



**ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO**

BALANCEO DE LÍNEA PARA REDUCIR LOS COSTOS DE FABRICACIÓN EN  
UNA INDUSTRIA LÁCTEA DE LIMA SUR

**Línea de investigación:**

**Competitividad industrial, diversificación productiva y prospectiva**

Tesis para optar el Grado de Maestro en Ingeniería Industrial con Mención  
en Gestión de la Calidad y la Productividad

**Autor**

Salazar Huaman, Miguel Angel

**Asesora**

Jurado Falconí, Eulalia

ORCID: 0000-0002-6418-0405

**Jurado**

Cachay Boza, Orestes

Paredes Paredes, Pervis

Ochoa Sotomayor, Nancy Alejandra

**Lima - Perú**

**2025**

# BALANCEO DE LÍNEA PARA REDUCIR LOS COSTOS DE FABRICACIÓN EN UNA INDUSTRIA LÁCTEA DE LIMA SUR

## INFORME DE ORIGINALIDAD

22%	19%	6%	9%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	4%
2	<a href="https://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	3%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	3%
4	Submitted to Escuela Educacion Superior Pedagógica Pública Emilia Barcia Bonifatti Trabajo del estudiante	1%
5	<a href="https://cdn.www.gob.pe">cdn.www.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://doku.pub">doku.pub</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://academica-e.unavarra.es">academica-e.unavarra.es</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="https://issuu.com">issuu.com</a> Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal Trabajo del estudiante	<1%
10	<a href="https://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
11	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

## **ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO**

# **BALANCEO DE LÍNEA PARA REDUCIR LOS COSTOS DE FABRICACIÓN EN UNA INDUSTRIA LÁCTEA DE LIMA SUR**

Línea de Investigación:  
Competitividad industrial, diversificación productiva y prospectiva

Tesis para optar el Grado de Maestro en Ingeniería Industrial con Mención en  
Gestión de la Calidad y la Productividad

### **Autor**

Salazar Huaman, Miguel Angel

### **Asesora**

Jurado Falconí, Eulalia  
ORCID: 0000-0002-6418-0405

### **Jurado**

Cachay Boza, Orestes  
Paredes Paredes, Pervis  
Ochoa Sotomayor, Nancy Alejandra

Lima – Perú  
2025

## **Dedicatoria**

"Dedico este logro a mi esposa, compañera de vida y mi mayor inspiración. A mi madre, pilar de mi formación y motivación constante; y a mis hermanas, cuyo apoyo incondicional me ha acompañado a lo largo de este camino. Su amor y aliento me han impulsado a seguir adelante."

## **Agradecimientos**

"Agradezco a Dios por su infinito amor y misericordia, y por las fuerzas que me ha dado en cada paso de este camino.

A mi esposa, por su paciencia, comprensión y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles.

A mi madre y a mis hermanas, por ser mi mayor red de apoyo.

A mis profesores y mi asesora de esta investigación, por sus enseñanzas y guía, fundamentales para la culminación de este trabajo.

A todos los que de una u otra forma me han ayudado a alcanzar este hito."

## ÍNDICE

Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Descripción del problema.....	7
1.3. Formulación del problema.....	9
1.3.1. <i>Problema general</i> .....	9
1.3.2. <i>Problemas específicos</i> .....	9
1.4. Antecedentes.....	9
1.4.1. <i>Antecedentes nacionales</i> .....	9
1.4.2. <i>Antecedentes internacionales</i> .....	12
1.5. Justificación de la investigación.....	14
1.6. Limitaciones de la investigación.....	17
1.7. Objetivos de la investigación.....	17
1.7.1. <i>Objetivo general</i> .....	17
1.7.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	17
1.8. Hipótesis.....	17
1.8.1. <i>Hipótesis general</i> .....	17
1.8.2. <i>Hipótesis específicas</i> .....	18
II. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Marco conceptual.....	19
2.1.1. <i>Conceptos claves</i> .....	19
2.1.2. <i>Producción</i> .....	20
2.1.3. <i>Balance de Línea</i> .....	22

2.1.4. Costos.....	24
III. MÉTODO .....	27
3.1. Tipo de investigación .....	27
3.1.1. <i>Por su finalidad</i> .....	27
3.1.2. <i>Por su profundidad</i> .....	27
3.1.3. <i>Por su carácter</i> .....	27
3.2. Población y muestra .....	27
3.3. Operacionalización de variables .....	29
3.4. Instrumentos .....	31
3.5. Procedimientos .....	32
3.5.1. <i>Identificación de la línea de producción</i> .....	32
3.5.2. <i>Verificar la cantidad de producción</i> .....	34
3.5.3. <i>Iniciar la observación</i> .....	34
3.5.4. <i>Observar y registrar el tiempo</i> .....	34
3.5.5. <i>Finalizar la Observación</i> .....	35
3.5.6. <i>Realizar el análisis de datos</i> .....	35
3.6. Análisis de datos.....	36
IV. RESULTADOS.....	38
4.1. Contexto.....	38
4.1.1. <i>Determinación del Estado de Ganancias y Pérdidas (EGP)</i> .....	40
4.2. Análisis Costo – Beneficio.....	43
4.2.1. <i>Determinación de costo beneficio (B/C) de la situación inicial</i> .....	43
4.2.2. <i>Determinación de costo beneficio (B/C) de situación mejorada</i> .....	43
4.3. Análisis Estadístico de comparación.....	44
4.3.1. <i>Análisis de confiabilidad de los instrumentos</i> .....	44

4.3.2.	<i>Estadística Descriptiva</i> .....	45
4.3.3.	<i>Prueba de Normalidad</i> .....	48
4.3.4.	<i>Prueba de Hipótesis general</i> .....	49
4.3.5.	<i>Prueba de Hipótesis específica 1</i> .....	50
4.3.6.	<i>Prueba de Hipótesis específica 2</i> .....	51
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	52
VI.	CONCLUSIONES.....	58
VII.	RECOMENDACIONES.....	61
VIII.	REFERENCIAS.....	63
IX.	ANEXOS.....	67

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	29
Tabla 2 Costos de fabricación mensual de la Situación Inicial (AS IS) .....	41
Tabla 3 EGP Proyectado en la Situación Inicial (AS IS).....	41
Tabla 4 Costos de fabricación mensual con la mejora (TO BE).....	42
Tabla 5 EGP Proyectado con la mejora (TO BE) .....	42
Tabla 6 Grados de fiabilidad de un instrumento según George y Mallery, (2003)....	44
Tabla 7 Estimación de costos para el Pre Test (en soles) .....	45
Tabla 8 Estimación de costos para el Post Test (en soles).....	45
Tabla 9 Resultados de prueba de normalidad.....	48
Tabla 10 Prueba de muestras independientes en los costos de fabricación .....	49
Tabla 11 Prueba de muestras independientes en costos directos de fabricación....	50
Tabla 12 Prueba de muestras independientes en costos indirectos de fabricación .	51
Tabla 13 Matriz de consistencia.....	68
Tabla 14 Determinación de Costos Producción Mensual - PRE TEST (AS IS).....	73
Tabla 15 Determinación de Costos Producción Mensual - POST TEST (TO BE)....	74

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1 Participación nacional de producción de leche a partir del 2021.....	3
Figura 2 Diagrama de Ishikawa o causa–efecto relativo al alto costo de producción	4
Figura 3 Pasos para la recolección y el análisis de datos .....	32
Figura 4 Etapas del proceso productivo de las líneas de producción de la empresa	33
Figura 5 Evolución de las líneas de producción 2020-2024 .....	38
Figura 6 Demanda mensual promedio por cada línea de producto.....	39
Figura 7 Diagrama de Cajas para los costos de fabricación .....	46
Figura 8 Diagrama de Cajas para los costos directos .....	47
Figura 9 Diagrama de Cajas para los costos indirectos .....	47
Figura 10 Certificado de validez de contenido del instrumento por el Experto 1 .....	70
Figura 11 Certificado de validez de contenido del instrumento por el Experto 2 .....	71
Figura 12 Certificado de validez de contenido del instrumento por el Experto 3 .....	72

## Resumen

El objetivo de la presente investigación fue analizar los impactos del Balanceo de Línea en los costos directos y los costos indirectos de fabricación en la determinación de los costos de fabricación del área de producción de una industria láctea en una empresa láctea –lima sur 2024. Se utilizó la teoría balance de línea de Benjamín W. Niebel y la Teoría de las restricciones de Eliyahu M. Goldratt. El método aplicado fue el balance de la línea de producción en la variación de los costos de fabricación. Se encontró que el incremento esperado en la utilidad bruta usando este método fue mayor que la utilidad bruta obtenida cuando se trabaja sin mejorar el balance de línea es así como se obtuvo un ahorro de S/. 442,372 anual por la disminución de costos de fabricación. Se evidenció que si se realiza el balanceo de línea mejora la productividad en general constituyéndose en un factor importante para la sostenibilidad de la empresa. Se recomienda identificar efectivamente las fases de producción, en las cuales se vayan calculando cada cantidad producida utilizando un recurso para que luego se puedan encontrar comparaciones y/o diferencias en los resultados., así como emplear bien los elementos y variables identificados y cuantificarlos apropiadamente para obtener resultados fiables.

**Palabras clave:** Balance de línea; productividad, teoría de las restricciones, programación lineal

## Abstract

The objective of this research was to analyze the impacts of Line Balancing on direct costs and indirect manufacturing costs in determining the manufacturing costs of the production area of a dairy industry in a dairy company - Lima Sur 2024. Benjamin W. Niebel's line balancing theory and Eliyahu M. Goldratt's Theory of Constraints were used. The method applied was the balance of the production line in the variation of manufacturing costs. It was found that the expected increase in gross profit using this method was greater than the gross profit obtained when working without improving the line balance, thus obtaining savings of S /. 442,372 annually due to the decrease in manufacturing costs. It was evident that if line balancing is carried out, overall productivity improves, constituting an important factor for the sustainability of the company. It is recommended to effectively identify the production phases in which each quantity produced is calculated using a resource so that comparisons and/or differences in the results can be found later. It is also recommended to make good use of the identified elements and variables and quantify them appropriately to obtain reliable results.

**Keywords:** line balancing, productivity, theory of constraints, linear programming

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema

En el entorno industrial actual, caracterizado por una alta competitividad y la constante necesidad de eficiencia, la optimización de los procesos productivos es un factor clave para la sostenibilidad y rentabilidad de las empresas. Un desafío recurrente en diversas industrias manufactureras es la presencia de desbalances en las líneas de producción, sobre este tema existen investigaciones en la que destacan los que continuación se presenta:

#### **Nivel Internacional**

Según Goldratt (2004) el desbalance de línea es un problema común en la industria, especialmente en aquellas que dependen de líneas de producción. Este fenómeno ocurre cuando la velocidad o ritmo de trabajo de una máquina o estación de trabajo no coincide con el de las demás, generando lo que se conoce como cuellos de botella. Esto significa que algunas partes del proceso productivo se ven retrasadas mientras otras permanecen ociosas, lo que resulta en una disminución de la eficiencia general.

Las consecuencias del desbalance de línea son múltiples. En primer lugar, reduce la productividad, ya que la producción total se ve limitada por la estación más lenta. Además, aumenta los costos de producción debido a los tiempos de inactividad y a la necesidad de recursos adicionales para solucionar el problema. Por otro lado,

los retrasos en la producción pueden generar insatisfacción en los clientes y dañar la reputación de la empresa.

Las causas del desbalance de línea son variadas. Una de las principales es la diferencia en los tiempos de ciclo de las máquinas o estaciones de trabajo. Si una máquina tarda más tiempo en realizar su tarea que otra, se creará un desequilibrio. También pueden influir cambios en la demanda de los productos, ya que, si la demanda aumenta o disminuye de manera repentina, la línea de producción puede no estar preparada para adaptarse a estos cambios. Finalmente, las averías o fallas en las máquinas pueden causar interrupciones en el proceso productivo y generar desbalances.

Gupta & Kumar (2010) en su artículo, nivel internacional, países con una alta producción industrial como Estados Unidos, China, India, Brasil y México suelen enfrentar mayores desafíos relacionados con el desbalance de línea. La alta demanda de productos y la complejidad de las líneas de producción en estos países hacen que sea más difícil mantener un equilibrio óptimo.

### **Nivel Nacional (Perú)**

De acuerdo a una investigación realizada por Ministerio de la Producción (PRODUCE, 2016), el 60% de las empresas manufactureras, incluyendo las lácteas, experimentan desbalances de línea. En el Perú el desequilibrio de línea es un problema recurrente que se ve influenciado por diversos factores. La falta de una planificación adecuada de la producción es uno de los principales causantes, ya que una asignación incorrecta de tareas y recursos puede generar desajustes en la línea. Además, los cambios constantes en los procesos productivos, como la introducción de nuevos productos o la modificación de los existentes, suelen provocar

desequilibrios. Las fallas en la maquinaria también son un factor determinante, ya que pueden ocasionar paradas en la producción y, por ende, afectar el ritmo de trabajo de toda la línea. Es importante destacar que el desequilibrio de línea tiene un impacto significativo en la competitividad de las empresas peruanas, ya que puede limitar su capacidad de producción, incrementar costos y afectar la calidad de sus productos. Aquellas compañías que logren identificar y solucionar estos problemas podrán mejorar su eficiencia y posicionamiento en el mercado.

Asimismo, en la figura 1 se presenta los principales departamentos de producción de leche cruda en el Perú promedio anual, según el detalle adjunto:

**Figura 1**

*Participación nacional de producción de leche a partir del 2021*



*Nota.* Información de participación nacional de producción de leche. Según <https://agraria.pe/noticias/cajamarca-lima-y-arequipa-producen-la-mitad-de-la-leche-en-n-30912>

## Nivel Local (Sur de Lima)

La industria láctea del sur de Lima enfrenta una serie de desafíos que impactan tanto a productores como a consumidores. En cuanto a los desafíos específicos de las líneas de producción, los desbalances son un problema recurrente. Estos desequilibrios pueden manifestarse como un exceso o escasez de producción en diferentes etapas, generando cuellos de botella, desperdicios y retrasos. La falta de sincronización entre máquinas, las paradas inesperadas, los errores humanos y la falta de mantenimiento son factores que contribuyen a estos desbalances. Las consecuencias de estos problemas incluyen una reducción de la eficiencia y la productividad, un aumento de los costos, una disminución en la calidad del producto y la insatisfacción de los clientes. Es así que los desbalances en las líneas de producción de las industrias lácteas en Lima representan una problemática compleja que afecta negativamente a toda la cadena de valor (figura2).

### Figura 2

*Diagrama de Ishikawa o causa–efecto relativo al alto costo de producción*



*Nota:* Diagrama realizado con datos de Información de planta. Elaboración propia

Es así como para el análisis AS IS y TO BE, se verifican los indicadores relativo a los costos de mano de obra de producción y a los costos indirectos de producción en cada una de las líneas de producción que generan los sobrecostos de producción

### **Contexto Actual (AS-IS):**

En la industria láctea bajo estudio, se observa un desequilibrio en las líneas de producción, lo que genera ineficiencias y eleva los costos de fabricación. Específicamente, se han identificado los siguientes problemas:

**Costos de Mano de Obra de Producción Elevados:** Existe una distribución desigual de la carga de trabajo entre los operarios de las diferentes líneas, lo que provoca tiempos de inactividad en algunas estaciones y sobrecarga en otras. Esto se traduce en un incremento de los costos de mano de obra, ya sea por la necesidad de contratar personal adicional o por el pago de horas extras.

**Costos Indirectos de Producción Excesivos:** El desbalanceo de las líneas también genera costos indirectos significativos. Los tiempos de espera en algunas estaciones provocan un mayor consumo de energía y recursos, así como un incremento en los costos de mantenimiento debido al desgaste desigual de los equipos.

### **Situación Deseada (TO-BE):**

Mediante la implementación de técnicas de balanceo de línea, se busca alcanzar una distribución más equitativa de la carga de trabajo en todas las estaciones de producción. Esto permitirá:

**Reducir los Costos de Mano de Obra:** Al optimizar la asignación de tareas, se eliminarán los tiempos de inactividad y se evitará la sobrecarga de trabajo, lo que se traducirá en una disminución de los costos laborales.

