

PLAN DE MEJORA APLICANDO HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL PARA REDUCIR COSTOS OPERATIVOS EN LA EMPRESA INVERSIONES, SERVICIOS Y NEGOCIACIONES CHODI S.A.C. TRUJILLO, 2025

IMPROVEMENT PLAN APPLYING INDUSTRIAL ENGINEERING TOOLS TO REDUCE OPERATING COSTS IN THE COMPANY INVESTMENTS, SERVICES AND NEGOTIATIONS CHODI S.A.C. TRUJILLO, 2025

¹Manuel Arturo Rodríguez Guzmán; ²Mirtha Mercedes Fernández- Mantilla

¹⁻² Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI (Trujillo – Perú)

M. Rodríguez (arturorodriguezguzman4@gmail.com); M. Fernández (m.fernandezm@uct.edu.pe.)

ORCID de los autores:

M. Rodríguez <https://orcid.org/0009-0007-0688-2031>; M. Fernández <https://orcid.org/0000-0002-8711-7660>

DOI <https://doi.org/10.46363/warmi.v5i1.8>

Recibido: 15/02/2025

Aceptado: 21/03/2025

Publicado: 28/04/2025

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo primordial elaborar un plan de mejora en Inversiones, Servicios y Negociaciones CHODI S.A.C. a través de herramientas de ingeniería industrial con el fin de disminuir costos operativos. Al tratarse de una empresa que se dedica a la venta de alimento balanceado para animales, esta atraviesa diversas problemáticas que ven mermada su rentabilidad. La parición de sobrecostos debido a atrasos en la producción y la consiguiente pérdida de los productos, los retrasos en la entrega de estos en el almacén y los costos ocasionados por el espacio empleado en licencias médicas se cuantificaron y ascienden a S/. 222,190.16. Como se vio, se propusieron dos alternativas de solución, eligiendo el número dos, ya que incorporaba las herramientas de: Plan de Mantenimiento Preventivo, las 5 S, el SGSST, estudio de tiempos y el Layout. Después de investigar los estándares de ingeniería, se realizó una simulación en ProModel y Montecarlo, en donde las pérdidas anuales se redujeron a S/. 138,904, obteniendo un beneficio de S/. 83,285 y reduciendo la pérdida ya mencionada arriba en 37.48%. La evaluación económica de 12 meses corroboró la viabilidad y la rentabilidad de la propuesta, ya que el VAN fue de S/. 26,113, TIR de 20%, B/C de S/ 1.53.

Palabras clave: Costos operativos, Herramientas de Ingeniería Industrial, Plan de mejora

ABSTRACT

The primary objective of this research is to develop an improvement plan for CHODI S.A.C.'s investments, services, and negotiations using industrial engineering tools in order to reduce operating costs. As a company dedicated to the sale of balanced animal feed, it faces various problems that reduce its profitability. The additional costs due to production delays and the resulting loss of products, delays in delivery to the warehouse, and the costs incurred by the space used for medical leave were quantified and amount to S/. 222,190.16. As seen, two alternative solutions were proposed, with number two being chosen as it incorporated the following tools: Preventive Maintenance Plan, the 5 S's, the SGSST, time study, and Layout. After researching engineering standards, a simulation was carried out in ProModel and Monte Carlo, where annual losses were reduced to S/. 138,904, obtaining a profit of S/. 83,285 and reducing the aforementioned loss by 37.48%. The 12-month economic evaluation corroborated the viability and profitability of the proposal, as the NPV was S/. 26,113, IRR 20%, and B/C 1.53.

Keywords: Operating costs, Industrial engineering tools, Improvement plan

¹ Licenciado en Administración y Negocios Internacionales, Universidad Privada del Norte y Magíster en Investigación y Docencia Universitaria, Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI. ² Doctora en Educación, Universidad Cesar Vallejo, docente Renacyt.

INTRODUCCIÓN

La industria avícola se ha consolidado como uno de los sectores de mayor dinamismo dentro de la economía agroindustrial, no solo por su contribución al suministro de proteína animal, sino también por el impacto en el empleo y la seguridad alimentaria (FAO, 2021). En muchos países con vías de desarrollo, el consumo de carne de ave y huevos ha crecido de manera sostenida en la última década, lo que ha incrementado la necesidad de optimizar procesos productivos y garantizar la eficiencia en el uso de los recursos (Sarker et al., 2022).

En este contexto, la gestión adecuada de los costos operativos resulta fundamental asegurar la competitividad de las empresas. Es así que los costos elevados, derivados de deficiencias en la planificación, fallas en los equipos o ineficiencias en la cadena de suministro, repercuten directamente en la rentabilidad organizacional (Pérez & Gómez, 2023). Por lo cual la búsqueda de alternativas que permitan reducir gastos sin comprometer la calidad del producto que se convierte en un factor clave de sostenibilidad empresarial.

La empresa Inversiones, Servicios y Negociaciones Chodi S.A.C., dedicada a la producción de alimento balanceado para especies como cuy, pollo, chancho, gallo y gallina, ha consolidado su presencia en el sector avícola de Trujillo. Su producto principal es el alimento de postura, cuyo propósito es mantener el peso adecuado de la gallina y favorecer su ciclo de reproducción y puesta (Pérez & Gómez, 2023).

No obstante, la creciente competencia en el mercado local exige que la organización enfrente diversos retos relacionados con la

eficiencia de sus procesos. Entre los principales problemas detectados se encuentran las interrupciones de las operaciones por fallas en las máquinas, que limita la capacidad de producción, la distribución ineficiente en el almacén y los tiempos muertos en los procesos productivos (Chávez & Ramírez, 2021).

Para identificar los problemas, se ha realizado un levantamiento de datos históricos y visitas in situ que han identificado seis problemas críticos para la empresa, que afectan a los costos que disminuyen su rentabilidad (Vega, 2022). Por ello, la implementación de herramientas de Ingeniería Industrial, como las 5s en orden y aseo (García & López, 2022), los estudios de tiempos y movimientos mediante la implementación de un layout detallado (Fernández et al., 2023), el mantenimiento preventivo, los sistemas de seguridad y salud en el trabajo son necesarias (Rodríguez & Silva, 2021).

Bajo este panorama, el estudio aplicado en la empresa Inversiones, Servicios y Negociaciones Chodi S.A.C. adquiere relevancia, ya que busca implementar un plan de mejora basado en dichas herramientas con la finalidad de disminuir los costos operativos y, en consecuencia, aumentar la competitividad en Trujillo. La identificación de los principales problemas, así como la aplicación de estrategias de mejora continua, permitirá no solo enfrentar la intensa competencia en Trujillo, sino también establecer un modelo de referencia aplicable a otras empresas del sector avícola regional.

METODOLOGÍA

Diseño de investigación

El tipo de diseño en la presente investigación es preexperimental, ya que muchas limitaciones restaron a la implementación de un diseño experimental más estricto. Este tipo de diseño se caracteriza por la ausencia de un grupo de control, lo que impide realizar comparaciones paralelas; sin embargo, permite medir los cambios en un mismo grupo a partir de la aplicación de un tratamiento (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2021).

La estrategia metodológica consistió en la aplicación de un pretest y un posttest. El primero se aplica para obtener una línea de base de qué tan altas o bajas eran las

características de la población antes del tratamiento. Posteriormente, tras la aplicación del tratamiento el plan de mejora basado en herramientas de ingeniería industrial y se llevó a cabo la aplicación del posttest, con el propósito de evaluar los efectos obtenidos. Luego se comparan y todos los cambios observados entre pretest y posttest es solo tratamiento-causado. La investigación tiene el propósito de determinar la medida en que el plan de mejora ha facilitado la reducción de los costos operativos de la empresa Inversiones, Servicios y Negociaciones Chodi S.A.C.

