
Productividad	Aprovisionamiento	Productividad de materia prima	Análisis históricos	Guía de análisis de históricos
	Producción	Productividad laboral	Observación	Guía de observación
			Encuesta	Cuestionario

### **3.4. MÉTODOS UTILIZADOS**

#### **3.4.1. Deductivo**

De acuerdo con las diferentes tesis revisadas en diversas fuentes de investigación, al utilizar el método deductivo se puede llegar a la conclusión que un análisis en la cadena de suministros de la industria de productos lácteos "LA CASERITA" lo cual permitió identificar falencias que pueden ser mejoradas para obtener una mejor productividad y crecimiento de esta.

#### **3.4.2. Analítico**

El método analítico permitió la desmembración del tema descomponiéndolo en sus partes para observar las causas, la naturaleza y los efectos, de tal modo que se tomó al análisis como el método más apropiado para ir enfocándose encada uno de los elementos que intervienen en la cadena de suministros y establecer en que apartado existe una mayor falencia que tenga afectaciones a la productividad y desarrollo de la empresa.

### **3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

el análisis de datos implica una revisión a profundidad de cada parte de un conjunto para entender su estructura e interpretar su funcionamiento. La estadística, por su parte, es la ciencia que utiliza las probabilidades como base para influir en los posibles resultados de las situaciones que se determinan mediante datos numéricos a la hora de recogerlos, interpretarlos y determinar su validez (Ortega, 2023).

Para el análisis estadístico de la investigación se realiza mediante el análisis final de resultados, mediante el análisis y ejecución de las respectivas pruebas para la comprobación de supuestos determinar si existe una influencia significativa de la cadena de suministros en la productividad de la empresa. para ello es necesario denotar que se hace uso de la información histórica de "La Caserita" y la comparativa con el modelo propuesto en esta investigación.

Para ello se realiza la evaluación de datos para determinar si estos requieren una prueba paramétrica o no paramétrica, en este caso se ejecuta el análisis de los cuatro supuestos como son: normalidad, linealidad, homogeneidad y homocedasticidad para verificar si los datos requieren una prueba paramétrica, de no cumplir con uno de los cuatro supuestos automáticamente la prueba a utilizar será una no paramétrica.

Normalidad.

La normalidad es importante al momento de realizar una comprobación de hipótesis pues es necesario para determinar si para dicha comprobación es necesario el uso de una prueba paramétrica o no paramétrica, para la comprobación de la normalidad se hace uso de los datos que se han recolectado de "La Caserita", específicamente estos datos son los de valor de litro actual y el realizado en la propuesta mediante el modelo

Linealidad.

La linealidad es crucial en la correlación de Pearson para analizar la relación entre variables. Esto significa que cualquier cambio en una variable se refleja proporcionalmente en la otra. Por lo tanto, al realizar un análisis de correlación de Pearson para evaluar las hipótesis planteadas, es esencial verificar que la relación entre las dos variables sea lineal.

Homogeneidad.

La homogeneidad se refiere a la uniformidad o similitud en las características de los elementos dentro de un conjunto. En general, implica que los componentes de un grupo, mezcla o muestra son consistentes y similares entre sí en cuanto a sus propiedades o comportamientos

Homocedasticidad.

La homocedasticidad es un concepto estadístico que indica que la variabilidad de los errores en un modelo es constante a lo largo de todos los niveles de las variables independientes. Esto significa que, bajo la suposición de homocedasticidad, los residuos de un modelo no están sistemáticamente relacionados con los valores de las variables predictoras.

Prueba de Wilcoxon.

La prueba de Wilcoxon evalúa si hay diferencias significativas entre las medianas de dos muestras dependientes. Funciona asignando rangos a las diferencias entre pares de observaciones y luego comparando las sumas de rangos positivos y negativos para determinar si estas diferencias son estadísticamente significativas.

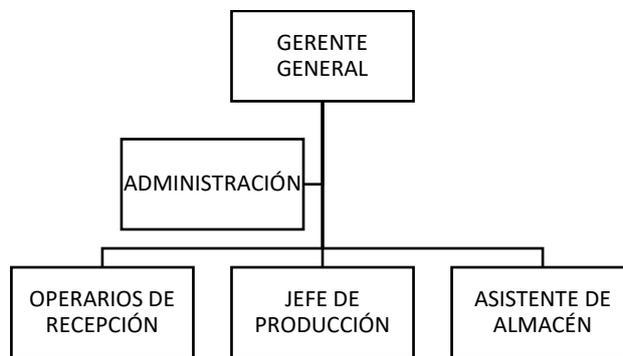
## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS

4.1.1. Estado actual de la empresa.

Organigrama estructural

La empresa se encuentra organizada tal como se muestra en la figura 5.



**Figura 5** Organigrama de la Empresa La Caserita

Mano de obra.

La empresa de lácteos La Caserita cuenta con 9 trabajadores que participan en los diferentes procesos y actividades que se desarrollan en la empresa, por otra parte, el personal administrativo y de servicios que consta de 4 participantes tal como se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3** Personal encargado por área de la empresa

Área	Encargado	Ubicación
Administración	Diego Narváez, Omar Cuaspud,	Planta 3
Aprovisionamiento	Francisco Cuaspud, Felipe Caicedo	Planta 1
Aseo	María Fueipas	Planta 2
Contabilidad	Fernando Imbacuan	Planta 3
Producción	José Luis Reyes, Hugo Padilla, Humberto Cuastumal, Luis Cuastumal, Camila Mercado, Jhon Cuastumal,	Planta 2
Almacenamiento	Hugo Padilla, Humberto Cuastumal	Planta 2
Distribución	Bolívar Galarraga	Planta 3

## Días laborables

En la empresa de lácteos "La Caserita" se realiza una operación continua los siete días de la semana, sin interrupciones, debido a la consideración de que los productores de leche no detienen su producción en ningún día. Por lo tanto, si la empresa no recibe esta materia prima, los proveedores optarán por abastecer a otra empresa que sí la reciba todos los días. Por esta razón, durante los días laborables se tienen en cuenta todos los aspectos, tanto la recepción de la materia prima como el resto de las actividades.

## Materia prima e insumos

En el proceso de materia prima no existe una planificación para realizar las compras, solo se busca cumplir con las necesidades y requerimientos de la empresa. Antes de realizar estas compras se pide autorización al gerente general. Los insumos que se compran para la producción del queso doble crema son: leche, cuajos, ácido cítrico, insumos para verificar acides, empaques y embalajes para el producto terminado además de combustible q insumos para la alimentación del personal tal como se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4** Insumos y sus proveedores según su ubicación

<b>Proveedor</b>	<b>Insumos</b>	<b>Localización</b>
		Tulcán
		San Pedro de Huaca
		Mariscal Sucre
Piqueros	Leche	Santa Marta de Cuba
		Julio Andrade
		Piöter
		Montufar
Tinflex	Empaques	Quito
Quimilab	Sal, Cuajo, Ácido cítrico	Tulcán
	Insumos de Aseo	Julio Andrade
Proveedores locales	Insumos para alimentación del personal	Tulcán, San Pedro de Huaca
Estación San Pedro	Combustible (Diesel)	San Pedro de Huaca

**Fuente:** Empresa La Caserita

La empresa de Lácteos La Caserita tiene como su actividad económica la elaboración de queso doble crema, para la elaboración de dicho queso diariamente adquiere en promedio la cantidad de 30497,73 litros de leche de la cual se procesan en promedio 1804 quesos cuya presentación inicial es un bloque de 2.5 kilogramos, para optimizar el proceso de enmoldado, pasado ese proceso se fracciona dicho queso en las siguientes presentaciones:

- Mozzarella entero 2.5 kg
- Mozzarella tajado 2.5 kg
- Mozzarella entero 1.25 kg
- Mozzarella tajado 1.25 kg
- Mozzarella entero 500 g
- Mozzarella tajado 500 g
- Tipo cheddar entero 2.5 kg
- Tipo cheddar tajado 2.5 kg
- Tipo cheddar entero 500 g
- Tipo cheddar tajado 500 g

Estos productos son distribuidos mediante el vehículo propio de la empresa en las diferentes localidades del país, en ese sentido se cumple con los pedidos que realizan los clientes además el equipamiento del vehículo y la capacidad de carga ayuda que no se muestren inconvenientes al momento de realizar las entregas.

Estos productos son entregados en los diferentes lugares del país que son:

- Quito
- Ibarra
- Guayllabamba
- Guayaquil
- Tulcán
- San Pedro de Huaca
- San Gabriel

Pago a proveedores y personal

El pago tanto a proveedores como al personal se realiza de forma quincenal, este pago es simultaneo para los 26 proveedores de leche cruda que tiene la empresa, así mismo para los trabajadores.

4.1.2. Diagnóstico de la planificación de la cadena de suministro en la empresa de lácteos “La caserita”.

El diagrama de la cadena de suministros de la empresa de productos lácteos “La Caserita” se muestra en la Figura 6, en esta se puede identificar cada uno de los procesos que manejan en la empresa.

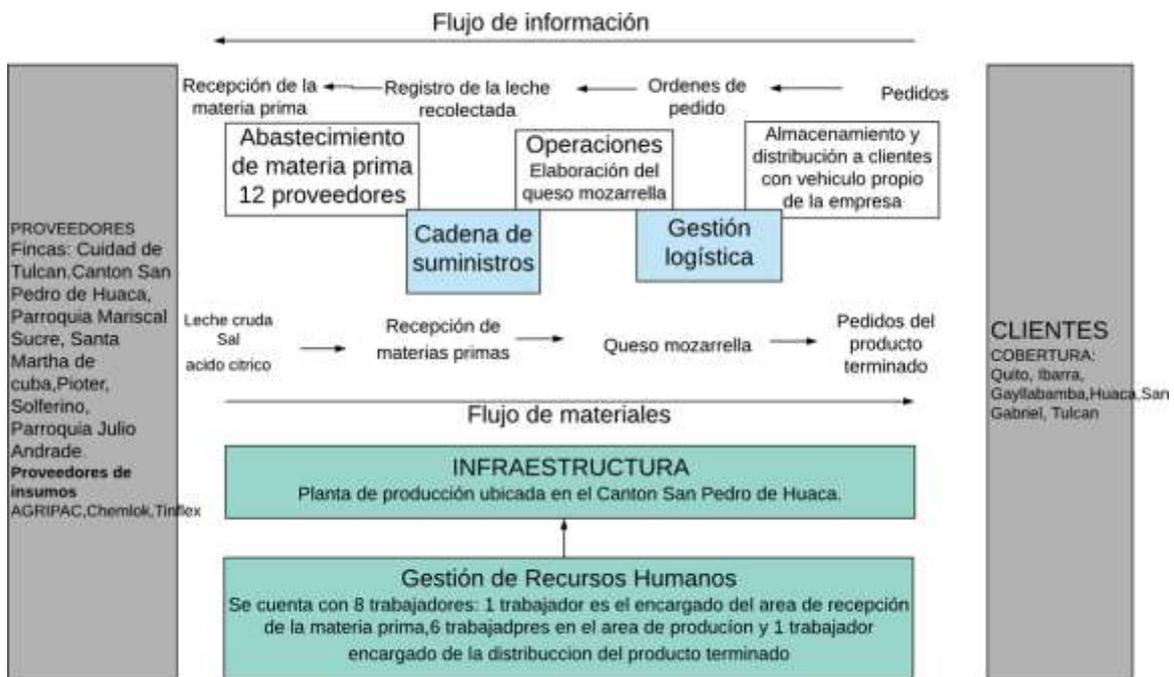


Figura 6. Diagrama de la cadena de suministros de “La Caserita”

Para determinar el correcto funcionamiento de la cadena de suministros de la empresa se realizó la respectiva recolección de información mediante los instrumentos establecidos en la operacionalización de las variables pues depende de ello contar con datos específicos que permitan analizar y realizar el respectivo diagnóstico a cada uno de los eslabones de la cadena que se encuentran definidos en la empresa y así verificar si existe una incidencia en la productividad de esta.

Luego de realizar el análisis primario de la información se encontró que en la actualidad la empresa cuenta con serios inconvenientes principalmente en el área de aprovisionamiento tales como, de forma que se afecta a la productividad, de los cuales se hará mención de lo más relevante y por medio de la propuesta utilizar la tecnología como un medio de solución. Luego de realizar el análisis primario de la información se encontró que en la actualidad la empresa cuenta con serios

inconvenientes principalmente en el área de aprovisionamiento tales como, el escaso uso de la tecnología aun teniendo en cuenta que este es primordial en el desarrollo de una empresa no obstante por desconocimiento la empresa tiende a efectuar actividades de forma tradicional manteniendo costos de producción sin aumentar en cantidad producida. Otro problema es la carencia de proveedores comprometidos con la empresa los cuales no ofrecen calidad en la leche siendo ellos afectados debido a que se tiene que reducir el precio de dicha materia prima a fin de no afectar a la empresa lo que no es conveniente para las dos partes. Es de suma importancia tener en cuenta que la baja calidad de la leche hace que los productos resulten igual de baja calidad y también que su producción en cantidad sea menor, afectando a la productividad, es por ello que luego de haber hecho mención a estos aspectos tan relevantes se buscan mediante el uso de la tecnología tener un medio de solución.

Se considera el análisis de la variable independiente mediante las dimensiones que se establecieron para la cadena de suministros y conjuntamente con el análisis de cada proceso de los cuales se obtuvieron los datos que se detallan a continuación.

#### 4.1.2.1. Aprovisionamiento

La planificación de aprovisionamiento es un proceso crucial en la gestión de la cadena de suministro de la empresa de lácteos "La Caserita", que implica la coordinación y programación de actividades para asegurar que los recursos necesarios estén disponibles en el momento adecuado y en la cantidad adecuada, en la actualidad la empresa cuenta con 31 proveedores de los diferentes insumos que son utilizados para la fabricación del producto terminado previo a la distribución final a sus clientes.

##### Cumplimiento de proveedores

El cumplimiento de los proveedores se analiza en base a los datos expresados en la Tabla 5 que hace referencia al periodo 2022 que registra la empresa de lácteos "La Caserita", en la Tabla 5 se expresan los pedidos que ha realizado la empresa y el cumplimiento respectivo para cada uno.

**Tabla 5** Insumos pedidos por la empresa en el periodo 2022

Insumos del periodo 2022			
	Cantidad	Unidad	Pedidos a Tiempo
Leche	6514284	Litros	6514284
Acido	3813563	Gramos	3813563
Citrato	3745170	Gramos	3745170
Cuajo	4283951	Gramos	4283951
Fundas	337142	Unidades	337142
Sal	6839292	Gramos	6839292
Total, de materiales	25533402		25533402

**Fuente:** Empresa La Caserita

Los datos expresados en la Tabla 5 permiten determinar que la empresa tiene un cumplimiento por parte de los proveedores del 100% considerando el total de unidades pedidas en comparación con las entregadas a tiempo se determina que en este apartado no existe conflictos por parte de la empresa ya que los insumos están en el momento preciso que la empresa los requiere.

#### Proveedores y Relaciones con Proveedores

Pese al compromiso y relaciones adecuadas entre la empresa y los proveedores este espacio es el que ha demostrado errores frecuentes, el cumplimiento de los proveedores es óptimo en cuanto a cantidad de materia prima no obstante la calidad de esta, es la que afecta que en determinadas ocasiones no cumpla con los estándares que maneja la empresa descritos en la Tabla 6 aun así el proceso de adquisición de materia prima si se realiza a pesar de los parámetros inferiores con los que llega a la empresa.

**Tabla 6.** *Parámetros mínimos establecidos por la empresa de lácteos "La Caserita"*

Detalle	Descripción	Cantidad
% de SNF	Porcentaje de solidos no grasos mínimo	8.30%
% de AWM	Porcentaje de agua máximo	1.20%
% de Lact	Porcentaje de lactosa mínimo	4.30%
% de FAT	Porcentaje de grasa mínimo	3.20%
% de Protein	Porcentaje de proteína mínimo	2.99%

Estos parámetros son un límite mínimo en los que se basa el personal de aprovisionamiento para determinar la calidad de materia prima específicamente la leche, esto se analiza debido a que este es el insumo esencial para el proceso de producción de la empresa de lácteos "La Caserita", teniendo en cuenta estos parámetros se toma una decisión de reducir en cantidad de litros al proveedor que incumpla con la mínima establecida.

#### Costos de adquisición

Al momento de adquirir la materia prima los costos de leche se establecen de forma igualitaria para todos los proveedores teniendo en cuenta que al ser la materia que es requerida por un sinnúmero de empresas alrededor de San Pedro de Huaca se fija los precios en base al resto de industrias para no perder proveedores, en caso de los demás insumos los costos de adquisiciones toman de los que establecen los proveedores en sus respectivos establecimientos, los datos se muestran en la Tabla 7.

**Tabla 7** Costos de adquisición de materia prima de "La Caserita" periodo 2022

Insumo	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Total
Leche	6974490	Litros	\$0,40	\$2.789.796,00
Acido	4063090,34	Gramos	\$0,00	\$16.200,35
Citrato	3990222,37	Gramos	\$0,00	\$15.641,67
Cuajo	4564256,67	Gramos	\$0,26	\$1.186.706,73
Fundas	359201,756	Unidades	\$0,17	\$61.064,30
Sal	7286797,65	Gramos	\$0,00	\$1.792,55
Total, de materiales				<b>\$4.071.201,60</b>

**Fuente:** Empresa La Caserita

Estos resultados son obtenidos en base a los históricos de la empresa en los cuales se obtiene que los costos totales de adquisición de materia prima son de \$4071201,61 estos datos corresponden al periodo 2022 además se puede destacar de esta información que los costos más relevantes son los que se derivan de la leche debido a la cantidad de litros que se han adquirido en el periodo mencionado, estos costos dan un total de \$2.789.796 representando el 68,5% de los costos totales de adquisición.

#### 4.1.2.2. La planificación de la producción

Es una parte crucial de la gestión de operaciones en la empresa de lácteos “La Caserita”. Implica la coordinación de diversos aspectos para garantizar que los recursos estén disponibles y se utilicen de manera eficiente para cumplir con los objetivos de producción. Se especifican algunos elementos clave de la planificación de la producción que maneja la empresa.

##### Programación de la Producción:

La empresa demostró organización en cuanto a producción claramente mediante la observación se logró verificar que tiene definidos sus procesos como se muestra en la Figura 7 en el cual se identifican los respectivos procesos y sus tiempos.