**Minimizar los Costos Indirectos:** El balanceo de línea también contribuirá a reducir los costos indirectos al mejorar la eficiencia en el uso de recursos y disminuir el desgaste de los equipos.

**Indicadores:**

Se utilizarán los siguientes para evaluar el impacto del balanceo de línea:

**Costos Directos de Fabricación:** Compuesta por los costos de materiales directos y mano de obra directa el cual se comparará antes y después del balanceo, esperando una disminución en el costo.

**Costos Indirectos de Fabricación:** De manera similar, se espera una reducción en este indicador tras el balanceo de línea.

**Tiempo de Ciclo de Producción:** Se medirá el tiempo que tarda una unidad en completarse en cada línea, buscando una reducción en el tiempo de ciclo y un aumento en la tasa de producción.

**Índice de Eficiencia de la Línea:** Este indicador permitirá evaluar el grado de equilibrio alcanzado en cada línea, buscando un valor cercano al 100%.

**Índice del Beneficio-Costo (B/C):** Este indicador clave medirá la eficiencia en el uso de los costos, utilizada en la toma de decisiones para evaluar la viabilidad de un proyecto, inversión o decisión económica. Consiste en comparar los beneficios que se obtendrán de una determinada acción o proyecto con los costos que se deberán asumir para llevarla a cabo. La idea es determinar si los beneficios superan a los costos, lo que justificaría la realización del proyecto o inversión.

La fórmula para la determinación del beneficio-costo es:

$$B/C = \text{Beneficios Totales} / \text{Costos Totales}$$

$B/C > 1$ : los beneficios superan los costos y el proyecto es rentable

$B/C = 1$ : los beneficios y los costos son iguales

$B/C < 1$ : los costos superan los beneficios, y probablemente no sea rentable

El beneficio-costo se refiere a la relación entre los beneficios totales que se derivan de una acción y los costos totales asociados con esa acción. El índice beneficio-costo (B/C) es una medida utilizada para cuantificar esta relación. Puede ayudar a los gerentes de proyectos a tomar decisiones basadas en datos para optimizar la eficiencia y garantizar el éxito.

A través del balanceo de línea, se espera lograr una mejora significativa en la eficiencia de la producción, lo que se traducirá en una reducción de los costos de fabricación y un aumento en la competitividad en la organización.

## **1.2. Descripción del problema**

La producción de leche a nivel industrial en la segunda década del siglo 21 en nuestro país presenta una variada gama de productos, destacando los productos denominados leche evaporada y leche pasteurizada, también están en esta línea otros alimentos elaborados a partir de la leche, tales como mantequilla queso, y yogur cuya producción está orientado al mercado interno, en contraste a la producción de leche evaporada que también se destina a la exportación.

De acuerdo al Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual durante el período de 2017 a 2020, se evidenció una disminución del 2,60% en la producción total de leches industriales, así como una caída del 11,45% en la producción acumulada de derivados lácteos. En el año 2019, la fabricación de leches industriales experimentó una disminución del 0,74%, aunque se observó una recuperación en la producción de productos lácteos,

con un aumento del 2,69%. (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual [INDECOPI], 2017).

El interés por mejorar la fabricación de productos lácteos es también preocupación de la Academia, destaca entre ellos las investigaciones de una entidad del estado. que considera:

En cuanto a los productos derivados de la leche, que engloban todos los productos obtenidos de este líquido, sobresalen dos elementos principales: los yogures, que constituyen el 80,11% de la producción dentro de esta categoría, y los quesos, que representan el 10,54% de la producción de derivados lácteos. Sin embargo, los productos que han venido registrando un importante crecimiento son las mantequillas, el manjar blanco y el queso fresco. En esta categoría, Gloria es la empresa líder en la producción de yogurts con un 77,5% de participación de mercado a diciembre de 2020 y un 27,0% a nivel de quesos según datos de la empresa Leche Gloria (2021) continuados por datos de la empresa Laive y P&D Andina y otros competidores significativos, (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2022).

La investigación en la empresa láctea, una pequeña compañía en expansión, reveló una disminución constante de la productividad. Este hallazgo resalta la importancia de analizar los factores determinantes y, en particular, la necesidad imperante de racionalizar la carga de trabajo en las estaciones de sus líneas de producción.

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema general**

¿En qué medida el Balanceo de Línea reducirá los costos de fabricación en el área de producción de una industria láctea?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

PE1: ¿En qué medida el Balanceo de Línea reducirá los costos directos de fabricación en el área de producción de una industria láctea?

PE2: ¿En qué medida el Balanceo de Línea reducirá los costos indirectos de fabricación en el área de producción de una industria láctea?

### **1.4. Antecedentes**

Con relación a los antecedentes relacionados al balanceo de línea se encontraron los siguientes:

#### **1.4.1. Antecedentes nacionales**

Asencio (2017) aplicaron el balance de línea en la empresa Danper Trujillo S.A.C para aumentar la eficiencia en la línea de producción de mango en cubos, donde el problema principal era la baja eficiencia en la línea de producción de mango en cubos, causada por desequilibrio en las etapas del proceso. Esta investigación cuantitativa y experimental y cuya donde se analizan cuatro líneas de producción de mango en cubos; una línea de producción. Los resultados luego de la aplicación repercutieron en el aumento de la eficiencia en la línea de proceso en un 16%, reducción de los tiempos muertos y determinación del número óptimo de operarios por etapa del proceso; donde se concluye que la aplicación del balance de línea aumenta la eficiencia en la línea de producción de mango en cubos; donde se

recomienda monitorear los impactos de la implementación del balance de líneas, ejecutar estrategias operativas eficientes, maximizar la sensibilidad y flexibilidad para cambios en la producción, mantener la implementación del nuevo método y capacitar al personal, y llevar un control de calidad y producción adecuado, donde se resalta la importancia de optimizar los procesos de producción y la asignación de recursos para reducir costos, lo cual es relevante para mi investigación sobre la reducción de costos en la industria láctea.

Sedano (2021) investigó cómo la implementación del balance de línea afecta la productividad en el área de confección de una empresa textil. El problema principal fue la baja productividad en el área de confección debido a la falta de estandarización de tiempos y procedimientos, desequilibrio entre máquinas y operarios, falta de organización, máquinas en desuso y falta de capacitación. Mediante un estudio cuasi experimental en la empresa Los Altos Andes Peruanos SAC, se logró una mejora del 36.04% en la productividad, un aumento en la producción de 862 polos camiseros adicionales por mes y un incremento en la eficiencia y eficacia del 22.26% y 19.95% respectivamente. Este estudio respalda mi investigación al demostrar cómo el balance de línea puede mejorar la productividad y reducir costos en una industria con procesos similares a los de la industria láctea.

Ugaldez (2021) realizó un balance de línea del proceso de armado del escritorio modelo lineal en Edificaciones Metálicas SAVI S.A.C. para incrementar la productividad. El problema era la baja productividad en la elaboración de escritorios, estantes y módulos de cómputo, ocasionando costos en horas extras, ello fue identificado en el proceso de armado del escritorio modelo lineal debido a la falta de estandarización de tiempos, tiempo muerto por cuello de botella, largas distancias y tiempos de espera, los resultados muestran un aumento del 14.77% en la

productividad de mano de obra, del 91.47% en la producción y del 17.64% en la eficiencia de la línea. Este estudio es relevante para mi investigación, ya que destaca el uso de software de simulación de las estaciones o puestos de trabajo para analizar y optimizar procesos, lo que podría ser aplicable en la industria láctea.

Tafur (2020) busco aumentar la productividad y eficiencia del módulo de pijamas en una empresa de confecciones a través de una propuesta de balance de línea donde el problema era la baja eficiencia y productividad en el módulo de pijamas, cuellos de botella en la línea de ensamblaje, operaciones de preparación más rápidas que lo indicado, y discrepancias entre la eficiencia individual y modular. A través de un estudio cuasi experimental, se logró una mejora del 47% en productividad y del 33% en eficiencia, además de reducir las horas extras. Este estudio es relevante para mi investigación, ya que demuestra cómo el balance de línea puede mejorar la eficiencia y productividad en un contexto similar al de la industria láctea, centrándose en la identificación y eliminación de cuellos de botella, la optimización de tareas y la reducción de tiempos muertos. Esta tesis demuestra cómo el balance de línea puede mejorar la eficiencia y productividad en el contexto de la confección, lo que es relevante para mi investigación en la industria láctea, ya que también busca optimizar procesos y reducir costos, ya que la investigación se centra en la identificación y eliminación de cuellos de botella, la optimización de la distribución de tareas y la reducción de tiempos muertos, aspectos que son directamente aplicables a la industria láctea.

Espinoza y Chávez (2019) estudiaron cómo la aplicación del estudio del trabajo y balance de línea mejora la productividad en el área de ensamblaje de cocinas de la empresa BSH Electrodomésticos S.A.C. el problema era la baja productividad en el área de ensamblaje de cocinas en 2018 en comparación con 2017. La población y

muestra enfocaba al área de ensamblaje de cocinas de BSH Electrodomésticos S.A.C. donde los resultados muestran un incremento de 1.28 cocinas/hora-hombre en productividad, una mejora del 37% en el indicador SCRAP y del 22% en REWORK, además de un beneficio económico anual de S/ 228,179.52. Este estudio es relevante para mi investigación, ya que demuestra cómo el balance de línea puede mejorar la productividad y generar beneficios económicos en una industria con procesos de producción similares a los de la industria láctea, donde se hace notoria la importancia de optimizar los procesos de producción y la asignación de recursos para reducir costos, lo cual es relevante para mi investigación sobre la reducción de costos en la industria láctea. La tesis demuestra cómo la implementación de un balance de línea puede impactar positivamente en la productividad y la eficiencia en una planta de ensamblaje, lo que se traduce en un aumento en la producción y una reducción en los costos de mano de obra y materiales; de ello se desprende que el balance de línea puede ser aplicado en una industria diferente a la láctea, lo que puede ser útil para comprender la versatilidad de esta herramienta y su aplicabilidad en diferentes contextos.

#### **1.4.2. Antecedentes internacionales**

Aguilar (2022) cuyo objetivo fue resolver el problema de equilibrado de líneas de montaje en paralelo y dimensionado de buffers (PALBP-B). En específico, el PALBP-B consiste en un sistema PALB con estaciones multilínea y líneas con tiempos de ciclo diferentes, en el cual existe la posibilidad de necesitar buffers. Investigación cuantitativa y experimental. Los resultados del PALBP-B implicó solucionar el equilibrado de líneas: asignación de las tareas a las estaciones (y su definición como estación regular o multilínea); y dimensionado del buffer en las estaciones multilínea.

Yepez y Doukh (2021), el propósito de esta investigación fue analizar cómo influye la implementación del balanceo de cargas de trabajo en la productividad de una línea de confección perteneciente a una pequeña empresa de la provincia de Imbabura, Ecuador. Estudio cuantitativo y diseño experimental. Se aplicaron de manera secuencial el modelo básico de balanceo de cargas y el modelo SALBP-1. Como resultado, se obtuvo una mejora del 7,2% en la productividad multifactorial y un incremento del 22,2% en la productividad asociada al factor mano de obra. Este rediseño del proceso permite a la empresa adaptarse de forma más eficiente a las variaciones de la demanda, alcanzando mejores resultados económicos previstos.

Muñoz (2018) desarrolló un balance de línea para mejorar el flujo de producción en la empresa Busscar de Colombia S.A.S. A través de la reasignación de actividades y el seguimiento de tareas, Muñoz logró reducir la mano de obra requerida, aumentar la cantidad de vehículos entregados y disminuir el tiempo de ciclo del producto. El autor concluye que el balance de línea es una herramienta efectiva para mejorar la productividad y recomienda replicar esta técnica en otras líneas de la compañía. Este estudio resalta la importancia del balance de línea como herramienta para mejorar la productividad y la eficiencia en una línea de producción.

Jiménez (2018) generó una propuesta para balancear las cargas de trabajo en la empresa Expreso Mágico. A través de una investigación cualitativa, Jiménez identificó desequilibrios en los tiempos de producción y propuso el uso de herramientas como PERT, MRP y Layout para mejorar la planificación, la gestión de inventario y la distribución del almacén. El autor concluye que la implementación de su propuesta podría beneficiar a la empresa en términos de costos, tiempos de respuesta y equilibrio en la producción. Este estudio proporciona información valiosa

sobre la aplicación de herramientas para mejorar la planificación de la producción y la gestión de inventario.

Tigre et al. (2019) determinó el tiempo estándar de las actividades y los movimientos innecesarios en la línea de producción del Modelo M4 en la empresa CIAUTO. A través del estudio de tiempos y movimientos, los autores lograron reducir el tiempo estándar total y optimizar el proceso de ensamblaje. Concluyeron que la aplicación de técnicas de manufactura esbelta puede mejorar significativamente la eficiencia y productividad. Este estudio resalta la importancia de aplicar técnicas de estudio de tiempos y movimientos para identificar y eliminar movimientos innecesarios en un proceso de producción.

Vidondo (2019) planteó como propósito abordar el problema MALBP, para lo cual diseñó un procedimiento heurístico que, considerando aspectos como el tiempo de ejecución de cada tarea, sus relaciones de precedencia, el ciclo de la línea y el número máximo de operarios por estación, permite asignar las actividades a las diferentes estaciones y a los trabajadores de manera que se reduzca al mínimo la cantidad de estaciones necesarias. A través de un estudio experimental se comprobó que esta propuesta resuelve el problema de balanceo de líneas de ensamblaje con uno o varios operarios por estación, conocido como Multi-manned Assembly Line Balancing Problem (MALBP). Esta modalidad resulta de gran aplicación en la industria, en particular en el ensamblaje de productos de gran tamaño, donde es posible ejecutar varias tareas de forma simultánea sobre un mismo artículo.

## **1.5. Justificación de la investigación**

Dividimos las justificaciones en tres dimensiones siguientes:

### ***Justificación teórica***

Ampliar el conocimiento sobre la teoría de restricciones (TOC), dado que el balanceo de línea se basa en identificar y gestionar los cuellos de botella en un proceso productivo, un concepto central en la TOC. Esta investigación permite profundizar en cómo aplicar los principios de la TOC en la industria láctea, contribuyendo a la literatura existente.

Explorar la relación entre balanceo de línea y eficiencia, ya que la investigación analiza cómo el balanceo de línea impacta en indicadores clave de eficiencia como el tiempo de ciclo, la utilización de recursos y la productividad. Esto ayudaría a entender mejor la dinámica de los sistemas de producción y su optimización.

Desarrollar modelos teóricos para el balanceo de línea en la industria láctea, ya que la investigación podría generar modelos matemáticos o algoritmos específicos para el balanceo de línea en este sector, considerando sus particularidades como la variabilidad de la demanda, la perecibilidad de los productos y las regulaciones sanitarias.

### ***Justificación práctica***

Reducir los costos de fabricación, ya que el principal objetivo práctico es demostrar cómo el balanceo de línea puede disminuir los costos de producción en la industria láctea. Esto se lograría optimizando el uso de recursos, minimizando los tiempos de inactividad y reduciendo los desperdicios.

Mejorar la competitividad de las empresas lácteas, al reducir los costos, las empresas podrían ofrecer productos más competitivos en el mercado, aumentando su participación y rentabilidad. Además, una producción más eficiente contribuiría a la sostenibilidad del sector.

Generar recomendaciones prácticas para la implementación del balanceo de línea, debido a que la investigación proporcionaría pautas y herramientas para que las empresas lácteas puedan aplicar el balanceo de línea de manera efectiva, considerando sus recursos, capacidades y objetivos específicos.

### ***Justificación metodológica***

Aplicar y adaptar metodologías de balanceo de línea, dado que la investigación utilizaría y adaptaría métodos existentes de balanceo de línea, como método para el contexto específico en la industria láctea.

Desarrollar herramientas de simulación, debido a que se podrían crear modelos de simulación para evaluar diferentes escenarios de balanceo de línea y predecir su impacto en los costos y la eficiencia. Esto permitiría a las empresas tomar decisiones informadas antes de implementar cambios en sus procesos.