Tabla 1

Diseño de investigación

Gm	O1	X	O2
Muestra	Pre-test	Propuesta	Post-test

Donde:

Gm: Grupo en el que se aplicara el diseño preexperimental

O1: medición inicial (Pre-test), correspondiente a la variable dependiente 1, que refleja los costos operativos antes de la implementación de las herramientas.

X: Variable independiente, representada por el plan de mejora basado en herramientas de ingenieras industrial

O2: medición final (Post-test), correspondiente a la variable dependiente 2 que muestra los costos operativos luego de aplicar dichas herramientas.

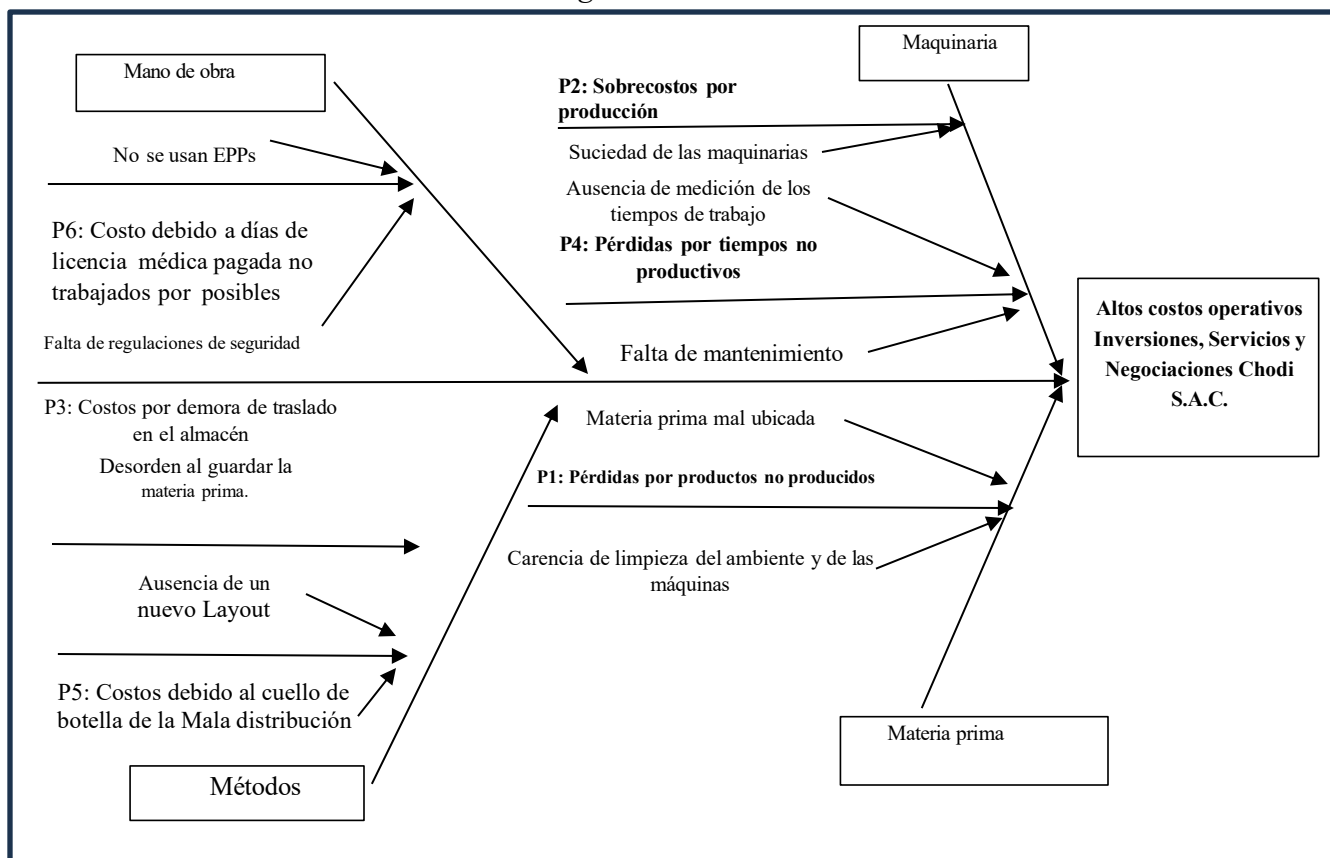
RESULTADOS

Diagnóstico integral

La investigación abordó con la aplicación de herramientas y técnicas variadas, entre las que destacan el análisis FODA, la evaluación a través de la matriz EFE, EFI y las 5 de Porter, diagrama de Ishikawa y lienzo CANVAS. Estas herramientas permitieron obtener una comprensión general del entorno en el que trabaja la empresa, cubriendo aspectos externos e internos. De este modo, se logró analizar cómo influyen afectan al trabajo consiguientemente, obteniendo una vista más amplia de su posición en el mercado. A pesar de ello, la aplicación de estas técnicas se ejecutó mayormente en el sector producción y logística, ya que considera más recortes de costo. Dando paso

a la aplicación para el Diagrama de Ishikawa en el cual se identificaron sus costos e inventariado. Finalmente, se ordenaron los problemas financieros existentes en función de sus costos e influencia. Por lo tanto, después de la toma inicial, se descubrieron las causas de los siguientes problemas: Sobrecostos para la producción retrasada, pérdidas por productos no producidos, costos de demora en inventariado, pérdidas de tiempo no productivo, costos del cuello de botella de la producción y costo de días de licencia médica pagada no trabajados por accidente probable laboral: S/. 6,300, S/. 43,775, S/. 7,170 y S/. 530, S/11,137 y S/.480 respectivamente.

Figura 1.
Diagrama de Ishikawa



Alternativa de solución

Tras realizar el análisis extenso y la identificación de los costos relacionados con los problemas y costos de la empresa, se han creado propuestas de solución para reducir a los costos en el aserradero. Estas propuestas

se dividen en alternativas que incluirán varias herramientas o métodos de la ingeniería industrial para resolver los problemas identificados con eficacia.

Tabla 2
Alternativa de solución

Problema	Herramientas de Solución
Sobrecostos por producción retrasada	AMEF Plan de Mantenimiento Preventivo
Costos por productos no producidos	Cambio de molde 5 S
Costos por demora de traslado en el almacén	Retribución + Clasificación ABC 5 S
Pérdida por tiempos no productivos	SMED
Costo debido al cuello de botella del almacén	MRP Nuevo Layout
Costo debido a días de licencia médica pagada no trabajados por posibles accidentes laborales	Aplicación de procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS) SGSST

Selección de alternativa

En la investigación se presentan dos propuestas para la resolución de los problemas encontrados, estas propuestas son alternativas de aplicación eficiente. Para la organización de las herramientas, se tuvo en cuenta su interdependencia y su capacidad de abordar los seis problemas identificados. La selección de la mejor alternativa de herramientas involucra evaluar con un cuestionario aspectos como ahorro de costos, inversión inicial, durabilidad y sostenibilidad tanto con el gerente como con los colaboradores de la empresa, teniendo un coste de S/. 26,022 y un beneficio de S/.