Se puede observar un total de 22 actividades correspondientes a todo el proceso que realiza la empresa para obtener el producto terminado, del total de estas actividades 9 son de operación, 6 de transporte, 3 de inspección, 3 que requieren de espera y finalmente 1 que corresponde al proceso de almacenamiento, para el desarrollo de todas estas actividades la empresa emplea un tiempo total de 531,2 minutos.

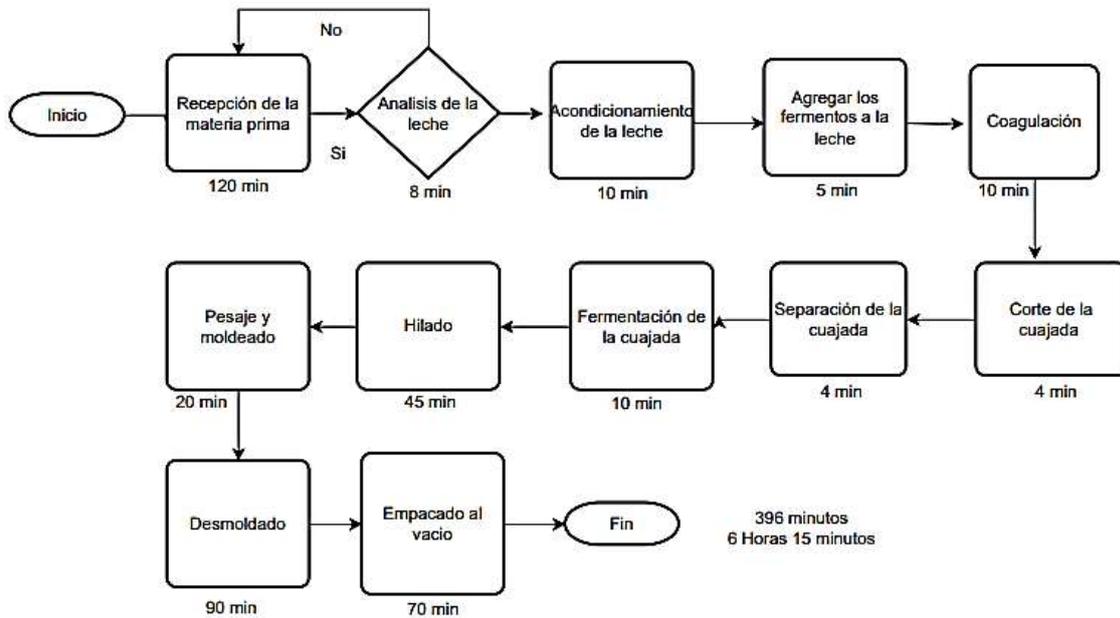


Observaciones: Este cursograma se ha desarrollado de la manera mas optimizada de cada proceso pues los tiempos que en el se expresan son los mas optimos en este proceso de produccion.

Figura 7 Cursograma analítico de procesos de “La Caserita”

## Tiempo de Ciclo

El tiempo que la empresa requiere para fabricar el producto se detalla en la Figura 8.



**Figura 8** Ciclo de fabricación del queso mozzarella

El ciclo observado corresponde al proceso de elaboración del queso dando un total de 396 minutos es decir 6 horas y 15 minutos, de los cuales se puede observar que la actividad que más tiempo requiere es la de recepción de materia prima que sumado al análisis de la leche para dar paso a la producción ocupa un total de 128 minutos, cabe destacar que este proceso de análisis es de suma importancia debido a que en este se determina que la leche no presente ningún tipo de antibiótico que pueda ser el causante de un daño a todo un lote de producción.

En otro aspecto el cuándo producir y cuánto producir la empresa lo determina en base a sus históricos pues estos registros permiten mediante la observación tener en cuenta que lo producido en un periodo de quince días cumple con la demanda y mantiene en auge el proceso de elaboración de queso doble crema. Tal como se observa en la Tabla 8 se puede verificar que la producción quincenal ayuda a completar las ventas mensuales observadas en la Tabla 9 que de igual manera se encuentran establecidas por quincenas.

**Tabla 8.** Producción quincenal del periodo 2022 respecto a la leche procesada

Mes	Leche	Quesos	Promedio
Enero	323502	19040	16,99
	142310	7040	20,21
Febrero	136757	7260	18,84
	52671	2834	18,59
Marzo	205992	10439	19,73
	264603	12675	20,88
Abril	119743	5746	20,84
	75066	3879	19,35
Mayo	65207	3276	19,90
	134344	6571	20,44
Junio	167484	8122	20,62
	359653	18834	19,10
Julio	460206	21988	20,93
	387392	19245	20,13
Agosto	435844	21531	20,24
	374954	18581	20,18
Septiembre	338552	17022	19,89
	457607	23627	19,37
Octubre	483847	24162	20,03
	507828	25861	19,64
Noviembre	488146	28972	16,85
	441296	23054	19,14
Diciembre	266625	14312	18,63
	284861	13963	20,40
Total		358034	

**Fuente:** Empresa La Caserita

**Tabla 9.** reporte de ventas del periodo 2022

Mes	Primera Q	Segunda Q	Total
Enero	1940	7040	8980
Febrero	2834	7260	10094
Marzo	10439	12675	23114
Abril	3879	5746	9625
Mayo	3276	6571	9847
Junio	8122	18834	26956
Julio	21988	19245	41233
Agosto	21531	18581	40112
Septiembre	17022	23627	40649
Octubre	24162	25861	50023
Noviembre	28972	23054	52026
Diciembre	14312	13963	28275
Total			340934

Una vez revisado los históricos facilitados por la empresa se puede demostrar que la producción de la empresa está cumpliendo con las expectativas pues cada quincena se demuestra que lo producido cubre con la demanda que tiene la empresa, además es importante denotar que existe un número de productos que se encuentran en planta para cubrir algún nuevo cliente o inclusive si los mismos clientes solicitan más producto en algún momento para ello se hace efectiva la siguiente demostración teniendo en cuenta el total de unidades producidas y el total de unidades vendidas.

Unidades extras=unidades producidas- unidades vendidas

Unidades extras=358034 – 340934

Unidades extras=17100

$$\% \text{ de ventas} = \frac{U.Vendidas}{U.Producidas} * 100$$

$$\% \text{ de ventas} = \frac{340934}{358034} * 100$$

% de ventas= 95.22%

Teniendo un resultado de 17100 unidades extras que se han producido en todo el año representan el 4,78% de unidades sin ser vendidas esto significa que la empresa se encuentra con un inventario reducido al finalizar el año y demuestra que el cumplimiento con los clientes es óptimo, así como también mantiene existencias para imprevistos en el momento que se requieran sin exceder demasiado que provoque pérdidas a la empresa.

Capacidad de Producción:

Evaluar la capacidad de producción de la planta, considerando factores como el tiempo de operación, la maquinaria disponible y la mano de obra como se observa en la Tabla 10. Asegurarse de que la capacidad sea suficiente para cumplir con la demanda.

**Tabla 10.** Datos para el cálculo de la capacidad de producción de "La Caserita"

Datos	
Operarios en área de producción	6 operarios
Horas diarias	9 horas diarias
Horas hombre	9h-h*30 días al mes * 6 operarios= 1620 h/mes
Turnos	1 turno

**Fuente:** Empresa La Caserita

La capacidad de producción se obtiene mediante el análisis de capacidad instalada de la empresa de lácteos "La Caserita" cuyos datos se encuentran en la Tabla 11.

**Tabla 11.** Cálculos de la Capacidad de Producción de "La Caserita"

Producción por día	Producción por mes	Producción por año
P= 147 quesos/h *9horas de trabajo= 1323 quesos diarios	P=147 quesos/h*9horas de trabajo*30días=39690 quesos mensuales	P=147 quesos/h*9horas de trabajo*30días*12 meses=476280 quesos anuales

**Fuente:** Empresa La Caserita

Se toma en cuenta estos datos pues es esencial recalcar que esto siendo un escenario estable, no obstante, los factores que intervienen para que se maneje una producción estable dependen de la calidad de materia prima que ingresa a la empresa, diariamente hay una producción variable en ocasiones la empresa tiene una menor producción y en ocasiones es elevada respecto a lo presentado anteriormente.

Además, se puede observar que la empresa tiene una capacidad instalada de producción de 476280 quesos anuales no obstante la producción real de la empresa de lácteos "La Caserita durante el periodo 2022 ha sido de 358034 quesos, para mejor análisis se procede al cálculo porcentual de utilización de la capacidad de producción.

$$\text{Utilización} = \frac{U.\text{producidas}}{U.\text{de capacidad instalada}} * 100$$

$$\text{Utilización} = \frac{358034}{476280} * 100$$

$$\text{Utilización} = 75.17\%$$

Costos de producción

Para determinar el costo de producción por unidad de 2500 gramos se toma en cuenta los costos de materiales de la Tabla 12, costos de mano de obra especificados en la Tabla 13 y los costos indirectos de fabricación de la Tabla 14.

**Tabla 12. Costos de adquisición de materiales**

Producción anual en quesos				358034	
	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Total	Costo por queso
Leche	6974490	Litros	\$ 0,4000	\$ 2.789.796,00	\$ 7,79
Acido	4063090,34	Gramos	\$ 0,0040	\$ 16.200,35	\$ 0,05
Citrato	3990222,37	Gramos	\$ 0,0040	\$ 15.641,67	\$ 0,04
Cuajo	4564256,67	Gramos	\$ 0,2600	\$ 1.186.706,73	\$ 3,31
Fundas	359201,756	Unidades	\$ 0,1700	\$ 61.064,30	\$ 0,17
Sal	7286797,65	Gramos	\$ 0,0002	\$ 1.792,55	\$ 0,01
Total, de materiales				<b>\$ 4.071.201,61</b>	<b>\$ 11,37</b>

**Fuente:** Empresa La Caserita

**Tabla 13. Costos de mano de obra**

Trabajador	Horas anuales	Unidad	Costo por hora	Total	Costo por queso
Trabajador 1	3600	Horas	\$ 3,00	\$ 10.800,00	\$ 0,03
Trabajador 2	3600	Horas	\$ 1,67	\$ 6.012,00	\$ 0,02
Trabajador 3	3600	Horas	\$ 1,67	\$ 6.012,00	\$ 0,02
Trabajador 4	3600	Horas	\$ 1,67	\$ 6.012,00	\$ 0,02
Trabajador 5	3600	Horas	\$ 1,67	\$ 6.012,00	\$ 0,02
Trabajador 6	3600	Horas	\$ 1,67	\$ 6.012,00	\$ 0,02
Trabajador 7	3600	Horas	\$ 1,67	\$ 6.012,00	\$ 0,02
Trabajador 8	3600	Horas	\$ 1,67	\$ 6.012,00	\$ 0,02
Total, de mano de obra				<b>\$ 52.884,00</b>	<b>\$ 0,15</b>

**Fuente:** Empresa La Caserita

**Tabla 14. Costos indirectos de fabricación**

Concepto	Costo anual	Costo por queso
Luz eléctrica	\$ 2.500,00	\$ 0,01
Agua potable	\$ 980,00	\$ 0,00
Combustible	\$10.800,00	\$ 0,03
Total, costos IND	<b>\$14.280,00</b>	<b>\$ 0,04</b>

**Fuente:** Empresa La Caserita

Total de gastos = Costos de materiales + costos de mano de obra  
+ costos indirectos de fabricación

$$\text{Total de gastos} = 4.071.201,61 + 52.884,00 + 14.280$$

$$\text{Total de gastos} = 4138365,61$$

$$\text{Costos de producción} = \frac{\text{Total de Gastos}}{\text{Unidades producidas}}$$

$$\text{Costos de producción} = \frac{4138365,61}{358034}$$

$$\text{Costos de producción} = 11,56$$

Una vez analizado los datos expresados en las tablas anteriores, realizando el cálculo respectivo se tiene que el costo de producción actual por unidad es de \$11, 56 esto con respecto al precio de venta actual que es de \$13,50 la utilidad generada por cada unidad es de \$1,94 lo cual no representa el 25% de los costos de producción que debe ser el valor de las utilidades generadas por un producto producido.

#### 4.1.2.3. Planificación de almacenamiento

- Diseño del Almacén

El almacén de la empresa de lácteos “La Caserita” es una de las áreas más importantes de la empresa ya que de estas depende que el producto se conserve, para ello se ha diseñado tomando en cuenta las siguientes características: El almacén de la empresa de lácteos “La Caserita” es una de las áreas más importantes de la empresa ya que de estas depende que el producto se conserve, para ello se ha diseñado tomando en cuenta las siguientes características:

- Temperatura y humedad del almacén

El almacén se ha diseñado mediante la emulación de una nevera ya que dentro de este debe mantenerse una temperatura controlada que es esencial para preservar la frescura del queso mozzarella, esta temperatura se mantiene en un rango de entre 2°C y 4°C además, la humedad se mantiene en niveles adecuados para evitar la sequedad del queso en un rango de humedad del 80-90% que es generalmente apropiado para el producto que la empresa elabora. El almacén se ha diseñado mediante la emulación de una nevera ya que dentro de este debe mantenerse una temperatura controlada que es esencial para preservar la frescura del queso mozzarella, esta temperatura se mantiene en un rango de entre 2°C y 4°C además, la humedad se mantiene en niveles adecuados para evitar la sequedad del queso

en un rango de humedad del 80-90% que es generalmente apropiado para el producto que la empresa elabora.

- Sistema de Monitoreo

El sistema de monitoreo del almacén de la empresa de lácteos "La Caserita" permite mantener actualizados los datos de temperatura y humedad para alertar sobre posibles desviaciones que puedan afectar la calidad del queso.

- Seguridad y Limpieza

Se cumple con las normativas y regulaciones de seguridad alimentaria para garantizar la calidad y la inocuidad del queso mozzarella almacenado, además, cuenta con prácticas de limpieza y desinfección dentro del almacén las cuales se realizan regularmente

- Iluminación del almacén

Cuenta con la iluminación adecuada en todas las áreas para facilitar la inspección visual y garantizar un ambiente de trabajo seguro al momento de realizar las actividades de almacenamiento del queso Mozzarella

- Acceso al almacén

El diseño del almacén permite un acceso eficiente al almacenamiento del queso mozzarella, facilitando la carga del producto al medio de transporte, cuenta con una rampa la cual esta adecuada a la altura del vehículo, la manipulación de las canastillas por parte del personal para la estiba es sencilla debido a las características antes mencionadas, además tomando en cuenta que la empresa también vende su producto al detalle en sus instalaciones cuenta con acceso para realizar dicha actividad.

#### Sistemas de Almacenamiento

- Almacenamiento en estanterías

Se almacenan los quesos mozzarella en estanterías de metal adecuadas para el almacenamiento del producto durante el proceso de enfriamiento que este tarda alrededor de 12 horas para previamente ser desmoldado, es necesario recalcar que este procedimiento se considera como un almacenamiento primario esto previo a el almacenamiento final.

- Capacidad de almacenamiento y Espaciado Adecuado

Dentro de las estanterías los trabajadores se aseguran de que exista un espaciado entre los paquetes de queso mozzarella para permitir una circulación de aire eficiente y prevenir la acumulación de calor.

Las estanterías poseen las dimensiones generales de 250 cm de largo y 150cm de alto con cada nivel separado por 25cm, cada estantería consta de 5 niveles. Los espacios para que circule el aire entre los paquetes son de 2cm así se logra un enfriamiento general y de forma natural.

En lo que respecta al almacenamiento final, el cuarto frío principal tiene una capacidad de almacenamiento de 1200 canastillas, cada canastilla tiene una capacidad de 16 unidades de producto terminado, es decir capacidad de almacenamiento en unidades de 19200 unidades.

#### Clasificación de Productos

Se clasifica el queso mozzarella según la fecha de producción para que de esta manera sea más fácil la identificación del producto colocando los lotes con fechas más próximas al frente para fomentar la venta de los lotes más antiguos primero, siguiendo el principio FIFO. Cabe destacar que esta clasificación ya es en el almacenamiento final dentro de los cuartos fríos.

- Políticas de Rotación de Inventario

Esta establecido como política de rotación FIFO de inventario en donde se prioriza la utilización de los productos más antiguos antes que los nuevos. Esta política ayuda a minimizar el riesgo de caducidad y asegura que el queso mozzarella se consuma en su momento óptimo.

- Manejo de Materiales

En el eficiente manejo de materiales para el queso mozzarella, se emplean envases robustos y herméticos con el fin de resguardar contra posibles daños físicos y evitar la contaminación externa. La manipulación de equipos está diseñada para una carga y descarga cuidadosa, evitando cualquier impacto brusco. La aplicación del principio FIFO y la asignación de áreas específicas en el almacén tienen como objetivo facilitar la rotación y organización del inventario. El personal es instruido en técnicas de manipulación meticulosas, y se asegura el cumplimiento de prácticas higiénicas y normativas de seguridad alimentaria. Se realiza un monitoreo continuo

de las condiciones ambientales, y el personal recibe capacitación regular, mientras se garantiza la protección contra contaminantes durante el transporte, contribuyendo a asegurar la calidad del queso mozzarella desde su almacenamiento hasta su entrega al cliente.

- Embalaje y Etiquetado

En el proceso de empaquetado del queso mozzarella, se emplea material resistente con el objetivo de resguardar el producto ante posibles daños físicos durante su almacenamiento y transporte. Los envases son diseñados de manera hermética para evitar la contaminación externa y conservar la frescura del queso. Cada paquete se identifica de forma clara con información esencial como la fecha de producción, fecha de caducidad, número de lote y datos de salubridad. Se proporcionan instrucciones para el almacenamiento y la manipulación, buscando la comodidad de los consumidores. La etiqueta también detalla el tipo de queso mozzarella, información nutricional pertinente y, en caso necesario, características especiales. El cumplimiento de regulaciones y normativas de seguridad alimentaria en el etiquetado es esencial para asegurar la transparencia y la confianza del consumidor.

- Seguridad en el Almacén

Para garantizar la seguridad en el almacén la empresa ha aplicado medidas como señalización dentro de las áreas y rutas de tránsito asegurándose de que el personal este consciente de las zonas asignadas, además se facilita el uso de equipo de protección personal como guantes delantal y calzado antideslizante para reducir lesiones y contaminación.

Mantiene un entorno limpio y organizado para mejorar la movilidad y reducir posibles accidentes, además cuenta con el botiquín de primeros auxilios y extintores para cualquier eventualidad.