Validar la eficacia de las metodologías y herramientas, debido a que la investigación evaluaría la efectividad de los métodos y herramientas utilizados, comparando los resultados obtenidos con los datos reales de producción. Esto ayudaría a refinar las metodologías y garantizar su aplicabilidad en la industria láctea.

Al abordar estas tres dimensiones de justificación, la investigación demostraría su relevancia tanto para la comunidad científica como para la industria láctea, contribuyendo al avance del conocimiento y a la mejora de la práctica.

### ***Importancia de la investigación***

La importancia de la presente radica en que los resultados de esta investigación contribuirán en el aumento de la productividad en el proceso de fabricación, mejorando las cargas de trabajo en cada estación de trabajos de producción y optimizando la disminución de costos de los empleados, así como la

reducción de horas de uso de las máquinas herramientas contribuyendo a la reducción del costo indirecto de fabricación.

## **1.6. Limitaciones de la investigación**

Existencia de poca información de la fabricación de productos, por la cual se ha tenido que levantar información al respecto

La información que se tiene está un poco dispersa y falta procesar, para un correcto análisis de está.

La variabilidad en los diferentes turnos que se trabajan, para determinar el tiempo estándar de producción.

## **1.7. Objetivos de la investigación**

### **1.7.1. *Objetivo general***

Realizar el Balanceo de Línea para reducir los costos de fabricación en el área de producción de una industria láctea de Lima Sur.

### **1.7.2. *Objetivos específicos***

OE1: Realizar el Balanceo de Línea para reducir los costos directos de fabricación en el área de producción de una industria láctea de Lima Sur.

OE2: Realizar el Balanceo de Línea para reducir los costos indirectos de fabricación en el área de producción de una industria láctea de Lima Sur.

## **1.8. Hipótesis**

### **1.8.1. *Hipótesis general***

Con el Balanceo de Línea se reducirán los Costos de Fabricación en el Área de Producción de una industria láctea.

### **1.8.2. Hipótesis específicas**

HE1: Con el Balanceo de Línea se reducirán los Costos Directos de Fabricación en el área de producción de una industria láctea

HE2: Con el Balanceo de Línea se reducirán los Costos Indirectos de Fabricación en el Área de Producción de una industria láctea.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Marco conceptual

#### 2.1.1. *Conceptos claves*

El balanceo de línea, un pilar de la optimización de recursos busca distribuir equitativamente la carga de trabajo entre estaciones. Conceptos como el takt time y los diagramas de precedencia son herramientas esenciales en este proceso. Según Aquilano (2020), el balanceo de línea es fundamental para maximizar la utilización de recursos y minimizar tiempos muertos, lo que se traduce en una reducción de costos.

La gestión Lean, con su enfoque en la eliminación de desperdicios (muda) y la búsqueda de un flujo continuo, se alinea perfectamente con el balanceo de línea. Womack y Jones (2003) destacan cómo la mejora continua (kaizen) y el balanceo de línea trabajan en conjunto para eliminar ineficiencias y reducir costos.

La teoría de restricciones, por su parte, nos invita a identificar y gestionar cuellos de botella en el sistema. Goldratt (2019) propone el método Tambor-Amortiguador-Cuerda (DBR) y el análisis de causa raíz como herramientas para superar estas limitaciones. El balanceo de línea, al optimizar el flujo de trabajo, puede contribuir a identificar y mitigar estas restricciones.

Desde la perspectiva de la ingeniería industrial, el estudio de tiempos y movimientos, la ergonomía y la seguridad industrial son cruciales para diseñar un

trabajo eficiente y seguro. Niebel y Freivalds (2009) subrayan la importancia de analizar el diseño del trabajo y optimizar el balanceo de línea para reducir costos y mejorar la seguridad.

Groover (2022) profundiza en el impacto directo del balanceo de línea en los costos de producción. Al minimizar el tiempo de inactividad, reducir cuellos de botella, mejorar la calidad, aumentar la flexibilidad y optimizar el uso de recursos, el balanceo de línea se convierte en una herramienta poderosa para reducir tanto los costos directos (materiales, mano de obra, energía) como los indirectos (alquiler, depreciación).

En conclusión, la integración de estos marcos teóricos nos proporciona una visión holística del balanceo de línea y su impacto en los costos de producción. Al combinar la optimización de recursos, la gestión Lean, la teoría de restricciones y la ingeniería industrial, podemos comprender cómo el balanceo de línea se traduce en ahorros concretos y mejora la eficiencia en la producción de lácteos.

### **2.1.2. Producción**

La producción se define como la conversión de los recursos en productos finales, donde se aplican métodos de administración para maximizar la brecha entre el valor añadido y los costos integrados. La producción involucra tanto bienes como servicios, y la palabra "bien" considera a los dos. (López, 2021)

Considerando a la producción como un factor variante que fluye y se mide en un intervalo de tiempo determinado. Por ejemplo, la producción de queso en kilogramos por año o cualquier otra unidad de tiempo.

Matemáticamente se expresa como una función de producción que describe los flujos de entrada y salida. Por ejemplo, cuando hablamos de mano de obra, nos

referimos a una cantidad de horas trabajadas y no al número de trabajadores, el recurso se puede medir en horas de máquina y no a la cantidad de máquinas.

Es importante destacar que la producción es el proceso que genera mayor valor agregado en la industria láctea, los sistemas de fabricación es el pilar fundamental del proceso de desarrollo de las empresas industriales y de fabricación globales. Actualmente con el avance tecnológico algunas veces se subestima el alcance de los sistemas productivos en el momento enfrentarse en el mercado competitivo, ya que diversas causas entre ellas las prácticas socialmente aceptadas como la optimización de las operaciones, la implementación de nuevas tecnologías de información y la innovación están generando resultados altamente favorables. Sin embargo, el sistema de producción puede optimizarse completamente en términos de innovación, flexibilidad, calidad y costo, y está integrado con funciones importantes como el diseño participativo y la mejora continua del producto, y es totalmente compatible con las nuevas tendencias. Dirija su organización a clientes más exigentes.

La ampliación de las estructuras de fabricación está íntimamente relacionada con el avance de la ingeniería, históricamente han surgido en sistemas de producción que van desde la producción manual caracterizada por los altos costos de producción con menor nivel de calidad, hasta la producción en masa donde los productos son más homogéneos y distribuidos a larga escala en el mercado. Desde entonces, la fabricación se ha convertido en el campo más disciplinado de la ingeniería y sus modernos desarrollos han dado como resultado algunos de los sistemas de fabricación más famosos y eficientes de la actualidad que permiten procesos de fabricación continuos e incluso personalización masiva.

**2.1.2.1. Recursos del Sistema de Producción.** Los sistemas de manufactura involucran a múltiples actores, y todos los actores, independientemente de la organización a la que pertenezcan, están sujetos a decisiones para mejorar el desempeño de los procedimientos., y consiguientemente la productividad tiene relación directa con la optimización, estos dependen del entorno competitivo de la organización.

Las inversiones suelen clasificarse en capital y trabajo. Estas categorías fueron creadas para sintetizar el análisis, y pueden agrupar una gran cantidad de recursos con diferentes características, por ejemplo, en cuanto a mano de obra puede agrupar la mano de obra calificada con la mano de obra no calificada. Empero, para algunos casos, puede convenir subdividir en otros tipos de inversión; de este modo se podría subdividir el trabajo en trabajadores con habilidades y sin habilidades específicas, contadores, personal administrativo, etc., mientras que los activos se podrían subdividir en activos intangibles, máquinas, documentación de procesos, etc.

### **2.1.3. Balance de Línea**

El desafío de encontrar la cantidad óptima de empleados para la línea de producción se asemeja al desafío de calcular cuántos empleados asignar en cada lugar para la realización de trabajo. (Niebel y Freivalds, 2009)

El balanceo de línea es una gran técnica de ingeniería. Cuando se tienen los tiempos para la realización de las actividades predeterminadas, esta metodología adquiere mayor relevancia y aplicación.

Balancear la línea está basado en equilibrar los periodos de trabajo con el fin de minimizar el tiempo no productivo. (Muñoz, 2018)

Para ello existen las siguientes técnicas:

1. Incrementar la cantidad de puestos.
2. Transferir o trasladar parte de trabajo de un lugar a otro.
3. Consolidar puestos con pocas inversiones significativas

La última técnica es la que por lo general tenemos que pensar y utilizar primero, luego tendremos que pensar en sumar empleados, y finalmente, por la dificultad de implementarla, intentar mover parte del trabajo de un puesto a otro.

#### **2.1.3.1. Características.** Son:

- Suma de tiempo asignado (TA)
- N° de trabajadores que realizan trabajos manuales y N° de trabajadores que emplean máquina
- Horas disponibles por turno, cantidad de turnos, días laborables y tareas mensuales.
- Sueldos
- Ratio de Productividad
- Cadencia de Trabajo
- Cadencia de Balance
- Desarrollo de costos

**2.1.3.2. Ventajas.** El balance de línea le permite realizar estudios de factibilidad para proyectos futuros. Asimismo, permite ver viabilidad alternativa en una organización en funcionamiento y considerar la más conveniente. El balance de línea se puede utilizar en 3 niveles.

1. A nivel macro, es decir balancear secciones de una fábrica toda una planta de producción industrial.
2. Al nivel de la línea de trabajo.

3. Para examinar actividades a una escala más detallada o patrones de desempeño para puesto específico.

#### **2.1.4. Costos**

Los costos se dividen en dos clasificaciones funcionales principales: manufactura y no manufactura. Los costos de fabricación están asociados con las funciones administrativas y de venta. Asimismo, los costos de producción se pueden subdividir en mano de obra directa, materias primas directas y los costos indirectos.

**2.1.4.1. Costos Directos de Fabricación.** Está compuesto por los costos asociado a los factores directos para fabricar el producto, esto hace mención a los recursos tales como la mano de obra directa y los materiales directos de fabricación.

**A. Costos de Mano de Obra Directa.** La mano de obra directa es la ejecución de la producción que permite su trazabilidad hasta los servicios o bienes producidos. Los trabajadores transforman los recursos primarios en artículos finales o servicios que brindan a los clientes; estos se clasifican como mano de obra directa. Los costos son asociados a los trabajos que esta mano de obra puede realizar.

**B. Costos de Materiales Directos.** Los materiales directos son materiales que se pueden rastrear hasta los bienes o servicios fabricados. Los costos de materiales se pueden atribuir directamente a los productos porque el consumo de cada producto se puede medir mediante observación física. Los materiales que se incorporan a un producto final o se emplean para ofrecer un servicio suelen ser identificados como materias directas.

**2.1.4.2. Costos Indirectos de Fabricación.** Los costos relativos a la fabricación que no corresponden a mano de obra o materiales directos se clasifican en una categoría denominada gastos generales. Además de lo antes mencionado, se

requieren muchos insumos para producir la producción: equipos, cuidado, provisiones, vigilancia, gestión de recursos, electricidad, ecologización y mantenimiento del espacio y plantas de la fábrica, y aseguramiento del suministro.

Los materiales directos que constituyen una no tan significativa del producto final generalmente se clasifican como costos indirectos como una categoría especial de materiales indirectos. Esto se justifica por su costo y conveniencia.

El costo de tiempo extra de la mano de obra directa suele distribuirse también a los costos indirectos.

**2.1.4.2. Costos de Fabricación.** Se obtienen al sumar los costos relativos de las materias primas y la mano de obra directa con los costos indirectos de producción.

En una empresa industrial, Para calcular los gastos relacionados con la manufactura, se debe elaborar un cronograma de costos que tenga en cuenta gastos como materiales y mano de obra directa, conocidos colectivamente como costos de producción, los cuales son uno de los componentes de la producción el cual es el informe de costos.

Según Polar (2020) respecto a los costos productivos indica que “Para producir un producto o bien, una organización debe comprar materias primas que luego se transforman en productos finales.” (pp. 24-32).

Calcular los costos conlleva a que una empresa para producir un producto requiere registrar y controlar todos los elementos que componen esos costos, incluidas las materias primas necesarias para producir ese producto.

Ahora bien, el procesamiento de materias primas demanda trabajadores que las manipulen y procesen directamente, lo cual se denomina mano de obra directa.

La mano de obra directa no abarca los gastos de empleados que no participan directamente en la transformación de la materia prima, como secretarias, vendedores, gerentes, etc.

El costo del personal que constituye mano de obra directa incluye todos los conceptos que se le pagan, tales como sueldos, beneficios laborales y protección social, contribuciones, etc.

La fórmula para el calcular los costos de producción será la siguiente:

$$\text{Costo de Fabricación} = \text{Costos Directos de Fabricación} + \text{Costos Indirectos de Fabricación}$$

### III. MÉTODO

#### 3.1. Tipo de investigación

##### 3.1.1. *Por su finalidad*

Esta investigación es aplicada porque se analiza la influencia de la aplicación para balancear la línea en producción en la variación de costos de fabricación.

##### 3.1.2. *Por su profundidad*

Esta investigación es explicativa debido a que permite dar a conocer como el Balanceo de Línea permite reducir costos involucrados en la producción en la industria láctea.

##### 3.1.3. *Por su carácter*

Es cuantitativa; porque se mide o cuantifica el costo de producción antes y después de la aplicación del Balanceo de Línea.

#### 3.2. Población y muestra

Según Hernández (2019) población se refiere a la totalidad de los casos que cumplen con ciertas características específicas, En otras palabras, la población es el universo total de elementos que el investigador desea comprender y sobre los cuales busca extraer conclusiones.

Para este estudio se consideró cómo población a la producción mensual en cada una de las líneas de producción

Línea de producción Cream Cheese 24.5 TN/MES

Línea de producción Gourmet Cheese 2TN/MES

Línea de producción Salsa 6.6 TN/MES

Línea de producción Spreadable Cheese 2.8TN/MES

Línea de producción Fresh Cheese. 20 TN/MES

Línea de producción Manjar 30.5TN/MES

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

TÍTULO: BALANCEO DE LÍNEA PARA REDUCIR LOS COSTOS DE FABRICACIÓN EN UNA INDUSTRIA LÁCTEA DE LIMA SUR							
AUTOR: Miguel Angel Salazar Huaman							
VARIABLE INDEPENDIENTE	López, (2019) <b>Define Conceptualmente</b> , al balanceo de línea es una técnica de gestión de la producción que busca optimizar el flujo de trabajo en una línea de producción, distribuyendo las tareas de manera equitativa entre las diferentes estaciones para evitar cuellos de botella y maximizar la eficiencia.						
Balanceo de Línea	<b>Definición Operacional</b> , En la práctica, el balanceo de línea implica analizar el proceso productivo, descomponerlo en tareas, medir los tiempos de cada tarea, asignar estas tareas a estaciones de trabajo de manera equilibrada y realizar ajustes para optimizar el flujo.						
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	DEFINICIÓN	INDICADORES	FÓRMULA	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO
Reducción de los Costos de Fabricación	<p><b>Definición conceptual:</b></p> <p>El costo de fabricación el cual hace referencia al dinero incurrido en la producción en una empresa. Estos costos son fundamentales para determinar el costo total de los productos que luego se ofrecerán en el mercado (Carmartin, 2020).</p>	<p><b>Factores Directos de Fabricación</b></p>	<p>(*) Se refiere a los recursos que está directamente involucrado en la transformación de materias primas en productos terminados o en la prestación de un servicio específico. Es un factor fundamental en la</p>	<p>CDF: Costos Directos de Fabricación</p>	$\sum P \cdot C_p \cdot U_p$ <p>Donde:                      P: Cantidad de recursos por unidad                      C<sub>p</sub>: Costo del recurso unitario                      U<sub>p</sub>: Unidades producidas</p>	<p>Soles</p>	<p>Ficha de observación del recurso empleado</p>

	<p><b>Definición operacional:</b></p> <p>El costo de fabricación se calcula como la suma de todos los costos, el cual se calcula como sigue:</p> <p>Costo de Fabricación = Materia Prima + Mano de Obra Directa + Costos Indirectos de Fabricación</p>		<p>producción de bienes y servicios, ya que es donde se transforma las materias primas en productos finales.</p>				
		<p><b>Factores Indirectos de Fabricación insumos y suministros</b></p>	<p>(*) Son aquellos bienes tangibles o intangibles que se utilizan en el proceso productivo, los mismos que no se pueden identificar o asignar directamente a un producto o servicio específico. Repercuten en costos necesarios para la producción, pero no se pueden asociar a un único producto.</p>	<p>CIF: Costo Indirecto de fabricación</p>	<p><math>\sum (C_i + C_s) * p</math> Donde: C<sub>i</sub>: Costo de insumo C<sub>s</sub>: Costo de suministro p: ratio de participación</p>	<p>Soles</p>	<p>Ficha de observación del tiempo empleado</p>

Nota. (\*) Horngren, C. T., Datar, S. M., & Rajan, M. V. (2019)

### 3.4. Instrumentos

De acuerdo a Grinnell y Unrau (2019) un instrumento de medición apropiado captura información observable que representa los conceptos o variables que el investigador desea evaluar.

