



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA EN LA EFICIENCIA OPERACIONAL DE UNA FÁBRICA DE SACOS DE POLIPROPILENO, PARA REDUCIR SUS COSTOS. TRUJILLO 2025”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autor:

Sheyla Natali Flores Rodriguez

Asesor:

Mg. Percy David Maldonado Cueva

<https://orcid.org/0000-0001-9132-4841>

Trujillo - Perú

2025

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	ERICK HUMBERTO RABANAL CHAVEZ
	Nombre y Apellidos

Jurado 2	CARLOS MARCELO PEREZ HEREDIA
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	PERCY DAVID MALDONADO CUEVA
	Nombre y Apellidos

Informe de Similitud






Página 2 de 73 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega: 1:3393121778

15% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Fuentes principales

- 14%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Dedicatoria

Dedico esta tesis, en primer lugar, a Dios por haberme dado la capacidad y las habilidades claves para lograr eficientemente mis metas a lo largo de mi carrera que ha sido un reto muy desafiante por los diversos obstáculos superados y mejorados en las diferentes etapas de mi aprendizaje.

A mis padres Armando Flores y Estela Rodríguez y hermanos por ser las personas que me brindan su apoyo y fuerza incondicional en todo momento.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por guiarme en mi camino y por permitirme
concluir con uno de mis objetivos.

A mis padres por el apoyo constante; su amor y sacrificio, son
un ejemplo e impulso para culminar mi carrera.

Agradezco a los diferentes docentes que me brindaron sus
conocimientos y consejos profesionales a lo largo de la carrera
universitaria.

Mi sincero agradecimiento y gratitud a mi asesor de tesis Mg.

Percy Maldonado Cueva por su orientación y apoyo en el
desarrollo de tesis.

Tabla de contenido

Jurado evaluador.....	2
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento	5
Índice de tablas	7
Índice de figuras	9
Índice de gráficas.....	10
Índice de anexos	11
Resumen	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	13
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	26
CAPÍTULO III: RESULTADOS	69
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	74
REFERENCIAS	78
ANEXOS.....	82

Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de variables	25
Tabla 2. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos.....	27
Tabla 3. Instrumentos y métodos de procesamiento de datos	28
Tabla 4. Peso estándar de un saco, denier 1000	37
Tabla 5. Días programados	38
Tabla 6. Balance de línea.....	38
Tabla 7. Priorización por juicio de directivos.....	40
Tabla 8. Matriz de indicadores	42
Tabla 9. Indicadores de mantenimiento.....	44
Tabla 10. Matriz de criticidad.....	45
Tabla 11. Velocidad y Denier actual	46
Tabla 12. Sacos rechazados por defectuosas	49
Tabla 13. Desviaciones de Denier y largo	51
Tabla 14. Costo actual del saco de polipropileno	51
Tabla 15. AMEF de extrusora	54
Tabla 16. AMEF bobinadoras	55
Tabla 17. AMEF Telar circular	56
Tabla 18. AMEF Convertidora.....	57
Tabla 19. Plan de mantenimiento preventivo de las extrusoras.....	58
Tabla 20. Plan de mantenimiento preventivo de los telares circulares.....	58
Tabla 21. Plan de mantenimiento preventivo de las bobinadoras	59
Tabla 22. Plan de mantenimiento preventivo de convertidoras.....	60
Tabla 23. Simulación del incremento en la Disponibilidad.....	60

Tabla 24. Cotización de Andón	64
Tabla 25. Cotización de cámara de video vigilancia	64
Tabla 26. Propuesta de optimización de Denier y longitud de rafia.....	65
Tabla 27. Costo con la propuesta de mejora en OEE	65
Tabla 28. Flujo de caja.....	67
Tabla 29. Estado de resultados	68

Índice de figuras

Figura 2. Procedimiento de investigación	29
Figura 3. Organigrama.....	30
Figura 4. Layout actual de la planta de fabricación de sacos	31
Figura 5. FODA de la empresa.....	33
Figura 6. Cadena de valor.....	33
Figura 7. Mapa de procesos.....	34
Figura 8. Diagrama de flujo del proceso	35
Figura 9. Dimensiones del saco tejido.....	36
Figura 10. Balance de materiales.....	37
Figura 11. Diagrama Causa Efecto de la Fábrica de Sacos	39

Índice de gráficas

Gráfico 1. Diagrama de Pareto	40
Gráfico 2. Variación promedio del Denier de la fibra actual	48
Gráfico 3. Variación promedio del largo del saco actual	48
Gráfico 4. Variación promedio de la velocidad de extrusora actual.....	49
Gráfico 5. Costo de producción por unidad de saco de polipropileno.....	69
Gráfico 6. Mejora de la propuesta de la eficiencia operacional (OEE)	70
Gráfico 7. Tasa de rendimiento de los equipos en la fábrica de sacos de polipropileno	71
Gráfico 8. Tasa de calidad en la fábrica de sacos de polipropileno.....	72
Gráfico 9. Tasa de Disponibilidad de los equipos en la fábrica de sacos de polipropileno	73

Índice de anexos

Anexo 1. Guía de observación	82
Anexo 2. Evaluación de expertos 1	83
Anexo 3. Evaluación de expertos 2	84
Anexo 4. Puntos de control en el proceso	85
Anexo 5. Control visual del Denier	86
Anexo 6. Andón	86
Anexo 7. Cámara de video control proceso en telares	87

Resumen

La investigación tuvo como objetivo principal reducir los costos de producción de sacos tejidos de polipropileno para azúcar, optimizando la eficiencia operacional del fabricante. El estudio empleó un enfoque cuantitativo y un diseño preexperimental con alcance explicativo. Se definieron el problema, objetivos, hipótesis y variables, utilizando herramientas como AMFE, análisis de criticidad, planes de mantenimiento, límites de control, y técnicas de muestreo. Además, se elaboró un diagrama de Ishikawa para identificar los factores críticos que impactaban el desempeño: baja disponibilidad de maquinaria, deficiencias en el control del proceso y en la gestión de calidad. La propuesta incluyó un plan de mantenimiento preventivo basado en análisis de criticidad y AMFE, con acciones específicas para equipos clave como extrusoras y bobinadoras. Se implementaron mejoras en el control de longitud y en el Denier, junto con un sistema Andon para notificaciones en tiempo real. Estas acciones elevaron la rentabilidad sobre ventas de 18.6% a 23.2%, incrementando los resultados financieros de S/91,496 a S/6,565,062. Con un VAN de S/22,802, TIR de 70.2% y B/C de 7.23, la inversión se recuperó en un mes. Los resultados demostraron la viabilidad de la propuesta y su potencial para mejorar la eficiencia y rentabilidad futura del fabricante.

Palabras claves

Eficiencia operacional, fábrica de sacos de polipropileno, costos

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

A nivel internacional, la Organización de las Naciones Unidas (2022) señaló que el polipropileno es valorado por su ligereza y durabilidad; Sin embargo, su uso generalizado provocó un impacto ambiental considerable debido a la acumulación de desechos tras ser empleado una sola vez.

En la actualidad, el mercado de polipropileno se clasifica según su tipo en homopolímero y copolímero, y por su aplicación en moldeo por inyección, fibra, película, lámina y otros usos, como el recubrimiento por extrusión y el moldeo por soplado; así mismo, este crecimiento sostenido en la producción y demanda de polipropileno alcanzó 91.98 millones de toneladas, proyectándose un incremento hasta 121.81 millones de toneladas para 2029, con una tasa de crecimiento anual del 5.78%, generando efectos notables en diversas industrias y economías (Sepe, 2022).

De tal manera, este crecimiento ha tenido un impacto significativo en países como México, donde el polipropileno ha fortalecido sectores clave como el embalaje y la construcción, gracias a sus propiedades de resistencia y versatilidad; así mismo, la industria manufacturera ha experimentado un aumento en la producción de bienes terminados, impulsando las exportaciones y generando nuevas oportunidades económicas (Mordor, 2024).

A nivel nacional según el Comité de Fabricantes y Sacos de Polipropileno de la Sociedad Nacional de Industrias (2024) destaca la participación de cinco principales empresas: Sacos del Norte S.A., Sacos del Sur S.A., Poli sacos S.A., Sacos Pisco S.A. y Sacos del Pacífico S.A., quienes actualmente abastecen a productores nacionales de harina de pescado, harina, arroz, productos químicos, alimentos balanceados, semillas, minerales, productos agrícolas, cereales y azúcar (SNI, 2024). No obstante, la creciente demanda de estos materiales también plantea desafíos ambientales y económicos, ya que la dependencia de envases o sacos de plásticos de un solo uso puede intensificar la problemática de residuos y afectar la sostenibilidad a largo plazo (Newlong, 2023).

A nivel local los sacos de polipropileno en La Libertad – Perú, enfrenta un aumento considerable en sus costos de producción debido a múltiples factores; así mismo, en enero de 2025, el Índice de Precios de Maquinaria y Equipo en Lima Metropolitana registró un incremento mensual del 0,16%, lo que impacta directamente en el costo de mantenimiento y adquisición de equipos, además, a esto se suma el alza en el precio de las resinas plásticas, materia prima esencial, que aumentó en \$0,015 por libra en el mismo período (INEI, 2025). Estos incrementos, junto con los desafíos logísticos y la volatilidad en la oferta de insumos, han generado un aumento significativo en los costos operativos de las fábricas en la región, afectando su competitividad y rentabilidad (Sanchez & Saldaña, 2024).

La presente investigación se desarrolla en una fábrica de sacos tejidos ubicada en Trujillo, fundada en 1967 y reconocida como pionera en textiles plásticos en América; la empresa produce sacos tipo manga para el sector azucarero, operando bajo un modelo por pedido. En enero de 2025 recibió un pedido de 290,000 sacos de polipropileno de alta resistencia, cuya producción en dos turnos se vio afectada por interrupciones en extrusoras y bobinadoras con una disponibilidad promedio de 88.11%, generando una rotura de stock del 11.8% (34,300 sacos) y una pérdida de S/11,979. Estos equipos presentan alta complejidad técnica, operan con 198 husos y son sensibles a variaciones eléctricas o del material, lo que afecta la tensión y continuidad del proceso. La velocidad promedio de extrusión fue de 108.6 m/min, un 4.75% menor a la óptima, ocasionando pérdidas de S/4,949 por lucro cesante y sobreconsumo de energía; además, en el proceso de tejido e inspección se descartaron 817 sacos por defectos (0.28%) y errores en la programación de turnos generaron un sobre costo de S/216 por horas extra. El Overall equipment por sus siglas OEE o conocido también por eficacia general del equipo, al final fue de 74%, revelando oportunidades claras de mejora en disponibilidad, rendimiento y calidad, factores críticos para la rentabilidad y competitividad del proceso productivo. (Ganoza, 2025)

1.2. Antecedentes

El estudio internacional desarrollado por Quinatoa (2023), tuvo como objetivo el diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo orientado a disminuir las fallas recurrentes, reducir los tiempos de inactividad y aumentar la eficiencia operativa en una planta de producción con procesos de moldeo por inyección; la metodología utilizada fue de tipo cualitativa, aplicada y utilizó herramientas como encuestas, entrevistas, diagramas de Ishikawa y Pareto, así como límites de control para el monitoreo del desgaste de los componentes. Si bien el estudio se enfocó en moldes de inyección, los hallazgos resultan aplicables a otras industrias de transformación plástica que operan con maquinaria de alta exigencia técnica, como es el caso de la extrusión continua. Como resultado, se logró reducir en un 25% los costos por reparaciones imprevistas, incrementar la eficiencia operativa del 60% al 82%, y disminuir en un 18% los costos operativos totales; con una inversión de \$50,000 USD, se alcanzó un VAN de \$95,000 USD, una TIR del 36% y una relación beneficio/costo de 1.9, lo cual evidenció la rentabilidad y efectividad del enfoque aplicado.

El estudio internacional desarrollado por Figueroa (2023), tuvo como objetivo proponer estrategias de mejora en la eficiencia operativa de una empresa productora de sacos de polipropileno en Ecuador, a fin de reducir los costos operativos y aumentar la productividad; la metodología utilizada fue de tipo cuantitativa, apoyada en encuestas, entrevistas y cuestionarios. Durante el análisis, se aplicaron herramientas como el diagrama de Ishikawa, Pareto, 5S y AMEF, con el propósito de identificar las principales causas que limitaban la productividad, las cuales eran las fallas recurrentes en equipos críticos, ausencia de mantenimiento preventivo, retrasos en reemplazo de piezas, falta de capacitación del personal y carencia de control de calidad. Como resultado, la aplicación del AMEF permitió priorizar acciones preventivas, logrando una reducción del 45% en fallas de equipos y una mejora significativa en la continuidad de las operaciones; en consecuencia, la eficiencia operativa aumentó del 58% al 82%, mientras que los costos de mantenimiento se redujeron en un 30% y los costos operativos disminuyeron en un 20%; asimismo, la inversión total del proyecto fue de \$40,000 USD, VAN de \$85,000 USD, TIR del 38% y B/C de 2.1, lo que evidenció la rentabilidad y el impacto positivo de la intervención.

A nivel nacional, el estudio desarrollado por Murrugarra (2021), tuvo como objetivo implementar un plan de mantenimiento preventivo basado en la metodología RCM, con la finalidad de incrementar el nivel de disponibilidad de los equipos de la empresa Iberoplast S.A.C.; la metodología utilizada fue de tipo aplicada, y durante el análisis se emplearon herramientas como el Diagrama de Pareto, el Diagrama de Ishikawa y un plan estratégico de mantenimiento preventivo, los cuales evidenciaron que las fallas frecuentes y la falta de planificación generaban paradas no programadas que afectaban directamente los tiempos de entrega. Posteriormente, se aplicaron herramientas como el AMEF y el RCM para priorizar los puntos de falla y establecer acciones preventivas. Como resultado, se identificó a la extrusora Starex 1400S como uno de los equipos más críticos, cuya baja disponibilidad impactaba negativamente en el flujo productivo. Tras la implementación del plan, la disponibilidad del equipo mejoró en un 3%, lo que permitió reducir intervenciones correctivas y otorgar mayor estabilidad al proceso. Los hallazgos de este estudio resultan aplicables a otras industrias de transformación plástica que operan con maquinaria de alta exigencia técnica, como es el caso de las fábricas de sacos de polipropileno, siendo una referencia relevante para el planteamiento de mejoras operativas orientadas a la reducción de costos.

Por otro lado, Fierro (2020), tuvo como objetivo mejorar la disponibilidad de las líneas de extrusión que forman parte del proceso de manufactura de materiales plásticos, incluidos los sacos industriales derivados del polipropileno; la metodología utilizada fue de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo, y se basó en el análisis de registros históricos de fallas ocurridas entre los años 2017 y 2019. Durante el estudio, se emplearon herramientas como el análisis de Pareto, el cual permitió identificar que una extrusora en particular presentaba los mayores índices de indisponibilidad dentro del proceso productivo; a partir de este hallazgo, y aplicando la metodología RCM (Reliability Centered Maintenance), se diseñó un plan de mantenimiento escalonado y estructurado por criticidad. Como resultado, la implementación del plan permitió aumentar la disponibilidad operativa en un 11.2%, dato que fue tomado como base para validar la efectividad de las estrategias propuesta, lo que contribuyó significativamente a la mejora del rendimiento del equipo, y aseguró que las decisiones adoptadas estén sustentadas en datos concretos y medibles.

Para los autores Lazo & Loardo (2022), en su investigación tuvo como objetivo implementar un plan de mantenimiento orientado a incrementar la eficiencia operativa y reducir las fallas recurrentes en los equipos críticos de una planta de transformación plástica; la metodología utilizada fue de tipo aplicada, con enfoque mixto (cuantitativo-cualitativo), y durante el desarrollo del estudio se emplearon herramientas de análisis como el Diagrama de Ishikawa, estrategias de mantenimiento basadas en la confiabilidad, control estadístico del proceso (CEP) y el uso de límites de control como herramienta de monitoreo continuo del desempeño de los equipos. Como resultado, la eficiencia del sistema incrementó del 60% al 85%, se logró una reducción del 28% en los costos asociados a reparaciones y una disminución del 40% en la tasa de fallas. Estos indicadores reflejan la efectividad de una gestión técnica adecuada, basada en el análisis de confiabilidad y en la toma de decisiones sostenida por datos.

La investigación desarrollada por Bravo (2020), tuvo como objetivo optimizar la eficiencia operativa de una fábrica de sacos de polipropileno mediante la implementación de un plan de mantenimiento integral; la metodología utilizada fue de tipo aplicada, con enfoque mixto, y durante el desarrollo del estudio se aplicaron herramientas como el Diagrama de Ishikawa, AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos), técnicas de mejora de métodos y la metodología TPM como parte del plan de gestión de mantenimiento; además, la recolección de información se realizó mediante observación directa y entrevistas al personal técnico. Como resultado, se logró estandarizar las intervenciones de mantenimiento, reducir en un 30% los tiempos muertos, disminuir en un 40% la frecuencia de fallos, y optimizar el flujo de trabajo, estas mejoras se tradujeron en un incremento de la eficiencia operativa del 65% al 88%, así como en una reducción del 25% en los costos operativos, para lo cual, con una inversión realizada de \$70,000 USD, generó un VAN de \$120,000 USD, una TIR del 38% y una relación beneficio/costo (B/C) de 1.9, lo cual respalda la efectividad del enfoque técnico aplicado.

1.3. Bases teóricas

a. Variable independiente: Eficiencia operacional OEE

La eficiencia operacional es un factor crucial para el desempeño de una organización, porque se refiere a la capacidad de optimizar el uso de sus recursos disponibles, maximizando el rendimiento sin incurrir en desperdicios Espinoza et al. (2018); esto implica perfeccionar los procesos internos, reducir costos y mejorar la productividad, todo ello sin afectar la calidad del producto o servicio. En consecuencia, la eficiencia operacional se convierte en una ventaja estratégica clave para aquellas empresas que buscan destacar y mantenerse a la vanguardia en un mercado cada vez más dinámico y exigente (Carabante, 2021).

Según Páez (2024), el análisis de la eficiencia operacional en empresas industriales se realiza a través de tres dimensiones fundamentales siendo la disponibilidad, rendimiento y tasa de calidad.

a.1 Disponibilidad

Según Cadena et al. (2020), la disponibilidad indica el porcentaje de tiempo que un equipo está operando correctamente en relación con el tiempo total que debería estar disponible para operar. Esta dimensión se calcula restando el tiempo promedio de reparación (MTTR) del tiempo medio entre fallas (MTBF), dividiendo entre el MTBF y multiplicando por 100, considerando que una disponibilidad alta implica que las paradas por fallas o mantenimientos correctivos son mínimas, lo que se traduce en un uso más efectivo del tiempo productivo. (Alquizar, 2024)

Las herramientas clave utilizadas para impulsar la mejora continua son:

- **El Análisis de Modo y Efectos de Fallos (AMFE)**

Según el Ministerio de Trabajo (2023), el AMFE es una herramienta orientada a la gestión de la calidad y prevención de riesgos, ya que permite identificar los posibles modos de fallo en un sistema o proceso. De igual forma, Gonzales, Myer y Pachon (2017) explicaron que este método se basa en asignar valores a la severidad, ocurrencia y capacidad de detección de cada fallo para calcular el número de prioridad de riesgo, lo cual permite priorizar las fallas más críticas e intervenirlas de

forma preventiva con el fin de mejorar la eficiencia del proceso y optimizar el uso de los recursos disponibles.

- **Analisis de Citricidad**

Según Parra et al. (2021), la citricidad se entiende como el uso de sistemas visuales dentro de la gestión de procesos industriales, permitiendo monitorear y controlar variables críticas mediante señales gráficas como colores o luces que facilitan la detección temprana de fallos y agilizan la toma de decisiones operativas, por otro lado, Moreira (2014) señala que esta herramienta mejora la supervisión en tiempo real, fortalece la comunicación entre operarios, promueve una cultura de mejora continua al hacer visibles los problemas del proceso y facilita respuestas rápidas que contribuyen a mantener la eficiencia en el flujo de trabajo.