43,371. La primera propuesta involucra herramientas específicas como Análisis de Modo y Efecto de Falla, Cambio de Molde, Redistribución junto con Clasificación ABC, SMED, MRP y PETS, cuya aplicación se concentra en abordar los problemas a través de las recomendaciones de la cultura de producción. Como segunda alternativa, partiendo de las mejoras que provienen de los procesos de elaboración, se considera los protocolos de seguridad y las actividades de mantenimiento, cuyo coste es de S/. 23,341 y un beneficio de S/. 45,129, en lo cual interviene herramientas como Plan de

Mantenimiento Preventivo, Metodología 5S, Estudio de Tiempos, Nuevo Layout y Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. A través de los resultados obtenidos, ambas alternativas se centran en resolver los problemas mediante la aplicación de

herramientas más abarcadoras que logren resultados competentes. Por último, se continúan formándose mecanismos alternos donde la empresa plantea resolver todos los problemas identificados, teniendo en cuenta la capacidad de la empresa.

Tabla 3

Restricciones realistas para las alternativas

Restricciones reales	Alternativa 1	Alternativa 2
Restricción económica: La compañía fija un tope presupuestario al asignar un límite de S/. 25,000	S/26,022.00	S/23,341.00
Restricción de tiempo: El plazo máximo para implementar las herramientas será de 3 meses	74	60
Restricción legal: La empresa no desea que se realicen modificaciones que involucren temas legales como, por ejemplo; normativas de ingredientes, así como recurrir al uso de estándares.	74	60
Restricción de disponibilidad: Se decidió fijar un límite de tiempo de tres horas hábiles al día para la introducción de esta herramienta.	Si	Si
Restricción de ambiental: Se tiene que cumplir con la gestión de residuos, incluyen residuos orgánicos y subproductos en la elaboración de los alimentos balanceados	Si	si
Restricción de sostenibilidad: Se decide elegir una herramienta que con la inversión dada perdure con el tiempo	67%	79%

La elección de la Alternativa 2 se fundamenta en diversas razones sólidas. En primer lugar, su ajuste económico se evidencia en un costo de implementación de S/23,341, por debajo del límite presupuestario establecido en S/25,000, lo que asegura el cumplimiento de las restricciones financieras y la optimización de recursos. En segundo lugar, su ejecución en un periodo de 5 meses minimiza las interrupciones y garantiza una transición sin contratiempos. En tercer lugar, destaca por una menor inversión inicial y un firme

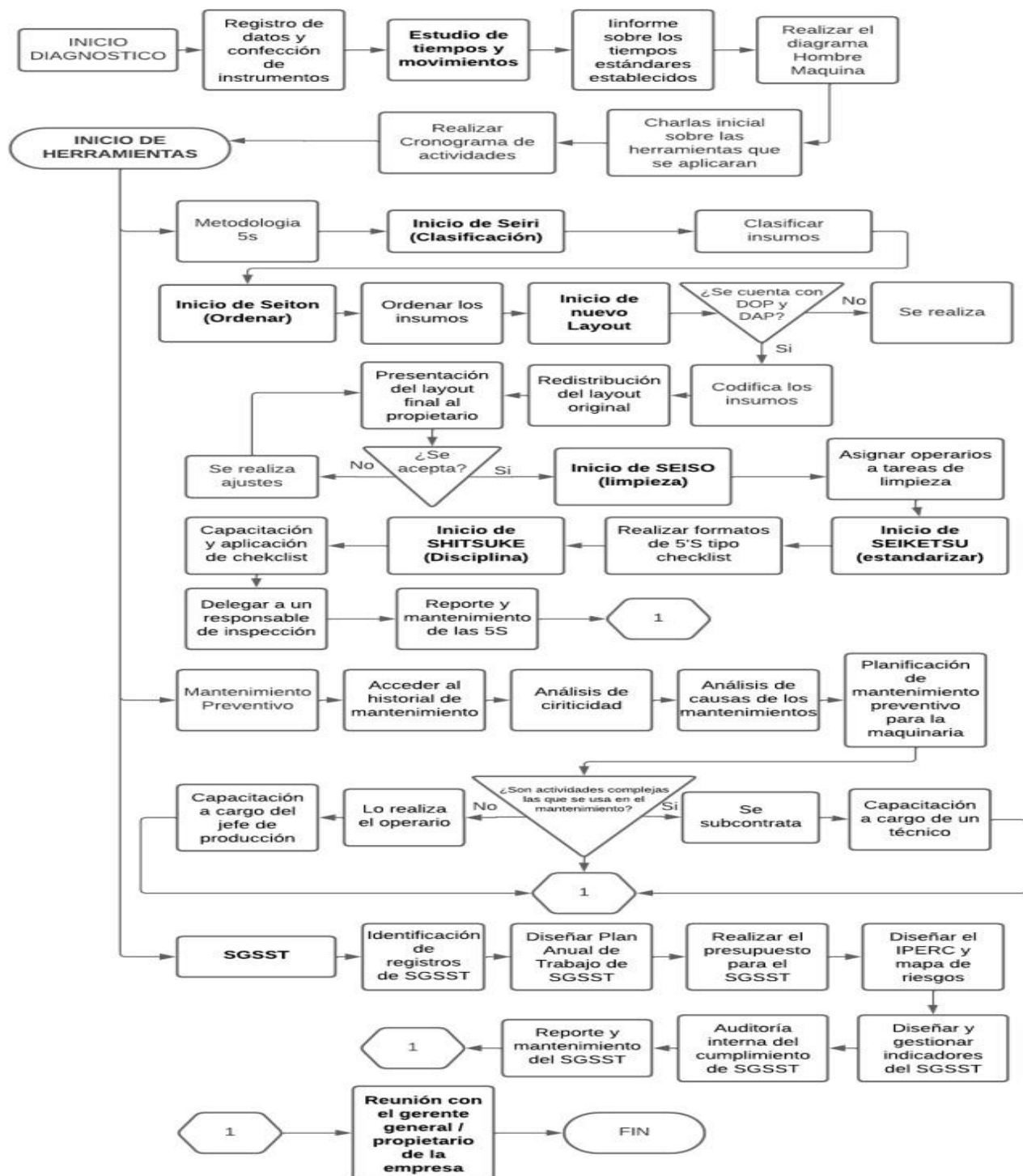
compromiso con la sostenibilidad, ofreciendo un atractivo 79% de inversión y estimando un ahorro significativo de S/45,129. Su versatilidad y adaptabilidad permiten una planificación eficiente, apuntando a beneficios sostenibles para el futuro de la empresa.

En resumen, esta alternativa destaca como la elección más sólida, respaldada por un análisis meticuloso y un compromiso firme con la eficiencia económica y la sostenibilidad a largo plazo, cumpliendo con criterios y prometiendo beneficios duraderos.

Diseño de la alternativa seleccionada

Figura 2.

Flujograma del diseño de la alternativa seleccionada



Identificación y selección de estándares de ingeniería

Las operaciones estándar son la mejor manera de realizar una operación y deben considerarse normas básicas que el operador debe cumplir. Esto significa que es imprescindible realizar la investigación de los estándares aplicables a la empresa y deben ser integrales tanto para el producto final como

para los procesos de producción. En nuestra empresa, los estándares son claros y precisos sobre la observancia estricta de las normas durante la consumerización de los procesos. La empresa establecerá normas para mejorar los procesos de producción de la empresa Inversiones, Servicios y Negociaciones Chodi S.A.C.