Se emplearon los siguientes dispositivos de medición:

- a. **Ficha de observación**, herramienta utilizada para registrar de manera sistemática y organizada las observaciones realizadas. Esta herramienta consiste en un documento estructurado que incluye casillas, tablas o espacios en blanco donde se anota la información relevante de lo observado.
- b. **Ficha de observación del tiempo empleado**: La hoja de observación del tiempo en la línea de producción es una herramienta empleada para registrar de manera organizada el tiempo que los empleados destinan a ejecutar tareas particulares en una línea de producción

La observación como técnica de recolección de datos es muy útil para el balanceo de línea en la industria láctea, ya que permite identificar ineficiencias y cuellos de botella en el proceso productivo, lo cual puede llevar a una reducción de costos. A continuación, se detalla cómo aplicar esta técnica en este contexto específico:

- a. **Definición de objetivos**: Establecimiento de los objetivos de la observación, como identificar las tareas que generan mayores tiempos de espera, los procesos con mayor índice de errores o las estaciones de trabajo con menor rendimiento.
- b. **Diseño de un formato de registro**: Creación del formato estandarizado

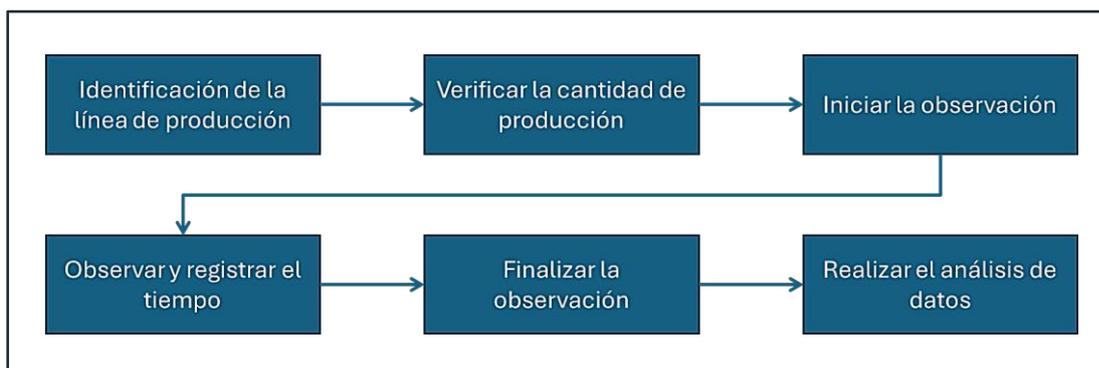
para registrar los datos observados, el cual incluye la cantidad producida y los costos incluyendo tiempos de ciclo, tiempos de espera, cantidad de productos procesados, número de operarios, incidencias, etc.

- c. **Selección de puntos de observación:** Se determinan las estaciones de trabajo o etapas del proceso de acuerdo a las líneas de producción, que serán objeto de observación, priorizando aquellas que se sospecha que presentan mayores ineficiencias.
- d. **Duración de la observación:** Se establece el tiempo de observación necesario para obtener datos representativos, considerando la variabilidad del proceso y los diferentes turnos de trabajo.
- e. **Herramientas de registro:** Se emplea el formato de registro para anotar los datos observados de forma sistemática y organizada.

### 3.5. Procedimientos

**Figura 3**

*Pasos para la recolección y el análisis de datos*



*Nota:* La figura muestra de forma detallada para cada uno de los pasos del procedimiento.

#### 3.5.1. Identificación de la Línea de Producción

- a. **Objetivo:** Especificar la línea a analizar en detalle.

- b. Selección de la línea de producción:** Líneas siguientes Cream Cheese, Gourmet Cheese, Salsa, Spreadable Cheese, Fresh Cheese y Manjar.
- c. Equipos y maquinaria:** Detallar los equipos específicos de cada línea (texturizadora, dosificadoras, envasadoras, etc.).
- d. Proceso productivo:** Conformado por las etapas del proceso.

**Figura 4**

*Etapas del proceso productivo de las líneas de producción de la empresa*

LÍNEA	ETAPA(S)	OPERACIÓN(ES)	AREA(S)
Cream Cheese	Preparar Máquina	Setup time	Máquinas
	Elaborar Producto	Cocción o picado	Cocina
		Texturizar	Texturizado
		Homogenizar	
		Mezclar	
	Codificar	Codificar	Codificado
	Envasar	Etiquetar	Envasado
Dosificar			
Sellar			
Gourmet Cheese	Preparar Máquina	Setup time	Máquinas
	Elaborar el Producto	Cocción o picado	Cocina
		Texturizar	Texturizado
		Homogenizar	
		Mezclar	
	Codificar	Codificar	Codificado
	Envasar	Dosificar	Envasado
Sellar			
Encajar			
Salsa & Spreadable Cheese	Preparar Máquina	Setup time	Máquinas
	Elaborar Producto	Cocción o picado	Cocina
		Texturizar o Mezclar	Texturizado
	Envasar	Dosificar y Envasar	Envasado
Encajar o Embolsar			
Fresh Cheese	Elaborar Producto	Estandarizar	Queso Fresco
		Mezclar Insumos	
		Corte con liras	
		Batir y desuerar	
	Codificar	Codificar	Codificado
Embolsar	Lavar y Embolsar	Cámara de frío	
Manjar	Elaborar Producto	Mezcla de ingredientes	Elab. Manjar
		Cocción de ingredientes	
	Preparar Máquina	Setup time	Máquinas
	Envasar	Dosificar	Env. Manjar
Encajar y Paletizar			

### **3.5.2. Verificar la Cantidad de Producción**

- a. **Objetivo:** Establecer una referencia cuantitativa para cada línea, los cuales están de acuerdo a la demanda de las líneas de producción.
- b. **Unidad de medida:** Definir la unidad de medida más adecuada para cada producto (kilogramos, unidades, litros).
- c. **Período de medición:** Establecer un período de tiempo para la recolección de datos (por turno, día, semana).
- d. **Registro de producción:** Revisar los registros existentes de producción para cada línea y verificar su precisión.

### **3.5.3. Iniciar la Observación**

- a. **Objetivo:** Preparar el terreno para la recolección de datos.
- b. **Observador:** Designar un observador capacitado para cada línea o rotar a los observadores entre las diferentes líneas.
- c. **Instrumentos:** Preparar los instrumentos necesarios (cronómetro, hojas de registro, cámaras, termómetros).
- d. **Condiciones iniciales:** Registrar las condiciones ambientales (temperatura, humedad) y el estado de los equipos al inicio de la observación.

### **3.5.4. Observar y Registrar el Tiempo**

- a. **Objetivo:** Capturar el tiempo empleado en cada etapa del proceso.
- b. **Actividades a registrar:** Detallar las actividades a cronometrar para cada línea (tiempo de mezcla, tiempo de cocción, tiempo de enfriamiento, tiempo de envasado).

- c. **Eventos críticos:** Identificar los eventos que pueden afectar el tiempo de producción (averías, cambios de formato, ajustes de recetas).
- d. **Registro detallado:** Anotar los tiempos de manera precisa y organizada en hojas de registro específicas para cada línea.

### **3.5.5. Finalizar la Observación**

- a. **Objetivo:** Concluir la recolección de datos.
- b. **Verificación de datos:** Revisar los registros para asegurar la coherencia y completar la información faltante.
- c. **Condiciones finales:** Registrar las condiciones ambientales y el estado de los equipos al finalizar la observación.
- d. **Cierre de registros:** Archivar los datos de manera segura y organizada.

### **3.5.6. Realizar el Análisis de Datos**

- a. **Objetivo:** Interpretar los datos y identificar oportunidades de mejora.
- b. **Organización de datos:** Consolidar los datos de todas las líneas en un formato común (tablas, bases de datos).
- c. **Cálculos:** Realizar cálculos de tiempo promedio, eficiencia, producción por hora, etc. para cada línea.
- d. **Comparación:** Comparar los resultados entre las diferentes líneas y con los objetivos establecidos.
- e. **Identificación de cuellos de botella:** Identificar las etapas del proceso que generan mayores retrasos o desperdicios en cada línea.
- f. **Análisis estadístico:** Emplear herramientas estadísticas para profundizar en el análisis.
- g. **Visualización:** Crear gráficos y diagramas de resultados.

### 3.6. Análisis de datos

Los datos serán analizados utilizando el programa informático SPSS, empleado para analizar datos cuantitativos. Se ejecutó la prueba t de Student, un análisis estadístico que compara las medias de dos muestras independientes, operando bajo la suposición de que estas muestras derivan de poblaciones con distribuciones normales.

Para realizar la prueba t de Student con SPSS, se siguieron los siguientes pasos:

- a. **Selección de los datos:** Se deben seleccionar las variables que se desea comparar y los casos que pertenecen a cada una de las muestras independientes.
- b. **Ejecutar la prueba:** Se debe seleccionar la opción "Prueba t para muestras independientes" del menú "Analizar" de SPSS.
- c. **Interpretar los resultados:** Los resultados de la prueba t de Student se muestran en una tabla que contiene la t-valor, los grados de libertad, el valor p y la magnitud del efecto.
  - El **valor de la t** es un indicador de la disparidad entre las medias de las muestras. Un valor de t elevado sugiere una mayor discrepancia entre ellas.
  - Los **grados de libertad** son una medida del número de valores independientes que se utilizan para calcular la t.
  - El **p-valor** representa la probabilidad de obtener un valor de t tan extremo o más extremo que el observado, bajo la premisa de que las medias de las poblaciones sean idénticas. Un valor de p bajo sugiere que es improbable que las medias de las poblaciones sean idénticas.

- **El tamaño del efecto** cuantifica la amplitud de la disparidad entre las medias de las muestras. Un tamaño del efecto grande indica que las medias son sustancialmente diferentes.

Respecto a la Interpretación de las diferencias de las medias:

- Si el valor de  $p$  de la prueba  $t$  de Student es inferior al nivel de significancia (normalmente establecido en 0.05), se puede deducir que existe una disparidad estadísticamente significativa entre las medias de las muestras.
- Esto indica que la disparidad entre las medias no es probablemente resultado del azar, sino más bien de una auténtica diferencia entre las poblaciones de las cuales se tomaron las muestras.
- La magnitud de la diferencia entre las medias se refleja en el tamaño del efecto. Un tamaño de efecto considerable señala que la diferencia tiene importancia práctica o clínica.

En síntesis, la presente investigación tuvo el soporte del SPSS y se aplicó la prueba T-Student, donde se tomaron los datos mediante los instrumentos y se registraron en la base de datos del Sistema o Software para realizar la comparación de las muestras independientes y determinar las diferencias de las medias y mediante la interpretación de los datos se aprobó la hipótesis en cuestión de la presente investigación.

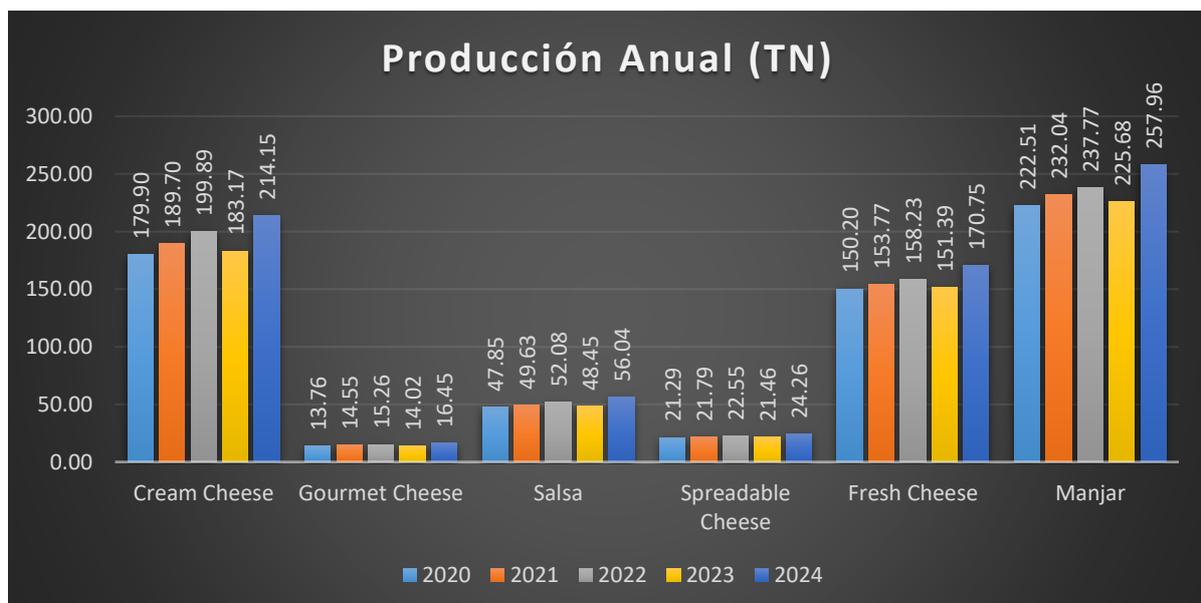
## IV. RESULTADOS

### 4.1. Contexto

La unidad de observación fue el área de producción de una empresa láctea peruana ubicada en Chorrillos, Lima (Av. San Patricio). Fundada en 1990 y con más de 30 años de experiencia, esta compañía fue la primera productora de queso crema en el país. Fabrica y comercializa un amplio portafolio de productos lácteos, distribuidos nacional e internacionalmente

### Figura 5

*Evolución de las líneas de producción 2020-2024*



*Nota:* El gráfico presenta la evolución de su producción en los cinco últimos años. Construido con datos de la empresa láctea. Donde a partir desde el 2018 se considera un ligero crecimiento en la producción

Esta empresa tiene como producción mensual en cada una de las líneas de producción

Línea de producción Cream Cheese 24.5 TN/MES

Línea de producción Gourmet Cheese 2.0 TN/MES

Línea de producción Salsa 6.6 TN/MES

Línea de producción Spreadable Cheese 2.8 TN/MES

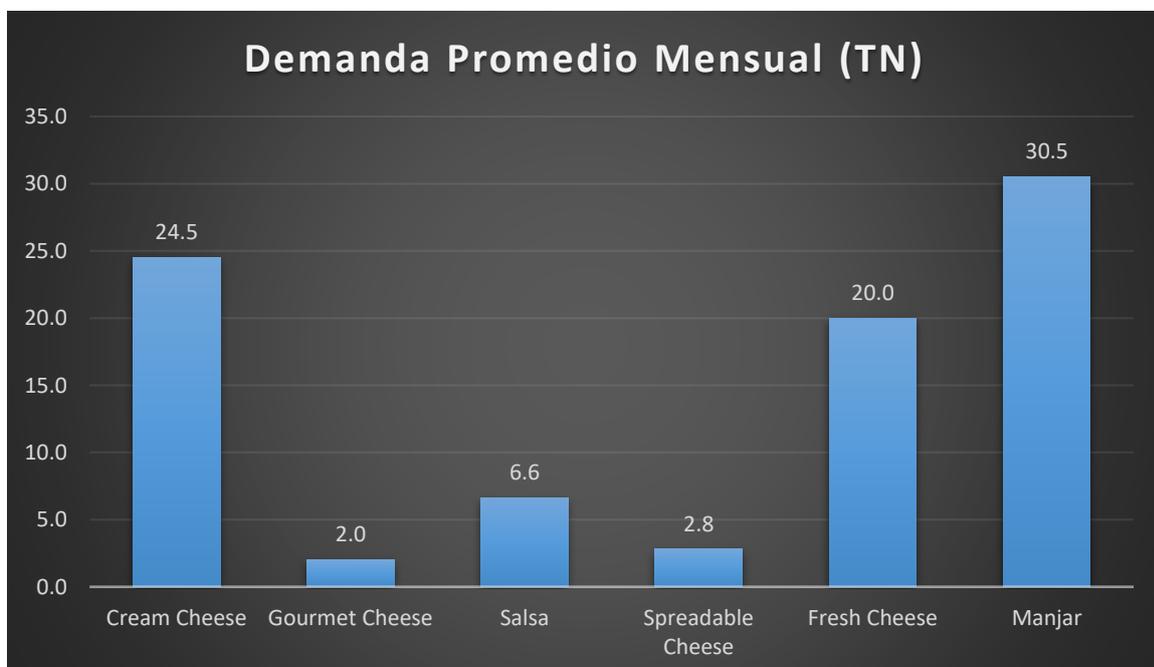
Línea de producción Fresh Cheese. 20 TN/MES

Línea de producción Manjar 30.5 TN/MES

El volumen de producción en sus líneas de producción y la demanda se muestra en la figura 6:

### Figura 6

*Demanda mensual promedio por cada línea de producto*



*Nota:* la ilustración gráfica, muestra la evolución de la demanda de toneladas de cada línea de productos en el tiempo, respecto a los cinco últimos años.