- **Plan de mantenimiento**

Según lo planteado por Kessler (2019), un plan de mantenimiento es un sistema organizado de tareas técnicas que busca preservar el buen estado de las maquinarias y equipos, reduciendo el riesgo de fallos mediante un análisis previo de las condiciones operativas y las recomendaciones del fabricante, en esa misma línea, Fractal (2023) señaló que este tipo de planificación abarca actividades preventivas, correctivas y predictivas que se programan regularmente y combinan acciones como inspecciones, ajustes o monitoreos en tiempo real, lo cual permite anticipar fallos y mantener la continuidad del proceso productivo sin interrupciones.

a.2 Rendimiento

Según Pereira y Castro (2021), El rendimiento evalúa la eficiencia con la que un equipo opera en comparación con su velocidad teórica o estándar. Esta dimensión se calcula dividiendo la velocidad real de la línea de producción entre la velocidad estándar y multiplicando el resultado por 100, lo que, refleja qué tan bien se aprovecha el tiempo productivo cuando el equipo está en operación, considerando que una reducción en el rendimiento puede deberse a microparadas, operación a menor velocidad o variaciones en el flujo del proceso. (Ahomed, 2020)

a.3 Tasa de calidad

Según Vázquez et al. (2020), la tasa de calidad mide la proporción de productos conformes frente al total de productos fabricados. Esta dimensión se obtiene restando los productos defectuosos del total de productos estándar producidos, dividiendo el resultado entre el total de sacos producidos, y multiplicando por 100, de tal manera que permita identificar la capacidad del proceso para generar productos sin defectos desde la primera vez, sin necesidad de reprocesos ni desperdicios. (Sicha & Valerio, 2023)

Las herramientas clave utilizadas para las dimensiones de rendimiento y tasa de calidad para impulsar la mejora continua son:

- **Límite de control**

De acuerdo con Hernández y Silva (2016), los límites de control son una técnica que forma parte de la ingeniería de métodos y permite establecer parámetros precisos para mantener la eficiencia y estabilidad de los procesos a través de la optimización de recursos y un análisis detallado de cada etapa, mientras tanto, Acero (2016) plantea que estos parámetros se basan en datos históricos y cumplen la función de monitorear variables críticas en tiempo real como calidad, costos o tiempos, activando alertas si se detectan desviaciones significativas, finalmente, como lo señalan Arbós y Babón (2017), los límites de control también se representan mediante gráficos estadísticos que permiten identificar rápidamente anomalías en el proceso, facilitando intervenciones oportunas que reducen defectos, estabilizan la operación y refuerzan la competitividad de la empresa.

- **Muestreo**

Según Morales et al. (2023), el muestreo es una técnica de control de calidad que consiste en seleccionar y evaluar una parte representativa del total de productos o unidades producidas, con el fin de detectar desviaciones, defectos o incumplimientos en las características establecidas, sin necesidad de inspeccionar el 100% de la producción, de tal manera en que se optimicen los recursos de control, reduciendo costos y manteniendo la fiabilidad en la toma de decisiones respecto a la calidad del proceso.

b. Variable dependiente: Reducción de costos

La reducción de costos, según Servera (2010), consistió en aplicar un conjunto de medidas organizacionales orientadas a disminuir los costos de producción sin sacrificar la calidad del producto o servicio ofrecido al cliente, lo cual implica controlar eficientemente el inventario y prevenir pérdidas por exceso de materiales u obsolescencia; por su parte, Codas (2012) resaltó que esta estrategia es clave para mejorar los márgenes de utilidad, asegurar la sostenibilidad financiera a largo plazo y mantener la competitividad frente a las variaciones del entorno económico, siendo necesario implementar mejoras continuas como la optimización de procesos internos, la integración de tecnologías y la capacitación constante del personal.

Según Bandera y Martínez (2024), la reducción de costos en empresas industriales se realiza a través de dos estrategias claves:

b.1 Costos directos

Según Ibarra y Vallejo (2020), los costos directos son aquellos costos que pueden asignarse de manera precisa y directa a un producto, servicio o proceso específico, ya que están relacionados de forma inmediata con su elaboración o ejecución.

b.2 Costos indirectos

Según Mesa (2022), los costos indirectos son aquellos que, aunque necesarios para el proceso productivo, no pueden identificarse directamente con un producto o servicio específico, y por tanto se distribuyen entre varios procesos o unidades; es decir, elementos como el mantenimiento, la energía eléctrica, supervisión, alquiler, depreciación de maquinaria, etc.

c. Fábrica de sacos de polipropileno

De acuerdo con Torres (2019), el polipropileno es un polímero termoplástico que destaca por su resistencia, durabilidad y versatilidad, lo cual lo convierte en un material adecuado para la elaboración de sacos utilizados en distintos sectores como el agrícola, alimentario, químico y de la construcción, mientras que Heredia (2016) sostiene que la fabricación de estos sacos implica un proceso compuesto por varias etapas técnicas cumpliendo un rol clave en el sector industrial por ofrecer soluciones de embalaje reutilizables y reciclables

que, además de ser eficientes y accesibles, aportan a la sostenibilidad en el uso de materiales plásticos.

1.4. Formulación del problema

¿Cómo la eficiencia operacional puede reducir los costos de una fábrica de sacos de polipropileno, Trujillo 2025?

Problemas específicos

- ¿Cómo el rendimiento puede reducir los costos en una fábrica de sacos de polipropileno, Trujillo 2025?
- ¿Cómo la tasa de calidad puede reducir los costos de sacos de polipropileno, Trujillo 2025?
- ¿Cómo la disponibilidad puede reducir los costos de sacos de polipropileno, Trujillo 2025?

1.5. Objetivos

Objetivo general

Determinar como la eficiencia operacional puede reducir los costos de una fábrica de sacos de polipropileno, Trujillo 2025.

Objetivos específicos

- Analizar como el rendimiento influye en la reducción de costos en una fábrica de sacos de polipropileno, Trujillo 2025.
- Evaluar el impacto de la tasa de calidad en la disminución de los costos de producción de sacos de polipropileno, Trujillo 2025.
- Determinar cómo la disponibilidad de los equipos productivos incide en la reducción de los costos operativos en la fabricación de sacos de polipropileno, Trujillo 2025.

1.6. Hipótesis

Hipótesis General

La eficiencia operacional reduce significativamente los costos de una fábrica de sacos de polipropileno, Trujillo 2025.

Hipótesis específicas

- El rendimiento reduce los costos de una fábrica de sacos de polipropileno, Trujillo 2025.
- La tasa de calidad disminuye de los costos de producción de sacos de polipropileno, Trujillo 2025.
- La disponibilidad de los equipos productivos incide en la reducción de los costos operativos en la fabricación de sacos de polipropileno, Trujillo 2025.

1.7. Aspectos éticos

Esta investigación destacará la importancia de adherirse a los principios éticos, especialmente en términos de privacidad y confidencialidad del fabricante de sacos. Se implementarán medidas específicas para asegurar el manejo seguro de los datos, protegiendo tanto la información de la empresa como la de sus empleados.

Se garantizará la transparencia y la integridad en la presentación de los resultados, evitando cualquier tipo de sesgo, ya sea consciente o inconsciente, que pueda afectar los resultados. Se proporcionará una descripción detallada de los métodos utilizados para la recolección y análisis de datos, lo que permitirá a otros investigadores evaluar y replicar los hallazgos. Además, se asegurará la correcta atribución de las fuentes mediante una citación adecuada.

1.8. Justificaciones

Justificación práctica

El presente estudio se centra en abordar problemas prácticos que impactan los costos del fabricante de sacos de polipropileno, debido a la falta de estandarización y control del proceso, puesto que, la falta de criterios uniformes para operar las máquinas, junto con prácticas de mantenimiento poco sistemáticas, generó ineficiencias, reprocesos y desperdicio de materia prima. Además, se evidenció una limitada visibilidad sobre los

puntos críticos que afectan directamente la productividad y la calidad del producto final. Por ello, el trabajo buscó aplicar herramientas prácticas que permitan estandarizar actividades, reducir variabilidad y mejorar el desempeño operacional sin necesidad de grandes inversiones, priorizando soluciones sostenibles y aplicables en el entorno real de la fábrica.

Justificación social

La justificación social de este estudio radica en el impacto positivo que una mayor eficiencia operativa y reducción de costos pueden generar en la comunidad. De esta manera, el estudio no solo beneficia a la empresa, sino también a sus trabajadores, clientes y al entorno en el que opera.

Justificación metodológica

Esta tesis de ingeniería industrial se fundamenta en la implementación de técnicas destinadas a optimizar la eficiencia operativa en una fábrica de sacos de polipropileno. Emplea herramientas que tienen como objetivo la reducción de los costos, asegurando así una producción más eficiente.

1.9. Alcance y limitaciones

La empresa produce una gran variedad de productos de polipropileno, pero este análisis se centrará exclusivamente en la fabricación de sacos de polipropileno tejido para 50 kilos. Estos sacos, especificados con un denier de 1000, miden 90 x 50 cm y están compuestos por fibras de 3.5 mm de ancho y 0.13 mm de espesor. La producción de un lote único de 290,000 sacos se realizará en cuatro días, distribuyendo el trabajo en dos turnos.

1.10. Matriz de Operacionalización

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Fórmulas
Variable independiente Eficiencia Operacional OEE	Es un medio para describir numéricamente la efectividad de la producción. Es la capacidad de producir un buen producto. Dentro de OEE se caracterizan las tres principales pérdidas de producción: calidad, disponibilidad y pérdidas de tiempo de ciclo. (Carabante, 2021)	La eficiencia operacional se mide a través de tres componentes principales: la calidad, que se refiere a la proporción de productos buenos producidos frente a los defectuosos; la disponibilidad, que indica el tiempo que las máquinas están operativas y listas para producir; y las pérdidas de tiempo de ciclo, que reflejan la eficiencia con la cual se completan los ciclos de producción en comparación con el tiempo ideal.	Rendimiento	$\frac{\text{Velocidad de línea real}}{\text{Velocidad std}} \times 100$
			Tasa de Calidad	$\frac{(\text{Sacos std} - \text{sacos defectuosos})}{\text{Total sacos producidos}} \times 100$
			Disponibilidad	$\frac{(\text{MTBF} - \text{MTTR})}{\text{MTBF}} \times 100$
Variable dependiente Costos	Costos son la medición en términos monetarios de la cantidad de recursos utilizados para algún propósito u objetivo. (Torres, 2019).	Es el valor monetario de todos los elementos empleados para producir un bien.	Costos directos Costos indirectos	Costos directos + costos indirectos

Fuente. Elaboración propia

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Enfoque

El enfoque utilizado es cuantitativo porque según Babativa (2017), la metodología se basa en la recolección y análisis de datos numéricos para obtener resultados objetivos y medibles; ya que, mediante este enfoque se busca analizar el impacto de determinadas acciones dentro de un entorno específico, evaluando los efectos mediante indicadores concretos.

2.2. Tipo de Investigación

La tesis es de tipo explicativa, ya que permite analizar la relación causa-efecto entre la eficiencia operativa y los costos de producción, identificando patrones y tendencias mediante la recolección de datos numéricos, lo cual, según Zepeda (2018), facilita una comprensión profunda de los fenómenos observados y contribuye a la formulación de modelos de mejora.

2.3. Diseño

La tesis es de diseño es pre experimental y de corte transaccional, ya que se aplica una intervención inicial sin grupo de control y se analiza la situación en un único momento del tiempo, permitiendo observar el impacto de la mejora en la eficiencia operativa sobre los costos, tal como lo plantean Esparza y Ríos (2020) al describir este tipo de enfoque aplicado en contextos reales sin manipulación estricta de variables externas.

(O1) → Tratamiento (X) → Post-test (O2)

Fuente. Esparza y Ríos (2020). Proceso de investigación pre-experimental de Pre-test

O1: Observación o medición inicial antes del tratamiento.

X: Aplicación del tratamiento o intervención.

O2: Observación o medición después del tratamiento.

2.4. Población

En este estudio, la población son los quince (15) procesos de operaciones, de toda la cartera de productos de polipropileno de la empresa.

2.5. Muestra

La tesis tiene como muestra los procesos de operaciones, para confeccionar un lote de 290,000 sacos tejidos de polipropileno, para azúcar, de 1000 denier; de 90 x 50 cm y con rafia de 3.5 mm de ancho y 0.13 mm de espesor, según Arias (2020) este tipo de muestra permite evaluar de manera más precisa los comportamientos técnicos y operacionales del sistema, garantizando la validez contextual del estudio y la aplicabilidad de las propuestas de mejora.

2.6. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos

Se utilizaron los siguientes métodos para la recolección de datos, tal y como se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 2. *Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos*

TÉCNICA	JUSTIFICACIÓN	ZZINSTRUMENTOS	APLICADO EN
Observación de campo	Permitió conocer los procesos y su problemática, explicada por el gerente de la fábrica de sacos	-Guía de observación (Anexo N° 1)	En el área de producción de la fábrica

Fuente. Elaboración propia

Observación de campo

- **Objetivo:**

Identificar la problemática en el área de operaciones de la fábrica de sacos de polipropileno y su impacto en los costos.

- **Procedimiento:**

Mantener un seguimiento continuo de las operaciones de la fábrica.

- **Instrumentos:**

Guía de observación

Por otro lado, se muestran las herramientas de diagnóstico, que se emplearán.

Tabla 3. *Instrumentos y métodos de procesamiento de datos*

Herramienta	Descripción
Diagrama de Ishikawa	Se elabora un diagrama causa-efecto que reúne las causas raíz del problema.
Matriz de priorización	Permite clasificar y priorizar las causas raíz según su impacto económico en el período 2024.
Pareto	Identifica las causas raíz que generan el 80% del impacto en el problema, permitiendo enfocar esfuerzos en las más relevantes.
Matriz de indicadores	Mide el impacto de las mejoras implementadas en cada causa raíz para evaluar su efectividad.
Diagrama de análisis de procesos	Determina las actividades productivas e improductivas dentro del proceso de producción, facilitando su optimización.
ProModel	Permite simular procesos operativos dentro de una planta, analizar sus diferentes escenarios de distribución, tiempos y recursos para mejorar la eficiencia del sistema.

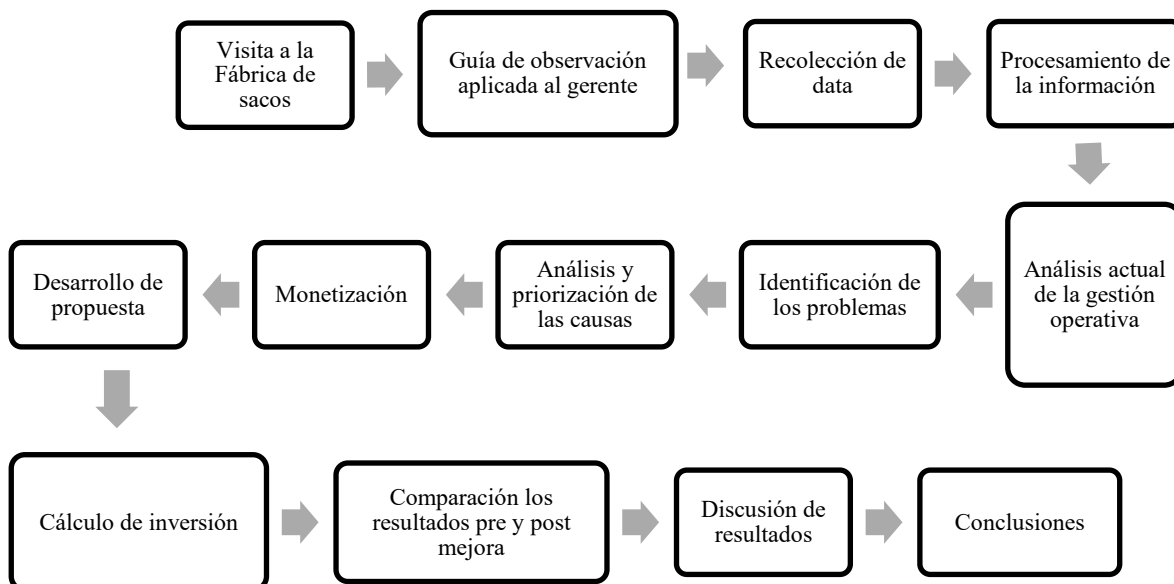
La Tabla 3 se mostró cómo se aplicaron distintas técnicas de recolección de datos en la fábrica.

2.7. Procesamiento de información

Para analizar los datos se ha utilizado las herramientas de Microsoft Office Excel.

Procedimiento

Figura 1. *Procedimiento de investigación*



Fuente. Elaboración propia

La Figura 2 se muestra cómo se abordó la investigación paso a paso, desde el contacto directo en planta, recolección y análisis de datos, identificando causas y problemas, hasta que se diseñó una propuesta de mejora y se compararon los resultados antes y después para sustentar la conclusión.

2.8. Generalidades de la empresa

Visión

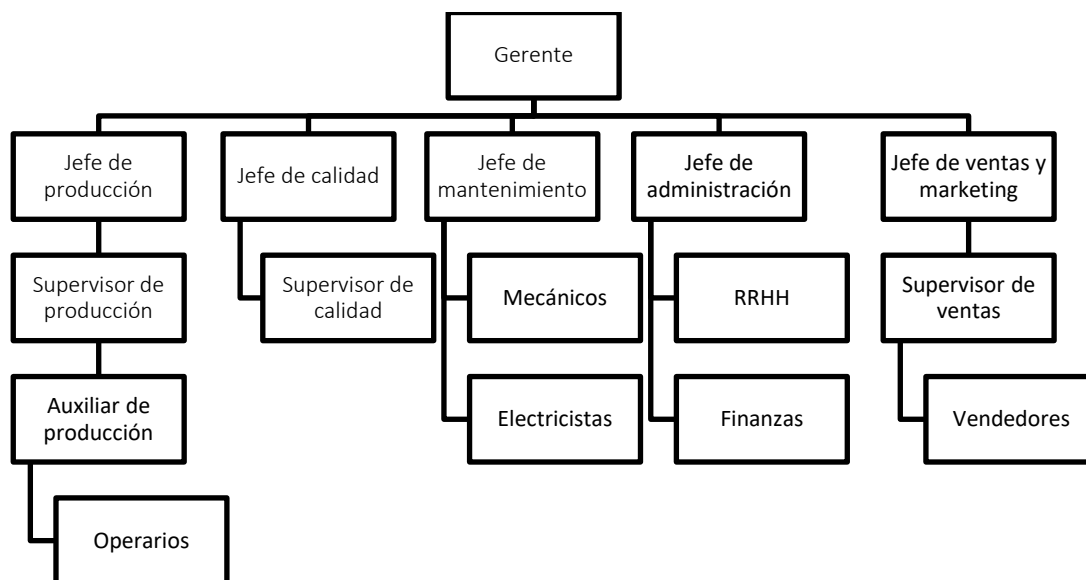
Convertirnos en una empresa de vanguardia y referente en el desarrollo, fabricación y comercialización de productos textiles plásticos, logrando una destacada participación en el mercado americano.

Misión

Somos una industria peruana pionera a nivel global, comprometida con el desarrollo, fabricación y comercialización de productos textiles plásticos de la más alta calidad y al mejor costo posible, satisfaciendo a nuestros clientes y beneficiando a nuestros accionistas.

Operamos con tecnología de vanguardia, bajo estrictos Sistemas de Gestión de Calidad, Seguridad e Inocuidad. Nuestro enfoque diario está en el Proceso de Mejoramiento Continuo y la innovación constante de productos y procesos, contando con el compromiso y participación de nuestro valioso capital humano.