Tabla 4
Estándares seleccionados

N.º	Estándar
1	C001 - Convenio sobre las horas de trabajo
2	Reglamento de Registro, Control y Comercialización de Productos de Uso Veterinario y Alimentos para Animales
3	Norma ISO 9001-2015-Sistema de Gestión de la Calidad
4	NTP 481: Orden y limpieza en lugares de trabajo
5	Normas para la Gestión del Proceso de Capacitación en las Entidades Públicas. Resolución Presidencia Ejecutiva N.º 141- 2016-SERVR-PE
6	Norma IRIM 6001:2017. Norma para la definición del modelo de excelencia en la gestión de activos físicos
7	Norma COVENIN 2500-93. Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento en la industria
8	NTP 577: Sistema de gestión preventiva: Revisiones de internacional seguridad y mantenimiento de equipos
9	Norma ISO 45001:2018
10	ILO-OSH 2001
11	Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo – Ley N.º 29783
12	Las Normas Europeas (EN) relacionadas con Equipos de Protección Personal (EPPs)
13	Norma EN 15635:2008 europeas para estanterías y almacenes
14	NTP 481: Orden y limpieza en lugares de trabajo

Formulación y cálculo de indicadores

En lo que refiere a la pérdida de producción atrasada por factores como el mantenimiento no programado de las máquinas de la planta, se trata de horas anuales de paralización de cuatro máquinas distintas: Peletizadora (3h), Mezcladora (4h), Separador rotativo (3h) y Melazadora (4h). Todos los denominadores anuales suman (288h para 4 máquinas) y el

resultado se multiplica por 100 para darlo en porcentaje. En términos monetarios, Suma las pérdidas anuales por producción parada, que son Peletizadora (S/1303), Mezcladora (S/2085), Separador rotativo (S/. 1433) y Melazadora (S/2258), más el costo anual de arreglar las máquinas (S. /68530). Este problema tiene un VA anual de S/. 75.610.

$$\left(\frac{\text{Tiempo total perdido por paralización máquina } x(h)}{\text{Tiempo total disponible máquina } x(h)} \right) * 100$$

El indicador del problema costos por productos no producidos, se calcula dividiendo 425 sacos (que representan la producción no atendida) entre 14,700 (la producción total anual), expresando el resultado en forma de porcentaje. Todos los datos se consideran en términos anuales. Para obtener el valor anual monetizado (VA Monetizado), se multiplica S/. 103, el costo de un saco de postura, por 425 sacos, que representan la demanda no atendida y forman parte de la producción no atendida. Este enfoque permite cuantificar los costos asociados al problema de productos no producidos y expresarlos en términos financieros, facilitando la comprensión de la magnitud del impacto económico de este segundo problema.

$$\left(\frac{\text{Producción no atendida (en sacos)}}{\text{Total de la producción (en sacos)}} \right) * 100$$

El indicador del problema costos por demora en el traslado en el almacén, se calcula dividiendo 136 horas (que representan la pérdida de tiempo debido a la demora) entre las 1920 horas laborales anuales, expresando el resultado en forma de porcentaje. Para el valor anual monetizado (VA Monetizado), se multiplica S/630 (el ingreso por hora) por las 136 horas perdidas en el traslado, lo que da como resultado S/. 86,076.59.

$$\frac{\text{Pérdida de tiempo de búsqueda al año}}{(\text{Días laborables al año} * \text{horas laborables})} * 100$$

El indicador del problema pérdidas debidas a tiempos no productivos, se divide el tiempo ocioso de 10 horas entre el tiempo potencial laborable al mes, expresando el resultado en forma de porcentaje. Para el VA Monetizado, se calcula el costo ocioso mensual por actividad, que asciende a S/. 69, S/. 110, S/. 65, S/. 103, S/. 103, S/. 107 y S/74, y esta suma se multiplica por 12 para obtener un total de S/. 6,360.

$$\text{Promedio} \left(\frac{\text{Tiempo ocioso (horas)mes}}{\text{Tiempo potencial laborable al mes}} * 100 \right)$$

El indicador del problema costos debidos al cuello de botella en el almacén, se calcula el promedio restando la cantidad anual de sacos en stock (780 sacos) menos la capacidad del almacén (684 sacos), y luego se divide entre los 684 sacos, expresando el resultado como el 14% de la producción sin rotación en el almacén. Luego se multiplica este porcentaje por 96 sacos (que es el promedio anual de sacos sin rotación) y por S/103 (el precio de cada saco sin rotación), lo que da como resultado un VA Monetizado de S/9,888.00

$$\text{Promedio} \left(\frac{\text{Cantidad actual} - \text{capacidad total (en sacos)}}{\text{capacidad total (en sacos)}} * 100 \right)$$

El indicador del problema costos debidos a días de licencia médica pagada no trabajados por posibles accidentes laborales, se consideran tres tipos de accidentes: leves, moderados y severos. Para cada caso, se multiplican el número de accidentes por el número de días remunerados por el sueldo diario (S/. 60).

Hasta el momento, se han registrado 5 accidentes leves que suman un total de 8 días remunerados y un costo total de S/480 al año.

Formulación y cálculo de indicadores

De esta manera, en la implementación de la alternativa propuesta, el proceso de simulación sería útil como innovador en lo que respecta al análisis de los sistemas y la mejora de la solución. Los métodos y softwares de simulación que han sido seleccionados con atención para la precisión del resultado son el ProModel, Método Montecarlo, Flexim, CrystallBall, Simprocess y Stella. Se ha recurrido al ProModel por su posibilidad precisa de

N° de accidentes leves, moderados y severos al año $[N^{\circ} \text{ de accidentes según tipo} \times \text{días remunerados} \times \text{suelo diario (S/.60)}$

simular varios procesos de manufactura, en especial, para solucionar el problema de costo por demora en movimiento dentro del almacén. La elección de la utilización del Método Montecarlo también es conveniente tanto para la generación de valores aleatorios y análisis de la probabilidad, en especial, en la simulación de los otros 5 escenarios descritos. Con esto, se implementaría el enfoque para mejorar los indicadores post afectación de la implementación de la alternativa procurada.