Con relación a los costos de fabricación de los productos están compuestos por los costos de Directos de Fabricación (CDF) y los costos Indirectos de Fabricación (CIF). Los Costos de Directos de Fabricación (CDF) está compuesto por el Costo de Material Directo (CMD) y el Costo de Mano de Obra Directa (CMOD).

Formulas:

- *Costo de Material Directo (CMD) =  $\sum_{k=0}^n (\text{costo de material unitario}) \times \text{cantidad}$*

- *Costo de Mano de Obra Directa (CMOD) =*

$$\sum_{k=0}^n (\text{minxop}) \times \text{costo unitario operario elaboración/segundo} +$$

$$\sum_{k=0}^n (\text{minxop}) \times \text{costo unitario operario dosificado/segundo} +$$

$$\sum_{k=0}^n (\text{minxop}) \times \text{costo unitario operario envasado/segundo} +$$

$$\sum_{k=0}^n (\text{minxop}) \times \text{costo unitario operario acabado/segundo} +$$

- *Costo Directo de Fabricación (CDF) = (CMD) + (CMOD)*

- *Costo Indirecto de Fabricación (CIF) =  $\sum_{k=0}^n (\text{costo total indirecto}) \times \% \text{consumo}$*

#### **4.1.1. Determinación del Estado de Ganancias y Pérdidas (EGP)**

**4.1.1.1. EGP Hasta la Utilidad Bruta de la Situación Inicial.** Se determinan los costos Directos, Indirectos y de Fabricación Mensual, en nuevos soles (S/.), sin aplicar la mejora. La tabla adjunta resume los costos en la situación inicial (AS IS).

**Tabla 2***Costos de fabricación mensual de la Situación Inicial (AS IS)*

LÍNEA DE PRODUCTO	Suma de Costos Directos Pre-Test	Suma de Costos Indirectos Pre-Test	Suma de Costos Fabricación Pre-Test
QUESO CREMA TIPO BARRA	S/ 8,667	S/ 2,393	S/ 11,060
QUESO CREMA UNTABLE	S/ 12,433	S/ 3,280	S/ 15,713
QUESO GOURMET	S/ 16,200	S/ 4,053	S/ 20,253
SALSAS	S/ 6,400	S/ 1,700	S/ 8,100
UNTAQUESOS	S/ 9,300	S/ 2,507	S/ 11,807
QUESO FRESCO	S/ 26,900	S/ 7,240	S/ 34,140
MANJAR	S/ 18,333	S/ 4,900	S/ 23,233
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>S/ 98,233</b>	<b>S/ 26,073</b>	<b>S/ 124,307</b>

*Nota:* Fuente empresa y elaboración propia

A continuación, determinamos la utilidad bruta sin aplicar la mejora:

**Tabla 3***EGP Proyectado en la Situación Inicial (AS IS)*

CONCEPTO	MES	AÑO
VENTA	S/502,911	S/6,034,934
COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA	-S/5,742	-S/68,902
COSTO DE MATERIALES DIRECTOS	-S/92,492	-S/1,109,898
COSTO INDIRECTO DE FABRICACIÓN (FIJO)	-S/5,215	-S/62,576
COSTO INDIRECTO DE FABRICACIÓN (VARIABLE)	-S/20,859	-S/250,304
<b>Utilidad Bruta</b>	<b>S/378,605</b>	<b>S/4,543,254</b>

*Nota.* Fuente empresa y elaboración propia

**4.1.1.2. EGP Hasta Utilidad Bruta con Implementación de Mejora.** Las ventas proyectadas son las mismas, es decir, S/ 502,911.

A continuación, calculamos los Costos Directos, Indirectos y de Fabricación Mensual, en nuevos soles (S/.), considerando la mejora (TO BE)

**Tabla 4**

*Costos de fabricación mensual con la mejora (TO BE)*

LÍNEA DE PRODUCTO	Suma de Costos Directos Pre-Test	Suma de Costos Indirectos Pre-Test	Suma de Costos Fabricación Pre-Test
QUESO CREMA TIPO BARRA	S/ 6,237	S/ 1,689	S/ 7,926
QUESO CREMA UNTABLE	S/ 8,670	S/ 2,283	S/ 10,953
QUESO GOURMET	S/ 11,290	S/ 2,865	S/ 14,155
SALSAS	S/ 4,551	S/ 1,232	S/ 5,783
UNTAQUESOS	S/ 6,518	S/ 1,778	S/ 8,295
QUESO FRESCO	S/ 18,904	S/ 5,090	S/ 23,994
MANJAR	S/ 12,850	S/ 3,486	S/ 16,336
<b>Suma Total</b>	<b>S/ 69,019</b>	<b>S/ 18,423</b>	<b>S/ 87,442</b>

*Nota.* Fuente empresa y elaboración propia

A continuación, determinamos la utilidad bruta habiéndose aplicado la mejora:

**Tabla 5**

*EGP Proyectado con la mejora (TO BE)*

CONCEPTO	MES	AÑO
VENTA	S/502,911	S/6,034,934
COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA	-S/2,984	-S/35,810
COSTO DE MATERIALES DIRECTOS	-S/66,035	-S/792,418
COSTO INDIRECTO DE FABRICACIÓN (FIJO)	-S/3,685	-S/44,216
COSTO INDIRECTO DE FABRICACIÓN (VARIABLE)	-S/14,739	-S/176,864
<b>Utilidad Bruta</b>	<b>S/415,469</b>	<b>S/4,985,627</b>

*Nota.* Fuente empresa y elaboración propia

Como podemos ver, la utilidad bruta esperada con la mejora es mayor a la que se hubiera logrado sin el balance de línea mejorado, lo que justifica la mejora y los supuestos realizados, ya que se obtiene un ahorro de S/. 442,380 anual por reducción de costos de mano de obra y los costos indirectos de fabricación.

#### **4.2. Análisis Costo – Beneficio**

El cálculo y análisis de la relación Costo-Beneficio (B/C); está diseñado para determinar la rentabilidad comparando directamente los beneficios y los costos. Para calcular la relación (B/C), primero encontramos la suma de los beneficios y la dividimos por la suma de los costos. Para concluir el estudio de factibilidad del proyecto, según este método, se debe considerar una comparación de la relación B/C, la cual debe ser mayor a 1.

##### **4.2.1. Determinación de costo beneficio (B/C) de la situación inicial**

Determinación de B/C, respecto a la mano de obra, de acuerdo a las ventas, según la situación inicial donde se tienen los siguientes datos: (Ventas: S/. 502,911 | CF: Inicial: S/. 124,307).

B/C (Inicial):        S/. 502,911/ S/. 124,307                      B/C (Inicial):        4.045

##### **4.2.2. Determinación de costo beneficio (B/C) de situación mejorada**

Determinación de B/C, respecto a la mano de obra, de acuerdo a las ventas, según la situación inicial actual (Ventas: S/. 502,911 | CF con la mejora: S/. 87,442)

B/C (Mejora):        S/. 502,911/ S/. 87,442                      B/C (Mejora):        5.751

De los resultados del cálculo beneficio/costo, se observa una mejora significativa en la relación B/C entre la situación inicial y la mejorada. En la situación inicial revela una relación de 4.045, esto significa que, por cada sol invertido en los

costos de fabricación, se generan 4.045 soles en ventas. Al comparar esto con la situación mejorada, donde el B/C asciende a 5.751, se observa una mejora significativa en la eficiencia. La reducción de los costos de fabricación a S/. 87,442 (desde los S/. 124,307 iniciales) permite que cada sol invertido genere ahora 5.751 soles en ventas. por lo que, la mejora implementada incrementa la rentabilidad relativa de la mano de obra en relación con las ventas, indicando una gestión de costos más eficiente.

### 4.3. Análisis Estadístico de comparación

Un análisis estadístico comparó el estado inicial (AS IS) con el estado posterior al balanceo de línea (TO BE). Los datos de las líneas de producción, que se encuentran en las tablas 14 y 15 del Anexo, se analizaron con un programa estadístico, cuyo informe se detalla a continuación:

#### 4.3.1. Análisis de confiabilidad de los instrumentos

**Tabla 6**

*Grados de fiabilidad de un instrumento según George y Mallery, (2003).*

<b>Grado de Fiabilidad</b>	<b>Rangos</b>
<b>Excelente</b>	≥ .90
<b>Bueno</b>	≥ .80
<b>Aceptable</b>	≥.70
<b>Cuestionable</b>	≥ .60
<b>Pobre</b>	≥ .50
<b>Inaceptable</b>	< .50

*Nota.* Información de la confiabilidad. Fuente: George y Mallery, 2003. George, D. y Mallery, P. (2003). SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 update (4<sup>a</sup> Ed.). Boston: Allyn & Bacon.

Para el análisis de confiabilidad de los instrumentos, se tomó la prueba de test y retest para las variables y dimensiones, para costos fabricación tuvo una correlación de 0.997, para los costos directos (0.995) y para los costos indirectos (0.998), lo cual según la tabla de fiabilidad de George y Mallery (2003), son una excelente confiabilidad.

#### 4.3.2. Estadística Descriptiva

**Tabla 7**

*Estimación de costos para el Pre Test (en soles)*

	<b>Costos de fabricación</b>	<b>Costos directos</b>	<b>Costos indirectos</b>
<b>Media</b>	S/.2,437.31	S/.1,926.15	S/.511.24
<b>Desviación</b>	S/.842.72	S/.669.50	S/.173.87
<b>Coefficiente de variabilidad</b>	34.57%	34.75%	34.01%

*Nota.* Elaborado a través del SPSS 26

**Tabla 8**

*Estimación de costos para el Post Test (en soles)*

	<b>Costos de fabricación</b>	<b>Costos directos</b>	<b>Costos indirectos</b>
<b>Media</b>	S/.1,714.47	S/.1353.32	S/.361.25
<b>Desviación</b>	S/.587.58	S/.467.03	S/.121.37
<b>Coefficiente de variabilidad</b>	34.27%	34.50%	33.59%

*Nota.* Elaborado a través del SPSS 26

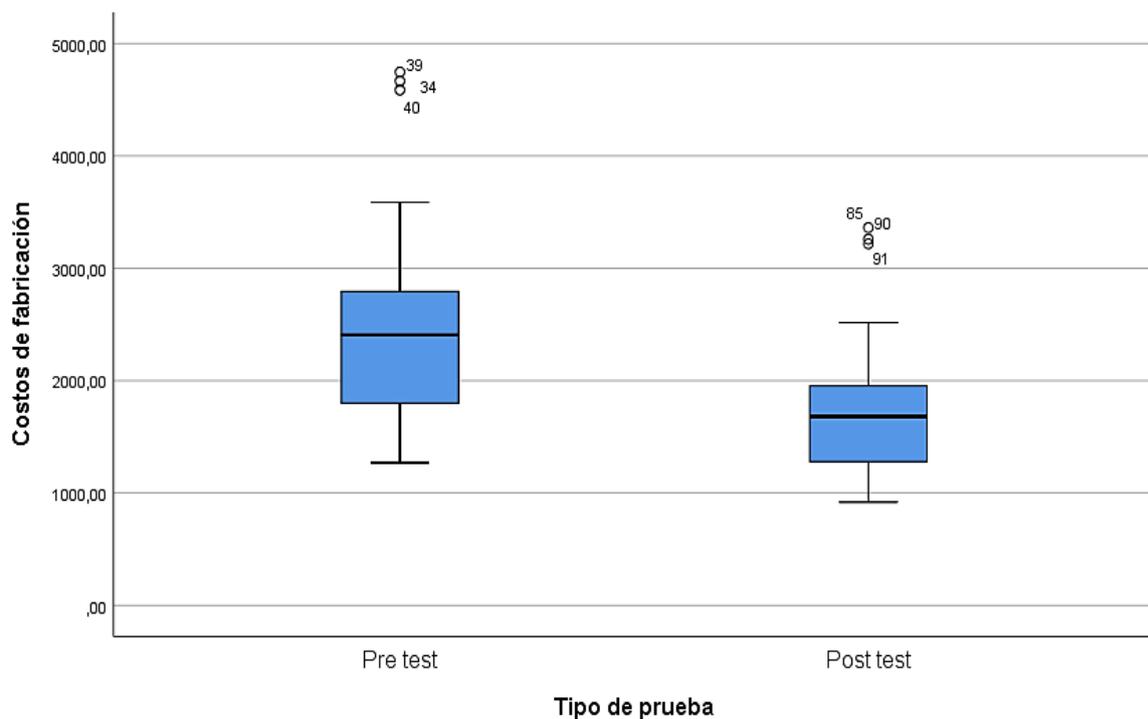
Según los resultados de las tablas anteriores, los costos de fabricación para el proceso de productos de la empresa, donde los estadísticos como media, desviación y el coeficiente de variabilidad, se aprecian las diferencias en ambos momentos. Es decir, que los costos de fabricación, directos e indirectos son mayores en el pre test

(AS IS) que en el post test (TO BE), ello como consecuencia de la implementación de la metodología de balanceo de línea.

Desde la perspectiva de los coeficientes de variabilidad, se muestra que variabilidades similares moderadas representando una desviación de un tercio de la media en todos los costos.

### Figura 7

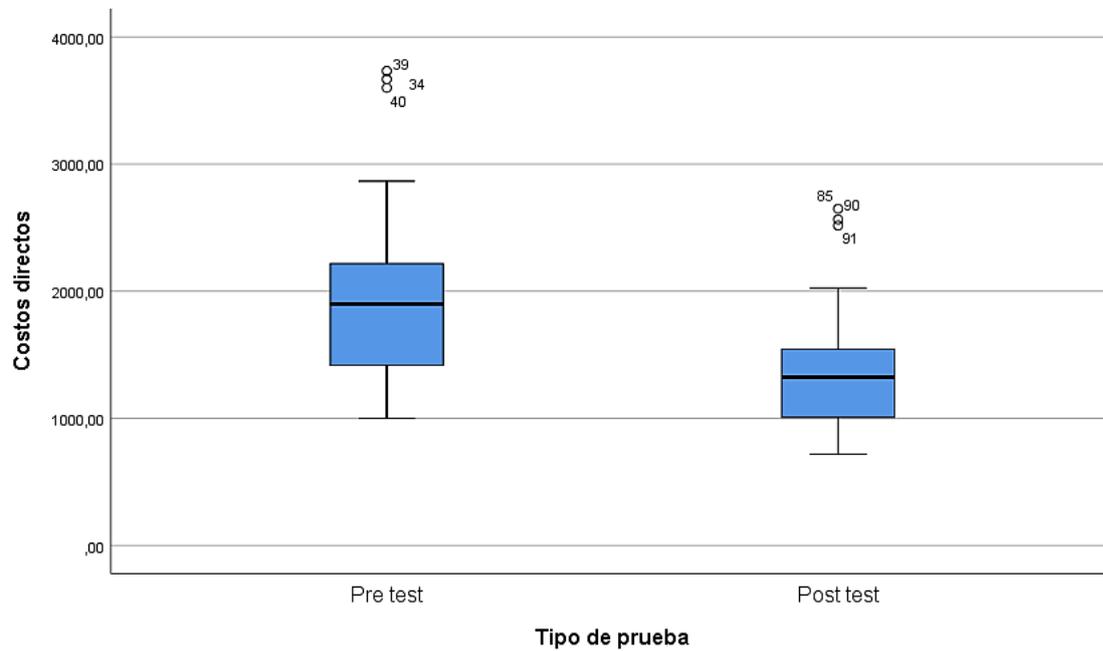
*Diagrama de Cajas para los costos de fabricación*



De la figura, se visualiza que los costos de fabricación en el post test, es luego de la implementación, son menores que los costos de fabricación del pre test.