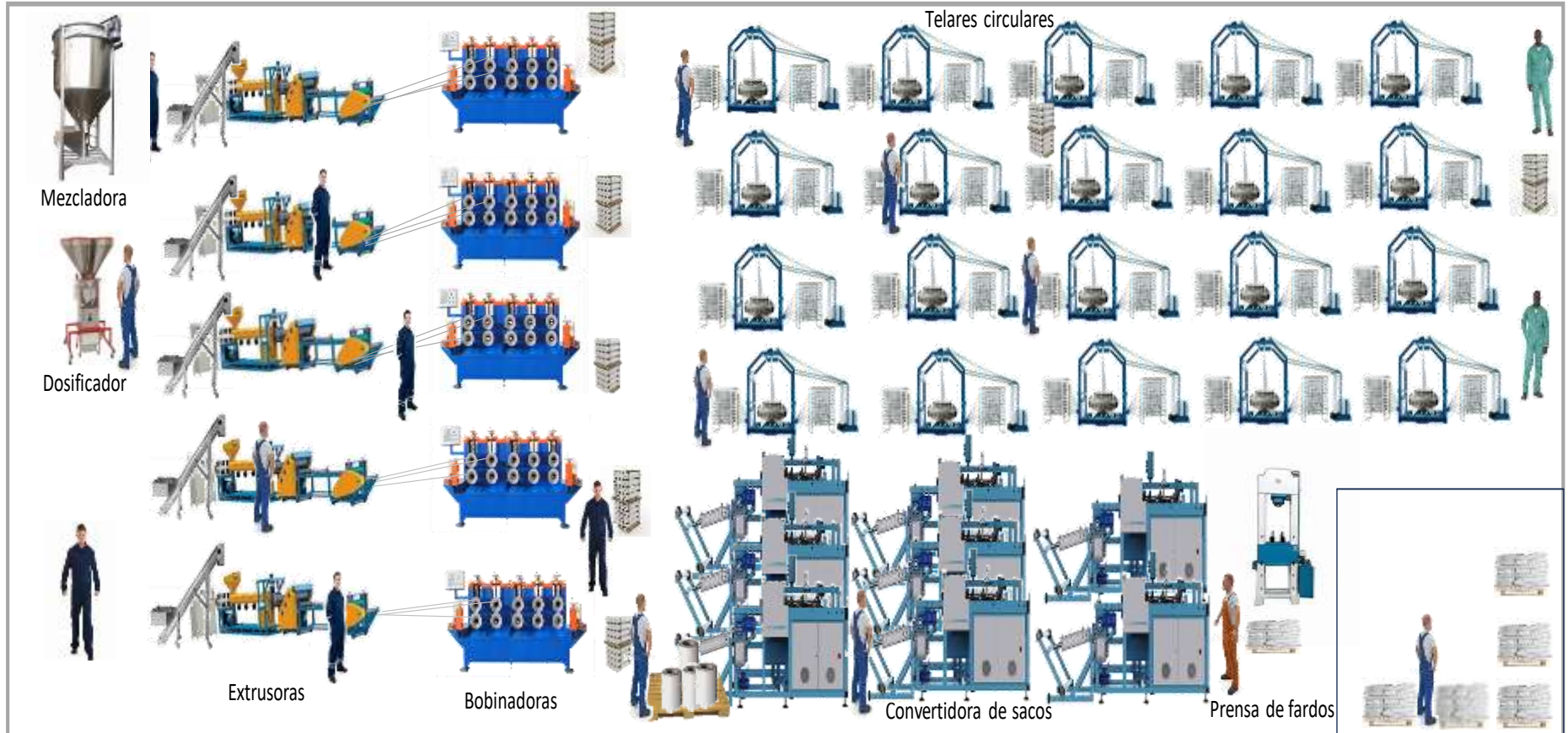
Figura 2. Organigrama



Fuente. Elaboración propia

Distribución de la empresa

Figura 3. Layout actual de la planta de fabricación de sacos



Fuente. Elaboración propia mediante la herramienta de simulación ProModel

Principales Competidores

- Poli sacos S.A.
- Sacos Pisco
- Sacos del Sur
- Sacos del Pacífico

Principales Proveedores

- Petroquim S.A.
- Propilco
- Heritage plastics
- Mastercol
- Indubras
- Dispercol
- Tinfluba
- Basell

Principales clientes

- Casagrande
- Laredo
- Cartavio
- Paramonga
- San Jacinto
- Hayduk
- Harina del Pacífico

2.9. FODA

Figura 4. *FODA de la empresa*

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Procesos productivos eficientes. ✓ Personal capacitado y con experiencia. ✓ Buena reputación en el sector. ✓ Uso óptimo de recursos. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Crecimiento del mercado objetivo. ✓ Avances tecnológicos aplicables a la producción. ✓ Posibles alianzas estratégicas con proveedores. ✓ Mayor demanda de productos sostenibles.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Falta de automatización en algunos procesos. ✓ Dependencia de pocos proveedores. ✓ Costos elevados en mantenimiento. ✓ Necesidad de mayor inversión en innovación. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Competencia creciente en el sector. ✓ Cambios en regulaciones gubernamentales. ✓ Fluctuaciones en el costo de materias primas. ✓ Factores externos como crisis económicas.

La Figura 5 se identificó aspectos clave como procesos eficientes y personal capacitado, así como oportunidades de crecimiento e innovación. También evidencia debilidades operativas y amenazas externas que podrían afectar la estabilidad del negocio.

2.10. Cadena de valor

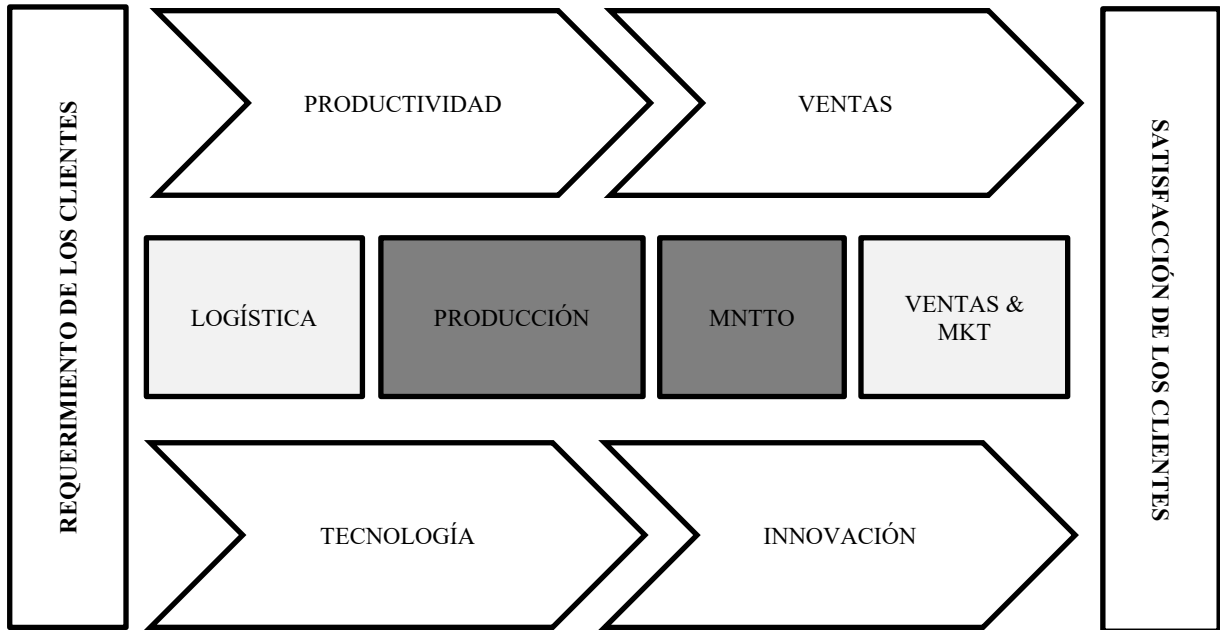
Figura 5. *Cadena de valor*



La Figura 6 se observó el conjunto de actividades estratégicas y operativas que permiten a la fábrica generar valor desde la adquisición de insumos hasta la entrega del producto final, se compone de actividades primarias como logística, manufactura, calidad, ventas y distribución, apoyadas por recursos clave como instalaciones, personal y tecnología, lo que contribuye directamente a la rentabilidad del negocio.

2.11. Mapa de procesos de la Fábrica de Sacos

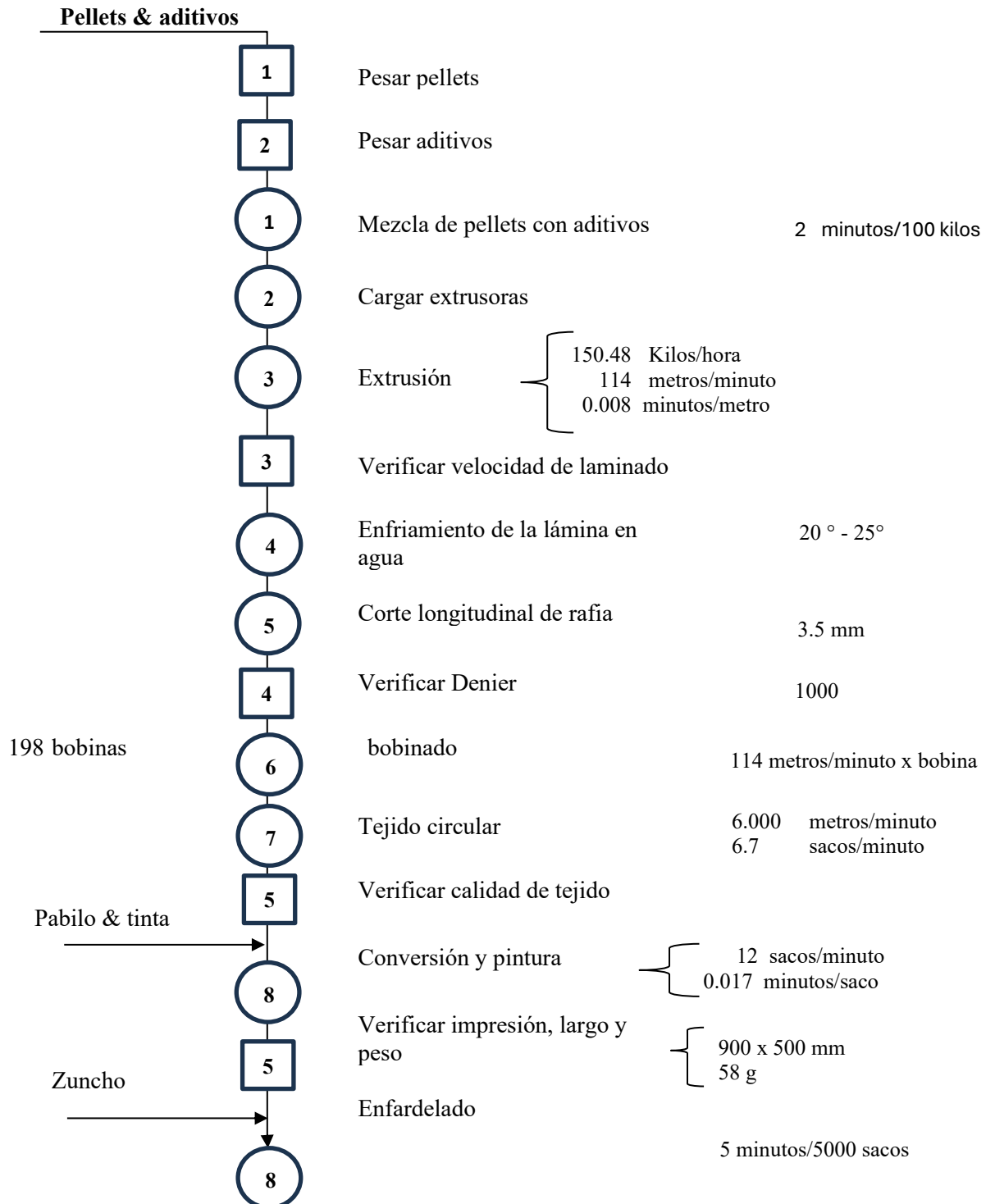
Figura 6. Mapa de procesos



La Figura 7 se observó de forma estructurada cómo se organizan las actividades dentro de la fábrica de sacos, desde el requerimiento del cliente hasta su satisfacción, diferenciándose desde los procesos estratégicos, clave y de soporte, permitiendo identificar las interacciones entre áreas como logística, producción, mantenimiento y ventas, con el fin de optimizar el flujo de trabajo y cumplir con los objetivos organizacionales.

2.12. Diagrama de actividades del proceso

Figura 7. Diagrama de flujo del proceso



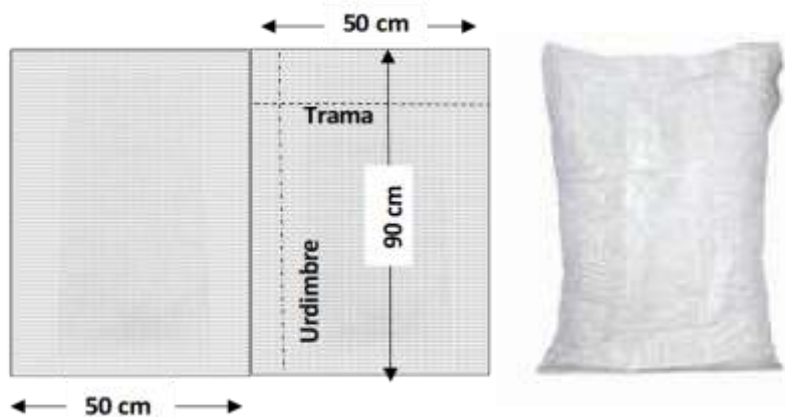
Resumen

Operaciones	9
Inspecciones	6

La Figura 8 se **observó** que, para producir sacos de polipropileno tejido, primero se pesan los *pellets* y los aditivos, y se mezclan durante 2 minutos, por lotes de 100 kilos. Luego, se cargan las extrusoras con una capacidad de 150 kilos por hora, realizando la extrusión a una velocidad de 114 metros por minuto, lo que equivale a 0.0088 minutos por metro, de una lámina de 693 mm de ancho. Se verifica la velocidad de laminado y se enfría la lámina en agua a una temperatura entre 20°C y 25°C. Posteriormente, se realiza el corte longitudinal de 198 rafias a 3.5 mm, de un denier 1000.

A continuación, se produce el bobinado de 198 bobinas a una velocidad de 114 metros por minuto. En el tejido circular, se procesa a una velocidad de hasta 6 metros por minuto, produciendo 6.7 sacos por minuto y verificando la calidad del tejido. En la etapa de conversión, se cose la basta del saco e imprime a una tasa de 60 sacos por minuto, lo que equivale a 0.017 minutos por saco, verificando la impresión, el largo y el peso de los sacos, que deben medir 900 x 500 mm y pesar, 57.1 gramos cada uno. Finalmente, se enfardelan en paquetes de 2000 sacos.

Figura 8. Dimensiones del saco tejido



La Figura 9 se observó un saco tejido de polipropileno con dimensiones de 90 cm de largo por 50 cm de ancho, en que se distingue la disposición de los hilos en dos direcciones: urdimbre (vertical) y trama (horizontal), lo que permite una estructura resistente y flexible, siendo un diseño comúnmente utilizado para productos agrícolas e industriales, garantizando capacidad y durabilidad en el transporte.

2.13. Requerimiento estándar de rafia por saco

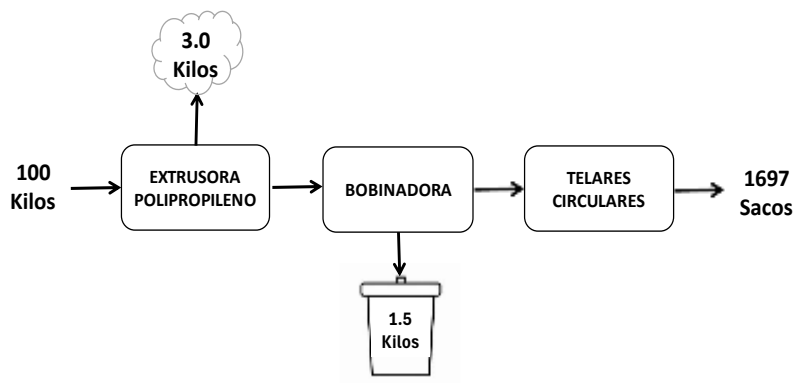
Tabla 4. *Peso estándar de un saco, denier 1000*

Tipo de rafia	Cantidad de rafias	Largo (mm)		Total longitud (mm)
Trama	257	1,000.00	257,143	mm/saco
Urdimbre	286	909.00	257,143	mm/saco
			514,286	mm de rafia /saco de 90 cm
			514	metros de rafia/saco de 90 cm de largo
			571	metros de rafia/metros de manga tejida
			1,000	Denier
			57.14	g/sacos

$$D = \frac{9000 \times \text{Peso}(g)}{\text{Longitud}(m)} =$$

La Tabla 4 se observó el cálculo del requerimiento estándar de rafia por saco tejido de polipropileno de 90 cm de largo, considerando tanto la urdimbre como la trama. Se detalla la cantidad de cintas y su longitud, obteniendo un total aproximado de 514 metros de rafia por saco. Con un denier de 1000, el peso resultante es de 57.14 gramos por saco, lo cual permite estimar el consumo de materia prima por unidad.

Figura 9. *Balance de materiales*



La Figura 10 se observó el balance de materiales en el proceso de fabricación de sacos tejidos, a partir de 100 kilos de polipropileno alimentados a la extrusora, se generan pérdidas de 3.0 kilos, y posteriormente 1.5 kilos en la bobinadora. Finalmente, se obtienen 1,697 sacos como producto terminado, evidenciando el rendimiento del proceso y las pérdidas asociadas en cada etapa.

De acuerdo con este balance de materiales, el 96.5% del polipropileno, es aprovechado para la fabricación de rafia. El balance de línea, para determinar el número de máquinas que trabajarán, los cuatro días programados a dos turnos, es el siguiente:

Tabla 5. Días programados

Plan de producción	290000 Sacos
Tiempo disponible	4 días
	16 horas/día
	64 horas disp.
I_p	4531.25 Sacos/hora

La Tabla 5 muestra la planificación del tiempo disponible para cumplir con el lote de producción de 290,000 sacos en cuatro días, considerando dos turnos de 16 horas cada uno. En total, se tienen 64 horas de disponibilidad por máquina, y se ha calculado una productividad requerida (I_p) de 4,531.25 sacos por hora para cumplir con la meta en el plazo establecido.

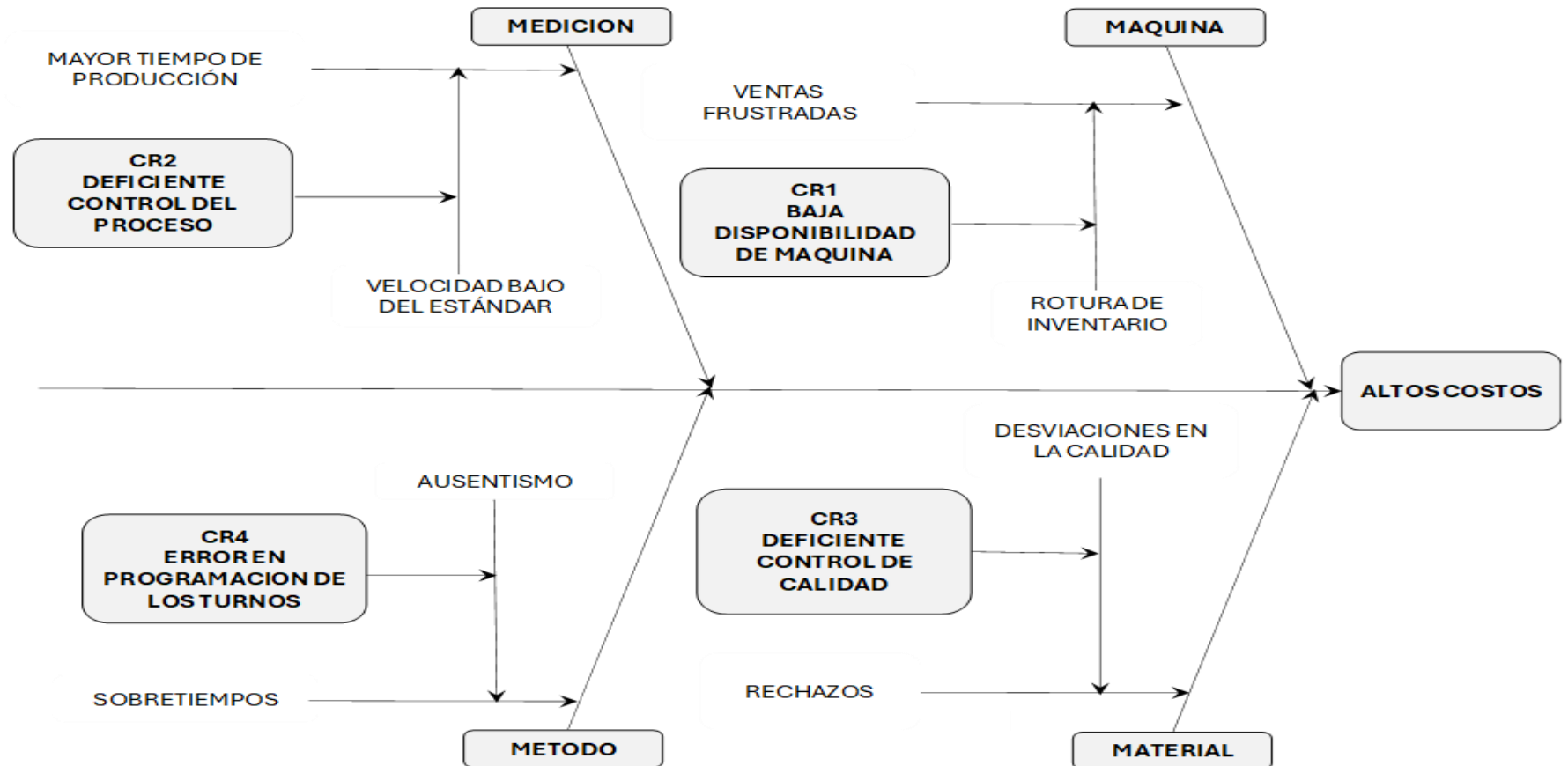
Tabla 6. Balance de línea

	Denier	$\frac{\text{Kilos}}{\text{Hora}}$	$\frac{\text{Manga(m)}}{\text{min}}$	Largo de saco (cm)	$\frac{\text{lamina(m)}}{\text{Hora}}$	$\frac{\text{metros bobina}}{\text{Hora}}$	Husos	$\frac{\text{Sacos}}{\text{Hora}}$	$\frac{\text{Horas}}{\text{Saco}}$	$I_p = \frac{\text{Sacos}}{\text{Hora}}$	Maquinas Teórico	Disp.	Máquinas Real
Extrusora	1,000	150			114			2,500	0.00040	4,531	1.81	90%	2
Bobinadora		150				114	198	2,536	0.00039	4,531	1.79	90%	2
Telares			4.25	0.9				283	0.00353	4,531	15.99	90%	16
Convertidora								720	0.00139	4,531	6.29	90%	7

La Tabla 6 compara la capacidad productiva de cada proceso (extrusora, bobinadora, telares y convertidora) en función de su rendimiento por hora, sacos producidos y eficiencia. A partir de estos datos, se determina el número teórico de máquinas requeridas, su disponibilidad (90%) y finalmente cuántas máquinas reales se necesitan en cada etapa para cumplir con el plan de producción.