Figura 3
Flujograma de la simulación en Promodel

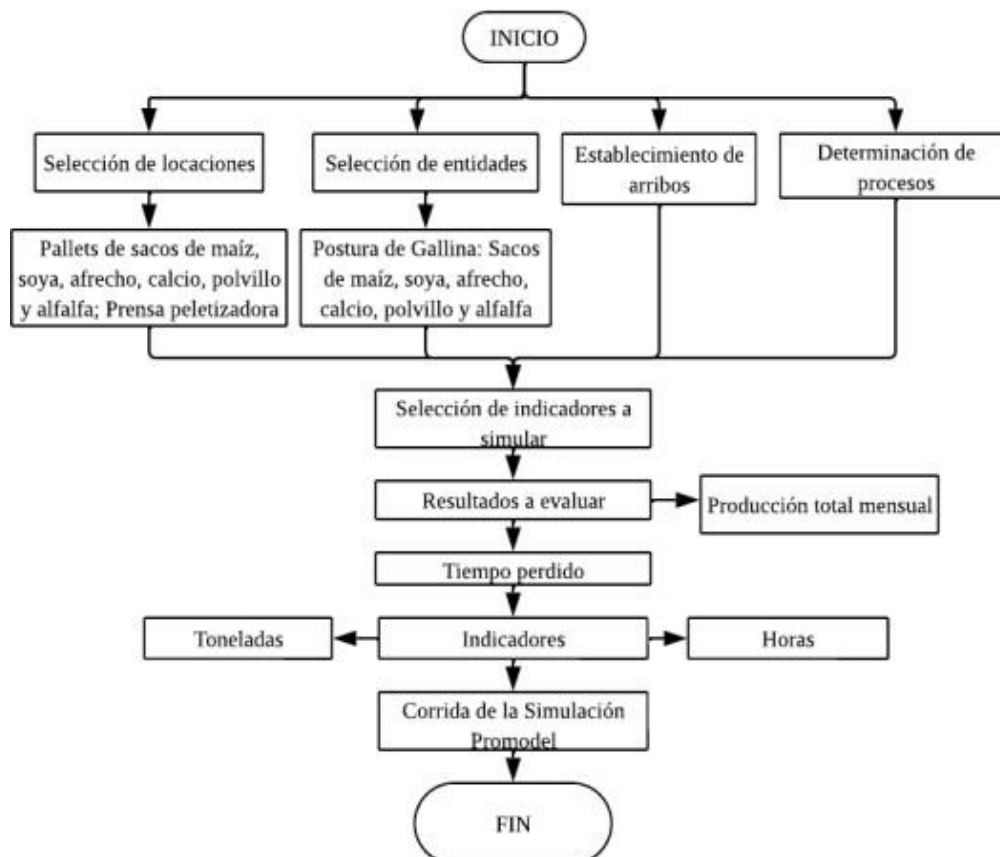
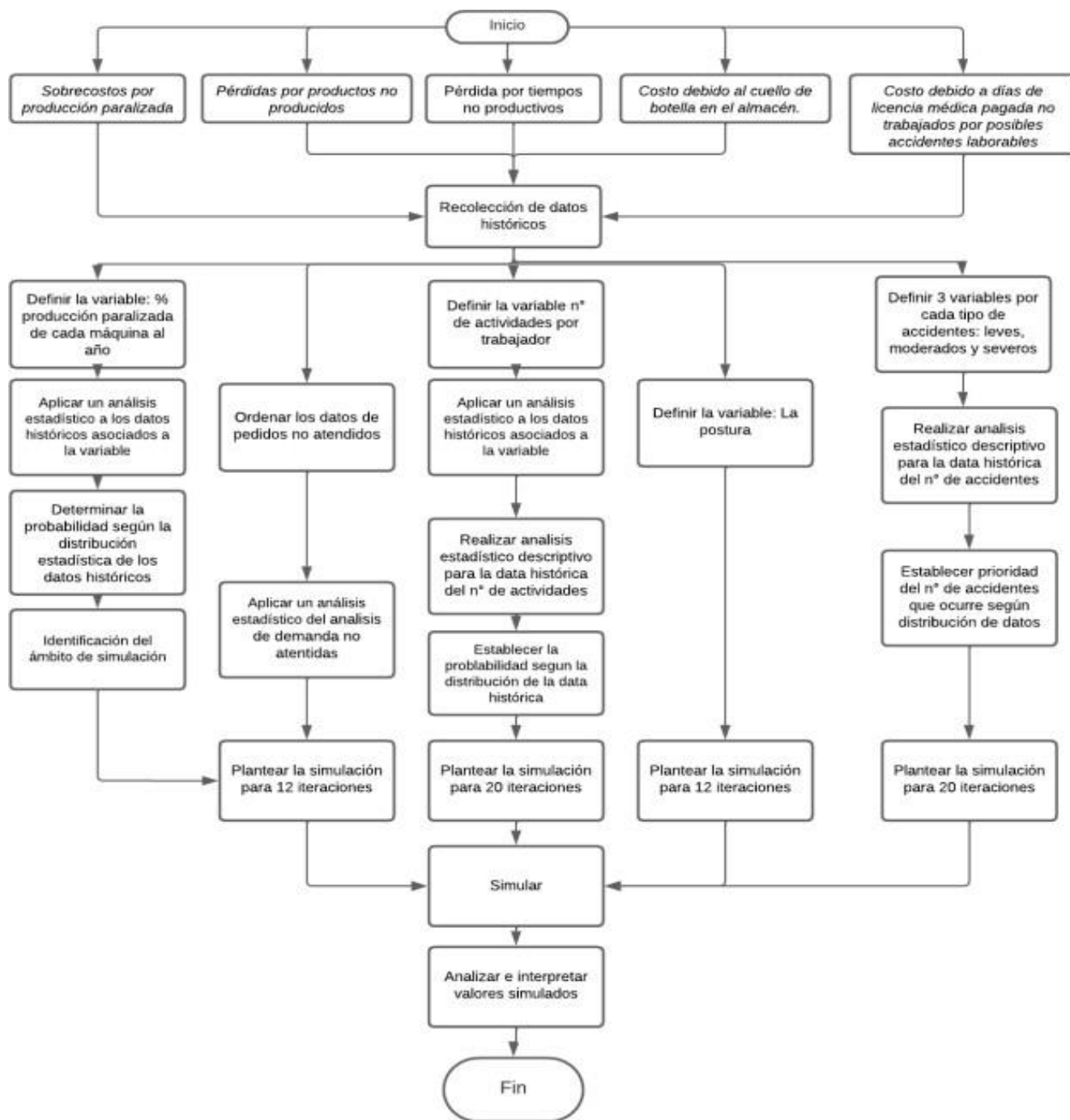


Figura 4

Flujograma de la simulación por el método Montecarlo



Ejecución de la simulación

Simulación en Montecarlo del problema

1: Sobre costos por producción retrasada

El registro de datos de las máquinas fue analizado, arrojando datos descriptivos de las horas de parada de cada máquina involucrada en la fabricación del caso de

acero. Importante aclarar que estos datos de tiempos de paradas, datos históricos y proporcionados por la propia empresa. Luego, se construyó una matriz presentando los datos principales de los paros de las máquinas.

Tabla 5

Datos históricos principales de las máquinas

Máquina	Nº de paradas anual	Tiempo total disponible de máquinas	Tiempo de producción paralizada por mes (min)	Tiempo total perdido por paralización de producción (H)
Peletizadora	1	3456	0.55	1
Mezcladora	2	3456	0.88	1
Separador Rotativo	1	3456	0.35	0
Melazadora	3	3456	2.3	2

Máquina	Nº de paradas anual	Tiempo total disponible de máquinas	Tiempo de producción paralizada anual (min)	Tiempo total perdido por paralización de producción (H)
Peletizadora	3	3456	2.5	3
Mezcladora	4	3456	4	4
Separador Rotativo	3	3456	2.75	3
Melazadora	4	3456	4.33	4

Después de identificar los datos, se encuentra la desviación estándar y el promedio, como se indica a continuación, para poder realizar la simulación.

Tabla 6*Datos usados para la simulación del problema 1*

Máquina	Promedio		Desviación Estándar	
	Nº de paradas anual	Tiempo de producción paralizada anual (min)	Nº de paradas anual	Tiempo de producción paralizada anual (min)
Peletizadora	0.25	12.5	0.45	22.61
Mezcladora	0.33	20	0.49	29.54
Separador Rotativo	0.25	13.75	0.45	24.87
Melazadora	0.33	21.67	0.49	32

Tabla 7. Datos simulados principales de las maquinas.

Al simular se obtiene la siguiente comparación del % Total de producción paralizada. Datos históricos= 23.58%
Valores simulado: 7.09%

Simulación en Montecarlo del problema

2: Pérdidas por productos no producidos

Se recopilaban datos históricos que contenían información relevante sobre la

cantidad mensual de producción no atendida. Por tanto, la cantidad mensual de producción no atendida fue la variable principal en el modelo, sus predicciones fueron analizadas a través de la simulación. Con el objetivo de simplificar la interpretación de los resultados de la simulación del problema en discusión, se presenta la tabla VIII.