**Figura 8**

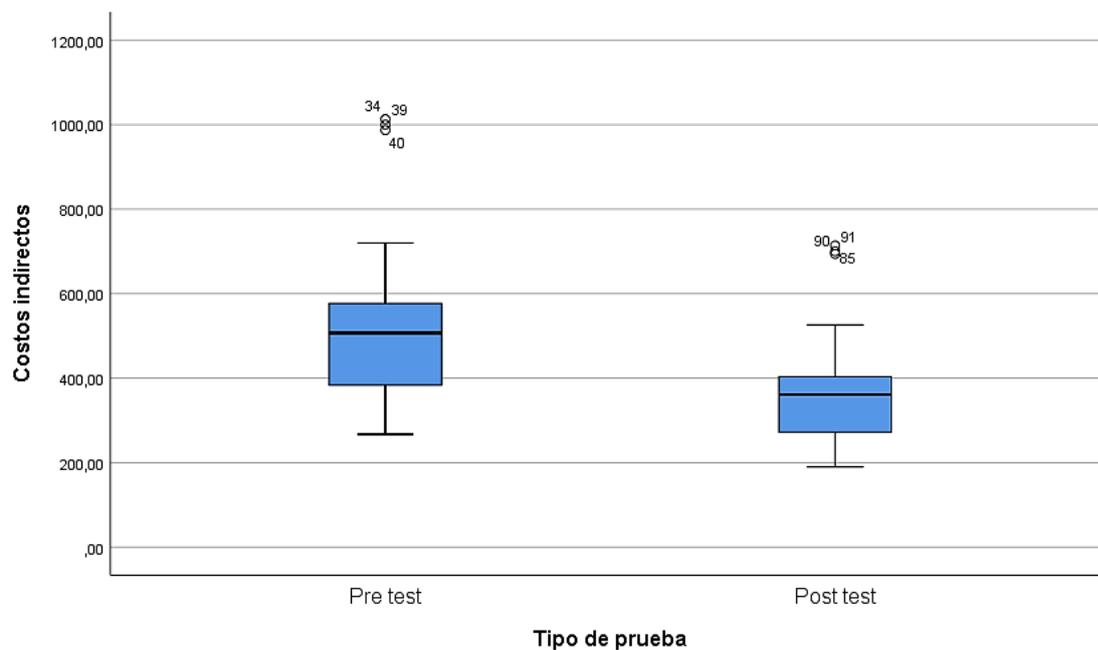
*Diagrama de Cajas para los costos directos*



De la figura anterior, podemos visualizar que los costos directos en el post test, es luego de la implementación, son menores que los costos directos del pre test.

**Figura 9**

*Diagrama de Cajas para los costos indirectos*



De la figura anterior, podemos visualizar que los costos indirectos en el post test, es luego de la implementación, son menores que los costos indirectos del pre test.

#### 4.3.3. Prueba de Normalidad

H0: Las distribuciones son normales

H1: Alguna de las distribuciones no normales

Nivel de significación: 0.05

Criterio: Si sig. < 0.05, entonces se rechaza la H0, caso contrario se acepta.

**Tabla 9**

*Resultados de prueba de normalidad*

Concepto	Tipo de prueba	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Criterio
		Estadístico	gl	Sig.	Sig<0.05
Costos directos	Pre test	,105	51	,200*	Normal
	Post test	,101	51	,200*	Normal
Costos indirectos	Pre test	,119	51	,067	Normal
	Post test	,132	51	,026	No normal
Costos de fabricación	Pre test	,108	51	,195	Normal
	Post test	,114	51	,096	Normal

De acuerdo a los resultados de la tabla anterior, los resultados de la prueba de normalidad de Kolmogorov -Smirnov por ser mayor a 50 datos, el SIG de la prueba es mayor a 0.05, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y se acepta la alternativa, se concluye que todas las distribuciones son normales. Para el caso de comparación de grupos independientes, se utilizará la prueba de T de Student para muestras independientes.

#### 4.3.4. Prueba de Hipótesis general

H0: Con el Balanceo de Línea no se reducen los Costos de Fabricación en el Área de Producción de una industria láctea.

H1: Con el Balanceo de Línea se reducen los Costos de Fabricación en el Área de Producción de una industria láctea.

Nivel de significación :0.05

Criterio de la prueba: Si sig. < 0.05. se rechaza la H0, caso contrario se acepta.

**Tabla 10**

*Prueba de muestras independientes en los costos de fabricación*

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Costos de fabricación	Se asumen varianzas iguales	4,63	,034	5,025	100	,000	722,84314	143,85656	437,43581	1008,25046
	No se asumen varianzas iguales			5,025	89,3	,000	722,84314	143,85656	437,01737	1008,66891

De acuerdo a los resultados de la tabla anterior, al haberse aplicado la prueba de T de Student, debido que son distribuciones normales y muestras independientes, se aplicó el procedimiento de la estadística paramétrica, los resultados arrojaron que el sig=0.000<0.05, siendo significativa, por lo que se rechaza la H0 y aceptamos la alternante, en ese sentido, existen diferencias en el antes y después de la aplicación de la metodología, se concluye que mediante el Balanceo de Línea se reducen los Costos de Fabricación en el Área de Producción de una industria láctea.

#### 4.3.5. Prueba de Hipótesis específica 1

H0: Con el Balanceo de Línea no se reducen los Costos Directos de fabricación en el área de producción de una industria láctea

H1: Con el Balanceo de Línea se reducen los Costos Directos de fabricación en el área de producción de una industria láctea

Nivel de significación :0.05

Criterio de la prueba: Si sig. < 0.05. se rechaza la H0, caso contrario se acepta.

**Tabla 11**

*Prueba de muestras independientes en costos directos de fabricación*

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Costos Directos	Se asumen varianzas iguales	4,806	,031	5,011	100	,000	572,78431	114,3057	346,0049	799,56366
	No se asumen varianzas iguales			5,011	89,345	,000	572,78431	114,3057	345,6733	799,89533

Según los resultados de la Tabla anterior, al haberse aplicado la prueba de T de Student, debido que son distribuciones normales y muestras independientes, se aplicó el procedimiento de la estadística paramétrica, los resultados arrojaron que el sig=0.000<0.05, siendo significativa, por lo que se rechaza la H0 y aceptamos la alternante, en ese sentido, existen diferencias en el antes y después de la aplicación de la metodología, se concluye que mediante Balanceo de Línea se reducen los Costos directos en el área de producción de una industria láctea.

#### 4.3.6. Prueba de Hipótesis específica 2

H0: Con el Balanceo de Línea no se reducen los Costos Indirectos de Fabricación en el Área de Producción de una industria láctea.

H1: Con el Balanceo de Línea se reducen los Costos Indirectos de Fabricación en el Área de Producción de una industria láctea.

Nivel de significación :0.05

Criterio de prueba: Si sig. <0.05. se rechaza la H0, caso contrario se acepta.

**Tabla 12**

*Prueba de muestras independientes en costos indirectos de fabricación*

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Costos indirectos	Se asumen varianzas iguales	3,904	,051	5,051	100	,000	149,98039	29,69236	91,07159	208,889
	No se asumen varianzas iguales			5,051	89,379	,000	149,98039	29,69236	90,98575	208,975

De acuerdo a los resultados de la Tabla anterior, al haberse aplicado la prueba de T de Student, debido que son distribuciones normales y muestras independientes, se aplicó el procedimiento de la estadística paramétrica, los resultados arrojaron que el sig=0.000<0.05, siendo significativa, por lo que se rechaza la H0 y aceptamos la alternante, en ese sentido, existen diferencias en el antes y después de la aplicación de la metodología, se concluye que mediante el Balanceo de Línea se reducen los Costos Indirectos de Fabricación en el Área de Producción de una industria láctea.

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo a las evidencias encontradas, se cumplieron el objetivo general y específicos planteados, se redujeron los costos de fabricación, comprobándose la hipótesis general de la investigación, al haberse aplicado la prueba de T de Student, debido que son distribuciones normales y muestras independientes, se utilizó un procedimiento de la estadística paramétrica, arrojando un  $\text{sig}=0.000<0.05$ , demostrando diferencias significativas en los costos de fabricación, generado la optimización del balanceo de línea. En concordancia de lo que indican, Chase et al. (2009) sobre el balanceo de línea, dada como una asignación de tareas a estaciones de trabajo en una línea de producción, minimizando tiempos ociosos y maximización de la producción, también, Stevenson y Ozgur (2018) consideraron que es un proceso de igualar el tiempo de trabajo para cada estación en la línea de producción logrando un flujo continuo y eficiente. En líneas generales, en la presente investigación, se logró optimizar la carga de trabajo entre las diferentes estaciones de la línea de fabricación, minimizando los tiempos de inactividad o tiempos muertos y maximizando la eficiencia global del proceso de fabricación. Como consecuencia de ello se logró reducir los costos de fabricación de S/. 2,437.14 a S/.1,714.47 en promedio, para la fabricación de 51 productos (tamaño de la muestra), obteniéndose un ahorro de S/.722.67 por producto, representando un ahorro total de S/. 36,864.00, por haber optimizado cada una de las líneas de producción, se minimizó la cantidad de tiempos

y recursos necesarios para fabricar una unidad, lo que redujo dichos costos de producción. Para el proceso, se analizó la línea de fabricación identificando las estaciones de trabajo, así como las tareas que se realizan en cada una y el tiempo que se necesita para completar cada tarea. Se determinaron la cantidad de unidades que se necesitan producir por unidad de tiempo en horas. Se asignaron tareas en las estaciones teniendo en cuenta el tiempo necesario para completarlas y asegurando que exista una carga de trabajo similar, logrando el balance requerido. Por lo que se logró mejorar la eficiencia de la línea, ajustando la distribución de tareas y el tiempo de ciclo de cada estación, corrobora con los conceptos de Taha (2017). Asimismo, coincidiendo con Aguirre y Arroyo (2024), en su empresa dedicada a la elaboración de alimentos balanceados, redujo sus costos, aumentando su producción y cumpliendo con sus clientes. Con una muestra del 2022, evidenció una reducción de costos en exceso, en un 48% equivaliendo por S/ 2,151,916.58. En el estudio de Chigne y Mariños (2021) aplicaron el balance de línea incrementando la eficiencia en la línea de producción de mango en cubos, lograron aumentar de la eficiencia en la línea de proceso en un 16%, redujeron tiempos muertos y determinaron un número óptimo de operarios por etapa del proceso; recomendaron monitorear el impacto de la implementación del balance de líneas, donde se resalta la importancia de optimizar los procesos de producción y la asignación de recursos para reducir costos, corroborando con la reducción de costos en la industria de alimentos. Por otro lado, en la industria textil, el caso de Sedano (2021) que investigó el balance de línea afectando la productividad en la confección textil. Realizaron una investigación cuasi experimental, logró mejorar en 36.04% en la productividad, incrementaron la eficiencia y eficacia del 22.26% y 19.95% respectivamente. Este estudio respalda la investigación demostrando que el balance de línea mejora la productividad y reduce

los costos en una industria con procesos similares a los de la industria láctea. En el estudio de Tafur (2020) incrementó la productividad y eficiencia en confecciones textiles, lograron una mejora del 47% en productividad y del 33% en eficiencia, además de reducir las horas extras. Corroborando los resultados en la presente investigación, demostrándose la mejora de la eficiencia y productividad, centrándose en la identificación y eliminación de cuellos de botella, la optimización de tareas y la reducción de tiempos muertos, evidenciándose que son aplicables a la industria láctea. También coinciden los resultados de los estudios de Gómez (2019) donde se demostró que la implementación de técnicas de balanceo de línea en una planta de procesamiento de alimentos redujo significativamente los costos de mano de obra y los tiempos de ciclo. Asimismo, Pérez (2018) encontró que la optimización del flujo de producción en una empresa de lácteos mediante el balanceo de línea condujo a una disminución en los costos de energía y mantenimiento. Podemos encontrar similitud en la reducción de los costos directos e indirectos.

Sobre los aspectos teóricos, la teoría de restricciones de Goldratt identificó y eliminó, cuellos de botella que limitan la producción. En el balanceo de línea, la TOC ayuda a identificar las estaciones de trabajo que restringen el flujo y a optimizarlas. Respecto a la Teoría de colas, analiza los tiempos de espera y las congestiones en los sistemas. Sobre el tema de la investigación, se aplica para modelar y reducir los tiempos de espera entre estaciones de trabajo, mejorando el flujo continuo (Gross et al., 2018). Por último, el Lean Manufacturing, con su enfoque en la eliminación de desperdicios, complementa el balanceo de línea al reducir los tiempos ociosos, el exceso de inventario y los movimientos innecesarios. (Womack & Jones, 2003). Estos lineamientos en general apoyan a la optimización de la distribución de tareas y la

eliminación de tiempos muertos. reducción de los costos de mantenimiento y energía, lo cual se han corroborado en la presente investigación.

Respecto a la primera hipótesis específica se afirmó que el Balanceo de Línea se reducirán los Costos de Mano de Obra en el área de producción de una industria láctea, comprobándose la hipótesis específica 1 de la investigación, al haberse aplicado la prueba de T de Student, debido que son distribuciones normales y muestras independientes, se aplicó el procedimiento de la estadística paramétrica, los resultados arrojaron que el  $\text{sig}=0.000 < 0.05$ , demostrando diferencias significativas en los costos directos, generado la optimización del balanceo de línea. En la presente investigación, se logró optimizar la mano de obra a través los salarios y prestaciones de los trabajadores que participan directamente en el proceso de producción. La optimización de la mano de obra directa es crucial para reducir los tiempos ociosos y maximizar la eficiencia. (Chase et al., 2009). Como consecuencia de ello se logró reducir los costos directos de S/. 1,926.15 a S/.1,353.32 en promedio, para la fabricación de 51 productos (tamaño de la muestra), obteniéndose un ahorro de S/.572.78 por producto, representando un ahorro total de S/. 29,214.35, por haber optimizado la mano de obra directa, reduciéndose los tiempos ociosos y maximizando la eficiencia, se minimizó el desperdicio de materiales, optimizo el uso de herramientas o equipos específicos para la fabricación, así como otros gastos directamente atribuibles al proceso productivo, lográndose ahorros significativos en los costos de fabricación, en concordancia con Aguirre y Arroyo (2024).