2.14. Diagnóstico de problemas principales

Figura 10. Diagrama Causa Efecto de la Fábrica de Sacos



Fuente. Elaboración propia

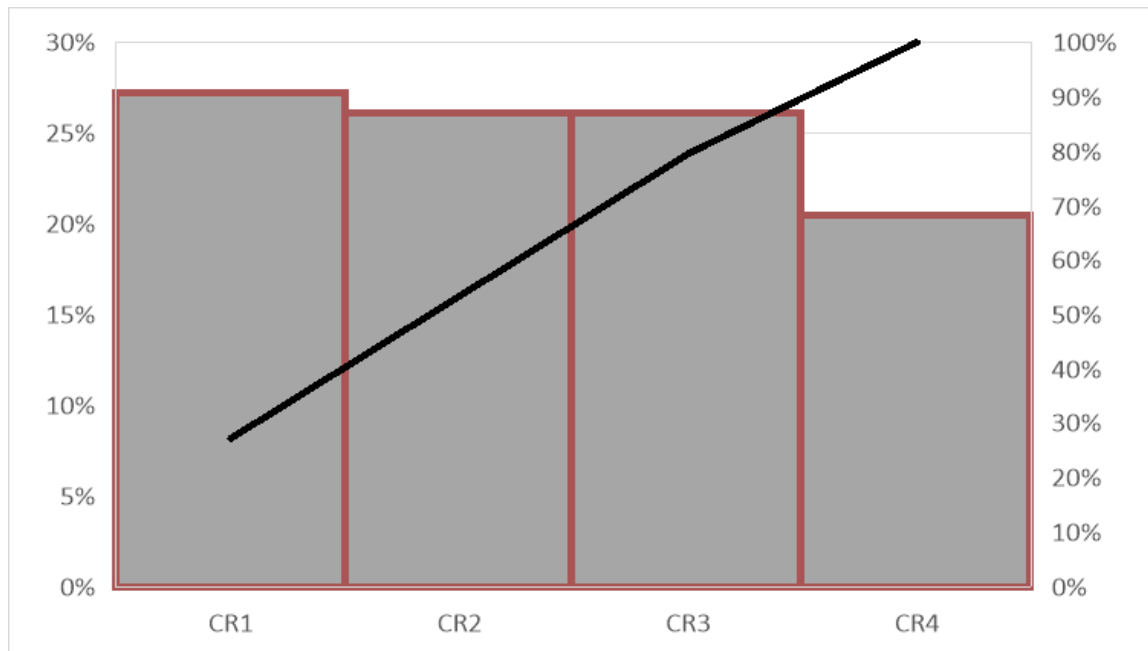
2.15. Priorización de las Causas Raíz

Tabla 7. *Priorización por juicio de directivos*

		Gerente	Jefe de producción	Jefe de calidad	Jefe de administración	Jefe de ventas	Total	%	% acumulado
CR1	Baja disponibilidad de máquina	10	10	10	8	10	48	27%	27%
CR2	Deficiente control de proceso	10	8	10	8	10	46	26%	53%
CR3	Deficiente control de calidad	10	10	10	8	8	46	26%	80%
CR4	Error en programación de turnos	6	8	8	10	4	36	20%	100%

En la Tabla 7 se observó cómo los directivos priorizaron las principales causas del problema y se evidenció que la baja disponibilidad de máquina fue la más crítica, seguida deficiente control de proceso y calidad, siendo el error en programación la de menor impacto.

Gráfico 1. *Diagrama de Pareto*



En el Gráfico 1 se observó cómo se discriminó a la Causa Raíz 4, considerándola trivial y debería atenderse luego, administrativamente. Su análisis, por dicha razón, no se considerará en esta tesis.

2.16. Matriz de indicadores

Tabla 8. *Matriz de indicadores*

N° Causa	Causa Raíz	Indicador	Fórmula	Valor Actual	Pérdida	Valor Meta	Pérdida	Beneficio	Herramienta	Métodos	Inversión
CR1	Baja Disponibilidad de máquina	Disponibilidad	$\frac{MTBF - MTTR}{MTBF} \times 100$	88.11%	S/11,943	95.71%	S/ 5,862	S/ 6,081	Gestión de mto Simulación	AMFE Críticidad Plan de mto	
CR2	Deficiente control del proceso	Rendimiento	$\frac{\text{Velocidad de línea}}{\text{Velocidad std}} \times 100$	108.59		112.29					Andon (S/923)
				95.25%		99.01%					
			Denier	1093.04	S/100,978	1010.00	S/136,638	S/ 35,661	Control estadístico del proceso	Límites de control	
				91.5%		99.0%					
CR3	Deficiente control de calidad	Tasa de Calidad		931.71		909.00					
			Largo del saco (cm)								
				96.6%		99.0%					
			$\frac{\text{Sacos útiles}}{\text{Total sacos producidos}} \times 100$	99.72%	S/ 1,048	99.9%	S/ 99	S/ 950	Gestión de calidad	Muestreo	

Fuente. *Elaboración propia*

2.17. Solución propuesta

Descripción de causas raíz 1: Baja Disponibilidad de máquina

El proceso de producción en la planta se lleva a cabo mediante un conjunto integrado de extrusoras, bobinadoras y telares circulares. Las extrusoras y bobinadoras operan en conjunto, por lo que la detención de una afecta directamente a la otra, interrumpiendo ambas operaciones. La planta cuenta con cinco extrusoras, cada una acompañada de su línea correspondiente de bobinadoras, y generalmente, como se menciona en esta tesis, todas funcionan simultáneamente las 24 horas del día, incluyendo fines de semana y días festivos, con el objetivo de minimizar los inicios de producción. Este enfoque es crucial, ya que el proceso de conectar cada rafia que sale de la extrusora con su correspondiente huso de bobinado es una tarea compleja y laboriosa.

En el caso de los telares circulares, existe una mayor flexibilidad operativa, dado que siempre hay equipos en *stand by*, listos para entrar en operación cuando sea necesario. Algunos de estos telares funcionan de manera autónoma para completar lotes específicos o para producir muestras destinadas al área de ventas.

Para evaluar el estado de operatividad actual de la maquinaria, se calcularon métricas clave como el tiempo medio entre fallas (MTBF) y el tiempo medio de reparación (MTTR), de diciembre del año previo, 2024, previo al mes de estudio. Estas métricas permiten determinar la disponibilidad de las máquinas, la cual se busca mejorar continuamente. Dado que las extrusoras y bobinadoras son interdependientes, la disponibilidad de cada una de las cinco líneas se calcula como el producto de las disponibilidades individuales de sus componentes.

Se calcularon estos KPI, para todas las máquinas, pues en los cuatro días de producción se usaron indistintamente.

Tabla 9. Indicadores de mantenimiento

Extrusora 1			Extrusora 2			Extrusora 3			Extrusora 4			Extrusora 5		
Falla	Fecha	Horas de para	Falla	Fecha	Horas de para	Falla	Fecha	Horas de para	Falla	Fecha	Horas de para	Falla	Fecha	Horas de para
1	01/12/24	2.00	1	02/12/24	2.0	1	04/12/24	6.50	1	03/12/24	8.00	1	10/12/24	16.00
2	03/12/24	1.50	2	05/12/24	5.0	2	05/12/24	8.00	2	11/12/24	4.50	2	14/12/24	8.00
3	11/12/24	13.00	3	18/12/24	16.0	3	15/12/24	4.00	3	19/12/24	8.00	3	23/12/24	4.50
4	17/12/24	1.00	4	21/12/24	4.0	4	20/12/24	12.00	4	22/12/24	24.00	4	26/12/24	24.00
5	20/12/24	1.50							5	30/12/24	6.00	5	29/12/24	6.00
6	22/12/24	12.00												
7	28/12/24	16.00												
Total horas		47.0			27.0			30.5			50.5			58.5
Indicadores														
Horas disp		720			720			720			720			720
MTBF		103			240			180.0			180.0			144.0
MTTR		6.7			6.8			7.6			10.1			11.7
Disponibilidad		93.9%			97.3%			95.9%			93.0%			92.5%

Bobinadora 1			Bobinadora 2			Bobinadora 3			Bobinadora 4			Bobinadora 5		
Falla	Fecha	Horas de para	Falla	Fecha	Horas de para	Falla	Fecha	Horas de para	Falla	Fecha	Horas de para	Falla	Fecha	Horas de para
1	04/12/24	8.0	1	03/12/24	6.0	1	02/12/24	6.00	1	4/12/24	6.50	1	15/12/24	16.00
2	08/2/24	12.0	2	20/12/24	8.0	2	20/12/24	16.00	2	15/12/24	24.00	2	22/12/24	8.00
3	23/12/24	16.0	3	28/12/24	8.0	3	27/12/24	16.00	3	28/12/24	12.00	3	27/12/24	8.00
4	27/12/24	12.0	4	30/12/24	6.0	4	28/12/24	8.00				4	30/12/24	24.00
5	30/12/24	24.0												
Total horas		72.0			28.0			46.0			42.5			56.0
Indicadores														
Hr disp		720			720			720			720			720
MTBF		180.0			240.0			180.0			240.0			180.0
MTTR		24.0			9.3			11.5			14.2			14.0
Disponibilidad		90.0%			96.1%			93.6%			94.1%			92.2%
DISP COMBINADA		84.5%			93.5%			89.8%			87.5%			85.3%
PROMEDIO 88.11%														

En la Tabla 9 se observó que la Disponibilidad promedio de la planta fue 88.11%. Este valor está en línea con lo que se dejó de producir en este mes, considerando que el pedido de 290,000 sacos, $(100\% - 88.11\%) \times 290,000 = 34,481$ sacos. Realmente, la rotura de stock fue de 34,300 sacos, con lo que el lucro cesante de esa venta perdida.

En la Tabla 10 se observó que se asignaron valores a cada criterio relevante como impacto en la producción, tiempo de reparación, seguridad, calidad y frecuencia de falla para calcular la criticidad de cada máquina. Para ello, la extrusora obtuvo la puntuación más alta de (45), debido a su mayor impacto operativo y alto costo de reparación; la bobinadora le siguió con (42) por el tiempo que tomaba repararla y su efecto en el flujo productivo. En contraste, el telar circular tuvo baja criticidad (12) al presentar menor frecuencia de fallas y consecuencias menos graves en la operación.

Descripción de causas raíz 2: Deficiente control del proceso

Se tomaron tres muestras diarias de la velocidad de la línea, medida en el tercer para laminador, con un tacómetro y también se calculó el Denier, midiendo 1000 metros lineales de rafia, con el medidor manual de manivela y aplicando la fórmula:

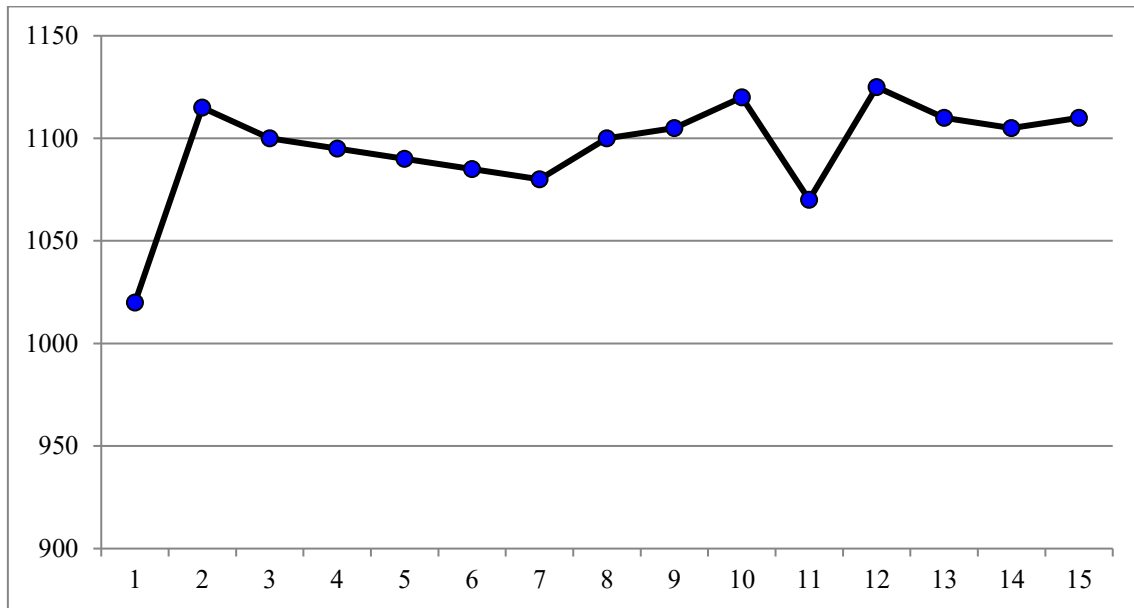
Tabla 11. *Velocidad y Denier actual*

	Laminadora 1		Laminadora 2		Laminadora 3		Laminadora 4		Laminadora 5		Conv 1	Conv 2	Conv 3	Conv 4	Conv 5	Conv 6	Conv 7
	Denier	M/min	Denier	M/min	Denier	M/min	Denier	M/min	Denier	M/min	Largo	Largo	Largo	Largo	Largo	Largo	Largo
Dic-01	1000	114	1010	112	1088	110	1001	113	1000	114	93	90	91	92	96	90	91
	1119	108	1132	108	1092	114	1158	112	1077	106	92	91	94	94	93	95	94
	1096	106	1125	100	1010	107	1125	110	1120	104	91	96	95	91	94	90	92
Dic-02	1145	108	1100	114	1080	112	1129	112	1000	106	93	94	95	93	96	90	93
	1020	114	1085	104	1052	114	1128	114	1169	114	95	93	91	94	95	91	90
	1085	109	1000	110	1186	114	1000	106	1150	105	91	95	96	95	91	94	95
Dic-03	1095	110	1077	106	1005	114	1068	108	1122	111	94	90	90	96	92	96	94
	1022	112	1080	111	1151	108	1080	108	1175	102	95	92	96	90	93	92	95
	1099	105	1096	112	1110	108	1074	105	1155	105	94	94	95	90	95	91	95
Dic-04	1120	102	1100	110	1141	110	1045	104	1188	104	95	94	95	91	94	95	91
	1119	114	1044	106	1088	106	1085	102	1000	102	94	92	96	94	93	94	90
	1136	105	1099	108	1099	104	1081	109	1201	108	91	94	94	96	96	95	95

	1085	108	1095	107	1080	103	1066	110	1199	106	95	95	91	92	92	95	92
Dic-05	1196	112	1050	105	1114	106	1099	106	1035	111	94	91	90	91	95	91	90
	1150	114	1095	112	1000	114	1189	104	1088	113	96	95	95	95	94	90	91
Promedio	1099	109	1079	108	1086	110	1089	108	1112	107	94	93	94	93	94	93	93

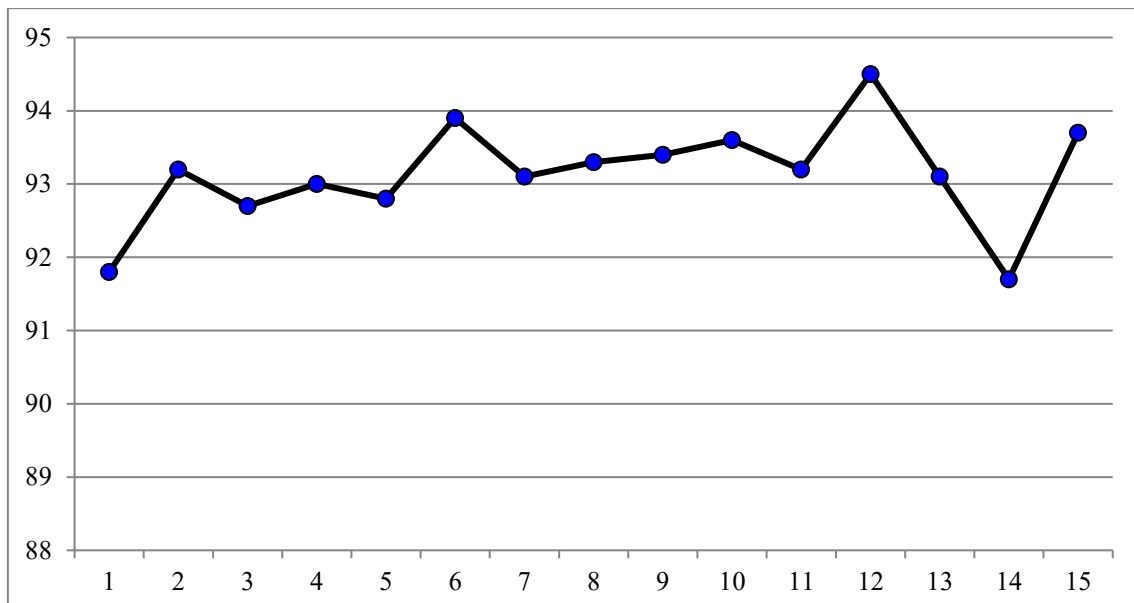
En la Tabla 11 se observó que la velocidad promedio fue 108.59 metros/minuto, que es 4.75% menor del estándar, 114 metros/minuto. El Denier promedio fue 1,093.04, 9.3% mayor del estándar de 1000, y la longitud promedio de los sacos fue de 93.10 cm, 3.3% mayor que el estándar, 90 cm.

Gráfico 2. Variación promedio del Denier de la fibra actual



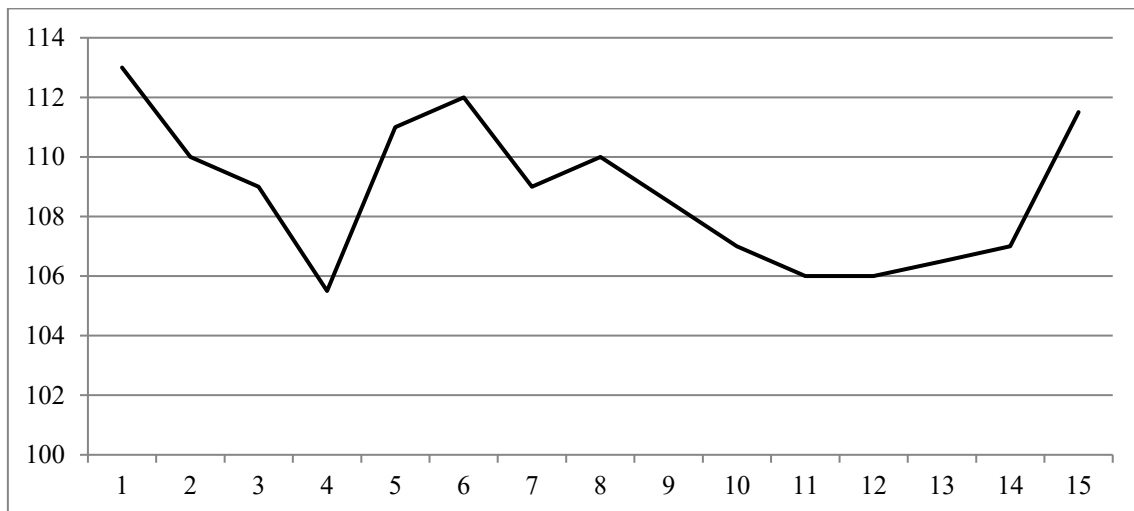
En el Gráfico 2 se observó que el Denier de las cinco extrusoras, varía entre 1000 y 1200, notándose que las correcciones, para acercarlo al estándar 1000, son muy frecuentes. Se realiza automáticamente por los sensores de velocidad y compensada con la apertura o cierre, de los rodillos laminadores, que se realiza manualmente por el operador.

Gráfico 3. Variación promedio del largo del saco actual



En el Gráfico 3 se observó que el largo del saco, producido durante la conversión y cosido de la basta, varía entre 90 cm, que es el estándar y 96 cm. Las correcciones se realizan prontamente.

Gráfico 4. Variación promedio de la velocidad de extrusora actual



En el Gráfico 4 se observó que la velocidad detectada con el tacómetro señala que varía entre 106 y 114, que es el estándar. Hay variaciones continuas, muchas de ellas corregidas automáticamente por la extrusora o por ajustes manuales del operador, para mantenerla dentro del rango.

Descripción de causas raíz 3: Deficiente control de calidad

Los supervisores de calidad realizan inspecciones aleatorias y los operarios de telar revisan cada hora la tela que se sale del telar y se enrolla en una gran bobina. Este enfoque permite la detección temprana y corrección de defectos, reduciendo así la cantidad de sacos rechazados durante la conversión. Este procedimiento proactivo es crucial para reducir los desperdicios. En el mes de diciembre, las bolsas rechazadas por Aseguramiento de Calidad fueron las siguientes:

Tabla 12. Sacos rechazados por defectuosas

	Cantidad
Tejido bolsudo	85
Tejido flojo	65
Urdimbre salida	152
Trama salida	126
Agujeros	196
Urdimbre salidos	125
Tejido manchado	46
Error en ancho del tejido	22
Total sacos descartados	817
	0.28%
Tasa de calidad	99.72%

En la Tabla 12 se observó que la producción defectuosa fue el 0.28%, cifra considerada muy buena.