Implementar medidas de seguridad para proteger tanto a los trabajadores como a los productos almacenados. Esto puede incluir sistemas de vigilancia, control de accesos y procedimientos de seguridad laboral.

- Gestión de Devoluciones

Gestión de devoluciones para el queso mozzarella es un aspecto crucial en el proceso operativo. Se tiene establecido un procedimiento claro y eficiente para recibir y procesar devoluciones, para esto se aseguran de verificar la validez del motivo y se garantiza que el producto devuelto cumpla con los estándares de

calidad. Además, los clientes cuentan con canales de comunicación accesibles para reportar problemas y solicitar devoluciones, sin embargo, a que la empresa tiene claro el aspecto de devoluciones generalmente es nulo que existan productos en devolución.

#### 4.1.2.4. Distribución

- Rutas de Transporte:

Para la distribución de los quesos mozzarella se identifican las rutas más eficientes desde el almacén hasta los puntos de venta.

Se considera la distancia de las entregas, el tráfico y las restricciones de tránsito para poder planificar la entrega de los pedidos, por lo general estos pedidos se realizan con un día de anticipación por parte de los clientes y se realiza la confirmación con el contador de la empresa.

Las entregas se realizan en las ciudades de San Gabriel, Bolívar, Ibarra, Guayllabamba, Quito y Guayaquil.

- Modos de Transporte:

Se utiliza principalmente el transporte por carretera para distancias cortas y medias, ya que proporciona flexibilidad y rapidez al momento de la entrega punto a punto a clientes que ocupan una cantidad baja de unidades dentro de las ciudades principales a las que distribuye.

- Gestión de Flotas:

La empresa cuenta con un camión refrigerado para el transporte de los quesos tipo NPR con capacidad de 5 toneladas.

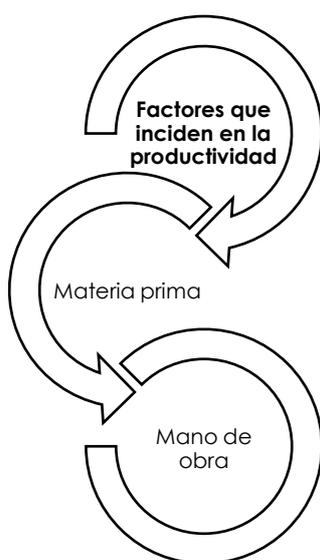
- Tiempos de Entrega:

Los tiempos de entrega para la distribución de los quesos mozzarella varían dependiendo de varios factores como son los diferentes puntos de venta distribuidos por la ciudad de Tulcán, Huaca, San Gabriel, Ibarra, Guayllabamba y Quito.

En donde se coordina un día para realizar las entregas en los sectores que se encuentran dentro de la provincia del Carchi y al siguiente día otra ruta para la provincia de Imbabura y los sectores dentro de la provincia de Pichincha para poder minimizar los costos de almacenamiento y transporte

#### 4.1.3. Identificar los factores que inciden en la productividad en la empresa de Lácteos “La Caserita”

Actualmente la productividad de la empresa de lácteos “La Caserita” ubicada en el cantón San Pedro de Huaca, provincia del Carchi, mantiene una serie de procedimientos para la elaboración de quesos, para ello, se identificó que existen factores que inciden directamente en la productividad de esta organización, los cuales son materia prima y mano de obra como se observa en figura 9.



**Figura 9.** Factores de la productividad en la empresa La Caserita

Una vez identificado los factores que inciden en la productividad de la empresa La Caserita es necesario determinar la productividad por cada factor, es decir, la materia prima y la mano de obra, para ello, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Productos o servicios producidos}}{\text{Recursos utilizados}}$$

#### Materia prima

Actualmente la materia prima de la empresa La Caserita se ha convertido en un factor predominante de esta organización, por tal motivo, la productividad de esta organización depende directamente de la cantidad de recursos que cuente en relación a la disponibilidad de los proveedores, siendo los principales productos para la elaboración de los quesos que oferta esta organización son la leche, ácido, citrato, cuajo, fundas y sal como se exhibe en la tabla 15.

**Tabla 15. Producción anual de quesos**

Producción anual en quesos				358034
	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Total
Leche	6974490	Litros	\$ 0,40	\$ 2.789.796,00
Acido	4063090,34	Gramos	\$ 0,004	\$ 16.200,35
Citrato	3990222,37	Gramos	\$ 0,004	\$ 15.641,67
Cuajo	4564256,67	Gramos	\$ 0,26	\$ 1.186.706,73
Fundas	359201,756	Unidades	\$ 0,17	\$ 61.064,30
Sal	7286797,65	Gramos	\$ 0,0002	\$ 1.792,55
	Total, de materiales			\$ 4.071.201,60

Como se puede identificar en la tabla el total de materiales anual para la producción o elaboración de queso es de 4071201,60 en donde se puede evidenciar que la materia prima para la elaboración de quesos es la leche, ácido, citrato, cuajo, fundas y sal, siendo también factores que inciden en la productividad de quesos; por tal motivo a continuación se exhibe la productividad de la materia prima en la empresa Láctea La Caserita

$$\text{Productividad de materia prima} = \frac{358034}{4071201,6}$$

$$\text{Productividad de materia prima} = 0,0879$$

Como se puede identificar la productividad de la materia prima en la empresa láctea La Caserita es de 0,0879 quesos, identificando que los materiales para la elaboración de quesos es un factor que incide directamente en la productividad de esta organización, puesto que la cantidad de materiales corresponde en gran medida de la producción de quesos; de hecho, se encuentra relacionado por la calidad de la materia prima, es decir, la leche, en donde se ha identificado que la leche debe ser de calidad para fortalecer los procesos de producción, es decir, cuando la leche es de menor calidad su productividad tiende a disminuir.

#### Mano de obra

Como segundo factor que incide en la productividad de la empresa La Caserita es la mano de obra, pues que constituye un pilar de suma importancia dentro del contexto laboral, más aún, cuando la empresa La Caserita es una empresa productora de quesos, en donde la mano de obra es la responsable de llevar las actividades necesarias de la organización; de hecho, dentro de este factor se encuentran diferentes puestos jerárquicos y responsabilidades que permiten la

participación de los procesos productivos en esta organización; de hecho, la productividad en mano de obra depende de la cantidad de trabajadores y su salario.

**Tabla 16.** *Horas de trabajo mensual por cada trabajador*

<b>Cantidad de trabajadores vs horas laborables al mes</b>	
Trabajador 1	300 horas
Trabajador 2	300 horas
Trabajador 3	300 horas
Trabajador 4	300 horas
Trabajador 5	300 horas
Trabajador 6	300 horas
Trabajador 7	300 horas
Trabajador 8	300 horas
<b>Total de mano de obra</b>	<b>2400 horas</b>

Como se puede evidenciar en la tabla 16 el total de trabajadores de la empresa Láctea La Caserita es de 8 trabajadores que se dedican a las actividades de cada áreas que corresponde a esta organización; de hecho, es importante mencionar que cada trabajador cuenta con un total de 300 horas laborables en el mes, dando un total de 2400 horas mensuales en todos los trabajadores de esta organización; además para el cálculo de la productividad por mano de obra fue importante realizar la cantidad de horas mensuales por cada trabajador por los 12 meses, obtenido un total de 3600 horas al año, por tanto, a continuación se muestra el cálculo de la productividad de la mano de obra por cada trabajador:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Número de horas totales}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{358034}{8 * 3600}$$

$$\text{Productividad} = 12.43 \text{ quesos por cada trabajador}$$

Como se puede identificar según la productividad de la empresa La Caserita se obtiene una productividad anual por cada trabajador es de 12.43 quesos ; cabe mencionar que en la mano de obra se encuentran influenciados múltiples factores que incide en la productividad, como son los factores de gestión y organización del

trabajo, el salario, las capacidades de los trabajadores ; además de un clima laboral positivo, siendo los principales factores que pueden afectar la productividad de la mano de obra en la empresa sujeta de estudio.

En este sentido, también es importante mencionar que la productividad de la empresa Lácteos La Caserita también incide los servicios básicos y todos los gastos sobre el proceso de producción de quesos, En consecuencia, los factores que inciden directamente en la rentabilidad de la empresa láctea la Caserita son la materia prima y la mano de obra; con respecto a la materia prima el total de materiales para la producción de quesos es de \$4071201,61; por lo tanto, la productividad de esta organización con respecto a la materia prima es de 0,0879 quesos, de hecho, se pudo identificar que la cantidad de materiales incide directamente en la productividad, es decir, a mayor materia prima mayor productividad, en donde se toma como referencia la calidad de leche que es un factor determinante sobre el nivel productivo de esta organización.

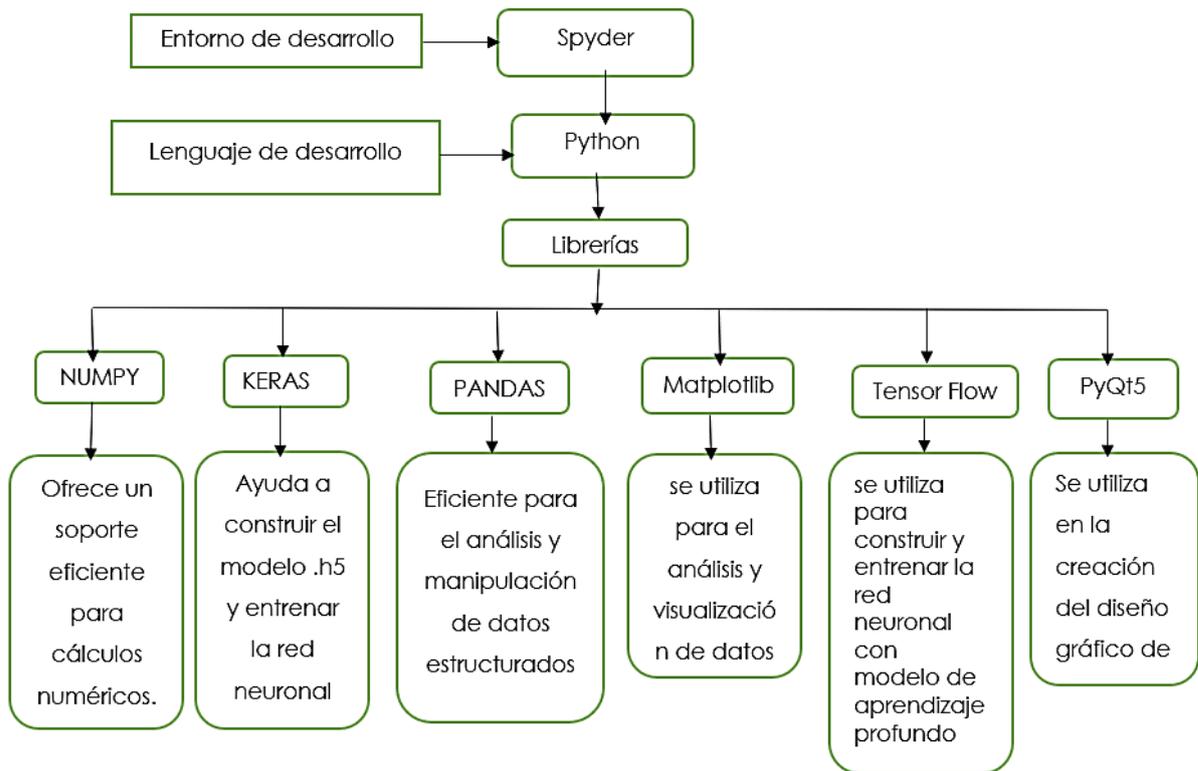
Con respecto a la mano de obra es otro factor determinante que incide en la productividad de esta organización, puesto que esta empresa mantiene gran dependencia de sus trabajadores, siendo actualmente 8 colaboradores de queso quienes se dedican a las diferentes actividades que se requiere, para ello, cada trabajador cuenta con 300 horas laborales al mes, obteniendo un total de 2400 horas; por tal motivo, estos son los factores que inciden directamente en la productividad de la empresa La Caserita.

#### 4.1.4. Diseño de modelo digital con base en redes neuronales para incrementar la productividad de la empresa

Esta investigación se centra en la utilización de la inteligencia artificial, en particular mediante el uso de redes neuronales, la cual ha revolucionado la capacidad de realizar pronósticos y predicciones en diversos campos. Mediante lo cual a través de la investigación y revisión bibliográfica se puede aplicar la inteligencia artificial ya que ofrece un enfoque prometedor para pronosticar la cantidad de quesos procesados y de esta manera poder estructurar el pago a proveedores.

Para la creación del software se utilizó como entorno de desarrollo Spyder versión 3.10 utilizando el lenguaje de programación Python.

Diseño de arquitectura de software.



**Figura 10.** Diseño de arquitectura de software

Para crear el diseño de las dos redes neuronales se utilizó anaconda *navigator* como programa base y dentro de este el sub programa *spyder(Python)* debido a que tiene una mejor comunicación con el usuario, además se utilizaron las siguientes librerías que ayudan en el procesamiento, importación y procesamiento de los datos las cuales se muestran en la figura 10.

**Pandas:** eficiente para el análisis y manipulación de datos estructurados

**Numpy:** ofrece un soporte eficiente para cálculos numéricos.

**Keras:** ayuda a construir el modelo .h5 y entrenar la red neuronal

**Tensor Flow:** se utiliza para construir y entrenar la red neuronal con modelo de aprendizaje profundo

**Matplotlib:** se utiliza para el análisis y visualización de datos

PyQt5:

Dentro de esta investigación se diseñaron dos redes neuronales a las cuales se les hicieron cuatro pruebas con diferentes características en donde se comparan los

resultados obtenidos para comparar diferencias en precisión, velocidad de entrenamiento y margen de error.

Para la estructura de la primera neurona se toman como datos de entrada los parámetros de sólidos no grasos, agua, lactosa, grasa y proteína los cuales son proporcionados por la maquina ecomilk que ayudaran a obtener como datos de salida la cantidad de residuo liquido (suero) en la leche analizada.

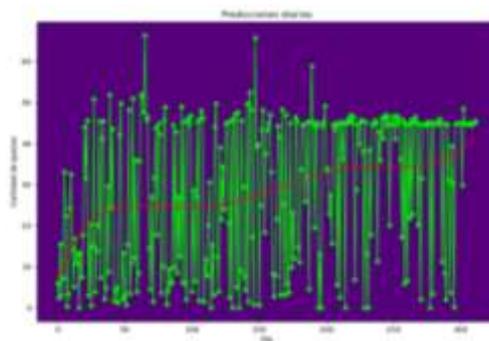
Para la estructura de la segunda red neuronal se toma en cuenta como datos de entrada la cantidad de litros, el porcentaje de residuo liquido obtenido del resultado de la primera neurona y el peso del queso con estos datos la neurona podrá predecir la cantidad de quesos que resultará de cada proveedor según la calidad de la leche.

Dentro de la investigación se realizaron cuatro redes neuronales con diferentes características para poder comparar sus resultados en términos de precisión, velocidad de entrenamiento y margen de error para así encontrar las características adecuadas y optimas que ayuden en la predicción del residuo líquido y la cantidad de quesos.

#### 4.1.4.1. Características del primer entrenamiento de la red neuronal

- Tipo de capa: Dense
- Inicializador: Relu
- Learning rate: 0.001
- Optimizador: Adam

El resultado obtenido en este primer entrenamiento muestra que la diferencia de precisión entre los datos reales y los datos de precisión son bastante significativos al estar esta neurona con cuatro capas ocultas y ocho neuronas cada una. La Figura 11 muestra como existe diferencia entre las predicciones reales y las predicciones del modelo.



**Figura 11** Evaluación de la primera red neuronal

Como se observa en la Figura 11 los valores de predicción del modelo se encuentran alejados de la línea roja que representa los valores reales de la producción lo cual indica que estas características no son óptimas y el modelo tiene muchos errores y no es preciso.

#### 4.1.4.2. Características de la segunda red neuronal

- Tipo de capa: Dense
- Inicializador Glorot
- Learning rate: 0.01
- Optimizador: SGD (Gradiente Descendente Estocástico)

En el modelo de la red neuronal dos el entrenamiento muestra que la diferencia de precisión entre los datos reales y los datos de precisión son un poco más precisos al estar esta neurona con una capa oculta y doce neuronas cada una. La figura 12 muestra como existe diferencia entre las predicciones reales y las predicciones del modelo.



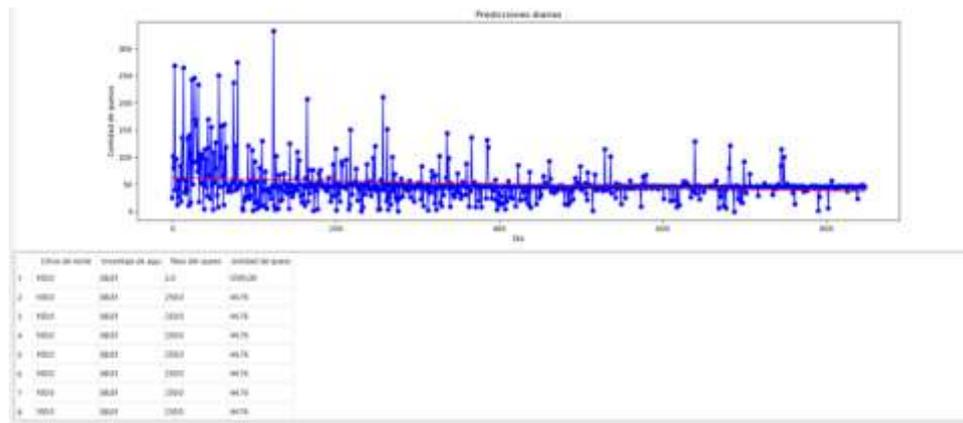
**Figura 12.** Entrenamiento de la segunda red neuronal

El segundo modelo muestra una mejora en la precisión, pero aún existe una gran diferencia entre los datos reales y los precedidos por el modelo.

#### 4.1.4.3. Características de la tercera red neuronal

- Tipo de capa: Dense
- Inicializador *Glorot*
- *Learning rate*: 0.01
- Optimizador: Adam

En el modelo de la red neuronal tres el entrenamiento muestra que la diferencia de precisión entre los datos reales y los datos de precisión son aún más precisos al estar esta neurona con una capa oculta y dieciséis neuronas cada una. La figura 13 muestra como existe diferencia entre las predicciones reales y las predicciones del modelo.