Respecto a la segunda hipótesis específica se afirmó que el Balanceo de Línea reducen los Costos indirectos en el área de producción de una industria láctea, comprobándose la hipótesis específica 2 de la investigación, al haberse aplicado la prueba de T de Student, debido que son distribuciones normales y muestras

independientes, se aplicó el procedimiento de la estadística paramétrica, los resultados arrojaron que el  $\text{sig}=0.000 < 0.05$ , demostrando diferencias significativas en los costos indirectos, generado la optimización del balanceo de línea. En la presente investigación, se logró optimizar los costos indirectos, como los gastos de mantenimiento, energía y supervisión, que afectan la eficiencia general de la línea de producción. También se redujo los tiempos de inactividad, desperdicio de energía y necesidad de mayor supervisión en concordancia con Stevenson y Ozgur (2018). Como consecuencia de ello se logró reducir los costos indirectos de S/. 511.24 a S/.361.25 en promedio, para la fabricación de 51 productos (tamaño de la muestra), obteniéndose un ahorro de S/.149.87 por producto, representando un ahorro total de S/. 7,650.00, por haberse reducido los tiempos de inactividad, desperdicio de energía, reducción de costos de mano de obra indirecta y los gastos generales de fabricación. En concordancia con el estudio de Espinoza y Chávez (2019) aplicó en su estudio el balance de línea para el incremento de la productividad en el área de ensamblaje de cocinas donde incremento un 37% en el indicador SCRAP y del 22% en REWORK, optimizándose los costos indirectos, con la reducción el desperdicio de energía y los gastos generales. Siendo concordante para la presente investigación, ya que demuestra cómo el balance de línea puede mejorar la productividad y genera beneficios económicos en una industria con procesos de producción similares a los de la industria láctea, donde se hace notoria la importancia de optimizar los procesos de producción y la asignación de recursos para reducir costos, lo cual es relevante para mi investigación sobre la reducción de costos en la industria láctea. De lo anterior, podemos deducir que el balance de línea puede ser aplicado en una industria diferente a la láctea, por la versatilidad de la metodología y su aplicación en diferentes contextos.

## Discusión respecto a los otros indicadores

El balance de línea es una técnica de bastante frecuencia en sector industrial y de manufactura, sin embargo en el rubro lácteo y en contextos específicos a nivel de pequeñas empresas no existen investigaciones disponibles, pero se ha encontrado investigaciones en otros sectores, tal es el caso de Díaz (2010) que demostró que aplicando nuevos modelos de distribución de recursos mediante el balance de línea aplicada al proceso de fabricación de electrodomésticos para línea blanca obtuvo una importante reducción de costos, con una inversión de \$ 159,831 y beneficios de \$ 2,500,000 y un ratio de beneficio costo (B/C) de 15.64. este hallazgo permite demostrar que la técnica del balance de línea es aplicable para la industria manufacturera en general porque en el sector lácteo también se llegó al mismo resultado en términos de tendencia, más allá del monto de ahorro específico.

Asimismo, en la investigación de Quispe (2015) el cual, al aplicar el balance de línea para la mejora de procesos en una empresa manufacturera de calzado, logra un incremento en la producción del 30%, generando un ingreso de S/. 55,680 anuales por pares incrementados y un ahorro de S/. 63,360 anuales por el reproceso, y un ratio de beneficio costo (B/C) igual 1.64 generando un buen ratio de beneficio/costo.

Ante este contexto descrito líneas arriba se recomienda que para la aplicación del balance de línea se implemente también las siguientes estrategias, teoría de las restricciones y programación lineal, dado que permite el mejoramiento de los resultados y genera beneficios.

## VI. CONCLUSIONES

- 6.1. En la investigación se redujeron los costos de fabricación, comprobándose la hipótesis general de la investigación, al haberse aplicado la prueba de T de Student, debido que son distribuciones normales y muestras independientes, se utilizó un procedimiento de la estadística paramétrica, arrojando un  $\text{sig}=0.000<0.05$ , demostrando diferencias significativas en los costos de fabricación, generado la optimización del balanceo de línea. Se logró reducir los costos de fabricación de S/. 2,437.14 a S/.1,714.47 en promedio, para la fabricación de 51 productos (tamaño de la muestra), obteniéndose un ahorro de S/.722.67, por producto, representando un ahorro total de S/. 36,864.00, por haber optimizado la línea, se minimizó la cantidad de tiempos y recursos necesarios para fabricar una unidad, lo que redujo dichos costos de producción.
- 6.2. Se afirmó que el Balanceo de Línea reduzca los Costos de Directos Fabricación en el área de producción de una industria láctea, comprobándose la hipótesis específica 1 de la investigación, al haberse aplicado la prueba de T de Student, debido que son distribuciones normales y muestras independientes, se aplicó el procedimiento de la estadística paramétrica, los resultados arrojaron que el  $\text{sig}=0.000<0.05$ , demostrando diferencias significativas en los costos directos, generado la optimización del balanceo de línea. se logró reducir los costos directos de S/. 1,926.15 a S/.1,353.37 en promedio, para la fabricación de 51

productos (tamaño de la muestra), obteniéndose un ahorro de S/.572.78 por producto, representando un ahorro total de S/. 29,214.0, por haber optimizado la mano de obra directa, reduciéndose los tiempos ociosos y maximizando la eficiencia, se minimizó el desperdicio de materiales.

6.3. Se afirmó que el Balanceo de Línea reducen los Costos indirectos en el área de producción de una industria láctea, comprobándose la hipótesis específica 2 de la investigación, al haberse aplicado la prueba de T de Student, debido que son distribuciones normales y muestras independientes, se aplicó el procedimiento de la estadística paramétrica, los resultados arrojaron que el  $\text{sig}=0.000<0.05$ , demostrando diferencias significativas en los costos indirectos, generado la optimización del balanceo de línea. Se logró reducir los costos indirectos de S/. 511.24 a S/.361.37 en promedio, para la fabricación de 51 productos (tamaño de la muestra), obteniéndose un ahorro de S/.149.87 por producto, representando un ahorro total de S/. 7,650.00, por haberse reducido los tiempos de inactividad, desperdicio de energía, reducción de costos de mano de obra indirecta y los gastos generales de fabricación.

6.4. Con base en el avance de la investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Con el Balanceo de Línea se logra reducir los costos directos en S/ 350,572 anual en el área de producción en la industria láctea.
- La aplicación del Balance de Línea permitió demostrar que es una estrategia efectiva para la reducción de los costos Indirectos de fabricación con un ahorro anual de S/ 91,800 en el área de producción de una industria láctea.

- La estrategia por "Receta de Producción" para unidades de producción permite cálculos de producción más precisos y la capacidad de calcular los resultados correspondientes a 1 unidad de producto utilizando lotes de producción mensuales calculados bajo demanda. , donde se realizan cálculos de productividad y se fija una comparación de resultados al final de la situación inicial (AS IS) versus la situación mejorada (TO BE) considerando la metodología de esta investigación de "pre prueba – post prueba".
- Para lograr una mayor efectividad en la aplicación del balance de línea, se requiere previo identificar, definir y analizar los factores principales o esenciales relacionados con la reducción de costos, la estandarización de procesos, la inversión inicial, el cumplimiento de la demanda pedidos y el tiempo de entrega.
- Mediante la aplicación del balance de línea, se aumenta la productividad para producir cantidades precisas para satisfacer la demanda con recursos de mano de obra mínimos, lo que reduce las horas de mano de obra.
- Mediante la aplicación del balance de línea se reducen los costos de producción, con la cual la utilidad aumenta en S/. 442,372.46 debido a la reducción de los costos directos e indirectos de fabricación.

## VII. RECOMENDACIONES

- 7.1. Establecer los KPIs (Key Performance Indicators) son indicadores clave de desempeño que se utilizan para monitorear la eficiencia de la línea, como el tiempo de ciclo, el tiempo de inactividad y la producción por hora. Realizar revisiones periódicas para identificar y abordar posibles cuellos de botella o ineficiencias. Capacitar a los trabajadores en múltiples tareas para aumentar la flexibilidad y reducir el tiempo de inactividad.
- 7.2. Implementar principios Lean para eliminar el desperdicio y mejorar la eficiencia en toda la línea de producción. Utilizar herramientas como 5S, Kaizen y value stream mapping para identificar y eliminar ineficiencias. Fomentar la comunicación abierta con los trabajadores de la línea para obtener información sobre posibles mejoras.
- 7.3. Realiza un mantenimiento preventivo regular para evitar averías y tiempos de inactividad. Establecer KPIs específicos para los costos indirectos, como el consumo de energía por unidad producida, los costos de mantenimiento por hora de producción y los gastos de supervisión por unidad producida.
- 7.4. Esta técnica es aplicable todavía para pequeñas y medianas industrias que usen mano de obra intensiva, se recomienda previo hacer una definición precisa de los elementos y variables identificados, y una efectiva cuantificación para obtener resultados confiables.

- 7.5. Es también aplicable a industrias con tecnología automatizado, pero se recomienda establecer e identificar bien las fases de producción, en la que se calcula cada cantidad producida utilizando un recurso para que luego se puedan encontrar comparaciones y/o diferencias en los resultados.
- 7.6. Se recomienda también trabajar con el personal independientemente de su cargo; por ejemplo, para aumentar la productividad, se debe aumentar la conciencia o sensibilizar a la gerencia y los trabajadores que son los ejecutores de los procesos, la efectividad del trabajo en conjunto entre la gerencia y los trabajadores en la implementación del balance de línea se obtendrá importantes ahorros de energía y la optimización del aprovechamiento de los activos y/o recursos.
- 7.7. Es necesario identificar todos los factores y procesos posibles para determinar algunas otras alternativas de mejora que correspondan a la situación real de la empresa y al entorno en el que se desenvuelve, teniendo en cuenta la mayor o menor importancia después de que hayan sido determinadas por la empresa.
- 7.8. Se recomienda implementar en las empresas manufactureras el método de balance de línea con la finalidad de optimizar la productividad en las operaciones de fabricación teniendo en consideración siempre, la calidad de la mano de obra, es decir trabajadores calificados y con aptitud para estas tareas.

## VIII. REFERENCIAS

- Aguilar, H. (2022). *Equilibrado de líneas de montaje en paralelo con estaciones multilínea y dimensionado de buffers*. [Estudio doctoral. Universidad técnica de Cataluña].  
<https://upcommons.upc.edu/server/api/core/bitstreams/c3ea91f0-28fd-45f6-a415-b7aaff7d73a6/content>
- Asencio, K. (2017). *Propuesta de mejora del proceso de empaque en la planta fresco para incrementar la rentabilidad en la empresa Danper Trujillo SAC*. [Estudios de pregrado. Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN.  
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13236/Asencio%20Cobian,%20Karen%20Ivonne.pdf?sequence=8>
- Carmartin, M. (2020). *Costos Productivos* (2da ed.). McGraw Hill.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2009). *Operations and Supply Chain Management* (12th ed.). McGraw-Hill Education.
- Gupta, P., & Kumar, U. (2010). Performance of Indian Manufacturing in the Post Reform Period. *Entrepreneurship & Economics eJournal*.  
<https://doi.org/10.2139/ssrn.1608663>.
- Espinoza, E. E., & Chávez, R. A. (2019). *Aplicación del estudio del trabajo y balance de línea para mejorar la productividad en el área de ensamblaje de cocinas de la empresa BSH Electrodomésticos S.A.C*. [Tesis de pregrado,

- Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional de la Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/20019>
- Goldratt, E. and Cox, J. (2004), *The Goal: A Process of Ongoing Improvement*, Third Revised Edition. North River Press. [https://www.homeworkforyou.com/static\\_media/uploadedfiles/The%20Goal%20A%20Process%20of%20Ongoing%20Improvement%2030th.pdf](https://www.homeworkforyou.com/static_media/uploadedfiles/The%20Goal%20A%20Process%20of%20Ongoing%20Improvement%2030th.pdf)
- Groover, M. P. (2022). *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing* (5th ed.). Pearson Education.
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI (2017). *Política Nacional de Protección y Defensa del Consumidor - Plan Nacional de Protección de los Consumidores 2017 – 2020*. Elaborado por Dirección de la Autoridad Nacional de Protección del Consumidor del Indecopi. <https://repositorio.indecopi.gob.pe/item/3d83a9eb-433e-46eb-8bc8-f6857ad2971b>
- Jiménez, S. (2018). *Balanceo de cargas de trabajo para mejorar los trabajos de producción (Caso: Empresa Expresso Mágico)*. [Estudios de pregrado. Universidad Autónoma de Estado de México].
- Ministerio de la Producción - PRODUCE (2016). *Estudio de la situación actual de las Empresas Peruanas. Los determinantes de su productividad y orientación exportadora Análisis basado en los resultados de la Primera Encuesta Nacional de Empresas 2015*. Editorial Oficina General de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos. <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/shortcode/oee-documentos->

[publicaciones/publicaciones-anuales/item/790-estudio-de-la-situacion-actual-de-las-empresas-peruana](#)

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego – MIDAGRI (2022). *Boletín estadístico mensual. El agro en cifras. Dirección general de estadística.*  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4131407/Bolet%C3%ADn%20Mensual%20%22El%20Agro%20en%20Cifras%22%20-%20Diciembre%202022.pdf?v=1676570940>

Muñoz, D. F. (2018). *Desarrollo de un balance de línea para mejorar el flujo de producción de la línea Busstar 360 en la empresa Busscar de Colombia S.A.S.* [Tesis de pregrado, Fundación Universitaria Los Libertadores].  
 Repositorio Institucional  
<https://bffrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstreams/94fca1e8-1c38-46e8-b8e1-eff6e5b23b59/content>

Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Methods, Standards, and Work Design* (12th ed.). McGraw-Hill Education.  
[https://students.aiu.edu/submissions/profiles/resources/onlineBook/a9p7r9\\_Metodos%20estandares%20y%20diseno%20del%20trabajo.pdf](https://students.aiu.edu/submissions/profiles/resources/onlineBook/a9p7r9_Metodos%20estandares%20y%20diseno%20del%20trabajo.pdf)

Sedano (2021). *Aplicación del balance de línea para mejorar la productividad en el área de confección de una empresa textil.* [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Los Andes]. Repositorio Institucional de la UPLA.  
<http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/1947>

Tafur, M. A. (2020). *Propuesta de balance de línea para mejorar la productividad y eficiencia del módulo de pijamas en una empresa de confecciones.* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio Académico de la UTP. <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/2800>

- Tigre, F., Carrillo, S., Tubón, E., Sánchez, C., Rosero, C., & Manobanda, A. (2019). Balanceo de la Línea de Ensamble de M4 de Great Wall mediante manufactura esbelta. *Ciencia Digital*, 3(2), 289-305. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i2.267>
- Ugaldez, A. (2021). *Balance de línea del proceso de armado del escritorio modelo lineal en Edificaciones Metálicas SAVI S.A.C. para incrementar la productividad*. [Estudio de pregrado. Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo]. Repositorio de Tesis USAT. [https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4330/1/TIB\\_UgaldezLlonto pArlette.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4330/1/TIB_UgaldezLlonto%20Arlette.pdf)
- Vidondo, M. (2019). *Resolución del problema de equilibrado de líneas de montaje con uno o varios operarios en cada estación*. [Estudios de Maestría. Escuela Técnica de Ingeniería Industrial de Barcelona]. <https://upcommons.upc.edu/server/api/core/bitstreams/6208add4-7d3b-494a-8855-2eed9d842487/content>
- Yépez, I. y Doukh, N. (2021). Impacto del balanceo de cargas de trabajo en la productividad de la pequeña empresa textil de Imbabura, *Ecuad. Sci. J*, 5(3), 138–151. <https://doi.org/10.46480/esj.5.3.150>
- Womack, J. & Jones, D. (2003). Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48. <https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>. [https://www.researchgate.net/publication/200657172\\_Lean\\_Thinking\\_Banish\\_Waste\\_and\\_Create\\_Wealth\\_in\\_Your\\_Corporation/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/200657172_Lean_Thinking_Banish_Waste_and_Create_Wealth_in_Your_Corporation/citation/download)

## **IX. ANEXOS**

## Anexo A. Matriz de Consistencia

**Tabla 13**

*Matriz de consistencia*

*TÍTULO: BALANCEO DE LÍNEA PARA REDUCIR LOS COSTOS DE FABRICACIÓN EN UNA INDUSTRIA LÁCTEA DE LIMA SUR*

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES - DIMENSIÓN - INDICADORES		
PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL	VARIABLE INDEPENDIENTE (SOLUCIÓN)		
¿El Balanceo de Línea reducirá los costos de fabricación en el área de producción de una industria láctea?	Realizar el Balanceo de Línea para reducir los costos de fabricación en el área de producción de una industria láctea de Lima Sur.	Con el Balanceo de Línea se reducen los Costos de Fabricación en el Área de Producción de una industria láctea.	BALANCEO DE LÍNEA (Niebel y Freivalds (2009))		
			VARIABLE DEPENDIENTE (PROBLEMA)		
			REDUCCIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN (Polar, 2020)		
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
P.E.1: ¿El Balanceo de Línea reducirá los costos directos de fabricación en el área de producción de una industria láctea?	O.E.1: Realizar el Balanceo de Línea para reducir los costos directos de fabricación en el área de producción de una industria láctea de Lima Sur.	H.E.1: Con el Balanceo de Línea se reducen los Costos Directos de Fabricación en el Área de Producción de una industria láctea	<b>FACTORES DIRECTOS</b>	CDF: Costo Directo de Fabricación	<b>Soles</b>
P.E.2: ¿El Balanceo de Línea reducirá los costos indirectos de fabricación en el área de producción de una industria láctea?	O.E.2: Realizar el Balanceo de Línea para reducir los costos Indirectos de fabricación en el área de producción de una industria láctea de Lima Sur.	H.E.2: Con el Balanceo de Línea se reducen los Costos Indirectos de Fabricación en el Área de Producción de una industria láctea.	<b>FACTORES INDIRECTOS INSUMOS Y SUMINISTROS</b>	CIF: Costo Indirecto de fabricación	<b>Soles</b>

*Nota.* Autor Miguel Angel Salazar Huaman

## **Anexo B. Validación y Confiabilidad de Instrumento**

### **Validez del instrumento:**

La validez, de manera amplia, se define como la medida en que un instrumento refleja de manera precisa un área específica de contenido de lo que se está evaluando. (Marroquín, 2015).