2.18. Monetización de causas raíz de las pérdidas:

Monetización de la CR1: Baja Disponibilidad de máquina

La disponibilidad promedio de la planta alcanzó el 88.11% (*Tabla 9*). Este valor es coherente con la producción no realizada durante el mes, dado que se esperaba fabricar 290,000 sacos; sin embargo, se dejaron de producir aproximadamente 34,300 sacos. Con un margen unitario de S/ 0.3482, la pérdida de ingresos asciende a **S/ 11,943**.

Analizando la Disponibilidad, la omisión en producción sería, $(100\% - 88.11\%) \times 290,000 = 34,481$ sacos, cifra muy cercana a lo real.

Monetización de la CR2: Deficiente control del proceso

El sobre costo se monetizará, teniendo en cuenta el mayor consumo de polipropileno, debido a que el Denier supera los 1000 (*Tabla 11*). Además, se considerará el incremento en el tiempo de fabricación, como lucro cesante, así como el mayor uso de mano de obra y energía, resultado de una velocidad de extrusión inferior al estándar, 114 metros por minuto y una longitud de saco que excede los 90 cm, ambos por encima de los estándares establecidos:

Seguidamente, se mostrará el costo actual de los sacos, considerando que:

1. La longitud promedio, fue 93.10 cm, 3.3% más largo que el estándar, afectando el peso del saco. Este es un problema generado en la máquina convertidora, la cual es alimentada con una bobina de manga, que corta, pliega el fuelle y cose la basta. Los desajustes en las dimensiones son usuales y detectar y corregir, actualmente toma bastante tiempo, manteniéndose el error.
2. El Denier promedio, 1093, que es 9.3% mayor que el estándar, que es 1000. Esta grava directamente al peso del saco. Con el exceso en el largo y en el denier, el peso de un saco es **64.66 g**.
3. La velocidad promedio de la extrusora: 108.59 metros/minuto, 4.75% más lenta del estándar, que es 114 metros/minuto. Esto impacta en el mayor uso de mano de obra, pues se requerirá **4.75%** más de mano de obra y, colateralmente, de energía, pero lo más impactante, es la pérdida de lucro cesante, del tiempo en exceso. En resumen, sería así:

Tabla 13. *Desviaciones de Denier y largo*

Tipo de rafia	Cantidad de rafias	Largo (mm)	Total longitud (mm)	
Trama	266	1,000.00	266,203	mm/saco
Urdimbre	286	931.71	266,204	mm/saco
			532,407	mm de rafia /saco de 90 cm
			532	metros de rafia/saco de 90 cm de largo
			592	metros de rafia/metros de manga tejida
			1,093	Denier
				g/sacos
			64.66	

$$D = \frac{9000 \times \text{Peso}(g)}{\text{Longitud}(m)} =$$

En la Tabla 13 se observó que el peso por saco, es mayor al peso estándar de 57,14g (Tabla 4). Posteriormente se calcula el costo actual del saco.

Tabla 14. *Costo actual del saco de polipropileno*

Total producción	290,000.00	Denier	1,093	Cantidad de rafias	Largo de rafias (mm)	Total mm/saco
Sacos/batch de 100 kilos	1,620.07	Trama(mm)	931.71	266.20	1000.00	266,203
Peso/saco (g)	64.66	Urdimbre (mm)	100.00	285.71	931.71	266,203
Velocidad de extrusión (metros/min)	108.60	4.74% más lento			Rafia/saco	532,406
MATERIAS PRIMAS	Unidades	Fórmula base	Insumos para el lote completo	Costo unit (Soles)	saco	Costo de un saco
Polipropileno peletizado	Kilo	100.000	17,900	18.000	322,208	1.1111
Aditivo protector UV y antimicótico	Kilo	5.000	895	15.000	13,425	0.0463
Carbonato de calcio	Kilo	5.000	895	17.000	15,215	0.0525
- 5% de evaporación de volátiles	Kilo	-	-	-	-	-
-2% de scrap de lámina & rafia	Kilo	-	-	-	-	-
Total insumos		104.75	18,751		-	1.2098
ENVASES	Unidades	Fórmula		Costo unit (Soles)	Costo lote	Costo de un saco
Pabito para coser basta	Kilo	2.430	435.000	8.000	3,480.000	0.0120
Pintura para arte (0.37 g/sco)	Galón	0.650	116.353	80.000	9,308	0.0321
Zuncho plástico	Metros	6.000	1,074.028	0.280	301	0.0010

-						0.0451
Total envases						
<hr/>						
MANO DE OBRA DIRECTA	Hombres	Horas		Costo unit (Soles)	Costo lote	Costo de 1 saco
Extrusores	4.000	8	32	8.063	258	0.00089
Tejedores	8.000	8	64	8.063	516	0.00178
Convertidores	4.000	8	32	8.063	258	0.00089
Prensista	2.000	8	16	8.063	129	0.00044
Volante	4.000	8	32	8.063	258	0.00089
Total mano de obra directa	22.000		176		1,419	0.00489
<i>Sobrecosto</i>	<i>4.74%</i>		<i>8</i>			<i>0.00023</i>
<i>Total mano de obra directa con sobrecosto</i>						<i>0.00512</i>
<hr/>						
Energía eléctrica (S/1000 mes x 20%)	KwH	24.000	310.000	0.450	3,348	0.01154
Petróleo	Galones	10.000		15.000	150	0.00052
Total energía						0.01206
<i>Sobrecosto</i>	<i>4.74%</i>					<i>0.00057</i>
<i>Total energía</i>						<i>0.01263</i>
<hr/>						
TOTAL COSTOS DIRECTOS						1.27272
<hr/>						
COSTOS INDIRECTOS						Costo/saco
H-H indirecta						0.00010
Es salud (El 9% de total planilla)						0.00007
Vacaciones (1/12 de planilla total)						0.00001
Gratificaciones (2)						0.00003
Depreciación						0.00022
Mantenimiento mensual						0.00001
Suministros varios						0.01000
TOTAL COSTOS INDIRECTOS						0.01044
<hr/>						
COSTO DE PRODUCCION DE UN SACO TEJIDO DE POLIPROPILENO DE 64,66 g PARA AZÚCAR						
Costo de producción						S/. 1.2832
Margen						27.14% S/. 0.3482
Valor venta						S/. 1.6314
IGV						18% S/. 0.2936
Precio de venta a cliente						S/. 1.9250

En la Tabla 14, se estimó el costo por saco considerando la producción de 290,000 unidades, con 64,66 gramos/saco y una velocidad de extrusión de 108 metros/min. se observó que, con estas condiciones de operación, el costo de producción del saco es S/1.2832 y su margen de ganancia, S/0.3482.

Monetización de la CR3: Deficiente operación de los telares

Como se señalar en la descripción de esta causa raíz, Aseguramiento de la calidad, descarto 817 sacos (*Tabla 12*), por deficiencias varias, en el tejido. Estos, no tiene valor comercial y la empresa los destina para juntar la basura de planta.

Ecuación 1. Perjuicio

$$817 \text{ sacos} \times 1.2832 \frac{\text{Soles de costo}}{\text{Saco}} = S/1,048$$

En la Ecuación 1 se observó que lo obtenido como perjuicio es de S/1,048; ya que, la pérdida de 817 sacos implica un desperdicio de materiales, tiempo y energía sin retorno económico. Además, afecta la eficiencia operacional y puede repetirse si no se corrige la causa raíz.

Propuesta de mejora de la causa raíz 1: Baja Disponibilidad de máquina

Tabla 15. AMEF de extrusora

componentes	Modo de Falla	Efecto de Falla	Medidas Preventivas	Monitoreo	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	Frecuencia de revisión	
Tornillo	Desgaste	Reducción de la calidad del producto	Reemplazo de piezas desgastadas	Monitoreo de la temperatura y presión	8	6	5	240	ALTA PRIORIDAD	Semanal
Barril	Desgaste	Pérdida de eficiencia de calentamiento	Inspecciones regulares	Monitoreo de la temperatura	7	5	6	210	ALTA PRIORIDAD	Semanal
Termocupla	Falla eléctrica	Interrupción de la operación	Mantenimiento preventivo	Monitoreo de sistemas eléctricos	9	4	4	144	MEDIA PRIORIDAD	Semanal
Motor	Falla mecánica	Parada de la producción	Lubricación y mantenimiento regular	Monitoreo de vibraciones y ruidos	8	4	5	160	MEDIA PRIORIDAD	Semanal
Reductor	Desgaste	Reducción en la transmisión de potencia	Reemplazo de piezas desgastadas	Inspección de desgaste y vibraciones	7	5	5	175	MEDIA PRIORIDAD	Semanal
Sistema de enfriamiento	Obstrucción	Sobrecalentamiento del sistema	Limpieza regular y mantenimiento	Monitoreo de flujo y temperatura	9	3	6	162	MEDIA PRIORIDAD	Semanal
Pares laminadores	Trancado	Para la producción	Limpieza regular y mantenimiento	Monitoreo de flujo y velocidad	10	2	8	160	MEDIA PRIORIDAD	Semanal
Fajas transportadoras	Paralización	Para la producción	Limpieza regular y mantenimiento	Monitoreo de flujo y velocidad	10	3	8	240	ALTA PRIORIDAD	Semanal
Cuchillas de corte	Desgaste	Fallo en el corte de la fibra	Reemplazo regular de cuchillas	Inspección de cuchillas	7	6	6	252	ALTA PRIORIDAD	Semanal

En la Tabla 15 se observó que el AMEF aplicado a la extrusora, identifica los principales modos de falla, sus efectos, medidas preventivas y el nivel de prioridad según el NPR (Número de Prioridad de Riesgo).

Tabla 16. AMEF bobinadoras

	Modo de Falla	Efecto de Falla	Medidas Preventivas	Indicadores de Monitoreo	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	Frecuencia de revisión	
Husos	Desgaste	Reducción de la calidad del producto	Reemplazo de piezas desgastadas	Monitoreo de la tensión y velocidad	8	6	5	240	ALTA PRIORIDAD	Semanal
Motor	Falla eléctrica	Parada de la operación	Mantenimiento preventivo	Monitoreo de sistemas eléctricos	9	4	4	144	MEDIA PRIORIDAD	Semanal
Controles electrónicos	Falla eléctrica	Interrupción de la operación	Sistemas de respaldo y mantenimiento preventivo	Monitoreo de sistemas eléctricos	9	3	5	135	MEDIA PRIORIDAD	Semanal
Bastidores	Desgaste estructural	Vibraciones excesivas y paradas	Inspección y mantenimiento regular	Monitoreo de vibraciones	7	5	4	140	MEDIA PRIORIDAD	Semanal
Sensores de tensión	Fallos de calibración	Tensiones incorrectas en la fibra	Calibración y mantenimiento regular	Monitoreo de lectura de sensores	6	5	5	150	MEDIA PRIORIDAD	Semanal
Succionadores de rafia	Baja o nula absorción	No absorbe la rafia para el cambio automático de cono.	Limpieza	Monitoreo de absorción de rafia en cambio de conos	6	2	5	60	BAJA PRIORIDAD	Semanal

En la Tabla 16 se observó que los posibles modos de falla en las bobinadoras, su impacto y las acciones necesarias para prevenirlos. A través del análisis AMEF, se priorizan los riesgos usando el NPR, destacando que los usos requieren mayor atención por su criticidad, mientras que los succionadores de rafia presentan menor riesgo y permitiendo enfocar el mantenimiento preventivo de forma eficiente.

Tabla 17. AMEF Telar circular

Componente	Modo de Falla	Efecto de Falla	Medidas Preventivas	Indicadores de Monitoreo	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	Frecuencia de revisión	
Agujas	Desgaste	Roturas en el tejido	Reemplazo regular de agujas	Inspección visual y monitoreo de calidad	8	5	6	240	ALTA PRIORIDAD	Semanal
Placa base	Desgaste y deformación	Desalineación y fallos en la operación	Mantenimiento regular y reemplazo de piezas	Monitoreo de vibraciones y alineación	7	4	5	140	MEDIA PRIORIDAD	Semanal
Motores	Falla eléctrica	Parada de la operación	Mantenimiento preventivo	Monitoreo de sistemas eléctricos	9	3	5	135	MEDIA PRIORIDAD	Semanal
Rodillos de alimentación	Desgaste	Pérdida de tensión en el hilo	Reemplazo regular de rodillos	Monitoreo de tensión	8	4	6	192	MEDIA PRIORIDAD	Semanal
Sistema de lubricación	Obstrucción	Sobrecarga y fallos mecánicos	Limpieza y mantenimiento regular	Monitoreo de flujo de lubricante	9	3	4	108	MEDIA PRIORIDAD	Semanal
Controladores electrónicos	Fallos de software	Interrupción de la operación	Actualización de software y mantenimiento	Monitoreo del estado del sistema	8	2	5	80	BAJA PRIORIDAD	Semanal
Sensores de tensión	Fallos de calibración	Tensión incorrecta en el tejido	Calibración y mantenimiento regular	Monitoreo de lectura de sensores	7	4	5	140	MEDIA PRIORIDAD	Semanal
Guías de hilo	Desgaste y rotura	Rotura del hilo o desviaciones en el tejido	Inspección y reemplazo regular	Monitoreo visual y de calidad	8	5	6	240	ALTA PRIORIDAD	Semanal
Sistema de control de velocidad	Fallos electrónicos	Variaciones en la velocidad del telar	Mantenimiento preventivo y calibración	Monitoreo de la velocidad	9	3	4	108	MEDIA PRIORIDAD	Semanal
Bastidores de conos	Desgaste estructural	Vibraciones excesivas y paradas	Inspección y mantenimiento regular	Monitoreo de vibraciones	7	5	4	140	MEDIA PRIORIDAD	Semanal
Porta bobinas de urdimbre	Desgaste y rotura	Parada de la producción	Mantenimiento y reemplazo regular	Inspección visual y monitoreo de roturas	8	4	6	192	MEDIA PRIORIDAD	Semanal

En la Tabla 17 se observó que los posibles fallos en el telar circular, detallando sus efectos y acciones preventivas, se priorizan los riesgos mediante el NPR, permitiendo enfocar el mantenimiento en los componentes más críticos para evitar interrupciones en la producción.

Tabla 18. AMEF Convertidora

Modo de Falla		Efecto de Falla	Medidas Preventivas	Indicadores de Monitoreo	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	NPR	Frecuencia de revisión	
Sistema de alimentación	Desgaste	No arrastra la manga	Ajuste de empujadores mecánicos	Inspección visual y monitoreo de calidad	8	4	6	192	ALTA PRIORIDAD	Semanal
Rodillos plegado	Desgaste y deformación	Plegado y deficiente. No controla el largo del saco	Mantenimiento regular y reemplazo de piezas	Monitoreo de vibraciones y alineación	8	4	6	192	MEDIA PRIORIDAD	Semanal
Unidad de corte	Corte irregular	Sacos unidos entre si	Mantenimiento preventivo	Monitoreo de sistemas eléctricos	6	3	2	36	BAJA PRIORIDAD	Semanal
Cosedora	Desgaste	Costura irregular o floja	Ajuste y lubricación de la transmisión	Monitoreo de tensión	9	2	2	36	BAJA PRIORIDAD	Semanal
Rotuladora	Desgaste	Descalce de colores	Limpieza o renovación de rolos impresores	Monitoreo de flujo de lubricante	8	3	2	48	BAJA PRIORIDAD	Semanal
Apiladora	Desgaste	Sacos mal apilados	Limpieza y mantenimiento regular	Monitoreo del estado del sistema	6	2	2	24	BAJA PRIORIDAD	Semanal
Tablero control	No comanda cambio de velocidad del largo.	Variación en dimensiones de sacos	Calibración y mantenimiento regular	Monitoreo de lectura de sensores	9	2	3	54	BAJA PRIORIDAD	Semanal

En la Tabla 18 se observó que los fallos más comunes en la convertidora, sus causas y efectos, así como las acciones preventivas y monitoreos recomendados, de las cuales se identificaron dos áreas con prioridad alta y media, lo que permite enfocar los esfuerzos de mantenimiento en los puntos más críticos para evitar problemas de arrastre y deformación en la producción de sacos.

Tabla 19. *Plan de mantenimiento preventivo de las extrusoras*

	Frecuencia de revisión	Detalle de revisión o reparación	Repuestos involucrados	Indicadores de desempeño	Responsable
Tornillo	Semanal	Reemplazo de piezas desgastadas	Tornillo	Temperatura, presión	Técnico de mantenimiento
Barril	Semanal	Inspecciones regulares	Barril	Temperatura	Técnico de mantenimiento
Termocupla	Semanal	Mantenimiento preventivo	Termocupla	Estado de los circuitos	Técnico de mantenimiento
Motor	Semanal	Lubricación y mantenimiento regular	Motor	Vibraciones, ruidos	Técnico de mantenimiento
Reductor	Semanal	Reemplazo de piezas desgastadas	Reductor	Desgaste, vibraciones	Técnico de mantenimiento
Sistema de enfriamiento	Semanal	Limpieza regular y mantenimiento	Sistema de enfriamiento	Flujo, Temperatura	Técnico de mantenimiento
Pares laminadores	Semanal	Limpieza regular y mantenimiento	Pares laminadores	Velocidad, flujo	Técnico de mantenimiento
Fajas transportadoras	Semanal	Limpieza regular y mantenimiento	Fajas transportadoras	Velocidad, integridad	Técnico de mantenimiento
Cuchillas de corte	Semanal	Reemplazo regular de cuchillas	Cuchillas de corte	Afilado, integridad	Técnico de mantenimiento

En la Tabla 19 se observó que un plan semanal de mantenimiento preventivo para cada componente de la extrusora incluyendo el tipo de revisión, los repuestos a considerar, los indicadores clave de desempeño y el responsable asignado, asegurará un funcionamiento continuo y evitar fallos críticos que afecten la producción.

Tabla 20. *Plan de mantenimiento preventivo de los telares circulares*

	Frecuencia de revisión	Detalle de revisión o reparación	Repuestos involucrados	Indicadores de desempeño	Responsable
Agujas	Semanal	Reemplazo regular de agujas	Agujas	Cakudad del tejido	Técnico de mantenimiento
Placa base	Semanal	Mantenimiento regular y reemplazo de piezas	Placa base	Vibraciones, alineación	Técnico de mantenimiento
Motores	Semanal	Mantenimiento preventivo	Motores	Estado de los circuitos	Técnico de electricidad
Rodillos de alimentación	Semanal	Reemplazo regular de rodillos	Rodillos de alimentación	Tensión	Técnico de mantenimiento
Sistema de lubricación	Semanal	Limpieza y mantenimiento regular	Sistema de lubricación	Flujo de lubricante	Técnico de mantenimiento
Controladores electrónicos	Semanal	Actualización de software y mantenimiento	Controladores electrónicos	Estado del sistema	Técnico de electricidad

Sensores de tensión	Semanal	Calibración y mantenimiento regular	Sensores de tensión	Lectura de tensión	Técnico de mantenimiento
Guías de hilo	Semanal	Inspección y reemplazo regular	Guías de hilo	Calidad de tejido	Técnico de mantenimiento
Sistema de control de velocidad	Semanal	Mantenimiento preventivo y calibración	Sistema de control de velocidad	Velocidad	Técnico de electricidad
Bastidores de conos	Semanal	Inspección y mantenimiento regular	Bastidores de conos	Vibraciones	Técnico de mantenimiento
Porta bobinas de urdimbre	Semanal	Mantenimiento y reemplazo regular	Portabobinas de urdimbre	Estado de las bobinas	Técnico de mantenimiento

En la Tabla 20 se observó que un plan de mantenimiento preventivo semanal para los componentes clave de los telares circulares, indicando acciones específicas, repuestos, indicadores de desempeño y el personal responsable, garantizaría la calidad del tejido, reducir fallas y mantener la continuidad operativa del equipo.

Tabla 21. *Plan de mantenimiento preventivo de las bobinadoras*

	Frecuencia de revisión	Detalle de revisión o reparación	Repuestos involucrados	Indicadores de desempeño	Responsable
Husos	Semanal	Reemplazo de piezas desgastadas	Husos	Tensión, velocidad	Técnico de mantenimiento
Motor	Semanal	Mantenimiento preventivo	Motor	Estados de los circuitos	Técnico de electricidad
Controles electrónicos	Semanal	Sistemas de respaldo y mantenimiento preventivo	Controles electrónicos	Funcionamiento, fallos	Técnico de electricidad
Bastidores	Semanal	Inspección y mantenimiento regular	Bastidores	Vibraciones	Técnico de mantenimiento
Sensores de tensión	Semanal	Calibración y mantenimiento regular	Sensores de tensión	Lectura de tensión	Técnico de mantenimiento
Succionadores de rafia	Semanal	Limpieza	Succionadores de rafia	Eficiencia de absorción	Técnico de mantenimiento

En la Tabla 21 se observó que el mantenimiento preventivo semanal aplicado a las bobinadoras, detallando las acciones realizadas sobre cada componente, los repuestos utilizados y los indicadores que permitieron evaluar su funcionamiento, con el objetivo de prevenir fallas y mantener el rendimiento óptimo de la maquinaria.