Tabla 8*Datos históricos y simulados de producción no atendida en TN*

Meses	Histórico	Simulado
Enero	0	0
Febrero	0	2
Marzo	0	0
Abril	0	0
Mayo	8	3
Junio	0	0
Julio	0	0
Agosto	0	0
Setiembre	9	0
Octubre	0	0
Noviembre	0	0
Diciembre	0	7
Total (TN)	17	12

Una vez más, después de haber ejecutado la simulación para el problema 2, el porcentaje de producción no atendido en relación con el promedio de producción total disminuyó después de la implementación del plan 5s. Según los cálculos realizados en la simulación, el cambio en el porcentaje de producción no atendido en relación con el promedio de producción medio pasó de 2.89% a 2.04%.

Simulación en ProModel del problema 3:

Costos por demora de traslado en el almacén
El modelo en ProModel fue construido para 7 locaciones, con 6 entidades en cuenta que representan cada insumo utilizado, 6 rutas que cada tipo de entidad puede tomar y finalmente la intervención de 6 operarios. Los arribos a la línea de producción también

son de entre 1 y 6, donde el número se refiere al insumo del que se trata, siendo 6 el más común y 1 el menos. En la simulación, el indicador fundamental a considerar es el tiempo; se ajustó la disposición del modelo en ProModel de acuerdo al layout de la línea de producción de la empresa, se añadió una librería gráfica a tiempo que muestra imágenes referentes al proceso de producción. La duración de la simulación es de 8 horas; se empleó comando lógico Wait para conocer el tiempo que una entidad dura detenida en una locación. Se desarrolló una simulación inicial en los valores actuales y otra posterior a la implementación de la metodología 5S plasmada en la reorganización de layout, particularmente, en la fase Seiton.

Figura 5
Simulación por Promodel



Tras la simulación, se destaca que el indicador inicial del % de tiempo perdido por insumo anual era del 7.11%, generando una pérdida anual de S/ 86,076 y afectando los costos operativos. Sin embargo, al implementar un nuevo tiempo promedio de operación de 23.5 minutos, se logró reducir

generando un ahorro de S/ 20,844.

Este significativamente este indicador al 5.39%, ahorro representa una mejora sustancial en la eficiencia y rentabilidad de las operaciones, evidenciando la importancia de la optimización y la gestión de costos a través de la metodología 5S.

Simulación en Montecarlo del problema

4: Pérdidas por tiempos no productivos

Se recopilaron datos históricos que incluían información relevante sobre las pérdidas debidas a tiempos no productivos. La variable principal en este modelo fue el número de actividades mensuales de los trabajadores contando con 20 iteraciones

que significa los días laborables de la empresa. Donde se quiere estimar el comportamiento futuro a través de la simulación. Esto implicó calcular estadísticas como la media, la desviación estándar y la mediana, entre otras, para comprender mejor la distribución de estos datos.

Tabla 9

Datos históricos y simulados de actividades asignadas mensuales

Promedio actividades/mes Histórico		Promedio actividades/mes Simulado
Trabajador 1	201	206
Trabajador 2	210	216
Trabajador 3	187	191
Trabajador 4	189	191
Trabajador 5	226	232
Trabajador 6	183	185

Tras la simulación para el problema 4, la aplicación del plan resultó en un aumento de las actividades por trabajador y, por ende, en una disminución del tiempo ocioso promedio. Esto se evidencia en el cambio del porcentaje promedio de producción no atendida, que pasó del 7.36% al 5.47%, según los cálculos realizados durante la simulación.

Simulación en Montecarlo del problema

5: Costos debido al cuello de botella del almacén

El proceso de simulación para evaluar los costos vinculados al cuello de botella en

el almacén, causado por el exceso de stock en algunos insumos, se inicia con la recopilación de datos históricos específicos del almacén, incluyendo información sobre el producto estrella, La Postura.

Posteriormente, se confecciona una tabla de frecuencias con el propósito de adquirir los intervalos y las probabilidades correspondientes. Estos datos serán empleados en la búsqueda vertical de las máquinas necesarias para la construcción del modelo que incorporará las variables aleatorias.

Tabla 10

Matriz de frecuencia de sobre stock en el almacén

Lim Inf	Limp Sup.	Marca de clase	fi	Fi	%fi	%Fi
7	7.4	7.2	3	3	14%	14%
7.5	7.9	7.7	3	6	14%	29%
8	8.4	8.2	8	14	38%	67%
8.5	8.9	8.7	7	21	33%	100%

Tabla 11

Datos históricos y simulados de sobre stock en el almacén

Precio Saco	Promedio		Capacital Total (Tn)	
S/ 103.00	Cantidad anual en almacén (Tn)	Cantidad en sobre stock (Tn)		Costo mensual
HISTORICO	65.1	8.1	57	S/ 834.30
SIMULADO	61	1	57	S/ 103.00

Con la ayuda del Simulador Monte Carlo y el plan de mejora, se logró reducir el valorizado por cada mes. Esto se evidencia en el cambio del porcentaje promedio de producción no atendida, que pasó del 14.04% al 1.67%, según los cálculos realizados durante la simulación.

Simulación en Montecarlo del problema

6: Costo debido a días de licencia médica pagada no trabajados por posibles accidentes laborales

El paso a paso del proceso de simulación para estimar los costos asociados a los días ausentes por licencias médicas a causa de los

posibles accidentes laborales se describen a continuación. Primero, se deben recolectar datos históricos acerca de la cantidad de accidentes que ocurrieron, separados en leves, moderados y severos. Luego, a través del análisis estadístico, se obtienen las probabilidades para cada tipo de accidente, que son necesarias para la simulación Montecarlo. Una vez aplicadas las probabilidades, se realiza la simulación con un número de iteraciones igual a 20 para cada tipo, que es un buen número representativo.

Tabla 12*Datos históricos y simulados de accidentes ocupacionales*

N° de meses	N° accidentes Leves		N° accidentes Moderados		N° accidentes Severos	
	Histórico	Simulado	Histórico	Simulado	Histórico	Simulado
1	1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0
9	1	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
11	1	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0
Total	5	0	0	0	0	0

Después de la simulación, se obtienen los siguientes resultados. En la Tabla 12 vemos datos históricos junto con simulados de los accidentes ocupacionales: Según se puede ver en la simulación para cada tipo de accidente, no se espera ningún accidente. Esta simulación se basa como falta de incidentes moderados y severos en la data

histórica y la baja frecuencia de los accidentes leves. Se puede anticipar el plan de mejora como una buena medida para seguridad y prevención de accidentes. Luego de que la simulación se haya realizado, la próxima etapa es la evaluación de los indicadores que se necesitará para calcular los beneficios.