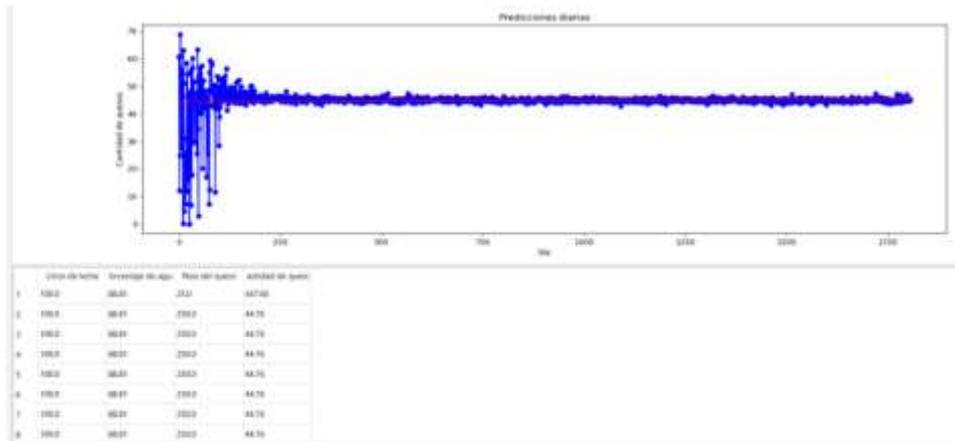
**Figura 13.** Entrenamiento de la tercera red neuronal

Este tercer modelo muestra menos errores que los anteriores, pero aún no es preciso ya que no se ajustan los datos precedidos a lo reales.

#### 4.1.4.4. Características de la cuarta red neuronal modelo óptimo

- Tipo de capa: Dense
- Inicializador *Glorot*
- *Learning rate*: 0.001
- Optimizador: Adam

En el modelo red neuronal número cuatro se realizaron varias modificaciones que fueron beneficiosas para la precisión al adecuar la red neuronal con dos capas con treinta y dos neuronas. La figura 14 Muestra la mayor eficiencia en la predicción de los datos en donde la línea roja representa los valores precedidos y los puntos azules los valores reales.



**Figura 14.** Modelo óptimo

Arquitectura de la primera neurona

Red neuronal de predicción de residuos líquidos

Para la creación de esta red neuronal se toma como datos de entrada el análisis de la leche de vaca en porcentajes para obtener como datos de salida el porcentaje de residuos líquidos como se muestra en la tabla 17.

**Tabla 17.** Resumen del modelo óptimo de la primera neurona

Componente	Descripción
Datos de entrada	sólidos no grasos, agua, lactosa, grasa y proteína
Modelo Secuencial	Tres capas densas con activaciones 'relu' y 'sigmoid'.
Compilación del Modelo	Pérdida 'binary_crossentropy', optimizador 'adam', métrica 'accuracy'.
Datos de Entrenamiento	Una muestra con 5 características de entrada y un objetivo (87.5%).
Entrenamiento	2000 épocas, entrenamiento silencioso (verbose=0). Modelo guardado en 'modelo_red_neuronal.h5'.
Datos de Salida	Cantidad de residuo líquido

Red neuronal de predicción de cantidad de quesos

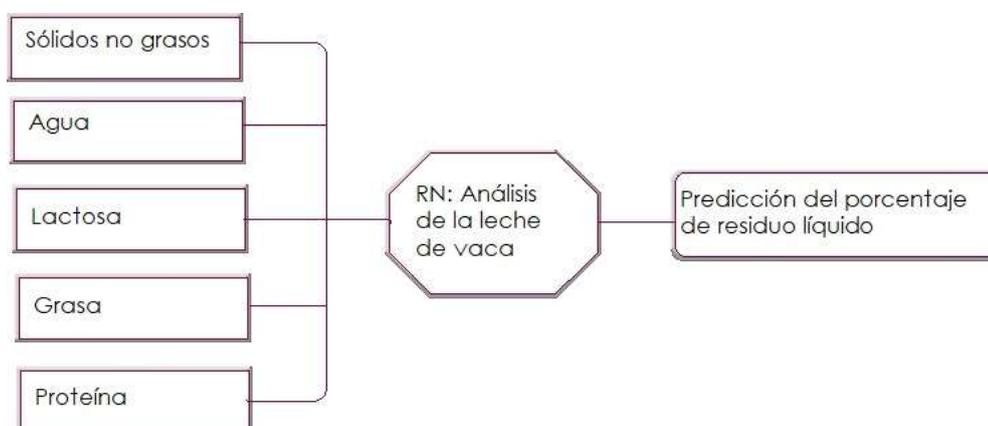
Para la creación de esta red neuronal se toman en cuenta como datos de entrada la cantidad de litros de leche el porcentaje de residuo líquido resultante de la primera neurona y el peso del queso como se denota en la Tabla 18.

**Tabla 18. Resumen del modelo óptimo de la segunda neurona**

Componente	Descripción
Datos de entrada	proveedor: Información del proveedor. litros leche: Cantidad de leche en litros. porcentaje agua: Porcentaje de agua en la leche. Peso del queso, Cantidad de quesos producidos.
Carga de Datos de Entrenamiento	Carga datos existentes para entrenamiento. Se usa un método llamado <i>load_training_data</i> para obtener <i>x_train</i> (características) y <i>y_train</i> (etiquetas).
Agregación de Nuevos Datos	Se añaden los nuevos datos al conjunto de entrenamiento: leche, agua, peso del queso, y la cantidad de quesos como salida.
Creación y Entrenamiento del Modelo	Crea un modelo usando el método <i>create_model</i> . Luego, entrena el modelo con 1000 épocas y sin salida detallada
Guardado del Modelo	Guarda el modelo entrenado como 'queso_model.h5' para su uso posterior.
Modelo creado	Método para crear el modelo de red neuronal. Usa capas densas y se compila con un optimizador Adam.
Arquitectura del Modelo	Primera capa: 32 unidades, activación 'relu', con <i>input_shape</i> , Segunda capa: 32 unidades, activación 'relu'.
Compilación del Modelo	Usa optimizador Adam con tasa de aprendizaje de 0.001. Función de pérdida es <i>mean_squared_error</i> , adecuada para regresión.
Datos de salida	Predicción de quesos

### Estructura de la neurona para predicción de residuo líquido

Para la creación de la primera red neuronal se toma en cuenta los datos de entrada los cuales son sólidos no grasos, agua, lactosa, grasa y proteína seguido de la preparación de la red neuronal para obtener como resultado el porcentaje de residuos líquidos como se muestra en la figura 15.



**Figura 15.** Predicción del porcentaje de residuo líquido

Para la creación de la segunda red neuronal se toma en cuenta como datos de entrada a la cantidad de litros de leche, el porcentaje de residuos líquidos y el peso del queso que se va a producir en gramos como se muestra en la figura 16.

Estructura de la neurona para predicción de quesos



**Figura 16** Estructura de la neurona para predicción de quesos

Entrenamiento en la red neuronal

El entrenamiento de la red neuronal es el proceso mediante el cual se ajusta los parámetros del modelo para que pueda realizar ciertas tareas como la predicción. El objetivo del entrenamiento es minimizar la función de pérdida o error, que mide la diferencia entre las predicciones del modelo y las etiquetas reales en el conjunto de entrenamiento.

Conjunto de validación

El conjunto de validación es un subconjunto de datos separado del conjunto de entrenamiento y el conjunto de prueba que se utiliza para evaluar el rendimiento del modelo durante el entrenamiento de una red neuronal. La idea detrás del conjunto de validación es proporcionar una estimación imparcial del rendimiento del modelo utilizando datos que nunca había visto.

El conjunto de validación se utiliza para monitorear el desempeño del modelo en cada época (iteración) durante el entrenamiento. En cada época, después de que el modelo haya ajustado sus parámetros al conjunto de entrenamiento, se evalúa su rendimiento en el conjunto de prueba sin actualizar los pesos del modelo. Esto le permite ver cómo se comporta el modelo con los datos que no se utilizan para el entrenamiento. El script del modelo óptimo se presenta en el Anexo 11 De la investigación.

El conjunto de validación es una herramienta esencial para monitorear el rendimiento del modelo durante el entrenamiento y evitar el sobreajuste, ajustar los hiperparámetros y la arquitectura de la red neuronal para lograr el mejor rendimiento en datos no vistos.

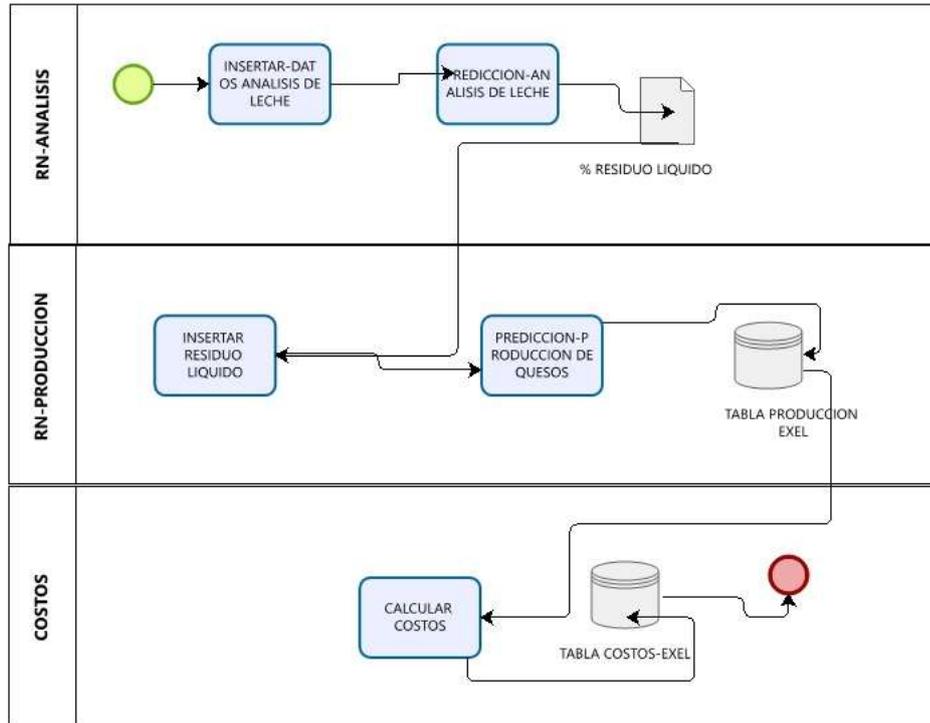
La función de pérdida y las métricas de rendimiento (por ejemplo, precisión, exactitud, sensibilidad, especificidad, etc. se calcularon utilizando el conjunto de validación. El seguimiento de estas métricas en el conjunto de validación puede determinar si el modelo está sobreentrenado o si generaliza bien los datos invisibles.

El conjunto de prueba es otro subconjunto independiente de los datos que se utiliza para evaluar el rendimiento final e imparcial de la red neuronal una vez que se completa el entrenamiento y se han realizado todos los ajustes de arquitectura e hiperparámetros utilizando el conjunto de entrenamiento y el conjunto de prueba.

Una vez que el modelo ha sido entrenado y ajustado utilizando el conjunto de entrenamiento y el conjunto de validación, se considera que ha adquirido algún conocimiento de los datos y ha ajustado sus parámetros para hacer predicciones precisas basadas en estos conjuntos de datos utilizados durante el entrenamiento.

#### Diagrama de procesos

El diagrama de procesos muestra una vista general de cada proceso que se realiza al entrar a la interfaz del software mostrando el proceso que se sigue en cada red neuronal hasta llegar al cálculo de costos como se observa en la figura 17.



**Figura 17** Diagrama de procesos del software

### Cálculo para pago de proveedores

Dentro del software se puede encontrar el apartado de cálculo para el pago a los proveedores de la materia prima en donde se colocan como datos de entrada el nombre del proveedor los litros de leche entregados y la cantidad de quesos resultantes de la predicción de la segunda neurona, tomando en cuenta que la empresa tiene destinado como presupuesto de pago en materia prima de \$7.50 por queso.

Para generar el pago a los proveedores se realizan los siguientes cálculos

Promedio de litros utilizados para la producción de un queso

$$\text{Promedio de litros por queso} = \frac{\text{Litros totales}}{\text{Quesos de la predicción}}$$

Precio de la leche por litro

$$\text{Precio de leche por litro} = \frac{\text{presupuesto en materia prima por queso}}{\text{promedio de litros por queso}}$$

Pago total al proveedor

$$\text{Pago total} = \text{total de litros} * \text{precio de leche por litro}$$

Dando como resultado la cantidad que se le debe de pagar al proveedor por el total de litros entregados

### Creación de la Interfaz

Para la construcción de la interfaz gráfica de usuario, se elige la librería PyQt5. PyQt5 es conocida por su flexibilidad y capacidad para crear interfaces dinámicas y fáciles de usar. Con esta librería, se construyó una interfaz visual atractiva y funcional para el software la cual se muestra en el Anexo 12.

### Componentes del *Frontend*

Usando PyQt5, se crea varios componentes clave para la interfaz:

**Botones:** Los botones permiten al usuario interactuar con el sistema y realizar acciones específicas, como cargar datos, ejecutar procesos, o salir del programa.

**Cuadros de Texto:** Se incluyen campos de texto para recibir entradas del usuario, como parámetros de configuración o datos de prueba.

**Tablas:** Se utiliza tablas para mostrar información estructurada, como resultados de procesos o datos de entrenamiento.

Para mejorar la experiencia del usuario, también se añade:

**Diseños Flexibles:** se utiliza *QVBoxLayout* y *QHBoxLayout* para estructurar la disposición de los componentes y asegurar un diseño adaptable.

### *Backend* y Lógica

En el *backend*, se implementa la lógica central del software:

**Redes Neuronales:** se conecta la interfaz de PyQt5 a modelos de redes neuronales entrenados utilizando *Keras*. Los modelos se cargan desde archivos *.h5* y se usan para procesar datos y realizar predicciones.

**Ejecución de Procesos:** El *backend* se encarga de ejecutar procesos largos o intensivos en tiempo de CPU, como el procesamiento de datos y el uso de modelos entrenados, asegurando que la interfaz no se congele durante estas operaciones.

### Pruebas y Calidad del Software

Para garantizar la calidad y la fiabilidad del software, se realiza diversas pruebas:

**Pruebas Unitarias:** se asegura que cada componente individual funcione como se espera.

Pruebas de Integración: se verifica que la interacción entre los componentes del *backend* y el *frontend* sea correcta y sin errores.

Pruebas de Estrés: Simulación de escenarios con alta carga para asegurar la estabilidad del sistema.

#### Mejora del *Frontend*

Finalmente, se añaden elementos para hacer la interfaz más amigable y fácil de usar:

Colores y Estilos: se incorporan colores y temas para mejorar la apariencia y la usabilidad. Se utiliza una combinación de colores para resaltar secciones importantes y hacer la interfaz más atractiva.

Accesibilidad: Se asegura que la interfaz sea accesible para todos los usuarios.

#### 4.1.5. Influencia del modelo en la productividad de la empresa

Para determinar la influencia del modelo en la productividad de la empresa de lácteos La Caserita, se ha analizado los históricos y se ha verificado que existe un alto consumo de materia prima cuyos costos son elevados en comparación a su calidad. Por ello, se propone un modelo denominado "Incentivo", el cual ayuda a mejorar la calidad de materia prima por parte de los proveedores, quienes a cambio reciben un incentivo. Este modelo se basa en el presupuesto de la empresa destinado a la compra de leche por cada queso que elabora. El análisis del impacto económico del modelo se realiza comparando el costo por litro pagado históricamente con un precio ajustado por el modelo, que tiene en cuenta el presupuesto y los parámetros de calidad establecidos. Esta evaluación de costo se refleja en la Tabla 19.

**Tabla 19** Evaluación de costos actuales y costos ajustados por el modelo

Mes	Litros Leche	Costo litro	Costo total	Promedio	Costo modelo	Total, modelo
Enero	323502	\$ 0,43	\$ 139105,86	16,99	\$ 0,44	\$ 142800,00
	142310	\$ 0,41	\$ 58347,10	20,21	\$ 0,37	\$ 52800,00
Febrero	136757	\$ 0,42	\$ 57437,94	18,84	\$ 0,40	\$ 54450,00
	52671	\$ 0,42	\$ 22121,82	18,59	\$ 0,40	\$ 21255,00
Marzo	205992	\$ 0,41	\$ 84456,72	19,73	\$ 0,38	\$ 78292,50
	264603	\$ 0,40	\$ 105841,20	20,88	\$ 0,36	\$ 95062,50
Abril	119743	\$ 0,41	\$ 49094,63	20,84	\$ 0,36	\$ 43095,00
	75066	\$ 0,42	\$ 31527,72	19,35	\$ 0,39	\$ 29092,50
Mayo	65207	\$ 0,42	\$ 27386,94	19,90	\$ 0,38	\$ 24570,00
	134344	\$ 0,42	\$ 56424,48	20,44	\$ 0,37	\$ 49282,50
Junio	167484	\$ 0,41	\$ 68668,44	20,62	\$ 0,36	\$ 60915,00
	359653	\$ 0,41	\$ 147457,73	19,10	\$ 0,39	\$ 141255,00
Julio	460206	\$ 0,42	\$ 193286,52	20,93	\$ 0,36	\$ 164910,00
	387392	\$ 0,42	\$ 162704,64	20,13	\$ 0,37	\$ 144337,50
Agosto	435844	\$ 0,41	\$ 178696,04	20,24	\$ 0,37	\$ 161482,50
	374954	\$ 0,41	\$ 153731,14	20,18	\$ 0,37	\$ 139357,50
Septiembre	338552	\$ 0,41	\$ 138806,32	19,89	\$ 0,38	\$ 127665,00
	457607	\$ 0,41	\$ 187618,87	19,37	\$ 0,39	\$ 177202,50
Octubre	483847	\$ 0,38	\$ 183861,86	20,03	\$ 0,37	\$ 181215,00
	507828	\$ 0,40	\$ 203131,20	19,64	\$ 0,38	\$ 193957,50
Noviembre	488146	\$ 0,41	\$ 200139,86	16,85	\$ 0,45	\$ 217290,00
	441296	\$ 0,40	\$ 176518,40	19,14	\$ 0,39	\$ 172905,00
Diciembre	266625	\$ 0,41	\$ 109316,25	18,63	\$ 0,40	\$ 107340,00
	284861	\$ 0,42	\$ 119641,62	20,40	\$ 0,37	\$ 104722,50
Total			\$ 2 855.323,30			\$ 2 685.255,00

En la tabla se observa la diferenciación de costos correspondientes a los de adquisición de leche teniendo en cuenta un valor actual y un valor del modelo por cada litro adquirido, este resulta mediante el ajuste del modelo el cual diferencia la calidad de leche incentivando a la de alta calidad y estableciendo precios justos para una baja calidad, mediante el modelo se obtiene un ahorro de \$ 170.068,30.