Tabla 22. *Plan de mantenimiento preventivo de convertidoras*

Modo de Falla	Frecuencia	Detalle de la Revisión o Reparación	Repuestos Involucrados	Indicadores de Desempeño	Responsables
Sistema de Alimentación	Semanal	Lubricación y ajuste	Aceite lubricante	Funcionamiento continuo	Técnico de Mantenimiento
Rodillos de Plegado	Semanal	Inspección visual y limpieza	N/A	Uniformidad en el plegado	Operador de Máquina
Unidad de Corte	Mensual	Reemplazo regular de cuchillas	Cuchillas de repuesto	Precisión de corte	Técnico de Mantenimiento
Cosedora	Mensual	Reemplazo regular de agujas	Agujas de cosido	Calidad de las costuras	Técnico de Mantenimiento
Rotuladora	Semanal	Inspección y ajuste	Rodajes Chumaceras	Precisión en la impresión	Operador de Máquina
Apiladora	Mensual	Verificación de conexiones y software	Rodajes Chumaceras	Funcionamiento correcto del sistema	Técnico de Mantenimiento
Tablero de control	Semanal	Inspección y calibración	Tarjeta electrónica	Detección precisa de irregularidades	Técnico de Mantenimiento

En la Tabla 22 se observó que el mantenimiento preventivo aplicado a las convertidoras, especificando las frecuencias de revisión, los repuestos utilizados y los indicadores monitoreados en cada componente. Estas acciones permitieron asegurar la precisión en el corte, el correcto funcionamiento del sistema y la calidad de los productos, siendo realizadas por técnicos y operadores según su especialidad

Tabla 23. *Simulación del incremento en la Disponibilidad*

Simulación del incremento de Disponibilidad						
1	11	10	4	5	7	
2	6	8	3	11	7	
3	10	10	6	3	7	
4	11	10	8	7	8	
5	4	10	9	7	7	
6	11	9	11	3	11	
7	6	9	8	7	5	
8	6	9	5	10	3	
9	6	6	9	8	7	
10	4	3	8	11	11	
11	9	11	8	5	4	
12	6	10	11	10	10	
13	10	5	9	9	7	
14	6	8	3	10	3	
15	11	4	6	10	7	
Promedio	7.8	8.1	7.2	7.7	6.9	7.6

En la Tabla 23 se observó que la Disponibilidad con la propuesta, podría ser $88.11\% + 7.6\% = 95.71\%$, con lo que se estaría dejando de producir: $290,000 \text{ sacos} \times (100\% - 95.71\%) = 12,441$, con un impacto de S/5,862, que se recuperarán, en la siguiente entrega de sacos a la agroindustria.

Propuesta de mejora de la causa raíz 2: Deficiente control del proceso

La máquina extrusora está equipada con controles de servomotores que ajustan la velocidad de varios componentes, como el tornillo alimentador y los pares laminadores, para mantener la velocidad adecuada en cada etapa del proceso. Estos servomotores permiten un control preciso de la posición de los componentes móviles, lo cual es crucial para asegurar la exactitud y la calidad en procesos como el laminado y el corte. Además, sincronizan los movimientos de diferentes partes de la máquina, garantizando que todas las operaciones se realicen de manera coordinada y eficiente. Los servomotores también realizan ajustes automáticos en respuesta a los datos en tiempo real proporcionados por sensores de temperatura, presión o velocidad, optimizando el rendimiento de la máquina. En cuanto a los laminadores, estos reducen progresivamente el grosor del material desde 20 mm hasta 0.13 mm en el último par, conocido como par calibrador. El tercer par laminador se ajusta para ser aproximadamente 5% más rápido que el segundo, y esta relación se denomina índice de estiramiento. Este índice puede influir tanto positiva como negativamente en la rafia de polipropileno, mejorando sus propiedades mecánicas y uniformidad cuando está controlado, pero pudiendo causar fragilidad y variaciones indeseadas si es excesivo, además de aumentar el desgaste de los equipos.

El índice de estiramiento en el laminado de polipropileno puede influir de manera tanto positiva como negativa en la rafia. Un estiramiento controlado optimiza las propiedades mecánicas, asegura la uniformidad y minimiza defectos, lo que da como resultado una rafia más resistente y de mayor calidad. Por otro lado, un estiramiento excesivo puede hacer que la rafia se vuelva frágil, generar variaciones no deseadas en sus propiedades y aumentar el desgaste de los equipos, comprometiendo así su durabilidad y eficiencia operativa.

Tal como se evidencia en el Anexo 4, se identificaron puntos críticos de control a lo largo del proceso de producción, en los cuales se supervisaron variables clave como la temperatura, la velocidad de laminado, el sistema de enfriamiento y las medidas

específicas implementadas para evitar fallas que afecten la calidad final de la rafia, estas acciones de verificación permitieron detectar y corregir oportunamente las desviaciones, garantizando un producto conforme a los estándares establecidos.

Sin embargo, aunque la línea de producción es automatizada, requiere la intervención manual de los operarios para ajustar problemas como el acumulamiento de polipropileno fundido antes de un par laminador o la falta de material, lo que podría resultar en láminas incompletas o con huecos. Estas variaciones pueden ser frecuentes debido a diferencias en el comportamiento del polipropileno por cambios de lote o proveedor, y desajustes en máquinas antiguas. La falta de capacitación de los operarios puede llevar a ajustes temporales que causan problemas mayores como atoros.

Este problema afecta la velocidad de la línea, que a menudo está por debajo del estándar, y el Denier, que tiende a estar por encima del estándar. La velocidad de reacción del operario es crucial para mantener ambos parámetros dentro del rango de $\pm 3\%$ acordado con los clientes.

Las balanzas con la que los operarios verifican el Denier son marca *Mettler* Toledo, que tienen una función que no está siendo aprovechada en la planta. Es factible, programarla, para que, con la emisión de un pitido agudo, emitido con una frecuencia determinada, avise al operario a sacar una muestra del Denier. El operario, al colocar los 1,000 metros de rafia de la muestra, sobre la balanza, está la procesará y convertirá el peso en Denier, con la fórmula: $Denier = \frac{9000 \times \text{Peso (g)}}{\text{Longitud(m)}}$. Este resultado, lo plasmará en la pantalla de la computadora, donde el operario ingresa sus datos de producción, quedando a la vista de las personas que pueden corregir la desviación.

Si el Denier, estuviese, fuera del rango $\pm 3\%$, emitirá otro pitido, luego de un tiempo corto, para verificar que ya se subsano el sobrepeso. Una vez que la balanza, detecta que el Denier ya está regularizado en el rango adecuado, comienza a distanciar el tiempo entre pitidos. El sistema sería, como se muestra en la siguiente figura.

En el Anexo 5, se detalla el control visual del Denier, donde se observó que el sistema es altamente proactivo y contribuye a que el operario mantenga bajo control este parámetro crítico de la rafia; además, permite llevar un registro continuo de los valores ingresados, lo que facilita la detección de tendencias y la toma de decisiones preventivas antes de que

la variación se vuelva significativa, lo cual a criterio del jefe de calidad, la aplicación constante de esta herramienta permitiría mantener el Denier en un 99% del valor estándar, es decir, alrededor de 1010, garantizando así una rafia con características técnicas más uniformes y confiables..

Para controlar la velocidad de la extrusora y, por ende, de producción, se recomienda implementar un sistema Andón de producción esbelta, conectado al tacómetro de la línea, que emita una señal visual cuando la velocidad esté por debajo de los 114 metros/minuto, permitiendo una intervención inmediata del operario y alertando al supervisor. Según el supervisor de mantenimiento, la velocidad debería mantenerse en el 98% del estándar, es decir, 112 metros/minuto.

Como se evidencia en el Anexo 6, según una estimación estadística respaldada por estudios y prácticas industriales, la implementación de un sistema Andón en entornos de manufactura puede mejorar significativamente la capacidad de respuesta, ya que, mediante la señalización inmediata y clara de problemas, permite a los operadores y equipos de mantenimiento actuar con mayor rapidez, reduciendo el tiempo de respuesta entre un 30% y un 50%.

Actualmente, los operarios verifican la velocidad con el tacómetro y ajustan cada 20 minutos. Con el sistema Andon, podrían realizar estos ajustes de manera más proactiva, manteniendo la velocidad en, al menos, el 98.5% del estándar, es decir, **112.29** metros por minuto.

El largo de los sacos debe permanecer en 90 cm. Sin embargo, la falta de mantenimiento en las máquinas convertidoras, responsables del plegado, cosido y rotulado, provoca variaciones en esta dimensión. Estas máquinas realizan movimientos articulados secuenciales sencillos y, si su sistema motriz está correctamente ajustado, a criterio del supervisor de mantenimiento, la variación en el largo no debería exceder el 1% del estándar. Por lo tanto, se esperaría un largo de 90.9 cm.

Propuesta de la causa raíz 3: Deficiente operación de los telares

La zona de telares es amplia y requiere poca supervisión operativa. Se propone un sistema de control de calidad de la manga, realizado por el operario y validado por el supervisor. El método actual es lento y engorroso, ya que requiere palpar las mangas por ambos lados

para encontrar defectos como rafias salidas, tejido abultado o manchas, y tomar acción correctiva rápidamente.

Se sugiere instalar cámaras de video vigilancia orientables con un monitor visible y accesible para el operario o supervisor, desde su computadora, permitiendo una intervención rápida y eficaz.

Como se evidencia en el Anexo 7, con la innovación de la cámara de video para el control del proceso en telares se reforzará los controles rutinarios de la tela, a criterio del supervisor de mantenimiento, se espera reducir la baja tasa actual de defectos, que es 0.28%, al 50%, con lo que la nueva Tasa de Calidad sería 99.86%.

2.19. Evaluación económico-financiera

Tabla 24. Cotización de Andón

	Cantidad	Precio US\$	Tipo de cambio	S/
Andón	5	\$32.00	S/ 3.75	600
Flete				48
Seguro	3.0%			18
Base imponible				666
Ad valorem	4.0%			27
Agente aduana	1.5%			10
IGV	18.0%			120
Total				823
Flete local				100
Total				S/ 923

En la Figura 24 se cotizó la adquisición de cinco dispositivos Andón a un precio unitario de \$32.00, considerando el tipo de cambio, flete, seguro, tributos e impuestos, obteniéndose un costo total de S/ 923 para su implementación en planta.

Tabla 25. Cotización de cámara de video vigilancia

	Cantidad	Precio US\$	Tipo de cambio	S/
Cámara video vigilancia	1	\$269.00	S/ 3.75	1,009
Flete				81
Seguro	3.0%			30
Base imponible				1,120
Ad Valorem	4.0%			45
Agente aduana	1.5%			17
IGV	18.0%			202
Total				1,383
Flete local				100
Total				S/ 1,483

En la Tabla 25 se evaluó el costo de compra e importación de una cámara de video vigilancia, contemplando precio FOB, seguro, flete, tributos y gastos locales, alcanzando un costo total de S/ 1,483 como parte de las mejoras operativas.

Tabla 26. Propuesta de optimización de Denier y longitud de rafia

Tipo de rafia	Cantidad de rafias	Largo (mm)	Total longitud (mm)
Trama	257	1,000.00	257,143
Urdimbre	286	909.00	259,714
			516,857
			517 mm de rafia /saco de 90 cm metros de rafia/saco de 90 cm de largo
			574 metros de rafia/metros de manga tejida
			1,010 Denier
			58.291 g/sacos

$$D = \frac{9000 \times \text{Peso}(g)}{\text{Longitud}(m)} =$$

La propuesta presentada plantea un ajuste en la cantidad de rafias y longitudes (257 en trama y 286 en urdimbre), generando una longitud total de 517 m/saco y 574 m/manga tejida. Con este redimensionamiento, el denier se reduce a 1,010, lo que se traduce en un peso más eficiente de 58.291g/saco, mucho más cercano al peso estándar esperado (57.14g).

Tabla 27. Costo con la propuesta de mejora en OEE

Total producción	290,000.00	Denier	1,010	Cantidad de rafias	Largo de rafias (mm)	Total mm/saco
Sacos/batch de 100 kilos	1,797.01	Trama(mm)	909.00	260	1000	259,714
Peso/saco (g)	58.291	Urdimbre (mm)	100.00	286	909	259,714
Velocidad de extrusión (metros/min)	112	1.50% más lento			Rafia/saco	519,429
MATERIAS PRIMAS	Unidades	Fórmula base	Insumos para el lote completo	Costo unit (Soles)	saco	Costo de un saco
Polipropileno peletizado	Kilo	100.000	16,138	18.000	290,483	1.0017
Aditivo protector UV y antimicótico	Kilo	5.000	807	15.000	12,103	0.0417
Carbonato de calcio	Kilo	5.000	807	17.000	13,717	0.0473
- 5% de evaporación de volátiles	Kilo	-	-	-	-	-
-2% de scrap de lámina & rafia	Kilo	-	-	-	-	-
Total insumos		104.75	16,905		-	1.0907
ENVASES	Unidades	Fórmula		Costo unit (Soles)	Costo lote	Costo de un saco
Pabilo para coser basta	Kilo	2.696	435.000	8.000	3,480.000	0.0120
Pintura para arte (0.37 g/sco)	Galón	0.650	104.897	80.000	8,392	0.0289
Zuncho plástico	Metros	6.000	968.278	0.280	271	0.0009
					-	

Total envases						0.0419
MANO DE OBRA DIRECTA	Hombres	Horas		Costo unit (Soles)	Costo lote	Costo de 1 saco
Extrusores	4.000	8	32	8.063	258	0.00089
Tejedores	8.000	8	64	8.063	516	0.00178
Convertidores	4.000	8	32	8.063	258	0.00089
Prensista	2.000	8	16	8.063	129	0.00044
Volante	4.000	8	32	8.063	258	0.00089
Total mano de obra directa	22.000		176		1,419	0.00489
<i>Sobrecosto</i>	<i>1.50%</i>					<i>0.00007</i>
<i>Total mano de obra directa con sobrecosto</i>						<i>0.00497</i>
Energía eléctrica (S/1000 mes x 20%)	KwH	24.000	310.000	0.450	3,348	0.01154
Petróleo	Galones	10.000		15.000	150	0.00052
Total energía						0.01206
<i>Sobrecosto</i>	<i>1.50%</i>					<i>0.00018</i>
<i>Total energía</i>						<i>0.01224</i>
TOTAL COSTOS DIRECTOS						1.14979
COSTOS INDIRECTOS						Costo/saco
H-H indirecta						0.00010
Es salud (El 9% de total planilla)						0.00007
Vacaciones (1/12 de planilla total)						0.00001
Gratificaciones (2)						0.00003
Depreciación						0.00022
Mantenimiento mensual						0.00001
Suministros varios						0.01000
TOTAL COSTOS INDIRECTOS						0.01044
COSTO DE PRODUCCION DE UN SACO TEJIDO DE POLIPROPILENO DE 58.291 g PARA AZÚCAR						
Costo de producción						S/. 1.1602
Margen					40.61%	S/. 0.4712
Valor venta						S/. 1.6314
IGV					18%	S/. 0.2937
Precio de venta a cliente						S/. 1.9250

En la Tabla 26, se estimó el costo por saco después de la propuesta de mejora considerando la producción de 290,000 unidades, con 58,291 gramos/saco y una velocidad de extrusión de 112 metros/min. Se generó un costo de producción S/ 1.16 por saco y su margen de ganancia de S/0.4712.

Tabla 28. Flujo de caja

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Inversión														
Andón	- 923													
Cámara de video	- 1,483													
Total inversión	- 2,405													
Ingresos														
Mejora atención pedidor por mayor disponibilidad		507	507	507	507	507	507	507	507	507	507	507	507	6,081
Mejor control del proceso		2,972	2,972	2,972	2,972	2,972	2,972	2,972	2,972	2,972	2,972	2,972	2,972	35,661
Reducción de rechazos		79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	950
Total ingresos		3,558	3,558	3,558	3,558	3,558	3,558	3,558	3,558	3,558	3,558	3,558	3,558	42,692
Total ingresos actualizados		3,504	3,451	3,399	3,348	3,297	3,248	3,199	3,150	3,103	3,056	3,010	2,965	38,731
Egresos														
Capacitación en gestión de calidad	- 3,000													- 3,000
Total egresos	- 3,000													- 3,000
Total egresos actualizados	- 2,955													- 2,955
Flujo bruto		558	3,558	3,558	3,558	3,558	3,558	3,558	3,558	3,558	3,558	3,558	3,558	39,692
Impuesto a la renta			- 1,067	- 1,067	- 1,067	- 1,067	- 1,067	- 1,067	- 1,067	- 1,067	- 1,067	- 1,067	- 1,067	-
Flujo neto	- 2,405	558	2,490	2,490	2,490	2,490	2,490	2,490	2,490	2,490	2,490	2,490	2,490	27,784
Flujo actualizado	- 2,405	549	2,416	2,379	2,344	2,308	2,273	2,239	2,205	2,172	2,139	2,107	2,075	25,208
TMAR	20.00% anual 1.53% mensual													
VNA	S/ 25,208													
VAN	S/ 22,803													
TIR	70.2%													
B/C	7.23													
PRI	0.06 años 1.00 mes													

En la Tabla 27 se proyectaron los ingresos y egresos mensuales considerando la inversión en control visual, evidenciando que el proyecto fue rentable, con una TIR de 70.2%, un VAN de S/ 22,081 y un periodo de recuperación de tan solo 1 año.

Tabla 29. Estado de resultados

	Actual		Propuesta	
Sacos despachados	S/	255,700	S/	277,559
Precio de venta	S/	1.925	S/	1.925
Total venta	S/	492,222	S/	534,313
Reducción rechazos			S/	950
Costos de producción	S/	1.283	S/	1.160
Total costo	-S/	328,103	-S/	322,031
Gastos				
Gastos de administración y ventas	-S/	24,611	-S/	26,716
Depreciación	-S/	8,800	-S/	8,800
Total gastos	-S/	33,411	-S/	35,516
Ingresos Operacionales	S/	130,708	S/	176,766
Pago de intereses				
Ingresos antes de Impuestos	S/	130,708	S/	176,766
Impuesto a la renta	-S/	39,212	-S/	53,030
Ingresos Netos	S/	91,496	S/	123,736
Utilidad sobre ventas		18.6%		23.2%
				4.6%

En la Tabla 28 se compararon los resultados económicos antes y después de aplicar la mejora, observándose un aumento en los ingresos netos y en la utilidad sobre ventas, debido a una mayor producción, reducción de rechazos y menor costo por unidad.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

A continuación, se plantea la prueba de hipótesis de la tesis

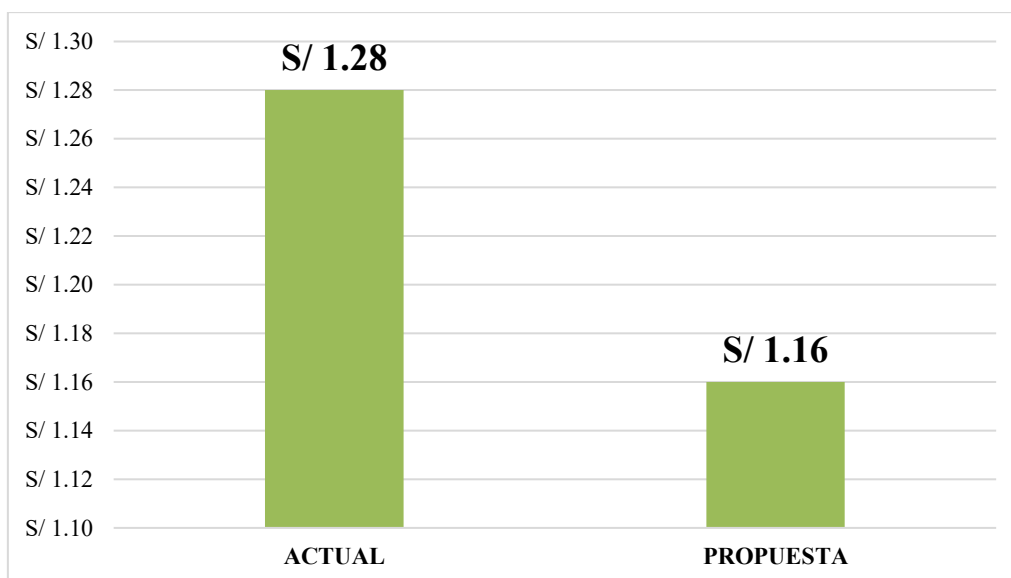
3.1 Prueba de Hipótesis:

H₀: La eficiencia operacional no reduce los costos de una fábrica de sacos de polipropileno, Trujillo 2025

H₁: La eficiencia operacional reduce significativamente los costos de una fábrica de sacos de polipropileno, Trujillo 2025

Seguidamente, se muestran los gráficos que permitieron comparar los costos de producción registrados actualmente, con los proyectados en la propuesta.