Tabla 13**Comparación de indicadores**

Problema	Indicador (Anual)	Valor Actual		Valor Mejorado		Variación	
		VA Indicador	VA Monetario	VM Indicador	VM Monetario	$\Delta\%$	Ahorro Monetario
Sobrecostos por producción retrasada	% Producción paralizada al año máquina x	4.34%		0.95%		-3.39%	
		6.94%	S/ 75,610.31	1.53%	S/ 36,813.44	-5.41%	S/ 38,796.88
		4.77%		0.61%		-4.17%	
Costos por productos no producidos	% de producción no atendida al año	7.52%		3.99%		-3.53%	
		2.89%	S/ 43,775.00	2.04%	S/ 30,900.00	-0.85%	S/ 12,875.00
Costos por demora de traslado en el almacén	% Tiempo perdido por insumo al año	7.11%	S/ 86,076.59	5.39%	S/ 65,232.48	-1.72%	S/ 20,844.11
Pérdida por tiempos no productivos	% Promedio de capacidad ociosas al año	7.36%	S/ 6,360.26	5.47%	S/ 4,722.99	-1.89%	S/ 1,637.27
Costos debido al cuello de botella de los productos sin rotación	% Promedio de productos sin rotación	14.04%	S/ 9,888.00	1.67%	S/ 1,236.00	-12.37%	S/ 8,652.00
Costo debido a días de licencia médica pagada no trabajados por posibles accidentes laborales	N° de accidentes leves al año	5	S/ 480.00	0	S/ -	-5	S/ 480.00
	N° de accidentes moderados al año	0	S/ -	0	S/ -	0	S/ -
	N° de accidentes severos al año	0	S/ -	0	S/ -	0	S/ -

Los resultados se presentan en la Tabla 13 y son: Con respecto a los resultados de la Tabla 13, se ve que los beneficios son positivos. En otras palabras, es una confirmación de la hipótesis del proyecto, que implica la reducción de los costos operativos por el plan de mejora. El valor actual es S/ 222,190.16, mientras que, después de la simulación, el valor mejorado resulta igual a S/ 138,904.90, lo que es una diferencia de S/ 83,285.26. Dicho ahorro

resulta en el porcentaje de 37.48%.

Evaluación económica

En el siguiente paso, se empleó el análisis de flujo de efectivo para evaluar el impacto del plan de mejora. Eso incluiría el cálculo de los costos asociados con la implementación de cada herramienta en un mes y al mismo tiempo, vemos la inversión realizada al mismo. Dicha evaluación tiene un horizonte de un año. Luego, se calculan los beneficios para cada una de las herramientas.

Tabla 14
Evaluación económica

MES ES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
EGRESOS													
Compra de maquinaria													
Otras inversiones	S/ 17,932.00												
Nuevo personal contratado		S/ 2,400.00	S/ 2,400.00	S/ 3,300.00	S/ 2,400.00	S/ 2,400.00	S/ 3,300.00	S/ 2,400.00	S/ 2,400.00	S/ 3,300.00	S/ 2,400.00	S/ 2,400.00	S/ 2,400.00
Mantenimiento		S/ 183	S/ 183	S/ 183	S/ 183	S/ 183	S/ 183	S/ 183	S/ 183	S/ 183	S/ 183	S/ 183	S/ 183
Capacitación				S/ 400.00			S/ 400.00			S/ 200.00			
Costos operativos adicionales													
TOTAL EGRESOS	S/ 17,932.00	S/ 2,583.33	S/ 2,583.33	S/ 3,683.33	S/ 2,583.33	S/ 2,583.33	S/ 3,683.33	S/ 2,583.33	S/ 2,583.33	S/ 3,683.33	S/ 2,583.33	S/ 2,583.33	S/ 2,583.33
INGRESOS													
Beneficio Problema 1		S/ 3,233.07	S/ 3,233.07	S/ 3,233.07	S/ 3,233.07	S/ 3,233.07	S/ 3,233.07	S/ 3,233.07	S/ 3,233.07	S/ 3,233.07	S/ 3,233.07	S/ 3,233.07	S/ 3,233.07
Beneficio Problema 2		S/ 1,072.92	S/ 1,072.92	S/ 1,072.92	S/ 1,072.92	S/ 1,072.92	S/ 1,072.92	S/ 1,072.92	S/ 1,072.92	S/ 1,072.92	S/ 1,072.92	S/ 1,072.92	S/ 1,072.92
Beneficio Problema 3		S/ 1,737.01	S/ 1,737.01	S/ 1,737.01	S/ 1,737.01	S/ 1,737.01	S/ 1,737.01	S/ 1,737.01	S/ 1,737.01	S/ 1,737.01	S/ 1,737.01	S/ 1,737.01	S/ 1,737.01
Beneficio Problema 4		S/ 136.44	S/ 136.44	S/ 136.44	S/ 136.44	S/ 136.44	S/ 136.44	S/ 136.44	S/ 136.44	S/ 136.44	S/ 136.44	S/ 136.44	S/ 136.44
Beneficio Problema 5		S/ 721.00	S/ 721.00	S/ 721.00	S/ 721.00	S/ 721.00	S/ 721.00	S/ 721.00	S/ 721.00	S/ 721.00	S/ 721.00	S/ 721.00	S/ 721.00
Beneficio Problema 6		S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00
TOTAL INGRESOS	S/ 6,940.44	S/ 6,940.44	S/ 6,940.44	S/ 6,940.44	S/ 6,940.44	S/ 6,940.44	S/ 6,940.44	S/ 6,940.44	S/ 6,940.44	S/ 6,940.44	S/ 6,940.44	S/ 6,940.44	S/ 6,940.44
FLUJO MENSUAL DE CAJA	S/ 17,932	S/ 4,357	S/ 4,357	S/ 3,057	S/ 4,357	S/ 4,357	S/ 3,057	S/ 4,357	S/ 4,357	S/ 3,257	S/ 4,357	S/ 4,357	S/ 4,357

En última instancia, se efectuó el cálculo de la tasa de descuento mensual, que resultó en un 1.53%. Los resultados indican que la Tasa Mínima de Atracción de Recursos (TMAR) es inferior a la Tasa Interna de Retorno (TIR), lo cual respalda la

aceptación del proyecto. Asimismo, el Valor Actual Neto (VAN) es positivo, superando los 0, lo que confirma la viabilidad del proyecto. Además, se observa un beneficio neto sobre el costo de S/ 1.53.

Tabla 15*Resultados de la evaluación económica*

TMAR	1.53%
TIR	20%
VAN	S/. 26,113
B/C	1.53
VAN Ingresos	S/. 75,557
VAN Egresos	S/. 49,444

Como se puede ver en la tabla 15, el VAN es mayor que 0, y la TIR excede la TMAR. En otras palabras, la implementación del

plan seleccionado tendrá beneficios obvios para la empresa y es elegible para instrumentar.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidencian que la aplicación del plan de mejora basado en herramientas de Ingeniería Industrial permitió reducir de manera significativa los costos operativos en Inversiones, Servicios y Negociaciones Chodi S.A.C. Estos hallazgos coinciden con lo señalado por Martínez y Castro (2021), quienes destacan que la implementación de planes estructurados de mejora continua constituye una estrategia eficaz para incrementar la eficiencia y competitividad en empresas del sector agroindustrial.

En relación con el primer problema identificado, los sobrecostos derivados de la producción paralizada fueron mitigados mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo, alcanzando un ahorro anual de S/.38,796.88. Este resultado se alinea con lo expuesto por Ramírez et al. (2022), quienes concluyen que el mantenimiento preventivo prolonga la vida útil de los equipos, reduce paradas imprevistas y minimiza los costos

correctivos. Asimismo, López y Vega (2020) resaltan que este enfoque no solo incrementa la disponibilidad de las máquinas, sino que contribuye directamente al aumento de la productividad.

Respecto al segundo problema, vinculado a la producción no atendida, la reducción de costos en S/. 12,875.00 confirma la importancia de las metodologías de organización como las 5S, que permiten optimizar el uso de recursos y mejorar la respuesta a la demanda. Estudios recientes de Gómez y Herrera (2021) corroboran que la implementación de las 5S en entornos de producción reduce el desorden y las pérdidas asociadas a la falta de control, favoreciendo la mejora continua de los procesos.