Para determinar la calidad de la leche se usan los parámetros descritos en la Tabla 21 los cuales se obtienen mediante el análisis que se realiza en el equipo ecomilk que posee la empresa. Estos análisis permiten determinar la calidad de la leche y en base a esto dentro de la empresa lo que se hace en caso de que el proveedor no cumpla con la media establecida, a este se le reduce una cierta cantidad de litros, pero esto hace que los proveedores sigan influyendo en la productividad de la empresa debido

a que optan por tomar medidas que afectan a la calidad de la leche, la más común es la adición de agua.

El costo del equipo para el análisis de la leche varía desde \$1500 a \$7800 dependiendo de sus características encontrándose que un equipo básico cuesta alrededor de \$1500 dólares, un equipo de características intermedias \$4300 y un equipo completo con un valor de \$7800.

Para verificar la calidad materia prima se muestran los datos de la Tabla 20 cuyos resultados originales se obtienen del Anexo 9. Y los parámetros obtenidos de una leche de alta calidad que esta sobre la media de parámetros que la empresa establece. Este tipo de leche hace que de una menor cantidad de litros de leche se produzcan más quesos.

**Tabla 20.** *Parámetros de calidad de leche superior a los establecidos*

PARAMETROS	DATOS	PARAMETROS	DATOS
Date:	2023/03/08	Time:	09:55:45
Milk type:	Cow	FAT:	4.04%
SNF:	8.13%	Protein:	3.05%
AWM:	1.58%	FP:	-0.540 °C
Lact:	4.29%	Density:	1.0273 g/cm3

Los datos de la Tabla 21, cuyos resultados originales se obtienen del Anexo 10, muestran parámetros obtenidos de otro tipo de leche y no es de una buena calidad pues los datos que este análisis contiene están por debajo de la media establecida y esto afecta a la productividad pues se necesita una mayor cantidad de litros de leche para que resulte la misma cantidad de quesos que se produciría con los parámetros de la Tabla 20.

**Tabla 21.** *Parámetros de calidad de leche inferior a los establecidos*

PARAMETROS	DATOS	PARAMETROS	DATOS
Date:	2023/03/08	Time:	12:00:59
Milk type:	Cow	FAT:	4.19%
SNF:	7.48%	Protein:	2.82%
AWM:	8.70%	FP:	-0.500 °C
Lact:	3.93%	Density:	1.0246 g/cm3

Para comprobación se presenta el siguiente ejemplo:

Teniendo en cuenta que una leche con parámetros sobrepasa la media establecida por la empresa se obtiene un mayor número de quesos es decir si se ingresan 9800 litros de leche aproximadamente, la cantidad de quesos que de esta se obtiene al

tener parámetros como los de la Tabla 20. Son 560 quesos dando un promedio de 17.5 litros de leche utilizados por cada queso.

Caso contrario si la leche que se procesa contiene los parámetros de la Tabla 21. De 7900 litros de leche se obtienen 369 quesos dando un promedio de 21.5 litros de leche utilizados para cada queso.

Una vez descrito lo que implica la influencia del modelo en el ciclo de producción de la empresa y específicamente en el área de aprovisionamiento obteniendo una mejora significativa al reducir costos de adquisición de materia prima y se realiza la comprobación reduciendo de los costos actuales de compra de materia prima el ahorro estimado por el modelo presentándose el análisis de:

Costos de producción de la propuesta identificándose cada uno de ellos en la Tabla 22, Tabla 23 y Tabla 24 respectivamente.

**Tabla 22. Costos de materiales (propuesta)**

Producción anual en quesos				358034	
	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Total	Costo por queso
Leche	6974490	Litros	\$ 0,40	\$ 2.619.727,70	\$ 7,32
Acido	4063090,34	Gramos	\$ 0,004	\$ 16.200,35	\$ 0,05
Citrato	3990222,37	Gramos	\$ 0,004	\$ 15.641,67	\$ 0,04
Cuajo	4564256,67	Gramos	\$ 0,26	\$ 1.186.706,73	\$ 3,31
Fundas	358034	Unidades	\$ 0,17	\$ 60.865,78	\$ 0,17
Sal	7286797,65	Gramos	\$ 0,0002	\$ 1.792,55	\$ 0,01
Total, de materiales				<b>\$ 3.900.934,79</b>	<b>\$ 10,90</b>

**Tabla 23. Costos de mano de Obra(propuesta)**

Trabajador	Horas anuales	Unidad	Costo por hora	Total	Costo por queso
Trabajador 1	3600	Horas	\$ 3,00	\$ 10.800,00	\$ 0,03
Trabajador 2	3600	Horas	\$ 1,67	\$ 6.012,00	\$ 0,02
Trabajador 3	3600	Horas	\$ 1,67	\$ 6.012,00	\$ 0,02
Trabajador 4	3600	Horas	\$ 1,67	\$ 6.012,00	\$ 0,02
Trabajador 5	3600	Horas	\$ 1,67	\$ 6.012,00	\$ 0,02
Trabajador 6	3600	Horas	\$ 1,67	\$ 6.012,00	\$ 0,02
Trabajador 7	3600	Horas	\$ 1,67	\$ 6.012,00	\$ 0,02
Trabajador 8	3600	Horas	\$ 1,67	\$ 6.012,00	\$ 0,02
Total, de mano de obra				<b>\$ 52.884,00</b>	<b>\$ 0,15</b>

**Tabla 24. Costos indirectos de fabricación(propuesta)**

Concepto	Costo anual	Costo por queso
Luz eléctrica	\$ 2.500,00	\$ 0,01
Agua potable	\$ 980,00	\$ 0,003
Combustible	\$10.800,00	\$ 0,03
Total, costos IND	<b>\$14.280,00</b>	<b>\$ 0,04</b>

Mediante la propuesta se realiza el cálculo de los costos de producción en los que se obtiene un costo total de \$11,08 por cada unidad producida, el precio de venta por unidad se mantiene con el actual que es de \$13,50 y tiene un incremento notable en las utilidades por unidad de \$2,42 por unidad.

Análisis de costos de producción actuales frente a los costos de producción de la propuesta.

Los costos de producción actuales por unidad son de \$11, 56 y las utilidades que se genera con el precio de venta actual son de \$1,94 representando el 16,78% de utilidades frente a lo que técnicamente debería ser 25% de los costos de producción de las utilidades generadas por un producto terminado.

En la propuesta los costos de producción se reducen a \$11,08 no se modifica el precio de venta y se obtiene una utilidad de \$2,42 por unidad esto representa el 21,81% del costo de producción teniendo un incremento en las utilidades de 5,03% en cada unidad producida, con una ganancia anual total de \$ 865360,21

#### 4.1.6. Comprobación de hipótesis

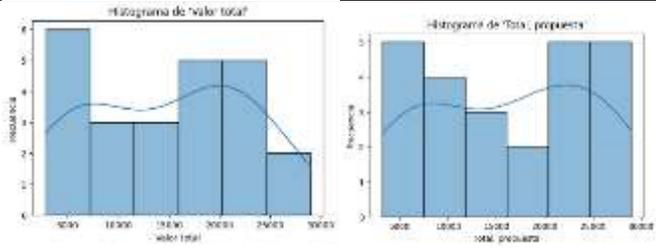
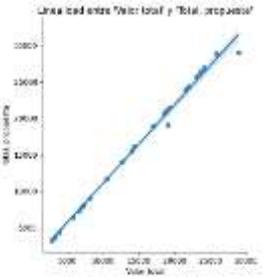
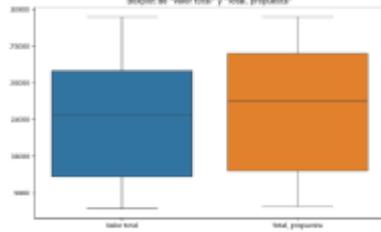
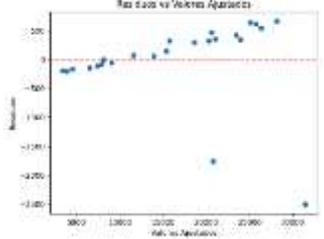
La comprobación de hipótesis se realiza mediante el análisis estadístico de los datos obtenidos mediante la investigación, principalmente estos datos se enfocan en la cantidad de quesos que la empresa ha producido y los quesos que la empresa producirá en base a la propuesta, para ello se muestra la Tabla 25 en la cual se muestra la comparativa base de los datos a ser analizados.

**Tabla 25** Precio de leche del valor actual y precio ajustado por el modelo.

Mes	Litros Leche	Costo litro	Costo total	Promedio	Costo modelo	Total, modelo
Enero	323502	\$ 0,43	\$ 139105,86	16,99	\$ 0,44	\$ 142800,00
	142310	\$ 0,41	\$ 58347,10	20,21	\$ 0,37	\$ 52800,00
Febrero	136757	\$ 0,42	\$ 57437,94	18,84	\$ 0,40	\$ 54450,00
	52671	\$ 0,42	\$ 22121,82	18,59	\$ 0,40	\$ 21255,00
Marzo	205992	\$ 0,41	\$ 84456,72	19,73	\$ 0,38	\$ 78292,50
	264603	\$ 0,40	\$ 105841,20	20,88	\$ 0,36	\$ 95062,50
Abril	119743	\$ 0,41	\$ 49094,63	20,84	\$ 0,36	\$ 43095,00
	75066	\$ 0,42	\$ 31527,72	19,35	\$ 0,39	\$ 29092,50
Mayo	65207	\$ 0,42	\$ 27386,94	19,90	\$ 0,38	\$ 24570,00
	134344	\$ 0,42	\$ 56424,48	20,44	\$ 0,37	\$ 49282,50
Junio	167484	\$ 0,41	\$ 68668,44	20,62	\$ 0,36	\$ 60915,00
	359653	\$ 0,41	\$ 147457,73	19,10	\$ 0,39	\$ 141255,00
Julio	460206	\$ 0,42	\$ 193286,52	20,93	\$ 0,36	\$ 164910,00
	387392	\$ 0,42	\$ 162704,64	20,13	\$ 0,37	\$ 144337,50
Agosto	435844	\$ 0,41	\$ 178696,04	20,24	\$ 0,37	\$ 161482,50
	374954	\$ 0,41	\$ 153731,14	20,18	\$ 0,37	\$ 139357,50
Septiembre	338552	\$ 0,41	\$ 138806,32	19,89	\$ 0,38	\$ 127665,00
	457607	\$ 0,41	\$ 187618,87	19,37	\$ 0,39	\$ 177202,50
Octubre	483847	\$ 0,38	\$ 183861,86	20,03	\$ 0,37	\$ 181215,00
	507828	\$ 0,40	\$ 203131,20	19,64	\$ 0,38	\$ 193957,50
Noviembre	488146	\$ 0,41	\$ 200139,86	16,85	\$ 0,45	\$ 217290,00
	441296	\$ 0,40	\$ 176518,40	19,14	\$ 0,39	\$ 172905,00
Diciembre	266625	\$ 0,41	\$ 109316,25	18,63	\$ 0,40	\$ 107340,00
	284861	\$ 0,42	\$ 119641,62	20,40	\$ 0,37	\$ 104722,50
Total			\$ 2855323,30			\$ 2685255,00

Para definir la prueba de la comprobación de hipótesis se realiza el análisis de los cuatro supuestos que sirven para identificar si se utiliza una prueba paramétrica o no paramétrica como se puede observar en el Anexo 4, Anexo 5, Anexo 6 Y Anexo 7 respectivamente y se presenta un resumen en la Tabla 26.

**Tabla 26** Resumen del análisis estadístico

Prueba	Valor p	Gráfico	Observación
Normalidad Shapiro Wilk	0.18 0.08		P-valor > $\alpha$ entonces no existe evidencia suficiente para para decir que la distribución de los datos no sigue una distribución normal
Linealidad Pearson	3.635e-25		P-valor < $\alpha$ , existe evidencia suficiente para decir que hay linealidad en los datos.
Homogeneidad Levene	0.63		P-valor > $\alpha$ no existe evidencia suficiente para para decir que la varianza de los grupos es diferente.
Homocedasticidad Breusch-Pagan	0.022		P-valor < $\alpha$ existe evidencia suficiente para decir la varianza está cambiando con el residuo (Heterocedasticidad)

En vista de que solamente se cumple con dos supuestos estructurales (linealidad y homocedasticidad, corresponde aplicar una prueba no paramétrica para determinar si existe diferencia significativa en los grupos; por lo que se aplica el Test de Wilcoxon para evaluar el impacto de la planificación de la cadena de suministros en la productividad de la empresa de productos lácteos LA CASERITA, se realizó la prueba de Wilcoxon para muestras emparejadas como se puede observar en la en el Anexo 8.

Hipótesis Planteadas

Hipótesis nula (H0): La planificación de la cadena de suministros no incide en la productividad de la empresa de productos lácteos LA CASERITA.

Hipótesis alternativa (H1): La planificación de la cadena de suministros incide en la productividad de la empresa de productos lácteos LA CASERITA.

Considerando que  $p < 0,001$  es menor al nivel de significancia se puede decir que se rechaza la hipótesis nula por lo que la hipótesis alternativa es cierta. Entonces se concluye que existe evidencia suficiente para decir que la planificación de la cadena de suministros incide en la productividad de la empresa de productos lácteos LA CASERITA con un nivel de confianza del 95%.

## **4.2. DISCUSIÓN**

Marketer (2023) destacó el potencial de la inteligencia artificial en la mejora de la eficiencia en la cadena de suministro mediante la optimización de procesos y la predicción de resultados. El modelo "Incentivo" en "La Caserita" emplea algoritmos avanzados para identificar patrones de calidad en la leche y predecir la cantidad óptima necesaria para la producción de quesos. Esto ha llevado a una reducción del desperdicio de materia prima y una mejora en la precisión de la producción, aumentando así la eficiencia operativa y reduciendo errores y riesgos.

Erazo y Vásquez (2021) subrayan que el éxito de una empresa depende en gran parte de cómo opere su cadena de suministro, destacando la importancia de evaluar, seleccionar, seguir y reevaluar a los proveedores. En "La Caserita", la implementación del modelo "Incentivo" se enfoca en mejorar la calidad de la materia prima mediante la incentivación de los proveedores, lo cual ha demostrado ser crucial para aumentar la eficiencia y productividad de la empresa. Este enfoque se alinea con las fases

descritas por Erazo y Vásquez, mejorando desde el acopio hasta la distribución final del producto.

Salas-Navarro et al. (2019) propusieron un modelo de benchmarking para mejorar la competitividad y productividad mediante la predicción del comportamiento de los procesos en la cadena de abastecimiento. Al igual que Leporati y Morales (2019) quienes destacan que la inteligencia artificial tiene un impacto significativo en todas las etapas de la cadena de suministro, desde la mejora de la toma de decisiones hasta el incremento en la calidad de los productos y la atención al cliente. De manera similar, el modelo "Incentivo" en "La Caserita" predice el impacto de la calidad de la leche en la producción, permitiendo ajustes en el proceso de aprovisionamiento y optimizando los procesos logísticos y productivos. Esta capacidad de predicción y ajuste ha mejorado la competitividad y productividad de la empresa.

La implementación del modelo "Incentivo" en la empresa de lácteos "La Caserita" ha demostrado ser una estrategia eficaz para mejorar la productividad y la rentabilidad, en consonancia con investigaciones previas en el ámbito de la gestión de inventarios y la optimización de procesos mediante tecnologías avanzadas. Castillo y Ramírez (2023) desarrollaron un sistema de inventario basado en redes neuronales que optimiza la inversión en un 27.42% y mejora el nivel de rotación en un 87.93%. Estos resultados destacan la capacidad de las redes neuronales para manejar variabilidades y optimizar decisiones clave en la gestión de inventarios.

La propuesta de utilizar un modelo basado en incentivos para mejorar la calidad de la materia prima en "La Caserita" muestra resultados comparables, al aumentar la eficiencia de producción y reducir costos. Al igual que en el estudio de Castillo y Ramírez, donde la aplicación de redes neuronales permitió conocer la cantidad óptima de pedido con un error mínimo del 1.01%, el modelo "Incentivo" demuestra que la utilización de enfoques innovadores y tecnológicos puede conducir a mejoras significativas en la operación y rendimiento de la empresa.

Los resultados de "La Caserita" indican una reducción en los costos de producción unitarios, de \$11.56 a \$11.08, incrementando las utilidades por unidad de \$1.94 a \$2.42. Estos logros reflejan una alineación con los hallazgos de Castillo y Ramírez sobre la eficiencia que pueden proporcionar los sistemas basados en modelos avanzados y algoritmos inteligentes. En ambos casos, la clave del éxito radica en la capacidad de estos sistemas para adaptarse y responder a variaciones en la demanda y la calidad de los insumos.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- Aunque la empresa tiene un buen cumplimiento en términos de cantidad, la calidad de la materia prima, especialmente la leche, presenta inconsistencias. La implementación de parámetros mínimos de calidad es crucial para mantener los estándares del producto final. Es necesario fortalecer las relaciones con los proveedores para mejorar la calidad del insumo.
- La implementación del modelo "Incentivo" ha demostrado ser eficaz en mejorar la calidad de la materia prima recibida por la empresa de lácteos "La Caserita". Al ofrecer incentivos a los proveedores por cumplir con estándares de calidad superiores, se ha logrado una deducción en los costos de adquisición de materia prima producción más eficiente de quesos, teniendo en cuenta que el costo de producciones reduce al utilizar únicamente el presupuesto para el pago a los proveedores dependiendo de la calidad de materia prima para su elaboración, lo que evidencia una mejora significativa en la productividad de la empresa.
- La adopción del modelo propuesto no solo mejora la eficiencia de producción, sino que también reduce los costos unitarios de producción. Los costos de producción por unidad disminuyeron de \$11,56 a \$11,08, y las utilidades por unidad aumentaron de \$1,94 a \$2,42. Este incremento en las utilidades, que representa un aumento del 5,03% en cada unidad producida, se traduce en una ganancia anual adicional de \$865.360,208
- Estos resultados demuestran que la implementación de un modelo que fomente la calidad de la materia prima puede tener un impacto positivo sustancial en la rentabilidad de la empresa.