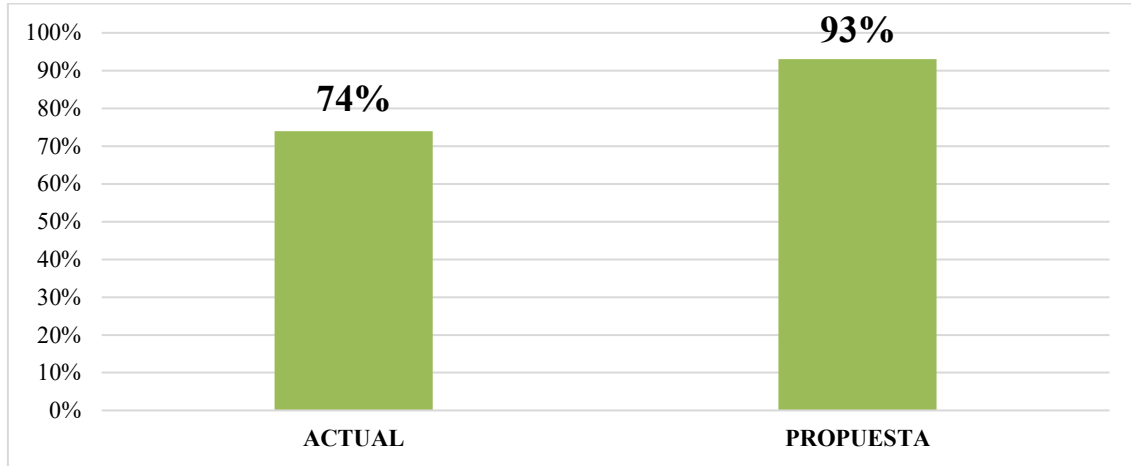
Gráfico 5. Costo de producción por unidad de saco de polipropileno



En el Gráfico 5, se observó que la propuesta disminuyó el costo de producción por saco en un 10%; este resultado evidencia un impacto directo en la rentabilidad de la planta, al disminuir gastos operativos y aprovechar de manera más eficiente los recursos disponibles. La reducción se debió a que las máquinas tuvieron mayor disponibilidad por el mantenimiento preventivo, el rendimiento aumentó al controlar mejor la velocidad de línea y el denier, y la calidad se fortaleció al reducir los sacos defectuosos. Todo ello permitió usar menos materia prima y tiempo para obtener más sacos útiles, bajando así el costo unitario.

Seguidamente, se presentan los gráficos de la mejora en la eficiencia operacional antes y después de la propuesta.

Gráfico 6. *Mejora de la propuesta de la eficiencia operacional (OEE)*



El Gráfico 6 mostró que el OEE se incrementó de 74% al 93%, esto se debió a la mejora de los componentes siendo ellas la disponibilidad de los equipos (extrusora y bobinadora), el rendimiento donde se hace referencia a la velocidad de las máquinas y la tasa de calidad del producto final; esto origino una reducción en las perdidas de la capacidad instalada de la propuesta, consolidando una gestión productiva más estable y competitiva.

Según los resultados del grafico 5 y 6 se demuestra que al incrementar la eficiencia impacta en la reducción de costos, aceptando la hipótesis alterna el cual es: La eficiencia operacional reduce significativamente los costos de una fábrica de sacos de polipropileno, Trujillo 2025

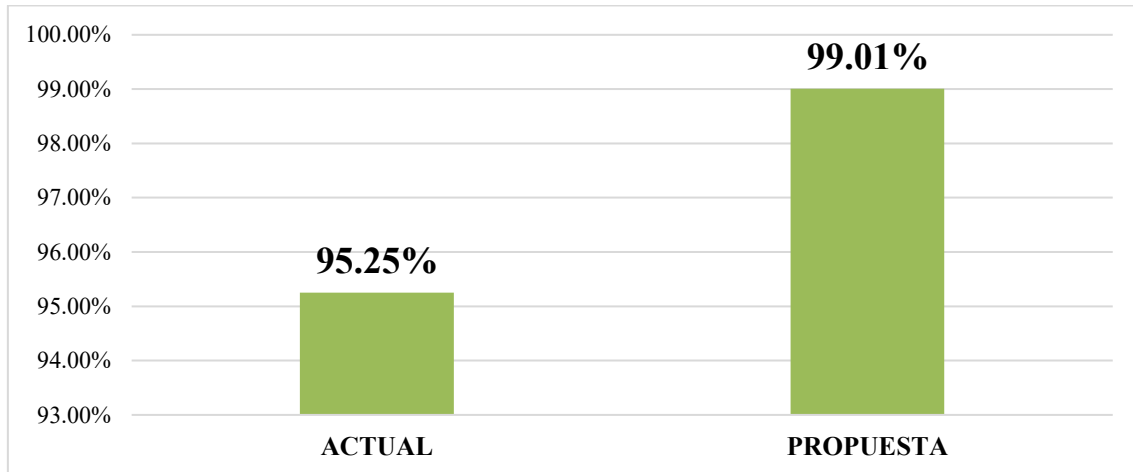
3.2 Prueba de Hipótesis especifica 1

H_0 : El rendimiento no reduce los costos de una fábrica de sacos de polipropileno, Trujillo 2025.

H_1 : El rendimiento reduce los costos de una fábrica de sacos de polipropileno, Trujillo 2025.

Asimismo, se presentó el efecto que tuvieron las mejoras implementadas en el incremento del rendimiento de los equipos y cómo este cambio repercutió directamente en la disminución de los costos en la fábrica de sacos.

Gráfico 7. Tasa de rendimiento de los equipos en la fábrica de sacos de polipropileno



De acuerdo con el Grafico 7, se observó que el rendimiento aumento de 95.25% a 99.01%, equivalente a una mejora del 3.9%, se alcanzó gracias a la estabilización de los parámetros críticos dentro de sus límites de control. La velocidad de extrusión se mantuvo en 112 m/min, valor próximo al estándar definido, mientras que el denier se controló en 1,010, evitando desviaciones que generaban reprocesos y paradas no planificadas. Al mantenerse ambos parámetros dentro de los límites de control establecidos, se redujo la variabilidad del proceso, optimizando el uso de la materia prima y disminuyendo los costos asociados a material no conforme. Este control estadístico permitió que el sistema operara de manera más consistente, lo que se refleja en el incremento de la tasa de rendimiento mostrado.

Según el grafico 7 y 5 se demuestra que al incrementar el rendimiento impacta en la reducción de costos, aceptando la hipótesis específica 1 el cual es: El rendimiento reduce los costos de una fábrica de sacos de polipropileno, Trujillo 2025.

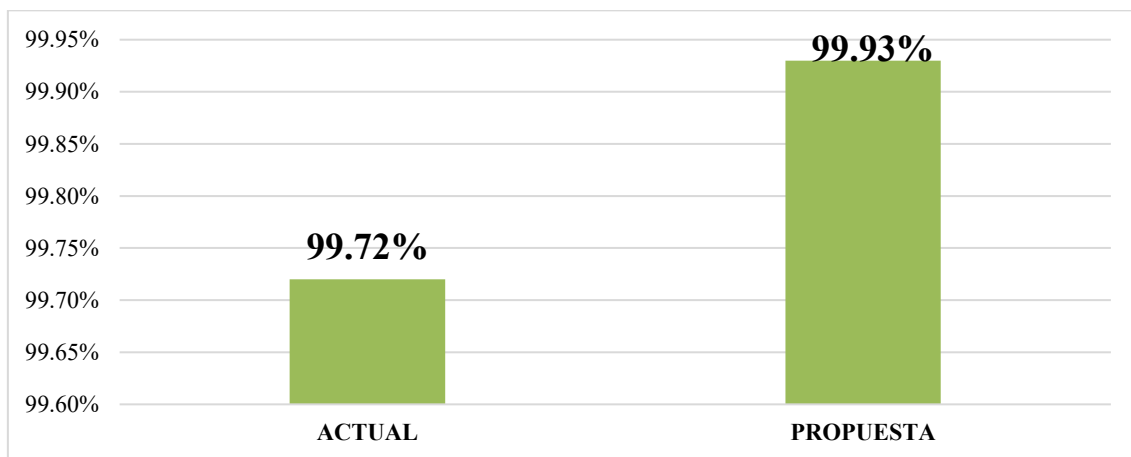
3.3 Prueba de Hipótesis específica 2

H₀: La tasa de calidad no disminuye de los costos de producción de sacos de polipropileno, Trujillo 2025.

H₁: La tasa de calidad disminuye de los costos de producción de sacos de polipropileno, Trujillo 2025.

Asimismo, la investigación se orientó a evaluar cómo la mejora en la tasa de calidad incidió en la reducción de los costos de producción de sacos de polipropileno.

Gráfico 8. Tasa de calidad en la fábrica de sacos de polipropileno



Se observó en el gráfico 8 que la tasa de calidad pasó de 99.72% a 99.93%, manteniéndose en niveles muy altos. Esta variación, aunque mínima, es significativa en producción masiva, ya que implica menos productos defectuosos, menos re trabajos y ahorro de material. Esto se debió a la aplicación de la herramienta de gestión de la calidad, la cual permitió implementar controles más rigurosos durante el proceso de producción; mediante técnicas de muestreo se identificaron y corrigieron desviaciones en etapas tempranas, reduciendo el número de sacos defectuosos y evitando reprocesos, asegurando una mayor proporción de productos conformes, es decir, un mejor aprovechamiento de la materia prima y una disminución de los costos asociados a desperdicios y re trabajos.

Según el gráfico 8 y 5 se demuestra que al incrementar la tasa de calidad impacta en la reducción de costos, aceptando la hipótesis específica 2 el cual es: La tasa de calidad disminuye de los costos de producción de sacos de polipropileno, Trujillo 2025.

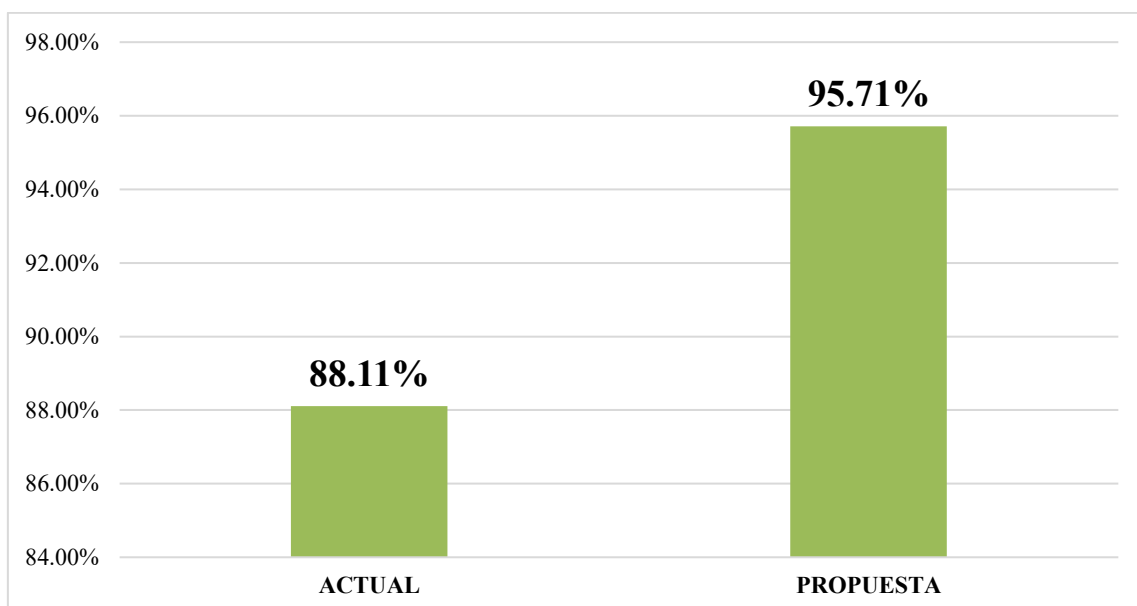
3.4 Prueba de Hipótesis específica 3

H₀: La disponibilidad de los equipos productivos no incide en la reducción de los costos operativos en la fabricación de sacos de polipropileno, Trujillo 2025.

H₁: La disponibilidad de los equipos productivos incide en la reducción de los costos operativos en la fabricación de sacos de polipropileno, Trujillo 2025.

Asimismo, se determinó cómo la disponibilidad de los equipos productivos incidió en la reducción de los costos operativos.

Gráfico 9. Tasa de Disponibilidad de los equipos en la fábrica de sacos de polipropileno



En el Gráfico 9, se observó que la disponibilidad de la maquinaria aumentó en 8.6%, pasando de 88.11% a 95.71%. Este resultado incremento mediante el uso de métodos como el AMFE, plan de mantenimiento preventivo y el análisis de criticidad de equipos, lo cual permitieron reducir las fallas imprevistas y las paradas no programadas, de este modo, se logró una mayor continuidad operativa, disminuyendo los costos asociados a reparaciones correctivas y garantizando la confiabilidad del proceso productivo.

Según el grafico 9 y 5 se demuestra que al incrementar la disponibilidad impacta en la reducción de costos, aceptando la hipótesis específica 3 el cual es: La disponibilidad de los equipos productivos incide en la reducción de los costos operativos en la fabricación de sacos de polipropileno, Trujillo 2025.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

En la presente tesis, al mejorar la eficiencia operacional medida a través del OEE, se alcanzó un incremento de 74% a 93%, lo cual permitió reducir los costos de producción en un 10%, debido a la aplicación de herramientas de gestión de mantenimiento y control estadístico de procesos que incrementaron la disponibilidad, el rendimiento y la calidad, esto concuerda con lo afirmado por **Bravo (2020)**, quien en su investigación en una fábrica de sacos de polipropileno logró aumentar la eficiencia de 65% a 88% y reducir en 25% los costos operativos mediante la aplicación de un plan integral de mantenimiento preventivo; asimismo, **Lazo & Loardo (2022)** reportaron que el uso de estrategias basadas en confiabilidad y control estadístico permitió elevar la eficiencia del 60% al 85%, con una reducción del 28% en los costos por reparaciones; en conjunto, estas evidencias respaldan que la mejora del OEE es un camino eficaz para la optimización de recursos y la reducción de gastos en plantas industriales.

En relación con el rendimiento, el aumento de 95.25% a 99.01%, equivalente a una mejora del 3.9%, mediante la estandarización de parámetros de línea y el control del denier, refleja que un mayor control de la velocidad real frente a la estándar asegura un uso más eficiente del tiempo, contribuyendo a la reducción indirecta de costos, lo cual se vincula con el resultado obtenido por **Figuroa (2023)**, en una planta productora de sacos de polipropileno en Ecuador, donde identificó que la falta de control en la velocidad de operación limitaba la productividad; tras implementar herramientas de mejora la eficiencia aumentó de 58% al 82% y los costos operativos se redujeron en un 20%; aunque la magnitud de la variación difiere, en ambos casos reafirman que la gestión del rendimiento es clave en la disminución de costos y la continuidad del proceso productivo.

Por su parte, el incremento de la tasa de calidad de 99.72% a 99.93% demuestra que incluso cambios mínimos generan un impacto relevante en la reducción de costos, al disminuir desperdicios de material, retrabajos y tiempos adicionales; esta evidencia coincide con **Quinatoa (2023)**, quien al implementar un plan preventivo en procesos de moldeo por inyección redujo en 25% los costos por reparaciones imprevistas y disminuyó en 18% los costos operativos totales, demostrando que la calidad sostenida es un factor decisivo para mantener la rentabilidad; del mismo modo, se refuerza la premisa de que altos niveles de calidad permiten no solo asegurar la satisfacción del cliente sino también

consolidar una gestión eficiente de recursos en contextos de producción masiva como el de los sacos de polipropileno, siendo este resultado posible en la presente tesis mediante la aplicación de la herramienta de gestión de calidad basada en límites de control y muestreo sistemático.

Finalmente, la mejora de la disponibilidad de los equipos productivos de 88.11% a 95.71% con la propuesta de mantenimiento evidencia que la continuidad operativa es determinante en la reducción de costos; este resultado se asemeja a lo obtenido por **Murrugarra (2021)**, quien en una empresa de transformación plástica implementó la metodología RCM logrando elevar en 3% la disponibilidad de los equipos, lo que redujo intervenciones correctivas y aportó estabilidad al proceso; de manera complementaria, **Fierro (2020)** señaló que un plan de mantenimiento escalonado permitió incrementar la disponibilidad en 11.2% en líneas de extrusión, confirmando que decisiones respaldadas en datos técnicos aseguran la confiabilidad de la maquinaria; en coherencia, el incremento de 8.6% alcanzado en la presente tesis se incrementó por la aplicación de la herramienta de gestión del mantenimiento mediante AMFE, análisis de criticidad y plan de mantenimiento preventivo, lo que refuerza que la disponibilidad de equipos constituye un factor crítico que impacta directamente en la reducción de costos operativos y en el sostenimiento de la eficiencia productiva.

4.2 Conclusiones

- La eficiencia operacional, medida a través del OEE, se incrementó del 74% al 93%, lo que se tradujo en una reducción del 10% en el costo de producción y un aumento de 25% en la rentabilidad; este resultado evidencia que mejorar simultáneamente el rendimiento, la calidad y la disponibilidad tiene un impacto directo y positivo sobre los costos operativos, siendo posible gracias a la aplicación conjunta de herramientas de gestión de mantenimiento y control estadístico de procesos.
- El incremento del rendimiento obtenido es de 3.9% (95.25% antes de la propuesta y 99.01% con la propuesta) demostrando que optimizar la velocidad de producción respecto al estándar permite aprovechar mejor el tiempo operativo, reduciendo los costos por unidad producida; en la presente tesis este resultado se alcanzó mediante la estandarización de parámetros de línea y el control de denier como herramientas de gestión del rendimiento.

- La tasa de calidad aumentó de 99.72% a 99.93%, reflejando una mejora en la fabricación de productos sin defectos. Esta mejora disminuye el reproceso, el desperdicio de materiales y el tiempo de intervención, generando un impacto positivo en la reducción de costos, lo cual fue posible gracias a la aplicación de la herramienta de gestión de calidad basada en límites de control y muestreo sistemático.
- La disponibilidad de los equipos aumentó en 8.6% (de 88.11% a 95.71%), gracias a la implementación de un plan de mantenimiento; esta mejora redujo los tiempos de parada y aumentó la continuidad del proceso, contribuyendo significativamente a la eficiencia operativa y al ahorro en costos por inactividad, siendo resultado de la aplicación de la herramienta de gestión del mantenimiento mediante AMFE, análisis de criticidad y mantenimiento preventivo

4.3 Recomendaciones

- Incorporar el control y análisis continuo del OEE (Overall Equipment Effectiveness) como indicador estratégico de gestión, específicamente en las máquinas críticas del proceso productivo, como la extrusoras, bobinadoras y telares circulares; ya que el control debe abarcar la disponibilidad, el rendimiento y la calidad de cada equipo, complementado con un análisis continuo de las causas de paradas, tiempos improductivos y rechazos de producto, lo que permitirá mantener altos niveles de eficiencia global y optimizar de manera sostenida el uso de los recursos, contribuyendo directamente a la rentabilidad de la empresa.
- Establecer protocolos operativos estandarizados (SOP) que aseguren un desempeño óptimo en las operaciones clave, tales como el arranque, la calibración y la parada de las máquinas, así como los procedimientos de cambio de formato. Estos protocolos deben ser monitoreados regularmente para verificar su cumplimiento. Asimismo, implementar un plan de capacitaciones periódicas y actualizadas en temas como operación eficiente de maquinaria, reducción de tiempos de setup, mantenimiento autónomo y aplicación de herramientas Lean (5S, Kaizen, SMED), con el fin de mantener altos niveles de productividad y minimizar desperdicios. Reforzar los sistemas de control de calidad en línea y aplicar análisis de causa raíz

ante cada defecto detectado. Establecer indicadores de no conformidades y acciones correctivas con seguimiento continuo.

- Reforzar los sistemas de control de calidad en línea, aplicando herramientas de inspección continua en puntos críticos del proceso y utilizando metodologías de análisis de causa raíz (Ishikawa, 5 porqués) ante cada defecto detectado, adicionalmente, establecer indicadores claros de no conformidades (índice de defectos, PPM, tasa de retrabajos) y diseñar un plan de acciones correctivas y preventivas con seguimiento sistemático hasta su cierre.
- Consolidar el sistema de mantenimiento preventivo mediante cronogramas estructurados, trazables en registros digitales y accesibles en tiempo real, implementando técnicas de mantenimiento predictivo basadas en análisis de vibraciones, termografía y monitoreo de consumo energético de los equipos, con el objetivo de anticipar fallas incipientes, reducir imprevistos y asegurar una disponibilidad constante de la maquinaria crítica.