En cuanto al tercer problema, las demoras en los traslados dentro del almacén, la metodología de las 5S generó un beneficio económico de S/.20,844. Resultados similares fueron encontrados por Torres y Paredes (2020), quienes comprobaron que la mejora en el orden y limpieza de los

almacenes optimiza el flujo de materiales y reduce significativamente los tiempos de traslado, impactando positivamente en los costos logísticos.

El cuarto problema abordado fue la reducción del tiempo ocioso, logrando un ahorro de S/1,637.27. Este hallazgo es consistente con la investigación de Silva y Méndez (2022), quienes sostienen que la adecuada asignación de tareas, junto con la implementación de estudios de tiempos y movimientos, disminuye la improductividad y mejora el rendimiento del capital humano. El problema de productos sin rotación se abordó con éxito, logrando una mejora del porcentaje promedio y generando un ahorro de S/. 8,652.00. Esto coincide con lo señalado por Hernández y Quispe (2021), quienes evidenciaron que la gestión adecuada de inventarios disminuye costos por obsolescencia, diferencias de stock y desabastecimientos. Además, se observó una significativa disminución de los costos logísticos, donde los costos por diferencias de stock se redujeron en un 82% (S/. 85,839.16), los costos por desabastecimiento de materiales disminuyeron en un 53% (S/.

500.18), y los costos asociados a materiales obsoletos se redujeron en un 30% (S/ 11,428.33). En conjunto, estos resultados determinaron una reducción del 68% en los costos logísticos, con un valor total de S/ 32,589.23.

Finalmente, la implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST) resultó en una mejora del 100%, eliminando los costos por accidentes laborales. Este resultado se respalda en lo señalado por Campos y Rivera (2023), quienes afirman que la adopción de un SGSST reduce sustancialmente los costos asociados a licencias médicas y multas, al tiempo que incrementa el bienestar laboral. Del mismo modo, los hallazgos concuerdan con la experiencia de ICONSER S.A.C. (2024), donde se reportó una disminución del 41% en costos por accidentes laborales tras implementar medidas de seguridad, pasando de S/5,003.69 a S/2,965.84 en 2025. En consecuencia, se demuestra la efectividad del SGSST para disminuir los costos vinculados a los accidentes y mejorar la seguridad laboral.

CONCLUSIONES

Se llevó a cabo un diagnóstico empresarial que identificó diversos problemas en la empresa, como sobrecostos por producción retrasada, costos por productos no producidos, demoras en el traslado en el almacén, pérdidas por tiempos no productivos, costos por cuello de botella en el almacén y costos por días de licencia médica pagada por accidentes laborales, generando una pérdida anual de S/ 222,190.16. En síntesis, la investigación confirma que la aplicación integrada de herramientas como

las 5S, el mantenimiento preventivo, la gestión de inventarios y los sistemas de seguridad laboral constituye una estrategia integral para optimizar costos y mejorar la eficiencia organizacional. Estos resultados aportan evidencia empírica que refuerza los fundamentos teóricos de la Ingeniería Industrial en el ámbito de la gestión de operaciones.

Durante el posterior mejoramiento, se utilizó la simulación Montecarlo y ProModel para comparar el rendimiento actual con el nuevo

mejorado, encontrando mejoramientos significativos en todos los problemas y ahorros económicos. La evaluación económica se demostró viable con un VAN de S/26,113, TIR de 20% y un BC de 1.53.

En general, el plan de mejoramiento logró reducir las pérdidas en un 37.48% como se mencionó previamente, demostrando la viabilidad de su implementación con éxito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Belda, C. & Grande, E. (2023). *Los modelos de simulación: una herramienta multidisciplinar de investigación*. Universidad Autónoma de Madrid. https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/e/10486/679256/EM_32_3.pdf
- Fernández, J., Pineda, Z. & Abreu, E. (2016). Mejora del sistema de gestión del almacén de suministros de una empresa productora de gases de uso medicinal e industrial. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, (17), 89-108.
- Flores, C. (2021). *Diseño de un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional en el molino Latino SAC para reducir costos laborales* [Tesis de licenciatura, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo] SAT. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/4054>
- Horna, G. (2019). *Mejora en la línea de producción de bebidas gasificadas de una embotelladora para disminuir las pérdidas económicas por desperdicios* [Tesis de licenciatura, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. USAT. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/2541>
- Lima, W. (2019). *Diseño e implementación de la metodología 5S para mejorar la gestión de almacén de la empresa CFG Investment SAC, Lima 2018* [Tesis de licenciatura].
- Mago, M., Perea, B. & López, H. (2020). Implementación de mantenimiento preventivo y predictivo a los equipos del proceso de producción en la empresa EQUIASEROS SAS. *Revista Ingenio Libre*, 8(18), 1-2. <https://doi.org/10.18041/2322-8415/ingelibre.2020.v8n18.7012>
- Patiño, J. & Hernández, W. (2022). Implementación de la metodología SMED para la reducción de los tiempos de cambio de molde en máquina inyectora de preforma, Cali, Colombia.
- Pimentel, L. (2020). *Implementación de gestión de seguridad y salud ocupacional para reducir los costos de accidentabilidad en Iconser S.A.C., sede Trujillo 2020* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio UPN. <https://hdl.handle.net/11537/29173>
- Sunafil (2023). *Fiscalización en seguridad y salud en el trabajo*. Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo. Recuperado el 27 de agosto de 2023, de https://www2.trabajo.gob.pe/archivos/pre-sentaciones/Proceso_fiscalizacion.pdf
- Torres, M. & Jhonatan, W. (2019). *Aplicación del estudio de tiempo para reducir costos de producción en la Empresa Cerámica San Lorenzo S.A.C., Lurín – 2019* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/53815>

- FAO (2021). *Animal nutrition and feed strategies*. Rome: Food and Agriculture Organization.
- Sarker, P. (2022). Nutritional strategies for sustainable poultry feed. *Poultry Science Journal*.
- Pérez, M. & Gómez, R. (2023). Innovaciones en la formulación de alimento balanceado para aves. *Revista Latinoamericana de Avicultura*.
- Chávez, D. & Ramírez, J. (2021). Análisis de productividad en la industria avícola del norte peruano. *Revista de Ingeniería Industrial*.
- Fernández, L., Torres, P. & Rivas, J. (2023). Layout y mejora de tiempos productivos en industrias alimentarias. *Ingeniería y Competitividad*.
- Rodríguez, C. & Silva, A. (2021). Estrategias de mantenimiento preventivo en procesos agroindustriales. *Journal of Industrial Engineering*.
- Vega, J. (2022). Impacto del SGSST en la reducción de costos empresariales. *Revista Peruana de Seguridad Ocupacional*.
- Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C. (2021). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Kerlinger, F. & Lee, H. (2020). *Foundations of Behavioral Research*. Holt, Rinehart and Winston.
- Núñez, C. & Lizarazo, N. (2021). Metodología 5S para mejorar el rendimiento del almacén de una empresa azucarera de Perú. *UCV Hacer*, 10(1), 59-68.
- Isayama, P. (2019). *Implementación de la metodología de las 5S para mejorar la productividad en el área de almacén de la empresa Casa Mitsuwa S.A.* Universidad de Lima. https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/11229/Isayama_Nishimura_Paulo.pdf
- García, F. & López, H. (2022). Aplicación de las 5S en procesos industriales: estudio de caso. *Revista Iberoamericana de Producción*.