### 5.2. RECOMENDACIONES

- Para una próxima investigación se recomienda tomar en cuenta las condiciones climáticas al momento de realizar la recepción de materia prima para verificar la influencia del clima en la calidad de la leche esto favorecería en gran medida el determinar si únicamente no son los proveedores causantes de la problemática de baja calidad en materia prima.
- Es necesario recalcar que los nuevos proveedores deben ser informados del método "incentivo" que es determinado como propuesta así evitar que cuando

ellos se sumen a la empresa causen efectos negativos por el manejo inadecuado de la leche.

- Es recomendable realizar una socialización con los proveedores y brindarles capacitaciones continuas sobre el manejo de materia prima tan delicada como la leche, priorizando la fidelización y compromiso para una mejor relación de empresa y proveedor.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Água, P. B., Delaunay, R., y Frías, A. (2023). *Optimización de operaciones en cadenas de suministro: minimizar los flujos de almacenamiento en función de la ubicación de los productos*. *Dirección y Organización*, (79), 52-58. <http://doi.org/10.37610/dyo.v0i79.637>
- Bollati, V., Gaona, G. y Lima, P. (2022). *Análisis de los Factores que influyen en la Productividad*. *Revista Tecnología Y Ciencia*, (43), 36–51. <https://doi.org/10.33414/rtyc.43.36-51.2022>
- Brownlee, J. (2019, 12 Agosto). *Overfitting and underfitting with machine learning algorithms*. MachineLearningMastery.com. <https://machinelearningmastery.com/overfitting-and-underfitting-with-machine-learning-algorithms/>
- Brownlee, J. (2020). *Comprender el impacto de la tasa de aprendizaje en el rendimiento de la red neuronal*. <https://machinelearningmastery.com/understand-the-dynamics-of-learning-rate-on-deep-learning-neural-networks/>
- Calvo, D. (2019). *Clasificación de redes neuronales artificiales*. <https://www.diegocalvo.es/clasificacion-de-redes-neuronales-artificiales/>
- Cardona, J., Orejuela, J., y Rojas, A., (2018). *Gestión de inventario y almacenamiento de materias primas en el sector de alimentos concentrados*. *Revista EIA*, 15(30), 195-208. <https://doi.org/10.24050/reia.v15i30.1066>
- Castillo, D y Ramírez, S., (2023, 1 mayo). *Sistema de Inventario y proceso de abastecimiento en la empresa TextiNort*. <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1763>
- Castro, J., y Salas, C. (2022). *La gestión de las mercancías desde una perspectiva de los inventarios en prendas de vestir: Goods management from a clothing inventory Perspective*. *REVISTA CIENTÍFICA ECOCIENCIA*, 9(2), 77–98. <https://doi.org/10.21855/ecociencia.92.650>

- Chase, R. B., y Jacobs, F. R. (2021). *emprendimiento inteligente*. <https://www.emprendedorinteligente.com/que-es-la-cadena-de-suministro-segun-autores/>
- Ciprian, J., y Castro, J. (2022). Sistema inteligente reconocedor de la huella digital del perro, por medio de redes neuronales y machine learning (dino). <https://repository.libertadores.edu.co/items/a84d5f4b-dd0a-4d94-a1da-85365cf8cb63>
- Collier, D. A., y Evans, J. R. (2019). *emprendimiento inteligente*. <https://www.emprendedorinteligente.com/definicion-de-productividad-segun-autores/>
- Corella, L., y Olea, J. (2023). *Desarrollo de un sistema de control de inventario para una empresa comercializadora de sistemas de riego. Ingeniería, investigación y tecnología*, 24(1), 1-10. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2023.24.1.006>
- Dayan, M., Leung, FYC y Ozer, M. (2023). *Papel de las materias primas importadas en el desempeño de las inversiones extranjeras directas en Etiopía. Revista Internacional de Mercados Emergentes*, 18 (12), 5630-5654. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJOEM-09-2020-1097/full/html>
- Durán, G. (2023). *La teoría específica de sistemas un nuevo paradigma. Technium Soc. Ciencia. J.*, 39 , 686. <https://doi.org/10.47577/tssj.v39i1.8055>
- Erazo Loyo, S. I., y Vásquez Pabón, E. S. (2021). *La cadena de suministro en la productividad de las PYMES* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Recuperado de <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11245>
- Fierro, A. (2021). *Predicción de series temporales con redes neuronales*. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/114857>
- Fontalvo, T., Granadillo, E., y Morelos, J. ( 2018). *La productividad y sus factores: incidencia en el mejoramiento organizacional*. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-85632018000100047](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-85632018000100047)
- Franco, A., Uribe, A., y Agudelo, S. (2021). *Factores clave en la evaluación de la productividad: estudio de caso. Revista CEA*, 7(15), e1800. <https://doi.org/10.22430/24223182.1800>

- García, A. M. (2023, 10 octubre). *Teoría general de sistemas (TGS)*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/teoria-general-de-sistemas-tgs.html>
- GeeksforGeeks. (2023, 31 Agosto). *ML Underfitting and overfitting*. <https://www.geeksforgeeks.org/underfitting-and-overfitting-in-machine-learning/>
- Hernández, A., Medina, Y., Díaz, G., Díaz, L., y Camero, L. (2021). *Gestión de la producción científica integrando gestión del conocimiento y de procesos: caso universidad médica*. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(4), 421-430. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v13n4/2218-3620-rus-13-04-421.pdf>
- Hernández, B., y Ramírez, D. E. (2023). *Sostenibilidad de cadenas de suministro: Caracterización y Gestión: Sustainability of supply chains: Characterization and Management*. *Revista de Ciencias Empresariales | Universidad Blas Pascal*, (8 (2023)), 21-31. [https://doi.org/10.37767/2468-9785\(2023\)002](https://doi.org/10.37767/2468-9785(2023)002)
- Isasi Viñuela, P., y Galvan Leon, I. M. (2004). *Redes Neuronales Artificiales. Un enfoque Practico*. Madrid: PEARSON EDUCACION, S.A. <http://librodigital.sangregorio.edu.ec/librosusgp/08867.pdf>
- Jahanger, A., Usman, M., Murshed, M., Mahmood, H. y Balsalobre-Lorente, D. (2022). *Los vínculos entre recursos naturales, capital humano, globalización, crecimiento económico, desarrollo financiero y huella ecológica: el papel moderador de las innovaciones tecnológicas*. *Política de recursos*, 76, 102569. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301420722000204>
- Jesus. (2020, 5 de julio ). *¿Qué es un optimizador y para qué se usa en deep learning?*. DataSmarts Español: <https://datasmarts.net/es/que-es-un-optimizador-y-para-que-se-usa-en-deep-learning/>
- KeepCoding. (2023, 12 de diciembre). *¿Qué son las redes neuronales convolucionales?*. KeepCoding Bootcamps: <https://keepcoding.io/blog/redes-neuronales-convolucionales/>
- Kelleher, J. D. (2019). *Deep Learning*. [https://books.google.com.ec/books?hl=esylr=yid=b06gDwAAQBAJyoi=fndypg=PP9ydaq=deep+learningyots=\\_oGUXKIY-](https://books.google.com.ec/books?hl=esylr=yid=b06gDwAAQBAJyoi=fndypg=PP9ydaq=deep+learningyots=_oGUXKIY-)

[Qysig=wFNTQuSZGYvP0s1UBBLFruFE938yredir\\_esc=y#v=onepage&q=deep%20learning&yf=false](https://www.quadminds.com/blog/entrega-de-pedidos/?qsig=wFNTQuSZGYvP0s1UBBLFruFE938yredir_esc=y#v=onepage&q=deep%20learning&yf=false)

La Importancia del Tiempo de la Entrega de Pedidos Para tus Clientes. (2023, 28 marzo). QuadMinds.

<https://www.quadminds.com/blog/entrega-de-pedidos/>

Leporati, M., y Morales, M. (2019). *Harvard Deusto*. Inteligencia artificial en la gestión de cadenas de suministro:

<https://www.harvard-deusto.com/inteligencia-artificial-en-la-gestion-de-cadenas-de-suministro>

Ludym, M. y Rojas, D. (2018). *Factores Determinantes de la Productividad Laboral en Pequeñas y Medianas Empresas de Confección del Área Metropolitana de Bucaramanga, Colombia*. *Información tecnológica*, 29 (5), 175-186.

<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000500175>

Maheshwari, S., Gautam, P. y Jaggi, CK (2021). *Función del análisis de big data en la gestión de la cadena de suministro: tendencias actuales y perspectivas futuras*. *Revista internacional de investigación en producción*, 59 (6), 1875-1900.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207543.2020.1793011>

Mariajosemv. (s. f.). GitHub - mariajosemv/Predicciones-con-Redes-Neuronales: Diseño, entrenamiento y evaluación de redes neuronales aplicados a clasificaciones y regresiones lineales. GitHub.

<https://github.com/mariajosemv/Predicciones-con-Redes-Neuronales>

Marketer, B. D. (2023, 23 julio). *Cómo la inteligencia artificial puede mejorar la eficiencia en la cadena de suministro*. Big Data Social.

[https://www.bigdata-social.com/inteligencia-artificial-logistica-cadena-de-suministro/#google\\_vignette](https://www.bigdata-social.com/inteligencia-artificial-logistica-cadena-de-suministro/#google_vignette)

Mejía, J., Reyes, P., y Paredes, E. (2018). *Logística y canales de distribución para la mejora de procesos*. Estudio de Caso NEDERAGRO SA- Período 2019. *INNOVA Research Journal*, 3(6), 155-167.

<https://doi.org/10.33890/innova.v3.n6.2018.876>

Mejía, T. (2020, 27 de agosto). *Investigación descriptiva: características, técnicas, ejemplos*. Liferder.

<https://www.lifeder.com/investigacion-descriptiva/>

Nugent, M., Quispe, J., Llave, A., y Morales, J. (2019). *Gestión de cadena de suministro: una mirada desde la perspectiva teórica*. *Revista Venezolana de Gerencia*, 24(88), 1136-1146.

<https://www.redalyc.org/journal/290/29062051009/html/>

Ocaña, Y., Valenzuela, L. y Garro, L. (2019). *Inteligencia artificial y sus implicaciones en la educación superior*. *Propósitos y Representaciones*, 7(2), 536-568.

<https://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.274>

Ojha, V. K., Abraham, A., y Snel, V. (2017). *Metaheuristic design of feedforward neural networks: A review of two decades of research*. *Engineering Applications Of Artificial Intelligence*, 60, 97-116.

<https://doi.org/10.1016/j.engappai.2017.01.013>

Ortega, C. (2023, 16 junio). *Análisis estadístico: Qué es, usos y cómo realizarlo*. QuestionPro.

<https://www.questionpro.com/blog/es/analisis-estadistico/>

Ouaret, S. (2022). *Problema de control de producción con salto semi-Markov bajo demandas estocásticas y deterioro de inventarios*. *Modelado Matemático Aplicado*, 107, 85-102.

<https://doi.org/10.1016/j.apm.2022.01.036>

Parra, J., Niño, A., y Suárez, Y. (2022). *Reflexiones en torno a la logística de aprovisionamiento: antecedentes y tendencias*. *Ingeniería*, 27(2), e17043.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8493932>

Pastrana, C. (2023, 9 junio). *La Teoría de las Restricciones: cómo identificar obstáculos*. *Thinking For Innovation*.

<https://www.iebschool.com/blog/teoria-restricciones-negocios-internacionales>

Pavelka, y Procházka. (2004). *Algorithms for initialization*.

<https://www2.humusoft.cz/www/papers/tcp04/pavelka.pdf>

Peña, L., y Rodríguez, Yuber, L. (2018). *Procedimiento de Evaluación y Selección de Proveedores Basado en el Proceso de Análisis Jerárquico y en un Modelo de Programación Lineal Entera Mixta*. *Ingeniería*, 23(3), 230-251.

<https://doi.org/10.14483/23448393.13316>

- Quiala, L., Fernández, Y., García, A., López, M., Domínguez, F., y Rey, Y. (2018). *Una nueva visión en la gestión de la logística de aprovisionamientos en la industria biotecnológica cubana*. *Vaccimonitor*, 27(3), 93-101.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=203458466003>
- Ramírez, G., Magaña E. y Ojeda, R. (2022). *Productividad, aspectos que benefician a la organización. Revisión sistemática de la producción científica. Trascender, contabilidad y gestión*, 7(20), 189-208.  
<https://doi.org/10.36791/tcg.v8i20.166>
- Ramos, M., y Antonio, W. (2020). *Incremento de la productividad a través de la mejora continua en calidad en la subunidad de procesamiento de datos en una empresa courier: el caso Perú Courier*. *Industrial Data*, 16(2), 59-65.  
<https://www.redalyc.org/pdf/816/81632390007.pdf>
- Rojas. (2021). *¿En qué se relaciona Python con la inteligencia artificial?* Blog de InGenio Learning:  
<https://ingenio.edu.pe/blog/en-que-se-relaciona-python-con-la-inteligencia-artificial/>
- Salas-Navarro, K., Meza, J. A., Obredor-Baldovino, T., y Mercado-Caruso, N. (2019). *Evaluación de la Cadena de Suministro para Mejorar la Competitividad y Productividad en el Sector Metalmeccánico en Barranquilla, Colombia*. *Información Tecnológica*, 30(2), 25-32.  
<https://doi.org/10.4067/s0718-07642019000200025>
- Sandoval, L. J. (2018). *Algoritmos de aprendizaje automático para análisis y predicción de datos*. Obtenido de  
[http://redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/3626/1/Art6\\_RT2018.pdf](http://redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/3626/1/Art6_RT2018.pdf)
- Sandoval, P. (2022, 4 junio). *Industria láctea lamenta fijación del precio frente a una realidad de menor consumo y falta de educación nutricional*. *Economía | Noticias | el Universo*.  
<https://www.eluniverso.com/noticias/economia/industria-lactea-lamenta-fijacion-del-precio-frente-a-una-realidad-de-menor-consumo-y-falta-de-educacion-nutricional-nota/>
- Suárez, M., Riofrío, M., y Benítez, F. (2023). *Gestión de la Cadena de Suministro para Potenciar la Internacionalización de las Pymes de la Provincia El Oro*. *Economía*

<http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/eyn/v14n1/2602-8050-eyn-14-01-00149.pdf>

Támara, V. (2022). *Enfoque cuantitativo: taxonomía desde el nivel de profundidad de la búsqueda del conocimiento*. *Llalliq*, 2(1), 1-13.

<https://revistas.unasam.edu.pe/index.php/llalliq/article/view/936>

Ulloa, A., Sánchez, A., y Balcazar,, M., (2023). *La productividad en la empresa de la industria de la transformación*. *Revista De Investigaciones Universidad Del Quindío*, 35(1), 236–247.

<https://doi.org/10.33975/riuq.vol35n1.1156>

Yeverino, J, y Montoro, M. (2019). *Eficiencia y productividad en las unidades de transferencia de resultados de investigación científica en México*. *Contaduría y administración*, 64(3), 56-73.

<https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2019.1421>

Zhao, J., Schafer, F., y Anandkumar, A. (2022). *Initializing Neural Networks with only Zeros and Ones*.

<https://openreview.net/pdf?id=1AxQpKmiTc>

Zúñiga, P. I. V., Cedeño, R. J. C., y Palacios, I. A. M. (2023). *Metodología de la investigación científica: guía práctica*. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 9723-9762.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i4.7658](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658)

## VII. ANEXOS

### Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC




**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**

<b>ESTUDIANTE:</b> Chamama León Jordán Roberto	<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b> 0402013387
<b>PERIODO ACADÉMICO:</b> 2024A	
<b>PRESIDENTE TRIBUNAL:</b> MSC. Pozo Burgos Eduardo Javier	<b>DOCENTE TUTOR:</b> MSC. Montalvo Márquez Francisco Javier
<b>DOCENTE:</b> MSC. Realpe Cabrera Iván Alirio	
<b>TEMA DEL TIC:</b> "Flotación de la cadena de suministros y productividad en la empresa de Lácteos "La Caserita" ubicada en el Cantón San Pedro de Huacá"	

No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	10,00	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	10,00	
3	METODOLOGÍA	10,00	
4	RESULTADOS	8,00	Revisar los valores de productividad en una tabla
5	DISCUSIÓN	10,00	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	10,00	
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	8,00	Revisar la presentación libre de errores ortográficos
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	9,00	Revisar la redacción

Obteniendo una nota de: **9,30** 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 **lunes, 15 de julio de 2024**

  
 MSC. Pozo Burgos Eduardo Javier  
**PRESIDENTE TRIBUNAL**

  
 MSC. Montalvo Márquez Francisco Javier  
**DOCENTE TUTOR**

  
 MSC. Realpe Cabrera Iván Alirio  
**DOCENTE**



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:		Obando Gutiérrez Josseline Cristina		CÉDULA DE IDENTIDAD:		040168843	
PERIODO ACADÉMICO:		2024A		PRESIDENTE TRIBUNAL:		MSC. Pozo Burgos Eduardo Javier	
DOCENTE:		MSC. Realpe Cabrera Iván Allio		DOCENTE TUTOR:		MSC. Montalvo Márquez Francisco Javier	
TEMA DEL TIC:		"Planificación de la cadena de suministros y productividad en la empresa de Lácteos "La Caserilla" ubicada en el Cantón San Pedro de Huaca"					
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES				
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	10,00					
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	10,00					
3	METODOLOGÍA	10,00					
4	RESULTADOS	8,00	Revisar los valores de productividad en una tabla				
5	DISCUSIÓN	10,00					
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	10,00					
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	8,00	Revisar la presentación libre de errores ortográficos				
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	9,00	Revisar la redacción				

Obteniendo una nota de: **9,30** 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 **lunes, 15 de julio de 2024**

  
MSC. Pozo Burgos Eduardo Javier  
**PRESIDENTE TRIBUNAL**

  
MSC. Montalvo Márquez Francisco Javier  
**DOCENTE TUTOR**

  
MSC. Realpe Cabrera Iván Allio  
**DOCENTE**

**Anexo 2.** Certificado del abstract por parte de idiomas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL  
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE  
CENTER**

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

**Autor:** Chamorro León Jordán Roberto y Obando Gutiérrez Josselinne Cristina

**Fecha de recepción del abstract:** 17 de julio de 2024

**Fecha de entrega del informe:** 17 de julio de 2024

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 los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

**Atentamente**



**EDISON BOAMERGES  
PEÑAFIEL ARCOS**

**Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc  
Coordinador del CIDEN**



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI  
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER**

<b>ABSTRACT- EVALUATION SHEET</b>				
<b>NAME:</b> Chamorro León Jordán Roberto y Obando Gutiérrez Josselinne Cristina				
<b>DATE:</b> 17 de julio de 2024				
<b>Topic:</b> "Planificación de la cadena de suministros y productividad en la empresa de Lácteos "La Caserita" ubicada en el Cantón San Pedro de Huaca"				
<b>MARKS AWARDED</b>		<b>QUANTITATIVE AND QUALITATIVE</b>		
<b>VOCABULARY AND WORD USE</b>	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 checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1 Vera Játiva Edwin Andrés,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>WRITING COHESION</b>	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"/>
<b>ARGUMENT</b>	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"/>
<b>CREATIVITY</b>	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"/>
<b>SCIENTIFIC SUSTAINABILITY</b>	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 type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>TOTAL/AVERAGE</b>	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	<b>TOTAL 9</b>		

### Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos



#### UNIVERSIDAD POLITECNICA ESTATAL DEL CARCHI

FACULTAD DE COMERCIO INTERNACIONAL, INTEGRACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA  
EMPRESARIAL



#### CARRERA DE INGENIERÍA EN LOGÍSTICA Y TRANSPORTE

##### Instrumento 1: Ficha de Observación

**OBSERVADORES:** Chamorro Jordán, Obando Josselinne

**NOMBRE**

**DE EMPRESA:** Empresa de lácteos "La Caserita"

**FECHA:** 3 de febrero del 2022

**CIUDAD/PAÍS:** Huaca- Ecuador

**OBJETIVO:** Analizar la Planificación de la cadena de suministros y productividad en la empresa de Lácteos "La Caserita" del Cantón San Pedro de Huaca en el periodo octubre 2022- septiembre 2023.