REFERENCIAS

- Acero. (2016). *Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos*. Ecoe ediciones. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=S6YwDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=concepto+de+L%C3%ADmite+de+control++ingenieria+de+metodos&ots=87S9kCRjak&sig=MCvoXfGSyNdstTjuGsuH-AfBzOo>
- Arbós, & Babón. (2017). *Gestión integral de la calidad: implantación, control y certificación*. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=k449DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT7&dq=concepto+de+L%C3%ADmite+de+control+en+gestion+de+calidad&ots=Pwqp90dy4y&sig=mKDzSdjIRA9YwXS1BQiuSke6Cnc#v=onepage&q=concepto%20de%20L%C3%ADmite%20de%20control%20en%20gestion%20de%20c>
- Babativa. (2017). *Investigación cuantitativa*. Obtenido de <https://digitk.areandina.edu.co/server/api/core/bitstreams/30b26254-a8d2-4cd6-b44f-e107d90d3e6f/content>
- Bravo. (2020). *Plan de gestión de mantenimiento utilizando el TPM para mejorar la productividad en una fábrica de sacos de polipropileno*. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/40537/Torres_BJD.pdf?sequence=1
- Carabante. (2021). *PROPUESTA DE UN MODELO DE ADQUISICIONES PARA LA EFICIENCIA OPERACIONAL EN RETAIL*. Obtenido de <https://repositorio.udd.cl/server/api/core/bitstreams/eef3a7e1-a15f-446d-9932-d09ee7c7f721/content>
- Codas. (2012). *Evolución del concepto de competitividad*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2150/215025114007.pdf>
- Esparza, & Rios. (2020). *Diseños preexperimentales y cuasiexperimentales aplicados a las ciencias sociales y la educación*. Obtenido de <https://cathi.uacj.mx/handle/20.500.11961/15924>
- Espinoza, Garagundo, Lecca, & Orrillo. (2018). *Buenas Prácticas en la Gestión de la Eficiencia Operacional Casos de Empresas del Sector Transporte Terrestre de*

- Combustibles Líquidos en el Perú.* Obtenido de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/13202>
- Fierro. (2020). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para incrementar la disponibilidad de las líneas de extrusión en una empresa productora de materiales plásticos.* Obtenido de https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3568/Edward%20Fierro_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional_Titulo%20Profesional_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Figueroa. (2023). *Balance de líneas de producción y su efecto en la productividad de la empresa Chooper's Santa Elena Ecuador.* Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/10045/1/UPSE-TII-2023-0011.pdf>
- Fractal. (2023). *¿Cómo hacer un plan de mantenimiento?* Obtenido de <https://www.fractal.com/es/guias-mantenimiento/como-hacer-un-plan-de-mantenimiento>
- Gonzales, Myer, & Pachon. (2017). *La evaluación de los riesgos antrópicos en la seguridad corporativa: del Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) a un modelo de evaluación integral del riesgo.* Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1900-65862017000100269&script=sci_arttext
- Heredia. (2016). *REDUCCIÓN DE MERMAS EN LA PRODUCCIÓN DE SACOS DE POLIPROPILENO PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA EL ÁGUILA S.R.L.* Obtenido de https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/806/1/TL_%20HerediaEspinozaAnais.pdf
- Hernández, & Silva, D. (2016). *Aplicación del control estadístico de procesos (CEP) en el control de su calidad.* Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-61852016000100010&script=sci_arttext
- INEI. (2025). *Variación de indicadores de precio de la economía*. Obtenido de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/7568468/6426852-informe-de-precios-n-2-febrero-2025-variacion-de-los-indicadores-de-precios-de-la-economia.pdf?utm_source=chatgpt.com

- Kessler. (2019). *Plan de mantenimiento de un parque eólico*. Obtenido de <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/15406>
- Lazo, & Loardo. (2022). *MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD Y LA DISPONIBILIDAD EN MÁQUINAS INYECTORAS DE UNA EMPRESA DE PLÁSTICO*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/680957436/Ejemplo-Proyecto-de-Tesis-2022-LAZO>
- Ministerio de Trabajo. (2023). *NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos*. AMFE. Obtenido de http://cso.hermes-soft.com/legislacion/notas_tecnicas_preventivas_insht/NTP%20679%20-%20Análisis%20modal%20de%20fallos%20y%20efectos.%20AMFE.pdf
- Mordor. (2024). *Tamaño del mercado de polipropileno y análisis de participación tendencias de crecimiento y pronósticos*. Obtenido de <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/polypropylene-market>
- Moreira. (2014). *Enseñanza de la física: aprendizaje significativo, aprendizaje mecánico y criticidad*. Obtenido de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/9515>
- Murrugarra. (2021). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo basado en el RCM para incrementar el nivel de disponibilidad de la Extrusora Starex 1400S de la empresa Iberoplast S.A.C.* Obtenido de https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/5695/J.Murrugarra_Trabajo_de_Suficiencia_Profesional_Titulo_Profesional_2021.pdf?sequence=1
- Newlong. (2023). *Historia de la fabricación de bolsas de papel*. Obtenido de <https://www.newlong.nl/es/facts/historia-de-la-fabricacion-de-bolsas-de-papel/>
- ONU. (2022). *La historia de la bolsa de plástico, desde su nacimiento hasta su prohibición*. Obtenido de <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/la-historia-de-la-bolsa-de-plastico-desde-su-nacimiento-hasta-su>
- Parra, Crespo, & Gonzales. (2021). *Metodología básica de análisis de riesgo para evaluar la criticidad de activos industriales. caso de estudio: Línea de manufactura de envases biodegr.* Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Parra-19/publication/348394507_METODOLOGIA_BASICA_DE_ANALISIS_DE_RIESGO_PARA_EVALUAR_LA_CRITICIDAD_DE_ACTIVOS_INDUSTRI

ALES_CASO_DE_ESTUDIO_LINEA_DE_MANUFACTURA_DE_ENVASE
S_BIODEGRADABLES/links/60146b3e45851517ef2

- Quinatoa. (2023). *DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS MOLDES DE INYECCIÓN EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA HALLEY CORPORACIÓN C.L.* Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/items/49b2732d-b00d-42a2-9b77-a32965e1b4cf>
- Sanchez, & Saldaña. (2024). *Uso excesivo de los plásticos en una Institución Educativa Pública de Trujillo, Perú.* Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2542-30882023000200113
- Sepe. (2022). *Historia de los polímeros: polímeros básicos.* Obtenido de <https://www.pt-mexico.com/columnas/mirada-historica-de-los-materiales-polimericos-parte-6-polimeros-basicos>
- Servera. (2010). *Concepto y evolución de la función logística.* Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/818/81819024018.pdf>
- SNI. (2024). *COMITÉS GREMIALES.* Obtenido de <https://sni.org.pe/comites-gremiales/>
- Torres. (2019). *Plan de gestión de mantenimiento utilizando el TPM para mejorar la productividad en una fábrica de sacos de polipropileno.* Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/40537/Torres_BJD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Zepeda. (2018). *Siete tesis explicativas sobre el aumento de la violencia en México.* Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-20372018000100185&script=sci_arttext

ANEXOS

Anexo 1. Guía de observación

GUÍA DE OBSERVACIÓN

FICHA N° __-2024

Nombre:

Cargo:

Área:

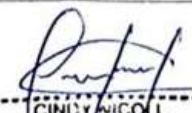
Tiempo en el cargo:

<i>Observaciones</i>	<i>Si Cumple</i>	<i>No cumple</i>
1. ¿El operario sigue el procedimiento estándar de confección de sacos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ¿Se aprovecha correctamente el tiempo de ciclo por estación?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ¿Se evidencian tiempos muertos durante el cambio de bobinas o ajustes de máquina?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ¿Se presentan reprocesos por fallas de costura o corte?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ¿La maquinaria presenta detenciones por mantenimiento correctivo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. ¿Se cumple con la producción programada por turno?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. ¿Se utilizan formatos o registros operativos en el puesto de trabajo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. ¿Se realiza limpieza y orden al cierre de turno?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. ¿Se respetan los tiempos estándar por operación?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. ¿Se produce acumulación de productos en ciertas etapas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. ¿La distribución del área favorece el flujo de trabajo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. ¿Se interrumpe el proceso por falta de materiales?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. ¿Se realiza algún control visual de calidad en línea?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. ¿El trabajador conoce y aplica los parámetros técnicos del saco en proceso?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

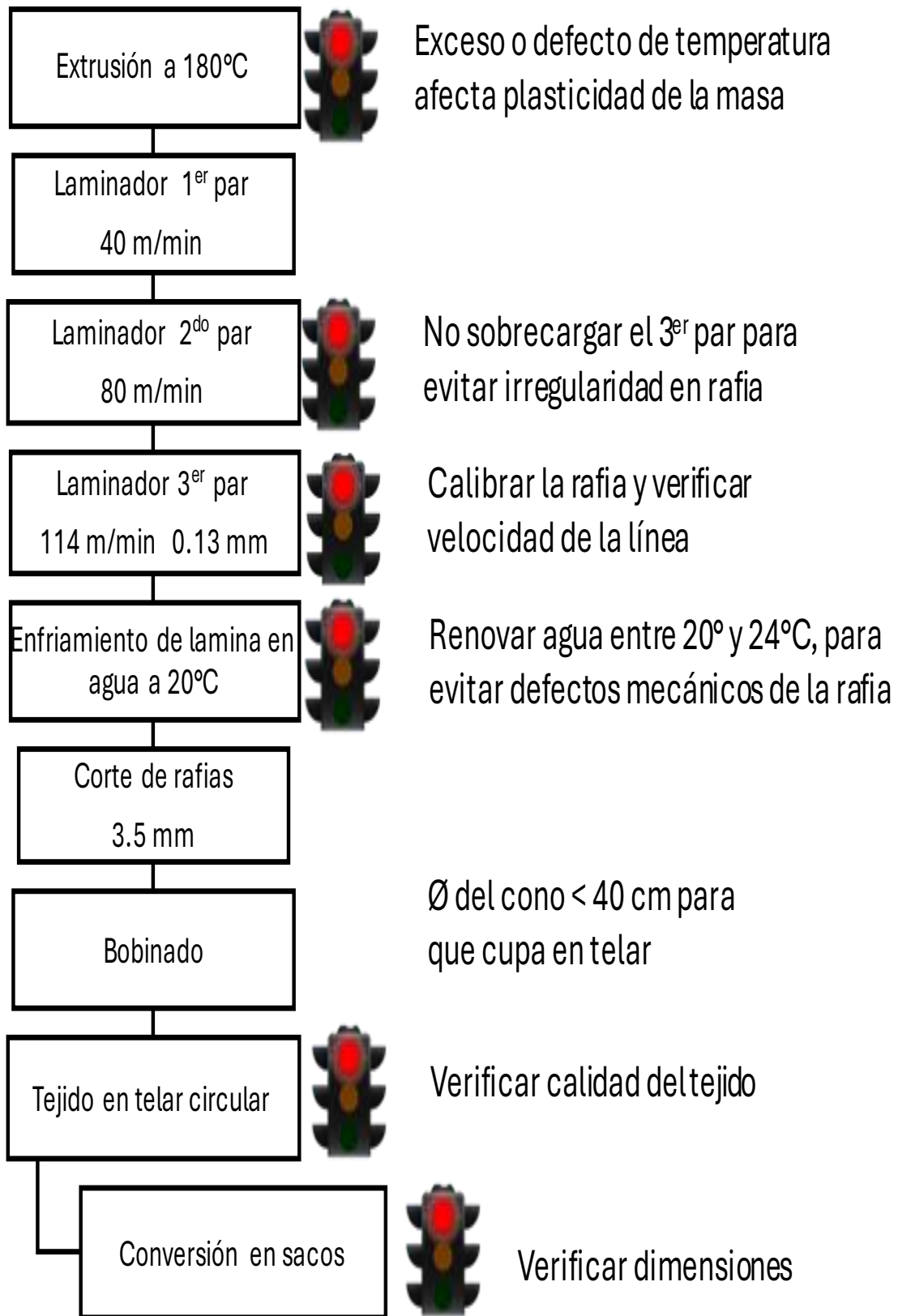
Anexo 2. Evaluación de expertos 1

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS												
Título de la investigación:	"PROPUESTA DE MEJORA EN LA EFICIENCIA OPERACIONAL DE UNA FÁBRICA DE SACOS DE POLIPROPILENO, PARA REDUCIR SUS COSTOS. TRUJILLO 2024"											
Línea de investigación:	Gestión de procesos y mejora continua											
Apellidos y nombres del experto:	Díaz Uceda Luis Enrique											
Grado académico:	Ingeniero Industrial											
El instrumento de medición pertenece a la variable	Eficiencia operacional											
Tipo de instrumento	Guía de Observación											
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SI o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.												
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones								
		SI	NO									
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X										
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X										
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X										
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X										
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X										
6	¿La redacción de las preguntas tiene un sentido coherente y no están sesgadas?	X										
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X										
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X										
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X										
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X										
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X										
Sugerencias:												
Firma del experto:												
 LUIS ENRIQUE DIAZ UCEDA Ingeniero Industrial CP N° 338644		<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">CATEGORIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DESAPROBADO</td> <td>0-3</td> </tr> <tr> <td>OBSERVADO</td> <td>4-7</td> </tr> <tr> <td>APROBADO</td> <td>8-11</td> </tr> </tbody> </table>			CATEGORIA		DESAPROBADO	0-3	OBSERVADO	4-7	APROBADO	8-11
CATEGORIA												
DESAPROBADO	0-3											
OBSERVADO	4-7											
APROBADO	8-11											

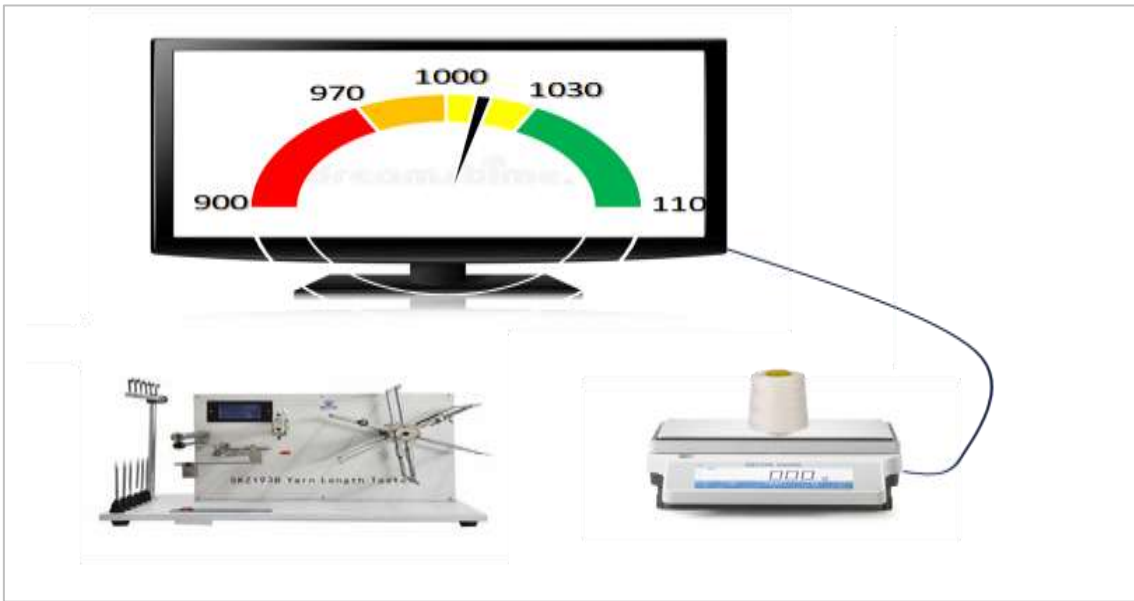
Anexo 3. Evaluación de expertos 2

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS												
Título de la investigación:	"PROPUESTA DE MEJORA EN LA EFICIENCIA OPERACIONAL DE UNA FÁBRICA DE SACOS DE POLIPROPILENO, PARA REDUCIR SUS COSTOS. TRUJILLO 2024"											
Línea de investigación:	Gestión de procesos y mejora continua											
Apellidos y nombres del experto:	MORERA QUIROZ CINDY NICOLL											
Grado académico	INGENIERA INDUSTRIAL											
El instrumento de medición pertenece a la variable	Eficiencia operacional											
Tipo de instrumento	Guía de Observación											
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SI o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.												
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones								
		SI	NO									
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X										
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X										
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X										
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X										
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X										
6	¿La redacción de las preguntas tiene un sentido coherente y no están sesgadas?	X										
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X										
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X										
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X										
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X										
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X										
Sugerencias:												
Firma del experto:												
 ----- CINDY NICOLL MORERA QUIROZ Ingeniera Industrial CIP N° 338421		<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">CATEGORIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DESAPROBADO</td> <td>0-3</td> </tr> <tr> <td>OBSERVADO</td> <td>4-7</td> </tr> <tr> <td>APROBADO</td> <td>8-11</td> </tr> </tbody> </table>			CATEGORIA		DESAPROBADO	0-3	OBSERVADO	4-7	APROBADO	8-11
CATEGORIA												
DESAPROBADO	0-3											
OBSERVADO	4-7											
APROBADO	8-11											

Anexo 4. Puntos de control en el proceso



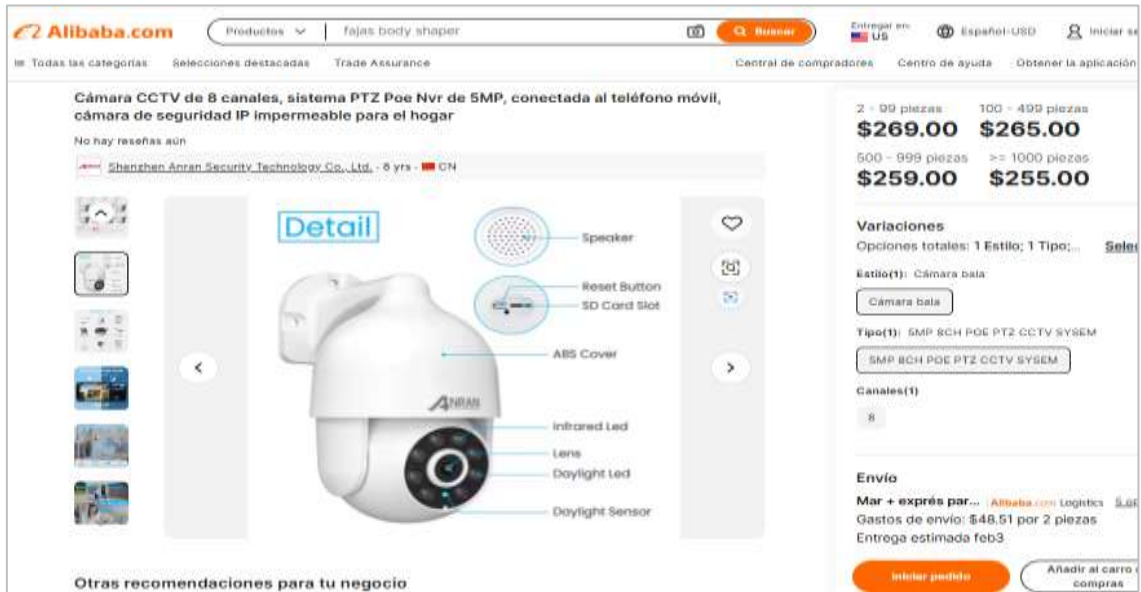
Anexo 5. Control visual del Denier



Anexo 6. Andón



Anexo 7. Cámara de video control proceso en telares



The screenshot shows a product listing on Alibaba.com for a CCTV camera. The main product image is a white, dome-shaped camera with a lens and various sensors. The product title is "Cámara CCTV de 8 canales, sistema PTZ Poe Nvr de SMP, conectada al teléfono móvil, cámara de seguridad IP impermeable para el hogar". The price is listed as \$269.00 for 2-99 pieces and \$255.00 for 100-499 pieces. The seller is Shenzhen Anran Security Technology Co., Ltd. The product features include a speaker, reset button, SD card slot, ABS cover, infrared LED, lens, daylight LED, and daylight sensor. The page also shows a sidebar with navigation options and a right sidebar with pricing and shipping information.

Alibaba.com Productos fajas body shaper

Entregar en: US Español-USD Iniciar sesión

Todas las categorías Selecciones destacadas Trade Assurance Central de compradores Centro de ayuda Obtener la aplicación

Cámara CCTV de 8 canales, sistema PTZ Poe Nvr de SMP, conectada al teléfono móvil, cámara de seguridad IP impermeable para el hogar

No hay reseñas aun

Shenzhen Anran Security Technology Co., Ltd. - 8 yrs - CN

Detail

- Speaker
- Reset Button
- SD Card Slot
- ABS Cover
- Infrared Led
- Lens
- Daylight Led
- Daylight Sensor

Otras recomendaciones para tu negocio

2 - 99 piezas \$269.00 100 - 499 piezas \$265.00

500 - 899 piezas \$259.00 >= 1000 piezas \$255.00

Variaciones Opciones totales: 1 Estilo; 1 Tipo; ...

Estilo(1): Cámara bala

Cámara bala

Tipo(1): SMP 8CH POE PTZ CCTV SYSEM

SMP 8CH POE PTZ CCTV SYSEM

Canales(1): 8

Envío

Mar + exprés par... Alibaba.com Logistics

Gastos de envío: \$48.51 por 2 piezas

Entrega estimada feb3.

Iniciar pedido Añadir al carrito