### **Confiabilidad del instrumento:**

La confiabilidad de un instrumento de medición se relaciona con su capacidad para producir resultados consistentes cuando se administra en repetidas ocasiones a un mismo grupo de individuos, después de un intervalo de tiempo determinado. (Marroquín, 2015).

### **Validez y confiabilidad del instrumento de la investigación:**

Se llevarán a cabo los procedimientos descritos en los puntos 3.4 y 3.6 para analizar los datos recolectados mediante cada instrumento, con el fin de evaluar su validez y confiabilidad. Estos datos serán utilizados para diseñar e implementar una investigación que incluye pruebas preliminares y finales para validar la hipótesis de investigación. Esta hipótesis se fundamenta en la aplicación del balance de línea, utilizando la técnica de toma de tiempos para establecer los tiempos estándar.

Asimismo, hacer mención que, respecto a la validez y confiabilidad de instrumentos, se cuenta con formatos de fichas de observación los cuales poseen la validación de tres expertos doctores en los campos estadístico, metodológico y temático.

Figura 10

Certificado de validez de contenido del instrumento por el Experto 1

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO  
VARIABLE DE COSTOS DE FABRICACIÓN**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>			Relevancia <sup>2</sup>			Claridad <sup>3</sup>			Sugerencias
		M	D	A	M	D	A	M	D	A	
<b>Dimensión 1; COSTO DE MANO DE OBRA</b>											
1	Investigador			X			X			X	
2	Empresa			X			X			X	
3	Dirección			X			X			X	
4	Proceso			X			X			X	
5	Indicador			X			X			X	
6	Formula			X			X			X	
6	Periodo			X			X			X	
7	Ítem			X			X			X	
8	Producto			X			X			X	
9	Costo de mano de obra por receta (CMOR)			X			X			X	
9	Número de recetas demandas (NR)			X			X			X	
10	Costo de mano de obra mensual por producción total (CMO)			X			X			X	
<b>Dimensión 2; COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION</b>											
1	Investigador			X			X			X	
2	Empresa			X			X			X	
3	Dirección			X			X			X	
4	Proceso			X			X			X	
5	Indicador			X			X			X	
6	Formula			X			X			X	
6	Periodo			X			X			X	
7	Ítem			X			X			X	
8	Producto			X			X			X	
	Demanda de tiempo en mano de obra (Horas hombre-HH)=DTMO			X			X			X	
	Participación % del costo indirecto (P%)	X			X			X	X		
	Costo Indirecto de Fabricación (CIF)	X			X			X	X		

Observaciones: EXISTE SUFICIENCIA EN SU APLICACION

Opinión de aplicabilidad:   Aplicable [ X ]   Aplicable después de corregir [ ]   No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del Juez validador Dr. / Mg: ... Dr. LUIS ALBERTO TORRES CABANILLAS  
DNI: 08404690

Especialidad del validador: Doctor en Ingeniería (Ing. Estadístico CIP 49863)

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

24 de Marzo del 2024



Dr. LUIS ALBERTO TORRES CABANILLAS  
DNI 08404690

## Figura 11

### Certificado de validez de contenido del instrumento por el Experto 2

#### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO VARIABLE DE COSTOS DE FABRICACIÓN

Nº	DIMENSIONES / Items	Pertinencia <sup>1</sup>			Relevancia <sup>2</sup>			Claridad <sup>3</sup>			Sugerencias
		M	D	A	M	D	A	M	D	A	
<b>Dimensión 1; COSTO DE MANO DE OBRA</b>											
1	Investigador			X			X			X	
2	Empresa			X			X			X	
3	Dirección			X			X			X	
4	Proceso			X			X			X	
5	Indicador			X			X			X	
6	Formula			X			X			X	
6	Periodo			X			X			X	
7	Ítem			X			X			X	
8	Producto			X			X			X	
9	Costo de mano de obra por receta (CMOR)			X			X			X	
9	Número de recetas demandas (NR)			X			X			X	
10	Costo de mano de obra mensual por producción total (CMO)			X			X			X	
<b>Dimensión 2; COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION</b>											
1	Investigador			X			X			X	
2	Empresa			X			X			X	
3	Dirección			X			X			X	
4	Proceso			X			X			X	
5	Indicador			X			X			X	
6	Formula			X			X			X	
6	Periodo			X			X			X	
7	Ítem			X			X			X	
8	Producto			X			X			X	
	Demanda de tiempo en mano de obra (Horas hombre-HH)=DTMO			X			X			X	
	Participación % del costo indirecto (P%)	X			X			X	X		
	Costo Indirecto de Fabricación (CIF)	X			X			X	X		

Observaciones: EXISTE SUFICIENCIA EN SU APLICACION

Opinión de aplicabilidad:   Aplicable [ X ]   Aplicable después de corregir [ ]   No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador Dr. / Mg: ... Dr. LUIS MIGUEL ROMERO ECHEVARRIA

DNI: 08633338

Especialidad del validador: Doctor en Ingeniería (temático)

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

24 de Marzo del 2024

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Dr. LUIS MIGUEL ROMERO ECHEVARRIA

DNI 08633338

## Figura 12

### Certificado de validez de contenido del instrumento por el Experto 3

#### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO VARIABLE DE COSTOS DE FABRICACIÓN

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>			Relevancia <sup>2</sup>			Claridad <sup>3</sup>			Sugerencias
		M	D	A	M	D	A	M	D	A	
<b>Dimensión 1; COSTO DE MANO DE OBRA</b>											
1	Investigador			X			X			X	
2	Empresa			X			X			X	
3	Dirección			X			X			X	
4	Proceso			X			X			X	
5	Indicador			X			X			X	
6	Formula			X			X			X	
6	Periodo			X			X			X	
7	Ítem			X			X			X	
8	Producto			X			X			X	
9	Costo de mano de obra por receta (CMOR)			X			X			X	
9	Número de recetas demandas (NR)			X			X			X	
10	Costo de mano de obra mensual por producción total (CMO)			X			X			X	
<b>Dimensión 2; COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION</b>											
1	Investigador			X			X			X	
2	Empresa			X			X			X	
3	Dirección			X			X			X	
4	Proceso			X			X			X	
5	Indicador			X			X			X	
6	Formula			X			X			X	
6	Periodo			X			X			X	
7	Ítem			X			X			X	
8	Producto			X			X			X	
	Demanda de tiempo en mano de obra (Horas hombre-HH)=DTMO			X			X			X	
	Participación % del costo indirecto (P%)	X			X			X	X		
	Costo Indirecto de Fabricación (CIF)	X			X			X	X		

Observaciones: EXISTE SUFICIENCIA EN SU APLICACION

Opinión de aplicabilidad:   Aplicable [ X ]   Aplicable después de corregir [ ]   No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador Dr. / Mg: ... DR. MIGUEL ANGEL PINEDO NUÑEZ

DNI: 08257761

Especialidad del validador: Doctor en Administración (Metodólogo)

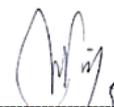
<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

24 de Marzo del 2024



DR. MIGUEL ANGEL PINEDO NUÑEZ

DNI 08257761

## Anexo C. Determinación de costos, directos, indirectos y de producción

**Tabla 14**

*Determinación de Costos Producción Mensual - PRE TEST (AS IS)*

Línea de Producto	Producto	Costos Directos Pre-Test	Costos Indirectos Pre-Test	Costos Fabricación Pre-Test
QUESO CREMA TIPO BARRA	Queso Crema Natural 5Kg	1,733	480	2,213
	Queso Crema Aro 1.36 Kg	1,800	493	2,293
	Queso Crema 1.36 Kg	1,833	500	2,333
	Queso Crema Natural 1Kg	1,633	453	2,087
	Queso Crema Natural 455g	1,667	467	2,133
QUESO CREMA UNTABLE	Queso Crema Untable Light 250g	1,967	520	2,487
	Queso Crema Untable Natural 250g	2,000	533	2,533
	Queso Crema Untable saborizado 250g	2,100	553	2,653
	Queso Crema Untable 250g	2,133	560	2,693
	Queso Crema Untable con Jamón 250g	2,067	547	2,613
	Queso Crema Untable 250g	2,167	567	2,733
QUESO GOURMET	Queso Gourmet 1 con relleno 150g	2,867	720	3,587
	Queso Gourmet 2 con relleno 150g	2,800	700	3,500
	Queso Gourmet 3 con relleno 150g	2,533	633	3,167
	Queso Gourmet 4 con relleno 150g	2,600	653	3,253
	Queso Gourmet 5 con relleno 150g	2,733	680	3,413
	Queso Gourmet 6 con relleno 150g	2,667	667	3,333
UNTAQUESOS	Untaqueso Natural 80g	1,467	400	1,867
	Untaqueso sabor 1 de 80g	1,567	420	1,987
	Untaqueso sabor 2 de 80g	1,533	413	1,947
	Untaqueso sabor 3 de 80g	1,633	433	2,067
	Untaqueso sabor 4 de 80g	1,500	407	1,907
	Untaqueso sabor 5 de 80g	1,600	433	2,033
SALSAS	Salsa saborizada 1 de 60g	1,067	280	1,347
	Salsa saborizada 2 de 60g	1,000	267	1,267
	Salsa saborizada 3 de 60g	1,100	293	1,393
	Salsa saborizada 4 de 60g	1,033	273	1,307
	Salsa saborizada 5 de 60g	1,067	287	1,353
	Salsa saborizada 6 de 60g	1,133	300	1,433
QUESO FRESCO	Queso Fresco molde 1 de 500g	2,000	533	2,533
	Queso Fresco molde 2 de 500g	2,133	567	2,700
	Queso Fresco molde 3 de 500g	1,900	507	2,407
	Queso Fresco molde 4 de 500g	2,033	540	2,573
	Queso Fresco molde 5 de 500g	3,733	1,013	4,747
	Queso Fresco molde 6 de 500g	1,933	520	2,453
	Queso Fresco molde 7 de 500g	1,967	527	2,493
	Queso Fresco molde 8 de 500g	2,067	547	2,613
	Queso Fresco Descremado 1kg	1,867	500	2,367
	Queso Fresco Entero 1kg	3,667	1,000	4,667
MANJAR	Manjar Premium 250g	1,200	333	1,533
	Manjar Premium 500g	2,333	600	2,933

Línea de Producto	Producto	Costos Directos Pre-Test	Costos Indirectos Pre-Test	Costos Fabricación Pre-Test
	Manjar saborizado 1 de 250g	1,300	353	1,653
	Manjar saborizado 2 de 250g	1,367	367	1,733
	Manjar saborizado 3 de 250g	1,267	347	1,613
	Manjar saborizado 4 de 250g	2,400	633	3,033
	Manjar saborizado 5 de 250g	1,233	340	1,573
	Manjar saborizado 6 de 250g	1,333	367	1,700
	Manjar saborizado 1 de 500g	2,467	653	3,120
	Manjar Light 250g	1,167	320	1,487
	Manjar Light 500g	2,267	587	2,853
	Suma Total Costos PRE TEST	<b>98,233</b>	<b>26,073</b>	<b>124,307</b>

**Tabla 15**

*Determinación de Costos Producción Mensual - POST TEST (TO BE)*

Línea de Producto	Producto	Costos Directos Post-Test	Costos Indirectos Post-Test	Costos Fabricación Post-Test
QUESO CREMA TIPO BARRA	Queso Crema Natural 5Kg	1,212	324	1,536
	Queso Crema Aro 1.36 Kg	1,324	345	1,669
	Queso Crema 1.36 Kg	1,310	365	1,674
	Queso Crema Natural 1Kg	1,175	319	1,494
	Queso Crema Natural 455g	1,217	336	1,552
QUESO CREMA UNTABLE	Queso Crema Untable Light 250g	1,375	361	1,736
	Queso Crema Untable Natural 250g	1,361	386	1,747
	Queso Crema Untable saborizado 250g	1,500	379	1,879
	Queso Crema Untable 250g	1,502	378	1,881
	Queso Crema Untable con Jamón 250g	1,406	388	1,794
	Queso Crema Untable 250g	1,526	391	1,917
QUESO GOURMET	Queso Gourmet 1 con relleno 150g	1,991	526	2,516
	Queso Gourmet 2 con relleno 150g	1,944	504	2,448
	Queso Gourmet 3 con relleno 150g	1,759	434	2,193
	Queso Gourmet 4 con relleno 150g	1,769	451	2,219
	Queso Gourmet 5 con relleno 150g	2,025	482	2,507
	Queso Gourmet 6 con relleno 150g	1,802	469	2,271
UNTAQUESOS	Untaqueso Natural 80g	1,011	286	1,297
	Untaqueso sabor 1 de 80g	1,103	298	1,401
	Untaqueso sabor 2 de 80g	1,080	289	1,369
	Untaqueso sabor 3 de 80g	1,167	303	1,470
	Untaqueso sabor 4 de 80g	1,014	295	1,308
	Untaqueso sabor 5 de 80g	1,143	307	1,450
SALSAS	Salsa saborizada 1 de 60g	751	206	957
	Salsa saborizada 2 de 60g	730	190	920
	Salsa saborizada 3 de 60g	803	210	1,012
	Salsa saborizada 4 de 60g	718	202	920
	Salsa saborizada 5 de 60g	757	203	960
	Salsa saborizada 6 de 60g	793	221	1,013

Línea de Producto	Producto	Costos Directos Post-Test	Costos Indirectos Post-Test	Costos Fabricación Post-Test
QUESO FRESCO	Queso Fresco molde 1 de 500g	1,351	395	1,746
	Queso Fresco molde 2 de 500g	1,481	396	1,878
	Queso Fresco molde 3 de 500g	1,310	370	1,680
	Queso Fresco molde 4 de 500g	1,506	372	1,879
	Queso Fresco molde 5 de 500g	2,648	714	3,361
	Queso Fresco molde 6 de 500g	1,371	359	1,730
	Queso Fresco molde 7 de 500g	1,405	361	1,765
	Queso Fresco molde 8 de 500g	1,435	374	1,810
	Queso Fresco Descremado 1kg	1,315	355	1,669
	Queso Fresco Entero 1kg	2,564	694	3,259
	Queso Fresco Light 1kg	2,517	700	3,217
MANJAR	Manjar Premium 250g	822	242	1,063
	Manjar Premium 500g	1,632	411	2,043
	Manjar saborizado 1 de 250g	890	258	1,148
	Manjar saborizado 2 de 250g	1,005	258	1,263
	Manjar saborizado 3 de 250g	918	248	1,165
	Manjar saborizado 4 de 250g	1,644	449	2,093
	Manjar saborizado 5 de 250g	914	245	1,158
	Manjar saborizado 6 de 250g	907	258	1,165
	Manjar saborizado 1 de 500g	1,762	470	2,232
	Manjar Light 250g	794	222	1,016
	Manjar Light 500g	1,563	425	1,988
	Suma Total Costos POST TEST	<b>69,019</b>	<b>18,423</b>	<b>87,442</b>