#### ENTREVISTA AL GERENTE GENERAL

Esta entrevista tiene por finalidad recolectar información para conocer aspectos generales de la empresa de lácteos La Caserita.

1. ¿Los pedidos que solicita la empresa son cumplidos por los proveedores?

SI

NO

¿Por qué?

2. ¿La empresa realiza registro de sus proveedores?

SI

NO

¿Cuándo?

3. ¿Existe programación para los pedidos de materia prima e insumos de acuerdo con la demanda?

Si ¿Cómo se realiza?

No ¿Por qué?

4. ¿Cuáles son los requisitos que fija la empresa para un proveedor de leche?

5. ¿La empresa cuenta con vehículos para recolección de leche?

Si ¿Cuántos y de que características?

No ¿Por qué?

6. ¿Cómo hace la empresa para fijar el pago de materia prima?

7. ¿Qué aspectos toma en cuenta para el pago de la leche?

8. ¿La empresa brinda apoyo a proveedores?

Si ¿Cuál es el apoyo?

No ¿Por qué?

9. ¿Cuáles considera que son las áreas más importantes que tiene la empresa?

10. ¿Cuáles son los insumos que se compran para atender los pedidos?

11. ¿Qué secuencia se sigue en la empresa para realizar las compras de insumos?

12. ¿En qué momento del proceso de aprovisionamiento se producen errores frecuentes?

13. ¿En qué momento del proceso de producción se producen errores frecuentes?

14. ¿Existe algún proyecto de mejora para la empresa de productos lácteos LA CASERITA?

Si ¿Cuál?

No ¿Por qué?

15. ¿Por qué la empresa elabora un solo producto?

16. ¿Se ejecutan actividades de control con respecto:

16.1 Abastecimiento

Si  No

16.2 Producción

Si  No

16.3 Almacenamiento

Si  No

16.4 Ventas

Si  No

17. En caso de que respuesta a cada ítem de la pregunta anterior sea si, especifique que actividades de control realiza, en caso de ser no explique él porque

17.1 Abastecimiento

17.2 Producción

17.3 Almacenamiento

17.4 Ventas

18. ¿Cada qué periodo se efectúan acciones de control respecto a los items anteriores?

19. ¿Se producen paradas inusuales que afectan la continuidad del proceso de producción? Si su respuesta es afirmativa ¿Cuáles son?

20. ¿El almacén de producto terminado se encuentra equipado correctamente de acuerdo con los productos?

Si

No

¿Por qué?

21. ¿La empresa cuenta con una planificación, para realizar la distribución del producto terminado?

Si ¿Cómo lo realiza?

No ¿Por qué?

22. ¿La empresa tiene plan de marketing para atracción de clientes?

23. ¿En qué periodos del año se detecta mayor movimiento en la empresa sea, llegada de materia prima (leche)

24. ¿En qué periodos del año se detecta mayor movimiento en la empresa en el área de producción?

25. ¿En qué periodos del año se detecta mayor movimiento en la empresa en el área de ventas del producto terminado?

26. ¿Cómo se determina la demanda para la venta de quesos?

27. ¿Cómo se determina la demanda para la venta de leche?

28. ¿Cuáles son los procesos que se han definido en el área de producción?

29. ¿La empresa cuenta con procesos totalmente automatizados?

30. ¿Cuál ha sido el logro más significativo que ha tenido la empresa en cuanto a venta de producto terminado?

31. A nivel del país ¿considera que el producto que elabora la empresa es reconocido?

## FICHA DE OBSERVACIÓN DE APROVISIONAMIENTO

N°	ÍTEMS OBSERVADOS	SI	NO	OBSERVACIONES
1	¿Existe personal encargado de las compras?			
2	¿Cuentan con una planificación de compras?			
3	¿Se registra el costo de compra de insumos?			
4	¿Se registra el costo de mantener almacén?			
5	¿Tienen control de los insumos que faltan en el área u planta?			
6	¿Existe una frecuencia de compras de insumos para proceso de producción?			
7	¿Existe una frecuencia de compras de insumos para el análisis de la leche?			
8	¿Se lleva un registro de materia prima e insumos existentes?			
9	¿Selecciona a los proveedores?			
10	¿Cuentan con una modalidad de pago a los proveedores?			
11	¿Tiene fidelización con los proveedores?			

## FICHA DE OBSERVACIÓN DE PRODUCCIÓN

N°	ÍTEMS OBSERVADOS	SI	NO	OBSERVACIONES
1	¿Existe personal exclusivo encargado de la producción?			
2	¿Se cuenta con una planificación para los procesos de producción?			
3	¿Se registra el gasto de insumos?			
4	¿El área de trabajo se encuentra limpia?			
	¿El área de trabajo se encuentra organizada?			
5	¿Existe señalización en las áreas de trabajo?			
6	¿Se utilizan medidas de salubridad?			
7	¿Tienen un registro de los insumos que ocupan en el área?			
8	¿Existen procesos definidos dentro de la producción?			
9	¿Se registra la cantidad de productos elaborados?			
10	¿Existen procesos automáticos?			
11	¿Existe maquinaria para transportar el producto terminado hacia el almacén?			
12	¿Se maneja una frecuencia de capacitación al personal?			

**FICHA DE OBSERVACIÓN DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO  
TERMINADO**

<b>N°</b>	<b>ÍTEMS OBSERVADOS</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>1</b>	¿Existe personal exclusivo encargado del almacenamiento?			
<b>2</b>	¿Cuentan con planificación para los procesos de almacenamiento?			
<b>3</b>	¿Hay un almacén exclusivo para los productos terminados?			
<b>4</b>	¿El área de trabajo se encuentra limpia?			
	¿El área de trabajo se encuentra organizada?			
<b>5</b>	¿Se comparte el almacén con otros productos terminados?			
<b>6</b>	¿Las instalaciones evitan la contaminación de los productos?			
<b>7</b>	¿Las instalaciones evitan la alteración de los productos?			
<b>8</b>	¿Los productos se almacenan de forma unitarizada?			
<b>9</b>	¿Fácil acceso al área de almacenamiento?			
<b>10</b>	¿Cuenta con adecuaciones para el ingreso de los vehículos de carga?			

## FICHA DE OBSERVACIÓN DE DISTRIBUCIÓN

N°	ÍTEMS OBSERVADOS	SI	NO	OBSERVACIONES
1	¿Existe personal encargado de la distribución?			
2	¿Cuentan con una planificación para los procesos de distribución?			
3	¿Se realiza distribución directa en la empresa?			
4	¿La empresa cuenta con flota propia para la distribución?			
1	¿Los vehículos están adecuados acorde al tipo de producto?			
6	¿Se realiza inventario de productos terminados?			
7	¿Los productos están protegidos durante el transporte?			
8	¿Se identifican consumidores potenciales?			
9	¿Existe un registro de gastos de distribución?			

### FICHA DE OBSERVACIÓN DE MATERIA PRIMA (LECHE)

N°	ÍTEMS OBSERVADOS	SI	NO	OBSERVACIONES
1	¿Aseo en los vehículos de los proveedores?			
2	¿Manejo adecuado de recipientes para la leche?			
3	¿La materia prima presenta sedimentos (tierra, lodo)?			
4	¿El transportista mantiene un buen aseo personal?			
5	¿Los recipientes permiten el fácil acceso para la descarga?			
6	¿Los instrumentos de medición aseguran eficiencia de las mediciones?			
7	¿Se mantiene control diario de materia prima?			
8	¿Se registra condiciones de recepción de materias primas?			
9	¿Se realizan registro en caso de rechazo de la materia prima?			
10	¿Existe algún dispositivo para realizar la verificación de la materia prima?			
11	¿Cuáles son los estándares de calidad sobre los que se analiza la calidad de la leche?			
12	¿Para el análisis de calidad se basa en análisis químicos?			
13	¿Se utiliza instrumentos para medición de calidad?			
14	¿la calidad de materia prima que se recibe influye en la cantidad de producto terminado?			
15	¿Se presentan esperas en la descarga de la materia prima?			



## Anexo 4 Prueba de normalidad Shapiro Wilk

```
### 1. Prueba de Normalidad (Prueba de Shapiro-Wilk)
# Prueba de normalidad para "Valor total"
shapiro_valor_total = stats.shapiro(df["Valor total"])
print("Prueba de Shapiro-Wilk para 'Valor total':", shapiro_valor_total)

# Prueba de normalidad para "Total, propuesta"
shapiro_total_propuesta = stats.shapiro(df["Total, propuesta"])
print("Prueba de Shapiro-Wilk para 'Total, propuesta':", shapiro_total_propuesta)
```

Prueba de Shapiro-Wilk para 'Valor total': ShapiroResult(statistic=0.9420634508132935, pvalue=0.18132006098194122)  
Prueba de Shapiro-Wilk para 'Total, propuesta': ShapiroResult(statistic=0.9281800389289856, pvalue=0.0887744277715683)

## Anexo 5 Prueba de linealidad Pearson

```
pearson_corr, pearson_p = stats.pearsonr(df['Valor total'], df['Total, propuesta'])

print("Pearson correlation coefficient:", pearson_corr)
print("Pearson p-value:", pearson_p)
```

Pearson correlation coefficient: 0.9964663456408996  
Pearson p-value: 3.635388288153496e-25

## Anexo 6 Prueba de homocedasticidad Breusch-Pagan

```
### 1. Prueba de Homocedasticidad (Prueba de Breusch-Pagan)
# Agregar una constante al predictor
x = sm.add_constant(df["Valor total"])

# Ajustar el modelo
model = sm.OLS(df["Total, propuesta"], X).fit()
# Realizar la prueba de Breusch-Pagan
bp_test = het_breuschpagan(model.resid, model.model.exog)
labels = ['Lagrange multiplier statistic', 'p-value', 'f-value', 'F p-value']
bp_results = dict(zip(labels, bp_test))
print("Prueba de Breusch-Pagan:", bp_results)
```

Prueba de Breusch-Pagan: ('Lagrange multiplier statistic': 5.109423547613749, 'p-value': 0.022842754988825577, 'f-value': 0.855891794480021, 'F p-value': 0.0221)

## Anexo 7 Prueba de homogeneidad Levene

```
### 4. Prueba de Homogeneidad de Varianzas (Prueba de Levene)
# Realizar la prueba de Levene
levene_test = stats.levene(df["Valor total"], df["Total, propuesta"])
print("Prueba de Levene:", levene_test)
```

Prueba de Levene: LeveneResult(statistic=0.23419858213099468, pvalue=0.6307239884440128)

## Anexo 8 Prueba no paramétrica (Wilcoxon)

```
[26] from scipy.stats import wilcoxon

# Realizar la prueba de Wilcoxon para muestras emparejadas
stat_wilcoxon, pvalue_wilcoxon = wilcoxon(df['Valor total'], df['Total, propuesta'])

# Imprimir los resultados
print("Resultados del Wilcoxon:")
print("- Estadístico de Wilcoxon:", stat_wilcoxon)
print("- Valor p de Wilcoxon:", pvalue_wilcoxon)

# Interpretación del resultado
alpha = 0.05
if pvalue_wilcoxon < alpha:
    print("Se rechaza la hipótesis nula: Hay diferencias significativas entre los grupos.")
else:
    print("No se puede rechazar la hipótesis nula: No hay evidencia suficiente para afirmar difer
```

Resultados del Wilcoxon:  
- Estadístico de Wilcoxon: 42.0  
- Valor p de Wilcoxon: 0.0012379884719848633  
Se rechaza la hipótesis nula: Hay diferencias significativas entre los grupos.

## Anexo 9. Estándares de leche de buena calidad (Obtenidos mediante ecomilk)

Date: 2023/03/08	Time: 09:55:45
Milk type: Cow	FAT: 4.04 %
SNF: 8.13 %	Protein: 3.05 %
AWM: 1.58 %	FP: -0.540 °C
Lact: 4.29 %	Density: 1.0273 g/cm <sup>3</sup>

## Anexo 10 Estándares de leche de mala calidad (Obtenidos mediante ecomilk)

Date: 2023/03/08	Time: 12:00:59
Milk type: Cow	FAT: 4.19 %
SNF: 7.48 %	Protein: 2.82 %
AWM: 8.70 %	FP: -0.500 °C
Lact: 3.93 %	Density: 1.0246 g/cm <sup>3</sup>

## Anexo 11 Script del modelo óptimo.

```
# Librerías de PyQt5
from PyQt5.QtWidgets import (QApplication, QMainWindow, QWidget, QGridLayout, QLineEdit, QLabel, QPushButton,
                             QTableWidgetItem, QTableWidgetItem, QVBoxLayout, QHBoxLayout, QMessageBox)
from PyQt5.QtGui import QPixmap

# Librerías de pandas y sklearn
import pandas as pd
from sklearn.preprocessing import StandardScaler

# Librerías generales
import sys
import os
import numpy as np
import tensorflow as tf
from tensorflow import keras
import matplotlib.pyplot as plt

# Variables para almacenar las predicciones
predicciones_dia = []
num_predicciones = 0

# Configuración del modelo
model_filename = 'modelo_red_neuronal_mejorado.h5'
if not os.path.exists(model_filename):
    print(f"Error: El archivo del modelo '{model_filename}' no se encontró.")
    sys.exit(1)
```

```
# Cargar el modelo previamente entrenado
model = keras.models.load_model(model_filename)

# Cargar los datos desde el archivo CSV para normalización
data = pd.read_csv('datos_Leche.csv')
scaler = StandardScaler()
inputs = data[['SNF', 'AWM', 'LACT', 'FAT', 'PROTEIN']].values
scaler.fit(inputs)

class MainWindow(QMainWindow):
    def __init__(self):
        super(MainWindow, self).__init__()
        self.setWindowTitle("Calculadora de quesos")
        self.setGeometry(1, 32, 1919, 980)

        self.predicciones_dia = []
        self.table_data = []
        self.entries = []

        main_layout = QVBoxLayout()

        # Crear un QLabel para mostrar el logo
        self.logo_label = QLabel(self)
        logo_image = QPixmap("lacteo.jpg").scaled(200, 200)
        self.logo_label.setPixmap(logo_image)
        self.logo_label.setGeometry(1700, 15, 200, 200)

        self.layout = QGridLayout()
        central_widget = QWidget(self)
        central_widget.setLayout(self.layout)
        self.setCentralWidget(central_widget)
```

```

# Crear etiqueta y campos de entrada para costos
self.create_label("COSTOS", 6, 0, 1, 1, "#ffe600")
self.create_entry("NOMBRE:", "PROVEEDOR", 8, 0, 7, 1)
self.create_entry("Total de litros:", "LITROS", 9, 0, 1, 1)
self.create_entry("Total de quesos:", "QUESOS", 10, 0, 1, 1)

# Crear botón Agregar
self.agregar_button = self.create_button("Agregar", 11, 0, 1, 1, self.agregar_datos)

# Crear botón Guardar en Excel
self.guardar_button = self.create_button("Guardar tabla costos", 12, 0, 1, 1, self.guardar_excel)

# Crear tabla de costos
self.table = self.create_table(["Proveedor", "Total de litros", "Total de quesos", "Promedio",
                               "Precio de leche cnt x L", "Total"], 13, 3, 2, 5)

# Crear etiqueta y campos de entrada para predicción de cantidad de quesos
self.create_label("RN PREDICCIÓN CANTIDAD DE QUESOS", 0, 3, 1, 1, "#ffe600")
self.create_entry("NOMBRE:", "PROVEEDOR", 1, 3, 1, 1)
self.create_entry("LECHE DE VACA:", "LITROS", 2, 3, 1, 1)
self.create_entry("RESIDUO LIQUIDO:", "PORCENTAJE", 3, 3, 1, 1)
self.create_entry("PESO DEL QUESO:", "GRAMOS", 4, 3, 1, 1)

# Crear etiqueta y campos de entrada para análisis de leche de vaca
self.create_label("RN ANALISIS LECHE DE VACA", 0, 0, 1, 1, "#ffe600")
for i, (label_text, placeholder) in enumerate([
    ("SOLIDOS NO GRASOS:", "SNF %"),
    ("AGUA Y MATERIALES VOLATILES:", "AWM %"),
    ("LACTOSA:", "LACT %"),
    ("GRASA:", "FAT %"),
    ("PROTEINA:", "PROTEIN %")
]):
    self.create_entry(label_text, placeholder, i + 1, 0, 1, 1)

```

```

# Crear botón de predicción
self.prediccion_button = self.create_button("Predicción", 6, 0, 1, 1, self.obtener_valores)

# Crear etiqueta para mostrar el resultado de residuos líquidos
self.resultado_l_label = self.create_label("Porcentaje de residuos líquido:", 6, 1, 1, 2, "#00FFFF")

# Crear botón Calcular y predicción
self.calcular_button = self.create_button("Calcular y p", 5, 3, 1, 1, self.calcular_cantidad_quesos)
self.imprimir_button = self.create_button("Imprimir tabla en Excel", 6, 3, 1, 1, self.guardar_tabla_en_excel)

# Crear tabla para mostrar los datos
self.tabla = self.create_table(["Proveedor", "Litros de leche", "% de agua", "Peso del queso (gramos)",
                               "Cantidad de quesos", "Predicción en un día"], 8, 3, 1, 5)

# Crear etiqueta para mostrar el resultado
self.resultado_label = QLabel("", self)
self.resultado_label.setStyleSheet("color: #00FFFF; font-family: Comic Sans MS; font-size: 16px;")
self.layout.addWidget(self.resultado_label, 7, 3, 1, 2)

# Crear etiqueta para mostrar el resultado de predicción para un día
self.resultado_dia_label = QLabel("", self)
self.resultado_dia_label.setStyleSheet("color: #00FFFF; font-family: Comic Sans MS; font-size: 16px;")
self.layout.addWidget(self.resultado_dia_label, 9, 3, 1, 2)

# Configurar fondo de pantalla
self.setStyleSheet("QMainWindow{background-image: url(morass.jpg)}")

self.show()

def create_label(self, text, row, col, rowspan, colspan, color):
    label = QLabel(text)
    label.setStyleSheet(f"color: {color}; font-family: Comic Sans MS; font-size: 16px;")
    self.layout.addWidget(label, row, col, rowspan, colspan)
    return label

```

```

def create_entry(self, label_text, placeholder, row, col, rowspan, colspan):
    label = QLabel(label_text)
    label.setStyleSheet("color: #00FFFF; font-family: Comic Sans MS; font-size: 16px;")
    self.layout.addWidget(label, row, col, rowspan, colspan)
    entry = QLineEdit()
    entry.setPlaceholderText(placeholder)
    entry.setFixedWidth(110)
    self.entries.append(entry)
    self.layout.addWidget(entry, row, col + 1, rowspan, colspan)
    return entry

def create_button(self, text, row, col, rowspan, colspan, callback):
    button = QPushButton(text)
    button.setFixedWidth(200)
    button.setStyleSheet("""
        QPushButton {
            color: #68228B;
            font-family: Comic Sans MS;
            font-size: 16px;
            background-color: yellow;
            transition: background-color 1s ease;
        }
        QPushButton:hover {
            background-color: #00FFFF;
        }
        """)
    button.clicked.connect(callback)
    self.layout.addWidget(button, row, col, rowspan, colspan)
    return button

```

```

def create_table(self, headers, row, col, rowspan, colspan):
    table = QTableWidgetItem()
    table.setColumnCount(len(headers))
    table.setHorizontalHeaderLabels(headers)
    table.setStyleSheet("color: #00FFFF; font-family: Comic Sans MS; font-size: 16px; background-color: transparent; border: none;")
    header = table.horizontalHeader()
    header.setStyleSheet("color: black;")
    for i in range(len(headers)):
        table.setColumnWidth(i, 100)
    self.layout.addWidget(table, row, col, rowspan, colspan)
    return table

def closeEvent(self, event):
    plt.close('all')
    event.accept()

def agregar_datos(self):
    proveedor = self.entries[0].text()
    litros = self.entries[1].text()
    quesos = self.entries[2].text()

    try:
        litros = float(litros)
        quesos = float(quesos)
    except ValueError:
        QMessageBox.critical(self, "Error", "Ingrese valores válidos para Total de litros y Total de quesos.")
        return

    promedio = round((litros / quesos), 2)
    variable_estatica = 7.50
    precio_leche = round(variable_estatica / promedio, 2)
    total = round(litros * precio_leche, 2)

```

```

self.table_data.append([proveedor, litros, quesos, promedio, precio_leche, total])
self.update_table()

QMessageBox.information(self, "Éxito", "Agregado exitosamente")
self.clear_input_fields()

def guardar_excel(self):
    if not self.table_data:
        QMessageBox.warning(self, "Advertencia", "No hay datos en la tabla para guardar.")
        return

    df = pd.DataFrame(self.table_data, columns=["Proveedor", "Total de litros", "Total de quesos", "Promedio",
                                              "Precio de leche cnt x L", "Total"])
    df.to_excel("tabla_costos.xlsx", index=False)
    QMessageBox.information(self, "Éxito", "La tabla se ha guardado en el archivo tabla_costos.xlsx")

def update_table(self):
    row_count = len(self.table_data)
    self.table.setRowCount(row_count)

    for row, data in enumerate(self.table_data):
        for col, value in enumerate(data):
            item = QTableWidgetItem(str(value))
            self.table.setItem(row, col, item)

def clear_input_fields(self):
    for entry in self.entries:
        entry.clear()

def calcular_cantidad_quesos(self):
    proveedor = self.entries[3].text()
    litros_leche = float(self.entries[4].text())
    porcentaje_agua = float(self.entries[5].text())
    peso_queso = float(self.entries[6].text())

```

```

porcentaje_extracto_seco = 100 - porcentaje_agua
cantidad_quesos = (litros_leche / (peso_queso / 1000)) * (porcentaje_extracto_seco / 100)

self.resultado_label.setText("Cantidad de quesos: {:.2f}".format(cantidad_quesos))

# Agregar los datos a la tabla
row_count = self.tabla.rowCount()
self.tabla.insertRow(row_count)
self.tabla.setItem(row_count, 0, QTableWidgetItem(proveedor))
self.tabla.setItem(row_count, 1, QTableWidgetItem(str(litros_leche)))
self.tabla.setItem(row_count, 2, QTableWidgetItem(str(porcentaje_agua)))
self.tabla.setItem(row_count, 3, QTableWidgetItem(str(peso_queso)))
self.tabla.setItem(row_count, 4, QTableWidgetItem("{:.2f}".format(cantidad_quesos)))
self.tabla.setItem(row_count, 5, QTableWidgetItem("")) # Agregar una celda vacía para la predicción

# Entrenar el modelo
self.train_model(proveedor, litros_leche, porcentaje_agua, peso_queso, cantidad_quesos)

# Llamar a la función para predecir en un día
self.predecir_cantidad_quesos_dia()
# Mostrar el mensaje de éxito
mensaje = QMessageBox()
mensaje.setIcon(QMessageBox.Information)
mensaje.setText("Los datos se agregaron exitosamente.")
mensaje.setWindowTitle("Éxito")
mensaje.exec_()

# Limpiar los campos de entrada
self.clear_input_fields()

```

```

def obtener_valores(self):
    snf = float(self.entries[7].text())
    awm = float(self.entries[8].text())
    lact = float(self.entries[9].text())
    fat = float(self.entries[10].text())
    protein = float(self.entries[11].text())
    self.predecir_porcentaje_agua(snf, awm, lact, fat, protein)

def predecir_porcentaje_agua(self, snf, awm, lact, fat, protein):
    inputs = np.array([[snf, awm, lact, fat, protein]], dtype=np.float32)
    inputs_normalized = scaler.transform(inputs)
    prediction = model.predict(inputs_normalized)
    porcentaje_residuo_liquido = prediction[0][0] * 100
    self.resultado_label.setText("Resultado de la predicción: {:.2f}%".format(porcentaje_residuo_liquido))

def train_model(self, proveedor, litros_leche, porcentaje_agua, peso_queso, cantidad_quesos):
    # Cargar los datos de entrenamiento existentes
    x_train, y_train = self.load_training_data()

    # Agregar los nuevos datos de entrenamiento
    x_train.append([litros_leche, porcentaje_agua, peso_queso])
    y_train.append(cantidad_quesos)

    # Crear y entrenar el modelo
    model = self.create_model()
    model.fit(np.array(x_train), np.array(y_train), epochs=100, verbose=0)

    # Guardar el modelo entrenado para su uso posterior
    model.save("queso_model.h5")

```

```

def create_model(self):
    model = keras.Sequential([
        keras.layers.Dense(32, activation='relu', input_shape=(3,), kernel_initializer='normal'),
        keras.layers.Dense(32, activation='relu', kernel_initializer='normal'),
        keras.layers.Dense(1)
    ])

    optimizer = keras.optimizers.AdamW(learning_rate=0.001)
    model.compile(optimizer=optimizer, loss='mean_squared_error')
    return model

def load_training_data(self):
    # Aquí puedes cargar tus datos de entrenamiento existentes o inicializarlos si es la primera vez
    x_train = [[100, 86, 500], [100, 87, 500], [100, 88, 500]] # Ejemplo de datos de entrenamiento
    y_train = [28, 26, 24] # Ejemplo de resultados de entrenamiento
    return x_train, y_train

def predecir_cantidad_quesos_dia(self):
    # Cargar el modelo entrenado
    model = keras.models.load_model("queso_model.h5")

    # Obtener los datos de entrada
    proveedor = self.entries[3].text()
    litros_leche = float(self.entries[4].text())
    porcentaje_agua = float(self.entries[5].text())
    peso_queso = float(self.entries[6].text())

    # Realizar la predicción para un día
    prediccion_dia = model.predict(np.array([[litros_leche, porcentaje_agua, peso_queso]]))
    self.predicciones_dia.append(prediccion_dia[0][0])

```

```

# Actualizar la tabla con la nueva prediccion
row_count = self.tabla.rowCount()
self.tabla.setItem(row_count - 1, 5, QTableWidgetItem(":{:.2f}".format(prediccion_dia[0][0])))

def guardar_tabla_en_excel(self):
    data = []
    for row in range(self.tabla.rowCount()):
        row_data = []
        for column in range(self.tabla.columnCount()):
            item = self.tabla.item(row, column)
            if item is not None:
                row_data.append(item.text())
            else:
                row_data.append("")
        data.append(row_data)

    if not self.predicciones_dia:
        QMessageBox.warning(self, "Advertencia", "No hay datos en la tabla para guardar.")
        return
    df = pd.DataFrame(data, columns=["Proveedor", "Litros de Leche", "% de agua", "Peso del queso (gramos)",
                                    "Cantidad de quesos", "Predicción en un día"])
    file_path = "tabla_quesos.xlsx"
    df.to_excel(file_path, index=False)
    QMessageBox.information(self, "Éxito", "La tabla se ha guardado en el archivo tabla_quesos.xlsx")

    self.statusBar().showMessage(f"Tabla guardada en {file_path}")

if __name__ == "__main__":
    app = QApplication(sys.argv)
    main_window = MainWindow()
    sys.exit(app.exec_())

```

## Anexo 12 Manual de Usuario

El siguiente manual esta creado con el fin de brindar al usuario un correcto manejo de la aplicación para facilitar la predicción

Interfaz

Dentro de una sola pantalla se encontrar todos los campos que se necesitan para la predicción de quesos



En la parte de análisis de leche de vaca se ingresan los datos solicitados como son sólidos no grasos, agua, lactosa, grasa y proteína los cuales son proporcionados por la maquina ecomilk al realizar el análisis de la leche del proveedor

**RN ANÁLISIS DE LECHE**

**SÓLIDOS NO GRASOS:** SNF %

**AGUA Y MATERIALES VOLÁTILES:** AWM %

**LACTOSA:** LACT %

**GRASA:** FAT %

**PROTEÍNA:** PROTEIN %

**Predicción**

Porcentaje de residuos líquido:

Al ingresar los parámetros requeridos se debe presionar el botón predicción para que calcule el porcentaje de residuo líquido que va a quedar en suero de la leche

**RN ANALISIS LECHE DE VACA**

**SOLIDOS NO GRASOS:** 8.13

**AGUA Y MATERIALES VOLATILES:** 1.58

**LACTOSA:** 4.29

**GRASA:** 4.04

**PROTEINA:** 3.05

**predicción**

Resultado de la predicción: **85.99%**

Resultado de la predicción que indica un 63% de suero en la leche analizada

En la segunda neurona RN PREDICCIÓN CANTIDAD DE QUESOS luego de calcular el porcentaje de residuos líquidos se debe ingresar el nombre del proveedor, la cantidad de litros entregados, el porcentaje analizado de residuos líquidos y el peso del queso que se va a producir en gramos.

**RN PREDICCIÓN CANTIDAD DE QUESOS**

**NOMBRE:**

**CANTIDAD DE LECHE:**

**RESIDUO LÍQUIDO:**

**PESO DEL QUESO:**

Al terminar de ingresar los datos solicitados se presiona el botón calcular y predecir

**RN PREDICCIÓN CANTIDAD DE QUESOS**

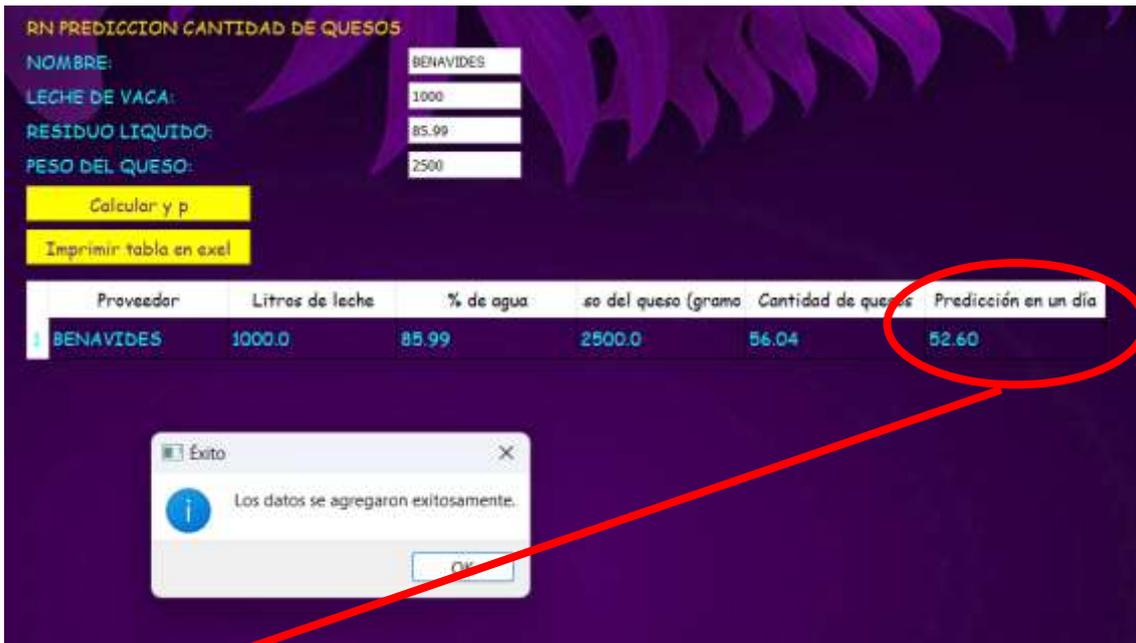
**NOMBRE:**

**LECHE DE VACA:**

**RESIDUO LIQUIDO:**

**PESO DEL QUESO:**

Se abrirá una ventana en donde indicara que los datos se agregaron exitosamente Y ya se puede observar que se despliega una tabla con los datos que se ha agregado el nombre del proveedor los litros de leche el porcentaje de agua, el peso del queso y la predicción de los quesos que se podrá producir con los parámetros que sean ingresados a las neuronas.

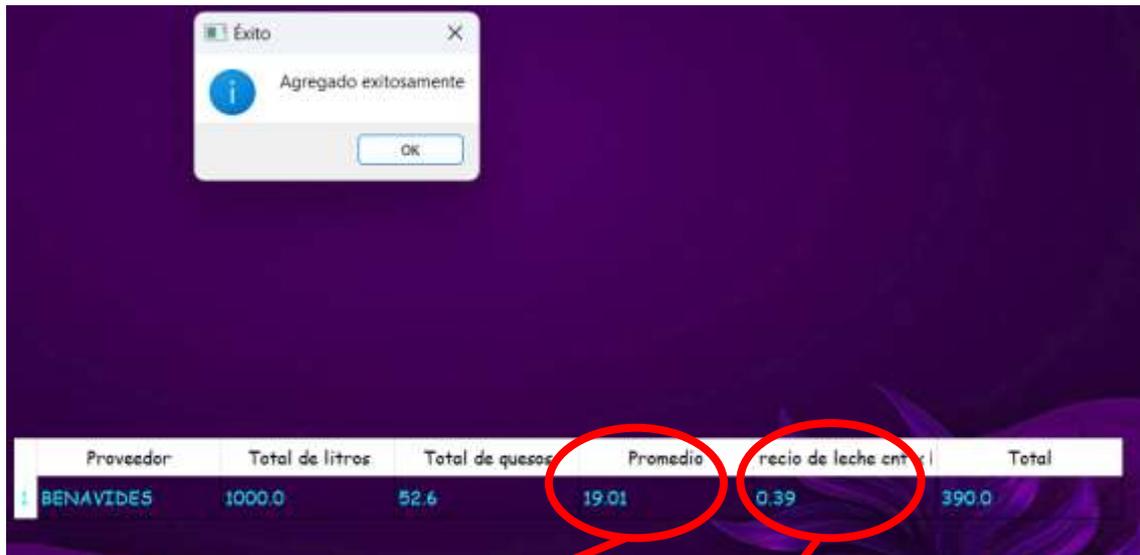


Cantidad de quesos que se producirá según la predicción de la neurona  
 En la parte inferior se tiene el cálculo de costos en donde se puede calcular cuantos litros se ha ocupado para producir un queso y el precio al que se le debe pagar al proveedor según la calidad de la leche.  
 Aquí se ingresa el nombre, el total de litros entregados por el proveedor y el total de quesos que resulto de la predicción de la neurona



Al ingresar los datos solicitados se presiona el botón agregar para generar la tabla del cálculo del pago al proveedor  
 Se desplegará una ventana en donde indica que los datos se han agregado exitosamente.

Se puede observar que se genera la tabla en donde refleja el promedio de litros por queso y el precio al que se debe pagar por cada litro del proveedor



Proveedor	Total de litros	Total de queso	Promedio	Precio de leche en litro	Total
BENAVIDES	1000.0	52.6	19.01	0.39	390.0

Promedio de litros por queso producido

Precio que se debe pagar al proveedor por cada litro de leche